

6



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**CARACTERIZACION MINERALOGICA DE LA PARTE NORTE
DEL CUERPO TEHUIXTLA, DE LA MINA REY DE PLATA,
TEOLOAPAN, GUERRERO.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO GEOLOGO
P R E S E N T A :
BAEZ LOPEZ JAVIER ANTONIO**



DIRECTOR: ING. ALFREDO VICTORIA MORALES

MEXICO, D.F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2002



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-I-286

SR. JAVIER ANTONIO BAEZ LOPEZ
Presente

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Ing. Alfredo Victoria Morales y que aprobó esta Dirección para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de Ingeniero Geólogo:

**CARACTERIZACION MINERALOGICA DE LA PARTE NORTE DEL CUERPO
TEHUIXTLA, MINA REY DE PLATA , TELOLOAPAN, GUERRERO**

- I RESUMEN**
- II INTRODUCCION**
- III MARCO GEOLOGICO REGIONAL**
- IV DESCRIPCION DEL YACIMIENTO REY DE PLATA**
- CONCLUSIONES**
- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**
- ANEXOS**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo, le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D. F., a 1 de marzo de 2002
EL DIRECTOR



ING. GERARDO FERRANDO BRAVO

GFB*RLLR*gtg



AGRADECIMIENTOS

A la DGAPA y al Instituto de Geofísica, Departamento de Recursos Naturales por el apoyo dado durante la realización de este trabajo, en especial a la Dra. Rosa María Proí L. por su apoyo, comentarios y correcciones.

A Grupo Peñoles por el apoyo en la visita a la Unidad Rey de Plata, a su personal y en especial a los Ingenieros: Octavio Alvidrez Cano, Director de Exploración, Ingeniería y Construcción, Juan Manuel Perez Ibargüengoitia, Gerente de Fondos Mineros, Socimo Enríquez, Jefe del Depto. de Geología y Ruben Hernández, Geólogo, por todas las facilidades otorgadas en nuestra estancia en la Unidad Rey de Plata, Teloloapan, Gro.

A la División de Ingeniería Mecánica Industrial, Unidad de Investigación y Asistencia Técnica en Materiales, al Ing. Armando Ortíz Prado y en especial al Ing. Rafael Schouwenaars, por el apoyo en el estudio de Microscopio Electrónico y sus atinadas observaciones.

Al Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Depósitos Minerales de la Universidad de Barcelona, en especial al Dr. Joan Carles Melgarejo por el apoyo en el estudio de Microsonda Electrónica.

A la Maestra Guadalupe Villaseñor Cabral, a los Ingenieros Enrique González Torres y Jorge Nieto Obregón, por sus útiles comentarios y correcciones.

A todo el Departamento de Yacimientos Minerales de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, muy especialmente al Ingeniero Alfredo Victoria Morales, por su apoyo, sus valiosos consejos, sus comentarios antes y durante la realización de este Trabajo y sobre todo por su amistad.

A mis Padres y hermanos por el apoyo siempre oportuno durante este largo trayecto, a Mayte Becerra por su entusiasta participación y por su gran paciencia.

A todos Gracias.

INDICE

RESUMEN	1
OBJETIVO DEL ESTUDIO	2
MÉTODO DE TRABAJO	2
ALCANCES Y LÍMITES	3
GENERALIDADES	4
<i>Localización</i>	<i>4</i>
<i>Vías de Comunicación</i>	<i>4</i>
<i>Fisiografía y Geomorfología</i>	<i>5</i>
<i>Hidrografía</i>	<i>6</i>
MARCO GEOLÓGICO	7
GEOLOGÍA REGIONAL	7
GEOLOGÍA LOCAL	10
<i>Litología</i>	<i>11</i>
GENERALIDADES SOBRE EL ORIGEN DE LOS YACIMIENTOS DE SULFUROS MASIVOS VOLCANOGÉNICOS	14
DESCRIPCIÓN DEL YACIMIENTO REY DE PLATA	20
FORMA DEL YACIMIENTO	20
ALTERACIÓN	21
MINERALOGÍA	21
<i>Mena Arcillosa</i>	<i>22</i>
<i>Mena Negra</i>	<i>22</i>
<i>Mena Mixta</i>	<i>23</i>
<i>Mena Amarilla</i>	<i>23</i>
ZONEAMIENTO	24
ANÁLISIS DE TETRAHEDRITA - TENANTITA	26
PETROGRAFÍA DE ROCA ENCAJONANTE	28
PARAGÉNESIS	30
CONCLUSIONES	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXO PETROGRÁFICO	36
ANEXO MINERAGRÁFICO	37
ANEXO IMÁGENES MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO	41
MAPAS Y ESQUEMAS	42

RESUMEN

El yacimiento de Rey de Plata se encuentra en la parte Norte Central del Estado de Guerrero. A 135 km, en línea recta al SW de la Ciudad de México, D.F. El yacimiento de Rey de Plata en el Estado de Guerrero se encuentra dentro del Terreno Tectonoestratigráfico Guerrero y está asociado a un arco Mesozoico medio que forma la mayor parte de la margen oeste del Terreno Guerrero.

El yacimiento de Rey de Plata se encuentra enclavado en el Subterreno Teloloapan que está deformado y parcialmente metamorfozido en bajo grado en facies de esquistos verdes y forma un sistema de fallas normales que tienen una inclinación hacia el Este.

El yacimiento de Rey de Plata, es del tipo volcánico-sedimentario de zinc, con plomo, plata, escaso cobre y oro. Se encuentra encajonado en la secuencia volcánica sedimentaria metamorfozada a la que se le asigna una edad Jurásico Superior y está depositado en una secuencia piroclástica de composición riolítica - dacítica y andesítica con interdigitación de horizontes sedimentarios. Regionalmente, las secuencias piroclásticas se forman en la porción inferior de la unidad volcánica cubierta por calizas y rocas argilicas.

Los lentes y las bandas de sulfuros masivos están encajonados principalmente en roca metavolcánicas y pizarras alteradas. La mineralogía consiste de esfalerita y pirita con cantidades menores de galena, calcopirita, sulfosales y electrum.

En el yacimiento Rey de Plata existen los cuerpos Libra, Antares, Virgo, Escorpión, Rey de Plata y Tehuixtla siendo este último el más largo de los cuerpos presentes en Rey de Plata, el rango de espesor va de 0.5 a 18 m y tiene forma lenticular con dirección NE-SW con una inclinación de 25 grados hacia el SW. El muestreo se realizó en el cuerpo Tehuixtla Norte, Nivel 865 donde existían afloramientos de menas completas.

Se realizaron estudios con microscopio electrónico de barrido y microsonda electrónica, para determinar con mayor certidumbre a que especie de sulfosal pertenecen las encontradas en el yacimiento de Rey de Plata y con los resultados obtenidos se ha podido establecer que se trata de tenantita y sus variaciones tanto laterales como verticales son mínimas.

También se elaboró un esquema de alteraciones de la zona estudiada del yacimiento, obteniendo que la alteración observada es sericitica - argilica, se pudo obtener que los minerales identificados son sericita, illita y muscovita.

INTRODUCCIÓN

Objetivo del Estudio

Realizar estudios minerográficos y petrográficos del cuerpo Tehuixtla para determinar los minerales de mena y ganga para establecer las características mineralógicas y texturales que constituyen el cuerpo mineralizado y así reconocer sus características distintivas de este yacimiento.

Este estudio forma parte del Proyecto "Mineralización tipo sulfuros masivos volcano-sedimentarios y sus controles de depositación", que se realiza en el Departamento de Recursos Naturales del Instituto de Geofísica y el Departamento de Yacimientos Minerales de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, cuya finalidad es caracterizar mineralógicamente las ventilas hidrotermales fósiles y compararlas con los sistemas hidrotermales submarinos, para determinar condiciones de formación y potencial económico.

Método de Trabajo

El trabajo se realizó básicamente en dos partes, la concerniente a trabajo de gabinete y de campo;

El trabajo de gabinete se estableció de la siguiente forma:

- Investigación bibliográfica acerca de los trabajos realizados en la región y de temas relacionados con sulfuros volcanosedimentarios, ya sea en artículos y textos diversos.
- Preparación de laminas delgadas y superficies pulidas de las muestras colectadas.
- Descripción de las muestras, realizando estudios petrográficos y minerográficos con apoyo del microscopio minerográfico-petrográfico, microscopio electrónico para determinar semi-cuantitativamente ciertas fases no determinables en el microscopio minerográfico, análisis con microsonda electrónica para establecer análisis cuantitativos que son los que nos permiten establecer la composición exacta de las sulfosales estudiadas, análisis de muestras seleccionadas por medio de PIMA (Analizador de Infrarrojo de Muestras Portátil) para la determinación de ciertos minerales no identificables por medios ópticos.

- Interpretación de los resultados geológicos e integración del presente informe.

El trabajo de campo se estableció de la siguiente manera:

- El trabajo de campo consistió en: visita a la mina Rey de Plata, en donde se realizó un levantamiento en superficie y recolecta de muestras, descripción del barreno Rey3, toma de muestras y un levantamiento en interior mina, en parte del cuerpo Tehuixtla y Tehuixtla Norte con una toma de muestras en afloramientos donde se encontraban las menas completas. Se realizó un caminamiento superficial cerca del Tiro Tehuixtla en el cual se puede observar la columna de esta zona.

Alcances y límites

El presente trabajo pretende describir las características mineralógicas del área estudiada. Se caracterizará el cuerpo Tehuixtla cerca del tiro y Tehuixtla Norte en su nivel 865, frentes 49640 y 49738 SW.

Generalidades

Localización

El yacimiento de Rey de Plata se encuentra en la parte Norte Central del Estado de Guerrero. A 135 km en línea recta al SW de la Ciudad de México, D.F. El yacimiento queda ubicado en las coordenadas $18^{\circ}15'$ latitud N y $99^{\circ}15'$ longitud W, con respecto al meridiano de Greenwich. La elevación del brocal del tiro Tehuixtla es de 1,127 m.s.n.m. (Figura 1)

Vías de Comunicación

El acceso a partir de la Ciudad de México a una distancia de 248 km, por carretera pavimentada, vía Cuernavaca, Iguala, Teloloapan y Acatempan, de donde parte un camino de terracería de 7 km, hasta llegar al poblado de Tehuixtla. En la parte NE se ubica Rey de Plata, con un tiempo aproximado de recorrido de 4 horas.

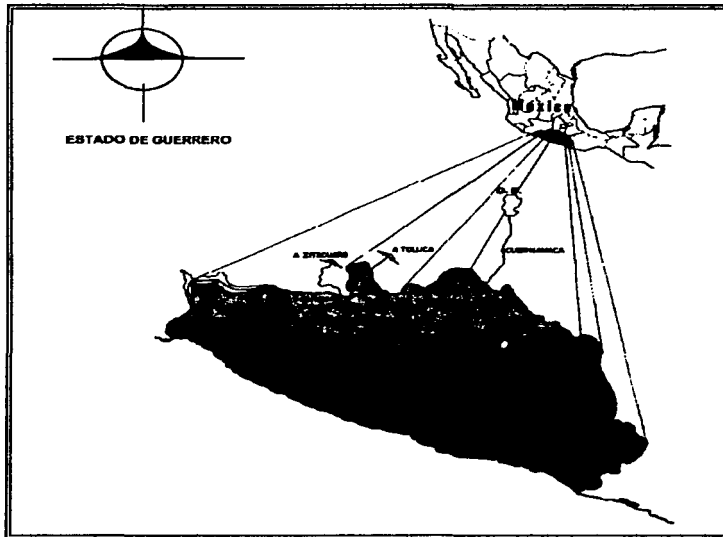


Figura 1. Localización del Yacimiento Rey de Plata.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fisiografía y Geomorfología.

El yacimiento de Rey de Plata se encuentra localizado según:

- Lugo-Hubp (1990), y Quiñonez, (1987), lo establecen dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur. (Figura 2).
- Lugo-Hubp y Córdova (1990). La ubican dentro de la Provincia geomorfológica Depresión del Balsas. Esta provincia corresponde a una Depresión Interior, paralela a la Sierra Madre del Sur, de origen estructural y tectónico, dentro de la subprovincia de Sierras y valles de Morelos-Guerrero. Se puede mencionar que posee un clima subhúmedo con una densidad de disección del drenaje con valores máximos de 4 km. La Profundidad máxima por erosión fluvial dentro de esta subprovincia es de 500 m.



