



1982

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DE LOS YACIMIENTOS
ESTRATIFORMES DE TLANILPA, GUERRERO.

T E S I S

Que para obtener el título de
INGENIERO GEOLOGO

presenta

VICTOR JAVIER ESPINOSA PEREA

MEXICO, D. F.

1982

FACULTAD DE INGENIERIA
Dirección
60-7-88



Señor ESPINOSA PEREA VICTOR JAVIER.
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el Prof. Dr. Francisco Querol Suárez, - - para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera - de INGENIERO GEOLOGO.

"CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DE LOS YACIMIENTOS ESTRATIFORMES DE TLANTILPA, GUERRERO."

- OBJETIVOS: 1) Describir las características de los yacimientos de la Mina de Manto Rico.
2) Basado en las características indicadas y por comparación con yacimientos similares, plantear una hipótesis sobre su origen.

- I INTRODUCCION.
- II LOCALIZACION GEOGRAFICA.
- III GEOLOGIA REGIONAL.
- IV GEOLOGIA LOCAL.
- V DESCRIPCION DEL YACIMIENTO.
- VI TIPO DE YACIMIENTO.
- VII CONCLUSIONES: CARACTERISTICAS Y GENESIS.

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

Atentamente.
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., 12 de agosto de 1982.
EL DIRECTOR

Inga María Jiménez Espinosa

JJE:MRV:gtg

C O N T E N I D O

RESUMEN

CAPITULO I	Pág.
INTRODUCCION - - - - -	1
Objetivo del trabajo - - - - -	4
Trabajos Previos - - - - -	4
Método de Trabajo - - - - -	5
Generalidades - - - - -	7
Localización - - - - -	7
Vías de Comunicación - - - - -	7
Clima y Vegetación - - - - -	9
Economía, Población y Cultura - - - -	10
Fisiografía - - - - -	11
Geomorfología - - - - -	14
Hidrografía - - - - -	17
CAPITULO II	
GEOLOGIA REGIONAL	
Estratigrafía - - - - -	19
Tectónica - - - - -	27
CAPITULO III	
GEOLOGIA LOCAL	
Estratigrafía y Litología - - - - -	29
Tectónica - - - - -	42
Geología Histórica - - - - -	44

	Pág.
CAPITULO IV	
YACIMIENTOS MINERALES	
Generalidades - - - - -	46
Forma del Yacimiento y roca encajonante - - - - -	46
Obras Mineras - - - - -	50
Mineralogía - - - - -	51
Paragénesis - - - - -	55
Alteraciones - - - - -	56
Similitudes con depósitos adyacentes - - - - -	58
Leyes - - - - -	61
Génesis - - - - -	62
CAPITULO V	
Conclusiones y Recomendaciones - - - -	70
Referencias - - - - -	72
ANEXO I	
Análisis Petrográficos - - - - -	76
Análisis Mineragráficos - - - - -	97
Plano y Secciones Geológicas - - - - -	112

R E S U M E N

El yacimiento de sulfuros masivos de Tlanilpa, se encuentra localizado a 33 Km. al NW de la Ciudad de Taxco y 32 Km. al Norte de la Ciudad de Teloloapan, Gro., en los límites con el Estado de México.

La comunicación es por caminos de terracería, transitables en tiempo de secas, siendo casi imposible transitar por ellos en tiempo de lluvias.

Fue descubierto en los años 40 y trabajado en menor escala en años posteriores, estando a la fecha inactivo.

El yacimiento se encuentra dentro de rocas pertenecientes a la secuencia vulcano-sedimentaria de Tierra Caliente, cuya litología local consiste en rocas volcanoclásicas y flujos volcánicos, que corresponden a metalavas andesítico-dacíticas, metatobas dacítico-riolíticas y andesíticas, intercaladas con horizontes de rocas sedimentarias, siendo éstas metacalizas y pizarras, calcáreo-arcillosas y carbonosas. Las rocas presentan una dirección de foliación predominante en menor o mayor grado con un buzamiento hacia el noroeste.

Los cuerpos de sulfuros masivos se presentan en forma de lentes dispuestos concordantemente a la foliación de las metatobas dacítico-riolíticas y las pizarras calcáreo-carbonosas que

Las dimensiones de los lentes son, con respecto a su espesor, desde unos centímetros hasta 1.50 m. y su distribución areal no se conoce, ya que los trabajos de exploración han sido básicamente superficiales y por lo tanto, se desconoce su continuación en el subsuelo.

El contenido mineralógico de los cuerpos de sulfuros masivos consiste de finas bandas de 1 a 3 mm. de ancho, formadas por esfalerita, tetraedrita (freibergita) -tenantita y galena como minerales esenciales, con cantidades menores de piritita y calcopiritita como accesorios y como minerales accidentales, covelita, bornita, malaquita y marcasita. Como minerales de ganga se tienen cuarzo, calcita y en menor cantidad barita.

Se establece una relación con los depósitos adyacentes a los de Tlanilpa, los cuales presentan características tanto litológicas como mineralógicas similares, lo que nos indica que podrían formar parte de un mismo horizonte estratigráfico.

Por sus características se concluye que los yacimientos de Tlanilpa y áreas adyacentes, tuvieron un origen exhalativo, en un ambiente mixto vulcano-sedimentario asociados a una etapa de vulcanismo de tipo ácido-intermedio. Considerando a éstos como singenéticos, su edad posible sería Triásico Tardío- Cretácico Temprano, que corresponde a la edad propuesta para la Roca Verde Taxco Viejo, de litología similar a la de este depósito.

CAPITULO I

I N T R O D U C C I O N

En México se conocen yacimientos de sulfuros masivos estratiformes asociados a rocas volcánicas félsicas y sedimentos, es decir, dentro de secuencias vulcano-sedimentarias. Resaltan los yacimientos de Campo Morado, Camalotito, Rey de la Plata, Azuláquez, El Alacrán y otros en el Estado de Guerrero; los yacimientos de Santa Rosa, Tizapa y Tejupilco en el Estado de México y de Cuale, en Jalisco, a los cuales se les atribuye un origen vulcanogénico, asociados a un vulcanismo de tipo ácido e intermedio en un ambiente de Arco de Islas.

Todos ellos se acercan al modelo clásico de depósitos vulcanogénicos de tipo Kuroko del Japón, tanto en su mineralogía como en la forma en que se encuentran y el tipo de litología que los contiene.

Así, en cuanto a mineralogía, tenemos por ejemplo, los depósitos de Campo Morado, que consisten esencialmente en pirita y en cantidades variables, esfalerita, calcopirita, galena, tetraedrita, arsenopirita, marcasita y pirrotita, en orden descendente de abundancia. (Lorincsi y J. Miran, 1978); el depósito de Rey de la Plata, que contiene principalmente pirita asociada a esfalerita, con cantidades menores de galena, tetraedrita y calcopirita (García Fons et al., 1981) y el yacimiento de Tizapa, que contiene también esencialmente, pirita, galena, esfalerita y en cantidades subordinadas, tetraedrita, calcopirita y muy probablemente freibergita, que es una variedad argentífera de la

tetraedrita (I. Parga , 1980).

En todos ellos se puede ver, se tiene un alto contenido de pirita, al igual que otros del mismo origen conocidos en el mundo.

Sin embargo, en el estado de Guerrero se tienen otros depósitos en los alrededores de Tlanilpa y áreas adyacentes, como son: La Aurora, Salitre Grande y La América, que por su contenido mineralógico se desvían del modelo clásico de ese tipo de yacimientos, pues consisten principalmente de esfalerita, tetraedrita (posiblemente freibergita)- tenantita y galena y al contrario de lo que se esperaría, en su contenido de pirita, lejos de ser abundante, es muy escasa, teniéndose de 0 a 10%, mientras que en los anteriores se llega a tener hasta en un 50%. Contienen también cantidades menores de calcopirita, covelita, bornita, malaquita y marcasita, en orden descendente de abundancia. No obstante, se conoce la existencia de pequeños depósitos que contienen poca cantidad de pirita, pirrotita y calcopirita en Carolina Slate Belt, Apalachians (R. Watanabe, 1976). La importancia económica que tienen este tipo de yacimientos, por su escaso contenido de pirita y por el contrario, abundante cantidad de tetraedrita (freibergita)-tenantita, fue lo que motivó al autor a realizar el presente trabajo.

El principal objetivo de este trabajo es el de dar a conocer las características geológico-mineras que presentan los depósitos de

Tlanilpa y áreas adyacentes, localizados al NW de la Ciudad de Taxco, Gro. El estudio realizado es de tipo preliminar y básicamente superficial y para el cual se utilizó el plano topográfico de la zona elaborado por DETENAL a escala 1:50 000 y modificado para los objetivos del estudio a una escala de 1:5000. Se recolectaron muestras de rocas y de la mena de sulfuros masivos de interés, en las cuales se realizaron análisis microscópicos y en base a éstos se logró la identificación de los diferentes tipos de roca y minerales de la mena que existen en el área, así como la posición que guardan dentro de las formaciones geológicas que han sido definidas en la región por algunos autores. (Campa et.al., 1974,79, Fries 1960, Decerna 1974, 1978), concluyéndose que se encuentra dentro de la secuencia vulcano-sedimentaria metamorfizada de Tierra Caliente (Campa et.al. 1974-79 y Ortega 1981).

La mencionada secuencia tiene un gran potencial para la ocurrencia de yacimientos de este tipo, pues como se ha visto, presenta condiciones ambientales y tectónicas propicias para su formación. Estudios como el presente deberán tomarse en cuenta para preparar programas de exploración mayores, pues gran parte de los yacimientos vulcanocénicos en México se encuentran localizados dentro de esta secuencia.

OBJETIVO DEL TRABAJO

Los objetivos del presente trabajo son: 1) Describir las características de los depósitos estratiformes de Manto Rico en Tlanilpa, Gro. y 2) En función de estas características y por comparación con yacimientos similares adyacentes y con otros ampliamente estudiados, plantear una hipótesis acerca de su posible origen.

TRABAJOS PREVIOS

Se han elaborado trabajos que hablan acerca del yacimiento de sulfuros masivos de Tlanilpa, como son los de Del Vecchio Carranza (1978), quien muestra que la mineralogía consiste principalmente de sulfuros masivos de plata, plomo y zinc, con menores cantidades de cobre y oro y en su análisis petrográfico, identifica a las unidades Esquisto Taxco y Roca Verde Taxco Viejo, en la Región comprendida entre Tlanilpa y Azuláquez.

Carlos Garza González V, 1980, menciona la existencia de tales depósitos en la Depresión de Zacualpan y la distribución de sus Yacimientos Minerales.

Otros trabajos a nivel más regional, son los de María F. Campa (1974-79), que tratan de la estratigrafía y tectónica de la Región y los de Soltán De Cserna(1974) y Carl Fries Jr (1960), - que hablan también acerca de la estratigrafía de la región.

De esta forma, este sería el primer trabajo que intenta presentar un estudio Geológico-Minero local del yacimiento de Manto Rico, Tlanilpa.

METODO DE TRABAJO

El trabajo se realizó en tres etapas:

- 1) La primera fue el trabajo de campo, en el cual se procedió a hacer el estudio geológico de la región, para la elaboración de un plano geológico, en base a los datos litológicos, estructurales, etc., para lo cual se utilizó un plano topográfico a escala 1:5 000, que fue preparado a partir de la carta topográfica PILCAYA E-14-A-67 de DETENAL, escala 1:50000 al mismo tiempo, se recolectaron muestras de rocas de interés para los objetivos que se persiguen, para los estudios microscópicos de laboratorio.
- 2) La segunda etapa fue realizada en el laboratorio, donde se hicieron los estudios petrográficos, tanto con luz transmitida como reflejada, de las diferentes muestras de roca y mena que se colectaron. Estos fueron realizados en el laboratorio de Yacimientos Minerales, Petrografía de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- 3) Por último, como tercera etapa, se procedió a interpretar los datos, tanto de los estudios de laboratorio, como los de

campo, en base a los cuales se realizó la redacción de la presente tesis.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento al Dr. Francisco Querol Suñé por su gran interés en el desarrollo y terminación de la presente tesis. A los Ingenieros Jorge Nieto Obregón y Alfredo Victoria por sus observaciones en la redacción y contenido de la misma. Al Dr. Daniel Colorado y al Ing. Alberto Toledo Pérez por haberme facilitado gran parte de la bibliografía utilizada. Al Sr. Leovigildo Contreras por su ayuda en el trabajo de campo, así como a todos aquellos que de una u otra forma me brindaron su apoyo.

GENERALIDADES

Localización del área

El yacimiento de Manto Rico se encuentra localizado a 33 km. al noroeste de la ciudad de Taxco y a 32 km. al norte de la ciudad de Teloloapan dentro del municipio de Izcapuzalco, en la parte norte del Estado de Guerrero y cerca al límite con el Estado de México (Fig. 1).

Geográficamente, la zona estudiada tiene las siguientes coordenadas:

18° 35' 49" y 18° 36' 49" Latitud Norte

99° 52' 18" y 99° 52' 30" Longitud Oeste

Vías de Comunicación

A la Ranchería de Tlanilpa se llega por un camino de terracería y una brecha, que comunica a las Ciudades de Taxco y Teloloapan.

Si se parte de Taxco, se toma la carretera que va hacia Ixcateopan de Cuauhtémoc y aproximadamente a 4 Km. se desvía hacia la derecha para tomar un camino de terracería que va a Tetipac, para después tomar a 4 Km. otro camino hacia la izquierda, en dirección a Puerto Oscuro, recorriendo hasta éste 20 Km, pasando por los poblados de San Juan Tenerías y Cruz Alta, de aquí se continúan aproximadamente 3 km. más, por un camino de brecha en buenas condiciones, pasando por Velixtla hasta llegar a -

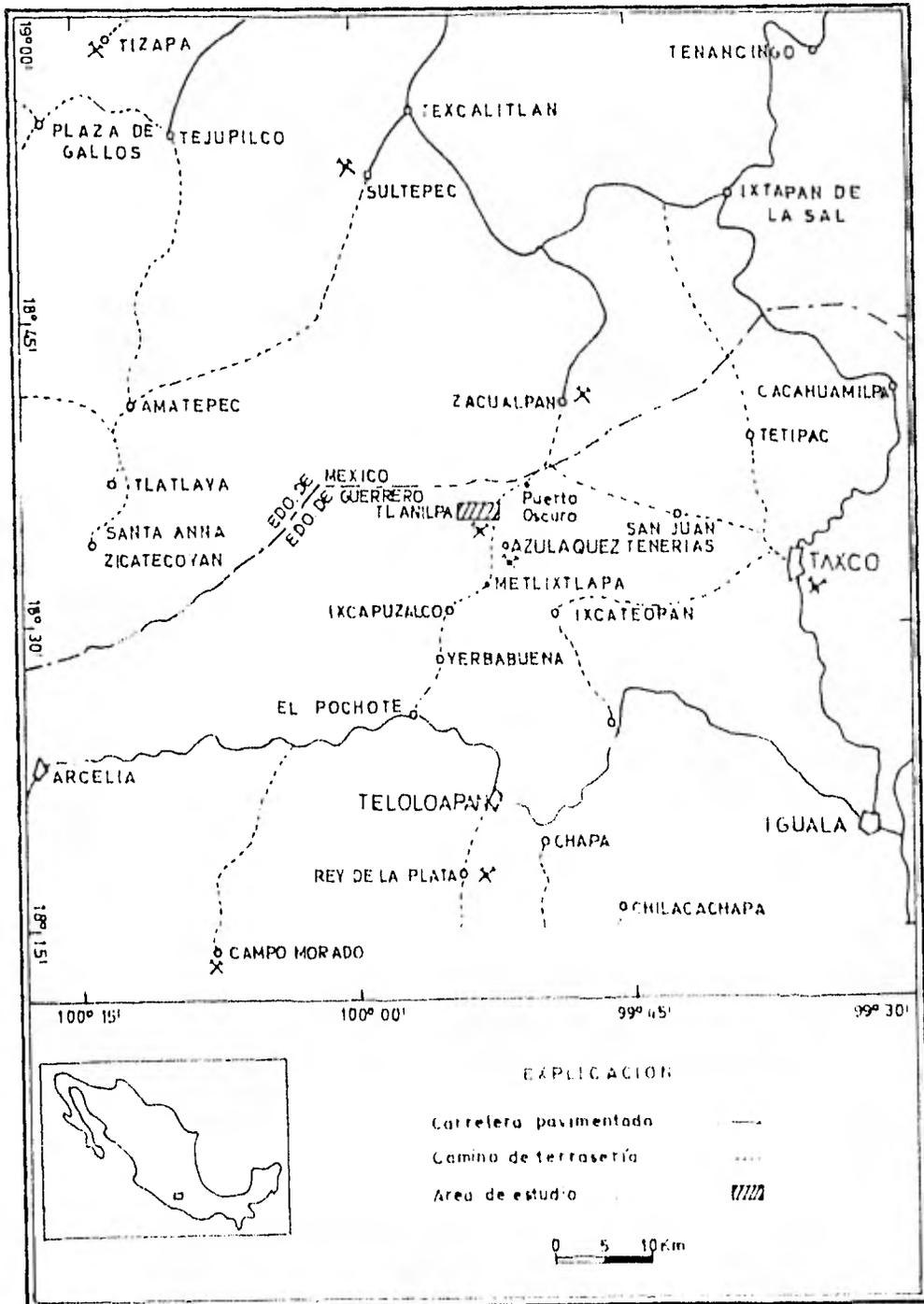


FIG. 1 MAPA DE LOCALIZACION DEL AREA DE TLANILPA, ESTADO DE GUERRERO

Tlanilpa. El vehículo se puede dejar en este camino, y caminar por una vereda aproximadamente 4.5 Km., hasta la mina de Manto Rico en dirección oeste.

