

13
2ej

U N A M

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"EVALUACION GEOLOGICA DEL PROYECTO ACHOTLA
MPIO. DE ARCELIA, ESTADO DE GRO."

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO GEOLOGO

PRESENTA

OSCAR GENARO JIMENEZ GARCIA

MEXICO D.F.

PALLA DE ORIGEN

DICIEMBRE 1991



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**EVALUACION GEOLOGICA DEL PROYECTO ACHOTLA
MPIO. DE ARCELIA, ESTADO DE GRO.**

RESUMEN

1. GENERALIDADES

- 1.1 OBJETIVO DE LA INVESTIGACION
- 1.2 LOCALIZACION Y VIAS DE ACCESO
- 1.3 METODO DE TRABAJO
- 1.4 HISTORIA MINERA

2. FISIOGRAFIA

- 2.1 PROVINCIA FISIOGRAFICA
- 2.2 GEOMORFOLOGIA

3. GEOLOGIA

- 3.1 ESTRATIGRAFIA REGIONAL
- 3.2 EVOLUCION TECTONICA

4. YACIMIENTOS MINERALES

- 4.1 SITUACION METALOGENICA REGIONAL
- 4.2 ESTRATIGRAFIA LOCAL
- 4.3 ROCAS ENCAJONANTES
- 4.4 ESTRUCTURAS MINERALIZADAS
- 4.5 GEOQUIMICA
- 4.6 DISCUSION GENETICA
- 4.7 PERSPECTIVAS GEOLOGICO-MINERAS

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

BIBLIOGRAFIA

PLANOS E ILUSTRACIONES

RESUMEN

En la región comprendida entre el Eje Neovolcánico y la Cuenca del Río Balsas, aflora una secuencia vulcanosedimentaria constituida por rocas volcánicas félsicas y alternancias de rocas sedimentarias, dentro de la cual se localiza una serie de yacimientos vulcanogénicos.

El proyecto Achatla presenta características geológicas ideales que lo hacen favorable para la localización de cuerpos de sulfuros masivos estratiformes, similares a algunos de los existentes dentro de la secuencia vulcanosedimentaria.

En la evaluación del proyecto, se determinó la existencia de horizontes de sulfuros masivos, que no llegan a ser considerados como depósitos minerales económicamente explotables.

De acuerdo a las características geológicas determinadas a partir de los trabajos de exploración se concluye que existen zonas dentro del área que presentan posibilidades para la localización de cuerpos, cuya mineralogía o contenido metálico resulte favorable para su explotación, por lo cual se recomienda continuar con la exploración en dichas zonas.

1. GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO DE LA INVESTIGACION

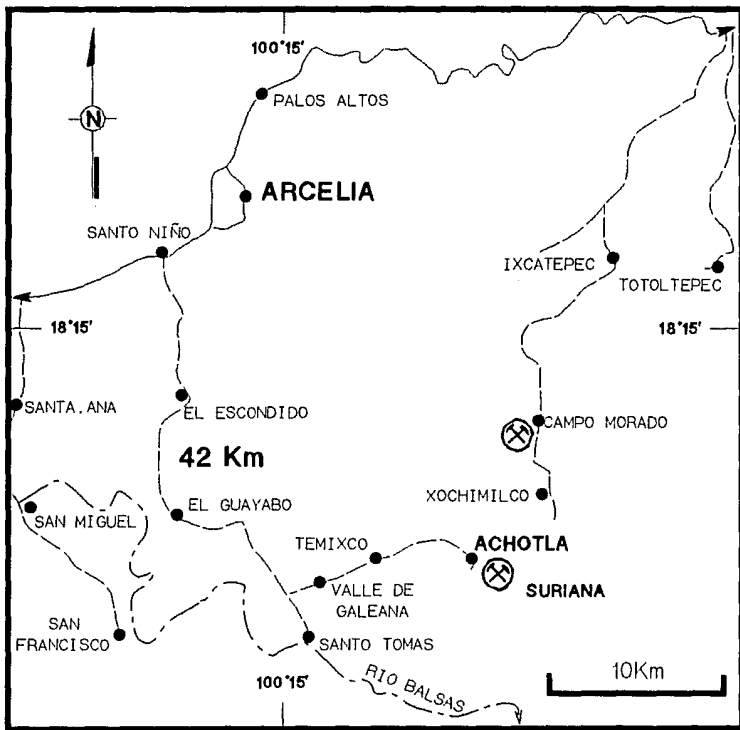
El objetivo fundamental del presente trabajo consiste en hacer una evaluación geológica en el proyecto Ahotla para determinar la existencia de cuerpos de sulfuros masivos vulcanogénicos.

El interés por el área surgió por las similitudes geológicas que presenta con localidades mineras vecinas conocidas, con las cuales se hicieron correlaciones geológicas que permitieron establecer el potencial de esta zona para la localización de menas vulcanogénicas.

1.2 LOCALIZACION Y VIAS DE ACCESO

El área de estudio queda comprendida entre las coordenadas geográficas $18^{\circ}08'16''$ y $18^{\circ}09'48''$ de latitud Norte y $100^{\circ}08'29''$ y $100^{\circ}10'05''$ de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, encontrándose al S34°E y 24 Km de la ciudad de Arcelia, Gro. (fig no. 1).

Existen dos rutas pavimentadas de acceso hasta el poblado de Santo Niño:



FI	UNAM
	TESIS PROFESIONAL
OSCAR GENARO JIMENEZ GARCIA	
EVALUACION GEOLOGICA DEL PROYECTO ACHOTLA	
FIG. NO. 1	FECHA: DIC-91

FIG. 1 PLANO DE LOCALIZACION

1.) México-Toluca-Tejupilco-Cd. Altamirano-Santo Niño, con un recorrido de 316 Km.

2.) México-Cuernavaca-Iguala-Teloloapan-Arcelia-Santo Niño, con un recorrido de 299 Km.

Partiendo del poblado de Santo Niño, (ubicado a 6 Km. de la ciudad de Arcelia) se toma la terracería que conduce al área estudio, ésta pasa por los poblados de: El Escondido, El Guayabo, Valle de Galeana y Temixco con un recorrido de 32 Km. De Temixco a Achetla, la comunicación es por medio de una brecha muy angosta y abrupta en algunos tramos, con un recorrido de 10 Km. hasta el centro del área de estudio.

1.3 METODO DE TRABAJO

El trabajo se llevó a cabo durante las actividades exploratorias realizadas por la Compañía Fresnillo S.A. durante el periodo de Marzo a Julio de 1990 y se realizó en dos etapas.

La primera consistió en compilar, revisar e integrar la información geológica-minera existente sobre el área, para complementar la geología regional y relacionar al prospecto los distintos yacimientos conocidos cercanos, y preestablecer los conceptos a desarrollar en la exploración.

Se procedió a hacer un levantamiento geológico del área a escala 1:2,000. Durante este levantamiento se diferenciaron las litologías y estructuras y se cartografiaron con especial interés las diferentes zonas de alteración, ya que se tenía el concepto de que estas forman parte esencial de típicas mineralizaciones vulcanogénicas que pudieran conducir a la detección de horizontes favorables para la localización de depósitos minerales.

Simultáneamente al levantamiento geológico, se realizó una campaña de muestreo para análisis geoquímicos, con el propósito de conocer la distribución de los valores tanto en la roca aparentemente estéril, como en las zonas de alteración y de esta forma poder definir la existencia de zonas anómalas.

Durante el trabajo de gabinete se integraron, al plano geológico secciones y planos de anomalías geoquímicas. Posteriormente, se procedió a realizar la interpretación de los resultados, a partir de los cuales se generó un programa de exploración que contempla la localización barrenos de diamante con el fin de reconocer a profundidad las zonas anómalas favorables.

La segunda etapa de trabajo consistió en la ejecución del programa de barrenación, durante el cual se perforaron 8 barrenos. Previo a esta fase, se levantaron para control secciones geológico-topográficas sobre la traza superficial de los barrenos proyectados. Durante la barrenación el trabajo consistió básicamente en la

descripción de núcleos y muestreo de los mismos para análisis geoquímicos.

La última parte del trabajo consistió en realizar un análisis más detallado de la información para de esta manera, proceder a la primera valorización geológica del proyecto.

1.4 HISTORIA MINERA

la región es famosa por la presencia de yacimientos vulcanogénicos como los de Campo Morado, La Suriana y otros depósitos de menor importancia como Reforma, Naranjo y La Lucha, además de gran cantidad de prospectos (Lorinczi y Miranda 1978).

La mina Reforma del distrito de Campo Morado se desarrolló en tres épocas diferentes (T. Flores 1936 en Paizanni y Martínez 1933). En el primer periodo de 1903 a 1910 se produjeron 125.2 tn. de Ag, 3.9 tn de Au y 4,157 tn. de Pb en la zona de enriquecimiento supergénico. De 1920 a 1927 se explotó una zona de sulfuros con alta ley de oro, periodo en el que tuvo su máxima producción. A partir de 1939 fueron abandonados los trabajos de explotación.

Entre los años de 1937 a 1977, la compañía GEOCON desarrolló un programa de exploración obteniendo: más de 6 millones de toneladas con ley de 1.2 gr/tn. de Au, 111 gr/tn. de Ag, 1.07 % de Pb, 3.12 % Cu y 0.68 % de Zn.

En la mina La Suriana entre 1927 y 1942 se producían 300 tn./día y las leyes representativas del yacimiento eran de 9 gr/ton de Au y 690 gr/tn. de Ag para el mineral oxidado, y de 3 gr/tn. Au y 300 gr/tn. Ag para la zona de sulfuros, que se beneficiaban en Temixco, Gro. por medio del proceso de tostación clorurante seguida por cianuración, con recuperaciones de 87 % en plata y 90 % para el oro (C. Bruchhol 1929 en Paizanni 1988).

Actualmente en la mina Suriana se trabaja a pequeña escala por oro y plata con leyes promedio de 4 gr/tn. de Au y 500 gr/tn. de Ag en la zona de óxidos, sin existir explotación en la zona de sulfuros.

2. FISIOGRAFIA

2.1 PROVINCIA FISIOGRAFICA

De acuerdo con los trabajos de Raisz (1959) la zona de estudio se encuentra localizada en la Subprovincia denominada Cuenca del Balsas-Mexcala, perteneciente a la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur (fig. no. 2)

La cuenca del Balsas-Mexcala tiene una forma alargada orientada de sureste a noroeste con su eje mayor de 700 Km. y su parte más ancha de aproximadamente 200 Km. Se encuentra limitada al norte por la provincia de la Altiplanicie Neovolcánica, al sur por la subprovincia de la Vertiente Meridional, al este por la subprovincia de la Altiplanicie Oaxaqueña y al oeste por la subprovincia de la Altiplanicie Septentrional. Los tres rasgos antes mencionados, corresponden a la provincia de la Sierra Madre del Sur.

2.2 GEOMORFOLOGIA

El relieve abrupto de rocas metavolcánicas, principalmente de carácter andesítico, se encuentra contrastando con la topografía de suave pendiente que corresponde a rocas metasedimentarias.

La elevación máxima en el Área es de 1460 m.s.n.m. y la menor de 300 m.s.n.m. Las prominencias más notables son el Puerto de Zacate Redondo, El Cerro de la Torre y El Cerro de Buena Vista.

Los ríos y arroyos que disectan el Área, conforman un sistema de drenaje dendrítico y generalmente siguen una dirección hacia el SW, como se observa en los arroyos de Piedra Grande, El Machete y La Suriana, y otros con dirección norte-sur como el arroyo de La Cañita, todos ellos afluentes del río Balsas que descarga su caudal al Océano Pacífico.

Dentro del ciclo geomorfológico, se considera que la región se encuentra en una etapa de Juventud.

**MAPA QUE MUESTRA LA RELACION DEL AREA ESTUDIADA CON LAS PROVINCIAS
FISIOGRAFICAS DEL CENTRO Y SUR DE MEXICO (RAISZ 1959)**



FI	UNAM
TESIS PROFESIONAL	
OSCAR GENARO JIMENEZ GARCIA	
EVALUACION GEOLOGICA DEL PROYECTO AGHOTLA	
FIG. NO: 2	FECHA: DIC-1991

3. GEOLOGIA

3.1 ESTRATIGRAFIA REGIONAL

El área se encuentra dominada por la secuencia vulcanosedimentaria de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior, que aflora en la región comprendida entre el Eje Nevvolcánico y la Cuenca del Balsas (Campa, 1974 , fig. no. 3.)

SECUENCIA VULCANOSEDIMENTARIA (Jsup-Kinf)

Esta secuencia se encuentra integrada por un paquete de rocas de origen sedimentario y vulcanosedimentario depositadas en un ambiente de arco insular-mar marginal, las cuales se describen de la base a la cima.

UNIDAD METAVOLCANICA

Esta unidad está constituida por metatobas, metaglomerados y metalavas de composición intermedia . Las metalavas son de color verde-gris y cuando se encuentran intemperizadas son de color café amarillento; presentan foliación, donde los cristales de 2 mm. promedio, semejan ojos circundados por un material verde muy fino dispuesto en una superficie de foliación. Esta misma roca contiene en ocasiones grandes líticos de lava color gris-verde, de tamaños que varían entre los 5 y los 40 cm.; estas variaciones presentan concentraciones de material grueso, por lo cual la roca llega a ser un verdadero metaglomerado. Los mejores afloramientos se encuentran

en los cortes de la carretera Teloloapan a Cd. Altamirano y en la carretera Ixtapan de la Sal a Refugio (Campa, 1974)

Las metatobas son de composición intermedia (andesítica-dacítica) y varían de color gris-verde a blanco rosado con diaclasas. Los mejores afloramientos pueden observarse en las cercanías de Teloloapan, en el poblado de El Aguacate y en los depósitos de Campo Morado.

El proceso de deformación de la roca es del tipo dinámico regional de bajo grado y el conjunto de los minerales metamórficos , presenta una asociación correspondiente a las facies de esquistos verdes.