Figura 2. Provincias fisiográficas de México (Quiñonez, 1987). 11) Provincia Sierra Madre del Sur.

Hidrografía

Los ríos de la región pertenecen tanto a la cuenca hidrológica como a los afluentes del río Balsas. En la zona existen diversos arroyos intermitentes como son: El Tule y Las Paredes que fluyen de Este a Oeste y en temporadas de lluvias vierten sus cargas al arroyo Zacoapa. Alrededor de Rey de Plata existen diversos tributarios. Al Norte y Centro se encuentran los arroyos La Mina, Chicolate, Los Cirianes, El Zapote, Zacatlán, Mirabeles y Sayulapan.

Marco Geológico

Geología Regional

El yacimiento de Rey de Plata en el Estado de Guerrero se encuentra de acuerdo a la clasificación de Provincias Geológicas de México (Ortega, et al, 1992) en la Plataforma de Morelos de edad Mesozoica, de origen sedimentario marino y que la ubica dentro de un ambiente de plataforma.

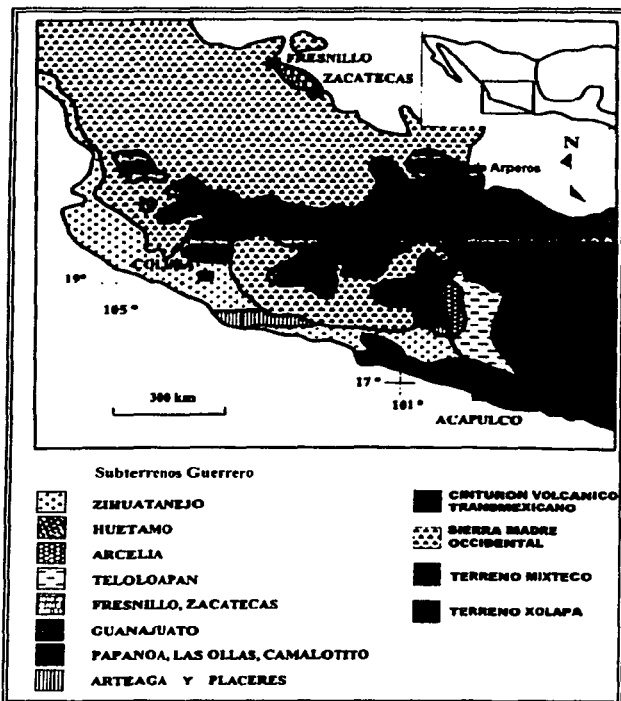


Figura 3. Mapa de localización del Terreno Guerrero (Miranda-Gasca M.A., 2000)

Lo ubican dentro del Terreno Guerrero (Figura 3) y está asociado a un arco Mesozoico tardío que constituye la secuencia de la mayor parte de la margen oeste del Terreno Guerrero (Campa et al., 1980; Campa y Coney, 1983). El Terreno

Guerrero representa uno de los terrenos tectonoestratigráficos más amplios y de exposiciones más completas de productos volcánicos de la convergencia de placas a lo largo del margen oeste del Sur de Norte América. Se han realizado diversos estudios sobre el origen y evolución del Terreno Guerrero a partir de los años 70's (Figura 4) y hasta la fecha, sin embargo, hasta ahora es incierta su estructura tectónica exacta.

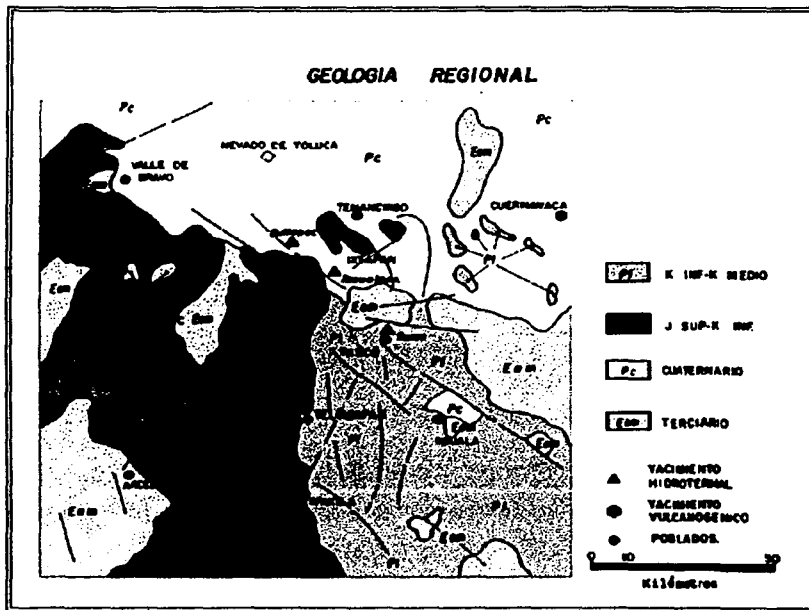


Figura 4. Mapa Geológico simplificado del Área de estudio. (Campa, 1978)

Algunos autores (e.g. Campa y Ramírez, 1979; Centeno et al., 1993) han sugerido que estas rocas volcánicas se han originado sobre un complejo arco de islas a lo largo del margen Pacífico. En cambio, otros autores (e. g. Campa y Coney, 1983; Ramírez et al., 1991; Talavera et al., 1993) argumentan que estas secuencias representan vestigios de costa de un arco intra oceánico separado por una cuenca oceánica y constituyen un sistema complejo de arco de islas, semejante al que se encuentra hoy en día en el Pacífico Oeste.

El Terreno Guerrero incluye distintos subterrenos caracterizados por un único registro estratigráfico, la evolución estructural, y las características geoquímicas e isotópicas sugieren fuertemente que evolucionaron independientemente (Talavera, 2000a). Está compuesto por los subterrenos Teloloapan, Arcelia-Palmar Chico, Zihuatanejo-Huetamo, Fresnillo-Guanajuato y por el Complejo Arteaga que es el basamento de este Terreno.

Geología Local

El yacimiento de Rey de Plata se encuentra enclavado en el Subterreno Teloloapan que está deformado y parcialmente metamorfoseado en facies de esquistos verdes. Se observa un sistema de fallas normales que tienen una inclinación hacia el Este. Está caracterizado por flujos de lava, tobas epiclásticas y calizas, que presentan una alternancia entre estratos de pizarras y areniscas en la parte superior de la secuencia. Todos los depósitos se generan en un ambiente marino poco profundo. El magmatismo principalmente es de edad Neocomiana a Albiana. La naturaleza del basamento del subterreno Teloloapan hasta ahora no está claro (Ruiz y Centeno-García, 2000). (Figura 5).

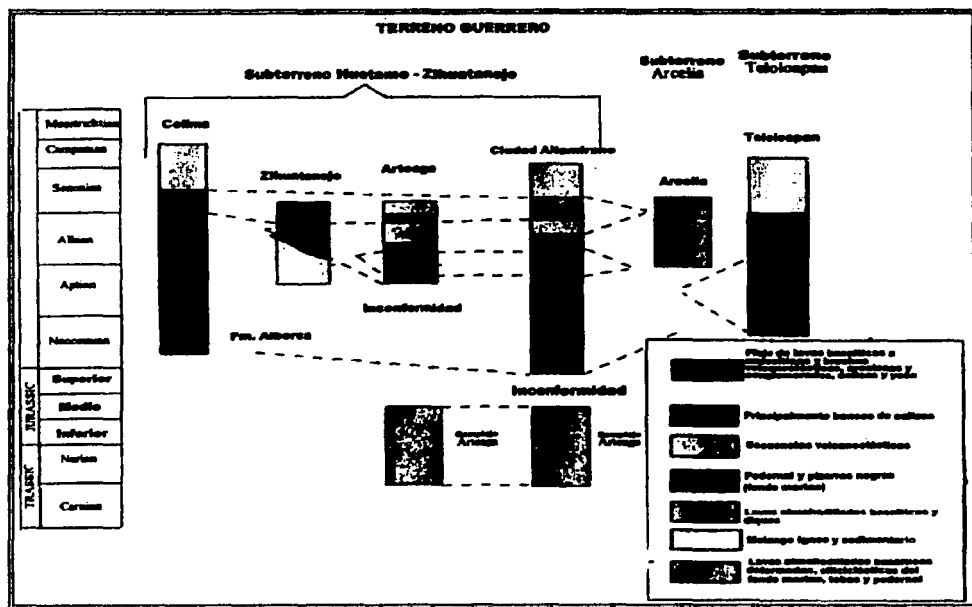


Figura 5. Columna estratigráfica compuesta del Terreno Guerrero (Ruiz y Centeno, 2000)

La secuencia volcánico - sedimentaria metamorfoseada del complejo Tejuipilco ha sido interpretada como la más antigua (Jurásico Inferior) y se ha sugerido que el basamento es un arco (De Cserna, 1982; Elias-Herrera y Sanchez-Zavala, 1992). Sin

embargo, las mismas rocas han sido también interpretadas como parte de un secuencia de arco del Cretácico por otros autores (Campa y Ramírez, 1979; Ramírez-Espinosa et al., 1991; Talavera-Mendoza et al., 1995). El subterreno Teloloapan tectónicamente cabalga sobre la plataforma carbonatada o sedimentos clásticos de la Formación Mexcala, del Subterreno Morelos (De Cserna, 1978; Campa 1974 y Campa, Ramírez, 1979).

El terreno Teloloapan incluye dos unidades litoestratigráficas amplias, la primera (inferior) es una unidad formada aproximadamente por 3000 m de lavas almohadilladas, brechas almohadilladas, hialoclastitas y flujos masivos. En la base, las lavas están interestratificadas con sedimentos silíceos ricos en radiolarios del Cretácico Inferior y en la cima, con rocas y depósitos de flujos de escombros de grano grueso conteniendo fauna del Aptiano. Lentes discontinuos de calizas clásticas y arrecifales están mezclados o interestratificados con rocas volcánicas a la cima de la secuencia volcánica. La segunda (superior) es una unidad sedimentaria de un espesor de 1500 m, la cual incluye turbiditas volcánicas del Aptiano Superior, calizas arrecifales y bioclastos de calizas del Cenomaniano inferior. (Talavera-Mendoza, 2000).

Los depósitos metálicos del Cretácico del Terreno Guerrero están estratificados y encajonados en rocas volcanoclásticas y volcánicas. Los yacimientos del subterreno Teloloapan se encuentran en un rango de menos de 100,000 toneladas métricas hasta más de 6 millones de toneladas métricas. Los yacimientos mas importantes son Campo Morado, Tizapa, Suriana y Rey de Plata. La mayoría de los depósitos son del tipo Kuroko, de Zn - Pb- Cu y están localizados en los Subterrenos Zihuatanejo y Teloloapan. El Subterreno Teloloapan contiene depósitos con mas Au que el subterreno Zihuatanejo. (Miranda-Gasca, 2000).

Litología

En el Yacimiento de Rey de Plata aflora una secuencia del bajo al alto con las siguientes unidades:

Como la unidad más antigua se ha denominado a las andesitas basales, estas son una secuencia en donde afloran andesitas - dacitas y andesitas con texturas fluidales, brechas volcánicas, conglomerados y tobas, presentando propilitización. En ocasiones, en la cima de la unidad se encuentran lentes de andesita cloritizada y pizarras carbonosas. Esta secuencia se encuentra metamorfoseada ligeramente.

Como unidad metavolcánica-félsica se ha agrupado a metatobas riolíticas - dacíticas con texturas brechoides y conglomerados polimícticos que han sido metamorfizadas en bajo grado. Esta unidad sobreyace discordantemente a las andesitas basales. Esta secuencia es donde se encuentra la mineralización de éste depósito, presenta principalmente alteración sericitica y en la mayoría de los casos se encuentra en

contacto con los mantos de sulfuros, por lo que es una buena guía para la exploración. En la base de la unidad se presentan sulfuros bandeados polimetálicos.

Sobreyace discordantemente a la secuencia anterior, metalavas, brechas y conglomerados andesíticos apareciendo como lentes. Sobreyace a ésta secuencia, depósitos cíclicos de pizarras carbonosas con horizontes de cuarcitas de grano grueso.

Al alto de las pizarras carbonosas y en discordancia, se presenta una secuencia de lutitas, areniscas, lutitas carbonosas y limolitas con estratificación laminar hasta intermedia que pertenece a la Formación Acuitlapan.

De la Formación Balsas afloran conglomerados polimícticos, compuestos por cláston volcánicos y calcáreos, con una alternancia de tobas ligeramente cementadas.