Si se parte por Teloloapan, se toma la carretera que va a Cd. Altamirano y se desvía hacia la derecha a 8 Km. en el poblado del Pochote, para tomar un camino de terracería que va a Izcapuzalco- Taxco, pasando por los poblados de Yerbabuena, Izcapuzalco, y de aquí a Tlanilpa 18 Km.

Estos caminos son transitables solo en épocas de secas, siendo casi imposible transitar por ellos en tiempo de lluvias.

Clima y Vegetación

De acuerdo a la carta de climas de la República Mexicana (Climas de Kepler) el área de estudio tendría los siguientes climas:

Aw - Tropical (caliente) con lluvias en verano y parte del otoño.

Cw - Templado con lluvias en verano y parte del otoño.

La vegetación es escasa y consiste de diversas especies silvestres, como son : Cazamate, Coahuilote, Tepehuaje, Huaje, Amate, Jaiba, Jumilillo, Acahual y zacates. Como árboles frutales se tienen ciruelos, guayabos, aguacates, mangos y quamúchil.

En los alrededores de la zona y sobre todo al noreste y sureste, que corresponden a las partes más altas, se tienen bosques de coníferas.

Economía, Población y Cultura

Existen en la Ranchería de Tlanilpa aproximadamente 500 personas, entre mujeres, hombres, niños, la mayoría desocupada y -analfabeta, predominando la niñez en el total de la población.

Se tiene solo una escuela primaria con dos salones, siendo el nivel de educación más elevado la primaria; no se tienen hospitales o consultorios médicos que resguarden la salud de la población, estando la clínica más cercana en el poblado de Izcapuzalco.

Económicamente, la población tiene muy bajos recursos, siendo su manutención la agricultura, principalmente de las siembras de maíz y de frijol y únicamente en siembras de temporal. La actividad de ganadería y comercio es escasa y sólo algunas personas se dedican a éste, en pequeña escala; se crían algunas especies animales para uso doméstico principalmente, tal como ganado vacuno, porcino, caprino y caballar, así como aves de corral.

FISIOGRAFIA

Provincia Fisiográfica

Fisiográficamente el área estudiada queda comprendida en la parte norte de la Provincia de la Sierra Madre del Sur, dentro de la Sub-Provincia Cuenca de Guerrero-Morelos (Balsas - Mexcala), Raiz 1964, Fig.2.

La Cuenca de Guerrero-Morelos, tiene una superficie aproximada de 28 000 Km², quedando limitada al Este, Oeste y Sur por la Sierra Madre del Sur y al Norte por el Eje Neovolcánico.

Es atravesada de Este a Oeste por la Cuenca del Río Balsas-Mexcala, que está limitada al Sur por el parteaguas de la Sierra de Guerrero y al Norte por la pendiente sur del Eje Neovolcánico.

Los rasgos geomorfológicos existentes en la cuenca son variados. Las rocas marinas presentan una topografía controlada por una serie de estructuras alargadas con orientación norte-sur o noroeste-sureste, en donde las sierras corresponden con pliegues anticlinales y los valles con sinclinales.

En la parte norte de Guerrero, se aprecia un relieve suave con rasgos juveniles originados por grandes abanicos aluviales entrelazados con sedimentos y efusiones volcánicas que rellenaron los valles de la topografía preexistente, aún caracterizada en

los cerros y sierras que sobresalen en forma de islotes, presentando una fisiografía madura y drenaje diferente al desarrollado en las llanuras.

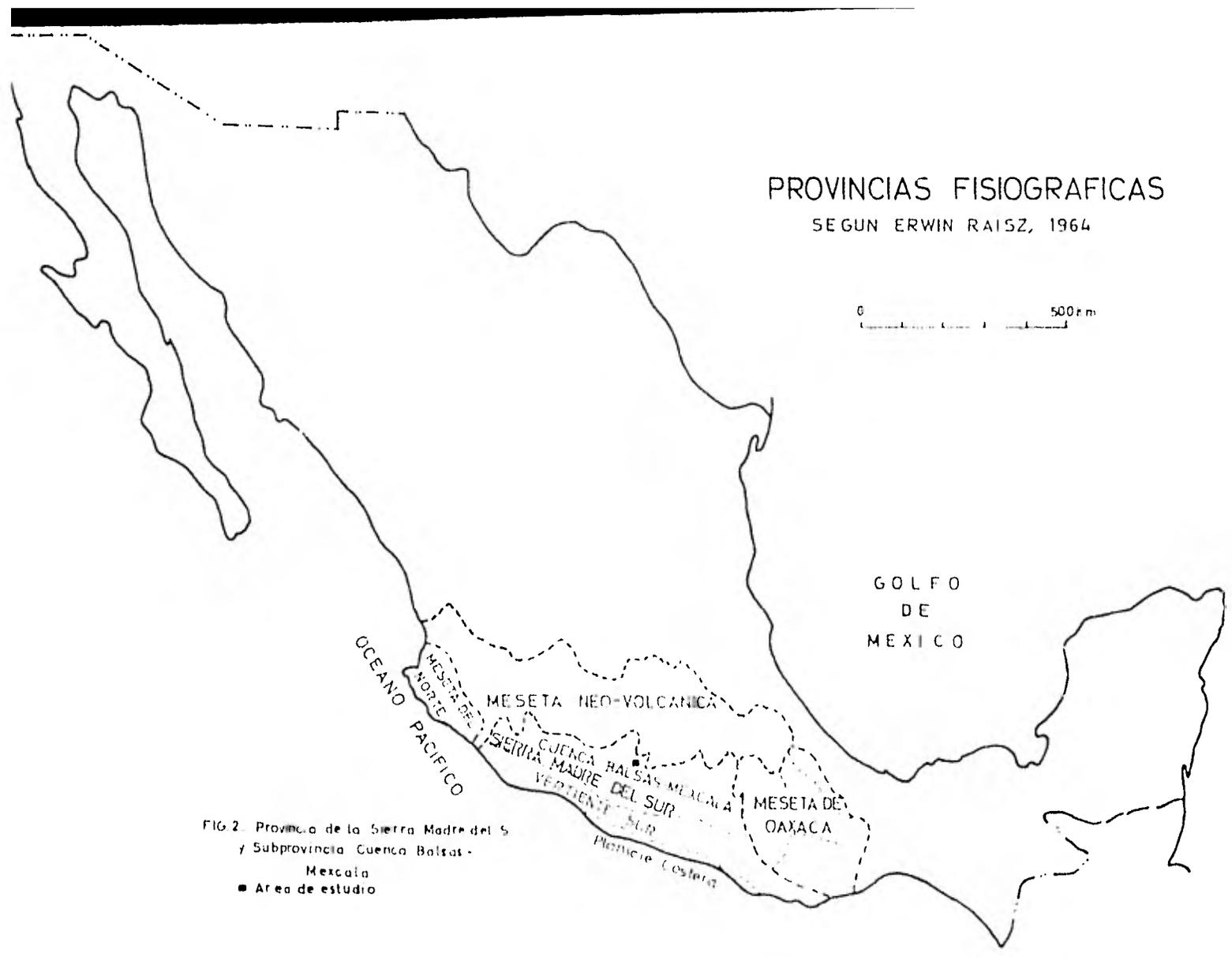


FIG 2. Provincia de la Sierra Madre del S y Subprovincia Cuenca Balsas - Mexcala
 ■ Area de estudio

GEOMORFOLOGIA

Geomorfológicamente, se puede considerar como una zona en etapa de Juventud Tardía, ya que se tienen lomas redondeadas y el inicio de un drenaje dendrítico, pero con corrientes con valles en forma de V.

Se tienen elevaciones desde 1300 m. sobre el nivel del mar en sus partes más bajas, hasta de 1800 m. sobre el nivel del mar con terminaciones conspicuas y algunas redondeadas en las partes más altas.

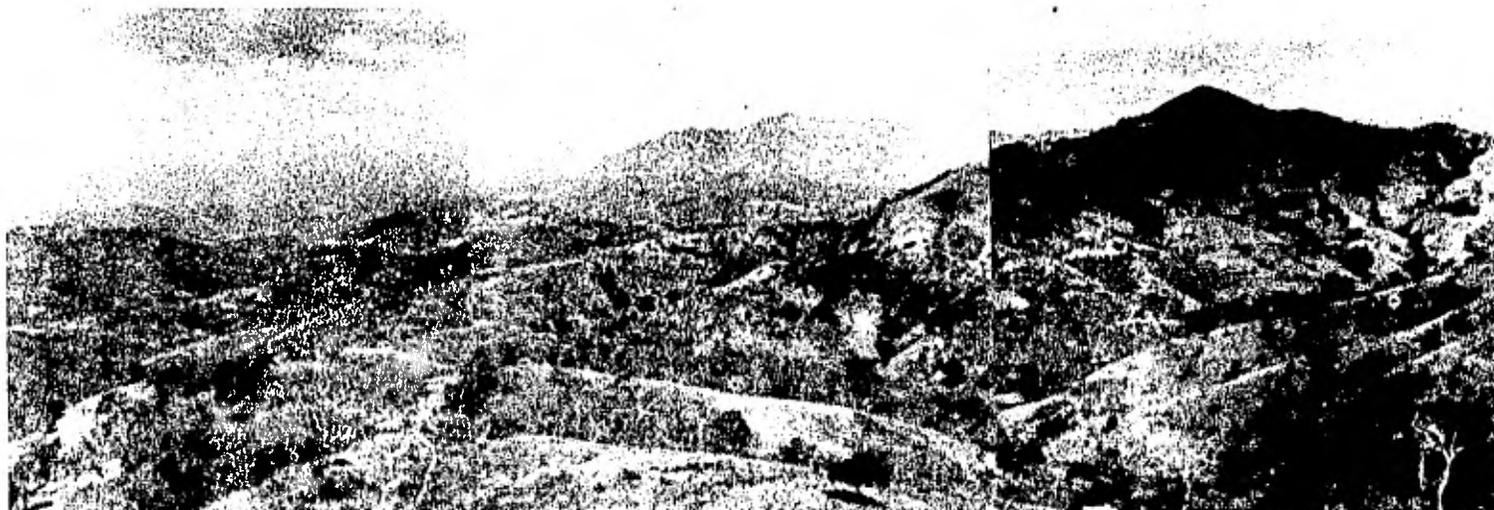
La Geomorfología está controlada por la litología, ya que en las partes más altas se tienen rocas calcáreas (mármoles) y metatobas riolíticas, mientras que en las partes bajas e intermedias, se tienen metandesitas, metatobas andesíticas y filitas, así como pizarras calcáreas con material carbonoso.

Esta litología da como resultado que las rocas calcáreas y las metatobas riolíticas, formen salientes que en ocasiones llegan a formar cantiles y forman también lomeríos con fuertes pendientes y por el contrario, las rocas de tipo intermedio forman lomeríos redondeados (Fotografías 1 y 2).

En general, en el área de estudio, se puede decir, tenemos una zona con dos elevaciones con fuertes pendientes, cortadas por un arroyo principal (Arroyo del Manto) y que presenta su valle en forma de V.



Fotografía 1 . Vista panorámica de la Región
de Tlanilpa. Al fondo el cerro de La Campana.



Fotografía 2. Acercamiento de la zona y del cerro de la Campana que muestra la geomorfología existente en el área.

La elevación más sobresaliente y la cual tiene una forma cónica, es el Cerro de la Campana, en el que en su parte baja se encuentra la Mina del Manto Rico y los principales trabajos mineros y tiene una elevación de 1600 m. sobre el nivel del mar, formado en su parte alta de metatobas riolíticas, que sobresalen en forma de pequeños cantiles.

Hidrografía

Las corrientes que integran el sistema hidrológico, son de tipo subsecuente y consecuente, siendo la principal el Arroyo del Manto, el cual se mantiene constante en todo el año y presenta su valle en forma de V. A este arroyo se unen otros pequeños, que en tiempo de secas dejan de fluir, excepto algunos que también fluyen en toda época.

Como el Arroyo del Manto, la mayoría de los arroyos presentan cauces poco sinuosos y tienen valles en forma de V, lo que nos indica la etapa de juventud.

Las corrientes siguen una orientación de NE-SW y NW-SE, predominando las primeras. El Arroyo del Manto, que tiene una orientación N-S, se une al arroyo Paso del Carrizo y a otros de menor importancia, los cuales se unen posteriormente al Río Sultepec y a otros, que desembocan sus aguas en el Río Balsas, siendo todas estas corrientes parte de la cuenca del mencionado Río, el cual vierte sus aguas al Océano Pacífico y sus cursos siguen un

sistema de diaclasas y fallas activas de la zona, con orientación NE-SW y N-S principalmente.

CAPITULO II

G E O L O G I A R E G I O N A L

ESTRATIGRAFIA

La zona de estudio se encuentra enclavada en una columna estratigráfica que consiste, en la base de una secuencia vulcano-sedimentaria metamorfizada, cuya edad está sujeta aún a controversias y hacia arriba, se tienen rocas calcáreas y sedimentos flysch del Cretácico Medio a Superior, capas rojas y rocas volcánicas del Terciario.

Se han definido varias formaciones en la parte norte de Guerrero, en la región comprendida entre Tetipac-Iguala e Iguala-Arcelia.

Precretácico-Cretácico

Se han definido dos unidades formales que son: el Esquisto Taxco y la Roca Verde Taxco Viejo, que forman la secuencia metamórfica y el basamento de la columna estratigráfica sedimentaria de la región.

Tanto la edad como la relación que guardan entre sí estas unidades, sigue siendo discutida hasta ahora.

Algunos autores como Fries (1960), DeScerna (1974-1978), Pardo Pérez (1981) y Elías Herrera (1981), consideran a estas unida-

des como diferentes y por lo tanto, de diferente edad, Campa et.al. (1974-1979), las considera como una única secuencia - volcánico-sedimentaria metamorfizada, depositada en un ambiente de eugeosinclinal de Arco de Islas; más recientemente, Ortega Gutiérrez (1981), coloca a éstas dentro del Complejo de Tierra Caliente, en el cual se pueden tener litologías de diferente origen (ígneo y sedimentario) y pueden ser separadas por profundas inconformidades o fallas fundamentales y exhiben algunas características similares, como son: el bajo grado de metamorfismo, un aspecto de depósitos de eugeosinclinal y una aparente simplicidad estructural.

Para los objetivos de este trabajo, definiremos cada una de estas unidades y se discutirán sus relaciones y edad posteriormente.

