

19



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

EVOLUCION TERMICA Y PARAGENETICA DE LAS
VETAS LA PRIETA Y LA BLANCA DE LA UNIDAD
MINERA DE PALMAREJO, MPIO. CHINIPAS,
CHIHUAHUA

292178

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A :

MARCO ANTONIO RUBIO RAMOS

DIRECTOR DE TESIS: ING. ALFREDO VICTORIA MORALES



MEXICO, D.F.,

2001



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 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.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MEXICO
SISTEMA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-423

SR. MARCO ANTONIO RUBIO RAMOS
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:

**EVOLUCION TERMICA Y PARAGENETICA DE LAS VETAS LA PRIETA Y LA BLANCA
DE LA UNIDAD MINERA DE PALMAREJO, MPIO. CHINIPAS, CHIHUAHUA**

	INDICE
	RESUMEN
I	INTRODUCCION
II	FISIOGRAFIA
III	BOSQUEJO GEOLOGICO REGIONAL
IV	DISTRITO MINERO DE PALMAREJO
V	PETROGRAFIA Y MICROTERMOMETRIA DE LAS FASES CRISTALINAS
VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS
	ANEXO 1. PLANOS
	ANEXO 2. TABLAS
	ANEXO 3. MICROGRAFIAS

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 ~~12 de marzo de 2001~~

EL DIRECTOR


ING. GERARDO FERRANDO BRAVO

GFB*RLR*gtg

R

La vida no es fácil para ninguno de nosotros. Pero ¡qué importa!. Hay que perseverar y sobre todo tener confianza en uno mismo. Hay que creer que se está dotado para alguna cosa y esta hay que alcanzarla, cueste lo que cueste.

Marya Skłodowska C.

DEDICATORIA:

Con el más sensible y profundo agradecimiento para aquellos maestros que aportaron tiempo, conocimientos y valores sin mayor interés que el de generar individuos capaces, honestos y comprometidos con su patria.

A los profesores de la Facultad de Ingeniería.

Dado que invariablemente cada paso que de será para, y en tu compañía.

Para Carolina R. V.

Sabiendo que la capacidad de compartir solo tiene sentido cuando amistad y amor tiene convergencia en la familia. Este escribo esta apoyado en tu compañía.

A SUSANA V. C.

Comprendiendo que jamás será tarde para compartir lo que en otro tiempo no se vivió, y deseando no perder el más invaluable tiempo de nuestra restante existencia.

A mis padres.

Porque el lazo más fuerte que un niño aprende a tejer es el de la hermandad y teniendo la certeza de su eterna fortaleza.

Para Ale, Juan y Claudio.

Valorando desde siempre su apoyo y compañía durante esta travesía.

A mis amigos Lupita H., Alfredo V., Lilia A., José Luis, Juan C., Osvaldo Z. y Paty J.

AGRADECIMIENTOS:

Con el más profundo y permanente agradecimiento para quién me apoyo en los momentos más críticos, tuvo confianza y demostró su más desinteresado comprensión.

Gracias, Doc. Prol

Reconociendo que sin su apoyo y comentarios este manuscrito hubiera tenido un destino diferente, además de haberme permitido colaborar en múltiples proyectos aprendiendo de cada uno de ellos.

A Tawn Albinson F.

Por la revisión y mejoras sugeridas para que el presente escrito sea de la calidad necesaria.

PARA:

Ing. Alfredo Victoria M

Ing. Jorge Nieto O.

Dra. Rosa Ma. Prol L.

Mtra. Guadalupe Villaseñor

Ing. Emiliano Campos M.

Por la profunda y permanente enseñanza sobre categoría y pudor. Gracias por siempre

Para el Ing. Arnulfo. A. D.

Para la Dama de Damasco.

AGRADECIMIENTOS:

Eternamente en deuda con el centro del saber nacional.

Universidad Nacional Autónoma de México.

Por el apoyo otorgado y sin el cual el presente trabajo no hubiera concluido

Gracias, DGAPA, Proy: IN110199

Por permitirme colaborar en proyectos de exploración minera.

Gupo Catorce S.A. de C.V.

Por integrarme a el grupo de trabajo más profesional que he conocido.

M.A.G.S.A, S.A. de C.V.

INDICE.

Resumen

I. INTRODUCCIÓN

- I.1. LOCALIZACIÓN
- I.2. VÍAS DE ACCESO.
- I.3. OBJETIVOS.
- I.4. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.
- I.5. METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE INCLUSIONES FLUIDAS.

II. FISIOGRAFÍA.

- II.1. PROVINCIA FISIOGRÁFICA.
- II.2. CLIMA Y VEGETACIÓN.
- II.3. GEOMORFOLOGÍA.
- II.4. HIDROGRAFÍA.

III. BOSQUEJO GEOLÓGICO REGIONAL.

- III.1. PRECÁMBRICO.
- III.2. PALEOZÓICO.
- III.3. MESOZOICO.
- III.4. TERCIARIO.
- III.5. GEOLOGIA ESTRUCTURAL Y COLUMNA ESTRATIGRÁFICA

IV. DISTRITO MINERO DE PALMAREJO.

- IV.1. GEOLOGÍA LOCAL.
- IV.2. VETA LA PRIETA.
- IV.3. VETA LA BLANCA.
- IV.4. VETAS ASOCIADAS.
- IV.5. VETAS EXTERNAS.

V. PETROGRAFÍA Y MICROTERMOMETRÍA DE LAS FASES CRISTALINAS.

- V.1. PETROGRAFÍA DE FASES CRISTALINAS.
- V.2. PETROGRAFÍA DE INCLUSIONES FLUIDAS.
- V.3. TEMPERATURAS DE HOMOGENEIZACIÓN.
- V.4. TEMPERATURAS DE FUSIÓN Y SALINIDAD EQUIVALENTE

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- VI.1. ISOTERMAS.
- VI.2. ISOCORAS.
- VI.3. PALEOSUPERFICIE.
- VI. 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO 1. PLANOS.

ANEXO 2. TABLAS.

ANEXO 3. MICROGRAFÍAS.

RESUMEN

La Sierra Madre Occidental representa el rasgo volcánico-fisiográfico más importante a escala global de la Tierra. Constituida por potentes espesores de extrusiones magmáticas de tipo calcoalcalino y con intrusiones plutónicas asociadas, estas rocas le confieren a la región una expresión morfológica de altas sierras y profundos cañones que se acentúan en el borde poniente del área.

La zona noroccidental de México esta caracterizada por distintos tipos de yacimientos minerales, sin embargo una franja de dirección NO / SE en la margen poniente de la Sierra Madre Occidental aloja principalmente vetas epitermales de cuarzo y calcita con oro y plata. Entre estos se encuentra el Distrito Minero de Palmarejo, el cual comenzó a ser explotado desde 1818 y tuvo actividad intermitente hasta 1980, año en que cerro la mina debido a la caída de los precios de los metales preciosos en el mercado internacional.

Las vetas de Palmarejo, así como otras vetas del distrito, se ubican en la porción suroccidental del Estado de Chihuahua, en donde aparentemente los sistemas de fracturamiento producto de la Orogenia Laramide, proporcionaron las estructuras favorables para la formación de cuerpos subtabulares de origen hidrotermal preferentemente orientados al NNO / SSE y con echados al SO y al NE. Rocas volcánicas del Cretácico Tardío y del Terciario Temprano hospedan a dichas estructuras y son cubiertas discordantemente por una secuencia de riolitas ignimbríticas del Terciario Medio.

El Distrito Minero de Palmarejo consiste de varias estructuras mineralizadas alojadas en rocas volcánicas andesíticas de la Serie Volcánica Inferior. Las estructuras del área norte son las de mayor importancia dado que sus espesores son mayores y las leyes son más altas. La Veta la Prieta y la Veta La Blanca, objeto del presente estudio, consisten de múltiples etapas de bandeamiento, brechamiento y emplazamiento de fases cristalinas, algunas de las cuales contienen sulfuros y sulfosales de plata.

La Veta La Prieta es la principal estructura de interés económico. Esta estructura muestra un complejo comportamiento ya que mientras la parte noroeste esta constituida por una sola veta con rumbo N 70° O, su extensión al SE, en donde el echado es menos pronunciado, de hasta 35°, desarrolla vetas subparalelas en forma de lazos cimoides tanto al alto como al bajo.

La Veta La Blanca se encuentra al alto de la veta principal y muestra orientación NNO / SSE con inclinación al SO.

Mediciones principalmente en cuarzo de inclusiones fluidas han mostrado que La Prieta presentó dos fuentes térmicas; una en la región occidental asociada a salmueras diluidas hacia las partes más profundas y, otra en la parte centrooriental de la estructura, caracterizada por salmueras ligeramente más salinas y asociados a procesos de ebullición.

Las temperaturas de homogeneización obtenidas en inclusiones fluidas alojadas en cuarzo y calcita sirvieron para estimar las isotermas del sistema e indican que la pluma térmica se encontraba al centro de la veta La Blanca, al SE de la intersección con la veta La Prieta. Las temperaturas de fusión resaltan la presencia de salmueras muy diluidas hacia la región NO mientras que a partir del centro térmico y hacia el sureste la salinidad va incrementándose gradualmente.

La reconstrucción de la paleotabla de agua para La Veta la Blanca a partir de mediciones en inclusiones fluidas con evidencia del proceso de separación de fases ha permitido establecer que se encontraba 550 a 600 metros arriba del nivel donde actualmente comienza la mineralización y estuvo ligeramente inclinada al noroeste, mientras que para La Prieta esta superficie estuvo entre 750 -800 metros por arriba de la zona superior mineralizada.

CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN.

“Aprender es como remar contra corriente, en cuanto se deja, se retrocede.”
Benjamín Britten

I.1. LOCALIZACIÓN.

La zona noroccidental de México ha sido importante productora de oro y plata desde tiempos prehispánicos. El emplazamiento de vetas epitermales con altas leyes de metales preciosos en las secuencias volcánicas de la Sierra Madre Occidental definen, en un contexto regional, un cinturón metalogénico que se extiende desde Guadalupe y Calvo, la zona intermedia de Batopilas hasta Moris al oriente del límite con Sonora. Figura # 1.1.

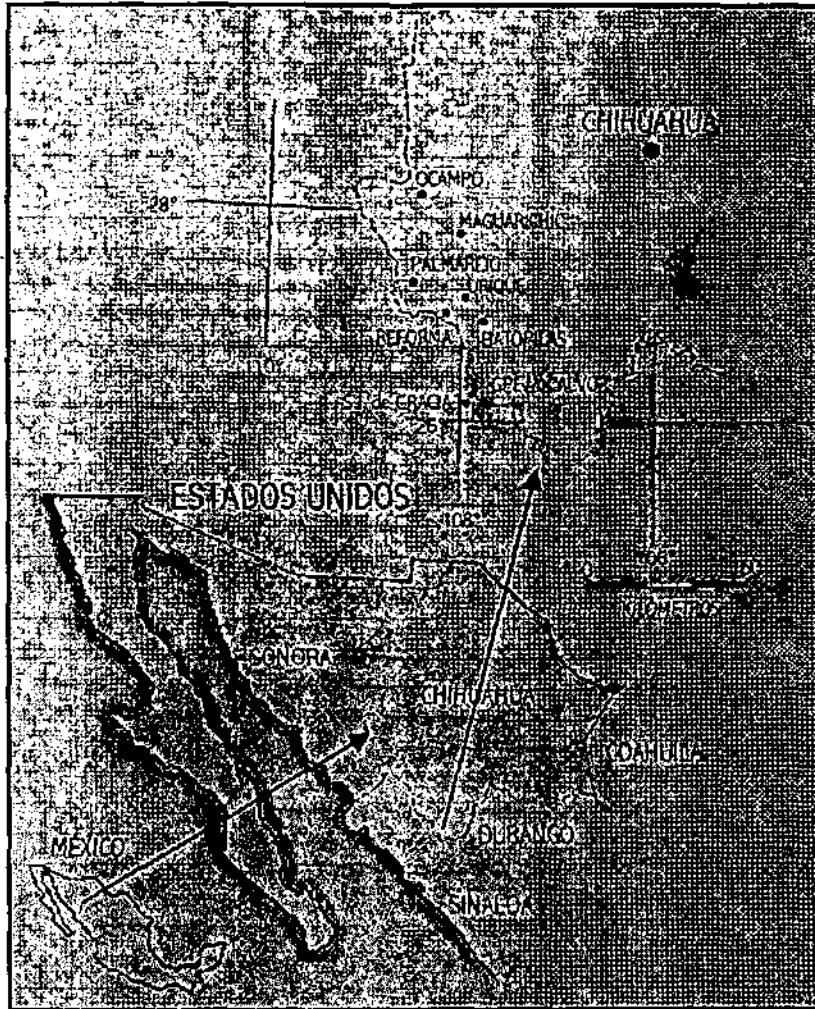


Figura # 1.1. Ubicación de los principales distritos mineros al surponiente de Chihuahua.

Los adelantos tecnológicos en las técnicas de exploración, explotación y beneficio han contribuido, en gran medida, a obtener mejores resultados en los procesos finales para la obtención de dichos metales. Simultáneamente, la expansión y aplicación de la geoquímica ha favorecido la definición de objetivos exploratorios con mayores posibilidades de concentraciones de minerales económicamente importantes. Los estudios de microtermometría de fases minerales asociados a las menas de distintos distritos han demostrado que cuando son realizados de la manera adecuada y, relacionados con otras técnicas geoquímicas, que ayudan a delimitar zonas con mayor potencialidad

en las estructuras de algunos de estos distritos y permiten comprender mejor los mecanismos que favorecen la precipitación y concentración de los metales preciosos.

El control paragenético es fundamental para realizar cualquier tipo de estudios exploratorios mineros, sin embargo, cuando se aplica al estudio de inclusiones fluidas, es esencial diferenciar las distintas etapas que constituyen el cuerpo y distinguir aquella que se está analizando, de esta manera se tendrá un conocimiento fidedigno de las condiciones imperantes de presión, temperatura y densidad que dieron lugar a su formación: más aún, si se consideran las distintas etapas, se comprenderá la evolución del fluido que dió origen al cuerpo mineral.

Las temperaturas de homogeneización y las salinidades obtenidas por medio del estudio de inclusiones fluidas en minerales asociados directamente a la mineralización son los mejores indicadores de las características bajo las cuales la salmuera precipitó tanto las fases cristalinas como las carga metalífera de interés económico.

Las Vetas del Distrito de Palmarejo se encuentran localizadas en la parte suroccidental del Estado de Chihuahua y se hospedan en las unidades andesíticas de la Secuencia Volcánica Inferior de la Sierra Madre Occidental. El estudio paragenético y de inclusiones fluidas en minerales de la mena y de la ganga permitieron definir el contorno de las isotermas así como de proponer la paleo superficie de la estructura, mientras que las salinidades y temperaturas de homogeneización indican que el ascenso del fluido hidrotermal responsable de la mineralización se localiza hacia la parte central de la Veta La Blanca.

I. 2. UBICACIÓN Y ACCESO.

El Distrito Minero de Palmarejo se encuentra enclavado en la porción noroccidental de México. Al nordeste del vértice límite estatal entre Chihuahua, Sinaloa y Sonora, en la margen montañosa poniente de la Sierra Madre Occidental (Figura # 1.2). El área de interés pertenece al Municipio de Chinipas, Edo. de Chihuahua, y colinda al N con el Mpio. de Uruachi, al E con el Mpio. de Guazapares, al S con el Edo. de Sinaloa y al O con el Edo. de Sonora. Su extensión territorial es de 2278.90 km² y aloja una población flotante de 7116 habitantes según el XI Censo Nacional de Población y Vivienda, lo que representa el 0.3% de la población estatal.

La Unidad Mínera de Palmarejo se localiza en el Municipio de Chinipas, Chihuahua, a 35 kilómetros en línea recta de la estación ferroviaria de Témoris, en el recorrido Chihuahua-Pacífico, en las coordenadas 27° 24' Latitud Norte y 108° 33' Longitud Oeste a una altura máxima de 1200 m.s.n.m. y hospeda a varias estructuras mineralizadas, siendo las más importantes la Veta La Prieta y La Blanca.

Para llegar al Pueblo de Palmarejo existen varias alternativas. La primera consiste en tomar el tren que sale de Los Mochis y bajarse en la estación Témoris y desde ahí en vehículo por brecha de terracería que se encuentra normalmente en malas condiciones hasta Palmarejo.

Una segunda alternativa consiste en dirigirse desde los Mochis hasta Navojoa, tomar la desviación hacia Álamos y después por caminos rugosos de terracería hasta Gochico, tomar la brecha que va hacia Chinipas y a 12.6 kilómetros se encuentra el Poblado de Palmarejo. Finalmente la tercer opción no menos incomoda, aunque más rápida es por vía aérea, saliendo en avioneta desde Los Mochis y aterrizar en una pista rústica en Chinipas para después por vehículo llegar hasta Palmarejo (Figura # 1.2).

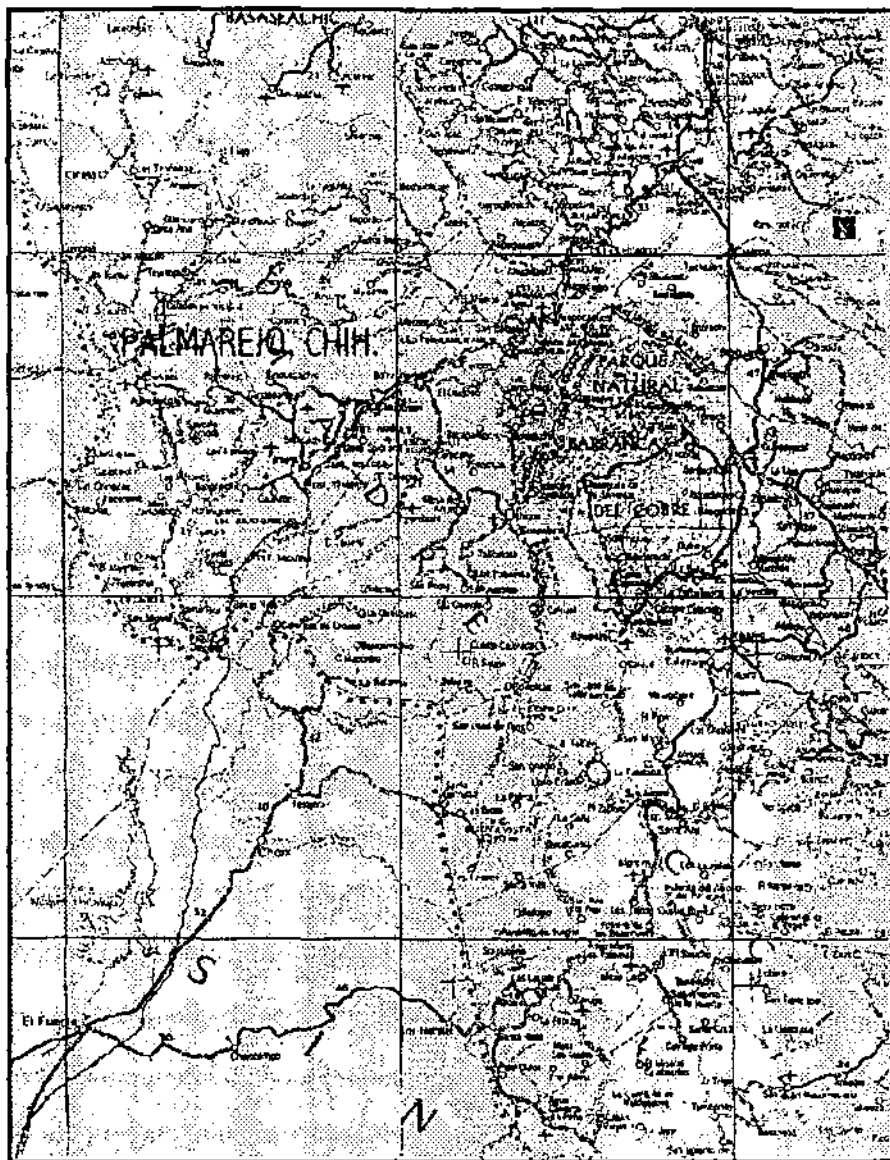


Figura # 1.2. Plano de Localización.

Las estructuras mineralizadas del distrito han sido divididas recientemente en tres zonas; la zona norte que cubre el área de la Mina Palmarejo, la zona central que contiene a las vetas de Maclovia-La Patria-Sta. Ursula y la zona sureste que abarca la zona de Guerra al Tirano. Estos cuerpos consisten de vetas de fisura y presentan direcciones preferenciales con rumbos NO-SE e inclinaciones de 55° - 60° tanto al suroeste como al noroeste y consisten principalmente de pulsaciones de cuarzo y calcita. Los minerales económicamente importantes se muestran como granos diseminados de galena, esfalerita, calcopirita y sulfosales de plata hospedados en una asociación cuarzo-calcita-sulfuros (Figura # 1.3).

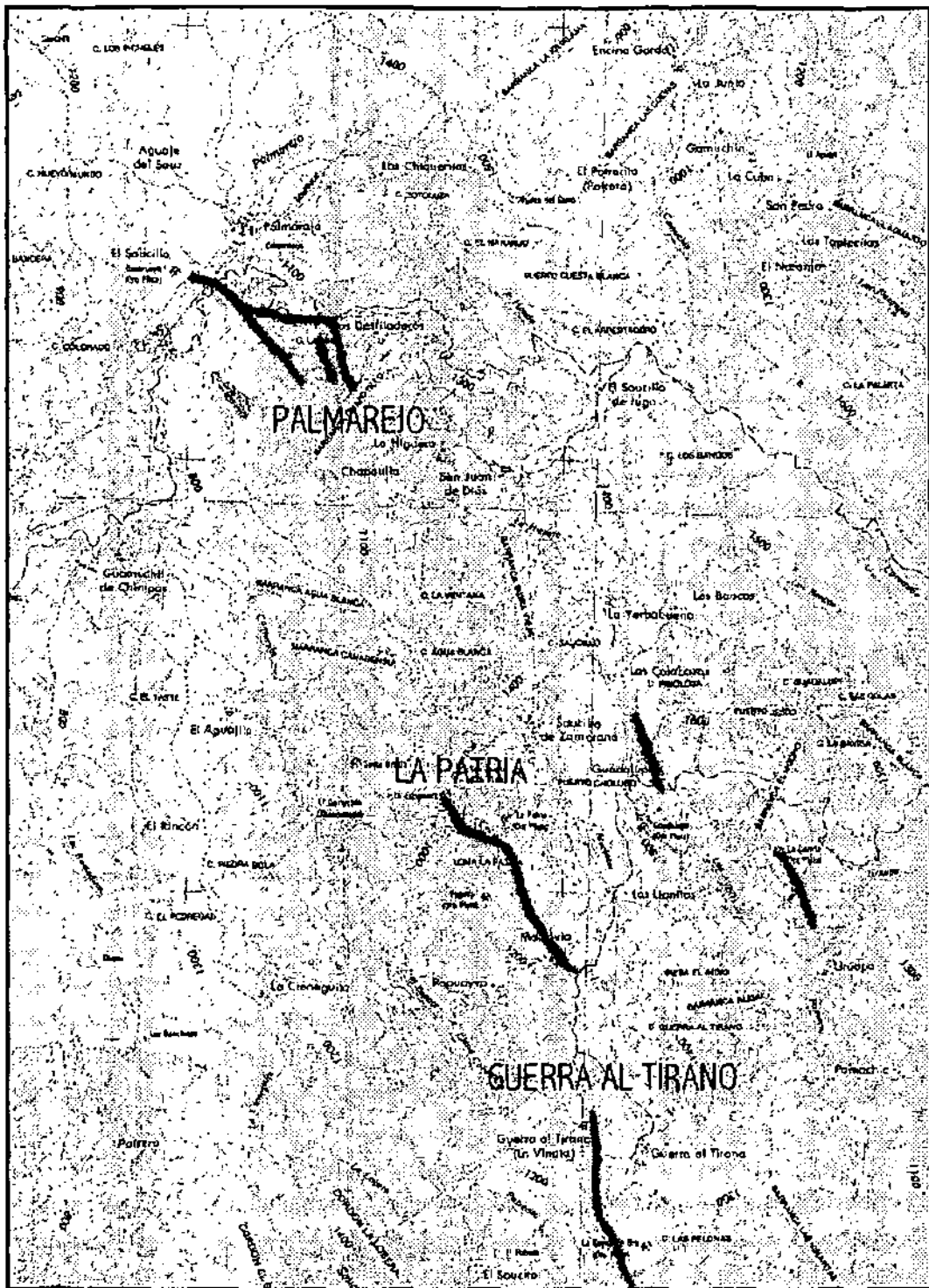


Figura # 1.3. Ubicación de las principales vetas en el Distrito de Palmarejo.