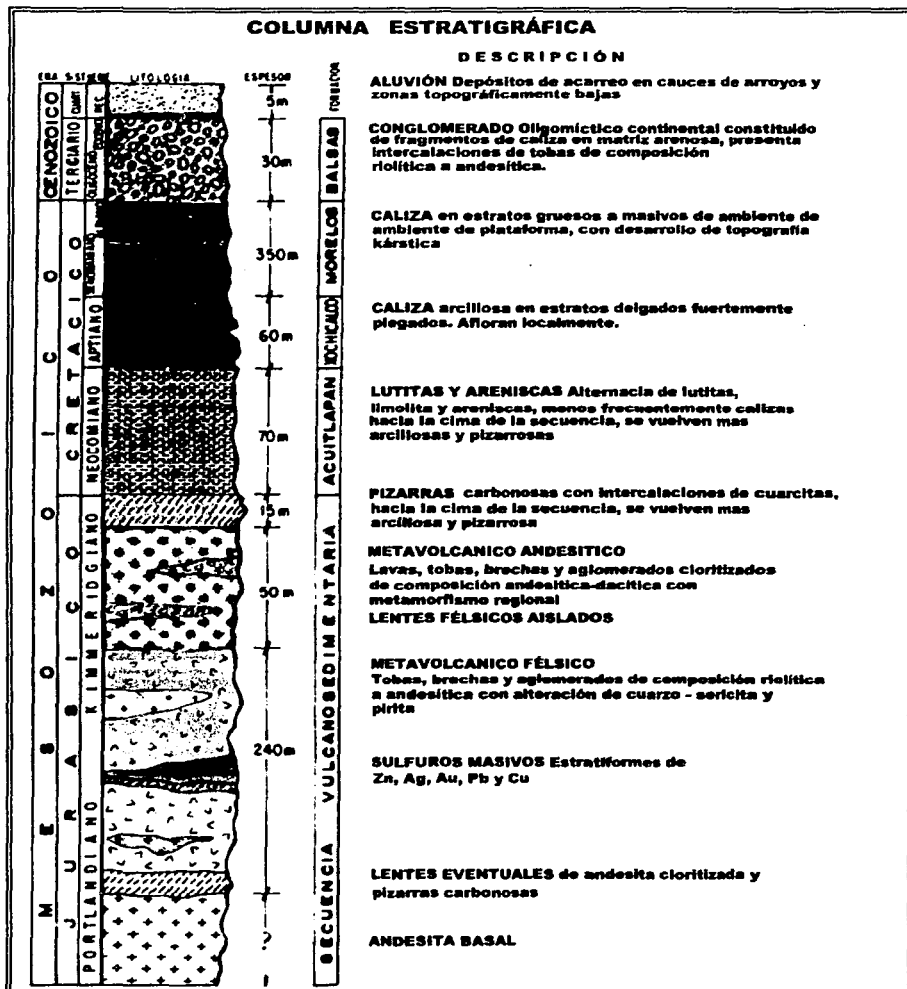


Figura 6. Columna Estratigrafica del Yacimiento Rey de Plata (modificada de Peñoles, 1991)

Generalidades sobre el origen de los Yacimientos de Sulfuros Masivos Volcanogénicos.

Vistos desde el punto de vista económico, los sulfuros masivos volcanogénicos (en muchos países como Japón y Canadá) son la mayor fuente de cobre, zinc, plomo, plata y oro, así como un rango de subproductos tales como el estaño, el bismuto, el cadmio, el antimonio y el selenio, entre otros (Lydon, 1994a).

Los depósitos de sulfuros masivos volcanogénicos son acumulaciones formadas en el piso marino, generalmente estratiformes singenéticas a un episodio volcánico con fluidos hidrotermales que precipitan minerales pertenecientes a la clase química de los sulfuros. Estos se presentan en dominios geológicos caracterizados por rocas volcánicas submarinas, que pueden presentar asociación con rocas sedimentarias marinas.

Este tipo de depósitos no están formados en un solo ambiente tectónico, ni en un tipo petroquímico en particular de vulcanismo, ni mucho menos a un intervalo de tiempo geológico en especial. Tampoco son esencialmente el producto del vulcanismo submarino, sino que son el resultado de condiciones especiales hidrológicas, geotérmicas y topográficas del piso marino.

Estos depósitos están compuestos de sulfuros, principalmente piritita (hasta 55%), con cantidades subordinadas de esfalerita, galena y calcopiritita y en mucho menor cantidad, sulfosales de Pb-Zn-Ag-Cu-Sb-As (tetrahedrita, tenantita), óxidos de Sn-Fe (casiterita, hematita, magnetita) y otros minerales como barita, anhidrita, bornita, cuarzo y clorita.

Generalmente, los depósitos económicos de esta clase, consisten en una serie de lentes o zonas de stockwork, aunque también se pueden encontrar zonas de boxwork. Los grandes depósitos tienden a presentarse en grupos que llegan a formar distritos de hasta aproximadamente 32 km de diámetro, tales como el distrito de Noranda, el de Matagarin o el de Bathurst en Canadá.

Una de las clasificaciones mas utilizadas en los sulfuros masivos volcanogénicos se divide en dos grupos principales, llamados el tipo Cu-Zn (Cyprus) y el tipo Zn-Pb-Cu (Kuroko), el cual refleja las asociaciones de los metales principales de mena.

Una de las características es que los depósitos tipo Cu-Zn se presentan donde la litología regionalmente dominante de las rocas encajonantes está representada por rocas volcánicas máficas o sus derivadas sedimentarias directas; en tanto que los depósitos tipo Zn-Pb-Cu se presentan donde la sucesión regional de las rocas encajonantes está compuesta predominantemente por rocas volcánicas félsicas o por rocas sedimentarias con la presencia de minerales arcillosos o minerales micáceos.

Otras características que definen a los depósitos de Zn-Pb-Cu son las siguientes: El ambiente tectónico en el cual se desarrollan, son arcos de islas, asociados a un ambiente de extensión. Se generan en un ambiente marino volcánico, comúnmente en períodos de volcanismo félsico dominados por andesitas o basaltos, asociados localmente con sedimentos de grano fino y con fallas o fracturas importantes. Los tipos de rocas asociados a estos depósitos son rocas volcánicas submarinas como riolitas, dacitas relacionadas con andesitas o basaltos. Son menos comunes las sucesiones de arcos máficos alcalinos, presentando asociaciones con depósitos epiclásticos, pizarras y areniscas. La forma de los yacimientos van de masivos a lentes con sulfuros bandeados que tienen dimensiones de metros a decenas de metros en espesor y de decenas a cientos de metros horizontalmente. Presentan zoneamiento tanto vertical como lateralmente. Se presentan sulfuros con cuarzo, pedernal o barita (muy cerca de la cima de los depósitos), diseminados, stockwork y vetas. La alteración se da por los conductos de las raíces de los sistemas, comúnmente zoneados desde el núcleo con cuarzo, sericita o clorita y hacia zonas externas por minerales arcillosos, albita y carbonatos (siderita o ankerita) (Höy, 1995).

Las soluciones hidrotermales o salmueras son de importancia, ya que debido a estas el yacimiento va a tener ciertas características que determinan la geometría y el volumen.

Una solución hidrotermal descargada en el fondo marino puede ser de alguno de los siguientes tipos, dependiendo de su temperatura inicial, densidad y grado de mezcla con el agua de mar, a saber:

a) **Tipo I:** Solución hidrotermal altamente salina cuya densidad es mucho mayor a la del agua fría del mar en todos los grados de mezcla. Puede dar origen a depósitos de morfología tabular.

b) **Tipo II:** Solución que inicialmente es menos densa que el agua de mar, en algunas etapas del proceso de mezcla adquiere mayor densidad que el agua fría del mar. Puede dar lugar a depósitos de forma cónica, típico de los depósitos proximales.

c) **Tipo III:** Solución que es inicialmente menos densa que el agua fría del mar, la cual permanece así durante todos los períodos de mezcla. Esta puede dispersarse en forma de un "penacho" y formar una capa sedimentaria con una extensión lateral muy grande (Lydon, 1994b).

En contraste, los estudios de los depósitos modernos enfatizan que los sulfuros en los depósitos proximales se acumulan como edificios rígidos. El depósito activo de sulfuros en el piso marino actual está confinado a salidas a altas temperaturas (200°C, a 300°C). Los fluidos hidrotermales tienen salinidades dos veces mayor

que la del agua de mar actual (3.2 wt.% NaCl) y como predijo Sato (en Lydon, 1994b) en su modelo de solución Tipo III, forma "penachos" de descarga. En el Mar Rojo se tienen soluciones Tipo I con salinidades siete veces mayores que el agua marina promedio y con temperaturas que rebasan los 200°C. De las observaciones en el Pacífico Este y de datos de inclusiones fluidas se sugiere que los fluidos con salinidades bastante altas forman "penachos" invertidos semejantes a las de la solución Tipo II de Sato, que en efecto existe en la corteza oceánica moderna.

Los sulfuros son químicamente muy inestables en el agua marina moderna y rápidamente se oxidan al cesar la actividad hidrotermal, para formar así depósitos ocres dominados por óxidos de hierro hidratado. A menos que los depósitos de sulfuros sean rápidamente cubiertos por un flujo volcánico, estos no se llegarán a preservar como sulfuros dentro de la columna estratigráfica. La acumulación de los sulfuros actuales en los humaderos negros modernos es un proceso extremadamente ineficiente. Se estima que más del 99% de metal llevado por el fluido hidrotermal es dispersado en la columna de agua a través de "penachos" de humaderos negros y eventualmente llegan a incorporarse dentro de los sedimentos marinos distales (Lydon, 1994b).

Existen similitudes fuertes entre los depósitos volcanogénicos y la depositación moderna de sulfuros en los sistemas hidrotermales submarinos. Aunque en los depósitos modernos es prerequisite el establecimiento de una "barrera porosa" (porous barrier) sobre la salida hidrotermal, la cual causa una descarga difusa de los fluidos hidrotermales, iniciando la acumulación de sulfuros. En este caso, se reconocen las propiedades de la porosidad de la anhidrita en las modernas chimeneas proximales de sulfuros, por lo que muchos autores sugieren que en los depósitos antiguos, la anhidrita también se presentó como iniciadora del proceso de acumulación de sulfuros, sólo que fue disuelta por los fluidos de mena tardíos, o por adición al agua fría de mar sobre el piso marino, tal como sucede con los depósitos marinos modernos.

De las mismas observaciones se establece para los depósitos antiguos volcanogénicos proximales el siguiente modelo (Lydon, 1994b):

- 1) Descarga enfocada de fluidos hidrotermales dentro de un conjunto de roca fragmentada (generalmente, una brecha generada por la explosión inicial del sistema hidrotermal formador del cuerpo mineral, o por la preexistencia magmática, freática o de una brecha de talud).
- 2) Enfriamiento convectivo, advectivo o adiabático del fluido hidrotermal fuera de la roca fragmentada, con la precipitación de sulfuros y otros minerales hidrotermales.

3) Debido a la precipitación hidrotermal existe una variación en las vías de salida, originando que el flujo hidrotermal sea más difuso, incrementándose así la precipitación de sulfuros.

4) Se renueva el episodio de fracturamiento, abriendo nuevas vías de salida formando nuevas chimeneas de sulfuros e incluso dispersando el material dentro de la columna de agua.

5) Repetición de las etapas 2 a 4. La forma del depósito es típicamente cónica con una máxima extensión lateral. Diferentes morfologías pueden ser esperadas en los depósitos transportados a causa de deslizamientos de masa o slumps, iniciadas por la inestabilidad gravitacional o la "sustentación hidráulica" (hydraulic lifting).