ESQUISTO TAXCO

Definición: Fries (1960) propuso formalmente el nombre de Esquisto Taxco para las rocas metamórficas que afloran inmediatamente al oriente y suroeste de la Ciudad de Taxco, Gro., sobre la carretera Federal México-Taxco-Acapulco, en la cual dichas rocas quedan expuestas.

Distribución: Aflora al oriente de Taxco, ocupando aproximadamente 4 Km²; también está expuesto al oriente de Taxco Viejo y en la porción noroeste de la cuenca de Guerrero-Morelos. (E. López Ramos, 1979)

Litología y espesor: en Taxco Viejo, los esquistos son sericíticos, de grano fino con cuarzo, feldespatos y sericita y crenulados, al parecer provenientes de una toba riolítica. El espesor es desconocido en las localidades donde aflora, ya que no se observa su base.

Edad y Correlaciones: ya que la edad del Esquisto Taxco es motivo de controversias, se hablará más tarde de ella, junto con la edad de Roca Verde Taxco Viejo.

ROCA VERDE TAXCO VIEJO

Definición: Fries (1960) propuso formalmente el nombre de Roca Verde Taxco Viejo a una roca de color verdoso constituida por tobas, breccias y corrientes lávicas metamorfizadas y localizadas al oriente de Taxco Viejo, Gro.

Por otra parte, Campa et al. (1974), describe a la Roca Verde Taxco Viejo, como "una secuencia interestratificada de metasedimentos (filita, metagraubaca, mármol cataclástico, cuarcitas y metaconglomerado fino) con depósitos metavolcánicos (metatobas y metalavas de composición ácida-intermedia).

Distribución: Esta unidad ocupa gran parte de la región central entre Teloloapan-Arcelia. Se localiza al oriente en una línea norte-sur a partir de Ixcateopan hasta el Río Balsas, hacia el norte continúa hacia Ixtapan de la Sal, Mex., y al norte de

Tetipac, donde la sierra de Taxco la cubre, para desaparecer posteriormente y como últimos afloramientos orientales en Guerrero de esta unidad están en los poblados de Taxco y Taxco Viejo.

Litología y espesor: Las rocas verdes son lavas andesítico-dacíticas, tobas y aglomerados afectados por un metamorfismo esencialmente dinámico regional correspondiente a las facies metamórficas de bajo grado. Las lavas llegan a presentar estructuras de almohada, típicas de derrames oceánicos. La toba y el aglomerado están foliados burdamente, en ocasiones con micropliegues. La filita es una lutita apenas metamorfizada, con foliación y con pliegues diversos. La caliza interestratificada en forma de capas y lentes, se ha convertido en un mármol cataclástico. Las arenas son metagraubacas foliadas, cuarcitas granoblásticas y simples filitas, que transicionalmente llegan a ser metarenisca e incluso metaconglomerado.

Relaciones estratigráficas: La sobreyacen en forma discordante bancos de caliza del Albiano. En el lado oriental de la zona, la sobreyacen la F. Acahuixotla, Xochicalco, Morelos y Mexcala. El contacto inferior de la secuencia no ha sido posible observarlo ya que no aflora la base de ésta.

Dentro de la misma secuencia, aún no se sabe con certeza la posición que guarda con el Esquistos-Taxco, ya que, DeCserna observó un contacto por discordancia erosional en el área de Taxco

Viejo entre las dos unidades y Campa et. al. (1979), no observó este contacto discordante y en cambio, menciona haber observado una intercalación claramente concordante de metasedimentos, metatobas y metalavas, por lo que las consideran como una sola secuencia vulcano-sedimentaria.

Edad de la Secuencia Metamórfica

A pesar de los intentos que se han hecho por establecer la edad de la secuencia metamórfica de la Región del Norte de Guerrero, así como partes adyacentes del Edo. de México y Michoacán, no se ha podido llegar a una edad concreta, incluso, no se conoce con certeza la relación que guardan las unidades que la forman (como se menciona arriba). Sin embargo, se ha tratado de establecer esta edad por diferentes métodos radiométricos, estudios paleontológicos y observaciones de campo en cada una de las regiones donde aflora la secuencia vulcano-sedimentaria.

Fries (1960), propone una edad de Paleozoico Tardío para el Esquisto Taxco, basándose en que éste presenta menor metamorfismo que las rocas de los complejos de Oaxaca de edad Precámbrica y de Xolapa, de posible edad Paleozoica Inferior, por lo que la supone como la parte alta de estos complejos y da una edad del Triásico Tardío para la Roca Verde Taxco Viejo, por relaciones estratigráficas y por comparación con las Rocas Verdes de Zacatecas, estudiadas por Burchardt y Scalia (1906-1930), donde encontraron fauna marina fechada como de edad Triásico Tardío.

De Cserna, por estudios radiométricos de Pb-alfa, reporta una edad Precámbrica Tardía para el Esquistos Taxco. Esta determinación ha sido discutida porque: 1) no explica el por qué estas rocas no presentan el mismo metamorfismo que los complejos de Oaxaca, Xolapa y Acatlán del Precámbrico Tardío y Paleozoico Inferior, respectivamente (Ortega, 1975-1978, De Cserna 1974, y Mariano Elías Herrera, 1981). 2) Campa et al. (1979), de un estudio petrográfico de una muestra utilizada por De Cserna para su estudio, encontró que se trata de un metasedimento, lo que indica que los zircones analizados por el estudio radiométrico no son autógenos, sino de procedencia detrítica alóctona, por lo que la edad propuesta no corresponde a la roca que los contiene (Campa et al., 1974)

Posteriormente, el mismo De Cserna (1978), cartografió la Secuencia Metamórfica de la Región comprendida entre Iquala- Cd. Altamirano, Gro, y Tejupilco- Temascaltepec, Méx., asignando una edad de Paleozoico Temprano para el Esquistos Taxco y de Triásico Tardío para la Roca Verde Taxco Viejo.

Campa et al. (1979), propone una edad para esta secuencia de Jurásico Tardío - Cretácico Temprano, en base a las amonitas del Titeniano y del Albiano encontradas en ésta. Sin embargo, no descarta la posibilidad de que alcance hasta el Triásico Tardío, ya que la secuencia se correlaciona con las Rocas Verdes del arroyo de la Pimienta al Norte de la Ciudad de Zacatecas (McGehee, 1975), que contiene *Balobia* sp. del Triásico (Burkhardt, 1930)

Ontiveros (1973) ya había considerado la imprecisión de la edad, tanto para el Esquistos Taxco como para la Roca Verde Taxco Viejo, por lo que asignó una edad precretácica a estas últimas, ya que encontró en el área de Taxco Viejo, que los sedimentos arcillo-calcáreos, supuestos por Fries (1960) y Pano, 1971 (en López Ramos 1979), de edad Jurásico Superior, corresponden al Cretácico Inferior; éstas subyacen en concordancia a la Formación Morelos del Cretácico Medio.

Pano, 1971 (op.cit.), denomina a la Roca Verde Taxco Viejo, con el nombre de Formación Ixtapan y les asigna una edad Cretácico Inferior, indicando que sobreyacen en discordancia a los Esquistos Taxco.

Un trabajo más reciente que pudiera tener relación con la secuencia metamórfica del Norte de Guerrero y partes adyacentes, es el de Múgica (1980), quien realizó un estudio por el método Potasio/argón, en rocas metamórficas de bajo grado localizadas al Suroeste del Estado de Michoacán, obteniendo edades isotópicas que varían del Jurásico Temprano a Cretácico Tardío.

Las edades de K-Ar reportadas por Múgica, representan las edades del último calentamiento que sufrieron las mismas, sin embargo, al no contarse con un plano geológico de detalle de las áreas muestreadas, y al observarse la inhomogeneidad de las fechas por él reportadas para el mismo paquete, no solo no

son conluyentes, sino que probablemente representen diferentes edades de calentamiento debidas a diferentes historias de sepultamiento por largos periodos y subsecuentes levantamientos.

TECTONICA

En forma general, en la región se observan estructuras que muestran que ésta ha estado sometida a diferentes deformaciones, por lo menos presentan tres periodos de deformación, dos que corresponden a la presencia de de dos superficies S_1 y S_2 , siendo S_1 la foliación mineralógica más importante y S_2 los pliegues de S_1 y orientaciones paralelas a los planos axiales de éstos y el último, que da como resultado el afallamiento y fracturamiento de las rocas existentes. Estas deformaciones que deben su origen a la acción de esfuerzos compresionales que actuaron de W a E y en sentido contrario, y a esfuerzos tensionales posteriores, quedan lugar al afallamiento posterior al plegamiento.

Dentro de la región se tienen estructuras que muestran estilos de deformación diversos, contrastantes de una zona de Plataforma a otra de Arco Volcánico Insular, al cual corresponde la secuencia vulcano-sedimentaria y en ella la foliación afecta a todas las rocas y sus rasgos originales, pero no llega a borrarlos, ya que el metamorfismo es esencialmente dinámico de bajo grado. Aún así, se han producido minerales nuevos, como clorita y sericita, estos rasgos contrastan con las rocas cenozoicas.

Campa et al. (1979), menciona las siguientes fases de deformación:

1. Los afloramientos de la secuencia vulcano-sedimentaria metamorfizada, muestran pliegues replegados en dos generaciones

y un relativo aumento del metamorfismo en algunas zonas que bien pueden representar una primera fase que solo afecta los depósitos vulcano-sedimentarios jurásicos y desarrollada a fines del Jurásico.

2. Otra fase es probablemente la Cenomaniana; su manifestación más clara es el metamorfismo que plegó y folió las unidades correspondientes a los afloramientos de la región de Telloapan- Arcelia, que se habían depositado hasta el Albiano.

3. Una tercera fase es la que da como resultado la formación de pliegues anticlinales y sinclinales de la zona externa y pliegues simétricos superpuestos a los pliegues formados durante la segunda fase; esta deformación se desarrollaría durante el Paleoceno.

4. En la cuarta fase de deformación, se desarrollaría un periodo de vulcanismo durante el Mioceno-Plioceno.

5. Y por último, se tiene una fase de liberación de esfuerzos, que da origen al afallamiento y a un sistema de roturas o diaclasas, que se expresa en una serie de esfuerzos siguiendo las direcciones NNW- SSE, NE-SW, N-S y E-W, conservándose también terrazas superficiales de erosión que descubren la historia post-Miocénica hasta nuestros días.

CAPITULO III

G E O L O G I A L O C A L

ESTRATIGRAFIA Y LITOLOGIA

La litología del área en estudio, consiste en una secuencia intercalada de rocas vulcanoclásticas, lavas y rocas sedimentarias, las cuales han sufrido un metamorfismo de bajo grado, de las facies esquistos verdes y subfacie de clorita. Las primeras corresponden a metandesitas, metadacitas y metatobas dacítico -riolíticas y andesíticas; las sedimentarias son mármoles y pizarras calcáreo arcillosas y carbonosas.

Como se mencionó, las rocas originales estuvieron sujetas a un metamorfismo dinámico regional y presentan foliación mineralógica en menor o mayor grado. Algunas de ellas presentan crenulación.

Las características, tanto megascópicas como microscópicas de estas rocas, concuerdan con las que Campa et.al.(1974), nombró como la secuencia Vulcano-sedimentaria metamorfizada y Fries (1966) y DeCsená (1978) como la Roca Verde Taxco Viejo.

La localización que tienen estas rocas, con respecto a la litología regional, estaría dentro de las rocas que Campa (1979), en su plano geológico del Noroccidente de Guerrero, coloca como la Roca Verde Taxco Viejo, secuencia vulcano-sedimentaria, (Fig. 3). Por otra parte, en su plano tectónico de la zona men-

cionada, estaría localizada dentro de los depósitos de Arco Insular, como se ve en la Fig. 4.

Debido a la foliación que presentan las rocas, fue imposible definir su posición estratigráfica, sin embargo, se mencionará su posición relativa en el área, basándonos en los datos de foliación.

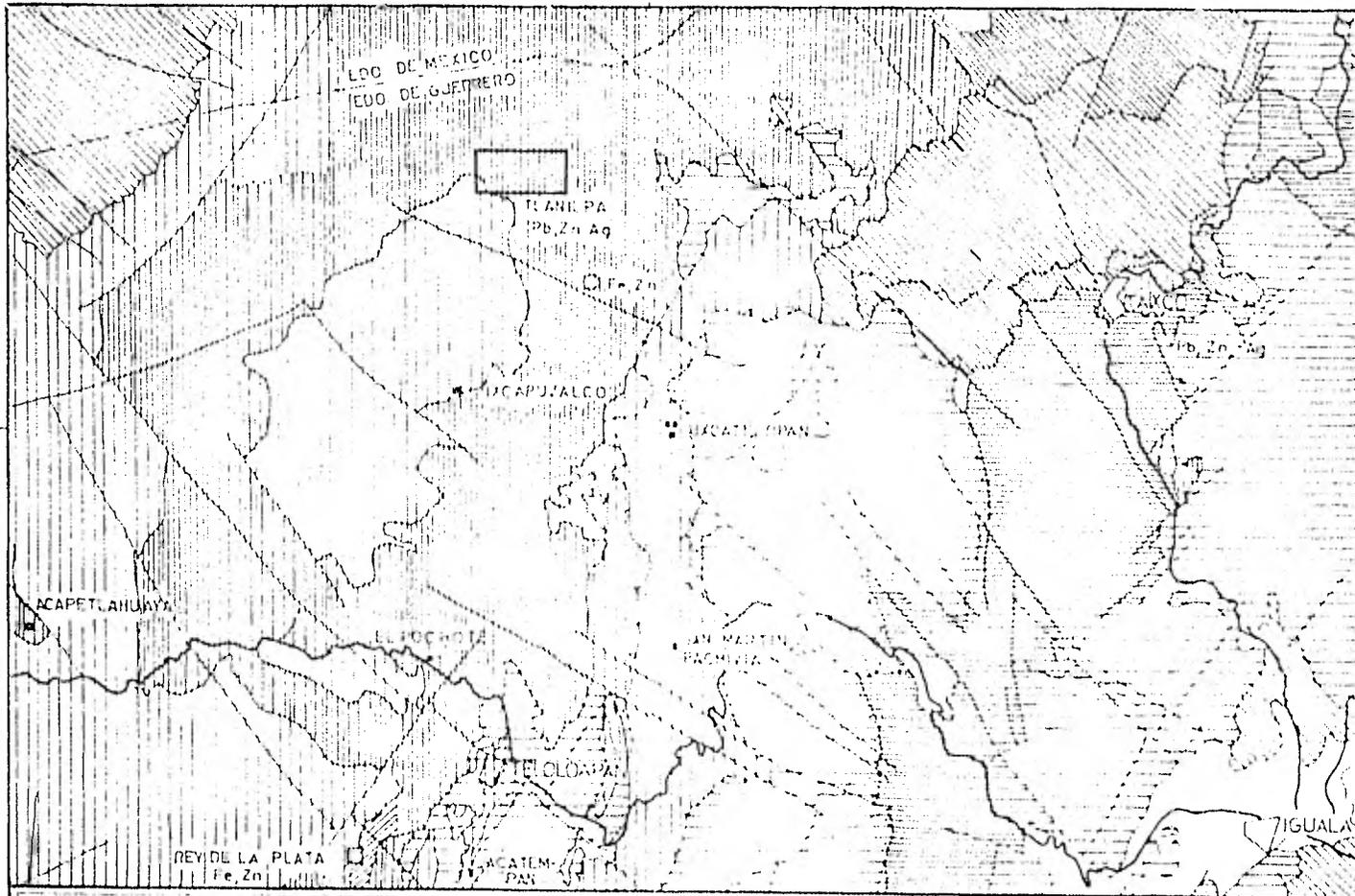
Se observó también una roca de tipo hipabasal, correspondiente a una Diorita que no presenta foliación y se encuentra en forma de dique dentro de las metandesitas y otra que corresponde a un metaconglomerado, con afloramiento muy restringido, observándose solo en el Arroyo del Manto.