UNIDAD METASEDIMENTARIA

Las rocas sedimentarias metamorizadas son filitas, cuarcitas, pizarras, grauwacas y calizas foliada o mármoles cataclásticos, que se encuentran en estratos con espesores de hasta de 50 cm. La Unidad Metasedimentaria se encuentra foliada y plegada, y muestra deformaciones superpuestas que denotan una historia compleja.

El espesor de la secuencia se desconoce debido a que en el área no aflora su base (Campa 1978), pero los trabajos detallados de A. Parga (1976) en la región de Ixtapan del Oro, Mex. reportaron un

espesor de 2000 m. y los de U. Gutiérrez (1978) en Ixcatepec establecen un espesor de 1600 m.

Dentro de esta secuencia se han determinado varias unidades correlacionables en los estados de Michoacán, Guerrero y México: Secuencia Vulcanosedimentaria Teloloapan - Ixtapan de la Sal (Campa, 1974), Complejo Tierra Caliente (Ortega, 1981), Formación Aytusco (Díaz, 1980), Formación Angao (Pantoja, 1959), Conjunto Petrotectónico de Zihuatanejo, Gro. - Coalcomán, Mich. (Vidal, 1980), Formación San Lucas (Pantoja, 1959) y Conjunto Huetamo- Cutzamala (Campa, 1980).

Las relaciones litológicas de la Secuencia Vulcanosedimentaria no son claras; Campa (1974) considera que los afloramientos de esta secuencia en Teloloapan-Arcelia-Ixtapan de la Sal, por sus relaciones litológicas y estratigráficas constituyen un solo paquete vulcano-sedimentario representativo de zonas internas, cuya fauna encontrada la sitúa en el Jurásico Tardio-Cretácico Temprano y su posición es cabalgante sobre los depósitos de caliza de zona externa. Por su parte De Cserna (1978) hace una interpretación de cambios de facies a partir del Aptiano al Cenomaniano y considera que la secuencia vulcanosedimentaria es de edad Cretácica Tardia y se encuentra interestratificada con los sedimentos del Cenomaniano Turoniano.

FORMACION MORELOS (Kinf)

El nombre de Formación Morelos se propuso para una potente sucesión de capas de calizas y dolomías que aflora en los estados de Morelos, México y Guerrero (Fries, 1960).

La Formación Morelos consta predominantemente de una sucesión de capas de calizas y dolomías interestratificadas con cantidades variables de pedernal en forma de nódulos, lentes, granos y fragmentos de fósiles silicificados. La parte mas antigua ó base de la formación esta constituida por un miembro de anhidrita.

Las capas basales de esta unidad descansan en forma discordante encima de las unidades anteriores; mientras que la Formación Mexcala le sobreyace en forma concordante.

El espesor de esta formación es muy variable, pues se tienen datos desde los 400 m., contrastando con el hecho de que en la parte central del Edo. de Morelos, Fries (1960) considera que el espesor llega a cuando menos 900 m.

La edad de ésta formación basada en los fósiles encontrados es del Aptiano-Cenomaniano, Fries (1960).

Rocas de la misma naturaleza y edad, se encuentran ampliamente distribuidas en la mitad oriental de México.

Regionalmente se correlacionan con las formaciones Acahuizotla y Xochicalco.

FORMACION MEXCALA (Ksup)

El nombre de Formación Mexcala se propuso para una sucesión de capas interestratificadas de areniscas, limolitas y lutitas calcáreas con escasas lentes de caliza clásticas (Fries 1960).

La Formación Mexcala es muy variable en su litología tanto lateral como verticalmente; la parte basal por lo regular es de naturaleza calcárea y puede consistir de capas de caliza arcillosa o de limolita calcárea.

Encima de la caliza basal se hallan capas interestratificadas de lutita y limolita calcárea con menor cantidad de areniscas. Hacia arriba, los interestratos de arenisca o subgrauvaca aumentan en número y aparecen también capas de conglomerado.

El espesor original de la Formación Mexcala no puede medirse en ningún lugar, porque la parte superior de la unidad fue erosionada en un grado desconocido antes del depósito de la formación terciaria suprayacente.

La Formación Mexcala descansa encima de la Formación Morelos al parecer en forma concordante, no habiéndose notado ninguna discordancia angular ni erosional entre ambas.

No se cree que depósitos marinos llegaran a cubrir alguna vez a la Formación Mexcala; de hecho la próxima formación suprayacente puede ser cualquiera de las unidades continentales del Terciario, comenzando por el Grupo Balsas. La unidad terciaria más vieja descansa dondequiera con gran discordancia angular y erosional sobre las rocas pre-terciarias infrayacentes (Fries, 1960).

Los fósiles encontrados en la parte inferior de la formación proporcionan evidencias de una edad Coniaciana Temprana.

GRUPO BALSAS (Ksup-Tinf)

Esta formación fue descrita como un grupo de rocas que comprende una gran variedad de tipos litológicos, de espesor variable y que se presenta en la cuenca hidrológica del río Mexcala-Balsas.

El Grupo Balsas comprende tipos de rocas tan diversos como evaporitas, conglomerados, sedimentos clásticos de grano fino, tobas y corrientes lávicas. El tipo litológico mas característico corresponde a un conglomerado con matriz calcárea, que varia de moderadamente a bien endurecido, de grano mediano a grueso y de estratificación masiva a gruesa, al que se ha denominado conglomerado rojo.

Otro tipo de roca del Grupo Balsas ampliamente distribuido que por lo general queda estratigráficamente arriba del conglomerado, consiste de una capa ligeramente endurecida de limo, arena y arcilla con una proporción menor de interestratos de conglomerado de grano fino y con mezcla considerable de material tobáceo.

El espesor total de Grupo Balsas es extremadamente variable de un lugar a otro y su máximo espesor original no es observable.

El Grupo Balsas descansa en discordancia erosional encima de todas las rocas más antiguas de la región.

Por su correlación estratigráfica con el Grupo el Morro en el estado de Hidalgo y el conglomerado Guanajuato se le considera de edad Eoceno- Oligoceno.

Sobre el Grupo Balsas descansa en forma concordantemente la Riolita Tilzapotla siempre que no haya intervenido la erosión, tanto las capas más altas del Grupo Balsas como las de la Riolita Tilzapotla sobreyacente, tienen buzamientos más suaves que las capas inferiores del Grupo Balsas.

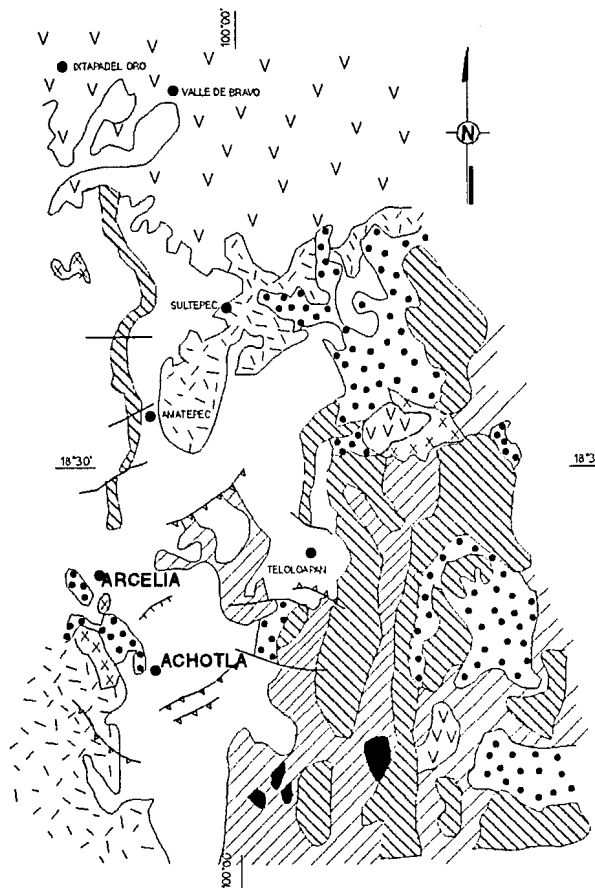
RIOLITA TILZAPOTLA (Tsup)

Con este nombre se conocen los extensos afloramientos de brecha tobácea riolítica situados en las cercanías de Tilzapotla al sur de Tequesquitengo y del río Amacuzac (Fries, 1960).

La Riolita Tilzapotla generalmente descansa en concordancia sobre las capas del Grupo Balsas, pero en partes puede ser un contacto discordante. Una determinación radiométrica por el método de plomo/alfa basada en el zircón, aporta una edad de 26 m.a. que la sitúa en el Oligoceno Tardío (Fries, 1960). El espesor máximo es del orden de los 250 m.

No pueden hacerse correlaciones precisas con otras unidades volcánicas porque muy pocas de las rocas volcánicas terciarias de México central han sido cartografiadas y estudiadas detalladamente.

El contacto superior de la riolita es casi siempre una discordancia de carácter erosional, sobre todo donde la cubren secuencias volcánicas más jóvenes.



EXPLICACION

- V V V VULCANISMO PLEOCUATERNARIO
- VULCANISMO OLILOCENO-MIOCENO (RIOLITA TILZAPOTLA)
- X X X INTRUSIVOS TERCARIOS
- DEPOSITOS CONTINENTALES Ksup-Tinf (GRUPO BALSAS)
- INTRUSIVOS Ksup-Tinf (LARAMIDICOS)
- / / / LUTITAS-ARENISCAS-CONGLOMERADOS Ksup (Fm. MEZCALA)
- \ \ \ CALIZAS Y/O SECUENCIAS CALCAREAS Kinf (Fm. MORELOS)
- SECUENCIA VULCANOSEDIMENTARIA Jsup-Kinf

50 Km

FIG. 3 PLANO GEOLOGICO REGIONAL

FI	UNAM
TESIS PROFESIONAL	
OSCAR GENARO JIMENEZ GARCIA	
EVALUACION GEOLOGICA DEL PROYECTO ACHOTLA	
FIG. NO. 3	FECHA

3.2 EVOLUCION TECTONICA

Durante el Jurásico Superior se inicia el desarrollo de un arco insular y un mar marginal (García y Heredia, 1989). A partir de ese periodo y hasta el Cretácico Inferior prevalecen condiciones de vulcanismo submarino y de sedimentación calcárea de facies de plataforma en la región de Taxco, Iguala y Apipilulco.

Al finalizar el Jurásico comenzaron a depositarse sedimentos terrigenos con algunas intercalaciones de material calcáreo. Esta secuencia de lutita-arenisca -conglomerado fino-caliza está interestratificada con depósitos volcánicos.

A fines del Cretácico Inferior, en el área de Huetamo, culmina el desarrollo de la plataforma, mientras que en las zonas internas predominan los depósitos volcánicos, volcanoclásticos, terrigenos y calcáreos (Campa, 1980 en García y Heredia 1989). De esta manera se desarrollan dos dominios paleogeográficos:

1) Un dominio oriental caracterizado por facies de sedimentación calcárea y una total ausencia de metamorfismo regional e intrusiones graníticas.

2) Un dominio paleogeográfico occidental caracterizado por depósitos volcánicos marinos esencialmente andesíticos interdigitados con lutitas, grauvacas y calizas que acusan un metamorfismo regional de bajo grado.

Al sur de Cd. Altamirano, se emplazó el Batolito Placeres del Oro hace unos 100 m.a.; otros cuerpos plutónicos similares se localizan en las ciudades de Arcelia y Apaxtla, aunque estos últimos no han sido datados, pudieran ser de edad Turoniano (De Cserna 1978).

Durante el Cretácico Superior continúa la sedimentación marina con los depósitos de flysch que rellenan las cuencas.

A partir del Eoceno, la región sufre una emersión provocando erosión y depósito de capas rojas continentales en cuencas favorables y depósito de productos volcánicos ácidos a intermedios continentales.

La actividad ígnea del Oligoceno-Mioceno está representada por las lavas riolítico-dacíticas conjuntamente con tobas y lahares asociadas a depósitos de ignimbritas que reciben los nombres de Riolita Tilzapotla y Grupo Buenavista.

Del Plioceno al Reciente, comienza el vulcanismo básico, andesítico basáltico ligado a los típicos fenómenos del Eje Neovolcánico.

Según los estudios realizados por Campa (1978), se conocen cuatro etapas de deformación:

Fase compresiva del Cenomaniano.- Su manifestación más patente es el desarrollo de metamorfismo que provocó la foliación y el plegamiento de la secuencia vulcanosedimentaria preexistente.

Fase compresiva del Paleoceno.- Está superpuesta a la primera y es la responsable de los grandes pliegues sinclinales y anticlinales de la región.

Fase compresiva del Mioceno.- Su manifestación es la inclinación que presentan los depósitos del Grupo Balsas, los cuales no pueden ser atribuidas simplemente a inclinaciones de depósito.

Fase distensiva Neotectónica.- Se manifiesta en las fallas normales y diaclasas que afectan a los depósitos Pliocuaternarios.

4. YACIMIENTOS MINERALES

4.1 SITUACION METALOGENICA REGIONAL

La presencia en la región de rocas vulcanosedimentarias asociadas a un geosinclinal dentro de un régimen de arco insular, define una franja mineralizada del orden de 115 Km de largo y entre 20 y 50 Km de ancho, esta franja está delimitada por el borde de la plataforma Morelos- Guerrero y un dominio de arco insular. Dentro de esta secuencia compleja, es posible definir tres ambientes geológicos con base en el tipo de rocas asociadas: A) Dominio volcánico, caracterizado por la presencia de rocas volcánicas submarinas con interdigitaciones de rocas sedimentarias, con un claro dominio de las primeras; B) Dominio pelítico, caracterizado por la presencia de rocas pelíticas con escasas interdigitaciones de rocas volcánicas submarinas y C) Ambiente transicional, en el que existen los dos tipos de rocas sin predominar una sobre otra. (García y Heredia 1989).