El origen hidrotermal de los fluidos puede explicarse basándose en tres modelos (Lydon, 1994b):

a) Modelo de la celda de convección: La existencia de celdas hidrotermales de convección en la corteza oceánica actual está bien establecida. Se ha modelado matemáticamente empleando una variedad de técnicas y asumiendo reglas básicas (temperatura, salinidad, porosidad, etc). Sin embargo, para que se formara un depósito grande de sulfuros masivos vulcanogénicos por descarga de las celdas de convección hidrotermales, los fluidos mineralizantes deberían de contener más de 100 ppm del metal total. Otra dificultad es que si la convección hidrotermal es parte integral del vulcanismo submarino, como lo evidencian las observaciones actuales en el piso oceánico y las predicciones basadas en modelos matemáticos, en todos los centros volcánicos submarinos deberían existir celdas de convección hidrotermal y por ende mineralización, lo cual no se observa en la distribución de los sulfuros masivos vulcanogénicos conocidos.

b) Modelo hidrotermal magmático: Este sugiere que los fluidos mineralizantes de los depósitos de sulfuros masivos vulcanogénicos son derivados de los volátiles de magmas.

c) Modelo del "estrato-acuífero" ("strata aquifer"): Aunque este modelo es más aplicable a la génesis de los depósitos de sulfuros exhalativos sedimentarios, los cuales difieren en la litología con los sulfuros masivos vulcanogénicos, visualiza que los fluidos mineralizantes se originan como el agua de poro de una unidad de roca ("acuífero") los cuales habían sido impedidos de migrar durante el sepultamiento y compactación por una barrera impermeable ("cap-rock"). El sepultamiento progresivo causa calor en los fluidos de poro a través del gradiente geotérmico y un incremento en la presión del fluido en el poro, por arriba de la presión hidrostática, puede exceder a la presión litostática. El eventual fracturamiento mecánico o hidráulico de la capa impermeable (quizá iniciado por eventos tectónicos), permite

la liberación hacia arriba por una sobre-presión de los fluidos de poro a lo largo de las zonas de fractura. Una característica única de este modelo, es que permite la expulsión de grandes cantidades de fluido en un corto tiempo. Otra atracción de este modelo es su bajo requerimiento de energía, así como la mínima relación roca-agua del sistema acuífero, la cual maximiza la capacidad de la solución hidrotermal para lograr altas concentraciones de metal por el "lixiviado" ("leaching") de las rocas acuíferas. También el modelo es muy realista en términos del volumen del acuífero que se requiere.

Sin embargo, la distribución de los sulfuros volcanogénicos no puede ser explicada por ninguno de los modelos anteriormente señalados. La tendencia a que los sulfuros masivos volcanogénicos se presenten en "racimos" o grupos, puede entenderse por el modelo de la celda de convección o el hidrotermal magmático, en los cuales los "racimos" representan la distribución anular de la descarga hidrotermal por encima de un plutón enfriado. Pero también puede ser explicado por el modelo del acuífero, notando que la estratigrafía de muchos de los grupos de sulfuros masivos volcanogénicos, pueden ser interpretados en términos de una caldera resurgente (Lydon, 1994b).

En cuanto a la generación de los fluidos mineralizantes, datos de isótopos de oxígeno e hidrógeno para minerales hidrotermales y para el agua de las inclusiones fluidas en minerales asociados a los depósitos de sulfuros masivos volcanogénicos, permiten interpretar que los fluidos hidrotermales fueron agua de mar con un posible contenido de componentes de agua magmática o meteórica. Los fluidos hidrotermales que emanan de las modernas cordilleras submarinas divergentes son agua de mar que ha reaccionado con rocas basálticas a través de la circulación por la corteza oceánica, a partir de una celda de convección y también han sido equilibrados con sedimentos como sucede en la zona de Guaymas (Von Damm, 1991).

Las elevadas salinidades de los fluidos mineralizantes generadas dentro de la corteza oceánica pueden ser explicados por varios procesos (Hidratación, aumento de presión y temperatura, así como disolución). Los valores de $\delta^{34}\text{S}$ de los complejos de sulfuros varían en un rango de 1.5 a 4 partes por mil, y se interpretan como sulfuros derivados principalmente del sustrato basáltico, con un pequeño componente derivado de la reducción del agua marina (Lydon, 1994b).

La explicación más popular para las relaciones de metal contenido en los depósitos de sulfuros masivos es aquella en la cual reflejan la composición de metales traza de las rocas fuente (depósitos de tipo Cu-Zn en rocas de composición máfica, depósitos de tipo Zn-Pb-Cu en rocas de composición félsica con sedimentos arcillosos) (Lydon, 1994b).

A partir de estudios químicos y evaluaciones termodinámicas, se puede llegar a la conclusión de que los fluidos mineralizantes que dieron origen a los depósitos antiguos de sulfuros masivos volcanogénicos tipo Cu-Zn transportaban predominantemente a los metales en forma de complejos de bisulfuros y eran más alcalinos que los fluidos de los depósitos tipo Zn- Pb-Cu, donde los metales se transportaron principalmente por medio de complejos de cloruros (Lydon, 1994b).

Descripción del Yacimiento Rey de Plata

Forma del Yacimiento

El yacimiento de Rey de Plata, es un yacimiento tipo Volcano-Sedimentario de zinc, con plomo, plata y escaso cobre y oro. El cual se encuentra encajonado en la secuencia volcano sedimentaria metamorfozada del terreno Guerrero a la que se le asigna una edad Jurásico Superior. Se encuentra depositado en una secuencia piroclástica de composición riolítica-dacítica y andesítica con interdigitación de horizontes sedimentarios. Regionalmente, las secuencias piroclásticas se forman en la porción inferior de la unidad volcánica cubierta por calizas y rocas argílicas. Los lentes y las bandas de sulfuros masivos están encajonados en rocas arcillo-piríticas alteradas. La mineralogía consiste de esfalerita y pirita con cantidades menores de galena, calcopirita, tetrahedrita, electrum y sulfosales.

El Cuerpo Tehuixtla es el más largo de los cuerpos presentes en Rey de Plata, el rango de espesor va de 0.5 a 18 m y tiene forma lenticular con una inclinación de 25 grados hacia el SW. Con pequeños lentes de barita principalmente al alto de la estructura y a los bordes (García et al, 1981).

Las siguientes leyes han sido reportadas para Rey de Plata, yacimiento que inicio operaciones a fines del 2000, sin embargo, debido a la baja en el precio de los metales base tuvo que suspender operaciones temporalmente a fines del 2001.

RESERVAS DE MINERAL									
MANTO	Toneladas Métricas	Ancho (m)	Densidad (g/cc)	ENSAYES					
				gr/ton		%			
				Au	Ag	Pb	Zn	Cu	
Superior	32,500	4.90	3.27	0.98	214	1.83	5.85	0.17	
Principal	1'496,400	24.04	3.81	1.12	235	2.29	8.88	0.27	
Inferior	23,600	3.29	3.32	0.65	246	1.85	5.47	0.16	
Tehuixtla	1552,500	23.32	3.79	1.11	235	2.27	8.75	0.27	
Libra	219,200	11.72	3.13	1.18	280	1.83	5.94	0.43	
Antares	44,900	5.10	3.05	1.51	147	1.05	4.23	0.28	
Zinc - Cobre	130,700	9.03	3.37	0.23	109	1.09	8.40	1.12	
Antares - Libra	394,800	10.08	3.20	0.90	208	1.50	6.56	0.64	
TOTAL	1'947,300	20.64	3.67	1.07	229	2.12	6.30	0.34	

Tabla 1.- Reservas de mineral, Rey de plata (Peñoles, 1991).

Alteración

Se pueden observar tanto en campo como en estudios petrográficos que existen dos períodos de alteración, la hidrotermal que tuvo lugar durante la mineralización y la que se presenta durante el metamorfismo. En la roca encajonante se logra percibir la primera. La segunda es más clara a través de la litología expuesta en superficie.

La alteración principal que se observa es sericitica (cuarzo - sericita) ± pirita, formando un halo de 150 m en la parte superior de las capas mineralizadas (Giles y García, 2000). Esto es consistente con los lentes de sílice y pirita que se encuentran en el interior de la mina, además de bandas de sericita e illita (ver esquema 1). La otra alteración que se presenta en menor grado es la cloritica. Esto podemos apreciarlo en la petrografía de la roca encajonante (anexo 1), en la cual se observa sericita en la matriz y rellenando cavidades con una suave cloritización de la roca. Los cristales faneríticos de plagioclasas se encuentran alterados en los bordes y presentan rellenos de calcita en la matriz (anexo petrográfico, fotos A y B).

En algunas zonas (zona de mena), tanto la alteración hidrotermal como la generada por metamorfismo se encuentra enmascarada, sin embargo es perceptible en los cristales de plagioclasas, debido a que la alteración de los bordes al centro asociados a brecciamientos de la roca es característica de los sistemas hidrotermales.

La alteración debida a procesos metamórficos se identifica con minerales índices, relaciones texturales y aspectos regionales. Para el caso del subterreno Telolopan se han reportado (Talavera, 2000b) facies de esquistos verdes, los minerales índices son laumontita + pumellyita + actinolita + epidota.

Mineralogía

Para determinar la mineralogía presente en la zona de mena, se han realizado observaciones en microscopio mineralográfico para determinar las diferentes fases mineralógicas presentes en el cuerpo mineralizado.

Se han diferenciado localmente cuatro zonas que se denominan del alto al bajo de la estructura: Mena arcillosa, negra, mixta y amarilla. Estas cuatro diferentes menas se han establecido sólo para facilitar el proceso metalúrgico, ya que es importante conocerlas para tener un mejor control en la explotación del cuerpo mineralizado.

A continuación se describen las menas en orden del alto al bajo.

Mena Arcillosa

En esta zona se pueden apreciar una roca de tonos gris claro a gris oscuros con tonos pardos a amarillentos. En muestra de mano, la mena es masiva. Se observan arcillas como producto de alteración (se han podido identificar sericita e illita por medio del PIMA), en esta zona se aprecian lentes que cubren a la zona mineralizada y es una buena guía en la exploración ya que siempre acompañan a los lentes mineralizados.

En superficies pulidas se observan finos cristales sub a euhedrales de piritita, diseminados o formando aglomerados en una matriz formada por material arcilloso. Las texturas comunes en esta zona son amiboides formadas por piritita en contacto con cuarzo y calcita (identificados en láminas delgadas, ver anexo petrográfico) y en ocasiones con esfalerita que esta intercrecida con cuarzo y calcita (ver anexo minerográfico).

Las diferencias mayores en esta mena se observan tanto en las frentes 49640 y 49738 (ver anexo minerográfico) y radican en la mayor presencia de minerales de alteración como sericita, illita y cuarzo. Dentro de esta mena encontramos cristales de piritita que varían de tamaño sus cristales van de decenas de μm hasta 100 μm y en la frente 49640 se llegan a observar intersticialmente sulfosales.

Mena Negra

En esta mena se pueden apreciar en muestra de mano colores gris oscuro a negro, masiva, sin llegar a apreciarse crecimientos importantes de cristales.

En superficie pulida se puede apreciar lo siguiente: cristales de piritita sub a euhedrales y redondeados de grano medio, incluidos en mosaicos de esfalerita y de cuarzo y calcita. En ocasiones se aprecian vetillas muy cortas de calcopiritita o como reemplazamiento se aprecia tetrahedrita - tenantita intersticial (ver anexo minerográfico).

Las texturas más comunes que se encuentran en esta mena son golfos e islas formadas por esfalerita con piritita y se incluyen sulfosales y calcopiritita, reemplazamientos de piritita con calcopiritita, y de caries con menor presencia tanto de calcopiritita y piritita.

Las sulfosales que se observan en microscopio minerográfico se han clasificado dentro de la serie de las tetrahedritas - tenantita, para tener la certeza a que mineral pertenece se ha realizado un estudio de microscopio electrónico de barrido. Los resultados se muestran en la siguiente sección (Anexo ME-MEB).

Se puede enunciar que existen dos estados importantes en esta mena:

Estado A.- en el cual encontramos crecimientos importantes de esfalerita en texturas de golfos así como de la presencia de framboides de pirita lo que indica un enfriamiento rápido de la solución mineralizante, con contenidos de cuarzo. Esto se observa en la frente 49640, que es la zona mas alejada del centro de mineralización.

Estado B.- se presenta un cambio textural, en el que se observan principalmente mosaicos de cristales de galena, esfalerita, sulfosales y pirita de hasta 100 μm y rellenos de calcopirita. En esta zona se presenta un mayor enriquecimiento de Pb. Las texturas nos indican una idea que existió una mayor relación espacio-tiempo, lo que permite un mayor crecimiento de esfalerita, galena y sulfosales así como de pirita. Lo anterior se puede observar en muestras de la frente 496738 (ver anexo minerográfico).

Esta mena en el cuerpo Tehuixtla es la de mayor importancia económica, en ella se encuentran leyes de 220 g/ton de Ag, 1 g/ton Au, 8% de Zn, 0.34% de Cu, 2.1% de Pb.