Rocas Igneas Volcánicas (Metavolcánicas)

Rocas Andesíticas

Dentro de este tipo de rocas consideraremos a la metandesita y a la metatoba andesítica, las cuales están íntimamente relacionadas y son el tipo de roca que predomina en la zona de estudio. Afloran (ver plano geológico), tanto en la base como en la cima de la secuencia de rocas y en la parte occidental se encuentran sobreyaciendo a una metatoba dacítico-riolítica y cubierta por metatobas riolíticas.

- La Metandesita: Tiene un color verde crema al intemperismo y su color es verde claro a oscuro a la fractura; presenta bastante



CENOZOICO		MESOZOICO	0 50 Km	<p>Fig. 4 Localización del área de Tlanepapa en el MAPA TECTÓNICO DEL ESTADO DE GUERRERO (Campa, 1978)</p> <p>Victor Javier Esposo Perea Tesis Profesional 1982 FAC. DE ING. UNAM.</p>
<p> PLIOCENO - CUATERNARIO ALUVION Y VOLCANISMO CONTINENTAL BASICO INTERMEDIO</p> <p> OLILOCENO - MIOCENO VOLCANISMO CONTINENTAL ACIDO INTERMEDIO CON DEPOSITOS DE IGIMBRITA</p> <p> EOCENO OLILOCENO CAPAS ROJAS CONTINENTALES DE CGL. CALIZO Y VOLCANICO Y ARENOSAS Y LIMONITAS</p>	<p> ARCO ANDINO JURASICO SUR - CRETACICO INFERIOR - CRETACICO SUPERIOR - CRETACICO TERTIARIO Y CUATERNARIO INTERMEDIO Y CUATERNARIO SUPERIOR</p> <p> PLATAFORMA KIMBERLIANOMANANTLAN (CRETACICO TERTIARIO)</p> <p> PLATAFORMA KIMBERLIANOMANANTLAN (EPOCOCENO - CUATERNARIO)</p> <p> TORRENTES DE BASALTO Y CAPAS DE CGL. CON MINERALES</p>			

silicificación y cloritización; contiene abundantes vetillas de cuarzo en su parte superior. Al microscopio se observan fenocristales de plagioclasa sódica, que varía de Andesina a Oligoclasa y de piroxenos en menor cantidad, augita principalmente. Los fenocristales están fuertemente alterados a clorita, por lo que en ocasiones presenta un color azul anómalo (Penninita).

- La Metatoba Andesítica.- presenta una textura porfídica, tiene un color verde crema al intemperismo, debido a la intensa cloritización que tiene. Contiene fragmentos de roca andesítica, de plagioclasa y de cuarzo, en una matriz vítrea cloritizada.

Este tipo de rocas presentan cristales y fragmentos de roca respectivamente, de forma ojival, característica de un dinamometamorfismo regional y presentan foliación incipiente. La metandesita llega a variar a una metadacita.

- Metatoba Dacítica. - se le observa en el lado oriente de la zona y es de un color crema amarillento al intemperismo y de color crema en superficie fresca, tiene una textura bandeada con ojos de cuarzo y fragmentos de una roca de matriz tobácea, dentro de una matriz de clorita muscovita (sericita), con algunos relictos de feldespato.

Presenta foliación y abundante oxidación dada en forma de vetillas de óxidos de hierro (goetita y hematita) y en ocasiones manchando la roca, dándole un color rojizo crema.

Está sobreyaciendo a la pizarra calcáreo-carbonosa y debajo de la metandesita en la parte occidental y en el extremo -- oriental se tiene en contacto con el mármol en su parte baja y la filita en su parte alta.

- Metatoba riolítica.- este tipo de roca aflora en lo alto del Cerro de la Campana y sobreyace a las rocas metandesíticas. Está restringida su presencia solo a esta parte de la zona. Tiene un color rojizo crema a amarillento y crema en superficie fresca, contiene ojos de cuarzo y de caolín, con una textura foliada dada por bandas de clorita y de cuarzo-feldespatos microcristalinos.

Presenta abundantes vetillas de sílice, lo que da como resultado que este tipo de roca sea más resistente a la erosión y forme cantiles que sobresalen de la topografía general, como una franja con paredes verticales.

Rocas Igneas Intrusivas

Como rocas ígneas intrusivas se encuentra una roca hipabisal de composición diorítica con óxidos de hierro negro; restringida en su afloramiento y en forma de dique, aflora en la parte sur occidental del área. Al intemperismo es de un color verdoso, encontrándose dentro de la metandesita. Al microscopio se observa un intercrecimiento de cuarzo-feldespatos sílico (andesina), en forma de fenocristales con maclas polisintéticas y algunos alterados a clorita desde el centro a los bordes,

dentro de una matriz microcristalina de cuarzo-feldespató clorita.

Rocas Sedimentarias

- Pizarra .- son rocas de color gris oscuro a negro al intemperismo y de color oscuro a negro a la fractura; presentan una fuerte foliación y en ocasiones muy deslesnables, están cruzadas por gran cantidad de vetillas de calcita. El color negro que presentan es debido a un alto contenido de materia carbonosa y éstas contienen pirita diseminada hasta en un 10%.

Se observan pequeños pliegues "Kink" (de rodilla) y en este tipo de rocas se observa también la intensa deformación a que estuvieron expuestas, dando como resultado la fuerte foliación que presenta. Presentan tanto al microscopio como megascópicamente, un boudinage de las vetillas de calcita, en ocasiones incipiente.

Se encuentran intercaladas con las metatobas de composición ácida (dacítico-riolíticas). En la parte oriental se observa un cambio transicional entre este tipo de rocas y la metandesita que las infrayace. En esta misma área se encuentran cubiertas por calizas marmorizadas.

- Mármol .- Corresponden estas rocas a calizas recrystalizadas que muestran también una fuerte foliación dado por fenocristales de calcita bastante deformados (curvados) y en una matriz de

calcita microcristalina. Al intemperismo muestra un color gris a gris oscuro y a la fractura un color gris claro. Se encuentra en estratos laminares (Foto 4), a gruesos y en ocasiones forman pequeños cantiles. Presentan una intercalación con material arcilloso lutítico, que también presenta foliación (foto No. 3) y también en raras ocasiones con delgados horizontes de material volcánico. Contiene gran cantidad de vetillas de calcita paralelas y perpendiculares a la foliación, hasta de más de 2 cm. de ancho. (Foto 5).

Se tienen los mayores afloramientos de esta roca al oriente de la zona en donde se encuentra sobreyaciendo a las rocas metadesíticas.

Se encontraron escasos fósiles dentro de estas metacalizas, de los cuales se intentó determinar sus características, así como su posible edad, por estudios paleontológicos, tanto macroscópicos como microscópicos, realizados en el Instituto de Geología de la U.N.A.M., pero debido a la fuerte deformación y recristalización a que estuvieron expuestos, se encuentran bastante alterados y deformados, por lo que fue imposible determinar sus características.

Sin embargo, se cree que se trate de invertebrados, gasterópodos y posiblemente sean turritelas de posible edad Cretácico Inferior. Es necesario hacer énfasis en que las afirmaciones anteriores solo son hipotéticas y de ninguna manera formales, dada

la mala calidad de los fósiles encontrados. (Comunicación personal de la Profa. Blanca E. Buitrón).

- Filita. - Es una roca de color verde claro a crema-café, con crenulación (Foto 6). Presenta una fuerte cloritización y en menor grado, sericitización; contiene vetillas de óxido paralelas a los planos de foliación. Al microscopio se observa un bandeamiento que da la foliación, formado por bandas de sericita intercrecida con clorita y bandas de cuarzo-feldespató sódico de grano fino y óxidos de hierro.

Se encuentra en contacto con la metatoba dacítico-riolítica, en su parte baja y con la metandesita en su parte alta.

- Metaconglomerado (Lahar) - Su afloramiento está restringido y solo se le encuentra en el Arroyo del Manto, en contacto con las pizarras y con la metandesita. Está formado por fragmentos de una roca volcánica de composición andesítica, cementados por calcita, los cuales son redondeados a sub-redondeados y contienen pirita diseminada en tamaños que van desde unos milímetros hasta 5 cm. de diámetro.

Al microscopio se observan fragmentos de roca andesítico-basáltica, con una textura basáltica, con relictos de plagioclasa sódica, siendo ésta última andesina y cuarzo en menor cantidad menos de 5%; las plagioclasas se encuentran alteradas a clorita, dentro de una matriz criptocristalina de cuarzo-feldespató,



Fotografía 3. Intercalación de la metacaliza (mármol) con horizontes de material lutítico y volcánico.



Figure 1. A large, light-colored, textured mound or structure in the foreground, possibly a rock formation or a large pile of material. The background shows a dark, wooded area with trees and a bright sky.

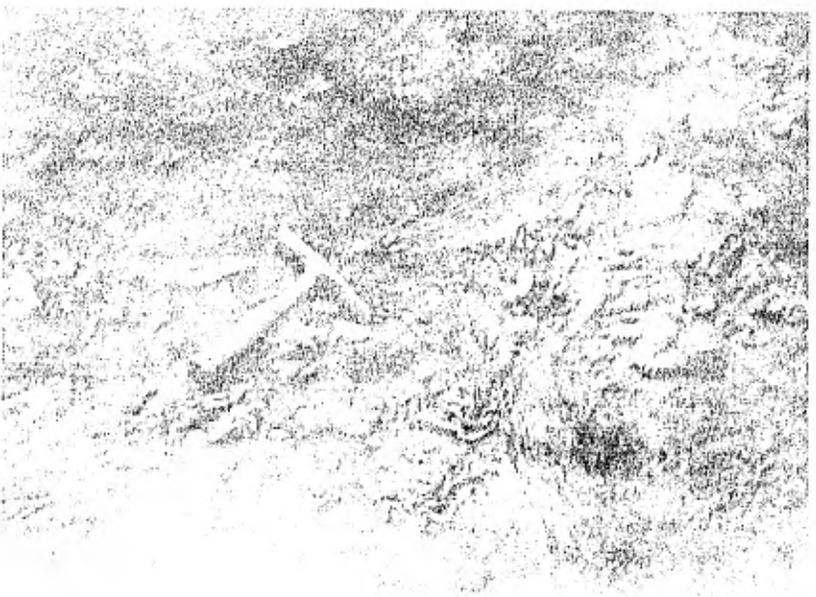
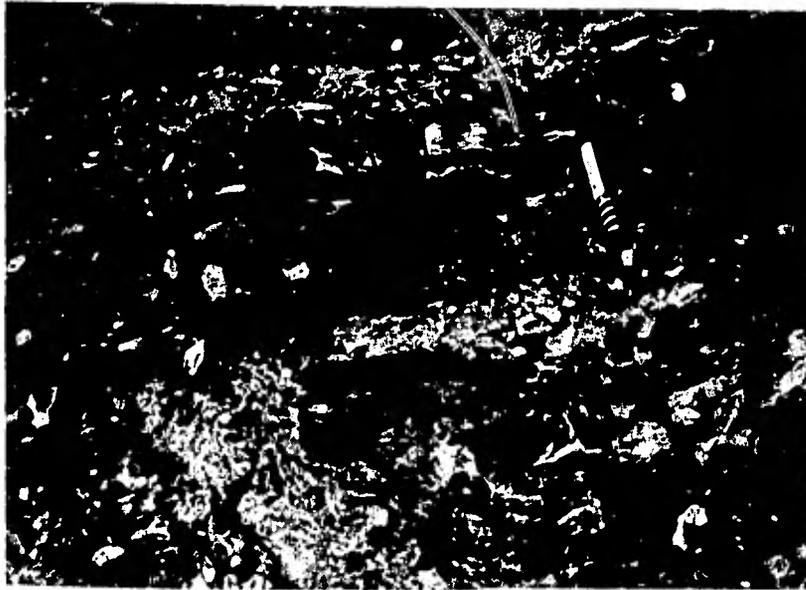


Figure 2. A close-up view of a textured surface, possibly a rock face or a large pile of material. The surface is highly irregular and shows signs of weathering or erosion.



Fotografía 6. Crenulación de la filita
mostrando las deformaciones S_1 y S_2 .

cementados por calcita, la cual presenta una fuerte deformación estando sus cristales curvados, lo que nos indica que ha sufrido una deformación posterior que deforma a los cristales de calcita. Como contiene únicamente fragmentos de un tipo de roca, puede decirse que se trata de un metaconglomerado oligomítico.

T E C T O N I C A

La zona ha estado sometida a diferentes estados de deformación y por lo menos se presentan tres periodos de deformación: uno que corresponde a la foliación mineralógica S_1 de tipo plano axial, otro que da lugar a una S_2 , que deforma la foliación (crenulación en la filita), y la última, que da como resultado la formación de fallas.

El rasgo distintivo de las rocas es la foliación y los pliegues de estilos diversos. La foliación afecta a los rasgos de las estructuras originales, aunque no logra borrarlos, debido a que el metamorfismo es débil; sin embargo, sí se produjeron nuevos minerales propiamente metamórficos, como son la clorita y sericita.

La crenulación presente en la filita, es otra evidencia de dos deformaciones en estas rocas (Foto. 6)

La foliación mineralógica que afecta a casi todas las rocas del área en menor o mayor grado, presenta una orientación general de NE-SW, buzando hacia el NW.

La deformación que presentan algunos cristales y fragmentos de roca de una forma ojival y las foliaciones descritas, indica que el proceso de deformación de las rocas es del tipo de dinamometamorfismo regional.

Se tienen también pliegues mayores con orientación de NE-SW, correspondiendo a pliegues recostados.

Como una última deformación en el área, se tienen fallas normales que ponen en contacto a diferentes tipos de roca.

Se tiene una falla normal del lado oriental, que pone en contacto a la metandesita con la caliza y la pizarra con una orientación de NE-SW y con un echado hacia el NW.

Durante el Jurásico Tardío (o antes) - Cretácico Temprano, prevalecía un ambiente de eugeosinclinal con desarrollo de un arco de islas, que da lugar a un vulcanismo calcoalcalino (andesita-dacita-riolita) con sedimentos (calizas y pizarras) intercalados, posiblemente depositados en un mar marginal.

El evento se inicia a partir de emanaciones volcánicas de lavas y piroclásticos de carácter intermedio (andesítico), representada por la andesita al bajo de la secuencia litológica del área.

Después de una relativa calma, representada por el depósito de las rocas sedimentarias, pizarras calcáreo carbonosas y calizas, se tiene una nueva actividad volcánica de la cual resultan los depósitos de rocas félsicas, en la cual se tienen piroclásticos de composición dacítico-riolítica.

Casi al mismo tiempo del punto anterior, se tiene una actividad de mineralización, a partir de una fuente de alimentación, por donde empiezan a emanar soluciones complejas en forma de salmueras, las cuales tuvieron un transporte para depositarse después en pequeñas cuencas en donde se tiene la acumulación de los sulfuros masivos. El transporte de las salmueras a una distancia de su centro axhalativo de origen, queda representado por la forma en que se presentan los sulfuros masivos.

Más tarde se tiene un nuevo evento volcánico, nuevamente de tipo intermedio (andesítico-dacítico), que cubre a las rocas dacítico-riolíticas y a las calizas y sobre éstas nuevas rocas, se depositan posteriormente tobas riolíticas.

Después de estas últimas fases de vulcanismo, se tiene un metamorfismo, esencialmente dinámico que provoca plegamientos y la foliación de las rocas existentes, aunque no logra cambiar totalmente las estructuras originales, ya que es un metamorfismo regional de bajo grado de la facies esquistos verdes, subfacies de clorita, aunque no llega a producir esquistos propiamente dichos. este evento posiblemente sucedió durante el Cenomaniano.

Posteriormente se tiene una liberación de esfuerzos que provoca el afallamiento de las rocas, que ponen en contacto discordante a diferentes tipos de roca, durante el Terciario.

CAPITULO IV

YACIMIENTOS MINERALES

GENERALIDADES

Los depósitos de Tlanilpa fueron descubiertos en los años cuarentas y fueron trabajados en 1947, 1950 y 1953, habiéndose - realizado trabajos menores en años posteriores. En cada uno de estos años, pequeños y discontinuos lentes de sulfuros masivos de la zona fueron minados y son los que ahora se encuentran al descubierto. No se han realizado trabajos subterráneos más que aquellos que ya existían en los años anteriores, estando a la fecha inactivos los trabajos.