I.3. OBJETIVOS.

Considerando que en general las vetas epidermales están constituidas por una serie de etapas que reflejan distintas condiciones de formación y que tan solo unas pocas están íntimamente asociadas a

minerales de interés económico, el presente estudio fue dirigido de tal forma que se cubrieran diversos aspectos, principalmente para determinar las condiciones de temperatura y salinidad de los fluidos responsables de la formación de la estructura por lo que se definieron los siguientes objetivos:

1.3.1. Muestreo sistemático de las fases cristalinas que conforman el cuerpo mineral, tanto lateral como verticalmente de modo que se tuviera un control representativo espacio-temporal de cada uno de los eventos que conforman las vetas.

1.3.2. Describir macroscópicamente las muestras para tener un control gráfico del comportamiento de cada una de las fases y diferenciar aquellas etapas tempranas de las tardías y las estériles de las mineralizadas considerando sus interrelaciones.

1.3.3. Descripción microscópica de superficies espesas considerando las características petrográficas de cada una de las etapas.

1.3.4. Estudio microtermométrico de inclusiones fluidas, tanto en fases directamente asociadas a la mineralización como en fases estériles así como petrografía de inclusiones fluidas considerando aquellas características que son indicativas de procesos de ebullición.

1.3.5. Elaboración de isotermas en función a las temperaturas de homogeneización y determinación de la probable paleosuperficie solo en aquellos puntos donde se establecieron condiciones de separación de fases bajo condiciones de presión hidrostática.

I.4. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

La mina de Palmarejo fue explotada por primera vez en el año de 1818 por el Sr. Aylon Gil Lamadrid pero paso a ser propiedad de los Sres. Miguel y Joaquín Urrea en el año de 1845. Estos últimos mandaron construir la primera planta de beneficio la cual estuvo en operación continua hasta 1880. En el año de 1888 la mina de Palmarejo pasa a ser propiedad de la Sra. Justina Almada Vda. de Urrea y posteriormente es transferida a la "Palmarejo Mining Company Limited" de capital inglés. Años más tarde se construye una segunda planta de beneficio en el área del Zapote así como una planta hidroeléctrica sobre el Río Chinipas y un acueducto de 18 Km de longitud. Para el año de 1890 la Palmarejo Mining Company se asocia con la "Mexican Railway Limited" y se construye un tramo de 20 Km de longitud para ferrocarril de vía corta, finalmente ambas compañías se fusionan con la "Gold Fields of México Limited" y después de tres años de construcción se comienza a operar con una capacidad inicial de 100 toneladas diarias y diez años más tarde se instala una planta de cianuración con capacidad de 70 toneladas diarias y en 1904 se establece una planta de cal para aumentar la capacidad de producción a 125 toneladas diarias. Los proyectos para la mina eran sumamente ambiciosos por lo que en el año de 1910 se decide aumentar la producción y construir una segunda planta de cianuración con capacidad de 300 toneladas diarias.

Reportes internos de la "Palmarejo and Mexican Goldfields, Ltd." realizados en 1909 por el geólogo consultor McCarty E. T. señalan que la calidad y las leyes del mineral de Palmarejo son muy similares a los de Tonopah, Nevada. En el caso de la Veta La Prieta, la roca encajonante fue descrita como una andesita cuyas características, según dicho autor, son muy similares a las que presenta una roca conocida en Nueva Zelanda como "Kindly Sandstone", la mineralización se encuentra en las zonas marginales silicificadas y en cuerpos lenticulares, al bajo describe un flujo feldespático y al alto menciona una "spilite" aunque no especifica de que tipo de roca se trata; en el caso de La Blanca, cuya mineralización esta restringida solo a la veta, contiene mucho más cuarzo por lo que la roca huésped es más dura, al bajo se presenta la "spilite" y al alto una toba volcánica arenosa, "estas estructuras pueden correr en patrones subparalelos entre si, traslaparse o formar una sola estructura" (McCarty, 1909).

Las condiciones de la mina en esos años son desfavorables ya que las obras mineras desarrolladas durante los pasados 120 años convirtieron a la mina en una verdadera "madriguera de conejos" situación que ha variado poco hasta la actualidad.

En el año de 1912 los proyectos quedan truncados debido a los movimientos revolucionarios de la época y se decide suspender actividades. Pasados seis años y entre 1918 y 1920 se realizan

nuevamente maniobras para reactivar la producción, teniéndose además algunos trabajos de prospección y se realizan las primeras cubicaciones formales para definir el potencial del distrito. Los reportes de McCarty basados en registros de producción anteriores a 1909 y que ocupan las dos estructuras principales de Palmarejo, La Prieta, La Blanca son resumidos en la tabla # 1.4.1 y resaltan la riqueza económica generada por estas vetas considerando una ley promedio de 30 oz. por tonelada y valor de 2 pennies por tonelada

Veta	Ancho (ft.)	Profundidad (ft.)	Longitud (ft.)	Toneladas (15ft ³ =1 ton)	Valor (Libras)
La Prieta (alto)	15	260	1700	442000	1326000
La Prieta (bajo)	15	200	600	120000	360000
La Blanca	7	500	700	175000	525000
TOTAL	37	960	3000	737000	2,211,000

Tabla # 1.4.1. Calculo de reservas según reportes de McCarty, 1909.

Aparentemente entre 1920 y hasta 1964 la compañía pasa a poder de varias compañías inglesas y no es hasta finales de ese año en que el "Treasure Syndicate", de capital americano, adquiere el control mayoritario de la mina, logrando cotizar en la Bolsa de Valores de Londres inclusive hasta el año de 1968. Sin embargo dadas las políticas nacionalistas y la Reforma Agraria emprendida en esa época el Treasure Syndicate logra un acuerdo para transferir parte de los fundos mineros a Minas Huruapa, S. A., y finalmente en 1966 transfiere sus acciones a la "Silver Resource Corporation".

A partir del año de 1964 Minas Huruapa, S. A., comenzó a rehabilitar los fundos mineros y construyó un tramo de 30 Km de terracería desde Témoris hasta Palmarejo.

El estudio realizado por W. D. Hole en el año de 1920 para estimar las reservas de mineral del Distrito de Palmarejo y que clasifica en desarrollado completamente, parcialmente desarrollado y posible revelan el potencial de la zona. Tabla # 1.4.2

Los datos estadísticos de un estudio desarrollado por T. E. Knight en el año de 1967 comprueban y resaltan nuevamente el potencial del distrito. En este informe se señala una franja de aproximadamente 9 kilómetros de longitud y con rumbo NO en la cual se distinguen siete grupos principales de estructuras mineralizadas:

1. Palmarejo.- es la zona con más potencial y la más ampliamente desarrollada en las Vetas La Prieta, La Blanca y La Victoria.
2. Los Hundidos.- consistente de cuarzo brechiforme con anchura de hasta 30 m y longitud máxima de 1600 m
3. Santa Ursula.- obra derrumbada para la que se menciona tan solo rica producción.
4. La Patria.- desarrollada hasta 120 m de profundidad y con gran tonelaje de baja ley.
5. Guadalupe.- con vetas de 3.5 a 4.5 m de ancho y 150 m de longitud
6. Maclovía.- explotada en 1920 con leyes de 45 gr de oro y hasta 1 Kg de plata.
7. Guerra al Tirano.- explotación sobre veta formal hasta una profundidad de 150 m.

MINERAL / VETA	LA PRIETA (tons.)	LA BLANCA (tons.)	VICTORIA (tons)	TOTAL(tons.)
Desarrollado	254,703	40,796	36,061	331,560
Parcialmente desarrollado	52,278	107,919		160,197
Posible	544,250	930,246		1,474,496
TOTAL VETA	851,231	107,8961	36,061	1,966,253

Tabla # 1.4.2. Reservas calculadas para las vetas principales de Palmarejo. (Modificada de Hole, 1919)

Informes internos resaltan que en análisis posteriores de 116 muestras y reportados en 1954 por W. H. Seamon coinciden con análisis realizados por la *Palmarejo and Mexican Goldfields, Ltd.* e indican un potencial enorme de baja ley y tonelajes de menor proporción pero de alta ley, como lo reafirman los análisis reportados por P. Merriss para 103 muestras selectas y cuyos valores fueron de 6.78 gr. de oro y 16.81 onzas de plata por tonelada corta.

En un trabajo de 1986, Albinson T. estima el fondo y la cima de la mineralización para las vetas de La Prieta y La Blanca apoyándose en un estudio preliminar de inclusiones fluidas con evidencia de ebullición alojadas en cuarzo, realiza muestreos selectos en mina y en terreros y además lleva a cabo una recopilación de cálculos anteriores de las reservas mineras comparándolas con sus resultados. Las conclusiones a las que llega en comparación con aquellos informes son contrastantes y considera que la zona de Palmarejo tiene un potencial de 375,000 toneladas totales con leyes de 256 gr/ton de plata y 2.8 gr/ton de oro.

I.5. METODO DE TRABAJO.

I.5.1. ANTECEDENTES

Dolomieu (1792) fue el primero en reportar inclusiones fluidas conteniendo petróleo alojadas en cuarzo, sin embargo no fue sino hasta medio siglo después cuando Sorby (1858) deduce que las burbujas dentro de inclusiones deberían ser causadas por la contracción térmica, por lo que, si se les calentaba, pudiera lograrse la desaparición de la fase vapor y la temperatura a la que esto ocurriría serviría para estimar la temperatura de formación del mineral anfitrión.

El estudio de inclusiones fluidas hospedadas en fases minerales transparentes fue realizado de manera formal por Roedder E. (1982) en basaltos lunares y ha sido el principal impulsor de las investigaciones sobre este tópico. A partir de entonces numerosas publicaciones científicas sobre características, tipos y ocurrencia, así como diagramas de fases con más de un componente han favorecido la comprensión de estos microsistemas.

Durante la década de 1980 un auge intempestivo en estudios acerca de minerales diagenéticos fortalece la comprensión del comportamiento de fases fluidas complejas hospedadas en inclusiones dentro de minerales evaporíticos (Nelson, 1973; Klosterman, 1981; Moore y Druckman, 1981; Guscott y Burley, 1993, etc.) y en 1994 Goldstein y Reynolds publican un volumen dedicado a inclusiones fluidas en minerales diagenéticos.

Estudios sistemáticos de inclusiones fluidas aplicados a la exploración minera han sido realizados por numerosas personas; sin embargo, no en todos ellos se ha seguido un criterio adecuado que conduzca a conclusiones veraces.

La técnica de microtermometría de inclusiones fluidas está basada en la determinación de temperaturas características en las cuales ocurren cambios de coexistencia de fases de los fluidos y/o sólidos hospedados en cavidades cerradas dentro de los minerales.

Roedder (1984) y Reynolds (1994) han esquematizado el mecanismo para la formación de inclusiones fluidas remarcando la importancia que tiene la adecuada diferenciación genética para su posterior interpretación.

Las inclusiones primarias (P) son aquellas que se forman durante el crecimiento del cristal, por lo que registran las condiciones prevalecientes durante la cristalización del mineral huésped. Normalmente este tipo de inclusiones constituyen zonas de crecimiento paralelas a las caras de cristales individuales o forman núcleos radiales hacia la dirección de crecimiento del cristal. Figura # 1.4.

Las inclusiones fluidas pseudosecundarias (PS) son aquellas que se forman por el fracturamiento de cristales individuales durante su crecimiento, el fluido penetra por las zonas permeables y queda atrapado en el interior de las fracturas, por lo que la morfología típica, pero no única, de grupos de inclusiones es a lo largo de planos de debilidad. Las inclusiones secundarias (S) se emplazan también en microfracturas, pero a diferencia de las anteriores, éstas cruzan a dos o más cristales

individuales dado que su formación es posterior a la cristalización del mineral. Es importante resaltar que las condiciones imperantes durante la formación de inclusiones secundarias pueden ser inmediatamente después de la cristalización del mineral o bien pueden representar condiciones de eventos tardíos de millones de años después. Por esta razón es de suma importancia cuando se hace la revisión petrográfica de superficies espesas el identificar a los grupos de inclusiones, señalando su origen (P, PS, S) así como la posición paragenética del mineral huésped (Figura # 1.4).

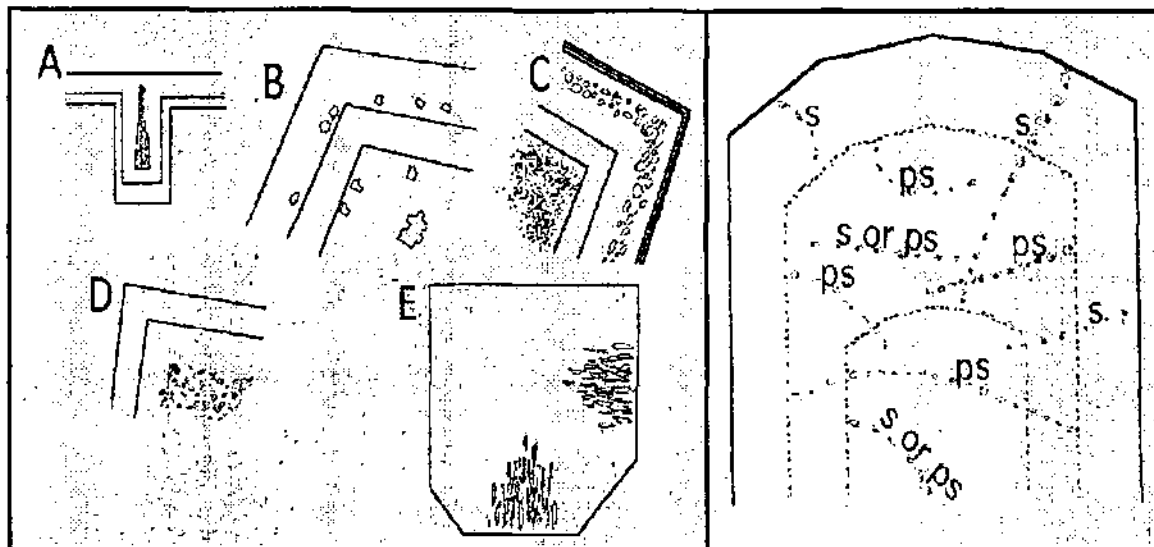


Figura # 1.4. Esquema mostrando inclusiones primarias en fluorita (izquierda) y distribución de inclusiones pseudosecundarias (PS) y secundarias (S) en cuarzo (derecha). (Modificado ligeramente de Goldstein y Reynolds, 1994, Systematics of Fluid Inclusions in Diagenetic Minerals, SSG).

1.5.2. EQUIPO.

El equipo utilizado para realizar el estudio microtermométrico de las fases cristalinas de Palmarejo fue el diseñado por Fluid. Inc, adaptado del sistema de calentamiento / enfriamiento por flujo de gas del U.S.G.S, el cual fue calibrado y tuvo una precisión de $\pm 2^\circ \text{C}$ para las temperaturas de homogeneización y de $\pm 0.1^\circ \text{C}$ para las temperaturas de fusión.

Existen diversos diseños de equipos que pueden ser utilizados con eficacia para el estudio de inclusiones fluidas. Algunos de ellos poseen ciertas ventajas con respecto a otros, pero el fundamento de ellos es el mismo, todos consisten de una platina térmica fabricada con wollastonita u algún otro material refractario con una cápsula metálica al centro que funciona como una cámara térmica hacia la cual se dirige el flujo de aire. Un volumen de aire es precalentado y dirigido hacia ella por medio de una resistencia eléctrica conectada a un regulador de voltaje. Variando la diferencia de potencial se provoca un incremento en la intensidad de corriente eléctrica que fluye en el resistor. De esta manera se puede controlar el calor producido por la resistencia, la cual eleva la temperatura del fluido que es dirigido hacia la cámara donde se coloca la muestra por medio de un compresor de aire. Justo encima de la muestra y lo más cercano posible al área de estudio se coloca un termopar el cual está conectado a un indicador de temperatura (DORIC) con precisión de hasta décimas de grado centígrado (Fotografía 1.1.)

Belkin (1994) modifica y añade una serie de características propuestas por Roedder (1984) para un equipo ideal para que la obtención de datos en inclusiones fluidas sea más precisa y real, las cuales se detallan a continuación:

1. Sistema enfriamiento / calentamiento

- 1.1. Facilidad de operación para estudiantes e investigadores.
- 1.2. Tiempo rápido de respuesta en los controles de temperatura.
- 1.3. Amplio rango de temperaturas (-180°C a 600°C).
- 1.4. Control en el incremento o decremento de cambios de la temperatura por medios computarizados.
- 1.5. Posibilidades de adaptar un iluminador de fibra óptica.
- 1.6. Diseño para prevenir el congelamiento del sistema óptico durante el enfriamiento.
- 1.7. Sensibilidad mínima de calibración debido a cambios experimentales.
- 1.8. Sensibilidad mínima de calibración para tamaño y posición de muestras para evitar altos gradientes térmicos.
- 1.9. Adaptabilidad.
- 1.10. Calentamiento mínimo del objetivo, sistema de condensación y sistema del microscopio.
- 1.11. Fácil manipulación para cambio de muestras y calibración.
- 1.12. Facilidad para cambiar de objetivo durante el proceso de medición.
- 1.13. Facilidad en el intercambio entre el sistema de calentamiento y el de enfriamiento.
- 1.14. Capacidad de diámetro y espesor máximo de la muestra.
- 1.15. Máximo diámetro del campo visual y movimiento de platina XY.
- 1.16. Facilidad en el reconocimiento de la muestra dentro del campo visual.
- 1.17. Bajos costos de mantenimiento y refacciones.
- 1.18. Bajo consumo de materiales consumibles, como N₂ líquido.

2. Periféricos.

- 2.1. Alta calidad en el control de temperatura en todo el rango del sistema.
- 2.2. Excelente sistema de salida de señal para registro visual y computarizado.
- 2.3. Sistema de control externo para poder registrar y detener las mediciones. (DORIC)
- 2.4. Alta precisión en la reproducibilidad de resultados en intervalos de tiempo cortos.
- 2.5. Alta precisión en la reproducibilidad de resultados en intervalos de tiempo largos.
- 2.6. Adecuada y precisa estabilidad de la calibración instrumental.
- 2.7. Adecuada regulación en el suministro de fluidos, i.e. aire comprimido, N₂ gas ó N₂ líquido.
- 2.8. Aspersión de volumen de N₂ líquido adecuado para eficiencia de mediciones.
- 2.9. Sistema adecuado y estable para el de suministro de energía eléctrica.

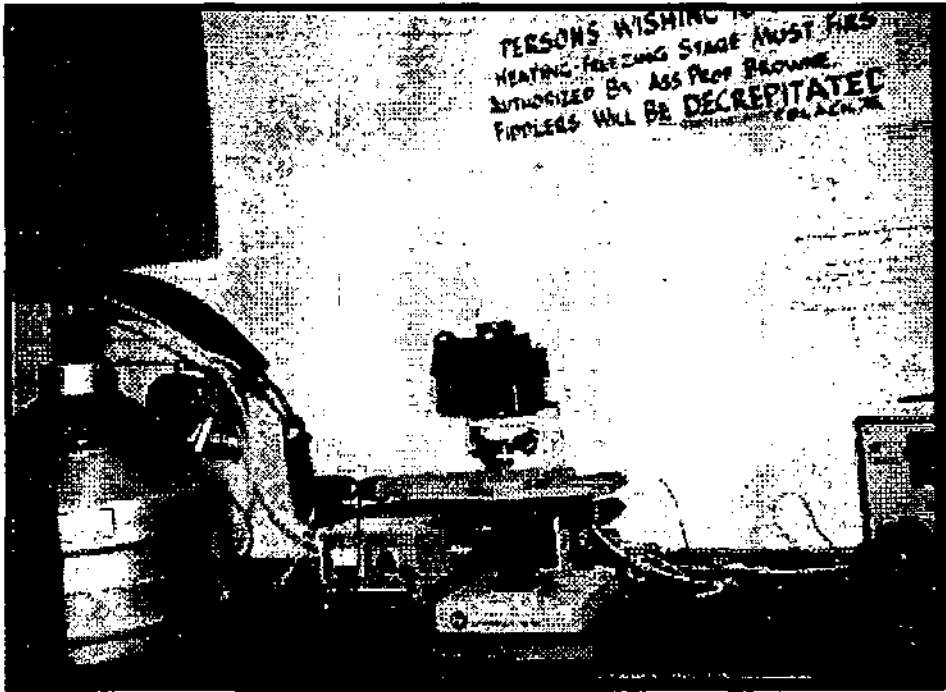
3. Microscopio.

- 3.1. Poseer un rango de objetivos compatibles de largo alcance.
- 3.2. Distancia focal suficiente para observar desde la superficie de la muestra hasta una profundidad adecuada, dependiendo del tipo de fase cristalina que esta siendo estudiada.

- 3.3. Poseer un subsistema de condensación adicional o interno del microscopio.
- 3.4. Fuente de luz intensa
- 3.5. Posibilidad de cruzar los nicoles.

Adicionalmente a estas características, existen aditamentos periféricos que, dependiendo del trabajo realizado, pueden ser de utilidad y hacen más eficientes los tiempos de trabajo. Los más importantes son:

- a) Equipo de video.- Es utilizado principalmente con fines didácticos ya que la imagen de la muestra es transmitida por medio de una cámara de video a un monitor de alta resolución. Como la imagen capturada es en tiempo real, se pueden observar con gran detalle los cambios que ocurren dentro de la inclusión por un grupo de personas (Fotografía 1.1.)
- b) Equipo de impresión de imagen en blanco y negro. Este equipo está conectado simultáneamente a la videocámara y al monitor. Como la imagen es también captada en tiempo real, se puede realizar una impresión en papel térmico en cualquier momento del proceso de medición. De esta manera puede ser registrada gráficamente la ocurrencia de cambios de fase además de que se tiene el dato de la temperatura a la que éste ocurrió. (Fotografía 1.1.)



Fotografía # 1. Equipo utilizado para el estudio microtermométrico.

1.5.3. CALIBRACIÓN

La confiabilidad de las mediciones microtermométricas y la posibilidad de reproducir los datos generados no solo están en función de la precisión del equipo utilizado y del tipo de termopar utilizado, sino de la adecuada calibración periódica del equipo. Los estándares comerciales proporcionan preparaciones sintéticas cuyos compuestos son los de existencia más común en ambientes geológicos. Las características de cada uno de ellos se dan en la tabla # 1.5. y deben de ser utilizados cada vez que se calibre el equipo.