Mena Mixta

En esta mena se puede apreciar en muestra de mano un color gris claro con tintes oscuros a negros, con vetillas de calcita y en ocasiones vetillas de cuarzo. En superficie pulida se aprecian mosaicos de finos cristales de pirita en partes plegadas, con parches de minerales transparentes y en ocasiones la sobreyacen minerales transparentes con parches de esfalerita. En esta mena se aprecia un poco más la deformación de que fue objeto esta zona.

Se presenta una alternancia de minerales de mayor contenido Zn y Pb por los ricos en Fe y Cu, esta es la zona de transición, el cambio textural es gradual y los cambios de mayor importancia es la existencia aún de framboides de la Fte 49640 y la ausencia de estos en la Fte 49738, en donde se presentan mosaicos de pirita - galena, pirita - esfalerita, pirita - sulfosales, los cuales presentan rellenos menores de calcopirita.

Mena Amarilla

El nombre que se le ha dado a esta mena es por su en muestra de mano, es de color amarillo con lentes de color gris oscuro. En microscopio minerográfico se observan mosaicos de pirita brecciosos por calcopirita y esfalerita cuarzo y calcita. Se aprecian texturas de mosaicos y de golfos e islas, así como concreciones y

framboides formados de piritita que indican un enfriamiento rápido al precipitarse a partir del fluido mineralizante.

En la frente 49640 se presentan arreglos de cristales de 10 μm de piritita y calcopiritita, rellenos de fracturas de calcopiritita, o bien se presenta intersticial a la piritita. En algunas ocasiones, la calcopiritita se presenta también intersticial a las sulfosales, que son de menor tamaño.

En la frente 49738 se observa texturas de mosaicos, golfos de piritita e islas de calcopiritita y rellenos de sulfosales. En esta zona los cristales alcanzan tamaños de hasta 100 μm y cantidades menores de esfalerita se presentan acompañando a estos mosaicos.

Zoneamiento

Con el muestreo que se realizó en el nivel 865 (figura 8), frentes 49640 (mapa 2) que se encuentra muy cerca del Tiro Tehuixtla y la frente 49738 (mapa 1) que se encuentra hacia el este del cuerpo Tehuixtla norte, se pudo realizar las siguientes observaciones: existe un zoneamiento tanto vertical como horizontal; los mayores cambios se aprecian en el zoneamiento vertical, ya que se observan los cuatro tipos de menas, principalmente la mena amarilla y la mena negra. El zoneamiento horizontal en la frente 49640 (ver anexo mineragráfico) es homogéneo, en general, presenta cristales de aproximadamente 10 μm en los cuatro tipos de mena, en ésta frente el tamaño del cristal es muy constante por parte de la piritita, galena, esfalerita calcopiritita y sulfosales. Las únicas variaciones que se observan son en el tamaño de la esfalerita que disminuyen principalmente hacia los extremos del lente.

En la frente 49738 se observa un comportamiento diferente, los cristales de cada una de las fases encontradas alcanzan tamaños de hasta 100 μm , lo que hace pensar que nos acercamos a zonas en las cuales han existido estadios ricos en soluciones mineralizantes y condiciones de espacio - tiempo que generaron cuerpos de mayor potencia.

El zoneamiento vertical es más notorio. En términos generales podríamos diferenciar principalmente dos zonas, la mena negra y la mena amarilla. En la zona del alto de la estructura se encuentra la mena negra, en donde abundan los cristales de esfalerita, galena y sulfosales, es donde se encuentra la mayor cantidad de Zn y su tamaño está alrededor de las 100 μm . Sin olvidar que en donde encontramos los mayores tamaños de cristales es en la frente 49738, casi en la misma proporción se observan cristales de galena y minerales de la serie son tetrahedrita - tenantita, así como de piritita y calcopiritita (ver anexo mineragráfico), que en ocasiones sólo rellena pequeñas fracturas de la mena.

En la mena amarilla se nota el cambio tanto de tamaño como en la distribución, son mayores los cristales de pirita y calcopirita, por lo que la presencia de Cu y Fe es mayor en la estructura del bajo. Por lo que se puede mencionar que: los episodios ricos en Fe son los primeros en depositarse, seguidos de los de Zn, Pb y sulfosales y por último los ricos en Cu, que en su mayoría están relleno de cavidades.

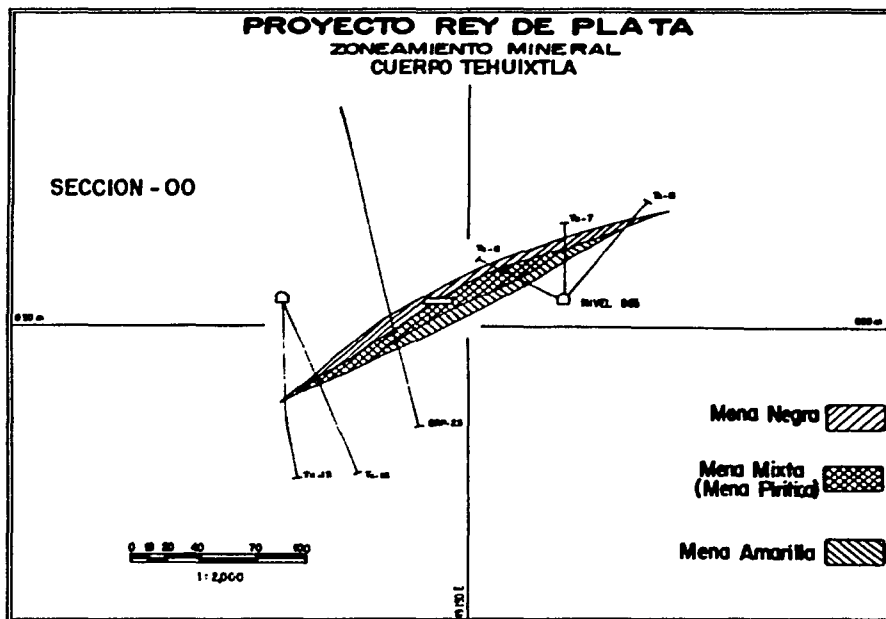


Figura 8. - Zonamiento general del Yacimiento Rey de Plata (Peñoles, 1991).

Análisis de tetrahedrita - tenantita

Se trabajó con muestras de la zona de mena negra principalmente. De acuerdo a observaciones hechas en microscopio minerográfico, en este proceso se seleccionaron las muestras que presentan mayor contenido tanto en fases minerales, como en tamaños de cristales debido a que para el estudio de microscopio electrónico y microsonda electrónica se buscan campos de observación adecuados y que en una misma muestra existan varias fases presentes para ahorro de tiempo en el manejo del equipo. Se escogieron seis muestras en donde se pretende observar cambios tanto verticales como horizontales, para observar posibles variaciones en la composición de las sulfosales estudiadas. Se escogió una muestra del barreno Rey3 a una profundidad de 219 m debido a que presenta buen contenido en fases minerales, es en ésta muestra donde se reporto electrum.

La División de Ingeniería Mecánica Industrial (DIMEI) por medio de la Unidad de Investigación y Asistencia Técnica en Materiales de la Facultad de Ingeniería, apoyó con el equipo de microscopio electrónico Philips XL20 obteniendo análisis cualitativos que nos dan una mayor certidumbre acerca de la sulfosal que hemos catalogado como de la serie de las tetrahedritas - tenantita. Así como también se obtuvo apoyo del Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Depósitos Minerales de la Universidad de Barcelona para el análisis de una muestra en microsonda electrónica. El equipo empleado es modelo CAMECA SX - 50, equipada con cuatro espectrómetros de dispersión de longitud de onda, laboratorio de los *Serveis Científico-Técnicos, Universidad de Barcelona*. En este caso, si fue posible obtener análisis cuantitativos lo que nos permite obtener los siguientes resultados.

Elemento	W% conc.	W%	
S	27.6320	27.350	Tenantita
Sb	6.1270	5.593	
Cu	40.4790	40.581	
Ag	1.9530	1.853	
As	15.9110	15.825	
Zn	6.5190	6.497	
Fe	1.5750	1.532	
Hg	0.1370	0.0	
Pb	0.1260	0.276	
Au	34.726	21.724	Electrum
Ag	59.352	65.315	
Cu	0.054	0.177	
Fe	0.123	0.290	
Hg	5.808	9.285	

A continuación con un análisis realizado se obtuvo fórmula para la Sulfosal que es:



Lo cual hace que la sulfosal estudiada pertenezca a una tenantita.

Con el microscopio electrónico se analizó la composición de esfalerita, piritita, calcopiritita y galena que tienen composiciones apegadas a su fórmula. En donde se observa presencias anómalas de In en la esfalerita y contenidos menores de Ag en la tenantita.

Los análisis a detalle e imágenes de los puntos estudiados se muestran en el anexo de Microscopio Electrónico de Barrido (MEB).

Petrografía de roca encajonante

Se puede observar que conforme se avanza hacia el alto de la estructura, aumenta la alteración de la roca encajonante. Se observa una intensa sericitización y también una alteración cloritica de menor intensidad, la cual afecta en menor grado a la roca encajonante.

Se observan al alto de la estructura las siguientes características:

Alto de la estructura

Se presentan cristales euhedrales de feldespatos que presentan alteración sericitica, y cristales de cuarzo como partículas angulosas a subangulosas, incluidos en una matriz afanítica. Se observan dos tipos de vetillas que cortan a la roca, una formada por un mosaico heterogéneo de cuarzo con piritita diseminada y otro formado por un mosaico homogéneo de calcita. (Anexo petrográfico)

Se observa una vetilla formada por un mosaico heterogéneo de cuarzo con escasa piritita, con presencia de feldespatos subeuhedrales que se encuentran sericitizados. Se observa una matriz de pequeños cristales de cuarzo y feldespato con presencia de piritita y esfalerita. (Anexo petrográfico foto D y E).

En la estructura del alto (mena arcillosa y mena mixta), se observan clastos brecciados de mayor tamaño con feldespatos K, con cuarzo y piritita. Se presenta una sericitización muy intensa en esta parte de la estructura, podemos observar texturas de flujo y en esta zona disminuye la cantidad de minerales opacos. Se observan zonas de rellenos de fractura, los cuales están alterados presentando sericitización y los cristales se presentan angulosos a subangulosos. En estas zonas se observan cristales de cuarzo y feldespatos con texturas en mosaicos. En la estructura del alto se presentan horizontes pequeños que también son observados en muestra de mano, y en ellos se puede observar el sentido normal de la depositación. Estos horizontes muestran una intensa sericitización.

Zona de Mena Negra

En la Mena negra o zona central podemos observar que aumentan los cristales subeuhedrales a euhedrales de minerales opacos. El cuarzo y feldespato se aprecian sericitizados, y existen fracturas que han sido rellenadas con apariencia de brechas de relleno, con fragmentos que también se encuentran alterados (anexo petrográfico fotos A y B).

En esta zona que pertenece a la mena negra, se pueden observar pirita y esfalerita incluidos en una matriz afanítica de cuarzo y cristales de feldespatos. En esta zona es difícil identificar la roca encajonante, ya que fue borrada la textura relictiva por la alteración y por procesos de mineralización. Sin embargo, se pudo determinar que pertenecen a la secuencia de tobas y brechas de composición riolítica-andesítica con alteración sericitica.

Bajo de la Estructura

En esta zona prevalecen principalmente cristales de pirita, con pequeñas cantidades de cuarzo y feldespato, formando mosaicos alterados. También se observa la presencia de sericita como mineral posterior a la mineralización, debido al proceso de metamorfismo que sufre la zona. Se observa una sericitización principalmente en los feldespatos. La forma de los cristales es subredondeada a subangulosa y están presentes rellenando fracturas, posteriores al evento de mineralización.

Paragénesis

Con base a los análisis mineragráficos realizados en el cuerpo Tehuixtla y Tehuixtla norte, se ha propuesto una paragénesis de los sulfuros de este depósito, considerando únicamente las texturas observadas como son: inclusiones de un mineral en otro, relleno de fracturas de un mineral y mosaicos de minerales.

Se puede observar que presentan un carácter de precipitación y sedimentación los sulfuros existentes en el depósito, debido a finas capas de mineral que se forman (microfotografía frente 49640 mena amarilla, ver anexo mineragráfico).

Se ha dividido el evento de mineralización en cinco etapas diferentes, debido a las evidencias texturales, lo que hace que sobresalgan las etapas dos y tres, es donde se generan las principales menas de este depósito.

El siguiente cuadro paragénetico se puede generar a partir de las observaciones realizadas con microscopio mineragráfico y petrográfico.