El yacimiento en estudio se encuentra en la parte baja del Cerro de la Campana y consiste en una serie de cuerpos de sulfuros masivos y deseminados en el área.

Se tienen 5 cuerpos, de éstos, cuatro localizados en la parte occidental, siendo éstos los más importantes y donde se tienen los mayores trabajos y uno del lado oriental que consiste sólo de un pequeño tajo de 1.5 x 1.5 m. donde se observan escasos sulfuros.

Forma del yacimiento y roca encajonante.

Los cuerpos de sulfuros masivos tienen una forma lenticular y son concordantes a la foliación de las rocas que los encajonan y se encuentran distantes unos de otros, de 150 a 200 m.

En los socavones y pequeños tiros que descubren estos cuerpos se puede observar a los cuerpos de sulfuros masivos como bandas de 0.30 m. hasta de 1.50 m. de espesor.

En el Arroyo del Ayuno (nombre informal), se puede ver una secuencia que consiste de la base a la cima, de una pizarra calcárea carbonosa, metatobas dacítico-riolíticas y la metandesita en la parte superior. Los cuerpos de sulfuros que se observan sobre el mismo arroyo, se encuentran en la parte baja de las tobas dacítico-riolíticas, siendo éstas el bajo de las mismas y casi en contacto con las pizarras calcáreo carbonosas, y en la parte alta de los cuerpos de sulfuros se tiene un delgado horizonte de pizarra con textura argilácea.

La presencia de la pizarra con textura argilácea podría estar indicándonos una interdigitación de las pizarras carbonosas con las rocas ácidas.

Las pizarras calcáreo carbonosas contienen pirita diseminada en escasa cantidad.

La relación que existe entre los cuerpos mineralizados con las rocas ácidas y las pizarras calcáreo carbonosas, podría ser utilizada como guía para una mayor exploración de cuerpos de sulfuros masivos dentro del área.

Cabe mencionar que los depósitos de sulfuros masivos adyacentes a los de Tlanilpa, presentan las mismas relaciones estratigráficas, lo que nos indica que tal vez puedan pertenecer a un mismo horizonte estratigráfico; sin embargo, por la intensa foliación que presentan las rocas, es difícil hacer una correlación estructural o estratigráfica.

Por las características de las rocas, se puede decir que fueron depositadas en ambiente de eugeosinclinal con ambientes locales reductores. El ambiente marino queda demostrado por la naturaleza de las rocas que constituyen el horizonte de la mena, por la presencia de algunas exhalitas, como lo es la barita, así como la presencia misma de las bizarras calcáreas carbonosas.

Las bandas de los cuerpos de sulfuros masivos, también presentan una forma de salchicha lo que hace que los espesores varíen en las dimensiones antes mencionadas, lo cual indica una deformación posterior a la mineralización. La deformación de la mena es evidenciada por la foliación de los minerales como se observa al microscopio. La deformación macroscópica la podemos observar en los trabajos que describen a los cuerpos mineralizados, donde se tienen espesores menores y mayores en unos y otros. En el Socavón del Ayuno se observa muy bien esta forma de salchicha y una intensa deformación producida por abundante plegamiento. En algunos otros socavones también se observa este plegamiento, como se ve en la fotografía No. 7.



Fotografía 7. Muestra el intenso plegamiento de las rocas encajonantes de los sulfuros masivos.

OBRAS MINERAS

Ya se ha mencionado anteriormente de manera general, que los trabajos existentes en el área consisten en socavones y tiros de poca profundidad,; las profundidades no van más allá de los 5 m., estando los sulfuros casi en la superficie; sin embargo, no hay trabajos que continúen en la dirección de la foliación y siguiendo los cuerpos, por lo que no se observa la extensión que puedan tener a profundidad..

Se tienen obras mineras en cada uno de los cuerpos conocidos, los socavones tienen longitudes de 10 a 15 m. y los tiros de hasta 4 ó 5 m., éstos últimos inclinados.

Lo anterior deja en claro que la exploración subterránea es casi nula, por lo que es necesario entonces, para definir mejor la forma y dimensiones de los cuerpos, una exploración mayor del subsuelo en la zona de los sulfuros y áreas adyacentes.

MINERALOGIA

Minerales de Mena

Los cuerpos mineralizados consisten principalmente en esfalerita, tetraedrita (freibergita)-tenantita y galena, con menores cantidades de pirita, calcopirita, covelita, bornita, malaquita y marcasita.

La pirita es escasa (0-10%) a diferencia de aquellos yacimientos de tipo estratiforme del Japón y Canadá, en los cuales se tiene un alto contenido de ésta. La esfalerita, tetraedrita (freibergita) y galena, son los minerales más abundantes y se encuentran casi en las mismas proporciones, sumando un contenido total de los sulfuros de un 50 a 60%, la calcopirita es aún más escasa que la pirita, teniéndose en un 5%. La covelita, bornita, malaquita y marcasita, son minerales que se encuentran en pocas ocasiones y se consideran minerales accidentales.

Los sulfuros anteriores se encuentran depositados en finas bandas que muestran una clara alternancia con minerales no metálicos, (calcita, cuarzo y barita). El ancho de las bandas está entre 2 y 3 mm. o menores, pero también llegan a tener hasta 15 cm. y se encuentran también en forma diseminada dentro de la barita masiva.

Pirita: se encuentra en agregados cristalinos con forma anhedral a subedral, siendo en el primer caso redondeada a subre-

dondeada y en el segundo anedral. Se le ve también en forma diseminada en cristales libres dentro de la ganga o reemplazada por la galena, tetraedrita, esfalerita y calcopirita, su tamaño varía de 22 hasta 770 micras.

Calcopirita: Es el sulfuro menos abundante y se presenta de forma anedral o como agregados cristalinos, reemplazada por galena, tetraedrita y esfalerita y reemplaza a su vez a la pirita, se le encuentra también rellenando fracturas en la ganga, varía de 22 hasta 550 micras, en el último caso rellenando espacios vacíos en la ganga.

Esfalerita: Es el mineral más abundante junto con la tetraedrita (freibergita), se presenta de forma anedral a subedral o rellenando espacios vacíos, reemplaza a la pirita y a la ganga, es reemplazada por la galena y tetraedrita (freibergita)-tenantita y está asociada a estas dos, en tamaños de 70 a 1100 micras. Los tamaños mayores se presentan cuando está rellenando espacios vacíos; algunas ocasiones es reemplazada por la calcopirita. Presenta un color muy claro y reflexiones internas amarillas, lo que indica bajo contenido de hierro y temperaturas bajas de formación.

Tetraedrita (freibergita)-Tenantita: la tetraedrita posiblemente freibergita, que es una variedad de la tetraedrita con alto contenido de plata, es el mineral que da al yacimiento una ley alta de plata; está asociada a la esfalerita y a la galena, se

presenta de forma anedral e intercrecida con la galena, al parecer cristalizaron al mismo tiempo; reemplaza a la pirita, esfalerita y calcopirita y varía de 60 micras hasta rellenar espacios vacíos, tomando la forma de éstos. El alto contenido de este mineral, desvía al yacimiento de los depósitos conocidos en el mundo de este tipo, ya que no se conoce hasta ahora alguno que contenga a este mineral en tan alta cantidad y menos como mineral esencial como lo es en nuestro caso.

Galena: Aparentemente, fue el último mineral en cristalizar y se encuentra en forma anedral, conformándose a los espacios vacíos que rellena; reemplaza a la pirita, calcopirita, esfalerita, tetraedrita y a la ganga, raras veces es reemplazada por la tetraedrita.

Covelita: Se encuentra raras veces y como mineral supergénico en los bordes de la tetraedrita-tenantita y la esfalerita y reemplazando a la tetraedrita, calcopirita y bornita en halos concéntricos o hilillos irregulares.

Bornita: Es también escasa y se presenta asociada a calcopirita, con exoluciones de ésta última y también asociada a tetraedrita.

Marcasita: Es el mineral más escaso de todos los accidentales y se encuentra reemplazada por la calcopirita e incluida en ésta.

Minerales de Ganga.

Los minerales de ganga son cuarzo, calcita y barita. El cuarzo es el más abundante, le sigue la calcita y la barita, los dos primeros son los principales formadores de las finas bandas que se intercalan con las bandas de los sulfuros, y son amorfos pero se llegan a observar algunos cristales bien formados de cuarzo. La barita raramente forma finas bandas y se le encuentra más bien en forma masiva sin arreglo preferente con los sulfuros en su mayoría y contiene algunos granos de sulfuros diseminados y cristales de cuarzo.

El carbonato (calcita), se encuentra muy deformado, con sus marcas curvadas, lo que nos indica una deformación posterior a su formación y por lo tanto de los sulfuros también.

MINERAL	ASCENDENTES		DESCENDENTES
	Tempranos	Tardíos	Supergénicos
Marcasita	—		
Pirita	—		
Calcopirita	—		
Bernita	—		
Esfalerita		—	
Tetraédrita- tenantita		—	
Galena		—	
Covelita			—

Fig. 5. Paragénesis de la mena de sulfuros
masivos de la mina de Manto Rico,
Tlanilba, Gro.

ALTERACIONES

A pesar de haber sufrido un metamorfismo regional y una intensa deformación, no se observan cambios mineralógicos en la mena de sulfuros masivos, esto es debido a la gran estabilidad que éstos presentan; no obstante la deformación, ha provocado pequeños pliegues con unos milímetros de amplitud, simétricos y asimétricos, aunque no llegan a deformar en mayor grado a los sulfuros, sin embargo, las bandas de la ganga sí son deformadas.

Las rocas que la encajonan y en general las rocas de la zona, han sufrido algunas alteraciones provocadas por hidrotermalismo y cambios mineralógicos por el metamorfismo y otros procesos como el intemperismo. Las rocas ácidas que contienen a los sulfuros presentan una intensa silicificación al bajo de los cuerpos mineralizados. La silicificación provocada por soluciones hidrotermales también afecta a las rocas de la región, teniéndose en las rocas gran cantidad de vetillas de sílice, principalmente en las rocas de composición andesítica y las metatobas riolíticas.

Otra alteración metamórfica es la intensa cloritización que afecta, principalmente a las rocas intermedias, que se encuentra tanto en la matriz de éstas, como alterando a minerales como son la plagioclasa y los ferromagnesianos.

La alteración clorítica también puede ser causada por las soluciones hidrotermales a su paso por horizontes porosos y permeables.

La carbonatación es una alteración menor del metamorfismo, te- niéndose calcita en algunas de las rocas intermedias (metato- bas andesíticas) en forma de hilillos o dentro de la matriz.

La piritización es una alteración del hidrotermalismo que afec- ta tanto a las rocas de composición intermedia, como a las pi- zarras calcáreo-carbonosas, encontrándose en forma diseminada.

Como alteraciones no relacionadas con los procesos de la mine- ralización, se tiene una caolinización que afecta principalmen- te a las metatobas dacítico-riolíticas, alterando a los feldes- patos sódicos y se presenta en menor grado.

La oxidación, junto con la cloritización, silicificación y en menor grado, sericitización, (ésta última afecta principal- mente a la filita de clorita), son las alteraciones más abun- dantes.

La oxidación afecta básicamente a todas las rocas, encontrándose como vetillas muy finas hasta de algunos centímetros de ancho, en forma de limonita principalmente y escasa hematita. En el al- to de los cuerpos se encuentra como resultado de la oxidación de la piritita, es muy fuerte y da a las rocas un color rojizo- amarillento.

**SIMILITUDES DE LOS DEPOSITOS DE TLANILPA CON DEPOSITOS
ADYACENTES.**

Cercanos a los depósitos de Tlanilpa, en la región se tienen otros que presentan características similares a los anteriores, como son:

- La Aurora.- Se encuentra localizada a 7 Km. al SW de los de Tlanilpa

Los tipos de roca principales observados en las obras mineras, en donde se pueden ver los sulfuros masivos, consisten de Metatobas dacítico-riolíticas, metandesitas y pizarras carbonosas. No se conocen los espesores de estas rocas debido a que se encuentran cubiertas por suelos y rocas metandesíticas.

Los sulfuros también se observan dentro de las metatobas dacítico-riolíticas y las pizarras carbonosas, las cuales están fuertemente foliadas.

Se puede ver una alternancia de cuerpos de sulfuros en bandas intercaladas con bandas de minerales de ganga, calcita, cuarzo y barita.

La alteración al bajo de los cuerpos, consiste en una intensa silicificación, tanto en vetillas como reemplazando a las rocas.

La mineralización consiste en galena, esfalerita y en menor can-

tividad calcopirita, pirita y barita, observables a simple vista. La pirita también es escasa, de 0-10%. Las bandas tienen desde unos milímetros hasta 15 cm. o más de ancho. Los sulfuros ocurren también en forma diseminada dentro de barita masiva y su total es de 50-75%. Los cuerpos muestran una inclinación de 35 a 45 hacia el NW.

- Salitre grande. Este se encuentra localizado a 6.5 Km. al SE-E de Tlanilpa.

Las principales rocas son metatobas ácidas y en menor cantidad, pizarras carbonosas. Debido a la pobre exposición de estas rocas, no se conoce su espesor.

La mineralización observable a simple vista consiste en esfalerita, galena y en menor cantidad, pirita y calcopirita. Ocurren también en bandas alternadas con bandas de minerales de ganga, calcita, cuarzo y barita, o diseminados dentro de la barita. El contenido de pirita es de 0-10%, siendo los principales sulfuros galena y esfalerita.

Las anteriores similitudes que presentan estos depósitos con los de Tlanilpa, se enlistan a continuación:

10. Roca encajonante: los minerales están contenidos en rocas ácidas vulcanoclásticas, afectadas por metamorfismo de bajo grado.

- 2o. Mineralogía: Los sulfuros son principalmente esfalerita, galena y en escasas cantidades, pirita y calcopirita, que son observables a simple vista.
- 3o. Forma de la mineralización: Todos se encuentran en forma de lentes bandeados concordantes a la foliación de las rocas que los encajonan y están formados por finas bandas de minerales metálicos, intercaladas con minerales no metálicos (calcita, cuarzo y barita.)
- 4o. Alteración: La única alteración en las rocas encajonantes es silicificación, sobre todo en el bajo de los cuerpos.

Estas son las principales características similares que presentan estos depósitos, por lo que podría inferirse que corresponden a un mismo horizonte estratigráfico, pero debido a la deformación existente, es difícil establecer una relación estructural entre ellos.

Estas similitudes también son de gran interés, ya que posiblemente en la zona que abarca su distribución existan otros depósitos de sulfuros masivos asociados a este tipo de rocas que pudieran ahora estar cubiertos por las rocas metavolcánicas de composición andesítica.

La hipótesis que se plantea es que estos yacimientos están relacionados a un solo evento volcánico-sedimentario que dio origen a todos ellos.

L E Y E S

De algunas muestras tomadas de la mena del Manto Rico, se obtuvieron los siguientes resultados:

La ley promedio de plata es de 655.20 g/T, quizá relacionada con el alto contenido de tetraedrita (freibergita).

La ley promedio del plomo es de 4.76%, aunque se tienen muy altos valores como es el de 14.10%.

La ley promedio del zinc es de 7.55%, aunque también se tienen muy altos valores, como el de 22.6% y menores de la ley promedio.

El cobre tiene una ley promedio de 0.636%.

Estas leyes, aunque son de reconocimiento, indican que los cuerpos pueden ser de interés económico, por lo que una exploración más detallada y un muestreo sistemático permitirían una evaluación más precisa del yacimiento.

G E N E S I S

De acuerdo con las características descritas arriba y las descripciones de yacimientos espacialmente relacionados, se puede concluir que el yacimiento de sulfuros masivos de Tlanilpa, se formó por el depósito de sulfuros exhalativos en cuencas de poca profundidad, asociados genética y espacialmente a rocas volcánicas, volcanoclásticas y sedimentos intercalados, es decir, se formaron en un ambiente mixto volcánico-sedimentario.