Estándar	Características	T. Eutéctico	T. Crítico (°C)	Punto Triple (°C)
H ₂ O	Densidad 0.317(g/cm ³)		374.1	0.01
H ₂ O - CO ₂	25% mol CO ₂			-56.6
H ₂ O - NaCl	23.2% NaCl	-21.2		
H ₂ O - KCl	19.6 % peso KCl	-10.7		

Tabla # 1.4. Características de los estándares utilizados para calibración del termopar.

II.1. PROVINCIA FISIAGRÁFICA.

De acuerdo a la división de Provincias Fisiográficas propuesta por la Dirección General de Geografía para el norponiente del territorio mexicano, la zona de estudio se ubica en la terminación centro-occidental de la Provincia de la Sierra Madre Occidental. Esta provincia constituye actualmente la expresión volcánica continua más espectacular del planeta, con una longitud de 1200 Km, anchura de 250 Km. y espesor variable de más de 1 Km.

La provincia de la Sierra Madre Occidental limita al oriente con la Provincia de Sierras y Cuencas, al sur con la Faja Volcánica Mexicana y al poniente con la Provincia de la Planicie Costera del Pacífico (Figura # 2.1).

Debido a la homogeneidad litológica de esta gran cobertura volcánica así como el espesor considerable en conjunto de sus diferentes unidades, las rocas más antiguas subyacentes prácticamente no se presentan aflorando, por lo que es evidente una concordancia entre esta clasificación y la propuesta por López Ramos (1979) para su división de Provincias Geológicas de la República Mexicana.

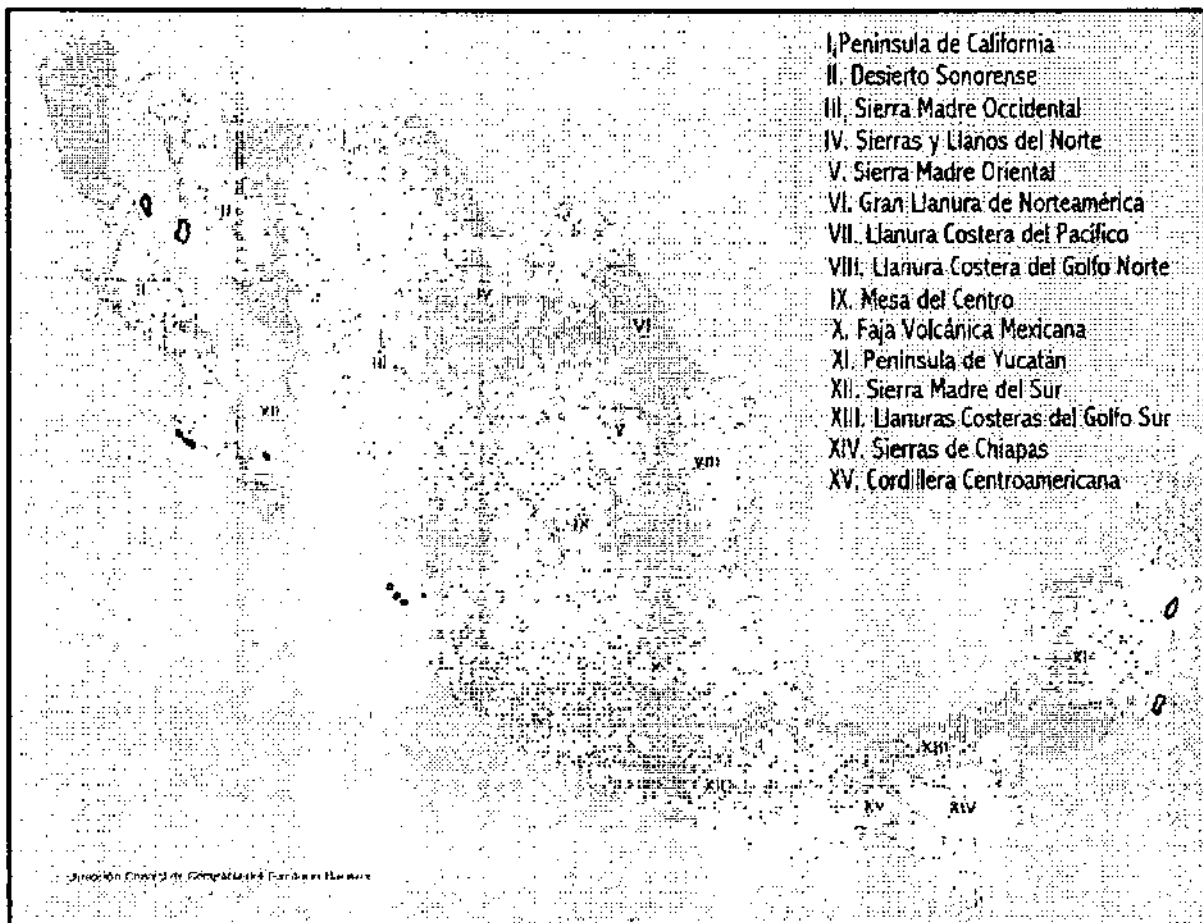


Figura # 2.1. Provincias Fisiográficas de la República Mexicana (tomado de Morán, 1984)

Para el Consejo de Recursos Minerales, la Provincia de la Sierra Madre Occidental puede ser dividida en tres subprovincias; a) Subprovincia de la Mesa, b) Subprovincia de las Barrancas y c) Subprovincia de las Altas Llanuras (Figura # 2.2).

A escala local, sin embargo, existen rasgos fisiográficos que permiten realizar una subdivisión más rigurosa. Clark (1981) realiza una sección geológica desde las cercanías de la Ciudad de Chihuahua

Chih. hasta Los Mochis, Sin., en la cual detalla seis unidades de acuerdo a las características litológicas, estructurales y geomorfológicas distintivas de cada una de ellas. Para Clark (1981) la Subprovincia de la Mesa Central, definida por Ordóñez en 1946, se extiende desde la Sierra de Santa Eulalia hasta el Poblado de General Trias e incluye al poniente la sección de Altas Llanuras hasta el Río Popigochic. La Subprovincia de la Sierra Madre Occidental, considerada como una gran meseta constituida por una cobertura de secuencias volcánicas ligeramente basculada al SE, comienza desde el Río Popigochic hasta la Barranca Divisaderos, 30 Km al SO de la estación Témoris. La Subprovincia de la sección Barrancas, entre la Barranca Divisaderos y el Poblado de Jesús Cruz, dentro de la cual quedan localizadas tanto las estructuras mineralizadas de Palmarejo como los distritos del NO y SE indicados en la figura # 1.2. Al poniente continua con la sección de Sierras y Cuencas Paralelos, de Divisaderos hasta el Río El Fuerte y termina con la sección de la Planicie Costera del Pacifico desde El Río el Fuerte hasta la planicie costera del Pacifico, 35 Km al sur de Los Mochis, Sinaloa.

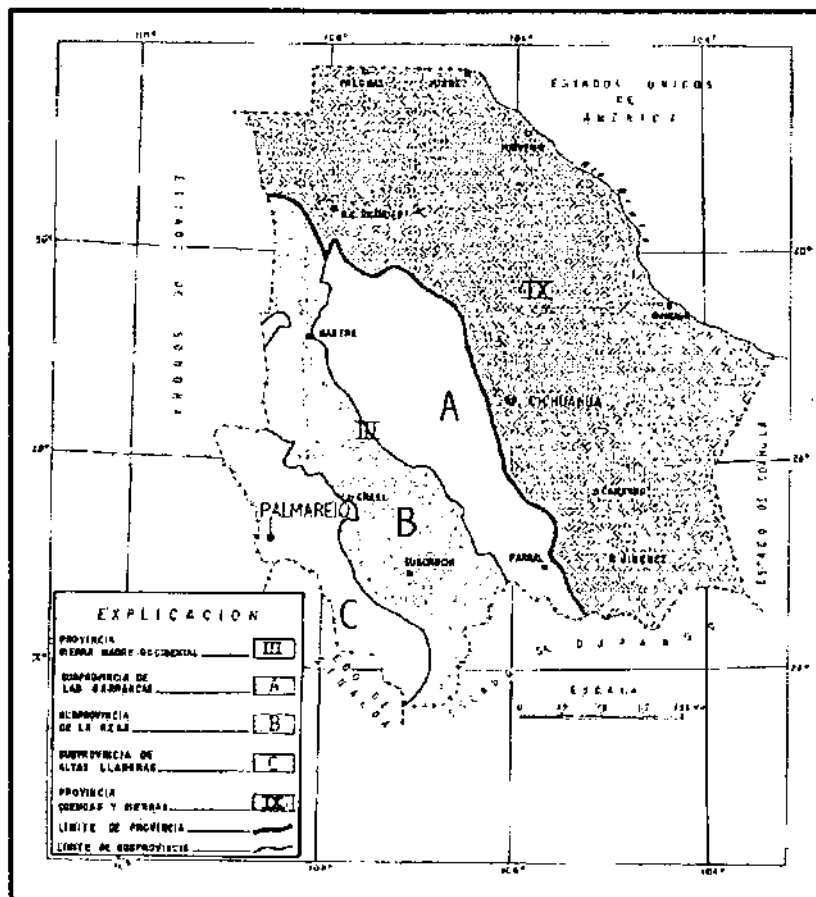


Figura # 2.2 Provincias y subprovincias fisiográficas para el noroccidente de México. (Modificado de C. R. M., 1994).

De acuerdo a estas clasificaciones, el área de estudio queda comprendida en el límite oriental de la Sección Barrancas, la cual ha sido descrita por Clark (1981) desde la Barranca Divisaderos hasta el poblado Jesús Cruz (Figura # 2.3).

La expresión característica de la zona consiste de altas serranías irregulares densamente distribuidas, con desniveles bastante pronunciados y burdas mesetas basculadas hacia el poniente producto de la tectónica primordialmente Terciaria. El desnivel topográfico varía desde 2550

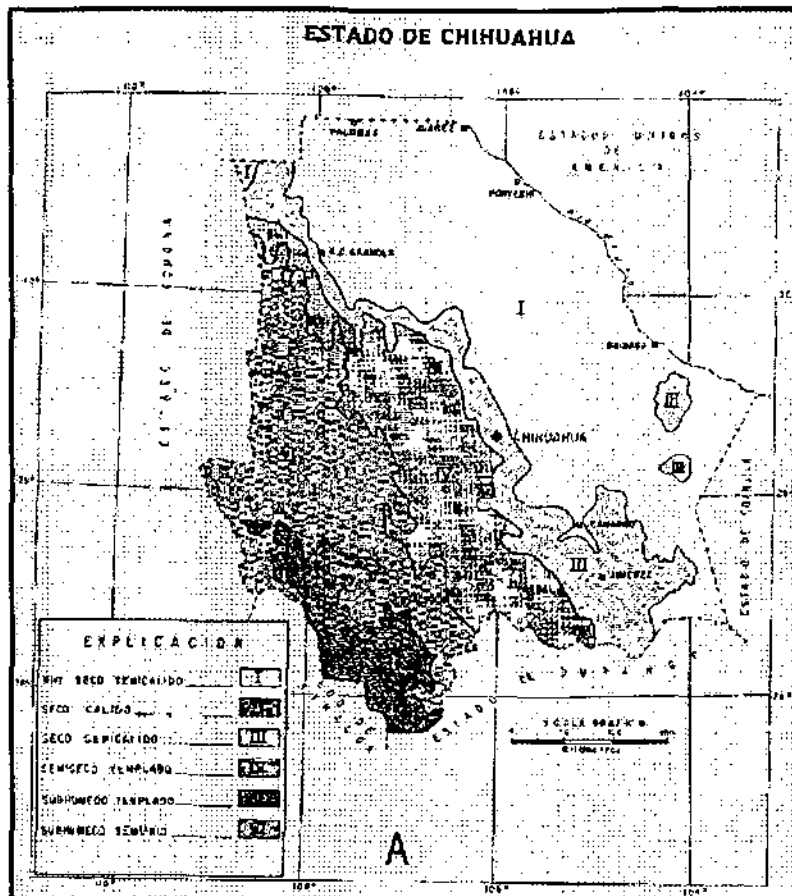


Figura # 2.4. A) Distribución climática para el NO de México, Provincia de la Sierra Madre Occidental (Modificado de C.R.M., 1994).

II.3. GEOMORFOLOGÍA.

De acuerdo a Brand D. (1973) la Sierra Madre Occidental “está constituida por una gran altiplanicie de rocas volcánicas, con angostas depresiones estructurales entre serranías de clima suave, mesas y mesetas segmentadas por gargantas de corrientes transversales antecedentes, o corrientes remontantes, que fluyen a través de barrancas profundas hacia las tierras bajas de la Costa del Pacífico.” Sin embargo, como se menciona en el subtema de fisiografía, esta extensa cubierta volcánica presenta variaciones locales que permiten subdividirla en por lo menos tres grandes áreas. La zona oriental muestra desniveles topográficos menos acentuados ya que rocas sedimentarias plegadas de edad Mesozoica gradualmente van siendo ocultadas por la cubierta de rocas ignimbríticas del Terciario. Para esta zona, los elementos paleogeográficos propiciaron el desarrollo de “cuencas separadas por sierras aisladas y alargadas orientadas al NO” (Ordóñez, 1946) y el límite occidental en esta franja transicional fue definido como la sección de altas llanuras por Clark (1976). En la parte central del estado de Chihuahua, Brand (1973) definió “una gran plataforma cortada por escarpes bruscos que disectan rocas volcánicas extrusivas” y cuya expresión es continua a lo largo de 1100 kilómetros. Los escarpes están alineados en dirección NNO-SSE y constituyen depresiones estructurales que funcionan como drenaje natural de la red hidrográfica que descarga sus aguas al Pacífico aunque son transversales a sistemas de “suaves lomeríos y escasas

pronunciados de más de 1000 metros. Los tres primeros, el Río Candameña, el Río Otero y el Río Septentrión, están orientados al SO, mientras que el Río El Fuerte, que se forma en la confluencia del Río Urique, el Río San Miguel y el Río Tenoriva, corre al oeste.

Al norte, el Río Candameña (Moris) recorre más de 300 kilómetros desde Babicora hasta el límite estatal con Sonora en donde cambia su nombre a Río Mayo atravesando la planicie costera y drena a las costas sonorenses. El Río Otero (Chinipas) comienza al norte del poblado de Creel y a lo largo de su recorrido por más de 100 kilómetros se integran numerosos arroyos intermitentes hasta la frontera con Sinaloa, en donde su cauce se une al Río Septentrión y posteriormente ambos alimentan al Río El Fuerte. Finalmente, al sur, los ríos de Urique, San Miguel y Tenoriva drenan directamente al Río El Fuerte, el cual aumenta su caudal más al oeste cuando el Río Septentrión se integra a él. Figura # 2.5.

Localmente, al oriente del poblado de Chinipas, dos sistemas preferenciales de drenaje constituidos por arroyos subparalelos intermitentes conforman paulatinamente un patrón hidrográfico dendrítico más regular. Al norte del poblado de Palmarejo varios arroyos de primer orden drenan al sur y confluyen al Río Palmarejo, mientras que al sureste de Chinipas, desde La Patria, numerosos arroyos de segundo y tercer orden que drenan al noroeste se integran a causes mayores para finalmente alimentar al Río Chinipas. Figura # 2.5

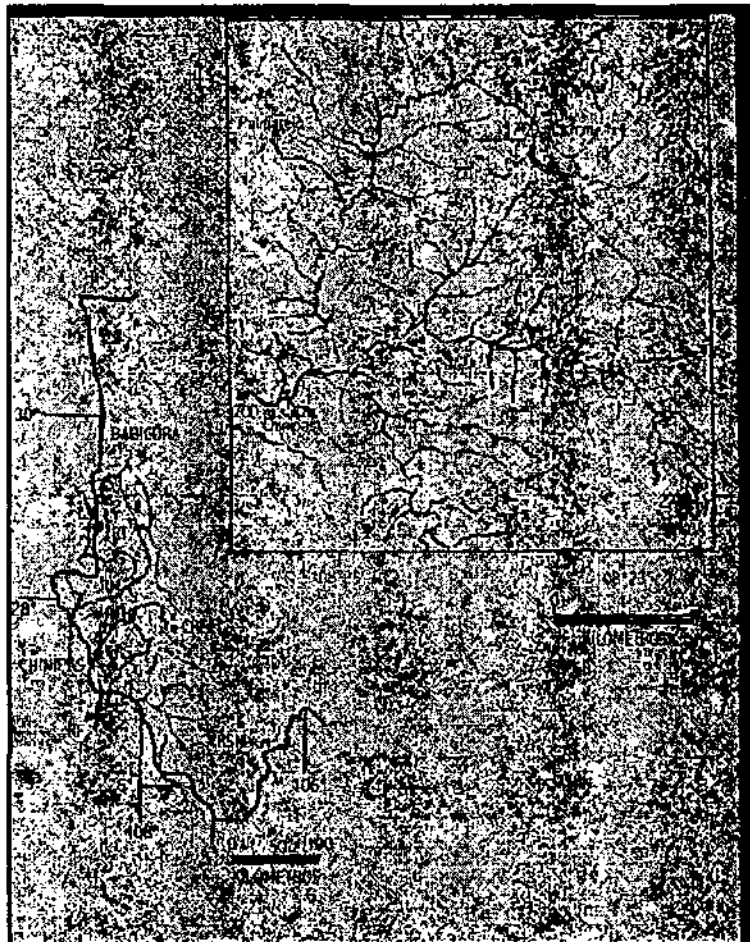


Figura # 2.5. Red hidrográfica de la margen poniente de la Sierra Madre Occidental. (RT; Río Tutuaca, RM; Río Moris, RCH; Río Chinipas, RS; Río Septentrión, RU; Río Urique, RSM; Río San Miguel, RF; Río El Fuerte).

CAPITULO III.

GEOLOGÍA REGIONAL.

"It is perhaps a little indelicate to ask our Mother Earth her age, but Science acknowledges no shame and for time to time has boldly to wrest from her a secret which is proverbially well guarded"

Arthur Holmes, 1913.

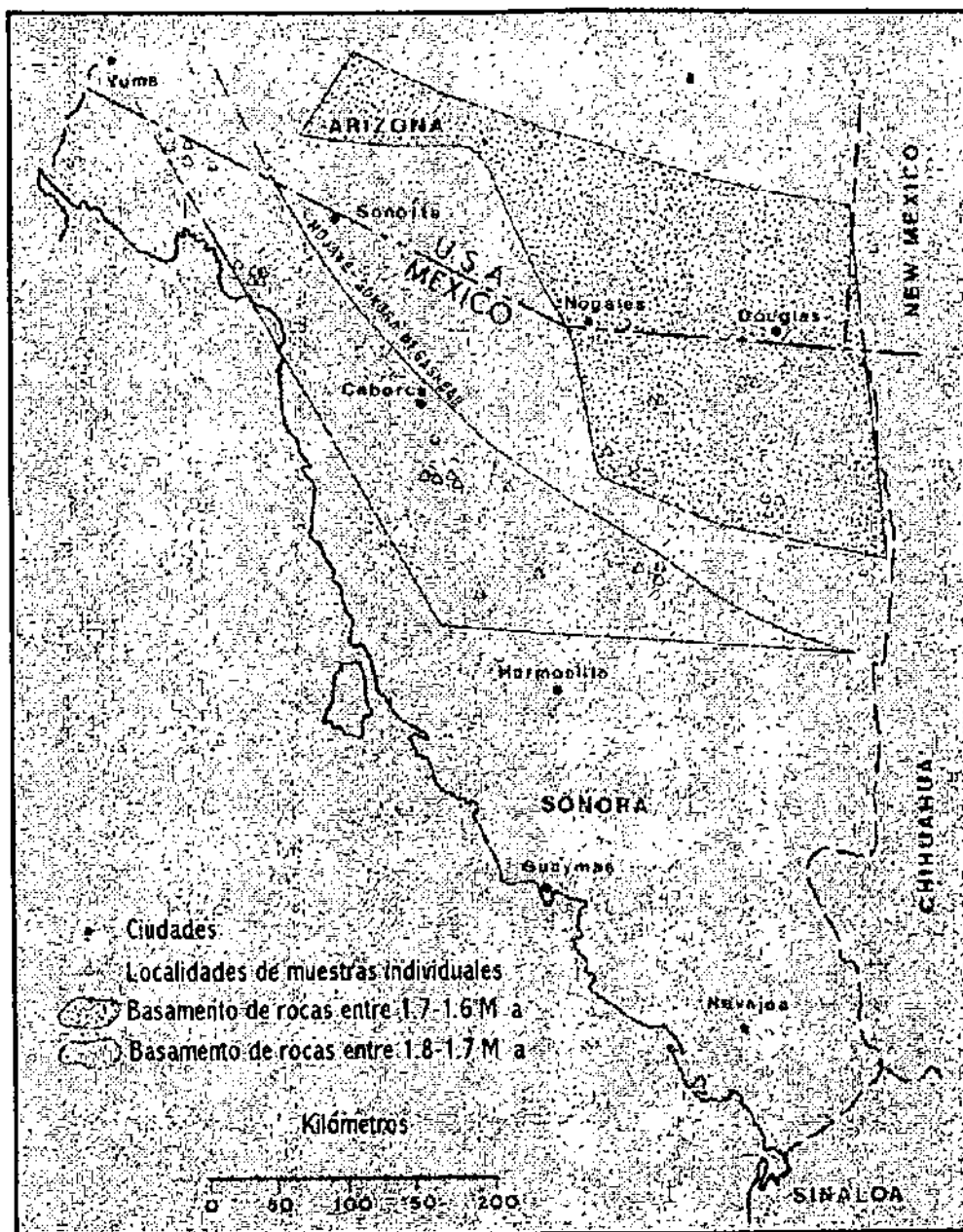


Figura # 3.1 Distribución de rocas del Precámbrico para el norponiente de México. (Modificado de Anderson y Silver, 1981).

III.2 PALEOZOICO.

Los afloramientos de rocas del Paleozoico en el noroeste de México solo han sido estudiados formalmente a partir de la década de los 50^º. Nuevas localidades encontradas subyaciendo a rocas del Mesozoico así como potentes espesores de unidades volcánicas del Terciario han sido descritas por Clark (1976) y Longoria y Pérez (1978 en Morán, 1984).

Morán, (1984) considera que las rocas sedimentarias al surponiente de Caborca así como aquellas expuestas al sur de Hermosillo representan la extensión meridional de "la faja del Geosinclinal Cordillerano". Estas rocas fueron depositadas en un ambiente de plataforma y consisten de areniscas y calizas. Aparentemente, por lo menos en el norponiente de Sonora, al sur de Caborca, la naturaleza del contacto entre las unidades sedimentarias del Precámbrico Tardío con las litologías del Cámbrico temprano es transicional. Arellano (1956) encontró indicios de que capas carbonatadas y clásticas de la Formación Gamuza del Precámbrico Tardío (Longoria y Pérez, 1978) están en contacto transicional con rocas carbonatadas de Paleozoico Temprano y Roldán (1982) presupone que no hay discordancia entre las rocas sedimentarias del Precámbrico Superior con los sedimentos fosilíferos del Paleozoico Temprano que afloran en el Cerro del Arpa y propone un espesor total para el Paleozoico de 4500 m.