En la franja mineralizada se han localizado los siguientes depósitos vulcanogénicos: Rey de Plata, El Tule, Lucas Salada, La Trinidad, Campo Morado, Suriana y Campo Seco en el estado de Guerrero, asociados a un dominio volcánico, asociados a un dominio sedimentario se tienen los depósitos de Tizapa, Santa Rosa, El Paso del Cobre y Pilatel en el estado de México; en el estado de Guerrero se tienen las manifestaciones de Las Américas, Salitre

Grande, Tlanilpa, Aurora y Azulaques comprendidos en un ambiente transicional entre los dominios volcánico y pelítico. (fig. No. 4)

El proyecto Achatla queda está comprendido dentro del distrito minero de Campo Morado-Suriana, que al igual que Rey de Plata, fueron o son yacimientos vulcanogénicos de importancia.

Tanto en Campo Morado como en La Suriana, los depósitos de sulfuros masivos ocurren dentro de una secuencia vulcanosedimentaria de aguas someras, en donde existe un dominio de los depósitos volcánicos sobre los sedimentarios. Estos depósitos son concordantes, generalmente lenticulares y encajonados en rocas que han sido sometidas a un metamorfismo regional de bajo grado. Dado que la zona de estudio se encuentra muy cerca del yacimiento de La Suriana, es de esperar que los cuerpos de sulfuros masivos buscados sean muy similares a ese tipo de mineralización.

El yacimiento de Rey de Plata es un depósito vulcanogénico de sulfuros masivos cuya mena polimetálica se emplaza dentro de un paquete piroclástico de composición riolítico-dacítico y andesítico con horizontes sedimentarios interdigitados de posible edad Cretácico Inferior (García Fons, 1981).

4.2 ESTRATIGRAFIA LOCAL

Las unidades que afloran en el área en cuestión están constituidas por rocas volcánicas y sedimentarias correlacionables

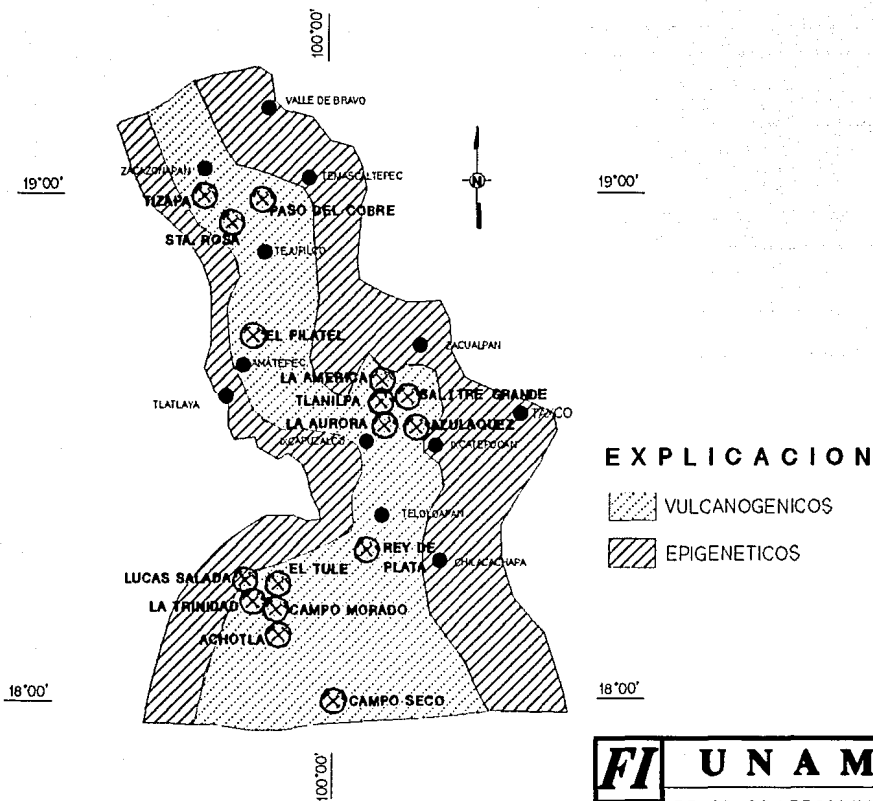


FIG.4 FRANJA DE OCURRENCIA DE SULFUROS MASIVOS Y DE RELLENO DE FISURAS EN EL COMPLEJO VULCANOSEDIMENTARIO DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL

FI	UNAM
	TESIS PROFESIONAL
OSCAR GENARO JIMENEZ GARCIA	
EVALUACION GEOLOGICA DEL PROYECTO ACHOTLA	
FIG. No. 4	FECHA: DIC-1991

con la secuencia vulcanosedimentaria descrita por Campa (1978), cerca del área.

Las rocas volcánicas están constituidas principalmente por tobas de naturaleza dacítica-andesítica, a las que se les ha denominado en este trabajo como Unidad Metavolcánica Félsica; sobreyaciendo a esta secuencia se encuentra un paquete de rocas sedimentarias a las que el autor ha informalmente nombrado Unidad Metasedimentaria. (fig. no. 5)

Este tipo de rocas son típicamente asociados a un ambiente de arco de islas o eugeosinclinal y el cambio de una unidad a otra es transicional debido posiblemente a una fase menos explosiva en el ambiente vulcanosedimentario.

UNIDAD METAVOLCANICA FELSICA

Estas rocas se encuentran ampliamente distribuidas en el área de interés. Básicamente consisten de una secuencia de tobas con diferentes texturas de composición principalmente andesítica-dacítica y acusan un metamorfismo regional de bajo grado correspondiente a las facies de esquistos verdes; presentan un color gris que varía en tonalidades del verde al azul, y por efectos del intemperismo la roca adquiere tonos claros a blanquecinos.

A nivel macroscópico se observa que estas rocas presentan varias texturas, presentandose desde tobas líticas cristalinas (con

fragmentos de cristales observables con lupa) y tobas cristalinas porfidicas (con fenocristales de feldespatos), hasta horizontes piroclásticos.

Las rocas se encuentran foliadas debido a efectos de metamorfismo regional y afectadas por acción hidrotermal en diferentes grados.

Esta unidad ha estado sujeta a procesos metamórficos dinamotérmicos, cuyo protolito probablemente corresponda a productos volcánicos de naturaleza una calco-alcalina.

UNIDAD METASEDIMENTARIA

Se encuentra distribuida en la parte poniente del área de estudio; sus dimensiones son regionales y en algunos casos se encuentra como pequeños afloramientos aislados. Consiste de filitas de color gris a crema, intensamente fracturadas y finamente foliadas, presentan una débil pseudoestratificación en su base haciéndose más evidente a medida que se aleja del contacto con la Unidad Metavolcánica. Litoestratigráficamente se encuentra sobreyaciendo a la Unida Metavolcánica concordantemente en forma transicional.

Se considera que esta secuencia se origina a partir de protolitos que consistieron de sedimentos arcillo-calcareos, lutitas,

areniscas y limolitas con intercalaciones de margas y lentes de caliza (Pizanni y Martínez, 1988).

4.3 ROCAS ENCAJONANTES

Los horizontes mineralizados se encuentran dentro de la Unidad Metavolcánica Félsica, particularmente asociados a las zonas de alteración cuarzo-sericita-pirita y concordantes con la estratificación-foliación (fig. No. 5).

En superficie se observa cómo las zonas de alteración son claramente concordantes con la estratificación-foliación; así mismo es evidente el traslape de las zonas de alteración con las zonas de anomalías geoquímicas (fig. 5 y 6). Las relaciones entre zonas de alteración, anomalías y horizontes estratigráficos, representa una serie de características determinantes, favorables para la localización de cuerpos de sulfuros masivos vulcanogénicos .

De las descripciones de los núcleos de barrenos se reconocieron dentro de la Unidad Metavolcánica Félsica, tres diferentes litologías interdigitadas, así como varios tipos de alteración, que a continuación se describen.

Toba Lítica Fina. Presenta un color que varía de gris a azul, de textura lítica-cristalina, donde los cristales son en su mayoría subedrales con una menor cantidad de cristales cuedrales menores de 2 mm.; la mineralogía está representada casi en su totalidad por feldespatos y ocasionalmente se logra observar cuarzo con un contenido menor al 5%. La roca es compacta y se encuentra foliada, cuando está alterada por efecto del intemperismo adquiere un color que varía de blanquizco a ocre. Esta roca es la más ampliamente distribuida y en la que principalmente se encuentran los horizontes mineralizados, sobre todo cuando presenta la alteración cuarzo-sericita-pirita.

Toba Cristalina. Esta toba tiene una textura porfídica con cristales cuedrales y en forma de líticos mayores de 2 mm. y fenocristales de feldespatos; la roca presenta un color gris verdoso. La mineralogía al igual que en la toba fina está representada por feldespatos sin presencia de cuarzo. La foliación que presenta no es tan marcada como en la toba fina y no presenta mineralización.

Piroclastos o "Mill Rock". Los piroclastos son fragmentos de toba fina y gruesa con tamaños hasta de 5 cm., de apariencia brechoide dentro de una matriz afanítica cloritizada. Los piroclastos se encuentran orientados y foliados, aunque no presentan índices de sulfuros masivos, se tiene una red de vetillas con sulfuros. En superficie no aflora y mediante la barrenación solo se definió un horizonte de esta naturaleza.

4.4 ESTRUCTURAS MINERALIZADAS

Los síntomas de mineralización se presentan de dos tipos: en forma de mantos y redes de vetillas. Los mantos de sulfuros masivos tienen un contenido mayor del 80 % de pirita y en el área barrenada se presentan en forma lenticular con espesores variables de 5 cm. hasta 0.5 m.; no obstante en zonas vecinas estos espesores llegan a ser de varios metros; por su parte, los horizontes masivos oxidados pueden alcanzar hasta 10 m. con proporciones variables de óxidos de fierro, de aspecto masivo o pulverulento y llegan a constituir el 100 % de la roca.

Los horizontes se encuentran asociados a las zonas de alteración, que como ya se indicó, muestra paralelismo con la estratificación-foliación y constituye el factor estructural más importante que controla la actitud de los índices de mena.

Las vetillas de óxidos y sulfuros, pueden ser de dos tipos; el primer tipo corresponde con vetillas que se presentan a lo largo de planos de foliación y que varían en espesores de 1 mm. a 1 cm. y pueden ocupar hasta un 10 % del volumen total de la roca; en el caso de los óxidos éste contenido tiende a verse exagerado debido a los efectos de la alteración superficial. El otro tipo de vetillas es el que corta a las rocas en forma irregular, formando redes entrelazadas; estas vetillas por lo general son menores de 2 mm., pero excepcionalmente pueden tener anchos de 1 o 2 cm.; el

contenido es menor al 5 % del volúmen de la roca, pero en ocasiones el vetilleo llega a ser tan intenso que forma zonas de stockwork.

Debido al poco espesor de los horizontes mineralizados, no es posible hacer una correlación entre los barrenos. No obstante, se hizo una interpretación geológica-geoquímica, con base en los resultados de análisis químicos y descripciones de los núcleos obtenidos en la barrenación. (fig. no. 7 y 8).

En general, se observa la tendencia de las zonas con valores anómalos a tener una forma lenticular, asociada a las zonas de alteración cuarzo-sericita-pirita.

4.5 MINERALOGIA

La mineralogía que se presenta en los horizontes mineralizados y vetillas es muy simple. El principal mineral es pirita que se presenta en cristales finos a medianos dentro de los horizontes masivos y en las vetillas puede tener cristales de hasta 2 mm. La pirita representa mas del 80 % del contenido total de los sulfuros; la calcopirita por su parte se encuentra en cantidades mucho menores, asociada a la pirita y por lo general es mas fácil observarla en las vetillas.

La galena sólo se pudo observar a simple vista en una muestra de núcleo en forma de pequeños cristales diseminados asociados con la pirita; la esfalerita no pudo ser observada pero su presencia fue determinada por análisis químicos.

El oro no es observable pero se cree que ocurra como electrum, asociado a la pirita, como en el caso de la mina Campo Morado.

En la zona de óxidos la mineralogía está representada por óxidos de hierro principalmente hematitas, limonitas y jarositas con variaciones en los contenidos de Cu y Zn. El oro se encuentra asociado a los óxidos por efectos de enriquecimiento supergénico.

Como minerales de ganga se tiene al cuarzo que se encuentra asociado a la pirita en los horizontes masivos y en forma de pequeños "ojillos" entre las vetillas de pirita. La calcita es otro mineral de ganga que se presenta en forma de vetillas que puede estar o no acompañada de pirita; la barita es muy escasa pues sólo se observó en una muestra en forma cristalina a lo largo de un delgado vetilleo.

Como minerales de alteración se presentan principalmente la clorita y sericita.

ZONEAMIENTO

Con base en los resultados de los análisis químicos, se elaboraron secciones a lo largo de las líneas de barrenación en donde se señala la distribución de los elementos químicos (figs. 9 y 10). Con estas secciones y la información que aportaron los núcleos obtenidos durante la barrenación se establecieron zonas con anomalías geoquímicas las cuales muestran formas lenticulares concordantes con la estratificación-foliación.

De esas dispersiones se observa dentro de las zonas anómalas, la existencia de un zoneamiento de tipo vertical (fig. no. 7), es patente que hacia la parte alta de los horizontes hay un incremento en los valores de Zn disminuyendo los de Cu y hacia la base, los valores se incrementan en Cu y disminuyen los de Zn.

En la figura no. 8 el zoneamiento en la anomalía es mas evidente, ya que se observa dentro de una zona de alteración cuarzo-sericita-pirita que hacia el alto tiene valores mayores de Pb Zn mientras que al bajo muestra valores mayores de Cu.

Lo anterior coincide con el zoneamiento propuesto por Takeo Sato, (1977) para los yacimientos vulcanogénicos: " el zonado vertical está bien definido estratigráficamente con el zinc aumentando y el cobre disminuyendo hacia arriba de los cuerpos masivos". Para los yacimientos vulcanogénicos precámbricos de Canadá Sangster (1972) también describe una zoneamiento similar en el

cual el zinc y el plomo son más abundantes hacia el alto del cuerpo masivo, aumentando el cobre hacia el bajo.