Su asociación con metatobas dacítico-riolíticas nos indica que estuvieron relacionados a emanaciones volcánicas de composición ácida y al depósito de sedimentos carbonosos, que podrían indicarnos un ambiente de reducción.

Por lo tanto, y en base a sus características, se concluye que los sulfuros masivos estratiformes del área de Tlanilpa y adyacentes, tuvieron un origen exhalativo, en un ambiente mixto, volcánico-sedimentario, a los cuales L. R. Large (1977), Philip Anderson y John M. Guilbert (1979), Stanton (1960) han llamado "Distales".

En resumen, los depósitos de Tlanilpa son de tipo vulcano-génico-Distal.

L.R.Large (1977), considera a los depósitos distales como "lentes de sulfuros masivos bandeados y sedimentos metalíferos que

no están infrayacidos por una fuerte alteración clorítica y sericítica en las rocas del bajo de éstos, fueron probablemente depositados directamente sobre el fondo marino de cuencas restringidas a partir de salmueras ricas en metales y los cuales fueron movidos (transportados) a alguna distancia de sus centros fumarólicos. Estos comúnmente están bien bandeados, son ricos en plomo y zinc y ocurren dentro de un medio mixto volcánico sedimentario."

Algunas características propuestas por L.R. Large (op.cit.) y Philip Anderson y John M. Guilbert (op.cit.), para los depósitos de tipo distal, se comparan con los de Tlanilpa y aquellos de tipo proximal, en la Tabla No. 1.

De la Tabla No. 1, observamos que las características son similares a los depósitos de tipo Distal, por lo que se puede considerar a los de Tlanilpa como tales. Sin embargo, aún estos depósitos de tipo Distal, tienen un contenido considerable de pirita, como son aquellos del tipo Kuroko del Japón y otros y en cambio no tienen un alto contenido de tetradrita (freibergita), como es el caso de los de Tlanilpa, por lo que estos últimos no estarían dentro de un tipo específico de los del tipo Distal conocidos hasta ahora.

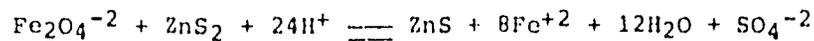
Sin embargo, el bajo contenido de pirita, puede ser debido a condiciones oxidantes en las cuales se pudo haber tenido la

TABLA No. 1. COMPARACION DE LOS DEPOSITOS DE TLAILPA CON RESPECTO A CARACTERISTICAS DE LOS DEPOSITOS PROXIMALES Y DISTALES

PROXIMALES	DISTALES	CARACTERISTICAS	DEPOSITOS DE TLAILPA Y ADYACENTES
Ricos en Cu, Zn, generalmente bajo contenido en Pb. Abundante Fe.	Ricos en Pb-Zn, escaso Cu. Abundante Fe.	Mineralización	Ricos en Pb, Zn, Ag. Escaso Cu., Fe.
Fuerte cloritización, sericitización al bajo de los cuerpos o hacia afuera de las paredes	Silicificación al bajo de los cuerpos	Alteraciones	Silicificación al bajo de los cuerpos
Forma de chimenea o de hongo, generalmente masivos y cortando al orificio central; bandeados solamente en el bajo.	Bien bandeados, estratiformes y de longitud y amplitud mayores que su espesor.	Forma	Bien bandeados, estratiformes y de espesor menor que su longitud y amplitud.
Buen zoneamiento de la relación de Zn/Cu, aumentando hacia arriba. Pb en alto.	Generalmente carecen de un zoneamiento mineralógico.	Zoneamiento	No presentan zoneamiento.
Generalmente cercanos a un centro volcánico o sobre éste.	Generalmente lejanos a un centro volcánico.	Centro volcánico	No se encuentra el centro volcánico cercano a éstos.
Py y Pirrotita como sulfuros dominantes, magnetita frecuentemente en el bajo.	Pirita como sulfuro dominante, pirrotita ausente y magnetita en el alto de los cuerpos.	Sulfuros de Fe.	Escasa cantidad de Pirita (0-10%) No es un sulfuro dominante.
Existe mineralización en stocworks por debajo de los sulfuros masivos.	No existe mineralización en stocworks debajo de los cuerpos mineralizados	Stocworks	No se observa mineralización en stocworks al bajo de los cuerpos mineralizados.
Rocas volcánicas masivas piroclásticas. Lavas. Bulbos de lava.	Tobas riolíticas clásticas de grano fino	Poca encajonante	Tobas clásticas de composición dacítico-riolíticas.

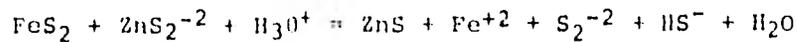
siguiente reacción:

1) Que el Fe haya sido precipitado simultáneamente con el Zn en forma de óxido, ésto basado en estudios realizados acerca de la forma del transporte de Pb, Zn y Fe y que muestran que el Fe viaja en forma de óxido y por el contrario, el Zn y el Pb viajan en forma de sulfuros (John Drew Ridge, 1980), donde se tendría la siguiente reacción:



En la cual el fierro que viene como óxido y se reduce quedando en solución, mientras que parte del azufre se oxida a sulfato y precipitará el ZnS (esfalerita), por lo que la pirita (FeS_2) no precipitará.

2) Pudo haberse depositado pirita, pero fue reemplazada por la esfalerita, en donde la reacción estará dada por la siguiente ecuación:



Aunque es difícil por ahora dar una explicación precisa acerca de la poca cantidad de pirita en el yacimiento, las causas arriba indicadas podrían ser válidas; de ellas, la segunda sería la más acertada, ya que es lo que se observa en las superficies pulidas estudiadas, donde la pirita se encuentra reemplazada no

solo por la esfalerita, sino también por galena y tetraedrita.

Otra razón podría ser la existencia de un zonamiento, como se ha observado en algunos yacimientos de tipo Kuroko (Black ore, Ishiara, 1974) y que en Tlanilpa lo que se ha visto hasta ahora sea la parte superior del yacimiento, entonces la pirita se encontraría a niveles más bajos.

La necesidad de hacer estudios más profundos acerca del bajo contenido de pirita y el alto contenido de tetraedrita (freibergita) en este yacimiento, es definitivamente de alta prioridad para futuras investigaciones.

Respecto al alto contenido de tetraedrita (freibergita) en el yacimiento, Ishihara et al, 1974, al describir los yacimientos tipo Kuroko en Japón, hace notar:

"La apariencia negra de los depósitos de Kuroko es debida a los agregados compactos de esfalerita y galena, de los cuales están compuestos principalmente. En adición a estos sulfuros, también contienen (en orden decreciente de abundancia), calcopirita, pirita y tetraedrita; sin embargo, el último mineral es característico de los depósitos de Kuroko (Black ore) y es el único que tiene alto contenido de plata. Se observan también en algunos lugares bornita y plata nativa.

En las partes bajas de los cuerpos, los principales minerales son esfalerita, galena, calcopirita y pirita, esta asociación es complicada a altos niveles por la adición de tetraedrita-tenantita y minerales de plata, en comparación con el decremento de calcopirita y pirita". Sin explicar el por qué de esta variación.

Hipótesis acerca de la forma en que son transportados los sulfuros masivos cierta distancia de sus centros exhalativos de origen, han sido propuestas por varios autores, dentro de los cuales están: Gilmour, 1971 (en D.F. Sangster, 1972), que supone un transporte por soluciones ricas en metales que se mueven pendiente abajo de los centros exhalativos o sobre el piso oceánico, éstas entonces pueden colectarse y posteriormente precipitarse como sulfuros masivos dentro de una depresión.

Jenks, 1971 (en D.F. Sangster, 1972) y Schermerhorn, 1970 (en D.F. Sangster, 1972), explican este movimiento como un transporte submarino temprano por un deslizamiento pendiente abajo de los centros exhalativos y Seffer, 1975 (En D.F. Sangster, 1972), por movilización de los sulfuros por corrientes de turbidez, los cuales en ambos casos son depositados en cuencas adyacentes a los centros exhalativos de origen.

En México se observan varios depósitos de sulfuros masivos vulcanogénicos, tanto en el Estado de Guerrero como en el Estado de México, con posiciones definidas que forman grupos, lo cual se ha visto, es una característica de este tipo de yacimientos,

a partir de una fuente de origen que da lugar a la formación de todos ellos.

En la Fig. 6 se puede observar la posición que guardan los depósitos de Tlanilpa con respecto a los otros conocidos al Norte y Sur de éstos.

En la etapa de exploración en que se encuentran estos yacimientos (de Tlanilpa), es prematuro decir dónde se puede encontrar el centro exhalativo que dio origen a éstos; son necesarios entonces, estudios más regionales y muy detallados acerca de las características de las rocas que se tienen en la región; sin embargo, al hecho de que existan estos depósitos se debe suponer la presencia de la fuente exhalativa no muy lejana a estos depósitos.

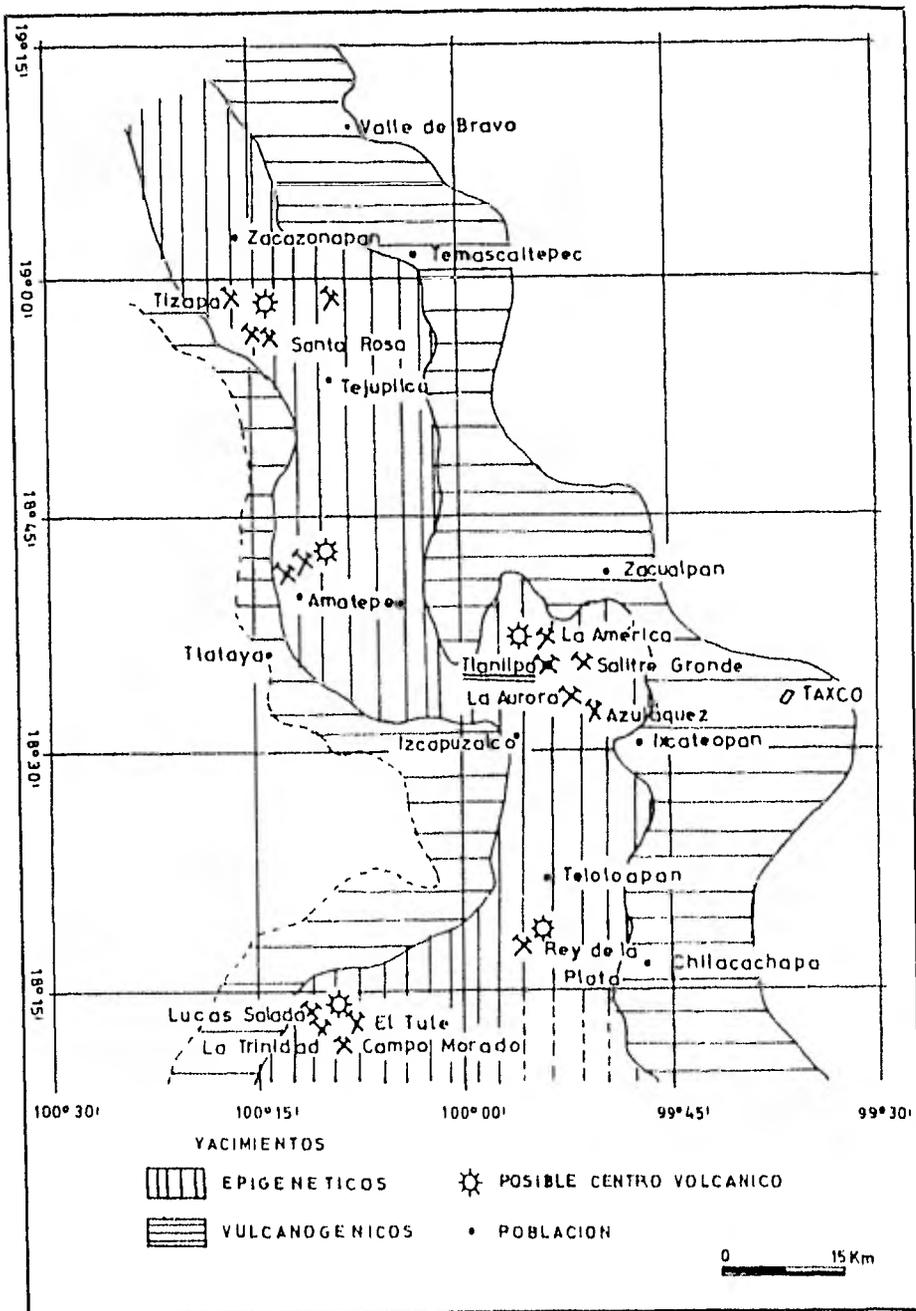


FIG. 6 . POSIBLES CENTROS VOLCANICOS RELACIONADOS A -
 LOS GRUPOS DE DEPOSITOS DE SULFUROS MASIVOS -
 DE LOS ESTADOS DE GUERRERO Y MEXICO (ESPINOSA
 PEREA, BASADO EN LA FRANJA DE SULFUROS MASIVOS
 DE GARZA GONZALEZ, 1981).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De lo expuesto a lo largo de este trabajo, podemos concluir:

1. Por las rocas asociadas a ellos, las cuales son tanto volcánicas como sedimentarias, por su concordancia con la foliación de las rocas que los contienen y el bandeamiento de los sulfuros que presentan, sugieren un origen sindeposicional en un ambiente mixto volcánico-sedimentario, de tipo vulcanogénico "Distal", asociados a una fase explosiva de vulcanismo ácido, dentro de un régimen eugenosinclinal de Arco de Islas.
2. Hasta donde se ha visto, por su contenido mineralógico que consiste principalmente en esfalerita, tetraedrita (freibergita)-tenantita y galena, siendo el contenido de pirita-calcopirita escaso, estos yacimientos se desvían del modelo clásico de los depósitos de tipo vulcanogénico conocidos hasta ahora y en los cuales la pirita es un sulfuro principal (esencial).
3. Considerando a estos depósitos como singenéticos con sus rocas encajonantes, éstos tendrían una edad de Triásico-Tardío - Cretácico Temprano, edades que son consideradas por algunos autores para las rocas que los contienen.

4. Por las similitudes que guardan los depósitos de Tlanilpa con los adyacentes a éstos, podemos decir que pertenecen a un mismo horizonte estratigráfico, aunque es necesario desarrollar estudios más detallados para poder afirmar esta hipótesis.

RECOMENDACIONES

1. Un muestreo sistemático de los cuerpos de sulfuros masivos que se conocen, podría darnos una mejor idea de las leyes del yacimiento.
2. Es recomendable un mapeo geológico con suficientes análisis petrográficos para tratar de establecer la relación que presentan los cuerpos de sulfuros masivos unos con otros y sobre todo, en sus partes intermedias, así como el intento de establecer por secciones estratigráficas su correlación.
3. Un programa de barrenación en base a lo observado en los puntos anteriores, cuya finalidad sería la de conocer las dimensiones exactas de los cuerpos existentes y quizás el descubrimiento de nuevos cuerpos en las partes intermedias entre unos y otros, así como el conocimiento de la litología en el subsuelo.

REFERENCIAS

Anderson, Phillip and John M. Guilbert, 1979. The Precambrian massive sulfide deposits of Arizona, a distinct metallogenic epoch and province. Fifth I.A.G.C.D. Quadrennial Symposium Department of Geosciences. University of Arizona, Tucson AZ.85721, p.p. 39-48.

Campa, M.F., 1974. La secuencia volcánico-sedimentaria metamorfizada de Ixtapan de la Sal, Mex. - Teleleapan, Gro. PEMEX Bol. Soc. Geol. Mexicana XXXVI: 7-28.

Campa, M.F., 1978. La evolución tectónica de Tierra Caliente, Gro. Bol.Soc. Geol. Mexicana, Tomo XXXIX, No.2, p.p. 52-64, Septiembre 1978.

Campa, M.F. y Ramírez, Joel, 1979. La evolución geológica y la metalogénesis del Noroccidente de Guerrero. Plan Piloto. Universidad Autónoma de Guerrero.

Campa, M.F. y Ramírez, Joel, 1979. Mapa tectónico metalogénico del NW de Guerrero y regiones adyacentes con los Estados de Morelos, México y Michoacán. Esc. 1:250,000. Universidad Autónoma de Guerrero. Plan Piloto.