Para Fries (1962) las capas clásticas del Paleozoico depositadas en ambiente de plataforma sufrieron gradual hundimiento durante toda esta época, sin embargo los elementos paleogeográficos al occidente aun no han sido determinados por lo que su extensión esta indefinida. Para Rangin (1978) existen evidencias que soportan la hipótesis de que los sedimentos calcáreos y detríticos del Cámbrico que constituyen la formaciones Puerto Blanco, Cuarcita Proveedora, Buelna, Cerro Prieto, Arroyo y Tren, definidos por Cooper et al., (1952) representan la facies de plataforma, mientras que al sur existen facies de ambiente interno. Este régimen de depósito pudo haber continuado hasta el Ordovícico mientras que del Carbonífero y hasta el Pérmico fueron depositadas de rocas calcáreas cuya expresión de afloramientos es continua en el nordeste de Sonora, en el área de Cabullona así como al sur de Hermosillo.

Durante el Devónico Medio un episodio de deformación correspondiente a la Orogenia Antlerana provocó el basculamiento de las rocas del Paleozoico Temprano y Mullan (1978) supone que durante el Mesozoico (Orogenia Nevadiana) fueron nuevamente deformadas.

Clark (1971) y Mullan (1978) han descrito a rocas de esta edad en Sinaloa, sin embargo sus edades no han sido confirmadas.

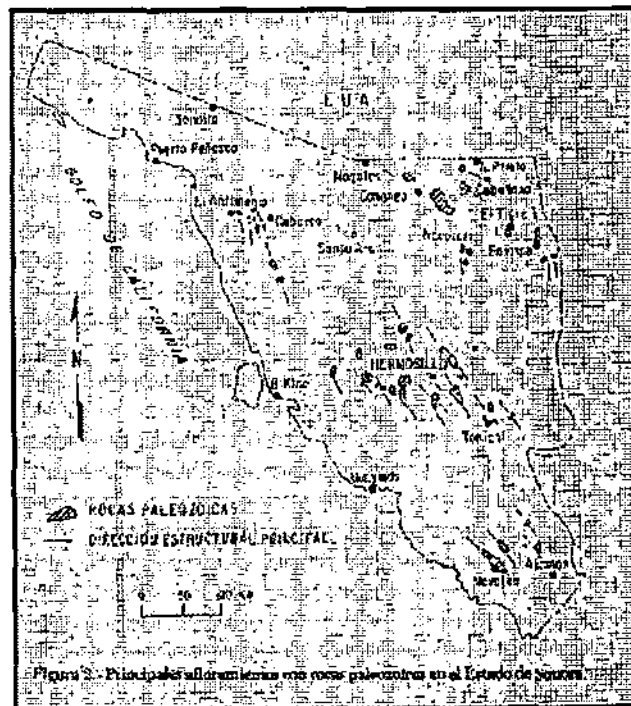


Figura # 3.2 Distribución de rocas Paleozoicas para el norponiente de México (tomado de Roldán, 1982)

III.3 MESOZOICO.

Las rocas de edad Mesozoica en el noroccidente de México están distribuidas en todo el estado, sin embargo sus afloramientos están erráticamente dispersos y corresponden a periodos discretos, excepto en el área al este de Hermosillo, donde los afloramientos son continuos. Aun no se sabe cuales fueron los mecanismos tectónicos que afectaron a la paleogeografía existente de la margen occidental de México, a diferencia de la parte oriental donde numerosos estudios han servido para reconstruir la actividad evolutiva de la zona. Los estudios actuales definen dos ambientes sedimentarios para el Triásico cuya edad comprende del Cárnico al Nórico, mientras que para el Jurásico predomina la sedimentación detrítica y sus afloramientos están erráticamente distribuidos y para el Cretácico, rocas volcánicas y vulcanosedimentarias se presentan en afloramientos más continuos.

3.3.1 TRIÁSICO SUPERIOR

A diferencia del oriente y la región central de México donde rocas de esta edad han sido cartografiadas, en el Estado de Sonora prácticamente están ausentes. Durante este periodo ocurren dos dominios sedimentarios, en la parte central y sur se depositan sedimentos continentales y en la región norponiente predominan los depósitos marinos.

El contacto entre rocas del Paleozoico y las litologías sedimentarias del Triásico Tardío es discordante, Morán (1984) considera que importantes movimientos tectónicos causaron esta disconformidad además de que el Triásico Inferior está ausente en la secuencia estratigráfica en esta parte de México.

King (1939) define como Formación Barranca a una secuencia de areniscas rojas intercaladas ocasionalmente con lutitas y carbón del Triásico Tardío que cubre discordantemente a rocas del Paleozoico y que se distribuyen desde la parte central del estado hasta el norponiente, en el área de El Antimonio. Alencaster (1961) estudió esta secuencia y debido al potente espesor que estas rocas desarrollan en la Cuenca de San Marcial, el cual estima de 1200 m en la misma zona, propone se dividiera en tres formaciones; en la base la Formación Arrayanes, en la parte intermedia Formación Santa Clara y en la cima la Formación Coyotes y que fueran elevadas al rango de Grupo. Para Roldán (1982) estas litologías "podrían representar molasas, productos de erosión de los relieves producidos durante la Orogenia Hercínica" del Paleozoico Tardío.

Las rocas de esta edad están distribuidas de manera dispersa en Sonora y solamente al oriente de Hermosillo han sido cartografiados afloramientos continuos, aunque se han reportado depósitos marinos en el Antimonio en la parte noroeste de Sonora. Los eventos tectónicos que afectaron a esta región hace 230 Ma modificaron la paleogeografía y los subsecuentes eventos aun no han sido determinados. Los estudios actuales definen dos ambientes sedimentarios, cuya edad comprende del Cárnico al Nórico.

López, (1981) considera a dos localidades de probable edad Triásica en el noroeste de México. Una en el Antimonio, al noroeste de Caborca donde una sección de 1200 m compuesta por lutitas, areniscas, conglomerados y escasas calizas cubre a rocas del Paleozoico y otra al sur de Hermosillo con litología similar pero cuyo espesor es de 400 m.

Brunner (1979) determina que el espesor para el Triásico Marino en el área de El Antimonio, en la localidad de Cerro San Francisco es de 600 m, sin embargo Morán (1984) menciona que el espesor total de la secuencia marina es de 3400 m aunque incluye las rocas cuya edad comprende del Triásico Tardío al Jurásico Temprano y cuyas rocas fueron "definidas informalmente como Formación Antimonio" en la Sierra de El Álamo por González (1979).

3.3.2 JURÁSICO

A la fecha existen escasos registros que ayuden a reconstruir la paleogeografía existente durante esta época evolutiva del norponiente de México, aunque López (1981) concuerda con la hipótesis del predominio de las condiciones marinas hasta el Liásico. En Sonora están reportadas cinco localidades del Jurásico Inferior; El Antimonio, Santa Rosa -Santa Ana, Animas, Caracuhi y El

Lápiz, las primeras cuatro al norte de Hermosillo y otra más al sureste. López (1981) ha agrupado a las rocas de estas localidades en la Formación Barranca Superior y Formación Coyotes, ambas de facies de ambiente costero.

Para Morán (1984) el Jurásico está caracterizado por el desarrollo del arco volcánico-plutónica propuesto por Anderson y Silver (1981) dado que la litología dominante es volcánica y vulcanoclástica, de composición andesítica, y que "se presentan parcialmente afectadas por dinamo metamorfismo".

Para el Batoniano y hasta el Caloviano, López, (1981) interpreta emersión del continente, sin embargo no hay registros litológicos de estas edades para el norponiente de México.

Indudablemente el Jurásico Superior fue un episodio transgresivo en la parte oriental y central del continente, sin embargo hacia el NO tan sólo han sido definidas dos localidades. La primera aflora al norponiente de Hermosillo y que fue reportada por Dowlen y Stump en 1973 y otra al NE de Hermosillo, en el Pozo Cucupre, documentada por Rangin en 1977.

3.3.3 CRETÁCICO

Para el Cretácico Temprano López (1981) ha sugerido la persistencia de los mares del Jurásico Tardío.

En el Norponiente de México existen, para esta época, dos grandes elementos paleogeográficos, al occidente la Isla de Baja California y al oriente la Isla de Sonora para la cual no ha sido definida su extensión al sureste, al oriente de Navojoa.

Morán, (1984) concuerda con Rangin (1978) en la hipótesis de que existieran dos dominios característicos para la parte emergida de Sonora; el primero al norte de Caborca y al suroeste de Hermosillo, donde depósitos vulcanoclásticos de composición andesítica bordean al terreno emergido y, el segundo, al sur de Nogales en dirección a Santa Ana, con depósitos volcánicos y vulcanoclásticos que son cubiertos por transgresiones marinas desde el Jurásico hasta el Cretácico Superior.

Para Morán (1984) adicionalmente a la evolución de estos cinturones eugeosinclinales del occidente, se desarrollo en la parte central y poniente de Sonora actividad magmática que produjo el emplazamiento de lavas de composición andesítica las cuales están intercaladas con sedimentos marinos.

Para el Cretácico Superior los elementos paleogeográficos del noroccidente de México sufren levantamiento y deformación consecuencia de la Orogenia Laramide que comenzó a finales del Cretácico. López (1981) asocia las primeras pulsaciones ígneas volcánicas a esta orogenia aunque también ocurre el emplazamiento de cuerpos graníticos, para los cuales algunos autores han sugerido una "migración en tiempo hacia el oeste a la par que las emisiones volcánicas varían de composición de andesítica a riolítica" (Morán, 1984), y para las cuales McDowell y Clabaugh (1979) determinaron una edad de 100 M a. (Figura # 3.3)

III.4 TERCIARIO

Las rocas del Terciario están tan ampliamente distribuidas en el norponiente de México que López (1982) ha considerado a su conjunto como una provincia geológica a la que llamó "Provincia de la Sierra Madre Occidental". A lo largo del límite poniente de esta provincia y en donde el desnivel topográfico es más acentuado, afloramientos aislados del Mesozoico han sido estudiados, y hacia el área de Hermosillo y Caborca también se han distinguido afloramiento de rocas del Paleozoico y Precámbrico.

McDowell y Clabaugh (1981) determinaron dos intensos periodos de actividad magmática cuya composición es básicamente calcoalcalina durante el Terciario y que están separados por un hiatus relacionado a fenómenos tectónicos del occidente.

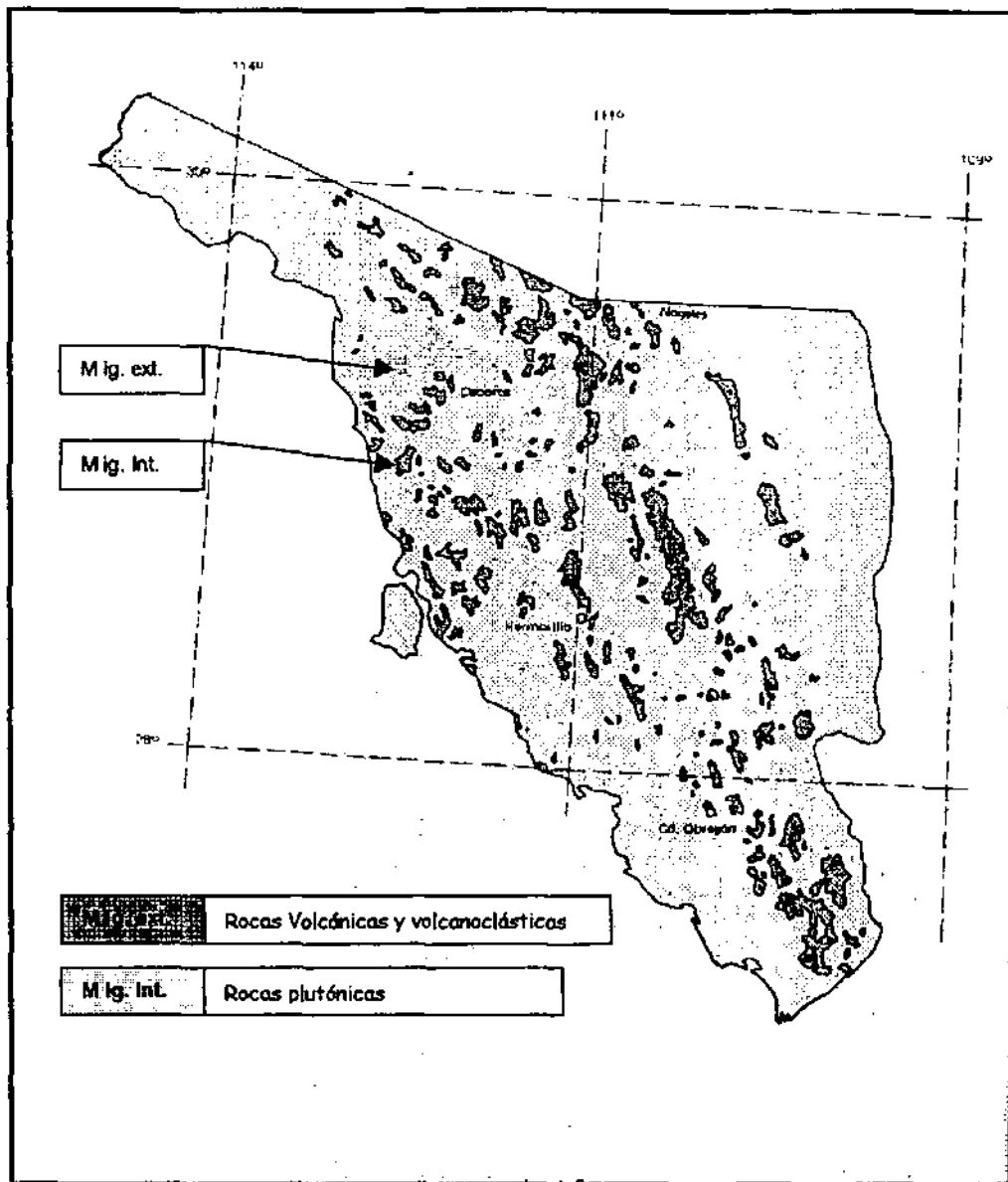


Figura # 3.3 Distribución de los afloramientos de rocas ígneas Mesozoicas en Sonora (modificado ligeramente de Morán Z., 1984)

La naturaleza del contacto entre las rocas volcánicas del Terciario con las volcánicas y volcanoclásticas del Mesozoico no ha sido definida claramente. Morán (1984) considera que las secuencias volcánicas del Terciario Inferior están cubriendo por discordancia angular a las unidades Mesozoicas mientras que McDowell y Clabaugh (1979) consideran que los sedimentos marinos del Cretácico están interdigitados con rocas de la secuencia del Terciario Inferior en algunas localidades que afloran en la sección que va de Mazatlán a Durango.

3.4.1 COMPLEJO VOLCÁNICO INFERIOR.

El Complejo Volcánico Inferior (CVI) fue definido por McDowell y Keizer (1977) refiriéndose a una serie de eventos ígneos bimodales representados por "ignimbritas, lavas y batolitos compuestos, así como andesitas oscuras cuyo rango geocronológico varía de 102 M a hasta 45 M

a. (Henry, 1972). Aparentemente estas litologías constituyen la continuación meridional juvenil de la Sierra Nevada y la Sierra de Batolitos Peninsulares. (Figura # 3.4). Los detallados estudios de McDowell y Clabaugh (1981) en distintas localidades han demostrado que las proporciones de rocas de composición intermedia son similares a las silíceas, además de que la cantidad de flujos es contrastante con respecto a las unidades volcanoclásticas. El espesor del Complejo volcánico Inferior es variable y no siempre está expuesto. En Tayoltita, Dgo., McDowell y Clabaugh (op cit.) consideran que las rocas volcánicas, intrusionadas por batolitos granodioríticos, tienen un espesor de 2000 m y cuya edad comprende desde el Paleoceno hasta el Eoceno.

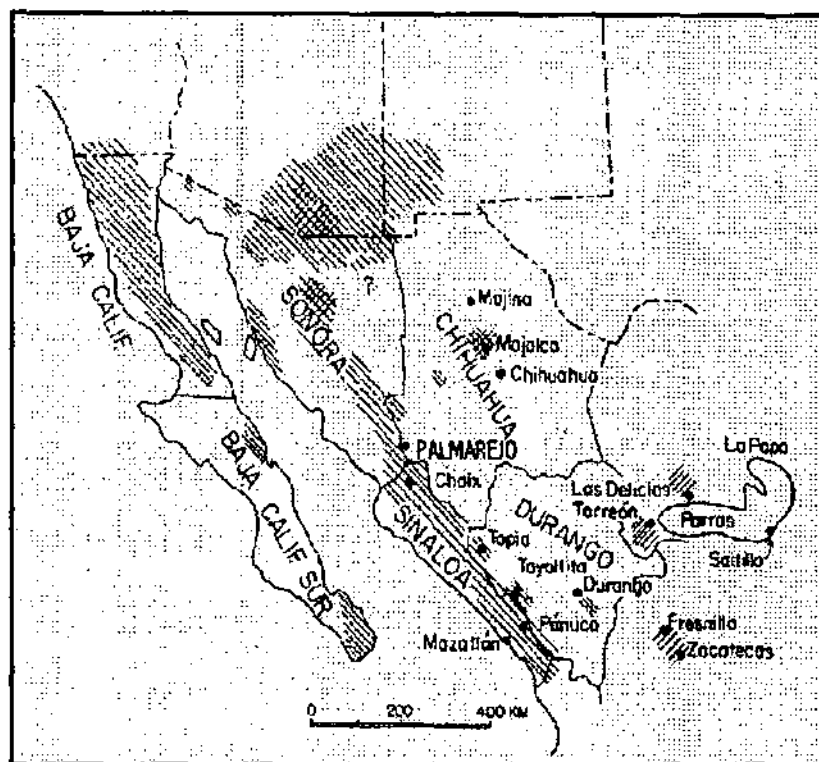


Figura # 3.4 Distribución de las rocas del Complejo Volcánico Inferior. (tomado de McDowell y Clabaugh, 1981)

3.4.2 SUPERGRUPO VOLCÁNICO SUPERIOR. (34 M a – 27 M a)

Sobreyaciendo discordantemente a las rocas del Complejo Volcánico Inferior se encuentra una potente secuencia de ignimbritas riolíticas interestratificadas con flujos de lava y sedimentos tobáceos, cuyo espesor es de más de 1000 m y fueron definidas informalmente como Supergrupo Volcánico Superior (SVS) por McDowell y Keizer (1977).

Es importante considerar que la débil deformación experimentada por estas rocas difiere de la observada en las del CVI, que aparecen más deformadas y fuertemente afectadas por fallas asociadas a la tectónica posterior.

Las edades para estas rocas fueron definidas como del Terciario Medio (Oligoceno-Mioceno) por los mismos autores y constituyen, en su conjunto, una elevada meseta de composición rio-dacítica que cubre y oscurece los contactos entre todas las litologías preexistentes y cuya génesis ha sido asociada a numerosos complejos caldericos volcánicos (Swanson et al., 1978; Muehlberg et al., 1977; Megaw, 1979, en McDowell y Clabaugh, 1981) (Figura # 3.5).

Para Morán (1984) las rocas del Complejo Volcánico Inferior constituye un típico arco magmático asociado a márgenes convergentes, donde “la Placa de Farallón subduce bajo la corteza continental de México” (Gastil et al., 1978), en tanto que las ignimbritas del Súpergrupo Volcánico Superior están asociadas a magmatismo tipo “Rift” de ante arco por “reacción de la corteza a los movimientos de subducción” que pudo haber persistido hasta el Mioceno.

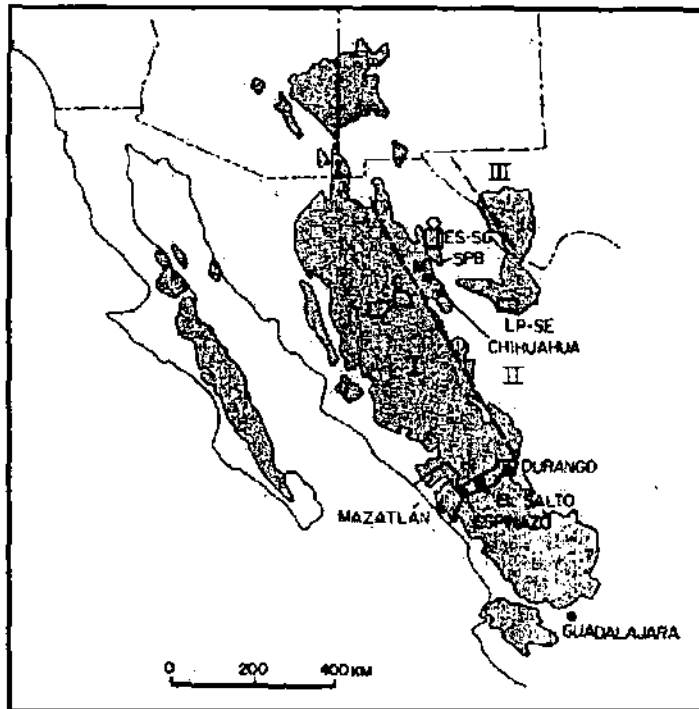


Figura # 3.5 Distribución generalizada de las rocas volcánicas del Súpergrupo Volcánico Superior (tomado de McDowell y Clabaugh, 1981)

III.5 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y COLUMNA ESTRATIGÁFICA.

Numerosos episodios geodinámicos han afectado en intervalos de tiempo discretos, desde el Precámbrico hasta, inclusive, el Presente, a la columna geológica del noroccidente de México, por lo que la expresión actual es el resultado acumulativo de tan intensos procesos.

Las rocas del Precámbrico fueron probablemente metamorfozadas, alcanzando facies de anfibolita, durante el Proterozoico Temprano y adicionalmente sufrieron intensas intrusiones hace 1710-1750 M. a., y ambas estuvieran nuevamente sujetas a episodios metamórficos de menor grado hace 1660 ± 15 M a incluyendo rocas sedimentarias del Precámbrico Medio. Un segundo episodio de intrusión con edad de 1410-1440 M a afectó a toda la región noroccidental y finalmente, a finales del Proterozoico Medio, intrusivos anorogénicos afectan a litologías preexistentes.

Anderson y Silver (1981) postulan la existencia de un arco magmático del Jurásico orientado al noroeste y una estructura asociada de cizallamiento lateral derecho denominada “Megashear Mojave-Sonora”.

Las rocas metamórficas del área de Bamori, pertenecientes al cinturón orogénico antiguo, “muestran un considerable grado de deformación ya que en algunas localidades exhiben bandeamiento y foliación comúnmente alineada al NE. En cambio las rocas que afloran al noreste de Sonora muestran principalmente esquistosidad o foliación distintiva de facies de esquistos verde”

(Anderson y Silver, 1981) lo que sugiere la existencia de un anticlinal con eje N/S que ha sido modificado por la tectónica del Mesozoico y Terciario.

El Paleozoico tectónico (Orogenia Apalachiana) afectó a las litologías Precámbricas a escala regional y provocó estructuras orientadas al NO y a finales del Paleozoico (Orogenia Hercinia) nuevamente se alteró el patrón estructural, aunque no han sido aportados datos de este evento.

Para el Jurásico Superior ha sido propuesto un esquema de deformación asociado a la Orogenia Nevadiana, el cual deformó y ocasionó el metamorfismo de las litologías del arco magmático del Jurásico Tardío en Sonora y Sinaloa.

Para el Mesozoico Temprano se desconoce que mecanismos afectaron a la región del Pacífico y no es sino hasta el Jurásico cuando se propone la existencia de la "Megashear Mojave-Sonora", orientada al NO y a la cual asocia Roldán (1982) las rocas volcánicas, volcanoclásticas e intrusivas del Jurásico Tardío.

En el Cretácico Tardío ocurren las primeras manifestaciones magmáticas del primer gran ciclo volcánico y se inicia el levantamiento del occidente de México, culminando con la deformación provocada por la Orogenia Laramide y cuyos resultados consisten de cabalgaduras al noreste de Sonora.