Zona Mineralizada

Fase Mineral	Etapas 1	Etapas 2	Etapas 3	Etapas 4	Etapas 5
Pirita	_____	_____	_____	_____	_____
Cuarzo	_____	_____	_____	_____	_____
Barita	_____	_____	_____	_____	_____
Calcita	_____	_____	_____	_____	_____
Esfalerita	_____	_____	_____	_____	_____
Galena	_____	_____	_____	_____	_____
Tetrahedrita - Tenantita	_____	_____	_____	_____	_____
Calcopirita	_____	_____	_____	_____	_____

Conclusiones

El yacimiento de Rey de Plata se encuentra en una secuencia volcanosedimentaria del Terreno Guerrero, la cual se encuentra metamorfoseada, lo que enmascara la alteración propia de la mineralización.

De acuerdo a los parámetros expuestos por Lydon (1994a y b) y por Höy (1995), existen elementos para clasificar al depósito Rey de Plata como de tipo Kuroko, debido a que presenta las siguientes semejanzas: asociaciones de los metales principales de mena (Zn-Pb-Cu), litología dominante por rocas volcánicas félsicas, el ambiente tectónico en el cual se ha desarrollado pertenece a un arco de islas, la forma del yacimiento es lenticular masivo, presenta zoneamiento tanto vertical (mena negra y mena amarilla) como horizontal y en las zonas externas se observa minerales arcillosos (mena arcillosa). Con sus diferencias propias como son la carencia de un stockwork formal y una estructura dómica eruptiva

El yacimiento presenta zoneamiento horizontal del cual la característica principal radica en el tamaño de los cristales, que conforme nos alejamos del centro de mineralización se hacen pequeños los cristales y presenta un buen zoneamiento vertical lo cual permite diferenciar los dos tipos principales de mena. Los minerales de mena identificados son: esfalerita (Zn), galena (Pb), tenantita (Cu, Sb) y calcopirita (Cu) y menores cantidades de electrum (Ag, Au). Los minerales de ganga identificados son: cuarzo, sericita, illita, clorita y barita para el cuerpo mineralizado. Se utilizaron varias técnicas para llegar a estos resultados como observaciones en microscopio minerográfico - petrográfico, utilización de PIMA, Microscopio electrónico y microsonda electrónica de barrido.

Se diferencian cinco etapas de mineralización siendo la de importancia económica la segunda y tercera. Por lo que podemos interpretar que el sistema estuvo activo durante un periodo importante de tiempo teniendo pulsos en los cuales se precipitan soluciones enriquecidas en Zn, Pb y Cu.

Con base a las relaciones texturales observadas, es factible obtener un concentrado muy limpio de zinc y otro de plomo-cobre, se puede decir lo anterior debido a que se obtuvo el tamaño de los cristales de zinc y de plomo-cobre, midiéndolos lo que permite decir que al tamaño en que se tritura, será posible liberarlos sin ningún problema, la planta de beneficio realiza su molienda a malla +3 (0.125 mm). Se han reportado contenidos importantes de Ag y donde se han encontrado presencia de Ag es en las sulfosales, debido al estudio de microsonda electrónica se pudo encontrar dicho elemento.

Se han encontrado concentraciones pequeñas de In en la esfalerita, en los análisis realizados con Microscopio de Barrido, lo que hace interesante a los concentrados de Zn y Pb para su explotación. Ya que el In es un elemento de costo elevado para fabricación de componentes electrónicos.

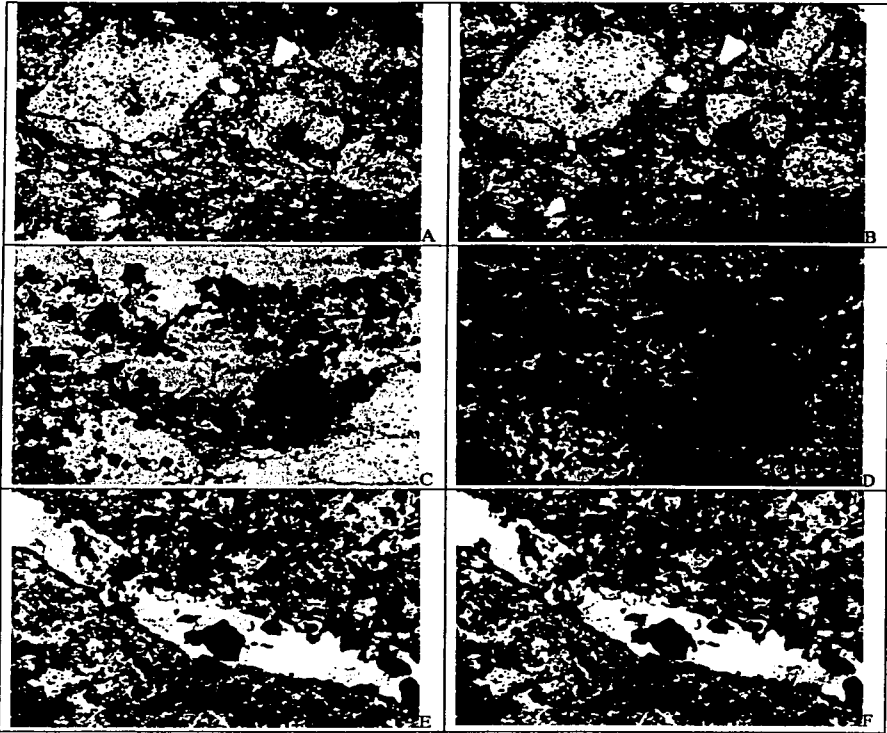
Referencias Bibliográficas

- Campa Uranga M. F., 1978. La evolución Tectónica de Tierra Caliente, Gro.: Bol. Soc. Geol. Mex. T XXXIX pp 52-64.
- Campa Uranga M. F.; Coney, P.J., 1983, Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distributions in Mexico: Canadian Journal of Earth Sciences, v. 20, p. 1040-1057.
- Campa Uranga M. F. and Ramírez, J., 1979, La evolución Geológica y la metalogénesis de Guerrero: Universidad Autónoma de Guerrero, serie Técnico-científica, n.1. 84 p.
- Campa Uranga M. F.; Campos M.; Flores R. Y Oviedo R., 1974. La Secuencia Mesozoica Volcano-Sedimentaria Metamorfizada de Ixtapan de la Sal, Méx. - Teloloapan, Guerrero. Bol. Soc. Geol. Mex. XXXV pp 7-28.
- Campa Uranga M. F.; Ramírez J.; Flores R. y Coney P., 1980, Terrenos Tectonoestratigráficos de la Sierra Madre del Sur, Región comprendida entre los Estados de Guerrero, Michoacán, México y Morelos: V Convención Nacional de la Soc. Geol. Méx.
- Centeno, G. E., Ruiz, J., Coney, P.J., Patchett, P. J., Ortega, G. F., 1993, Guerrero Terrane of Mexico: its role in the Southern Cordillera from new geochemical data, geology 21, 419-422.
- De Cserna Z., 1978. Notas sobre la geología de la región comprendida entre Iguala, Ciudad Altamirano y Temascaltepec, Estados de Guerrero y México: Sociedad Geológica de México , libro Guía de la excursión geológica a Tierra Caliente, p. 1-25.
- De Cserna Z., 1982. Hoja Tejupilco 14-Q-g(9), and Resumen de la Geología de la Hoja Tejupilco, Estados de Guerrero, México y Michoacán, Instituto de Geología UNAM, Carta Geológica de México, Series, map (1:100,000) and Text 28 p.
- Elías Herrera, M. Sánchez Zavala, J.L., 1992, Tectonic implications of a mylonitic granite in the lower structural levels of the Tierra Caliente Complex (Guerrero Terreno), Southern Mexico: Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, v. 9, n. 2, p. 113-125.

- García Fons J., Novelo L. F., Perez I. J., 1981, Geología del Yacimiento de sulfuros masivos El Rey de la Plata. Teloloapan, Guerrero. A.I.M.M.G.M., Mem. Tec. XIV, pp. 141-179.
- Giles D.A., García-F. J., 2000. Volcanogenic Deposits in Mexico: The producing mines. Geological Association of Canada, VMS Deposits of Latin America. pp. 135-140.
- Høy Trygve, 1995, Noranda/Kuroko Massive Sulphide Cu-Pb-Zn, in selected British Columbia Mineral Deposit Profiles, Vol 1 - Metallics and Coal, Lefebure, D.V. and Høy, T, Editors, British Columbia Ministry of Energy of Employment and Investment, open file 1995-20, pp 53-54.
- Lugo-Hubp J., 1990, El Relieve de la República Mexicana. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, vol.9, núm. 1, pp. 82-111.
- Lugo-Hubp J, y Córdova-Fernández, 1990, Regionalización geomorfológica: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geografía, Atlas de México, hoja Geomorfolología 2, núm. IV.3.4, esc 1:12'000,000.
- Lydon, J.W. 1994a, Volcanic massive sulphide deposits Part I a descriptive model: Geoscience Canada, Reprint series 3, pp. 145-154.
- Lydon, J.W. 1994b, Volcanic massive sulphide deposits Part II genetic model: Geoscience Canada, Reprint series 3, pp. 155-181.
- Miranda-Gasca M.A. 2000. The metallic ore-deposits of the Guerrero Terrane, western Mexico: an overview. *Journal of South American Earth Science* 13, pp. 403-413.
- Memorias Técnicas, XVII Convencion Nacional A.I.M.M.G.M.A.C. 1989.
- Ortega Gutiérrez F.; Mitre Salazar L.; Roldán Quintana J.; Aranda Gómez J.; Morán Zenteno D.; Alaniz Álvarez S.; Nieto Samaniego A. 1992, Texto explicativo de la quinta edición de la carta geológica de la República Mexicana escala 1:2'000,000. Inst. de Geología, U.N.A.M., CRM., pp.74.
- Peñoles, 1991. Proyecto Rey de Plata. Informe técnico, Minera Antares, S.A. de C.V. p. 16.
- Peñoles, 2000. Mapa geología estructural y litología rampa de servicios. Archivo técnico, Depto de Geología. Minera Antares, S.A. de C.V.

- Quiñones, H., 1987, El sistema fisiográfico de la Dirección General de Geografía: Revista de Geografía, v. 1, num. 2. p. 13-20.
- Ramírez, E. J., Campa, M. F., Talavera, M. O., Guerrero, S. M., 1991, Caracterización de los arcos insulares de la Sierra Madre del Sur y implicaciones tectónicas. Abstracts, Congreso sobre la evolución Geológica de México, Sociedad Mexicana de Mineralogía-Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Pachuca, Hgo, México, pp. 163-166.
- Ruiz J., Centeno-García E., 2000, The Guerrero Terrane of western Mexico: Geology and Massive Sulphide Deposits. Geological Association of Canada, VMS Deposits of Latin America. pp. 47-56.
- Salinas-Prieto, J.C. Monod, O., Fure, M., 2000. Ductile deformations of opposite vergence in the eastern part of the Guerrero Terrane (SW Mexico). Journal of South American Earth Science 13, pp. 389-402.
- Talavera-Mendoza O., 2000a, Geochemistry and isotopic composition of the Guerrero Terrane (western Mexico): implications for the tectono-magmatic evolution of southwestern North America during the Late Mesozoic. Journal of South American Earth Science 13, pp. 297-324.
- Talavera-Mendoza O., 2000b, Pre-accretion metamorphism of the Teloloapan Terrane (southern Mexico): example of burial metamorphism in an island-arc setting. Journal of South American Earth Science 13, pp. 337-354.
- Talavera-Mendoza O., Ramirez-Espinosa, J., Guerrero-Sustegui, M., 1993, Geochemical evolution of the Guerrero Terrane: example of a Late Mesozoic multi-arc system. In: Proceedings of the First Circum - Pacific and Circum - Atlantic Terrane conference Guanajuato, Mexico, pp. 150-152.
- Talavera-Mendoza O.; Ramirez-Espinosa, J.; Guerrero-Sustegui, M., 1995, Petrology and geochemistry of the Teloloapan subterrane: A Lower Cretaceous involved intra-oceanic island arc. Geofísica Internacional 34, pp. 3-22.
- Von Damm K. L., 1991, A comparison of Guaymas Basin Hydrothermal Solutions with other sedimented systems and experimental results. AAPG. Memoria 47, pp. 743-751.