Campa, M.F. y Ramírez, Joel, 1979. Carta Geológica de Taxco. Proyecto Recursos Naturales de Guerrero, Universidad Autónoma de Guerrero. Esc. 1:100,000. Hojas Tenancingo, Taxco, Pilcaya e Ixtapan de la Sal. Esc. 1:50,000 de DETENAL.

Del Vecchio Carranza, Michel Alfred, 1978. Estudio petrográfico Megalogenético del área de Tlanilpa-Azuláquez, Gro. Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.

Díaz García, Victor Manuel, 1977. El contacto Esquisto-Taxco-Roca Verde Taxco Viejo en la Región de Zacualpan, Estado de México. Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.

García Fons, Javier; Novelo, Luis Felipe y Pérez I. Juan Manuel, Octubre 1981. Geología del Yacimiento de Sulfuros Masivos El Rey de la Plata, Teloloapan, Guerrero. A.I.M.G.M. Mem. Tec. XIV. Pág. 141-179

Garza González Vélez, Carlos, 1980. Relaciones geológicas y metalogénicas para evaluar el potencial económico-minero y perspectiva de la prospección en las depresiones de Tejupilco y Zacualpan, Estados de México y Guerrero. C.R.M.

Ishihara, et al, 1974. Kuroko deposits in North American Concepts of Syngenetic ores. Handbook of Strata-Bound and Stratiform ore deposits. Wolf (editor). Vol. 1 p.p. 248-253

Large, R.L., 1977. Chemical Evolutions and Zonation of Massive Sulfide Deposits in Volcanic Terrains. *Economic Geology*, Vol. 72, p.p. 549-572.

Herrera Mariano Elías, 1981. Geología del Area Almolaya de Las Granadas- San Lucas del Maíz, Municipio de Tejupilco, Edo. de México. Tesis de Maestro en Ciencias, Facultad de Ciencias, U.N.A.M.

López Ramos E. , 1979. Geología de México, Tomo III. 2a. Edición, p.p. 43-64.

Lorincsi G.I., and J. Miranda V., 1978. Geology of the Massive Sulfide Deposits of Campo Morado, Gro., México. *Economic Geology*. Vol. 73, 1978. p.p. 180-191.

Ontiveros, T.G., 1973. Estudio Estratigráfico de la Porción Noroccidental de la Cuenca de Morelos-Guerrero. *Bol. Asoc. Mex. de Geolo. Petrol.* Vol. XXV, Nos. 4-6.

Ortega Gutiérrez, F., 1981. Metamorphic belts of southern Mexico and their tectonic significance. *Geofísica Internacional*, Revista de la Unión Geofísica Mexicana, auspiciada por el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México. Vol. 20, p.p. 177-202

Parga Pérez, José de Jesús. 1980. Geología y metalogénesis del Yacimiento estratiforme de Sulfuros Masivos de Tizapa, Zacazonapan, Edo. de México. C.R.M., Minero Noticias, Mayo 1981.

Ridge, J.D. 1980. Ore formation I= Isotopes of Sulfur, Oxygen and Hydrogen. The new from the Bend in the Road. Proceedings of the Fifth Quadrennial I.A.G.O.D. Symposium I.A.G.O.D. Edited by J.D. Ridge. Vol. I. Edit. E. Schereizerbart'sche Verlagsbuch and lung Stuttgart (Nagele U. Obermiller)

Sangster, D.F. 1972. Precambrian Volcanogenic Massive Sulphide deposits in Canada: A review. Geological Survey of Canada. p.p. 72-22, 44 p.

Watanabe, Roy, 1976. Informes Inéditos, Compañía Minera Cons-
telación.

ANEXO I

ANALISIS PETROGRAFICO

MUESTRA No. T-1

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Roca de color verde-crema, bastante silicificada, con cuarzo en vetillas cloritizada y oxidada, el óxido aparece en forma de vetillas correspondiendo a limonita, la cual le da un color rojizo-amarillento. El cuarzo y la clorita se presentan como matriz, con algunos fenocristales de feldespatosódico.

Descripción microscópica.

Textura: Fenocristales de cuarzo con extinción ondulante y de plagioclasa sódica (Oligoclasa) deformados, con maclas polisintéticas, algunas también deformadas (curvadas), en una matriz de clorita y cuarzo de grano fino, con vetillas de clorita casi incolora y foliación incipiente.

Mineral	%	Tamaño (micras)
Plagioclasa sódica (Oligoclasa)	38	487 micras
Cuarzo (vetillas)	23	337
Clorita		< 5
(matriz)	40	
Cuarzo		< 5

Clasificación: Lava volcánica de composición andesítica metamorfizada, con foliación incipiente.

Metandesita.

MUESTRA : No. T-2

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Roca de color verdoso, con silicificación y cloritización, la primera aparece como vetillas y en la matriz la segunda es la que da el color verdoso a la roca y se le ve principalmente con matriz. Presenta algunos relictos de feldespatos sódico.

Descripción microscópica.

Textura: Fenocristales relictos de plagioclasa sódica (andesina) cloritizados y deformados, en una matriz vítrea desvitrificada y cloritizada, con cuarzo en agregados y en vetillas intercrecido con calcita, clorita en vetillas y en microescamas como alteración de las plagioclasas, con óxidos de fierro oscuros.

Mineral	%	Tamaño (micras)
Cuarzo	15	450
Cuarzo (vetillas)	15	< 5
Plagioclasa (Andesina)	30	1926
Calcita	5	< 5
Clorita	35	< 5

Clasificación: lava volcánica metamorfizada de composición dacítica, con foliación incipiente.

Metadacita.

MUESTRA : No. T-2RV

Localidad: Tlanilpa Gro.

Descripción megascópica.

Roca de color verdoso, silicificada y cloritizada, con fenocristales de plagioclasa sódica, con vetillas de cuarzo, la clorita se presenta como matriz principalmente y es la que da el color verdoso a la roca.

Descripción microscópica.

Textura: Fenocristales de plagioclasa sódica (andesina) deformados y cloritizados, en una matriz vítrea desvitrificada y cloritizada, con cuarzo en agregados y en vetillas intercrecido con calcita, clorita en vetillas y en microescamas, alterando a las plagioclasas, con óxidos de fierro de color oscuro y con foliación incipiente.

Minerales	%	Tamaño (micras)
Cuarzo	30	384
Plagioclasa sódica (andesina)	25	850
Calcita	10	340
Matriz (QZ, Clorita, F.Na)	35	< 5

Clasificación: Lava volcánica metamorfozada de composición dacítica, con foliación incipiente.

Metadacita.

MUESTRA : No. T-3

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Caliza recristalizada, foliada y con vetillas de óxidos entre los planos de foliación, con vetillas de calcita cruzando y paralelas a los planos de foliación.

Descripción microscópica.

Fenocristales de calcita en vetillas que cortan perpendicular y paralelamente a la foliación muy deformados (curvados), en una matriz de calcita microcristalina intercrecida con cuarzo de grano fino y con vetillas de óxidos derivados de clorita, con fuerte foliación.

MINERALES	%	TAMANO (micras)
Calcita	20	553
Calcita	70	< 5
Cuarzo	5	62
Clorita	5	< 5

Clasificación: Mármol foliado

MUESTRA : No. T-5

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Roca de color verde-crema rojizo, crenulada, sericitizada y cloritizada, con oxidación en vetillas en los planos de foliación y manchando la roca.

Descripción microscópica.

Textura: Bandeamiento dado por finas bandas de clorita intercrecida con sericita y óxidos de fierro y bandas de cuarzo-plagioclasa de grano muy fino, se observan relictos de maclas deformadas, presenta una fuerte foliación y está bastante oxidada con óxidos en vetillas perpendiculares y paralelas a la foliación.

MINERAL	?	TAMANO (micras)
Plagioclasa	-	500
Clorita	-	< 5
Sericita	-	< 5
Cuarzo		250

Clasificación: Filita de Clorita.

MUESTRA: No. T-6

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica

Roca de color verde con fuerte cloritización y minerales de color oscuro.

Descripción microscópica.

Textura: Fragmentos de roca de composición andesítica, relictos de plagioclasa muy deformados y alterados a clorita, algunas conservan relictos de sus maclas, cristales de cuarzo con extinción ondulante, en una matriz vítrea cloritizada. Contiene óxidos derivados de la clorita y clorita en vetillas intercrecidas con calcita o en microescamas y de color anómalo, alterando a las plagioclasas. Los cristales y fragmentos de roca tienen una forma ojival característica de metamorfismo regional. Presenta foliación incipiente.

MINERAL	%	TAMAÑO (micras)
Cuarzo	5	260
Plagioclasa	30	700
Fragmentos de roca	10	1104
Oxidos oscuros	5	211
Calcita	10	45
Clorita (matriz de QZ, clorita y feldespato)	40	45

Clasificación: Metatela andesítica.

MUESTRA: No. T-6RV

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Roca de color verde con fuerte cloritización, se observan algunos cristales de cuarzo, calcita y escasos de pirita y fenocristales de plagioclasa y algunos fragmentos de roca, contiene vetillas de calcita y óxidos color rojizo-café (limonita). Presenta bandeamiento incipiente.

Descripción microscópica.

Textura: Fragmentos de roca de composición andesítica, relictos de plagioclasa bastante deformados y alterados a clorita y cristales de cuarzo con extinción ondulante, en una matriz vítrea cloritizada. Contiene óxidos derivados de la clorita y clorita en vetillas intercrecida con calcita, los cristales de calcita se encuentran también con sus maclas deformadas (curvadas); la clorita se encuentra también como microescamas y de color azul anómalo alterando a la plagioclasa. Se observan los fragmentos de roca y los cristales de forma ojival y una foliación incipiente.

MINERAL	%	TAMANO (micras)
Cuarzo	5	290
Plagioclasa	25	650
Fragmentos de roca	10	600
Calcita	10	285
Oxidos oscuros	10	236
Clorita (matriz, Qz, Clorita y feldespatos)	35	< 5

Clasificación: Metatoba andesítica.

MUESTRA No: T-7

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Roca de color verde con fenocristales de plagioclasa y cuarzo sin foliación, en una matriz microcristalina de clorita y cuarzo. Las plagioclasas se encuentran cloritizadas.

Descripción microscópica.

Textura: Fenocristales de plagioclasa (andesina) en una matriz cuarzo-clorita-feldespática de grano fino. Algunas plagioclasas se encuentran completamente reemplazadas por la alteración clorítica, contiene óxidos de hierro de color oscuro.

MINERALES	%	TAMAÑO (micras)
Plagioclasa (andesina)	35	1760
Oxidos de hierro	15	190
Cuarzo	15	< 5
Clorita (matriz de QZ, clorita y feldespato)	35	< 5

Clasificación: Diorita de óxidos de hierro.

MUESTRA No. T-8

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Roca de color gris a negro al intemperismo y gris claro a la fractura, con fragmentos de roca y fragmentos de óxidos de fierro, en tamaños hasta de 2.5 cm. cementados por calcita, con escasa pirita diseminada. Los fragmentos de roca presentan bordes redondeados a subredondeados.

Descripción microscópica.

Textura: Fragmentos de roca de textura microlítica, pilotaxítica, redondeados y cementados por calcita. Dentro de los fragmentos se tienen relictos de plagioclasa alterados a clorita y óxidos de fierro diseminados provenientes de pirita. Los cristales de calcita presentan una fuerte deformación estando muy curvadas sus maclas y sus bordes. Los relictos de plagioclasa son de andesina.

MINERALES	%	TAMAÑO (micras)
Fragmentos de roca	75	hasta de 2.5 cm.
Calcita	25	-

Clasificación: Metaconglomerado volcánico de composición Basáltica oligmítico.

MUESTRA No. T-9

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Roca de color verdoso con matriz afanítica cloritizada, con minerales oscuros hasta de 2 mm. de tamaño, ligeramente foliada, con textura porfídica.

Descripción microscópica.

Textura: Fenocristales relictos de plagioclasa cloritizados en una matriz de clorita-calcita-cuarzo de grano fino, con foliación incipiente.

MINERAL	%	TAMAÑO (micras)
Plagioclasa	40	2560
Calcita	10	< 5
Clorita, cuarzo y feldespatos en la matriz	50	< 5

Clasificación: Lava volcánica andesítica metamorfizada.

Con débil foliación.

MUESTRA No. T-14

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Roca de color blanquesino a crema al intemperismo y crema al fresco, con textura tobácea, con ojos de caolín y cuarzo; presenta abundantes vetillas de cuarzo de hasta 3 cm. de ancho y con vetillas de óxidos (limonita) y con foliación.

Descripción microscópica.

Textura: Foliada, se observan algunos relictos de plagioclasa y cuarzo y de minerales de caolín, en finas bandas, dentro de una matriz microcristalina de cuarzo-feldespato con oxidación en vetillas paralelas a la foliación.

MINERALES	%	TAMAÑO (micras)
Plagioclasa	10	450
Cuarzo	15	500
Caolín	10	700
Cuarzo y feldespato (matriz)	65	<5

Clasificación: Metatoba de composición riolítica.

MUESTRA No. T-15

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Roca de color blanquesino a crema-rojizo, con textura tobácea, con ojos de caolín y cuarzo, presenta abundantes vetillas de cuarzo y de óxidos de limonita, presenta foliación.

Descripción microscópica.

Textura: foliada, se observan algunos relictos de feldespato sódico y cuarzo y minerales de caolín en forma de ojos, dentro de una matriz microcristalina de cuarzo-feldespato, con óxidos en vetillas paralelas a la foliación principalmente.

MINERALES	%	TAMAÑO (micras)
Plagioclasa	10	500
Cuarzo	15	450
Caolín	15	650
Matriz (cuarzo feldespato)	60	< 5

Clasificación: Metatoba de composición riolítica.

MUESTRA No. T-16

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Roca foliada con textura tobácea, con ejes de caolín y vetillas de cuarzo y de óxidos paralelas y cortando a la foliación que presentan, de color rojizo debido a la oxidación que tienen.

Descripción microscópica.

Textura: Foliada, conserva algunos relictos de plagioclasa deformados, presenta minerales de caolín como una alteración de los feldespatos, contiene vetillas de cuarzo en los planos de foliación y también cuarzo en agregados con extinción ondulante, en una matriz de cuarzo y feldespato.

MINERALES	%	TAMAÑO (micras)
Plagioclasa	10	400
Caolín	15	800
Cuarzo	15	550
Matriz	60	< 5

Clasificación : Metatoba de composición riolítica.

MUESTRA No. T-17

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Roca de color verdoso de textura porfídica con fenocristales alargados y bastante cloritizados de color verde oscuro, en una matriz afanítica cloritizada.

Descripción microscópica.

Textura: Fenocristales relictos de plagioclasa, cloritizados en una matriz de cuarzo-clorita-feldespato, de grano muy fino, con vetillas de clorita, óxidos de color oscuro y presenta foliación

MINERALES	%	TAMAÑO (micras)
Plagioclasa	45	1680
Cuarzo	5	10
Ox. Oscuros	10	
Clorita (matriz, QZ, Clo. y feldespato)	40	< 5

Clasificación: lava volcánica metamorfizada de composición andesítica débilmente foliada.

Metandesita.

MUESTRA No. T-18

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Roca de color verdoso con fragmentos de color oscuro y plagioclasa con óxidos de fierro en una matriz de grano fino, con textura andesítica.

Descripción microscópica.

Textura: Fenocristales relictos de plagioclasa (andesina), alterados a clorita con fuerte foliación en una matriz de cuarzo-clorita-feldespato, de grano fino con algunos cristales de cuarzo. Se observan dos tipos de clorita, una de color más verdoso y relleno de espacios vacíos y de color anómalo y otra más clara en la matriz. Presenta minerales de forma ojival y contiene óxidos de fierro, ligeramente foliada y presenta también fenocristales de piroxeno (augita) también de forma ojival y alterados fuertemente a clorita.

MINERALES	%	TAMAÑO (micras)
Plagioclasa (andesina)	40	1099
Cuarzo	5	400
Clorita	5	C.P.C.
Oxidos de Fe	5	264
Clorita (matriz, Clo., Qz., Fel.)	40	C.P.C.
Augita	5	700

Clasificación: Lava volcánica de composición andesítica con foliación regular y fuerte cloritización metamorfizada.