Para Rangin (1978) el desarrollo de la actividad plutónico-volcánica comenzó a principios del Terciario y los yacimientos minerales diseminados de cobre están asociados a estas intrusiones, por lo menos en la región noreste de Sonora, en donde ha sido propuesto un régimen migratorio del arco magmático hacia el oriente.

En el caso de las vetas epitermales con Au y Ag, que en la mayoría de los casos están alojadas en rocas andesíticas del Complejo Volcánico Inferior, McDowell y Clabaugh (1981) consideran que su génesis está asociada a la formación de grandes calderas del Terciario Medio.

Roldán (1982) considera que para el Cretácico se pueden diferenciar dos sistemas deformacionales, para el Cretácico Medio pliegues recostados al noreste y cabalgaduras de poca amplitud y para el Cretácico Tardío y Terciario Temprano intensa actividad plutónica asociada a la Orogenia Laramide.

López (1981) concluye que durante el Oligoceno comienza la subducción de la Placa Pacífica debajo de la Placa Continental y durante el Mioceno Superior el régimen tectónico que predomina es distensivo. Este nuevo esquema tectónico es responsable de numerosas fallas normales primordialmente en la margen poniente y central de la Sierra Madre Occidental, el cual perdura hasta el Cuaternario.

En la margen poniente el desarrollo de estas fallas es subparalelo a los pliegues ocasionados por la Orogenia Laramide y registros en pozos de PEMEX han permitido determinar desplazamientos verticales del orden de 3 kilómetros. En la parte central de la Sierra Madre Occidental estos mecanismos favorecieron la formación de grábenos paralelos orientados al NO.

3.5.1 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA.

Como resultado de importantes eventos tectónicos, metamórficos, plutónicos y volcánicos que han actuado desde el Precámbrico hasta el Reciente y debido a que las relaciones entre distintas unidades está obscurecido por la enorme cobertura volcánica del Terciario, es importante considerar que no existe actualmente una columna que represente la totalidad del registro geológico por lo que se ha considerado a la columna propuesta por Clark para el norponiente de México y adicionalmente se presenta una columna más general propuesta por el C.R.M en 1994.

Algunos otros autores han propuesto secciones estratigráficas, principalmente en la región de Mazatlán mientras que otros han esquematizado las relaciones estratigráficas en la región central de Chihuahua, en donde el desnivel topográfico ha permitido estudiar rocas del Mesozoico y Paleozoico.

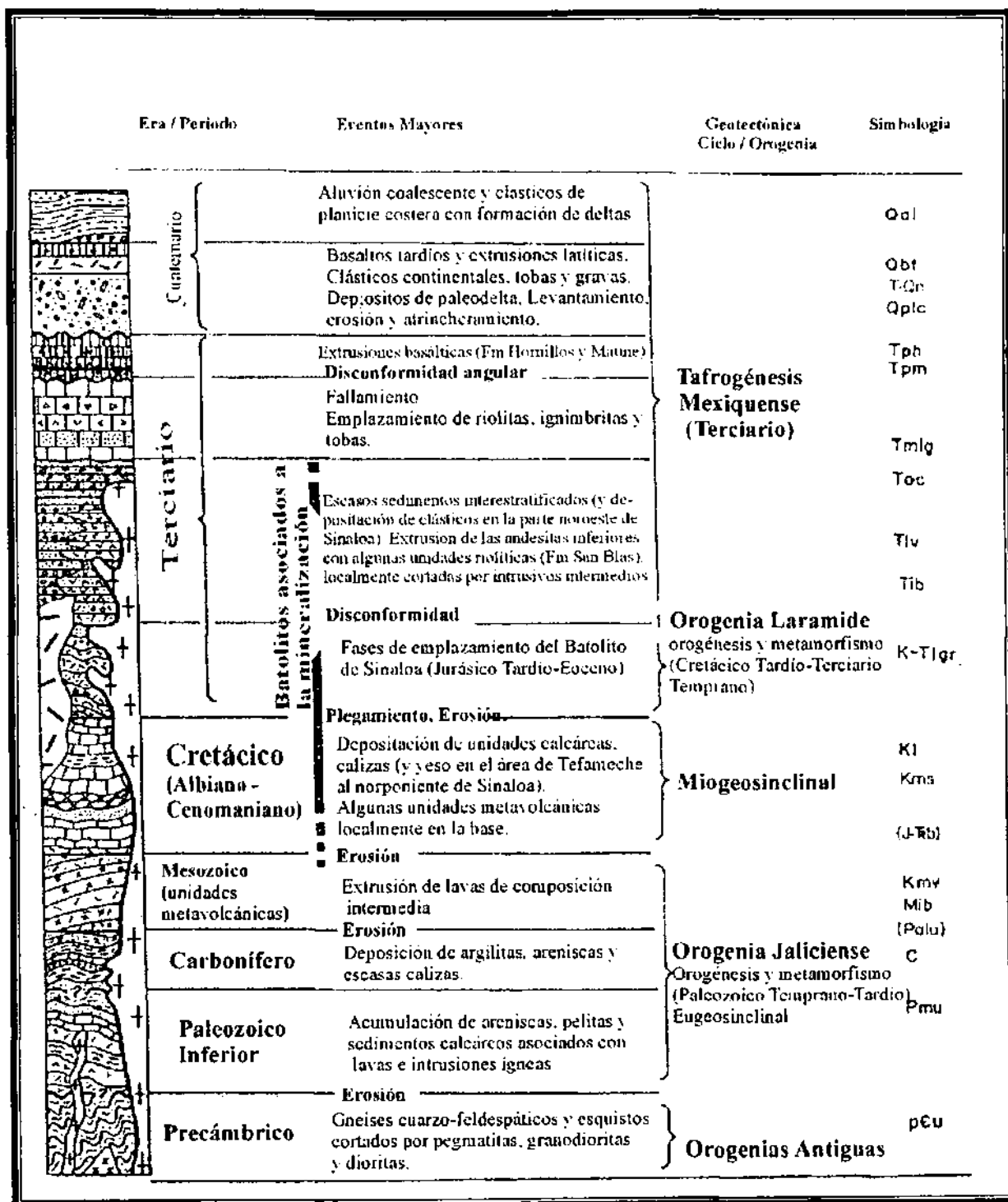


Figura # 3.6 Columna estratigráfica para el norponiente de México. (Tomada de Clark, 1986)

En la figura # 3.6 han sido representadas por Clark las principales litologías que afloran entre Chihuahua y Los Mochis para el norponiente de México en donde se puede apreciar la enmarañada relación entre unidades litológicas y en la figura # 3.7 se puede observar una generalización de la totalidad de unidades existentes en el noroccidente de México.


ERA	EPOCA	UNIDAD EN MAPA	LITOSTRATIGRAFIA	LITOLOGIA	YACIMIENTOS
CENOZOICO	CUATERNARIO	Qol	DEPOSITOS ALUVIALES, EOLICOS Y LACUSTRES DERRAMES DE BASALTO INTERCALADOS		SALINAS, AGREGADOS, PLACERES,
	PLIOGENO	Tec	DEPOSITOS DE GRAVAS, LIMOS Y ARCILLAS DE RELLENO DE FOSAS TECTONICAS.		SILICE.
	MIOGENO		BASALTOS INTERCALADOS		
	OLIGOCENO	Tmv	SERIE VOLCANICA SUPERIOR: AMPLIO PREDOMINIO DE IGNI-MBRITAS RIOLITICAS Y DACITICAS CON PRESENCIA SUBORDINADA DE VULCANOCLASTOS, ANDESITAS, DERRAMES RIOLITICOS Y BASALTOS		VETAS DE Au, Ag, Pb, Zn, Mo, Cu, Fe, U BARITA CUERPOS DISEMINADOS DE Au, Ag, Pb VETAS Y CUERPOS LENTICULARES DE Fe, COALIN
	EOCENO	KTIV	SECUENCIA DE ROCAS VOLCANICAS Y VULCANOCLASTICAS DE COMPOSICION MEDIA ANDEITICA, COMUNMENTE ALTERADAS, QUE AFLORAN EN LA REGION DE LAS BARRANCAS DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL. [COMPLEJO VOLCANICO INFERIOR]		VETAS Y SKARNS DE Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Mo
PALEOCENO	PORFIDOS Cu y Mo				
MESOZOICO	SUPERIOR	Ksm	PREDOMINIO DE TERRIGENOS: SECUENCIA RITMICA DE ARENISCAS, LIMOLITAS Y LUTITAS CONTINENTALES (F. PICACHOS) Y MIXTAS (F. SAN CARLOS) Y LUTITAS MARINAS (F. OJINAGA)	CARBON, VETAS DE Ag, Pb, Zn, Co F	
	INFERIOR	Kiv	TOBAS Y DE-CALIZAS QUE INCLUYEN FACIES DE PLATAFORMA, BORDE Y CUENCA (GRUPO AURORA: F. BUDA, DEL RRID, LOMA DE PLATA, BENAVIDES, FINLAY, LASSITICOS Y BASAL-GRIMA Y BENIGNO) EVAPORITAS, LUTITAS NETICOS, GRAUVACAS, GRAS Y CARBONATOS (F. CUCHILLO) LECHOS RO CONBLMERADOS, CA-LIZAS, LUTITAS Y CUAR-TITAS Y LIMOLITAS (F. MAYANREYE) EVAPORITAS BASEALES	YESO, CAL, SAL, DE-POSITOS DE REEM-PLAZAMIENTO DE Ag, Pb, Zn, Cu DEPOSITOS DE LE-CHOS ROJOS DE Cu DEPOSITO DE Co Fe y Bi, SKARNS DE Cu, Fe, Pb, Zn, Ag, Au.	
			Jsm	CALIZAS ARCILLOSAS CARBONOSAS, LUTITAS NEGRAS, ARENISCAS Y ESCASOS CONGLOMERADOS SUBORDINADOS (FORMACION LA CASITA)	MANTOS Y CHIME-NEAS DE Pb, Zn, Ag,
	JURASICO	MEDIO		LECHOS ROJOS CONTINENTALES DEPOSITADOS EN FOSAS TECTONICAS (F. CARRIZALILLO), EN LA S.M.O. PIZARRAS CARBONOSAS Y CUARCITAS (FORMACION BARRANCAS)	CARBON, GRAFITO VETAS DE Au, Ag.
TRIASICO		P-7	DERRAMES VOLCANICOS RIOLITICOS Y ANDESITICOS		
PALEOZOICO	PERMICO		PALEOZOICO SUPERIOR: SEDIMENTO TERRIGENOS TIPO FLYSCH (FORMACIONES PLOMOSAS Y RARA) CALIZAS Y DOLOMITAS DE FACIES DE PLATAFORMA (FORMACIONES EARP, COLINA, EPITAPH, SCHERER)	CUERPOS DE REEM-PLAZAMIENTO DE Au, Pb, Zn.	
	PENSILVANICO		PALEOZOICO INFERIOR: SECUENCIA DE CALIZAS Y DOLOMITAS DE PLATAFORMA, CON HORIZONTES AISLADOS DE ARENISCAS Y LUTITAS (FORMACIONES BOSTENES, CALIZA SOLIS, MONILLAS Y PASTOR)	VETAS DE Au, U.	
	MISISIPICO		EN LA BASE ARENISCAS CUARCITICAS (FORMACION FALOMIR)	CUERPO VETIFORME DE Fe.	
	DEVONICO				
	SILURICO				
	ORDOVICICO				
	CAMBRICO				
PRECAMBRIICO		P-8	GNEISES, GRANITOS, ANFIBOLITAS (P8g y P8n)		

Figura # 3.7 Columna Estratigráfica para el norponiente de México (C.R.M. , 1994).

CAPITULO IV.

DISTRITO MINERO DE PALMAREJO.

IV. 1 GEOLOGÍA LOCAL.

Casi la totalidad de las vetas, no sólo de este distrito, sino también de los alrededores al este de Palmarejo, son hospedados por rocas de la Serie Volcánica Inferior cuya edad ha sido estimada entre 75 Ma - 50 Ma (Henry, 1975; Clark, 1979). En esta región, la Serie Volcánica Inferior consiste de flujos de lava andesíticos y tobas de ceniza, pero en la zona de Guerra al Tirano éstos se encuentran intercalados con delgados paquetes volcanoclasticos y estratos calcáreos de wackstone de bioclastos dolomitizados.

Miller et al., (1986) han descrito unidades calcáreas intercaladas con traquiandesitas y andesitas que desarrollan estructuras "pillow" y que confirman condiciones marinas existentes a principios del Terciario Inferior. Estos autores estiman que el espesor de la SVI es de 400 metros en esta zona y sus unidades están basculadas 30° al NE.

A partir del Cerro de la Mina, al sureste de Palmarejo, entre 1100 y 1300 m de altura comienzan las afloramientos de los cuerpos minerales que localmente conforman un sistema de vetas con orientación general NO / SE y que se pueden extender hasta la zona de Guerra al Tirano.

El Distrito Minero de Palmarejo ha producido importantes cantidades de plata y oro asociado fundamentalmente en dos estructuras principales: La Prieta es la estructura más importante y de mayor desarrollo la cual, a profundidad, se divide en lazos cimoides, tanto al alto como al bajo; y La Blanca, que intercepta hacia su parte media a la Prieta.

La zona central del distrito esta constituido por la Veta Virginia, cuya continuidad al SE ha sido llamada Veta La Patria. En la región central del distrito, 1 Km al SO del poblado de Saucillo de Zamorano la estructura La Virginia- La Patria muestra orientación similar a la observada en la Prieta en su extremo NO, al igual que un par de pequeñas vetas mas al oriente.

El área mas suroriental del distrito aloja a una estructura continua ligeramente flexionada al norte, llamada Guerra al Tirano cuyo rumbo general es NO /SE y que aparentemente constituye un cuerpo mucho más regular (Figura # 1.3).

Las vetas del Distrito Minero de Palmarejo están alojadas en rocas de la Serie Volcánica Inferior que en esta zona consisten de flujos piroclásticos de composición riolítica hacia la cima, los cuales están cubiertos por lavas andesíticas y tobas estratificadas (Soto Morán., 1989, com. pers.). Estas secuencias están ligeramente basculadas al SE con inclinaciones menores a 22°.

Al surponiente del poblado de Palmarejo han sido identificados un par de intrusivos porfidicos con matriz afanítica en forma de diques que cortan a las rocas volcánicas. En la parte central del distrito Albinson (1986) ha identificado un stock granítico porfirítico con fenocristales de feldespato, cuarzo y biotita.

Al norte de Palmarejo rocas ignimbríticas de la Serie Volcánica Superior están en contacto estructural con las de la Serie Volcánica Inferior. Esta falla es postmineral y tiene orientación NNO / ESE con echados al SO, aunque también muestra echados al NE. Albinson (1986) ha estimado que el desplazamiento vertical pudo haber sido de hasta 1 kilómetro colocando a rocas de la Serie Volcánica Superior al bajo de la estructura (Figura # 4.1).

IV. 2 VETA LA PRIETA.

Esta estructura es la de mayor importancia en el distrito ya que su extensión es de casi 2 kilómetros, el rumbo general es NO 70° SE / 60°-80° SO y el espesor promedio varía de 2 a 4 metros. Las leyes promedio son de 3.8 g/ton de oro y 395 g/ton de plata. La mineralogía de la mena consiste de argentita, galena, esfalerita, calcopirita y pirita mientras que la ganga esta compuesta por diferentes etapas de cuarzo y calcita (Micrografías # 3, 4, 5 y 6, Anexo 3).

El comportamiento de La Prieta desde la parte central hasta su extensión suroriental es más complicado ya que sufre una flexión considerable cambiando su rumbo a NO 20° SE con inclinación general de 45° al SO, la veta principal se bifurca y en el alto de la misma se desarrolla otra veta asociada en forma de lazo cimoides que constituye La Virginia, la cual no llega a tener

expresión superficial. Adicionalmente, al alto de La Prieta ocurren otros dos cuerpos subparalelos, siendo el de mayor interés la veta La Blanca, seguida por la veta San Juan de Dios (Figuras # 4.1 y # 4.2).

Hacia el bajo de La Prieta, antes del área de flexión, ocurren otras dos estructuras de menor dimensión y de rumbo distinto al de todas las vetas anteriores. La Veta Santo Domingo tiene rumbo NE 75° SO con inclinación de 44° al SE, espesor promedio de 1.1 metros y longitud máxima conocida de 150 metros. A 150 metros al este de la Veta Santo Domingo se localiza la Veta Reforma que presenta rumbo NE 60° SO con echado de 58° al SE y longitud máxima conocida de 130 metros. No se conoce intersección de estas vetas con la estructura principal (Figura # 4.1).

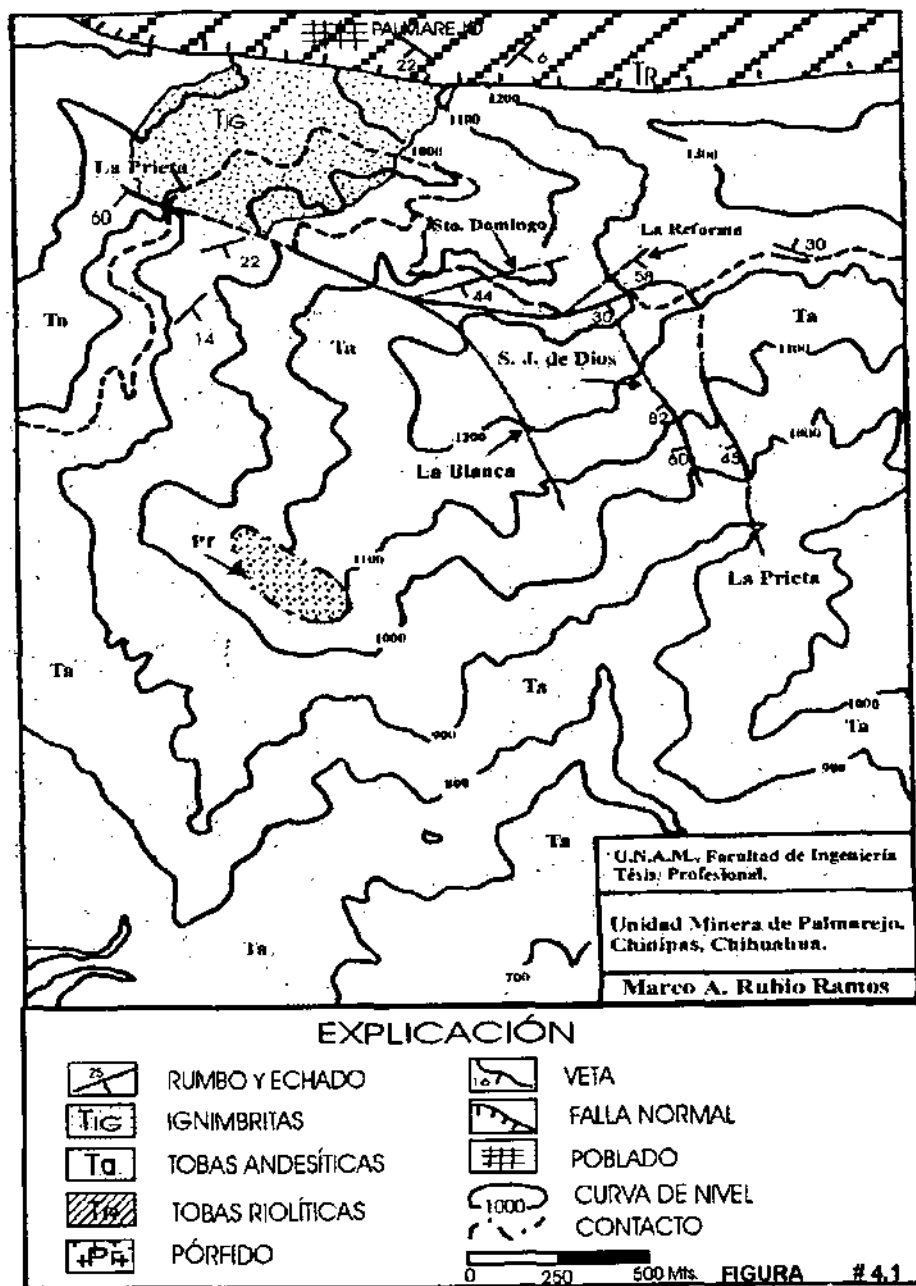


Figura # 4.1 Plano geológico del área de Palmarejo, Mpio. Chinipas, Chihuahua.

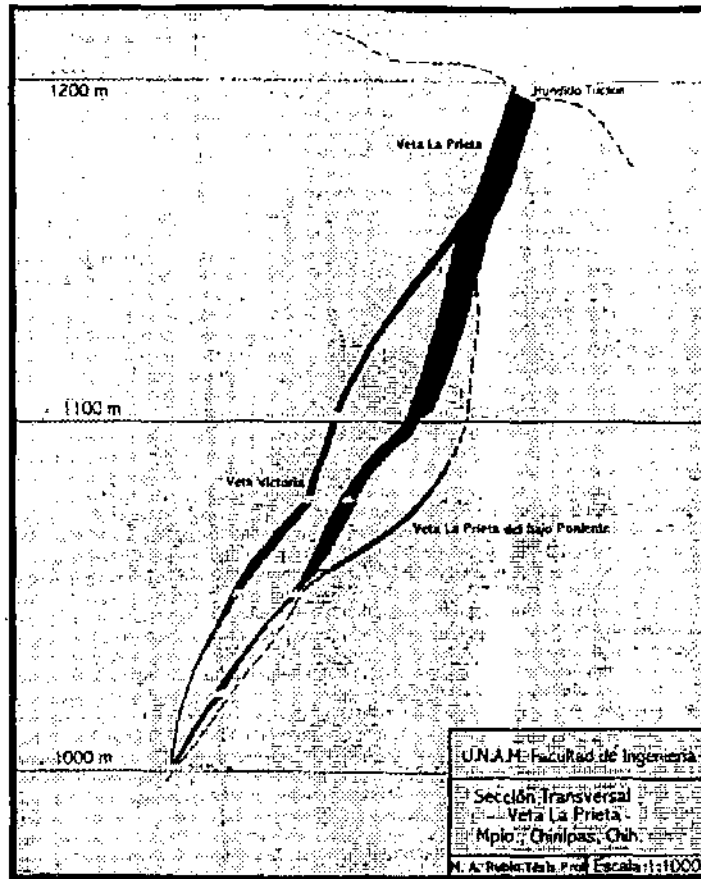


Figura # 4.2 Sección Transversal de La Veta La Prieta.

IV. 3 VETA LA BLANCA.

La Veta La Blanca presenta rumbo general de NO 20° SE e inclinación de 50° al SO y se desarrolla al alto de estructura principal desde donde ésta sufre un cambio brusco en su orientación, formando un ángulo con ella de 50°. El espesor promedio de La Blanca varía de 1.5 a 4.0 metros y las leyes promedio son de 3.8 gr/ton de oro y 440 g/ton de plata. El espesor es menor en niveles superficiales donde prácticamente no hay alteración supergénica y tiende a ensancharse a mayores profundidades.

Al bajo de la veta ha sido descrita como roca encajonante una diorita y en la parte superior tobas y flujos de ceniza volcánica de composición andesítica. Aparentemente es hacia el alto de la veta donde se incrementan los valores de las leyes.

Los minerales de la mena son argentita, galena, esfalerita, calcopirita y pirita y los de ganga consisten de diversas fases de cuarzo, calcita, rodocrosita y adularia, ésta última incrementa ligeramente su porcentaje de abundancia hacia la parte suroriental. (Micrografías # 1 y 2, Anexo 3).