ALTERACIONES

Cloritización. Esta alteración se presenta principalmente en la toba litica y consiste de clorita en forma de manchas que le dan a la roca una coloración verde, también se presenta dentro de la matriz de los piroclastos.

Silicificación. Se manifiesta como cuarzo blanco en forma de bandas concordante con la foliación que en ocasiones llega a formar una sustitución total de la roca; la silicificación se encuentra junto a los horizontes mineralizados tanto al alto como al bajo.

Alteración Cuarzo-Sericita-Pirita. Esta alteración se manifiesta por la argilización de los feldespatos acompañada de silicificación así como la presencia de pirita en forma diseminada o de vetillas a lo largo de planos de foliación; cuando esta alteración se encuentra lixiviada, debido a efectos de la alteración superficial, presenta una coloración blanca a ocre y la pirita se convierte en óxidos de hierro. Esta alteración es una importante guía ya que en superficie se encuentra relacionada con la zona de anomalías geoquímicas (figs. 5 y 6).

4.6 DISCUSION GENETICA

Un modelo evolutivo para explicar el origen y distribución de los cuerpos de sulfuros masivos vulcanogénicos de Achotla, se puede explicar por la sucesión de una serie de fenómenos interrelacionados (fig. No. 11)

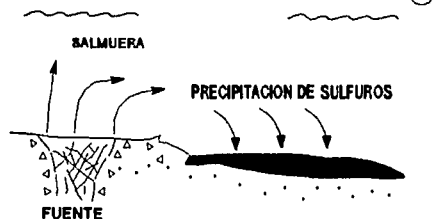
Los horizontes de sulfuros masivos del Area en cuestión tienen un origen vulcanogénico típico, en el que los cuerpos se han originado a partir de soluciones exhalativas del tipo calco-alcalino asociadas a un ambiente tectónico de arco insular-mar marginal.

En el caso de los depósitos de sulfuros masivos, el medio de transporte es el agua, en donde los metales son transportados en soluciones ricas en complejos de cloro y azufre lo que aumenta considerablemente la solubilidad de los metales.

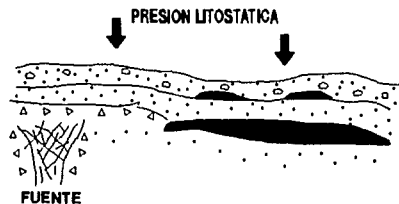
En una primera etapa, contemporánea al depósito de la secuencia volcánica, ocurre la precipitación química de los metales. Si se acepta que el transporte es efectuado en un medio acuoso donde los metales se encuentran en complejos de cloro, el depósito puede deberse a diversos factores como: dilución de las soluciones de mena con relación al cloro, descenso de la temperatura, aumento en el pH y, aumento en la concentración del azufre.

En la segunda etapa culmina la actividad volcánica y cesa la depositación, comenzando el depósito de una unidad netamente

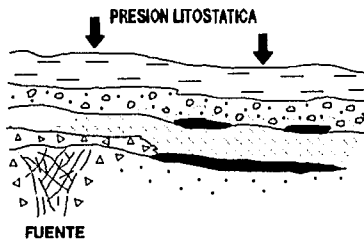
ETAPA DE PRECIPITACION ①



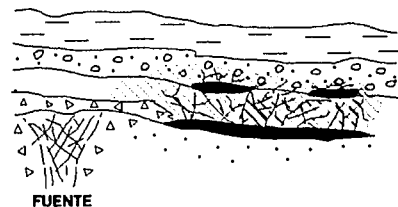
ETAPA DE COMPRESION VERTICAL ②



ETAPA DE MIGRACION Y PERDIDA DE VOLUMEN DE LOS SULFUROS MASIVOS ③



FORMACION DE HALOS HIDROTHERMALES POR REMOVILIZACION (VETILLO DE Py-Cpy) ④



EXPLICACION

UNIDAD METASEDIMENTARIA

UNIDAD METAVOLCANICA FELSICA (BRECHAS, CONGLOMERADOS Y TOBAS)

ALTERACION GUARZO-SERICITA

SULFUROS MASIVOS

VETILLO PIRITA-CALCOPIRITA

FI	UNAM
TESIS PROFESIONAL	
OSCAR GENARO JIMENEZ GARCIA	
EVALUACION GEOLOGICA DEL PROYECTO ACHOTLA	
FIG. NO. 11	FECHA: DIC-1991

sedimentaria la cual pudo a ejercer una presión litostática en sentido vertical.

La tercera etapa se caracteriza por una fuerte presión litostática que se refleja en la pérdida de volumen y segmentación de los sulfuros masivos así como la migración de estos.

Como una cuarta etapa se tiene la formación de halos hidrotermales producto de la removilización que se refleja en las zonas de alteración y vetillos de sulfuros; estos vetillos de pirita principalmente, se clasifican por su emplazamiento como parte de los yacimientos del tipo hidrotermal.

Posterior a la formación de los cuerpos de sulfuros masivos se presenta el proceso de enriquecimiento supergénico formando horizontes de óxidos con altas leyes de Au y Ag.

Sangster (1972) considera que los yacimientos vulcanogénicos pueden ser divididos en dos grupos de acuerdo a su composición y ambiente geológico : A) Los asociados a dominios volcánicos o proximales. B) Los asociados a dominios pelíticos o distales.

Los depósitos asociados a dominios volcánicos o proximales son definidos como masivos o en stockwork, ricos en Cu-Zn y ocurren dentro de un ambiente volcánico. En cuanto a su distribución metálica, los depósitos muestran un buen zoneamiento

aumentando el contenido de zinc hacia arriba y el de cobre hacia abajo.

De acuerdo a esta definición los depósitos del Área de Achiota pueden estar dentro de la categoría proximales, ya que los horizontes de sulfuros están asociados a un ambiente predominantemente volcánico.

4.7 PERSPECTIVAS GEOLOGICO-MINERAS

La secuencia vulcanosedimentaria metamorfozada de edad Jurásico-Cretácico que aflora en la región comprendida entre el Eje Neovolcánico y la Cuenca del Río Balsas, constituye un paquete litológico favorable para la existencia de yacimientos vulcanogénicos.

Aunque en el Área de estudio se encontraron horizontes de sulfuros vulcanogénicos, éstos no reúnen las características necesarias para ser considerados como depósitos económicos. Sin embargo pueden considerarse como una guía de mineralización favorable para la exploración.

Por el comportamiento de los cuerpos minerales en áreas adyacentes como el de "La Suriana", así como las similitudes geológicas en ambas Áreas y sabiendo que los cuerpos de sulfuros vulcanogénicos se encuentran asociados a horizontes estratigráficos específicos, es bastante factible lograr un control estratigráfico-

estructural mas detallado, con miras a localizar otros puntos de interés para reconocimiento a profundidad con barrenación. De hecho, el área estudiada posee un excelente potencial geológico para la localización de cuerpos mineralizados, en especial la zona al SW, dado que representa el sectores donde se proyectarian los cuerpos de La Suriana, además de que en esta zona se ha podido definir un aumento en la alteración avanzada de cuarzo-sericita-pirita así como un incremento en los valores anómalos de Pb y Zn, lo que indica la posible cercanía de un cuerpo mineral.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los cuerpos minerales cercanos al Área de estudio así como los indicios encontrados en la misma, tienen un origen vulcanogénico, donde los cuerpos se han originado a partir de soluciones exhalativas asociadas a un ambiente tectónico de arco insular-mar marginal.

Se considera a la alteración cuarzo-sericita-pirita una importante guía de mineralización, así también se reconoce la asociación de cuerpos minerales con horizontes estratigráficos específicos, por lo cual el Área es considerada de interés para la prospección.

Las zonas de alteración en superficie fueron afectadas por procesos supergénicos lo que propició que se incrementaran los valores anómalos de oro.

Se determinó la existencia de horizontes con índices de sulfuros masivos vulcanogénicos, aunque estos no reúnen las características necesarias para ser considerados como depósitos minerales económicamente explotables, presentan síntomas de mineralización que indican un excelente potencial geológico para la existencia de cuerpos mineralizados de interés económico.

Se considera al sector SW del Área como el más favorable para la localización de nuevos depósitos, que pudieran representar la

continuación de los cuerpos conocidos, como el de Suriana u otros que se encuentren dentro del mismo horizonte estratigráfico .

Como recomendaciones se sugiere:

Continuar la exploración geoquímica en zonas cercanas que presenten condiciones geológicas favorables y muy en especial en el sector SW, con el objeto de definir horizontes favorables anómalos, como los conocidos en La Suriana y el área de estudio.

Definir el comportamiento del cuerpo Suriana, através de un análisis estratigráfico-estructural, para así mismo tener un control detallado de las características de los horizontes favorables , esto mismo es recomendable hacia el sector SW del área que se considera el más favorable para la existencia de cuerpos con valores económicos.

BIBLIOGRAFIA

Campa Uranga Ma. Fernanda; Campos Mario; Flores Roberto y Oviedo Ramón, 1974, La Secuencia Mesozoica Vulcano-Sedimentaria Metamorfizada de Ixtapan de la Sal, Mex.-Teloloapan, Gro.: Bol. Soc. Geol. Mex. T XXXV pp 7-28.

Campa Uranga Ma. Fernanda, 1978, La evolución Tectónica de Tierra Caliente, Gro.: Bol. Soc. Geol. Mex. T XXXIX pp 52-64.

Campa Uranga Ma. Fernanda; Ramirez Joel; Flores Roberto y Coney Peter, 1980, Conjuntos Estratotelectonicos de la Sierra Madre del Sur, Región comprendida entre los Estados de Guerrero, Michoacán, México y Morelos: V Convención Nacional de la Soc. Geol. Mex.

De Cserna Zoltán; Palacios Nieto Miguel y Pantoja Alor Jerjes, 1978, Relaciones de Facies de la Rocas Cretácicas en el NW de Guerrero y Areas Colidantes de México y Michoacan: Rev. Inst. Geol. UNAM Vol. 2 pp 8-18.

Fries Carl Jr., 1959, Geología del estado de Morelos y partes adyacentes de México y Guerrero, Región Central Meridional de México, Instituto de Geología UNAM.

García Fons J; Heredia B. M. 1989, Distribución de Yacimientos Vulcanogénicos en la Provincia Norte de Guerrero-SurOccidente del Estado de México, SIPSA inedito.

González Fco., Estudio Geológico del Area de Cuacoyuca Estado de Guerrero, Tesis Profesional, UNAM.

Lorinczi G. I. y Miranda J. C., 1978, Geology of the Massive Sulfide Deposits of Campo Morado, Guerrero, México: Economic Geology Vol. 73 pp 180-191.

Monje H., Cookson J., 1978, Informe Final del Prospecto Campo Seco Mpio. Apaxtla, Gro., S.I.P.S.C. Inedito.

Paizanni H. F. y Martínez H. A., 1988, El Yacimiento Vulcanogénico de la asignación El Faisán, Mpio. de Arcelia, Guerrero; IX Seminario Interno Sobre Exploración Geológica Minera C.R.M.

Pantoja Alor Jerjes, 1959, Estudio Geológico de Reconocimiento en la Región de Huetamo Edo. de Michoacan: Bol. No. 50 C.R.M.N.R.

Sangster D. F. , 1972, Precambrian Massive Sulfide Deposits in Canada: A Review: Geol. Survey Can. Paper 72-22

Sato Takeda, 1977, Los Sulfuros Masivos Vulcanogénicos su Metalogenia y Clasificación: Rev. Univ. de Sonora Pub. No. 1