ANEXO PETROGRÁFICO






En las Fotomicrografías se observa la petrografía de la roca encajonante de la zona de los mantos de los sulfuros, en orden de arriba hacia abajo se encuentra del alto al bajo de la estructura mineralizada. La primera columna son fotomicrografías que se han tomado con luz paralela y la segunda con nicols cruzados. En A y B) se observa la estructura del alto que pertenece a la mena arcillosa, en la cual observamos cristales euhedrales de feldespato que están siendo alterados por sericita y menor cantidad de clorita, la roca huésped en estos casos se trata de una andesita que aparte se encuentra en menor grado deformada. C y D) pertenecen a la zona de la mena negra, en donde se observa mayor cantidad de minerales opacos y observamos la matriz criptocristalina con sericita y clorita, la cual se aprecia mejor en D, y cristales de feldespato, plagioclasa y en menor cantidad de cuarzo, las texturas son porfiroclásticas. E y F) pertenecen a la zona del bajo, mena amarilla, en la cual es notorio la cantidad de minerales opacos presentes en la muestra y persiste la alteración hidrotermal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANEXO MINERAGRAFICO

Tabla 1 Nivel 865 FTE 49640

	<p>Fotomicrografías de muestra RP003, (ver mapa 1) en las cuales se observa los diferentes tipos de menas que conforman al cuerpo Tehuixtla Norte y en las que se observan mayores contrastes y el cuerpo expuesto completamente.</p> <p>Mena Arcillosa.- Se observa la matriz principalmente de cuarzo(qtz) en framboides de pirita(py) con diseminados de Tenantita(tn) en la parte inferior izquierda.</p>
	<p>Mena Negra.- Se observa framboides de pirita en golfos de esfalerita(sph) e islas de cuarzo.</p>
	<p>Mena Amarilla.- Se encuentra un mosaico de pirita en contacto con rellenos de calcopirita y algunos cristales de cuarzo (cristales oscuros).</p>

Escala gráfica

100 μ

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Tabla 2 Nivel 865 FTE 49640

	<p>Fotomicrografías de muestra RP004, (ver mapa 1) en las cuales se observa los diferentes tipos de menas que conforman al cuerpo Tehuixtla Norte y en las que se observan mayores contrastes.</p> <p>Mena Arcillosa. - Se observa la matriz principalmente de cuarzo como mares e islas de sulfosales, calcopirita y pirita.</p>
	<p>Mena Negra.- Se presenta mares de esfalerita, como mineral principal y framboides de pirita e islas de cuarzo.</p>
	<p>Mena Mixta.- Se presentan framboides de pirita con rellenos de esfalerita y cuarzo, la pirita se presenta como mineral principal y la tenantita intersticial..</p>
	<p>Mena Amarilla.- Mosaico de pirita principalmente, asociado a vetilla de calcopirita con sulfosal y cuarzo intersticial.</p>

Escala gráfica ————— 100 μ

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**




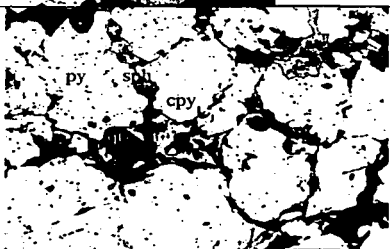
Tabla 3 Nivel 865 FTE 49738

	<p>Fotomicrografías de muestra RP012 y RP0011, (ver mapa 2) en las cuales se observa los diferentes tipos de menas que conforman al cuerpo Tehuixtla Norte y en las que se observan mayores contrastes. Mena Arcillosa. - Se observa la matriz principalmente de cuarzo e islas de pirita cuhedral.</p>
	<p>Mena Negra.- Mosaico de Tenantita en contacto con galena(gln), pirita y rellenos de calcopirita con golfos de cuarzo.</p>
	<p>Mena Mixta.- Presencia de mosaico de galena y pirita cementada por calcopirita, cementados por cuarzo.</p>
	<p>Mena Amarilla.- Mosaico principalmente formado por pirita con rellenos de calcopirita y tenantita con cuarzo en rellenos.</p>

Escala gráfica

————— 100 μ

Tabla 4 Nivel 86S FTE 49738

	<p>Mena Arcillosa.- se presenta principalmente de cuarzo y cristales cuhedral de pirita.</p>
	<p>Mena Negra.- Mosaico conformado de esfalerita, pirita, rellenos por galena e intersticialmente calcopirita y tenantita, todos en contacto con cuarzo (mineral mas oscuro).</p>
	<p>Mena Mixta.- Mosaico de esfalerita, pirita, cuarzo con rellenos de galena, calcopirita y tenantita.</p>
	<p>Mena Amarilla.- Mosaico principalmente de pirita con rellenos de esfalerita, tenantita, calcopirita y cuarzo.</p>

Escala gráfica



100 μ

ANEXO IMÁGENES MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO



Se representa en esta imagen de MEB los puntos de análisis mostrados en la siguiente sección
 A) Tenantita B) Galena C) Esfalerita D) Calcopirita
 Muestra RP12005



Fotomicrografía tomada con microscopio minerográfico en donde se aprecian mejor las fases identificadas.



Se representa en esta imagen de MEB los puntos de análisis mostrados en la siguiente sección
 A) Esfalerita B) Pirita C) Galena D) Tenantita
 Muestra RP12006

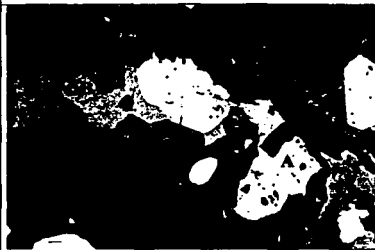


Fotomicrografía tomada con microscopio minerográfico en donde se aprecian mejor las fases identificadas.



Se representa en esta imagen de MEB los puntos de análisis mostrados en la siguiente sección
 A) y B) Tenantita

Muestra RP12002



Fotomicrografía tomada con microscopio minerográfico en donde se aprecian mejor las fases identificadas.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

ANEXO ANALISIS DE MEB

(Microscopio Electrónico de Barrido)

Muestra RP12005 PuntoA

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
S K	25.59	43.12	0.1751	1.1281	0.6048	1.0028
SbL	11.7	5.19	0.0919	0.8581	0.9149	1.0002
FeK	0.61	0.59	0.0064	1.0081	0.9498	1.1052
CuK	41.7	35.45	0.4052	0.9775	0.9803	1.0143
ZnK	9.05	7.47	0.0891	0.9792	0.9863	1.02
AsK	11.35	8.18	0.1011	0.9286	0.9596	1
Total	100	100				

Punto B

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
S K	29.93	73.41	0.2812	1.2429	0.7558	1
PbL	70.07	26.59	0.6157	0.8712	1.0085	1
Total	100	100				

Punto C

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
S K	35.78	53.4	0.2451	1.0931	0.6266	1.0003
CdL	1.01	0.43	0.0069	0.852	0.8037	1.0001
FeK	0.37	0.32	0.0039	0.9741	0.9661	1.1208
ZnK	61.18	44.79	0.5762	0.9447	0.9941	1.0028
AsK	1.65	1.06	0.0141	0.8947	0.9535	1
Total	100	100				

Punto D

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
S K	44.52	59.39	0.3524	1.0696	0.7382	1.0024
FeK	35.22	26.97	0.3365	0.9508	0.9726	1.0331
CuK	20.26	13.64	0.1769	0.9199	0.9493	1
Total	100	100				

Muestra RP12006 Punto A

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F	
S K	69.18	83.23	0.5812		1.047	0.8012	1.0015
InL	2.22	0.74	0.0142		0.8131	0.7905	1
CdL	3.47	1.19	0.0214		0.8154	0.7554	1
ZnK	25.13	14.83	0.2233		0.9002	0.9869	1
Total	100	100					

Punto B

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F	
S K	65.21	78.62	0.5721		1.0395	0.8419	1.0025
FeK	33.86	22.85	0.3014		0.9219	0.9842	1.0012
ZnK	0.93	0.53	0.0079		0.8916	0.9591	1
Total	100	100					

Punto C

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F	
ZnL	1.84	2.6	0.0074		1.1083	0.3632	1.0009
PbM	75.41	33.72	0.7318		0.9085	1.0683	1
S K	21.08	60.9	0.1959		1.2786	0.7269	1.0001
FeK	1.68	2.78	0.0172		1.1609	0.8622	1.0219
Total	100	100					

Punto D

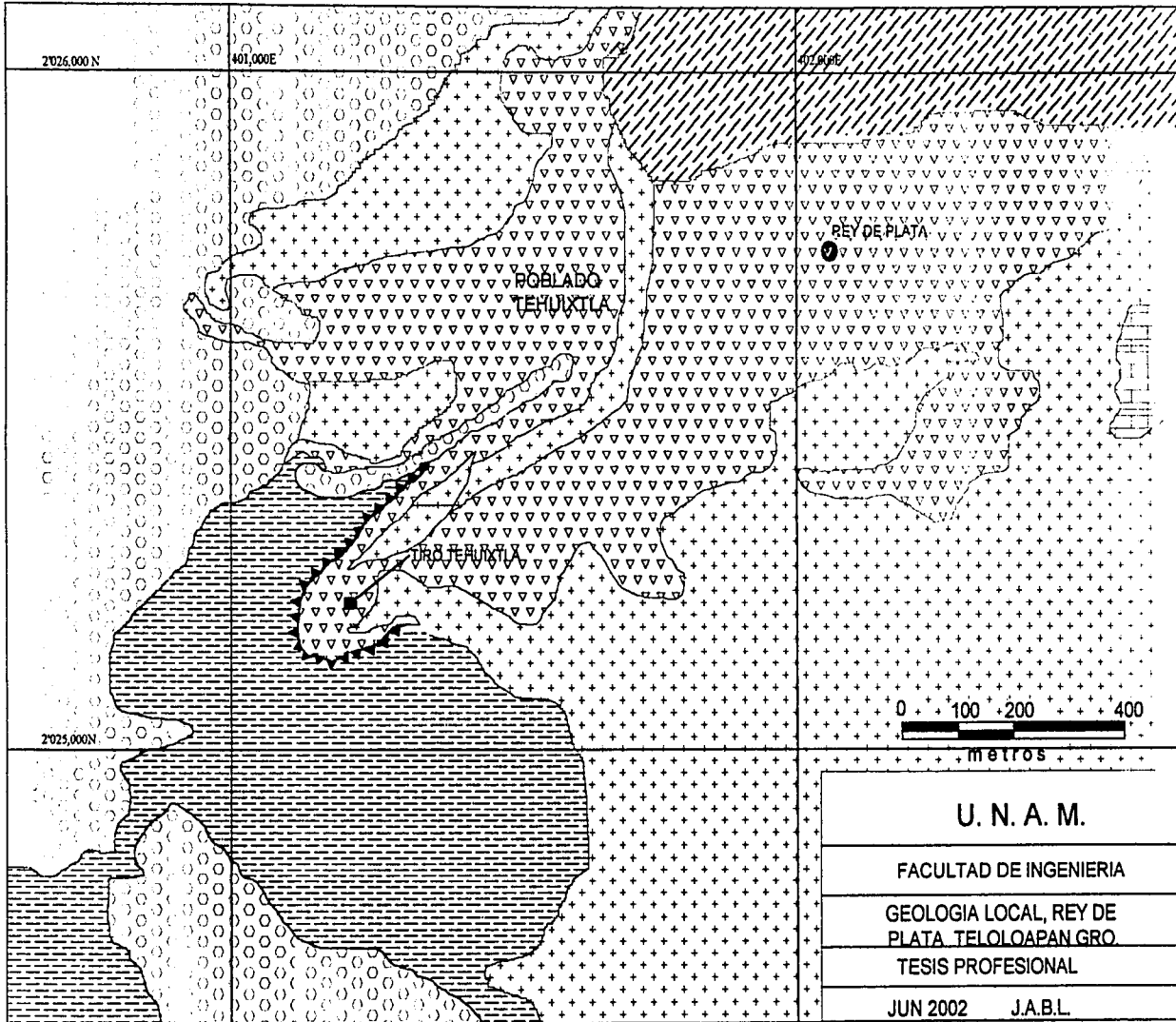
Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F	
S K	25.21	42.11	0.1637		1.1012	0.5884	1.0017
CdL	0.25	0.12	0.0018		0.8842	0.8145	1
SbL	7.38	3.24	0.0581		0.8726	0.9022	1
CuK	43.31	36.5	0.4241		0.9754	0.9855	1.0187
ZnK	9.42	7.71	0.0936		0.9782	0.9905	1.0262
AsK	14.43	10.31	0.129		0.9305	0.9609	1
Total	100	100					