En la parte desarrollada a mayor profundidad, sobre el Nivel Socorro y al oriente de la intersección entre La Blanca y La Prieta, la primera alcanza espesores máximos cercanos a los 30 metros y 50 metros más abajo se adelgaza hasta tener 15 metros de espesor. Informes antiguos han señalado que en este lugar se extrajo el mineral más rico de todo el distrito; sin embargo, exploraciones posteriores no corroboraron aquel supuesto y aunque ciertamente en la intersección de estas dos vetas la mineralización platífera tiende a persistir a mayor profundidad, la calidad del mineral es de

mejores leyes hacia la zona suroriental de La Blanca, en donde las características mineralógicas y texturales entre ambas estructuras son más distintivas.

La actividad minera en La Blanca ha sido dirigida a partir de la intersección con la Prieta y hacia la parte central pero más hacia al sureste prácticamente no se conoce el comportamiento ni las leyes del cuerpo por lo que se desconoce el potencial en esta área. Figura # 5.3

IV. 4 VETAS ASOCIADAS.

IV.4.1 VETA SAN JUAN DE DIOS.

Esta estructura se emplaza 200 metros al alto de la Veta La Prieta y su rumbo es NO 20° SE con inclinación de 62° a 80° al SE. Datos de informes internos antiguos indican espesores de 2.5 a 3.0 metros y leyes de 7.5 g/ton de oro y 460 g/ton de plata sin embargo no existen datos actuales que confirmen estos números.

Existen escasas obras mineras de muy difícil acceso, de las cuales las más profundas llegan hasta 40 metros bajo superficie.

IV. 4.2 VETA VICTORIA.

Esta estructura no aflora en superficie pero en niveles de mayor profundidad se presenta al alto de la veta principal desarrollándose como un lazo cimoiide hacia el noroeste. La longitud máxima conocida es de 100 metros en el nivel 7 y aparentemente termina justo donde interseca a la Prieta al suroriental. No existen datos de su espesor y leyes y ha sido considerada poco favorable para alojar mineralización de interés económico en informes antiguos.

IV. 4.3 VETAS LA REFORMA Y SANTO DOMINGO

Estas vetas exhiben un rumbo de NE 60° SO e inclinaciones de 58° al SE y ocurren al bajo de La Prieta. El espesor en superficie de La Reforma es de 1.0 a 1.5 metros y la longitud es de más de 100 metros mientras que la de Santo Domingo tiene rumbo NE 70° SO con echado de 44° al SE, espesor de 1.1 metros y longitud máxima conocida de 130 metros.

No existen valores sobre las leyes de estas vetas y prácticamente no hay desarrollo minero (en la Reforma solo existe un socavón de 20 metros de longitud) que permita saber su comportamiento a mayor profundidad; sin embargo, Albinson (1986) piensa que si estas estructuras intersecan a La Prieta es probable que existan objetivos económicamente importantes por lo que sería necesario estudiar más detalladamente a estas estructuras.

IV. 5 VETAS EXTERNAS.

IV. 5. 1 CONVIRGINIA – LA PATRIA-STA. URSULA

El patrón estructural que sirvió para la formación de vetas epitermales en toda esta zona se repite en el área de la Patria, en donde varias estructuras con rumbos preferenciales de NO 20-60° SE e inclinaciones desde 36° hasta 80° al NE constituyen la región central del distrito.

La Patria tiene rumbo general de NO 25° SE e inclinación de 60° a 80° al NE y esta hospedada por andesitas y unidades volcanoclásticas andesíticas de la Serie Volcánica Inferior. La longitud es de 650 metros y el espesor, que es muy irregular, tiene desde 2.0 metros hasta 4.5 metros. Los minerales de mena son argentita, acantita, galena, pirita, hematita y pirolusita y la ganga consiste de cuarzo cristalino de grano fino. Las leyes promedio estimadas por Miller et al. (1986) son de 5.6 g/ton de oro y 100.2 g/ton de plata.

Albinson T. (1986) considera que la extensión total de Sta. Ursula-La Patria-Maclovía es de 2 kilómetros, la mayor parte inexplorada y además supone para el sistema un nivel geológico alto por lo que sería un objetivo sumamente interesante para exploración más detallada.

IV. 5. 2 GUERRA AL TIRANO – TRES DE MAYO.

La Veta Guerra al Tirano está alojada en flujos andesíticos que cambian gradualmente hacia la cima a basaltos andesíticos de la Serie Volcánica Inferior. El rumbo general es de NO 20° SE con inclinación de 65° a 80° al NE y espesor desde 0.5 hasta 17 metros (Miller et al., 1986). La mineralogía de la mena consiste de argentita, acantita, oro nativo, calcopirita, pirita, pirohusita, hematita y limonita mientras que la ganga consiste de cuarzo y calcita de diferentes generaciones. Las leyes promedio son de 3.3 g/ton de oro y 272 g/ton de plata.

Localmente el rumbo es de NO 10° SE e inclinaciones irregulares desde 40° hasta 60° al NE, pero ha sido escogido el rumbo general para su descripción, dada su extensión por más de 2.3 kilómetros. Tan solo se conoce actividad minera en un "clavo" de 200 metros de longitud que fue minado hasta 120 metros de profundidad y está ya agotado; sin embargo, no han sido llevados a cabo estudios exploratorios tanto hacia la parte norponiente como al suroriente de la estructura.

IV. 5. 3 VETA GUADALUPE Y VETA LA CURRITA.

A 2.3 kilómetros al oriente de la zona de La Patria existen otras dos estructuras mineralizadas. En las cercanías del poblado de Guadalupe ocurre la Veta Guadalupe con rumbo NE 32° SO e inclinación de 45° a 65° al NE para la cual se han reportado espesores promedio de 1.5 hasta 10 metros con leyes de 0.2 a 2.3 g/ ton de oro y 40 a 728 g/ton de plata y longitud reconocida de 1500 metros. La mena consiste de argentita, oro nativo, pirita, calcopirita, galena y esfalerita hospedadas en vetas de cuarzo dentro de tobas riolíticas y asociados a intrusivos monzoníticos y dioríticos en las partes profundas (C.R.M., 1994). En superficie la veta consiste de dos lazos cimoides subparalelos que se integran en niveles más profundos

Al sur de la Veta Guadalupe aflora la Veta La Currita con rumbo similar aunque flexionada al oeste en su parte suroriental. Los datos sobre su longitud son escasos pero se ha estimado en casi 1000 metros con espesor variable entre 2.0 y 7.0 metros y con leyes de 0.8 a 4.8 gr/ton de oro y 68 a 326 g/ton de plata.

CAPITULO V.

PETROGRAFÍA Y MICROTERMOMETRÍA DE LAS FASES CRISTALINAS.

Fluid Inclusions can be thought as a time capsule storing information about ancient temperatures, pressures and fluid composition.

T. J. Reynolds

V.1 PETROGRAFÍA DE FASES CRISTALINAS.

La identificación de las fases cristalinas que conforman las vetas del Distrito de Palmarejo fueron diferenciadas en función tanto a el mineral así como a las características texturales y la relación que guardan espacial y temporalmente con otras fases con las que se encuentra coexistiendo. Se tuvo especial atención a distinguir aquellas etapas íntimamente asociadas a la mineralización, considerando siempre su posición paragenética tanto en muestra de mano como a escala del espesor total de la estructura.

Adicionalmente fue realizada una revisión detallada de cada uno de los minerales para encontrar alguno que tuviera un significado importante, como lo es la presencia de adularia u otro mineral cuyas características indicaran condiciones de ebullición.

Dado que por lo general una fase cristalina en particular no siempre se encuentra representada en toda la veta e inclusive en algunos casos es muy local, se opto por describir las distintas fases de cada una de las muestras poniendo especial atención a las interrelaciones entre ellas y asignándoles por orden ascendente, de la más temprana a la más tardía, el número correspondiente como se muestra en los planos correspondientes para cada veta (Anexo 1, Planos # 5.1 y 5.3).

Finalmente, dependiendo de su posición, textura y de la asociación con otras fases así como de la presencia o ausencia de sulfuros se determino su posición general dentro de la evolución del sistema asignándoles una etapa general denotada con números romanos (Anexo 2, Tablas del estudio microtermométrico).

V. 1. 1 LA PRIETA

La Prieta es una estructura compleja ya que mientras el extremo noroccidental que ocurre sobre la margen de menor desnivel topográfico del Cerro de la Mina es homogéneo conforme penetra en el cerro, al sureste, se curva drásticamente y a partir de la flexión se suman varias estructuras, también mineralizadas, tanto al alto como al bajo del cuerpo principal. En la Veta del Bajo Poniente el desarrollo de obras mineras estuvo siempre en función a la presencia de mineral económicamente redituable y en ausencia de éste se opto por terminar el desarrollo, por lo que no se conoce el comportamiento de esta estructura en niveles más profundos. En el caso de la Veta del Bajo Oriente, ésta se conforma por varias estructuras delgadas que se van adelgazando , cerrándose radicalmente en la intersección con la estructura principal, sin embargo es en esta zona donde se espera que exista mineralización más consistente.

Las texturas estudiadas para la Veta La Prieta son descritas para cada localidad y se les ha asignado un número ascendente, de la etapa más vieja a la mas joven, de esta forma la fase I se formó antes que las subsecuentes. Adicionalmente, como no todas las fases persisten tanto lateral como horizontalmente ha sido asignado un número general romano para fases que muestran similares características temporales y mineralógicas (Plano # 5.1, Anexo 1).

- PAL 84-8:

- 1 Cuarzo semitransparente débilmente brechado, con textura de "crackle breccia", estéril y en las partes finales de la etapa se desarrollan cristales subedrales de regular tamaño. Etapa I
- 2 Cuarzo semitransparente a opaco de color grisáceo y con mínima diseminación de pirita. Etapa II
- 3 Cuarzo blanco, lechoso de tamaño de grano grueso, muy poroso y cuarzo subedral de tamaño de grano medio semitransparente formando drusas al final de la fase. Etapa III
- 4 Delgadas bandas de calcita tardía semitransparente estéril. Etapa IV

- PAL 84-7:

- 1 Fragmentos de roca encajonante de composición riolítica moderadamente silicificada. Etapa I

- 2 Fragmentos de cuarzo opaco de color blanco a grisáceo con escasa diseminación de sulfuros, principalmente calcopirita. Etapa II
- 3 Cuarzo semitransparente que funciona como cementante de los fragmentos de las fases anteriores. En el contacto del cuarzo con los fragmentos se observa el desarrollo de delgadas bandas de óxidos de hierro producto de alteración supergénica. Etapa III
- 4 Calcita tardía de color ocre en delgadas bandas alojadas a lo largo de pequeñas fracturas. Etapa IV

- PAL 87-6 y PAL 87-5:

- 1 Fragmentos subangulosos de cuarzo lechoso y adularia tempranos. Etapa I
- 2a Cuarzo semitransparente de color gris claro con diseminación de sulfuros predominando piritita subedral de tamaño de grano medio. Esta fase hospeda a los fragmentos anteriores. Etapa II
- 2b Cuarzo semitransparente de color gris oscuro con diseminación moderada de sulfuros, principalmente galena y esfalerita y piritita. Etapa II
- 3 Evento compuesto por varias fases de cuarzo blanco lechoso con textura coliforme y cuarzo drustiforme que dan a la fase una textura de bandeamiento subparalelo. Etapa III
- 4 Calcita blanca tardía y estéril en desarrollos irregulares subparalelos a la fase 3. Etapa IV
- 5 Cuarzo blanco lechoso intercrecido con cuarzo con textura "bladdy". Etapa IV
- 6 Delgado desarrollo de una banda de sulfuros tardíos asociados a óxidos. Etapa V
- 7 Cuarzo gris semitransparente subedral con escasa diseminación de sulfuros puntuales. Etapa VI

- PAL 87-4:

- 1 Fragmentos de roca con silicificación moderada y alojando manchas subredondeadas de cuarzo blanco, lechoso estéril. Etapa I
- 2a Cuarzo gris claro, semitransparente con escasa diseminación de sulfuros. Etapa II
- 2b Cuarzo semitransparente de color gris oscuro intercrystalizado con sulfuros, principalmente piritita y calcopirita. Etapa II
- 3 Fragmentos subangulosos de calcita blanca estéril. Etapa IV
- 4 Vetillas de cuarzo semitransparente de color blanco que cortan a la fase 2. Etapa VI
- 5 Cuarzo opaco de color blanco, muy fracturado y estéril. Etapa VI

- PAL 84-9:

- 1 Fragmentos de adularia subangulosos moderadamente alterados a minerales arcillosos. Etapa I
- 2 Cuarzo semitransparente de color gris claro con escasa diseminación de sulfuros que cambia a cuarzo semitransparente de tamaño de grano fino de color gris oscuro con intercrystalizado con sulfuros. Etapa II
- 3 Cuarzo transparente de tamaño de grano grueso, estéril y con desarrollos drustiformes de cristales prismáticos sub-eudrales. Etapa III
- 4 Calcita tardía de color amarillento en fracturas, estéril. Etapa IV

- PAL 85-15:

- 1 Fragmentos de roca encajonante silicificada. (prácticamente ausente). Etapa I
- 2 Cuarzo transparente microcristalino con escasa diseminación de sulfuros. Etapa II
- 3 Bandeamiento de por lo menos cinco pulsaciones de cuarzo con interbandeamientos de cuarzo transparente de tamaño de grano grueso subedral y cuarzo blanco opaco. Ambos tipos estériles. Etapa III
- 4 Cuarzo transparente de tamaño de grano fino con drusas tardías, estéril y muy poroso. Etapa IV

- PAL 85-16:

- 1 Cuarzo lechoso de color blanco, translúcido y estéril. Etapa I
- 2a Cuarzo semitransparente de color gris claro, tamaño de grano medio, estéril y en bandas delgadas continuas. Etapa II

2b Cuarzo color gris oscuro de tamaño de grano medio, con escasas disseminaciones de sulfuros y se desarrolla como delgadas bandas continuas. Etapa II

3 Cuarzo semitransparente de color amarillento, estéril y en vetillas que cortan a fases anteriores. Etapa III

- PAL 84-6:

2a Cuarzo semitransparente de color gris claro, estéril. Etapa II

2b Cuarzo semitransparente de color gris oscuro y tamaño de grano medio, subedral e intercristalizado con sulfuros. Etapa II

3 Calcita tardía, opaca y de color blanco con escasa disseminación de sulfuros. Etapa IV

4 Cuarzo opaco, lechoso, de color blanco y cuarzo subedral en desarrollos drustiformes, estéril. Etapa VI

- PAL 84-1:

1 Fragmentos subangulosos de adularia con intercristalizados con pirita de tamaño de grano fino. Etapa I

2a Cuarzo semitransparente de color gris claro, estéril y parcialmente brechado, con textura de "crackle breccia". Etapa I

2b Cuarzo semitransparente de color gris oscuro intercristalizado con sulfuros y también parcialmente brechado. Etapa II

2c Delgadas bandas de sulfuros que bordean a los fragmentos de las fases anteriores. Predomina pirita y calcopirita. Etapa II

3 Calcita de color blanco, estéril desarrollándose en bandas subparalelas a las fases anteriores. Etapa IV

4 Cuarzo opaco de color blanco, lechoso, estéril y termina con cuarzo subedral transparente en desarrollos drustiformes. Etapa VI

- PAL 85-11:

1 Fragmentos de rodocrosita y adularia subangulosos. Etapa I

2a Cuarzo de color gris claro, semitransparente y fracturado que en algunas zonas cementa a pequeños fragmentos de roca encajonante o de rodocrosita además muestra escasa disseminación de pirita eudral de tamaño de grano muy fino. Etapa II

2b Cuarzo opaco de color gris oscuro, microcristalino e intercristalizado con sulfuros ampliamente distribuidos (35%). Esta sub-fase es delgada y en ocasiones esta como fragmentos. Etapa II (Micrografías # 3 y 4. Anexo 3)

3 Calcita semitransparente que normalmente bordea a fragmentos de la etapa 2. Etapa IV

4 Vetillas que cortan francamente a las fases anteriores y consiste de cuarzo blanco semitransparente, en ocasiones lechoso opaco, de tamaño de grano grueso y cuyos cristales crecen a partir de fases anteriores de ambos lados por lo que constituyen bandas oblicuas de extensión lateral. Etapa VI

- PAL 85-8:

1 Fragmentos de cuarzo subedral blanco opaco y estéril. Etapa I

2a Cuarzo semitransparente de color gris claro a blanquecino, subedral en delgadas bandas paralelas y con escasa disseminación de sulfuros. Etapa II

2b Cuarzo semitransparente de color blanco pardo con disseminación de sulfuros y hospedando a fragmentos de roca encajonante fuertemente silicificada. Etapa II

2c Fase compuesta casi en su totalidad por esfalerita-calcopirita y pirita (45%) intercristalizados con cuarzo blanco opaco de tamaño de grano medio. Esta fase termina con delgados desarrollos de sulfuros en el contacto con la fase posterior. Etapa II

3a Cuarzo blanco semitransparente en bandas de 2 milímetros de espesor paralelas al contacto con fases anteriores. Etapa III

3b Cuarzo semitransparente subedral de tamaño de grano grueso, de color rosado y con diseminación de cristales cúbicos diminutos de pirita. Esta fase cierra la estructura lateralmente justo donde los cristales alcanzan su máximo tamaño en ambos lados de la veta. Etapa III

4 Cuarzo blanco opaco con cristales subedrales y escasa diseminación de pirita que bordea parcialmente a fases anteriores o las corta. Etapa III

- PAL 85-7:

1 Fragmentos angulosos de toba riolítica parcialmente piritizada, sumamente porosa fuertemente silicificada y de textura terrosa. Etapa I

2a Cuarzo microcristalino de color gris claro con escasa diseminación de sulfuros. Etapa II

2b Cuarzo semitransparente de color gris oscuro, parcialmente fragmentado e intercristalizado con cristales de calcopirita y galena de hasta 2.5 milímetros. Etapa II

2c Fase de sulfuros con predominio de calcopirita en delgadas bandas en el contacto entre 2b y 3. Etapa II (Micrografía # 5. Anexo 3).

3 Cuarzo masivo blanco lechoso, semitransparente con tonalidades pardas y terminación con cuarzo eudral de tamaño de grano medio con textura de drusas. En ocasiones cementa a fragmentos de la fase 2 o la corta francamente. Etapa III

- PAL 88-2

1 Fragmentos de adularia completamente alterados a minerales arcillosos. Etapa I

2b Cuarzo semitransparente eudral de color gris oscuro intercristalizado con sulfuros, principalmente esfalerita. Etapa II

3 Cuarzo blanco lechoso semitransparente a opaco y estéril con terminación de cuarzo transparente subedral de tamaño de grano medio. Etapa III

4 Vetillas tardías con calcita semitransparente y estéril. Etapa IV

- PAL 88-1

1 Fragmentos de adularia completamente alterados a minerales arcillosos. Etapa I

2 Fragmentos subangulosos de cuarzo semitransparente gris oscuro con escasa diseminación de sulfuros. Etapa II

3 Calcita (90%) semitransparente con escasa diseminación de sulfuros y opaca estéril en la fase terminal. Etapa II

4 Cuarzo opaco blanco estéril y con desarrollos en bandas subparalelas. Etapa III

5 Delgada banda de sulfuros paralela a la parte terminal de la etapa anterior. Etapa V

6 Calcita estéril de color parda marrón, tardía y de textura coliforme. Etapa VI

- PAL 84-2

2a Múltiples fragmentos angulosos y chicos de cuarzo semitransparente de color gris oscuro intercristalizado con escasos sulfuros. Etapa II (Micrografía # 6. Anexo 3).

2b Fragmentos subangulosos de cuarzo semitransparente de color blanco con mínima diseminación de sulfuros, principalmente pirita. Etapa II

3 Fragmentos subangulosos de cuarzo opaco lechoso estéril con tamaños de 1.5 hasta 4 milímetros. Etapa III

4 Calcita tardía blanca, eudral, de tamaño de grano grueso y asociada a mineral de manganeso de color azulado oscuro. Esta fase se desarrolla en delgadas bandas que cementan a fragmentos de fases anteriores. Etapa IV

5 Cuarzo tardío de color blanco, semitransparente lechoso, llega a formar drusas y en ocasiones asociada a sulfuros tardíos en oquedades o en el contacto con fragmentos antiguos y generalmente esta fase cementa a fragmentos de las fases anteriores. Etapa VI

- PAL 84-3

1 Fragmentos angulosos de cuarzo transparente subedral, estéril con tamaños desde milímetros hasta de 1 centímetro. Etapa I

2 Fragmentos de 2 a 4 centímetros de cuarzo translúcido de color gris oscuro intercrystalizado con sulfuros que a su vez aloja a fragmentos de la fase I bordeados por cuarzo semitransparente de color gris claro. Etapa II

3 Fragmentos o cristales aislados de cuarzo blanco lechoso de grano muy grueso sumamente fracturados y estériles. Etapa III

4 Calcita blanca translúcida intercrystalizada con escasos sulfuros y que funciona como cementante principal de fragmentos de todas las fases anteriores. En su parte final la calcita forma cristales bien desarrollados de hasta 2 centímetros. Etapa IV

5 Vetillas tardías rellenas de cuarzo blanco translúcido, con tonalidades pardas que cementa firmemente a fragmentos anteriores. Etapa VI

- PAL 85-17:

1 Fragmentos subredondeados y deformados de cuarzo blanco opaco estéril. Etapa I

2 Cuarzo de color gris oscuro, opaco, masivo y de tamaño de grano muy fino, estéril y deformado mostrando parcial imbricación. Etapa II

3 Cuarzo semitransparente subedral de color gris claro, estéril. Etapa II

4 Cuarzo blanco semitransparente a opaco con escasa diseminación de pirita y algo de esfalerita. Etapa II

5 Cuarzo blanco totalmente opaco, masivo y poroso, estéril. Etapa III

La textura general mostrada entre fases distintivas para esta localidad es en forma de bandas subparalelas.

- PAL 85-22:

1 Fragmentos de cuarzo lechoso de color blanco, subedral estéril. Etapa I

2a Banda de cuarzo eudral transparente de color gris claro con mínima diseminación de sulfuros, principalmente pirita y esfalerita. Etapa II

2b Cuarzo semitransparente de color gris oscuro intercrystalizado con sulfuros burdamente orientados. Esta fase se desarrolla como una banda subparalela a la fase 2a. Etapa II

4 Cuarzo semitransparente de color blanco, estéril y muy poroso. Etapa III

- PAL 84-4:

1 Fragmentos pequeños de cuarzo transparente subedral estéril. Etapa I

2a Cuarzo semitransparente de color gris claro, estéril, con óxidos de fierro y que actúa como cementante de los fragmentos anteriores. Etapa II

2b Cuarzo opaco de color gris oscuro intercrystalizado con diminutos cristales de sulfuros.