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

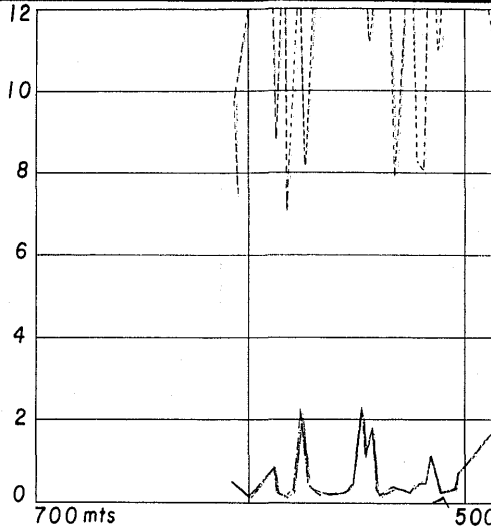
SW

B

ELEVACION
1,200 m.s.n.m

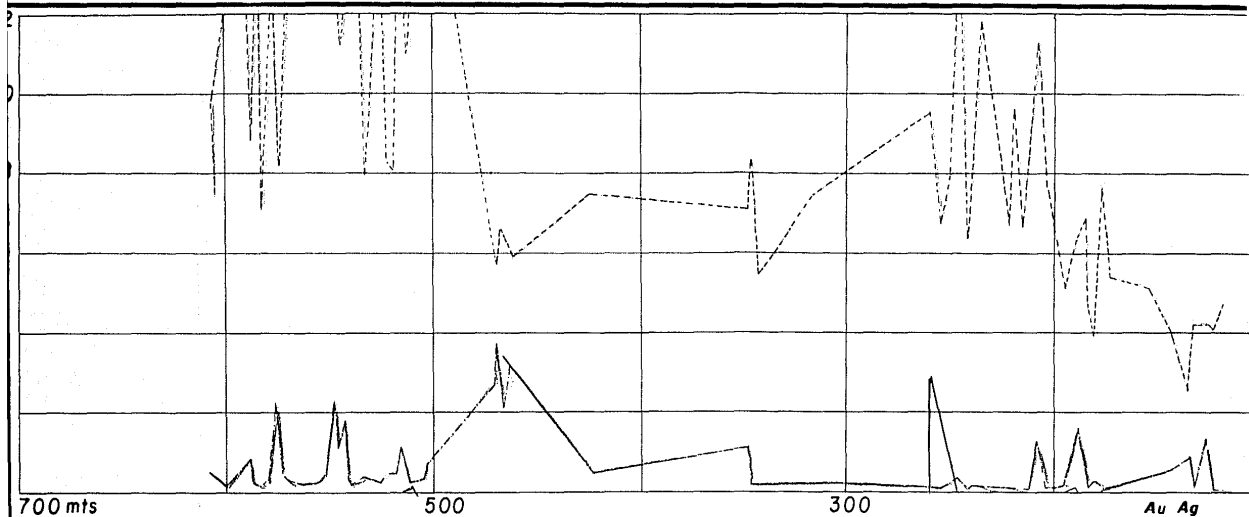
1,100

1,000



Au Ag
(g/t)
2.0 0.1 - 0





700 mts

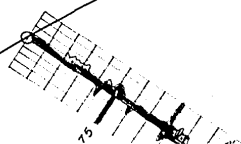
500

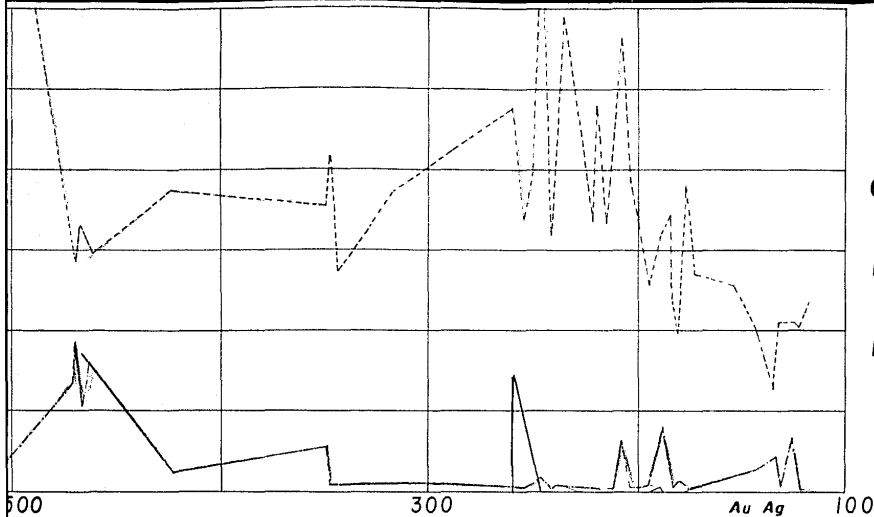
300

Au Ag
3.50m. 0.1 - 1

Au Ag
0.85m - 3.10 - 2

Au Ag
(g/t)
2.0 0.1 - 0





ORO (g/t)



FIERRO (%)



PLOMO/100 (ppm)



NE

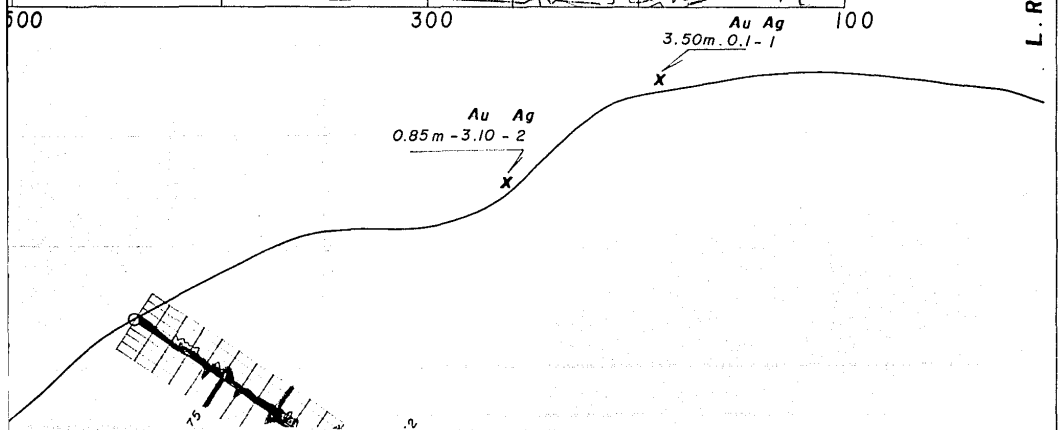
B'

1,2

1,10

1,05

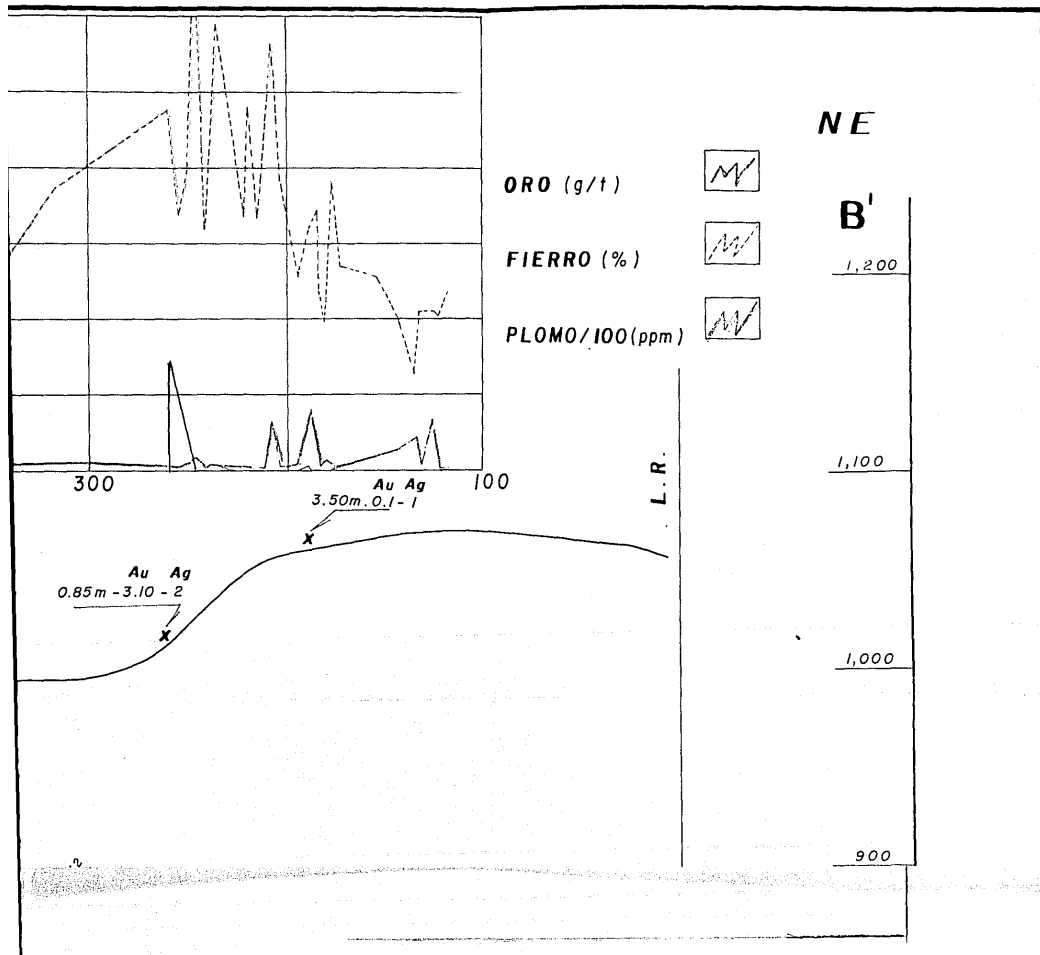
9C

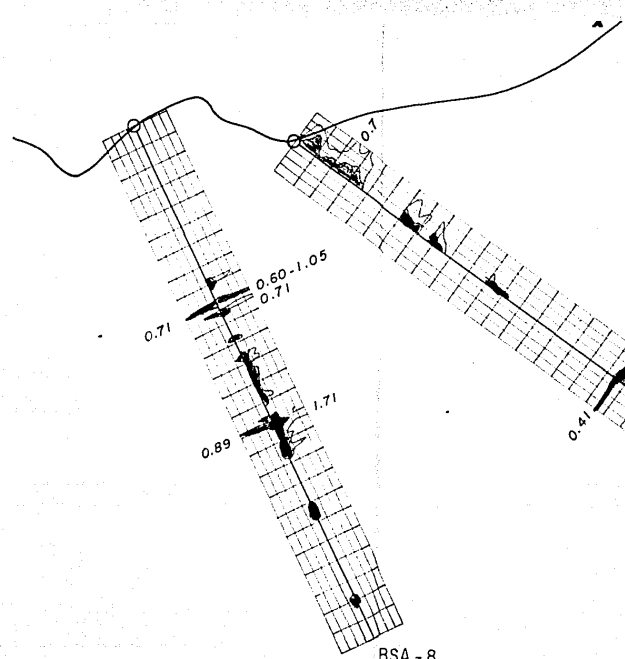
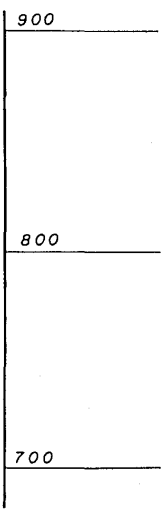


Au Ag
0.85m - 3.10 - 2

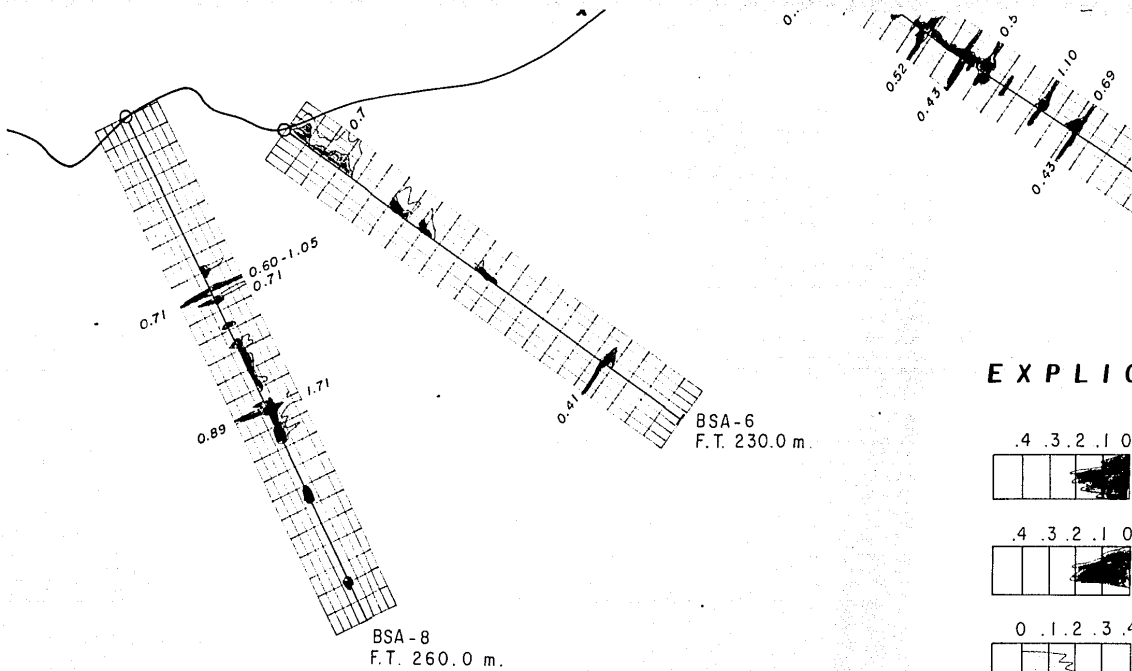
Au Ag
3.50m - 0.1 - 1

L.R.

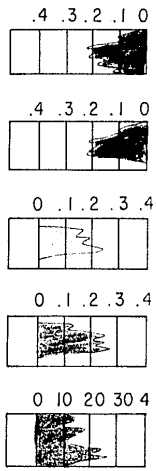


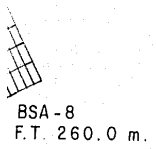
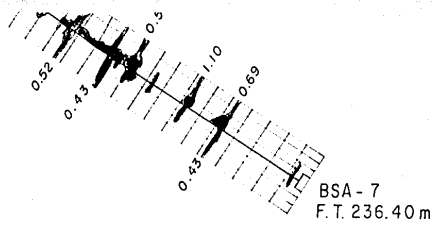
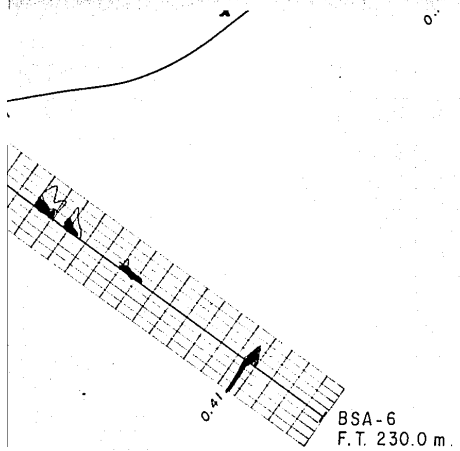


BSA-8
F.T. 260.0 m.