Metandesita.

MUESTRA No. T-19

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Roca de color verdoso debido a la fuerte cloritización que presentan, con fenocristales de plagioclasa y fragmentos de roca.

Descripción microscópica.

Textura: Textura foliada con fragmentos de una roca tobácea y relictos de plagioclasa alterados a clorita y con óxidos de Fe, en una matriz de clorita-cuarzo-feldespato, con vetillas de calcita de grano fino y con cristales de cuarzo.

MINERALES	%	TAMAÑO (micras)
Fragmentos de roca	25	1536
Plagioclasa	20	720
Cuarzo	15	600
Clorita (matriz QZ, Clo. Fel)	45	45

Clasificación: Metatoba dacítica.

MUESTRA No. T-20

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Roca bastante oxidada, de color amarillento-crema, con fenocristales de plagioclasa y con ojos de cuarzo, dentro de una matriz fina y con ojos de caolín.

Descripción microscópica.

Textura: fuertemente foliada con fragmentos de plagioclasa (albita-Oligoclasa) y cuarzo, en una matriz de cuarzo-feldespato, con vetillas de clorita. Los fenocristales se encuentran de forma alargada.

MINERALES	%	TAMAÑO (micras)
Plagioclasa (albita-oligoclasa)	20	900
Cuarzo	15	500
Clorita (matriz, Qz, Clo., Fei.)	65	< 5

Clasificación: Metatoba dacítico-riolítica.

MUESTRA No. T-21

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Sulfuros masivos formados principalmente de galena-esfalerita, observables a simple vista, con vetillas de calcita y cuarzo.

Descripción microscópica.

Textura: Grandes cristales de cuarzo intercrecidos con cristales de calcita, éstos últimos muestran sus maclas deformadas, estando curvadas. Minerales de ganga

MINERALES	%	TAMAÑO (micras)
Cuarzo	60	1100
Calcita	40	800

Clasificación: Muestra tomada de la mena de los sulfuros, principales minerales de ganga, cuarzo y calcita.

MUESTRA: T-22

Localidad: Tlanilpa, Gro.

Descripción megascópica.

Roca de color negro en finas láminas de foliación, con abundantes vetillas de calcita perpendiculares y paralelas a la foliación, presenta boudinage de las vetillas de calcita y es muy deleznable. Presenta escasa pirita.

Descripción microscópica.

Textura: Pizarrosa, con material calcáreo carbonoso, con foliación; presenta un boudinage de las vetillas de calcita y vetillas de calcita perpendiculares y paralelas a los planos de foliación; textura de grano muy fino.

MINERAL	%	TAMANO (micras)
Material carbonoso-calcáreo	70	25
Calcita	30	1000 (ancho)

Clasificación: Pizarra calcárea con material carbonoso.

ANALISIS MINERAGRAFICO

MUESTRA No. T-11A

Localidad: Mina El Manto Rico, Tlanilpa, Gro.

A. MINERALOGIA

Minerales esenciales: Tetraedrita (freibergita)-Tenantita, Galena, esfalerita.

Minerales accesorios: Pirita, Calcopirita.

B. DESCRIPCION:

Pirita: se encuentra diseminada en cristales subedrales de grano fino dentro de la calcopirita, galena, esfalerita y tetraedrita(freibergita)-Tenantita, en escasa cantidad y en tamaños de 11 a 80 micras.

Calcopirita: se encuentra también diseminada y en cantidades menores, y como inclusiones dentro de la esfalerita, galena y tetraedrita(freibergita)-tenantita, en tamaños de 12 a 65 micras, de forma subedral a redondeada.

Esfalerita: se encuentra reemplazada por la tetraedrita(freibergita)-tenantita y la galena, quedando como islas de reemplazamiento dentro de la galena y menos frecuentemente en la tetraedrita (freibergita)- tenantita, en tamaños de 80 a 320 micras.

Galena: es junto con la tetraedrita (freibergita) -tenantita el mineral más abundante; presenta inclusiones de pirita, calcopirita y esfalerita. Se encuentra casi siempre asociada con la tetraedrita (freirbegita)-tenantita, reemplaza a ésta última por ser el último mineral en cristalizar.

Tetraedrita (freirbegita) -tenantita: se encuentra asociada a la galena y reemplazando a la pírita, calcopirita, esfalerita y reemplazada por la galena.

C.- PARAGENESIS

MINERAL	ASCENDENTES		DESCENDENTES
	Tempranos	Tardíos	Supergénicos
Pirita	—		
Calcopirita	—		
Esfalerita	—		
Tetraedrita-tenantita.		—	
Galena		—	

Fig. 7 Paragénesis de la muestra T-11 A.

MUESTRA No. T-11B

Localidad: Mina El Manto Rico, Tlanilpa, Gro.

A. MINERALOGIA

Minerales esenciales: tetraedrita(freibergita)-tenantita, esfalerita, galena.

Minerales accesorios: Pirita

Minerales accidentales: Calcopirita y covelita.

B. DESCRIPCION.

Pirita: Se encuentra en granos libres y como inclusiones dentro de la esfalerita, galena tetraedrita(freibergita)-tenantita, en tamaños que van desde 15 micras en forma diseminada hasta 280 micras dentro de los otros minerales, en forma redondeada principalmente y algunas veces subedral.

Calcopirita: Existe tan solo como diminutos cristales dentro de la esfalerita galena y en menor cantidad que la pirita; se tiene un grano de 352 micras, junto a la tetraedrita (freibergita)-tenantita.

Esfalerita: Se encuentra reemplazada por la galena, tetraedrita (freibergita)-tenantita, aparentemente siguiendo la orientación de las finas bandas. Presenta en ocasiones, finas vetillas (hilillos) de galena y tetraedrita(freibergita)-tenantita. Tiene pequeñas inclusiones de pirita en forma de burbujas y como islas de reemplazamiento. Se presenta en tamaños desde 220 a 1045 micras.

Galena: se encuentra reemplazando principalmente a la esfalerita y a la tetraedrita, quedando estos minerales como islas de reemplazamiento; sin embargo, se encuentra también dentro de la tetraedrita(freibergita)-tenantita, pero solo en pocas ocasiones. su tamaño varía desde granos muy finos dentro de la esfalerita-tetraedrita (freibergita)-tenantita, hasta 1100 micras, como cristales que toman la forma de los espacios vacíos que rellenan entre la esfalerita y tetraedrita (freibergita)-tenantita; también se encuentra reemplazando a la ganga.

Tetraedrita (freibergita)-tenantita: se encuentra reemplazando a la esfalerita, presentando islas de ésta y a la galena. Se presenta en tamaños de hasta 1100 micras con inclusiones de pirita dentro de la esfalerita y ésta última dentro de la tetraedrita (freibergita)-tenantita, también reemplaza a la ganga.

Covelita: se tiene en poca cantidad, como mineral secundario, alrededor de los granos de esfalerita y de tetraedrita(freibergita)-tenantita, en granos muy finos.

C.- PARAGENESIS

MINERAL	ASCENDENTES		DESCENDENTES
	Tempranos	Tardíos	Supergénicos
Pirita	—		
Calcopirita	—		
Esfalerita	—		
Tetraedrita- tenantita.		—	
Galena		—	
Covelita			—

Fig. 8. Paragénesis de la muestra T-11 B.

MUESTRA No. T-11 C

Localidad: Mina El Manto Rico, Tlanilpa, Gro.

A. MINERALOGIA

Minerales esenciales: Esfalerita, tetraedrita(freibergita)-tenantita, calcopirita.

Minerales accesorios: Galena

Minerales accidentales: Marcasita, bornita, covelita.

B. DESCRIPCION

Calcopirita: se encuentra en cristales que van de 16 a 1210 micras; en el primer caso, finamente diseminada y en el segundo, rellenando espacios vacíos, como inclusión dentro de la esfalerita y tetraedrita(freibergita)-tenantita en forma de burbujas. En agregados con esfalerita, galena, tetraedrita (freibergita)-tenantita, presenta relictos de la esfalerita en forma de islas y a su vez es reemplazada por la tetraedrita(freibergita)-tenantita y galena.

Esfalerita: se presenta en tamaños que van desde 11 micras hasta 1980 micras, asociada a calcopirita, galena y tetraedrita(freibergita)-tenantita; la galena se encuentra intercrecida con la calcopirita y en ocasiones, ésta queda como relictos dentro de la calcopirita y presenta burbujas de calcopirita.

Galena: se encuentra en menor cantidad que la esfalerita en granos libres o asociada a calcopirita; varía en tamaños de 15 micras finamente diseminada a 1000 micras, en forma alargada o tomando la forma de espacios vacíos que rellena, teniendo una forma anedral.

Tetraedrita(freibergita)-tenantita: se presenta en tamaños que van desde 17 micras en forma diseminada a 1100 micras en agregados; se encuentra asociado a la calcopirita y a la esfalerita, reemplazándolas con inclusiones de calcopirita en forma de burbujas. Presenta bordes más redondeados que la esfalerita y la calcopirita.

Marcasita: se encuentra reemplazada e incluida en la calcopirita, observándose ocasionalmente.

Bornita: también es escasa y está asociada a calcopirita, conteniendo exholuciones de calcopirita en finos puntos y asociada a tetraedrita(freibergita)-tenantita.

Covelita: se encuentra como mineral secundario y altera a la tetraedrita(freibergita)-tenantita, calcopirita y bornita en forma concéntrica.

C.- PARAGENESIS

MINERAL	ASCENDENTES		DESCENDENTES
	Tempranos	Tardíos	Supergénicos
Marcasita Calcopirita- Bornita.	— ——		
Esfalerita Tetraedrita- tenantita.	——	——	
Galena		——	
Covelita			——

Fig.9. Paragénesis de la
muestra T-11 c.



FIG. 10 (T-11A)

Reemplazamiento de la esfalerita (esf) y la tetraedrita (tet) por la galena (gal.), quedando éstas como islas dentro de ella. Pirita (Py) y calcopirita (Cpy) en granos muy finos disseminados dentro de los otros sulfuros y en la ganga (gan)

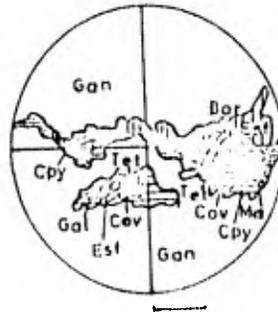
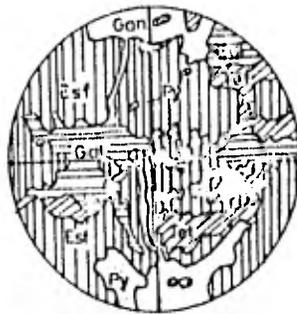


FIG. 12 (T-11C)

Covelita (Cov) rodeando a tetraedrita (Tet) y bornita (Bor), asociado a calcopirita (Cpy) dentro de la galena (gal) y marcasita (Ma) dentro de la calcopirita.



a
235 micras



b
235 micras

FIG. 11 (T-11B; a, b)

Reemplazamiento de la esfalerita (Esf.) por galena (gal) y tetraedrita (tet) y quedando como inclusiones éstas últimas dentro de la esfalerita, el alargamiento de los minerales nos indica la dirección de las finas bandas, galena y tetraedrita dentro de la ganga (gan).

MUESTRA No. T-12A

Localidad: Mina El Manto Rico, Tlanilpa, Gro.

A. MINERALOGIA

Minerales esenciales: pirita, galena y esfalerita.

Minerales accesorios: Tetraedrita(freibergita)-tenantita, calcopirita.

B. DESCRIPCION.

Pirita: se encuentra en forma subredondeada a redondeada y muy fracturada. Contiene inclusiones de galena, esfalerita como pequeños puntos, siendo reemplazada por estos minerales, en ocasiones en forma de hilos que la cruzan hasta su reemplazamiento total; se presenta en tamaños de 88 a 770 micras.

Calcopirita: se encuentra reemplazando principalmente a la pirita en tamaños de 22 a 550 micras. Es reemplazada por galena y rellena fracturas en la ganga.

Esfalerita: es de forma anedral- subedral; reemplaza a la pirita y contiene inclusiones de ésta última en forma de burbujas; también reemplaza a la ganga, quedando como islas dentro de la esfalerita. Es junto con la galena, el sulfuro más abundante y forman hasta el 50% de la mineralización; es reemplazada por la galena y está asociada a ella, tiene tamaños de 110 a 1100 micras, en el último caso cuando rellena espacios vacíos.

Galena: se encuentra reemplazando a la pirita, esfalerita, calcopirita y a la ganga, con islas de reemplazamiento de esfalerita. Es de forma anedral conformándose con los espacios vacíos que rellena.

Tetraedrita (freibergita)-tenantita: se encuentra asociada a la galena y esfalerita; es de forma anedral en tamaños de 80 a 320 micras; es el sulfuro que sigue en abundancia a la esfalerita y está intercrecida con la galena, al parecer cristalizaron al mismo tiempo. También reemplaza a la esfalerita.

NOTA: El mineral de ganga es principalmente carbonato (calcita) y se presenta con sus maclas y bordes muy deformados.

C.- PARAGENESIS

MINERAL	ASCENDNETES		DESCENDENTES
	Tempranos	Tardíos	Supergénicos
Pirita	—		
Calcopirita		—	
Esfalerita		—	
Galena		—	
Tetraedrita- tenantita.	fracturamiento	—	

Fig.13. Paragénesis de la
muestra T-12 A.

MUESTRA No. T-12 B

Localidad: Mina del Manto Rico, Tlanilpa, Gro.

A. MINERALOGIA

Minerales esenciales: Tetraedrita (freibergita)-tenantita.

Minerales accesorios: Galena, pirita y esfalerita.

Minerales accidentales: Calcopirita.

B. DESCRIPCION.

Pirita: se presenta como finos granos redondeados y diseminados a lo largo de las bandas y en ocasiones, subedrales o como inclusiones dentro de la esfalerita-tetraedrita(freibergita)-tenantita, calcopirita y galena, en tamaños de 22 hasta 250 micras; en ocasiones forma finas bandas de pequeños granos diseminados.

Calcopirita: se observa ocasionalmente, asociada a galena y a la tetraedrita (freibergita)-tenantita, y solo se observa un grano de ésta de 250 micras o muy fina dentro de la tetraedrita(freibergita)-tenantita y esfalerita.

Esfalerita: se encuentra principalmente asociada a la tetraedrita(freibergita)-tenantita y en ocasiones es reemplazada por la galena, quedando como islas de reemplazamiento dentro de ésta, en tamaños de 70 a 400 micras.

Galena-tetraedrita (freiberqita) - tenantita: se encuentran casi siempre juntos, en algunos casos la galena está dentro de la tetraedrita (freiberqita) -tenantita, pero en su mayoría se encuentra junto a ésta sin mostrar ningún reemplazamiento y los tamaños de la galena van de 44 a 360 micras y los de la tetraedrita (freirbeqita) -tenantita, son de 60 a 340 micras.

C.- PARAGENESIS

MINERAL	ASCENDENTES		DESCENDENTES
	Tempranos	Tardíos	Supergénicos
Pirita	—		
Calcopirita	—		
Esfalerita		—	
Tetraedrita- tenantita.		—	
Galena		—	

Fig. 11. Paraqénesis de la muestra T-12 B.



FIG. 14 (T-12A)

Galena (gal), esfalerita (Esf) y tetraedrita (tet) reemplazando a pirita (Py).
Burbujas de pirita en la esfalerita y pirita muy fracturada.

200 micras

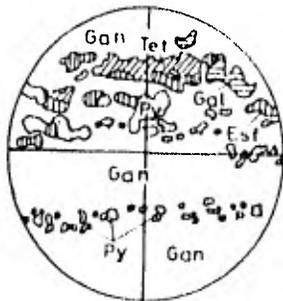


FIG. 15 (T-12B)

Finas bandas de sulfuros en la ganga: espato (Esp), esfalerita (Esf), galena (Gal), tetraedrita (tet) y pirita (Py).

245 micras