2c Cuarzo transparente de color gris claro con escasa diseminación de sulfuros. Etapa II

3 Cuarzo blanco, opaco y de tamaño de grano grueso con escasos sulfuros diseminados parcialmente oxidados. Esta fase puede cementar a fragmentos de la fase 2 ó formar bandas irregulares. Etapa III

4 Cuarzo transparente, cristalino, eudral a subedral, de tamaño de grano medio, incoloro y estéril, se observa emplazado como relleno de oquedades. Etapa VI

5 Fase de alteración con mucho óxido producto de alteración total de sulfuros originales hospedados en cuarzo eudral prismático formando drusas en fracturas y oquedades. Etapa VI

- PAL 86-1:

1 Cuarzo opaco blanco, lechoso y estéril. Etapa I

2a Cuarzo de color gris claro con variación a blanco, transparente, subedral y con escasa diseminación de sulfuros. Etapa II

2b Cuarzo sub-eudral de color gris oscuro, masivo, de tamaño de grano fino a medio intercristalizado con sulfuros. Etapa II

2c Delgados e intermitentes desarrollos exclusivamente de sulfuros (esfalerita-calcopirita-pirita) de extensión milimétrica. Etapa II

3 Cuarzo opaco de color amarillo, estéril y textura de enrejado tipo "bladdy". Etapa III

- PAL 87-1-A:

1 Fragmentos de adularia completamente alterados a minerales arcillosos y con presencia de piritita. Etapa I

2a Cuarzo de color gris claro, semitransparente, sub-eudral con escasa diseminación de sulfuros. Etapa II

2b Cuarzo semitransparente de color gris oscuro intercristalizado con abundantes sulfuros. Etapa II

3 Calcita tardía de color amarillo, eudral con cristales grandes tipo diente de perro, estéril. Etapa IV

4 Cuarzo semitransparente, blanco y con terminación de cuarzo subedral drustiforme. Etapa VI

- PAL 87-1-B:

1 Fragmentos subangulosos de cuarzo opaco de color café, de tamaño de grano muy grueso y estéril. Etapa I

2 Fragmento de adularia subangulosos completamente alterados a minerales arcillosos y asociados a piritita eudral de tamaño de grano medio a fino. Etapa I

3 Cuarzo semitransparente de color gris claro variando a cuarzo semitransparente blanco con gran cantidad de sulfuros diseminados (esfalerita-pirita-calcopirita). Etapa II

4 Cobertura en forma de costras de calcita tardía estéril. Etapa IV

5 Cuarzo de color café parduzco, de tamaño de grano muy grueso, eudral, con textura de enrejado (celular), sumamente poroso y estéril. Etapa VI

- PAL 85-12:

1 Fragmentos de cuarzo blanco, lechoso, semitransparente, estéril y con bordes difusos debido a parcial corrosión por la fase que lo cementa. Etapa I

2a Cuarzo translúcido de color gris claro sub-eudral y con mínima diseminación de sulfuros. Etapa II

2b Delgada banda de 5 milímetros de cuarzo eudral color gris oscuro intercristalizado con sulfuros. Etapa II

3 Cuarzo opaco de color gris claro, masivo, de grano muy fino y estéril. Etapa III

4 Cuarzo blanco, lechoso, estéril y sumamente poroso. Etapa III

5 Cuarzo de color pardo amarillento, subedral, estéril y con terminación en drusas. Etapa VI

- PAL 84-5:

1 Fragmentos subangulosos de toba riolítica y cuarzo blanco, subedral y estéril. Etapa I

2a Cuarzo opaco de color gris claro, semitransparente y con escasa diseminación de sulfuros. Etapa II

2b Cuarzo semitransparente color gris oscuro, sub-eudral con moderada intercristalización de sulfuros. Etapa II

3 Cuarzo translúcido a transparente subedral con escasa diseminación de sulfuros. Etapa II

4 Cuarzo opaco de color amarillo, subedral a eudral, estéril en vetillas que cortan a fases anteriores. Etapa III

- PAL 87-3:

1 Cuarzo opaco a semitransparente y con variación de color amarillo a blanco, de textura coliforme y hospedando a fragmentos de roca riolítica. Etapa I

2a Cuarzo transparente, limpio, estéril y textura coliforme. Etapa II

2b Cuarzo transparente, eudral prismático, de tamaño de grano grueso y con terminación en drusas de hasta 1.5 centímetros. Etapa II

V. 1. 2 LA BLANCA

Esta estructura muestra mayor abundancia y complejidad textural hacia la parte central en donde múltiples episodios coinciden provocando brechamiento de fases tempranas, emplazamiento de nuevas fases y en ocasiones parcial reemplazamiento o recristalización. Con el objeto de facilitar la revisión de los datos generados por el presente estudio se da la descripción petrográfica de NO a SE en las localidades señaladas en el Plano # 5.3, Anexo 1.

Para esta Veta se distinguieron 5 etapas generales; la Etapa I básicamente consiste de fragmentos subangulosos de roca encajonante fuertemente silicificada y con diseminación de pirita de grano fino a medio, adicionalmente ha sido considerada dentro de esta etapa una fase de calcita temprana estéril o con diseminación de pirita, pero sin otros sulfuros económicamente importantes que cementa débilmente a los fragmentos de roca y una primera invasión de cuarzo que cementa a fragmentos de la roca encajonante y de la calcita. Las relaciones texturales indican un primer evento de brechamiento previo a la formación de las fases con metales preciosos y la presencia de adularia pudiera indicar condiciones de ebullición contemporáneas a el episodio de brechamiento de las fases más tempranas; la Etapa II ha sido considerada para distintas fases de cuarzo que son emplazadas generalmente como bandas continuas lateralmente y ocasionalmente cementa a fragmentos de la etapa anterior; la Etapa III representa el evento de mineralización del sistema y muestra una distribución amplia en toda la veta, lo que indica la persistencia y fortaleza de las condiciones que imperaron durante la formación de la estructura. La Etapa III esta compuesta casi totalmente por cuarzo cristalino de tamaño de grano medio, subedral e intercristalizado con galena, esfalerita, calcopirita y argentita. Las Etapas IV y V representan eventos posteriores a la mineralización y están compuestos por cuarzo blanco y calcita respectivamente.

- PAL 85-6:

Textura: bandeamiento simétrico.

1 Calcita temprana color blanco, opaco, de grano medio, con desarrollo de cristales eudrales y abundante diseminación de pirita de grano fino. Etapa I

2 Cuarzo semitransparente, gris oscuro, microcristalino con diseminación de sulfuros. El contacto entre la calcita anterior y el cuarzo es paralelo presentándose en el contacto una delgada banda de pirita de grano fino. Etapa III

3 Cuarzo blanco, semitransparente, microcristalino y estéril en contacto paralelo con la fase anterior. Etapa IV

4. Cuarzo lechoso, opaco, parcialmente fracturado, abundante, estéril y ocurre en la parte central de la muestra representando la etapa final. Etapa IV

- PAL 85-5:

Textura: simétrica con brechamiento intermedio.

1 Cuarzo semitransparente, gris claro y en el límite de la fase se observa escasa calcita y minerales arcillosos. Cuarzo eudral de tamaño de grano grueso, estéril y sin zonas de crecimiento

Etapa II

2 Cuarzo lechoso, estéril, fracturado que cambia gradualmente a cuarzo opaco de color gris con diseminación de pirita y escasos granos de calcopirita. La fase 2 cementa a fragmentos de la etapa anterior. Etapa III

3 Cuarzo transparente, eudral, de grano grueso con desarrollos de hasta 1 cm y con textura de drusas simétricas. Etapa IV

- PAL 84-12:

Textura: brechamiento temprano, invasión y parcial recristalización

1 Fragmentos subredondeados de cuarzo blanco, lechoso, microcristalino y estéril que cambia a cuarzo semitransparente de color gris claro. El contacto entre estos dos tipos de cuarzo es gradual y el límite entre ellos es difuso y continuo. Etapa II

2 Fragmentos pequeños de cuarzo semitransparente, en ocasiones opaco, de color gris oscuro y con bandas delgadas de sulfuros en el límite de ellos. Etapa III

3 Fase de cuarzo de color amarillento y de masivo cristalino muy fino, algo poroso que cementa a fases anteriores. Etapa IV

4 Drusas tardías de calcita en oquedades o uniendo débilmente a fragmentos de fases anteriores. Etapa V.

- PAL 84-10:

Textura: brechamiento de roca encajonante y fases tempranas con cementación posterior, desarrollo de las fases lateralmente.

1 Fragmentos subangulosos de roca encajonante bordeados por cuarzo semitransparente de color gris claro y calcita translúcida temprana. Etapa I

2 Cuarzo transparente microcristalino y asociado a un segundo evento de calcita opaca. Esta fase cementa a los fragmentos anteriores de roca encajonante. Etapa I

3a Cuarzo eudral con cristales hexagonales de hasta 2 milímetros creciendo a partir de la fase anterior en forma simétrica. Esta fase termina con relleno de calcita transparente y continua con

3b Bandas continuas subparalelas de: Etapa III

3b1 Cuarzo transparente de color gris que bordea a y abriga las fases anteriores

3b 2 Cuarzo semitransparente microcristalino de color gris oscuro con fragmentos puntuales de sulfuros.

4 Cuarzo opaco a semitransparente de color gris claro que en espacios abiertos desarrolla drusas de hasta 4 milímetros. Etapa IV

5 Cuarzo opaco de color gris claro que corta a todas las fases anteriores aunque también tiene desarrollos subparalelos a ellas. Ocasionalmente se distinguen escasos puntos diseminados de sulfuros aunque en la zona final llegan a desarrollarse delgadas bandas, principalmente en donde corta a eventos anteriores. Etapa IV

- PAL 85-4:

Textura: brechamiento

1 Fase constituida por interbandeamientos entre delgadas bandas de cuarzo transparente y cuarzo blanco, lechoso y termina en cavidades pequeñas con cuarzo eudral hexagonal. Etapa II

2 Fragmentos de tamaño variable de cuarzo opaco de color gris oscuro con escasa diseminación de pirita que gradualmente pasa a ser de color gris claro con mayor cantidad de sulfuros. Etapa III (Micrografía # 2. Anexo 3).

3 Cuarzo lechoso cristalino fino que cementa a pequeños fragmentos de la fase anterior, preferentemente de la que tiene más sulfuros. Esta fase ocupa más del 50 % del volumen de la muestra. Etapa IV.

- PAL 85-2:

Textura: parcial recristalización y bandeamiento

- 1 Fragmentos subredondeados de calcita blanca, opaca, y perteneciente a una fase temprana. Etapa I
- 2a Cuarzo cristalino de tamaño de grano medio, de color gris claro y asociado a sulfuros y minerales arcillosos. Este episodio muestra parcial recristalización a cuarzo subedral. Etapa III
- 2b Cuarzo de tamaño de grano fino e intercristalizado con pirita y esfalerita creciendo subparalelamente a la fase anterior. Etapa III
- 3 Bandas paralelas débilmente deformadas compuestas por cuarzo semitransparente de color gris claro, subedral e intercristalizado con pirita, esfalerita y escasa galena. En algunas zonas esta fase hospeda a fragmentos de calcita e inclusive a fragmentos de cuarzo sulfuros. Una delgada banda de calcita tardía con diseminación de escasos sulfuros representa la culminación de esta fase. Etapa III
- 4 Cuarzo lechoso, de color blanco translucido, tardío, estéril y microcristalino. Etapa IV

- PAL 85-1:

Textura: de brechamiento temprano y cementación.

- 1 Fragmentos heterogéneos subangulosos de adularia temprana, cuarzo gris oscuro, rodocrosita y sulfuros. Etapa I
- 2 a Cuarzo semitransparente de color gris claro que hospeda a fragmentos de adularia y contiene escasa diseminación de sulfuros. Etapa III
- 2 b Cuarzo de color gris oscuro, de tamaño de grano medio a fino y asociado a sulfuros. Etapa III.
- 3 Cuarzo color blanco, lechoso, semitransparente e intercristalizado con rodocrosita, estéril. Etapa IV
- 4 Cuarzo transparente, de tamaño de grano fino asociado a delgadas bandas de calcita tardía.

- PAL 85-3:

Textura: múltiples brechamientos con cementaciones posteriores por fases independientes.

Esta muestra desarrolla una compleja interrelación dado que coinciden múltiples eventos en un espacio relativamente limitado.

- 1 Fragmentos pequeños subangulosos de cuarzo semitransparente de color gris oscuro y en contactos engolfados. Etapa III
- 2 Cuarzo semitransparente subedral de tamaño de grano medio y con granos diseminados de calcopirita. Este material cementa parcialmente a los fragmentos de la etapa anterior y ambos están rodeados completamente por la etapa siguiente. Etapa III
- 3 a Cuarzo semitransparente, de apariencia cristalina (limpio), sin fragmentos o impurezas y que abraja totalmente a fragmentos de fases anteriores o funciona como unión entre fragmentos pero conservando su textura original. Etapa IV
- 3 b Cuarzo de color blanco que se desarrolla subparalelamente a la etapa anterior envolviéndola junto con otros materiales fragmentados de etapas anteriores. El tamaño de los cristales individuales de esta fase llega a ser de hasta 3 milímetros. Etapa IV
- 4 Cuarzo subedral semitransparente estéril que cementa a múltiples fragmentos subangulosos de tamaño de grano grueso de todas las fases anteriores. Adicionalmente como fase tardía asociada se desarrolla calcita euedral con cristales que alcanzan hasta 1 centímetro de longitud la cual ocasionalmente funciona también como cementante. Etapa IV
- 5 Cuarzo blanco lechoso de grano fino que nuevamente cementa a fragmentos de todas las etapas anteriores y que representa el último evento de deposicional para este punto. Etapa V

- PAL 85-13:

Textura: brechamiento múltiple y drusas.

En general la muestra consiste de una brecha constituida por fragmentos subangulosos a subredondeados de diferentes etapas por lo que las relaciones temporales son difíciles de distinguir.

1 Etapa constituida por fragmentos subangulosos de roca encajonante moderadamente silicificada cuyos pedazos son cementados por cuarzo semitransparente de tamaño de grano medio. Es importante notar que en la muestra, los fragmentos de roca encajonante presentan diseminación de sulfuros, pero no así la etapa de cuarzo que los cementa. Etapa IV

2 Esta fase considera solo a fragmentos de cuarzo transparente, cristalino, sumamente fracturado y estéril. Etapa IV

3 Cuarzo blanco lechoso que cementa y crece a partir de todos los fragmentos de fases antiguas. A diferencia de otros puntos en este se observa débil mineralización. Etapa V

4 Cuarzo prismático de tamaño de grano muy grueso, con cristales euedrales de hasta 1.5 centímetros que crecen a partir de fragmentos de fases anteriores mostrando textura drustiforme. Etapa V.

- PAL 85-10:

2a Cuarzo semitransparente de color gris claro que cementa a gran cantidad de fragmentos pequeños de fases antiguas de diversos tipos de cuarzo y escasos de rodocrosita. En la matriz cementante se hospedan diminutos granos de sulfuros finamente diseminados. Etapa III

2b Fragmentos pequeños de cuarzo semitransparente de color gris oscuro intercristalizado con sulfuros. Etapa III

2c Cuarzo opaco de color gris claro con diseminación de pirita de grano fino. Etapa III

3 Cuarzo masivo, opaco, de color gris claro, criptocristalino y estéril. En muestra de mano tiene la apariencia de una masa amorfa de sílice masivo.

4 Cuarzo transparente de tamaño de grano muy fino, de color gris claro, moderadamente fracturado y que funciona como cementante de fragmentos de fases anteriores. Esta fase es estéril y preferencialmente esta cementando a fragmentos de 2b. Etapa IV

4 Cuarzo semitransparente, opaco, blanco, lechoso variando a tonalidades gris claro. Etapa IV

V. 2 PETROGRAFÍA DE INCLUSIONES FLUIDAS.

El estudio petrográfico de inclusiones fluidas no solo fue enfocado a encontrar inclusiones bifásicas medibles sino también distinguir grupos de inclusiones que no mostraran condiciones de encuellamiento.

Siempre se buscaron fases cristalinas evidentemente asociadas a la mineralización como cuarzo, calcita o adularia e inclusive, en donde fue posible, se realizaron mediciones en esfalerita. Adicionalmente se hizo una minuciosa revisión para localizar áreas que indicarán procesos de separación de fases, dado que diversos estudios experimentales han demostrado que es uno de los varios potenciales mecanismos que favorecen la precipitación mineral (Drummond, 1981; Drummond y Ohmoto, 1985), además de que sólo bajo estas características se puede estimar la profundidad a la que un mineral puede cristalizar bajo condiciones de presión hidrostática (Hass, 1971).

La estimación de salinidades en porcentaje en peso equivalente de NaCl fue determinada para una solución del sistema H₂O-Na Cl considerando que no hubo evidencias de que existiera CO₂ diluido en la salmuera. Como es bien sabido, la adición de NaCl al sistema H₂O provoca que la más alta temperatura a la que una fase de hielo con esa composición pueda existir sea deprimida conforme se incrementa el contenido de sal disuelta. De esta forma, la temperatura de fusión del hielo es correlacionada con la cantidad de sales disueltas en el líquido congelado.

V. 1. 1 LA PRIETA

- PAL 84-8:

El cuarzo eudral de esta muestra aloja intensas zonas de crecimiento con inclusiones bifásicas tipo I primarias (P) y planos de inclusiones pseudosecundarias (PS) tipo I. Algunos grupos escasos de inclusiones PS están coexistiendo con inclusiones tipo II (bifásicas ricas en vapor).

- PAL 84-7:

La fase de cuarzo eudral de grano grueso aloja zonas de crecimiento en las caras de cristales individuales con inclusiones tipo I tanto primarias como pseudosecundarias. El cuarzo subedral contiene principalmente inclusiones pseudosecundarias tipo I y el cuarzo asociado a sulfuros hospeda a inclusiones de geometría muy regulas tipo I y pseudosecundarias.

- PAL 87-6 y PAL 87-5:

No analizada para microtermometría.

- PAL 87-4:

No analizada para microtermometría.

- PAL 84-9:

Inclusiones primarias tipo I están alojadas en esfalerita y las temperaturas de homogeneización resultaron consistentemente homogéneas. Es probable que adicionalmente existan tipo II pero debido a el color oscuro de la esfalerita resulta difícil afirmar lo anterior. El cuarzo eudral desarrolla cristales de regular a gran tamaño y contiene zonas de crecimiento intensas en forma de V con inclusiones P y PS tipo I. La fase de cuarzo asociada a los sulfuros hospeda inclusiones P tipo I con temperaturas y salinidades muy consistentes.

- PAL 85-15:

La fase de cuarzo subedral asociado con pirita eudral aloja a inclusiones P tipo I y planos de inclusiones PS tipo I adyacentes a las zonas de crecimiento con temperaturas moderadamente altas y salinidades equivalentes también altas. Las inclusiones muestran cociente L/V constantes. En el caso del cuarzo anaedral contiene inclusiones pseudosecundarias de forma irregular pero con salinidad ligeramente disminuida con respecto a la fase asociada a pirita.

- PAL 85-16:

Las inclusiones en la etapa de cuarzo subedral son irregulares del tipo I, más chicas y cocientes L/V constantes. En el cuarzo eudral asociado a sulfuros, las inclusiones son primarias, chicas, tipo I, de forma regular y alojadas en zonas de crecimiento.

- PAL 84-6:

Para la calcita asociada a cuarzo y sulfuros fueron identificadas inclusiones grandes, irregulares y cocientes L/V constantes del tipo I primarias y pseudosecundarias. Una fase posterior de calcita blanca hospeda a inclusiones grandes, de forma burdamente rectangular, primarias y pseudosecundarias algo encuelladas del tipo I, y de mayores temperaturas de homogeneización. El cuarzo eudral asociado a sulfuros muestra inclusiones tipo I de forma muy irregular y tamaños variados.

- PAL 84-1:

La fase de cuarzo subedral desarrolla inclusiones pequeñas pseudosecundarias tipo I y algunas zonas de crecimiento con primarias tipo I de similar tamaño y relación L / V constante. El cuarzo eudral aloja inclusiones primarias en zonas de crecimiento irregulares pero de similar tamaño tipo I. En esfalerita se distinguen escasas inclusiones primarias tipo I con bajas temperaturas de homogeneización.

- PAL 85-11:

La fase de cuarzo exagonal de tamaño de grano medio hospeda a grupos de inclusiones primarias y pseudosecundarias tipo I. Las primarias son chicas y de similar tamaño, con relación L / V constante mientras que las pseudosecundarias son de diferente tamaño y algo irregulares. En esfalerita se distinguieron inclusiones primarias tipo I tubulares pero muy oscuras.

- PAL 85-8:

Cuarzo exagonal intercrystalizado con sulfuros y escasas inclusiones chicas primarias tipo I con relación L / V constante. En esfalerita aisladas inclusiones primarias tipo I.

- PAL 85-7:

Cuarzo subedral de grano fino intercrystalizado con sulfuros. El cuarzo contiene pequeñas inclusiones tipo I alargadas y grupos dispersos de tipo II.

- PAL 88-2:

Inclusiones muy irregulares y de diferentes tamaños pero con relación L / V constante hospedadas en calcita con diseminación puntual de sulfuros. En cristales hexagonales de cuarzo eudral coexisten muchas inclusiones P y PS de formas trapezoidales pero diferente tamaño y relación L / V constante. Zonas de crecimiento paralelas a caras de cristales individuales con inclusiones primarias irregulares y parcialmente encuelladas. También se desarrollan zonas de crecimiento con textura de pluma con inclusiones asociadas tipo I muy irregulares, de diferente tamaño y relación L / V constante.

- PAL 88-1:

Cuarzo eudral intercrystalizado con esfalerita. En el cuarzo se hospedan inclusiones primarias tipo I de similar tamaño y relación L / V constante. En esfalerita se alojan inclusiones primarias tipo I de tamaño similar y de forma regular elíptica con L / V constante. En las fases tardías de cuarzo drustiforme inclusiones de mediano tamaño con L / V poco variable.

- PAL 84-2:

Abundantes inclusiones de forma irregular y tamaño variable hospedadas en cuarzo eudral cercanos a zonas de crecimiento. Esfalerita con inclusiones primarias y tubulares tipo I. En calcita las inclusiones son primarias y pseudosecundarias, muy irregulares y variable relación L / V.

- PAL 84-3:

En cuarzo blanco, opaco a semitransparente, abundantes inclusiones sumamente irregulares y de muy diferentes tamaños, con variables relaciones liquido-vapor. En algunas áreas esta asociado a óxidos. En esfalerita un par de inclusiones grandes tipo I. En intensas zonas de crecimiento radiales no hay material medible dado el fuerte encuellamiento.

- PAL 85-17:

No analizado para inclusiones fluidas.

- PAL 85-22:

Cuarzo blanco con planos de inclusiones alargadas, regulares y consistentes relaciones L / V, en algunas zonas asociadas a tipo II. También se encuentran pequeños grupos de inclusiones primarias en zonas de crecimiento, de forma regular y débilmente encuelladas.

- PAL 84-4:

Abundantes inclusiones muy irregulares en cuarzo anaedral pero con relación L / V constante y asociadas a escasos planos de tipo II.

- PAL 86-1:

No estudiado para microtermometría.

- PAL 87-1-A:

No estudiado para microtermometría.

- PAL 87-1-B:

No estudiado para microtermometría.

- PAL 85-12:

Cuarzo subedral de tamaño de grano medio con diseminación puntual de pirita y con intensas zonas de crecimiento alojando a grandes inclusiones pseudosecundarias tipo I con relaciones L / V poco variables.

- PAL 84-5:

Cuarzo eudral con inclusiones de forma angulosa y tamaños variables pero relación L / V consistente. Cuarzo subedral con abundantes inclusiones irregulares primarias tipo I, relación L / V variable y parcialmente encuelladas asociadas a planos de pseudosecundarias tipo II cerca de zonas de crecimiento. El cuarzo blanco aloja inclusiones muy irregulares parcialmente encuelladas.

- PAL 87-3:

No estudiado para microtermometría.

V. 1. 2 LA BLANCA

- PAL 85-6:

El cuarzo aloja a inclusiones primarias (P) tipo I asociados a escasos planos de tipo II en intensas zonas de crecimiento de cristales eudrales individuales. La relación L/V es consistente y la forma y tamaño de las inclusiones es regular.

- PAL 85-5:

El cuarzo eudral aloja a inclusiones primarias tipo I con relación L/V consistentemente homogéneo, parcialmente encuelladas y cuyos tamaños son diversos y sin zonas de crecimiento.