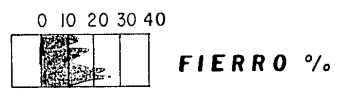
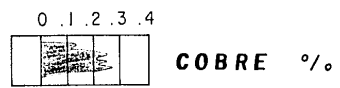
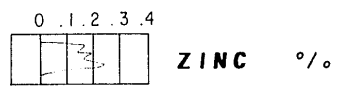
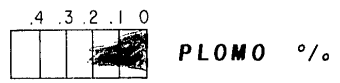
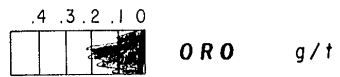


EXPLIC

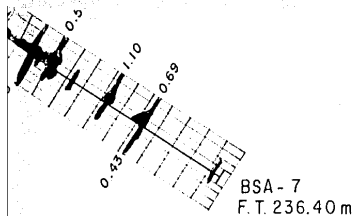




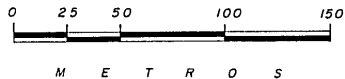
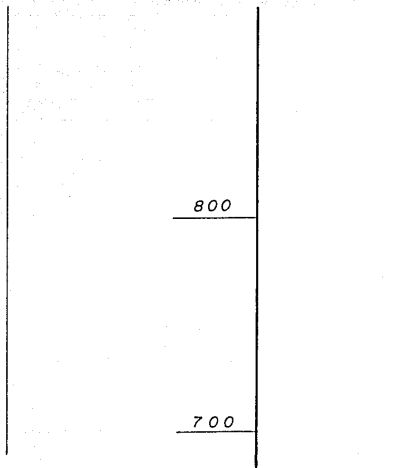
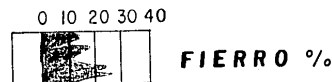
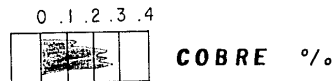
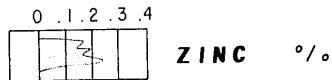
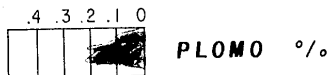
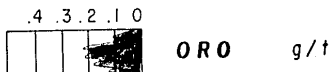
EXPLICACION



FI
0
DISTR
FIG -



EXPLICACION



FI

UNAM

TESIS PROFESIONAL

OSCAR GENARO JIMENEZ GARCIA

SECCION B - B'
DISTRIBUCION GEOQUIMICA DE VALORES

FIG - 10

ESC 1:2000

FECHA:

A

SW

ELEVACION
1,200 m.s.n.m.

1,100

1,000

900

ORO (g/t)



FIERRO (%)



PLOMO/100 (ppm)

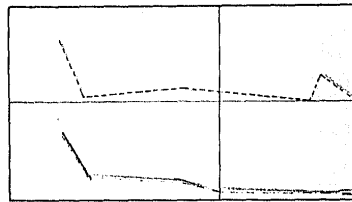


20

10

0

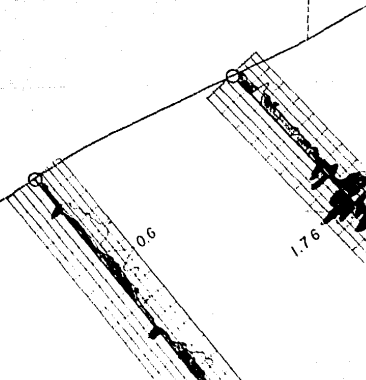
600 mts.



75.0 n

0.6

1.76



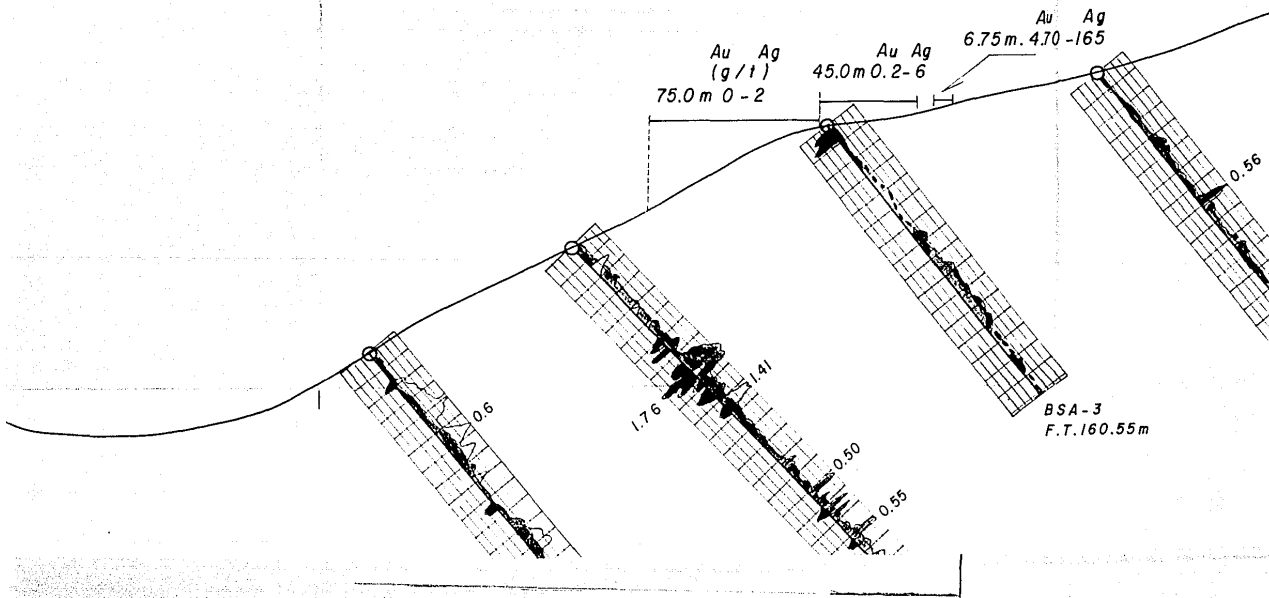
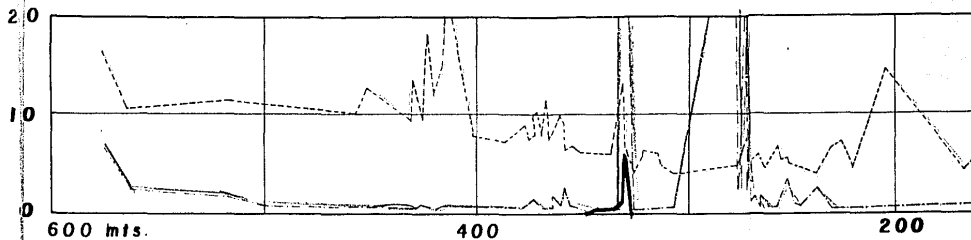
RO (g/t)

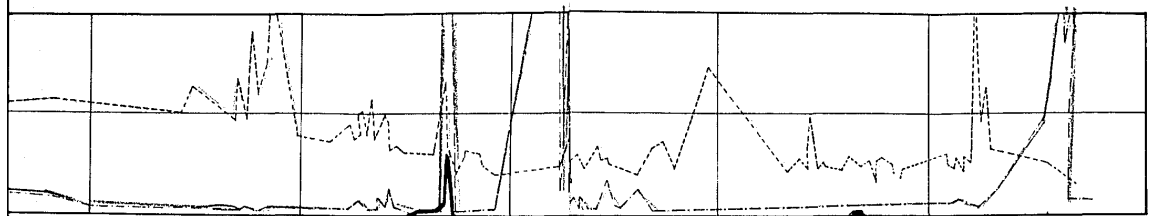


IERRO (%)



LOMO/100(ppm)

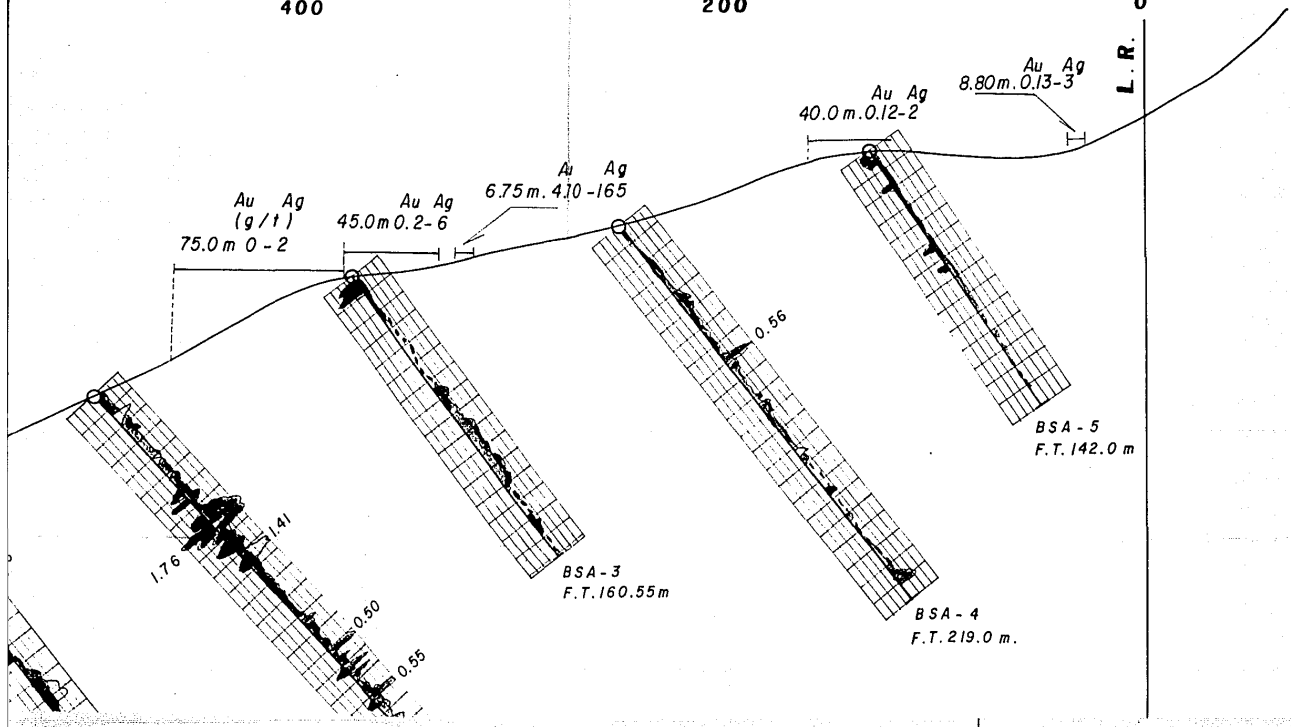


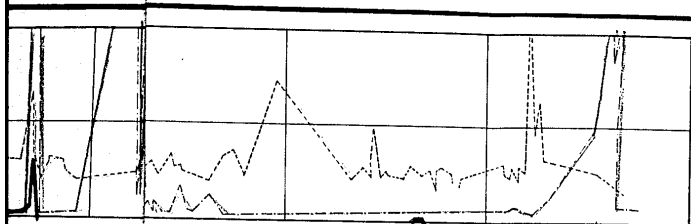


400

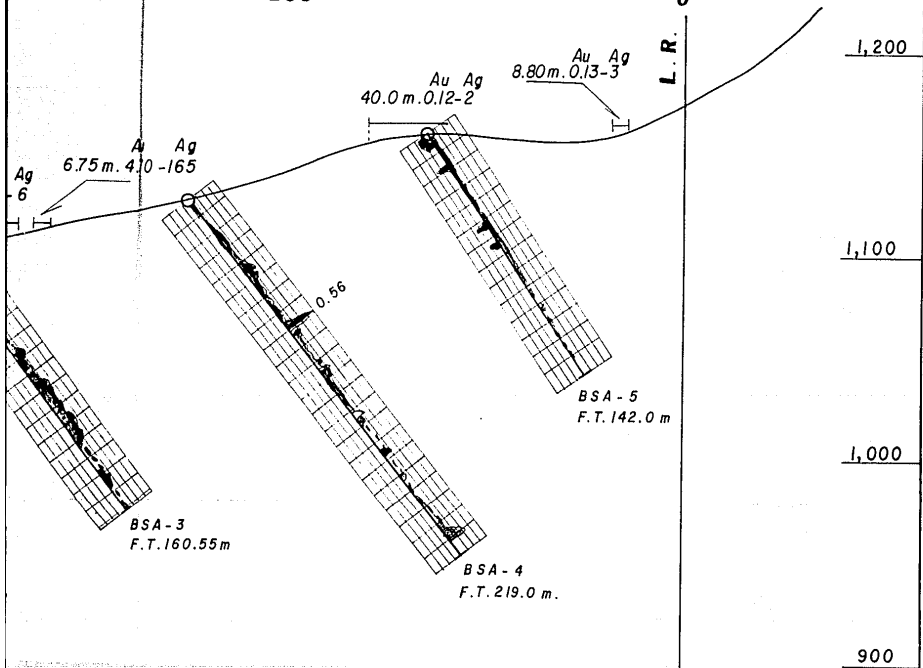
200

0





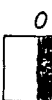
NE
A'

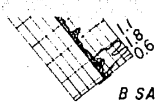


800

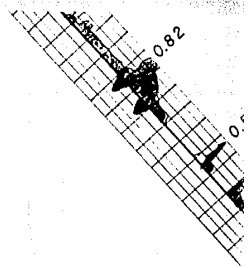
700

E X P

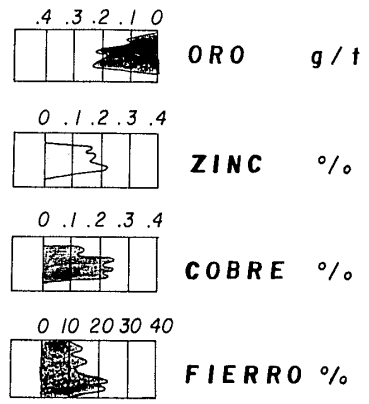


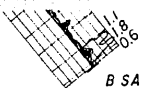


B SA - I
F.T. 161.35 m

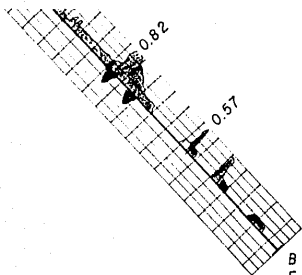


EXPLICACION



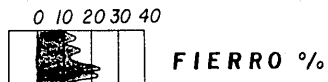
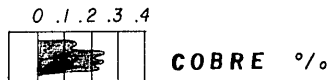
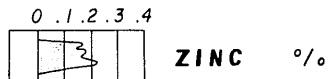