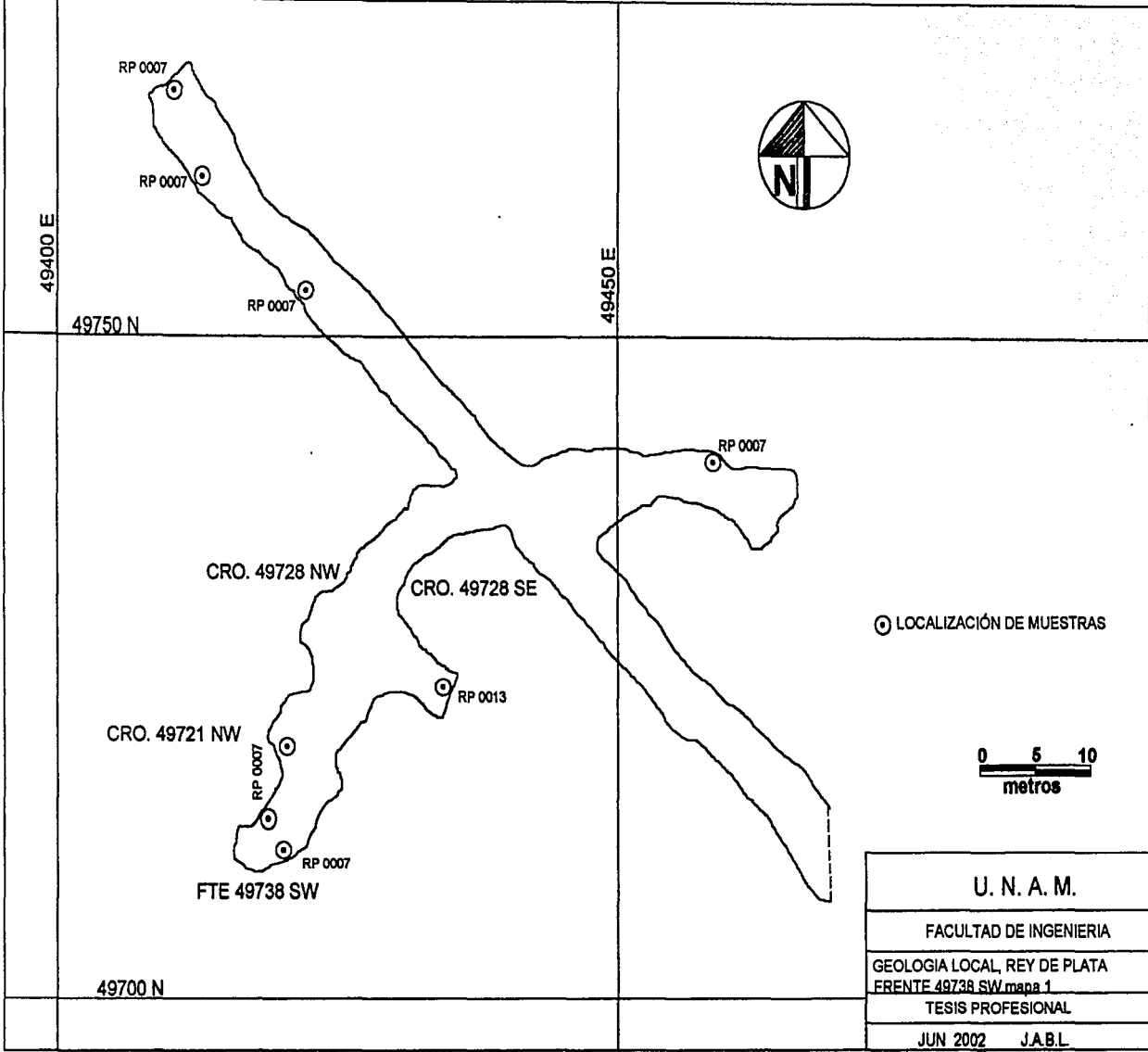
Muestra RP12002 Punto A

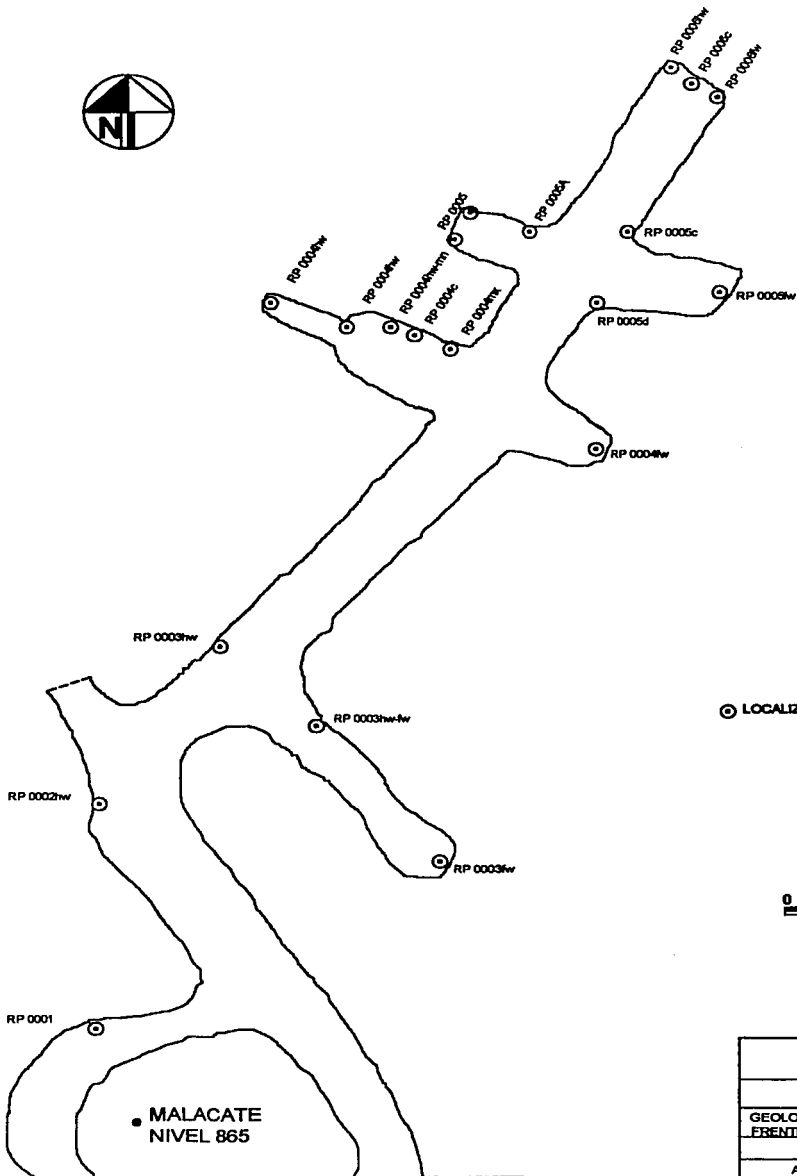
Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
S K	25.37	42.68	0.1671	1.1023	0.596	1.0024
AgL	0.5	0.25	0.0036	0.9023	0.7836	1.0047
CdL	0.78	0.37	0.0057	0.8856	0.819	1.0001
InL	0	0	0	0.8666	0.8512	1.0001
SbL	9.32	4.13	0.0735	0.8738	0.9031	1.0002
FeK	0.53	0.51	0.0056	1.0035	0.9537	1.1084
CuK	41.6	35.32	0.4057	0.9769	0.9823	1.0162
ZnK	9.19	7.59	0.091	0.9798	0.9879	1.0227
AsK	12.71	9.15	0.1138	0.9322	0.961	1
Total	100	100				

Punto B

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
S K	23.45	41.23	0.1582	1.1101	0.6049	1.0044
AgL	0.94	0.49	0.0069	0.9106	0.7992	1.0091
CdL	0.25	0.12	0.0018	0.8935	0.8337	1.0002
InL	0	0	0	0.8944	0.8648	1.0002
SbL	17.63	8.17	0.1418	0.8811	0.9122	1.0003
FeK	0.93	0.94	0.0097	1.0118	0.9407	1.0889
CuK	39.38	34.94	0.3821	0.9857	0.9747	1.0099
ZnK	9.15	7.89	0.09	0.9888	0.9816	1.014
AsK	8.27	6.22	0.0747	0.9416	0.9594	1
Total	100	100				







◎ LOCALIZACIÓN DE MUESTRAS



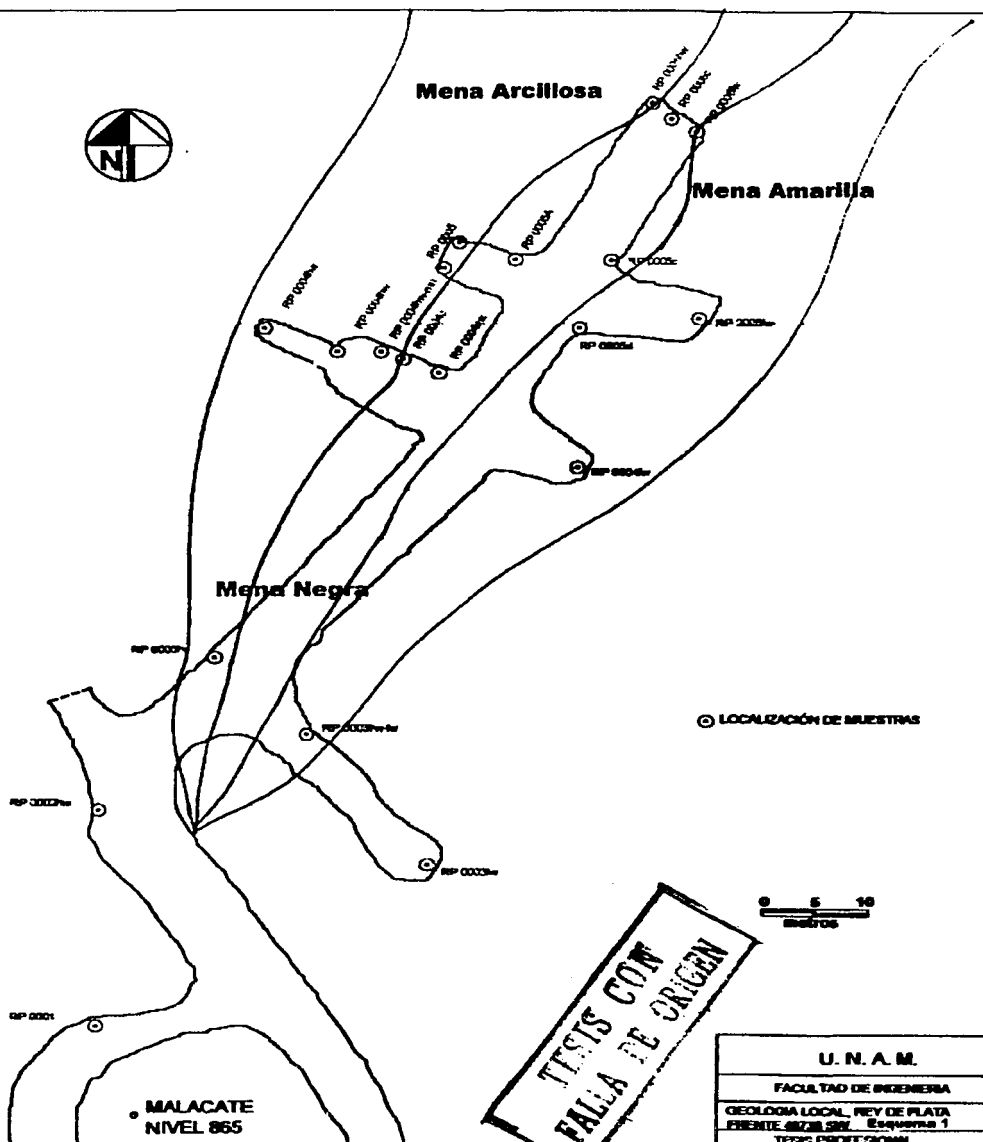
U. N. A. M.	
FACULTAD DE INGENIERIA	
GEOLOGIA LOCAL, REY DE PLATA	
FRENTE 49738 SW, mapa 2	
TESIS PROFESIONAL	
ABRIL 2002	J.A.B.L.



Mena Arcillosa

Mena Amarilla

Mena Negra



● LOCALIZACIÓN DE MUESTRAS



FALLA DE ORIGEN

U. N. A. M.

FACULTAD DE INGENIERIA

GEOLOGIA LOCAL, REY DE PLATA
FRENTE 65738 537 Esquema 1

TRABAJO PROFESIONAL