BSA-1
F.T. 161.35 m



BSA-2
F.T. 357.35 m

EXPLICACION

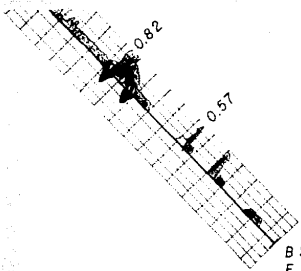


FI

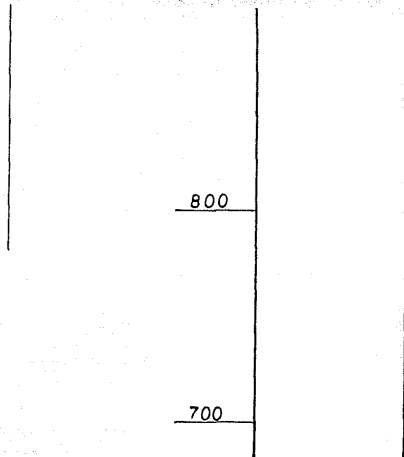
OS

DISTRIB

FIG -



BSA - 2
F.T. 357.35 m



FI	UNAM	
	TESIS PROFESIONAL	
OSCAR GENARO JIMENEZ GARCIA		
SECCION A - A' DISTRIBUCION GEOQUIMICA DE VALORES		
FIG - 9	ESC 1:2000	FECHA:

SW

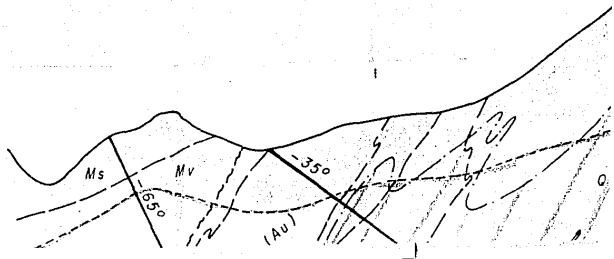
B

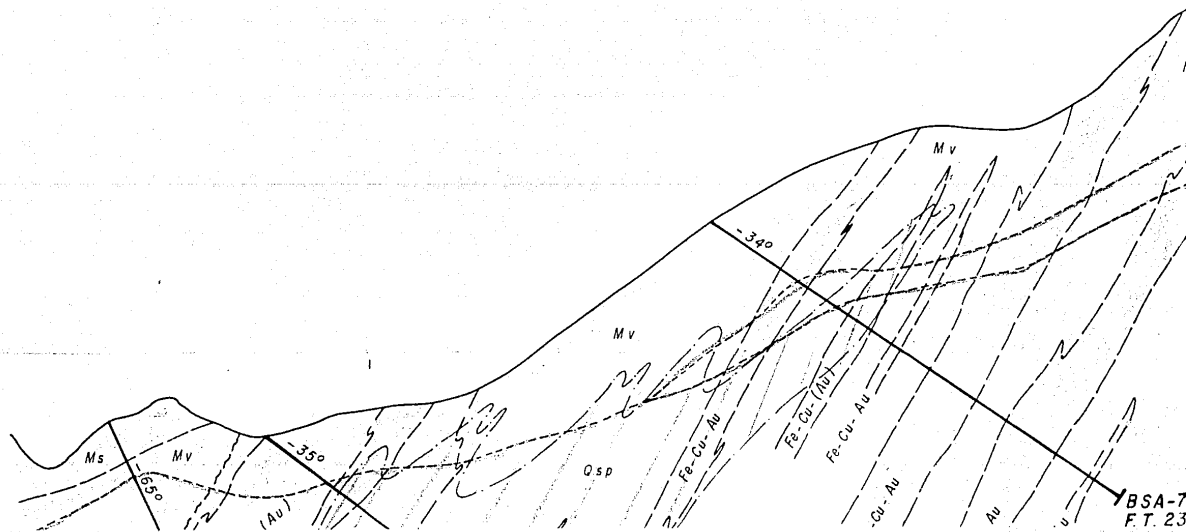
ELEVACION

1,100 m. s. n. m

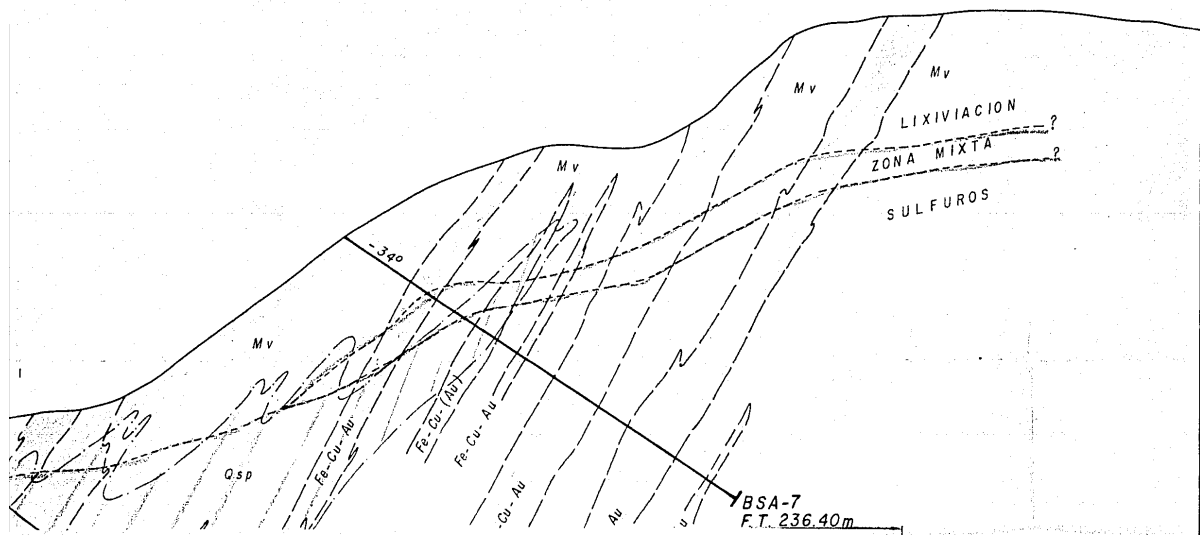
1,000

900





BSA-7
F.T. 23



NE

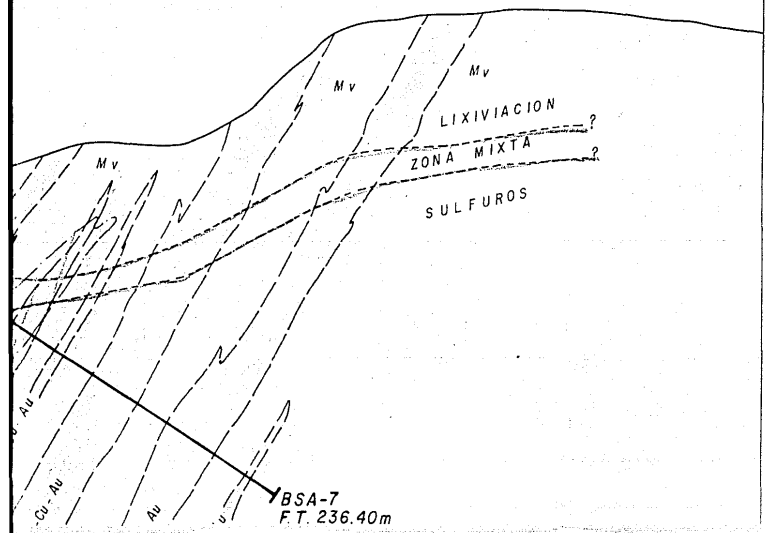
B'

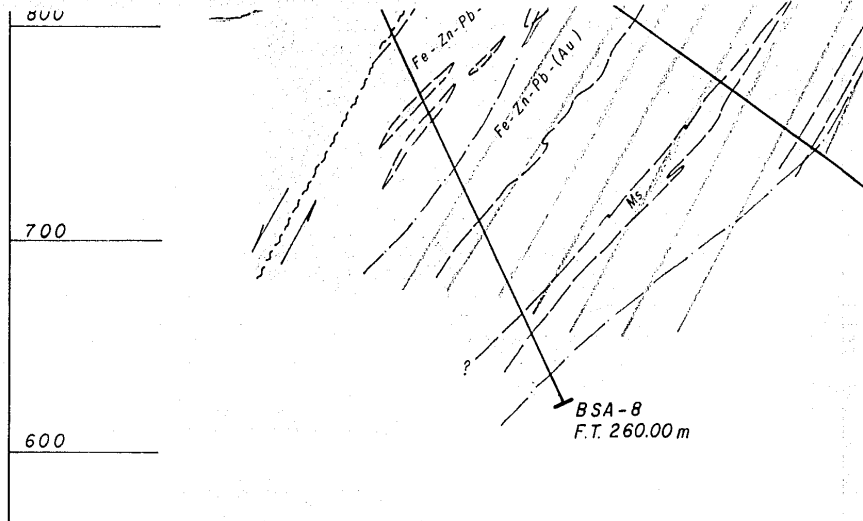
1,100

1,000

900

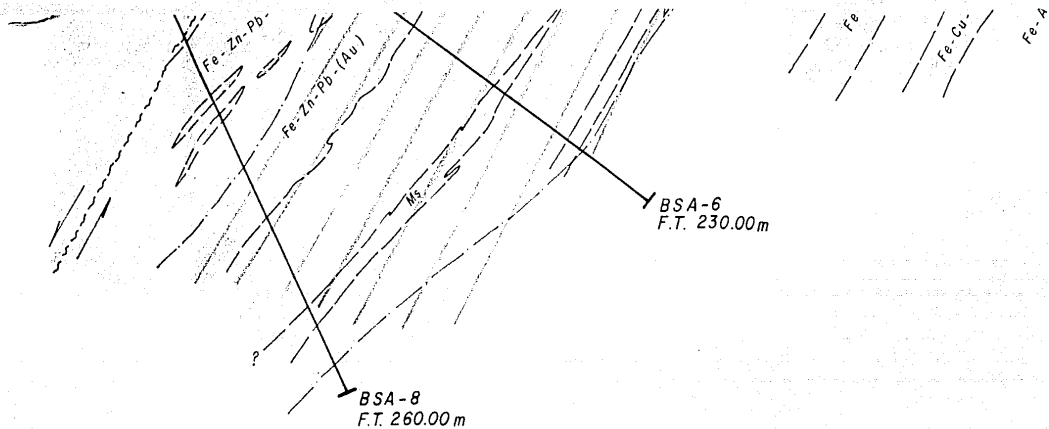
L.R.





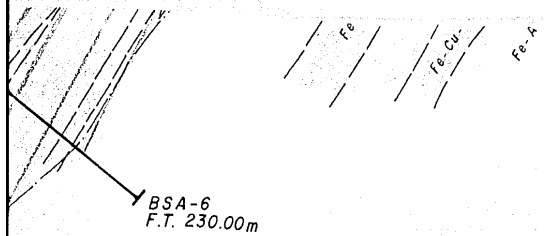
E X P L I C A

<p>UNIDAD METASEDIMENTARIA</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto;">Ms</div>	<p>HORIZONTES D</p>
<p>UNIDAD METAVOLCANICA</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto;">Mv</div>	<p>ALTERACION C</p>
<p>MILL - ROCK</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; height: 50%; text-align: center;">v</div> <div style="width: 50%; height: 50%; text-align: center;">d</div> <div style="width: 50%; height: 50%; text-align: center;">d</div> <div style="width: 50%; height: 50%; text-align: center;">d</div> <div style="width: 50%; height: 50%; text-align: center;">v</div> <div style="width: 50%; height: 50%; text-align: center;">d</div> <div style="width: 50%; height: 50%; text-align: center;">d</div> <div style="width: 50%; height: 50%; text-align: center;">d</div> </div>	

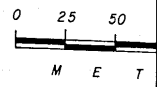


E X P L I C A C I O N

SEDIMENTARIA	Ms	HORIZONTES DE SULFUROS/OXIDOS DE FIERRO	Fe Cu
METAVOLCANICA	Mv	ALTERACION CUARZO-SERICITA-PIRITA	Qsp
ROCK			



A C I O N



NTES DE SULFUROS/OXIDOS DE FIERRO Fe Cu

ACION CUARZO-SERICITA-PIRITA QSP

FI	UN
TESIS PRO	
OSCAR GENARO JIM	
SECCION INTERPRETACION DE	
FIG - 8	ESC 1:20

Fe-A

800

700

600



ERRO

Fe Cu

Qsp

FI

UNAM

TESIS PROFESIONAL

OSCAR GENARO JIMENEZ GARCIA

SECCION B - B'
INTERPRETACION DE BARRENOS

FIG - 8

ESC 1:2000

FECHA:

SW

A

ELEVACION
1,200 m.s.n.m

1,100

1,000

900

Ms

Mv

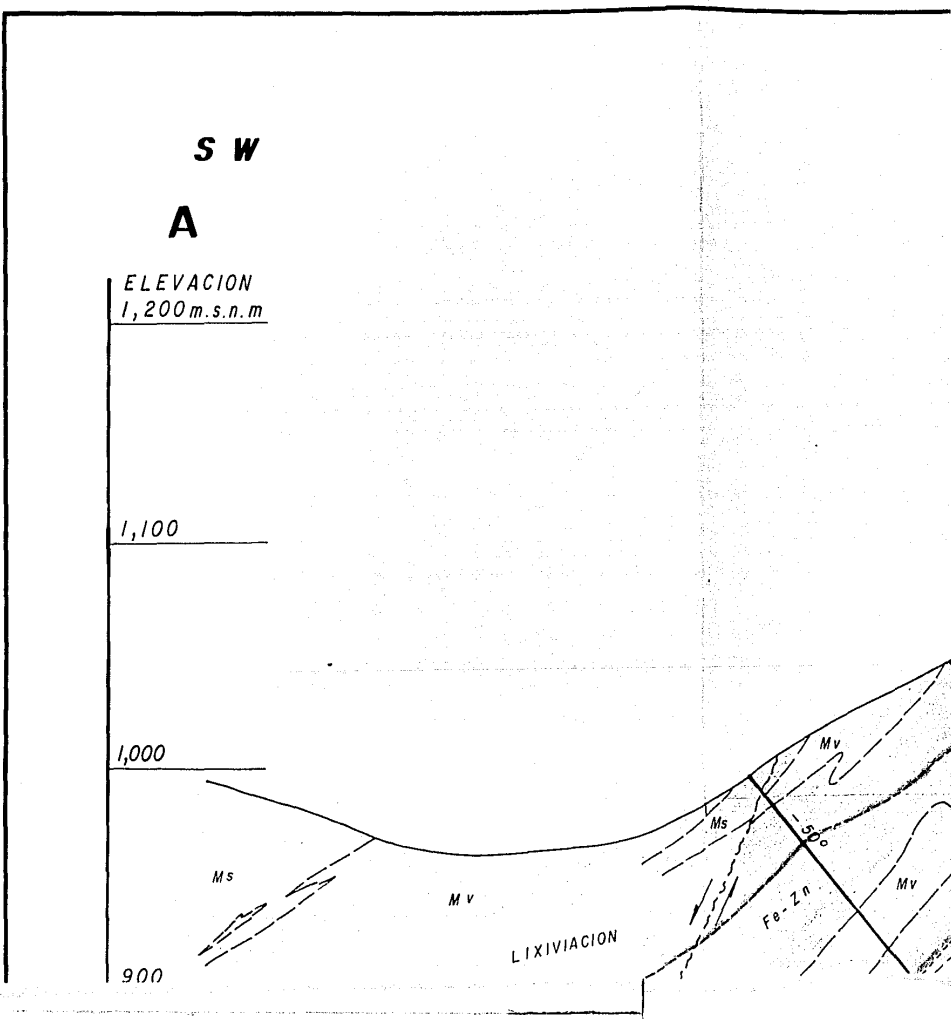
LIXIVIACION

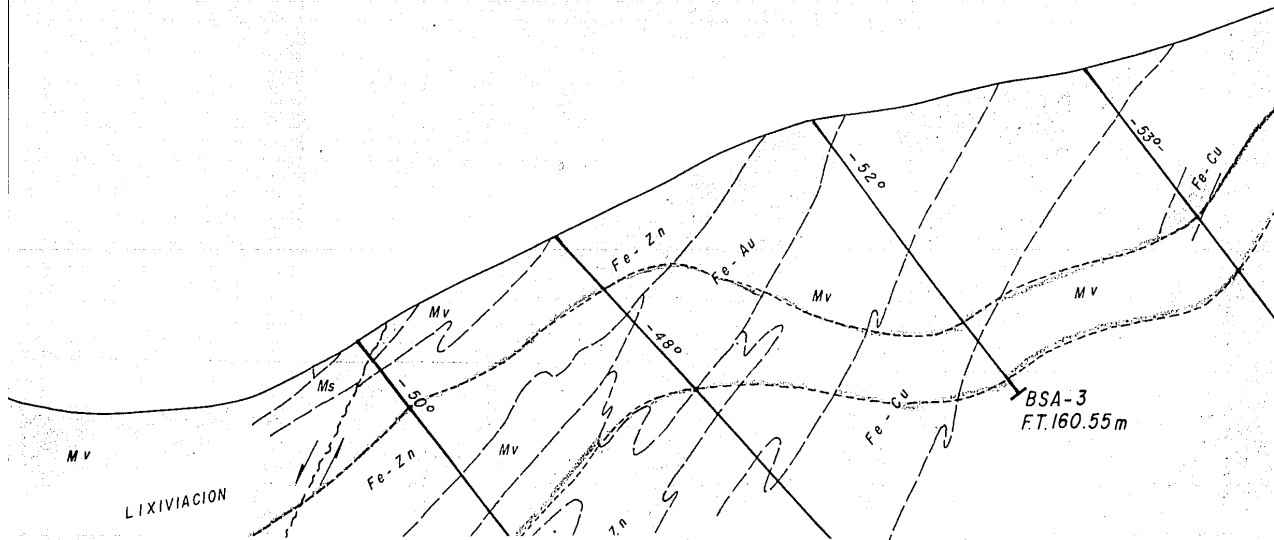
Ms
S_o
Fe-Zn

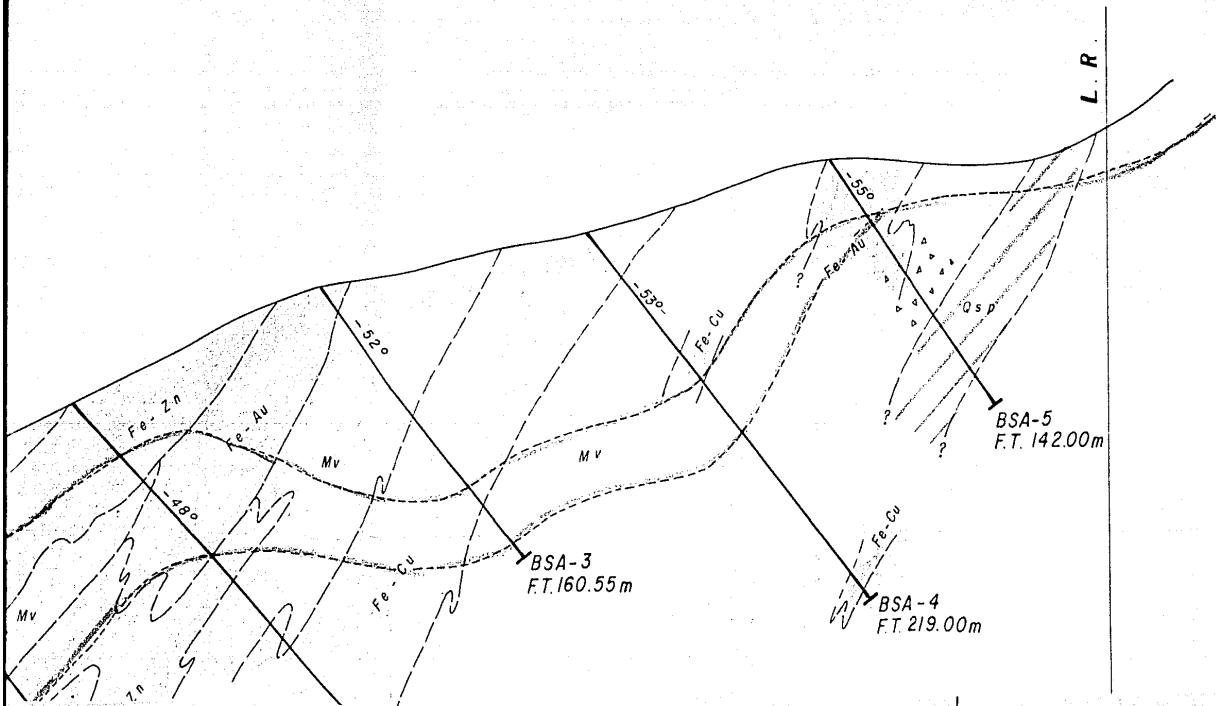
Mv

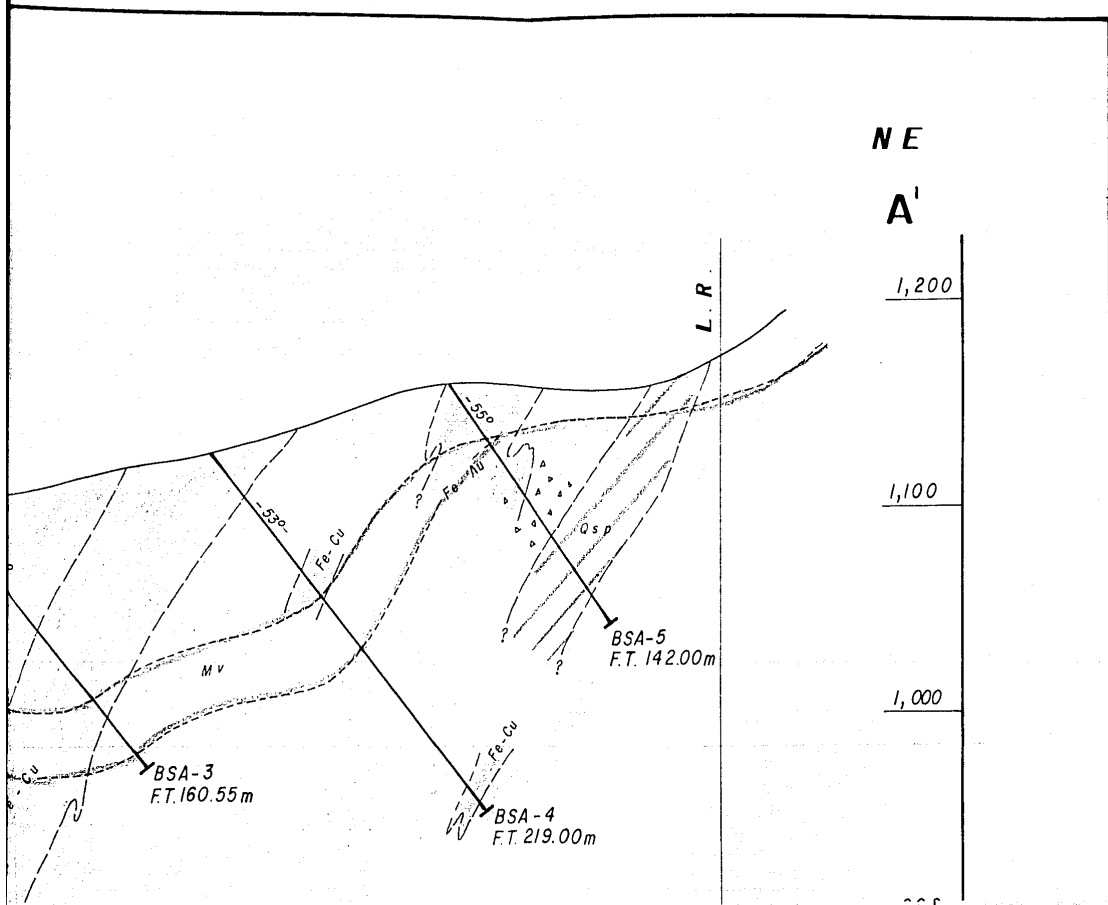
Mv

MSO₂ SO₄









NE

A'

1,200

1,100

1,000

L.R.

55°

-53°

Fe-Cu

Fb-Mv

Qsp

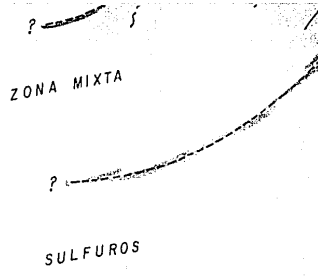
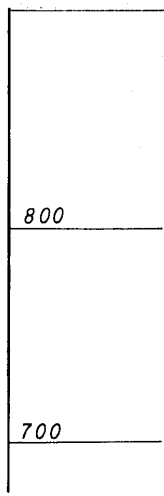
Mv

BSA-3
F.T. 160.55m

BSA-4
F.T. 219.00m

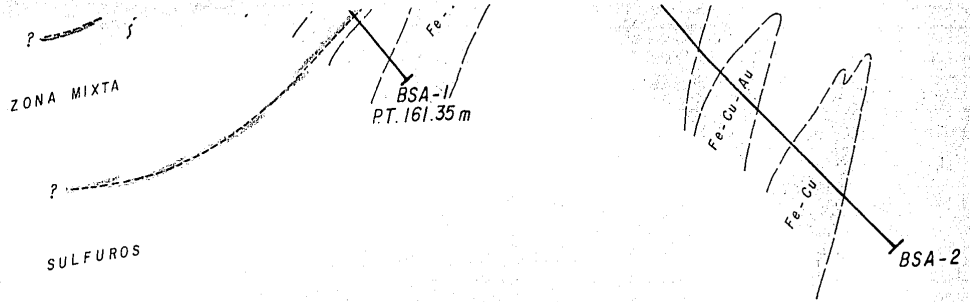
BSA-5
F.T. 142.00m

Fe-Cu








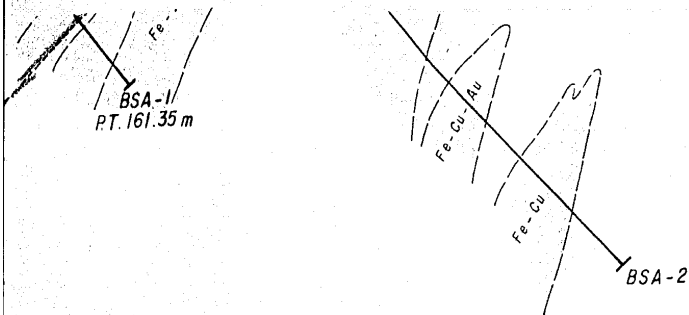
E X P L I

- UNIDAD METASEDIMENTARIA Ms HORIZ
- UNIDAD METAVOLCANICA Mv ALTE
- MILL - ROCK ▲ ▲ ▲
▲ ▲ ▲

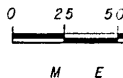



E X P L I C A C I O N

- | | | | |
|-------------------|---|---|---|
| METASEDIMENTARIA |  | HORIZONTES DE SULFUROS/OXIDOS DE FIERRO |  |
| DAD METAVOLCANICA |  | ALTERACION CUARZO - SERICITA - PIRITA |  |
| LL - ROCK |  | | |



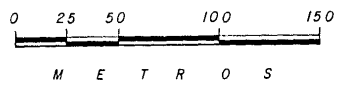
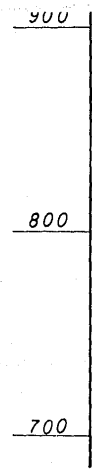
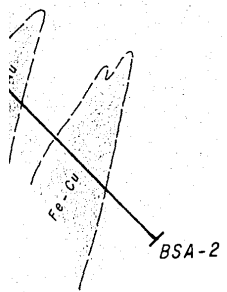
C A C I O N



RIZONTES DE SULFUROS/OXIDOS DE FIERRO... 

TERACION CUARZO - SERICITA - PIRITA 

FI	U
TESIS	
OSCAR GENARO	
SECCION INTERPRETACION	
FIG - 7	ESC



FIERRO... FeCu
 1 Qsp

FI	UNAM
TESIS PROFESIONAL	
OSCAR GENARO JIMENEZ GARCIA	
SECCION A - A' INTERPRETACION DE BARRENOS	
FIG - 7	ESC 1:2000
FECHA:	