- PAL 84-12:

Inclusiones irregulares primarias y pseudosecundarias con relación L/V consistente y escasos planos de inclusiones tipo II. Las zonas de crecimiento son intensas y radiales hacia el límite de cristales individuales. En algunas zonas de crecimiento hay encuellamiento moderado y el tamaño de las inclusiones es variable.

- PAL 84-10:

Generalmente las inclusiones presentes en esta etapa son grandes pero escasas, con relaciones L/V variable para distintos grupos de inclusiones pero consistentemente homogéneos entre inclusiones de un mismo grupo. Se desarrollan zonas de crecimiento en forma de "V" en cristales eudrales individuales.

- PAL 85-4:

Las inclusiones se localizan en pequeños grupos tanto en el núcleo de zonas de crecimiento como en los bordes, su tamaño es variable y la relación L/V es consistente, aunque también se observa parcial encuellamiento en áreas externas de las zonas de crecimiento. La forma de estas inclusiones es más regular y solo en algunas áreas exteriores a las zonas de crecimiento se vuelven más irregulares. Existen pequeños grupos de inclusiones pseudosecundarias tipo II aledañas a las zonas de crecimiento.

- PAL 85-2:

Las inclusiones encontradas en cuarzo de la fase 2 a son pseudosecundarias tipo I con planos de tipo II de forma muy regular y tamaño similar. En algunas áreas se distingue parcial encuellamiento

- PAL 85-1:

Las inclusiones fluidas son primarias tipo I asociadas a tipo II en zonas de crecimiento radiales. El tamaño entre ellas es muy parecido y la forma es regular, ligeramente elipsoidal. Existen inclusiones primarias en adularia y en esfalerita pero el color de la segunda es demasiado oscuro para realizar mediciones y las de adularia demasiado pequeñas para hacer mediciones.

- PAL 85-3:

La revisión petrográfica mostró que no existe material adecuado para realizar mediciones microtermométricas. El cuarzo de tamaño de grano grueso no presenta zonas de crecimiento y no contiene sulfuros asociados. La fase de cuarzo microcristalino es estéril y la de cuarzo de grano fino tan solo contiene escasas diseminación de esfalerita en granos de forma subedral.

- PAL 85-13:

Los grupos de inclusiones adecuados para realizar mediciones son escasos y aquellos que son medibles contiene unas pocas inclusiones primarias tipo I de forma regular y relación L/V constante.

- PAL 85-10:

Zonas de crecimiento desarrolladas paralelamente a las caras de cristales individuales alojan escasas inclusiones pseudosecundarias tipo I parcialmente encuelladas y erráticas tipo II primarias. La forma de las inclusiones es muy regular y la relación L/V de cada una de ellas es consistente.

V. 3 TEMPERATURAS DE HOMOGENEIZACIÓN.

V. 1. 1 LA PRIETA

- PAL 84-8:

T.h.general = 291 ± 3.7 (5)

T. h. Máximo = 252 ± 7 (9)

T.m. = -0.9 ± 0.4 (11)

% eq. Wt. NaCl = 1.5

- PAL 84-7:

T.h.general = 269 ± 13.1 (43)

T. h. Máximo = 273 ± 9.1 (25)

T. h. cuarzo cuedral = 267 ± 13.7 (30)

T. h. cuarzo subedral = 272 ± 10.6 (13)

T. h. cuarzo sulfuros = 275 ± 8.9 (8)

T.m. = -1.6 ± 0.7 (28)

% eq. Wt. NaCl = 2.7

- PAL 85-15:

T.h.general = 269 ± 8.4 (27)
 T. h. Máximo = 273 ± 9.1 (25)
 T. h. cuarzo anaedral = 280 ± 0.9 (6)
 T. h. cuarzo subedral = 272 ± 10.6 (13)
 T. h. cuarzo cuedral = 269 ± 2.6 (12)
 T.m. = -1.2 ± 0.4 (27)
 % eq. Wt. NaCl = 2.0

- PAL 85-8:

T.h.general = 261 ± 13.6 (20)
 T. h. Máximo = 278 ± 8.2 (8) = T. h. cuarzo sulfuros
 T. h. cuarzo esfalerita = 263 ± 9.9 (2)
 T.m. = -2.38 ± 0.3 (7)
 % eq. Wt. NaCl = 3.8

- PAL 85-22:

T.h.general = 29 ± 12.1 (6) T. h. Máximo = T. h. cuarzo sulfuros
 T. h. Máximo = 273 ± 9.1 (25)
 T.m. = -1.1 ± 0.6 (2)
 % eq. Wt. NaCl = 1.8

- PAL 84-6:

T.h.general = 239 ± 44.9 (30)
 T. h. Máximo = 275 ± 3.8 (5) = T. h. cuarzo cuedral
 T. h. calcita transp. = 253 ± 10.1 (7)
 T. h. calcita sulfuros = 167.3 ± 23.4 (10)
 T. h. calcita blanca = 264 ± 1.3 (8)
 T.m. = -0.4 ± 0.1 (13)
 % eq. Wt. NaCl = 0.7

- PAL 84-9:

T.h.general = 262 ± 18.2 (30)
 T. h. cuarzo sulfuros = 281 ± 5.2 (7) = T. h. Máximo
 T. h. cuarzo enedral = 253 ± 19.2 (12)
 T. h. esfalerita = 261 ± 1.7 (7)
 T.m. = -0.6 ± 0.1 (13)
 % eq. Wt. NaCl = 1.0

- PAL 84-1:

T.h.general = 266 ± 27.4 (33)
 T. h. cuarzo sulfuros = 273.5 ± 9.6 (20) = T. h. Máximo
 T. h. cuarzo cuedral = 272 ± 10.9 (10)
 T. h. esfalerita = 169 ± 2.12 (2)
 T.m. = -1.1 ± 0.0 (1)
 % eq. Wt. NaCl = 1.8

- PAL 85-7:

T.h.general = 250 ± 16.5 (5)
 T. h. cuarzo sulfuros = 231 ± 11.3 (2)
 T. h. cuarzo cuedral = 260 ± 7.1 (4)

- PAL 85-11:

T.h.general = 287 ± 8.4 (30)
 T. h. cuarzo cuedral = 286 ± 8.5 (28) = T. h. Máximo
 T. h. esfalerita = 294 ± 2.8 (2)

T.m. = -1.3 ± 0.6 (18)

% eq. Wt. NaCl = 2.2

- PAL 85-16:

T.h.general = 267 ± 10.9 (19) = T. h. Máximo = T. h. cuarzo sulfuros

T.m. = -1.4 ± 0.5 (14)

% eq. Wt. NaCl = 2.4

- PAL 84-11:

T.h.general = 263 ± 13.6 (26)

T. h. cuarzo cuodral = 266 ± 8.5 (25)

T.m. = -1.2 ± 0.6 (21)

% eq. Wt. NaCl = 2.0

- PAL 85-18:

T.h.general = 268 ± 0.0 (1) = T. h. cuarzo sulfuros

T.m. = -1.4 ± 0.08 (7)

% eq. Wt. NaCl = 2.4

- PAL 88-1:

T.h.general = 271 ± 10.5 (49)

T. h. calcita transp. = 253 ± 10.1 (7)

T. h. esfalerita = 257 ± 5.4 (4)

T. h. cuarzo drusas = 279 ± 5.8 (10)

T. h. cuarzo subedral = 282 ± 3.3 (8)

T.m. = -1.2 ± 0.6 (32)

% eq. Wt. NaCl = 2.0

- PAL 88-2:

T.h.general = 272 ± 9.9 (21)

T. h. calcita sulfuros. = 258 ± 2.8 (3)

T. h. cuarzo cuodral = 277 ± 9.8 (7)

T. h. cuarzo subedraf = 278 ± 2.7 (6)

T.m. = -1.3 ± 1.0 (36)

% eq. Wt. NaCl = 2.2

- PAL 85-12:

T.h.general = 207 ± 4.8 (4) = T. h. cuarzo pirita

T.m. = -0.8 ± 0.0 (2)

% eq. Wt. NaCl = 1.3

- PAL 85-15:

T.h.general = 269 ± 8.5 (27)

T. h. cuarzo anaedral. = 253 ± 10.1 (7)

T. h. esfalerita = 277 ± 1.1 (16)

T. h. cuarzo cuodral = 268 ± 2.5 (10)

T. h. cuarzo subedral = 265 ± 9.8 (11)

T.m. = -1.2 ± 0.4 (27)

% eq. Wt. NaCl = 2.0

V. 1. 2 LA BLANCA

El procedimiento para determinar las temperaturas de homogenización en inclusiones fluidas hospedadas en fases cristalinas asociadas a la mineralización fue el sugerido por Reynolds (1989). Adicionalmente fueron analizados por separado minerales con textura y edad claramente diferenciable en cada localidad de muestreo. En los datos que se presentan a continuación se dan las temperaturas de homogeneización generales en grados centígrados para la localidad de muestreo

con su respectiva desviación estándar y el número de mediciones realizadas entre paréntesis así como la temperatura de homogeneización máxima para un grupo de inclusiones con que registraron las máximas temperaturas durante la evolución del sistema, las temperaturas de homogeneización de cada fase, la temperatura de fusión y el porcentaje en peso equivalente de NaCl disuelto calculado:

- PAL 84-12:

T.h.general = 232 ± 25 (16)

T. h. Máximo = 252 ± 7 (9)

T.m. = -0.2 ± 0.04 (6)

% eq. Wt. NaCl = 0.3

- PAL 85-6

T.h.general = 258 ± 16 (40)

T. h. Máximo = 264 ± 6.4 (35)

T.m. = -0.7 ± 0.1 (16)

% eq. Wt. NaCl = 1.2

- PAL 85-5

T.h.general = 193 ± 9 (12)

T. h. Máximo = 193 ± 9 (12)

T.m. = -0.7 ± 0.05 (2)

% eq. Wt. NaCl = 1.2

- PAL 84-10

T.h.general = 225 ± 34 (18)

T. h. Máximo = 261 ± 8.4 (8)

T.m. = -1.4 ± 0.6 (14)

% eq. Wt. NaCl = 2.4

- PAL 85-2

T.h.general = 271 ± 10.5 (12)

T. h. Máximo = 271 ± 10.5 (12)

T.m. = -0.7 ± 0.1 (6)

% eq. Wt. NaCl = 1.2

- PAL 85-4

T.h.general = 265 ± 32 (28)

T. h. Máximo = 285 ± 5.9 (18)

T.m. = -0.6 ± 0.2 (11)

% eq. Wt. NaCl = 1.0

- PAL 85-1

T.h.general = 245 ± 38 (10)

T. h. Máximo = 269 ± 7.0 (7)

T. h. cuarzo transparente = 176 ± 2 (2)

T. h. cuarzo-adularia = 221 ± 0.0 (1)

T. h. cuarzo subedral = 272 ± 0.0 (3)

T.m. = -0.6 ± 0.06 (6)

% eq. Wt. NaCl = 1.0

- PAL 85-10

T.h.general = 237 ± 0.5 (2)

T. h. Máximo = 237 ± 0.5 (2)

T.m. = -0.5 ± 0.0 (2)

% eq. Wt. NaCl = 0.8

- PAL 85-13

T.h.general = 244 ± 28 (10)

T. h. Máximo = 261 ± 13.4 (7)

T.m. = -0.3 ± 0.2 (4)

% eq. Wt. NaCl = 0.5

- PAL 85-14

T.h.general = 269 ± 12 (9)

T. h. Máximo = 269 ± 12 (9)

T. h. cuarzo anaedral = 284 ± 6.4 (3)

T. h. cuarzo cenodral sulfuros = 262 ± 8.4 (8)

T.m. = -1.0 ± 0.3 (10)

% eq. Wt. NaCl = 1.7

- PAL 88-3

T.h.general = 253 ± 14 (13)

T. h. Máximo = 267 ± 7.4 (5)

T. h. cuarzo blanco = 267 ± 7.4 (5)

T. h. cuarzo-sulfuros = 244 ± 9.6 (8)

T. h. cuarzo subedral = 272 ± 0.0 (3)

T.m. = -1.5 ± 0.3 (7)

% eq. Wt. NaCl = 2.5

MUESTRA	Temp. de Homog.	Desv. Standart	# Mediciones	Temp. Max. de Homog.	# Mediciones	Desv. Standart	# Mediciones
PAL 85-6	259	16.7	40	264	35	6.4	35
PAL 85-5	193	9.0	12	193	12	9.0	12
PAL 84-12	232	25	16	252	9	7	9
PAL 84-10	225	34	18	261	8	8.4	8
PAL 85-4	265	32	28	285	18	5.9	18
PAL 85-2	271	10.5	12	271	12	10.5	12
PAL 85-1	269	7.0	7	269	7	7.0	7
PAL 85-3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
PAL 85-13	244	28	10	261	7	13.4	7
PAL 85-10	237	0.5	2	237	2	0.5	2
PAL 88-3	253	14	13	267	5	7.4	5

V. 4 TEMPERATURAS DE FUSIÓN Y SALINIDAD EQUIVALENTE.

V. 1. 1 LA PRIETA

MUESTRA	Temp. de Fusión.	% en peso eq. NaCl	Desv. Standart	# Mediciones
PAL 84-8	-0.9	1.5	0.4	11
PAL 84-7	-1.6	2.7	0.7	28
PAL 85-15	-1.2	2.0	0.4	27
PAL 85-8	-2.38	3.8	0.3	7
PAL 85-22	-1.1	1.8	0.6	2
PAL 84-6	-0.4	0.7	0.1	13
PAL 84-9	-0.6	1.0	0.0	14
PAL 84-1	-1.1	0.1	15	1.8
PAL 85-7				
PAL 85-11	-1.3	2.2	0.6	18
PAL 85-16	-1.4	2.4	0.5	14
PAL 84-4	-0.5	0.8	0.05	5
PAL 84-5	-1.0	1.7	0.5	14
PAL 88-1	-1.2	2.0	0.6	32
PAL 88-2	-1.3	2.2	1.0	36
PAL 88-3	-1.2	2.0	0.4	7
PAL 85-12	-0.8	1.3	0.0	2

V. 1. 2 LA BLANCA

MUESTRA	Temp. de Fusión.	% en peso eq. NaCl	Desv. Standart	# Mediciones
PAL 85-6	-0.7	1.2	0.1	16
PAL 85-5	-0.7	1.2	0.05	2
PAL 84-12	-0.2	0.3	0.04	6
PAL 84-10	-1.4	2.4	0.6	14
PAL 85-4	-0.6	1.0	0.2	11
PAL 85-2	-0.7	1.2	0.1	6
PAL 85-1	-0.6	1.0	0.5	6
PAL 85-3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
PAL 85-13	-0.3	0.5	0.2	4
PAL 85-10	-0.5	0.8	0.0	2
PAL 88-3	-1.5	2.5	0.3	7

CAPITULO VI.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VI. 1 CONCLUSIONES:

VI.1.1 ISOTERMAS.

La distribución de las isotermas para la Veta La Prieta muestra que hacia su parte mas occidental una posible fuente de calor actuó desde la base de la estructura y provocó que los fluidos hidrotermales ascendieran a partes más superficiales hacia el oriente, inclusive después de la intersección con la Veta La Blanca.

Una segunda fuente de calor de menor intensidad se encontraba en la parte central de la estructura, debajo de la intersección de La Prieta con la Prieta del Bajo Oriente. Esta segunda fuente térmica actuó en el lado oriental de la veta y causa un comportamiento anómalo en la distribución de las salinidades.

Para la Veta La Blanca se ha encontrado que la fuente de calor ocurrió en la parte central de la estructura, al oriente de la intersección con la Prieta y actuando al sureste, hacia partes menos profundas, con patrón muy similar a el esquema que se observa en La Prieta, aunque en el caso de La Blanca la fuente de calor está ligeramente desplazada al sureste. Aparentemente esta fuente de calor es la misma, solo que actuó preferencialmente sobre la Prieta. Sin embargo, en el caso de La Blanca, la región suroriental muestra que la distribución de las isotermas entre 260° y 270° C se mantiene subhorizontales hasta el Pozo La Blanca, justamente donde las salinidades equivalentes son mayores.

Los resultados obtenidos para la Veta Victoria en la muestra PAL 85-19 indican temperaturas de homogeneización promedio en cuarzo de 236°C y de 267°C en la muestra PAL 87-2. Estas temperaturas son ligeramente inferiores a el promedio de las vetas La Blanca y La Prieta por lo que sería importante considerar niveles más profundos y analizar el comportamiento de la distribución de la fase mineralizada y variaciones de la misma ya que los sulfuros aparentemente están más asociados a calcita.

En el caso de la Veta Guadalupe las temperaturas de homogeneización obtenidas en cuarzo varían de 216 a 219°C con salinidades relativamente bajas. Las temperatura de fluidos asociados a ebullición son de 188°C, éstos valores son mucho más bajos que los estimadas para otras vetas del distrito.

VI.1.2 ISOSALINIDADES

La Prieta muestra en su parte poniente una distribución invertida en las salinidades, hacia partes más calientes y profundas las salinidades son bajas, pero en zonas superficiales y de más baja temperatura se incrementa la concentración de sales disueltas en el fluido. Esto no sucede en el área oriental, tal vez debido a la influencia de una segunda fuente de calor que actúa en partes profundas de la zona alterando la distribución original. En esta región es donde empiezan a desarrollarse los lazos cimoides de La Prieta al bajo, lo que hace más confusas las relaciones texturales.

En el caso de La Blanca las curvas de isosalinidad son coincidentes a las isotermas en la región noroeste pero se incrementa notablemente la salinidad equivalente hacia la zona suroriental, donde las temperaturas son consistentemente altas.

VI.1.3 PALEOSUPERFICIE

Estimaciones para ambas estructuras permitieron distinguir que, mientras para La Prieta la paleotabla de agua se encontraba entre 750 y 800 metros por encima del horizonte mineralizado, en el caso de La Blanca este intervalo fue de entre 650 y 700 metros. Es importante considerar si es que esta diferencia de casi 100 metros tiene implicación con respecto a la profundidad de los cuerpos mineralizados.

Si se consideran las posiciones de las isotermas de igual valor para ambas estructuras, en la zona de su intersección puede notarse que, en el caso de La Prieta las respectivas isotermas están más de 100 metros por debajo con respecto a la Blanca, es por esta razón que habrá que considerar las posiciones relativas entre éstas estructuras y los lazos cimoides de la Prieta cuando se estudie la factibilidad de las estructuras asociadas.

VI. 2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las Vetas del Distrito Minero de Palmarejo forman parte de un cinturón metalogénico de vetas epitermales que ocurren preferencialmente en el límite occidental de la Sección Barrancas de la Sierra Madre Occidental.
- Tanto la veta La Prieta como La Blanca muestran características mineralógicas, termales y petrográficas típicas de vetas epitermales de moderada a alta temperatura, baja salinidad y del tipo de baja sulfuración (tipo adularia-sericita) y con predominio de metales preciosos y escasos a moderados metales base, como el caso de Tayoltita y diferente al de Topia, Dgo., donde los metales base están en proporciones iguales con respecto a los metales preciosos.
- Las texturas de las etapas tempranas para ambas estructuras muestran fragmentos de roca silicificados y brechados que son cementados por cuarzo, además, la presencia de fragmentos de adularia en las partes intermedias y profundas pudieran indicar condiciones de separación de fases temprana tal vez asociadas a el primer evento de brechamiento del sistema. La etapa intermedia representa la fase mineralizada y en algunos casos se observa fracturada y brechada. Las etapas tardías normalmente actúan como cementante de fragmentos de las etapas anteriores o se desarrollan como bandas continuas. Una muy delgada banda de sulfuros acompaña a estos eventos tardíos pero su extensión es muy limitada.
- La Prieta desarrolla dos patrones sumamente diferentes: la región más al poniente presenta isotermas de alta temperatura y salinidades moderadas que se incrementan a menores profundidades, por lo que es conveniente explorar la continuidad de esta estructura al poniente y considerando el rumbo que muestra en esta zona la estructura; la región oriental, cerca del Pozo La Blanca la veta está caracterizada por condiciones de separación de fases y fluidos más salinos a profundidad por lo que sería conveniente explorar por medio de barrenos cortos el intervalo comprendido entre la intersección de la Veta La Prieta del Bajo Oriente y el Pozo La Blanca.
- En el caso de la Veta La Blanca, tanto la distribución de la isotermas como las curvas de isosalinidad indican que los fluidos más salinos y de mayor temperatura actuaron por la parte suroriental, por lo que sería adecuado realizar un muestreo detallado en las obras más profundas de la Mina San Miguel. Adicionalmente un par de barrenos cortos de 150 metros en el área del Pozo la Blanca confirmarían la extensión meridional del cuerpo mineral.

- La parte central superior de la Veta La Blanca ha sido explotada desde hace mucho tiempo en la región noroeste, sin embargo el estudio microtermométrico ha evidenciado que salmueras más diluidas ocurren hacia esa parte, mientras que salmueras más concentradas ocurren por debajo del Poza la Blanca, al sureste, en donde casi no hay desarrollo de obras mineras. Las evidencias de ebullición son más consistentes al noroeste, sin embargo en el pozo La Blanca salmueras más salinas aparentemente están asociadas también a procesos de separación de fases. Considerando grupos de inclusiones fluidas cuyas temperaturas de homogeneización tienen desviaciones estándar mínimas, se ha podido establecer que la fuente de calor a profundidad estuvo localizada hacia la parte central inferior de la estructura. Adicionalmente la configuración de las isotermas indica que los fluidos más calientes ascendieron desde el sureste hacia partes más altas, al noroeste, en donde se pudo establecer la isoterma de menor temperatura para esta veta.
- Una sola muestra de la Veta Guadalupe indica baja temperatura de homogeneización y baja salinidad además, la textura del cuarzo con zonas de crecimiento hexagonales es similar a el cuarzo de los niveles superiores de la Blanca, por lo que es conveniente realizar un muestreo de diferentes fases de cuarzo asociado a sulfuros para comprobar que se trata de un nivel relativamente alto de este sistema.
- En la región central del distrito se estudió por medio de dos muestras la estructura de La Patria. Ambas muestras presentaron temperaturas de homogeneización menor a 220° C. En la muestra Pal 84-16 se encontraron evidencias de ebullición y algunas de las inclusiones presentaron las salinidades más altas encontradas en las vetas del distrito, mientras que en la muestra PAL 84-17 se formaron clatratos de CO₂ al congelar la inclusión. Dadas éstas características de baja temperatura y alta salinidad resulta conveniente hacer un muestreo detallado de la estructura para determinar su real nivel de mineralización además de que la presencia de CO₂ pudiera indicar condiciones químicas para su formación muy distintas a las de otras vetas del sistema.
- Para la Veta de Guerra al Tirano tanto las temperaturas generales como las asociadas a ebullición son bajas, promediando 220°C y 181°C respectivamente. La consideración de estos valores ubican a la estructura de Guerra al Tirano en un nivel alto y a profundidad se esperaría encontrar mayores temperaturas asociadas al evento mineralizado. Las fases mineralógicas que acompañan a los minerales opacos son cuarzo, calcita y fluorita además de que predomina la esfalerita sobre los otros sulfuros. Estas características son diferentes a las encontradas en la Prieta y La Blanca donde prácticamente el cuarzo con algo de calcita esta intercrystalizado con los sulfuros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Anderson, T. H. and Silver L. T., 1981, An Overview of Precambrian Rocks in Sonora. UNAM, Revista del Instituto de Geología, Vol. 5, p.131-139.
2. Anderson, T. H. and Silver L. T., 1981, An Overview of Precambrian Rocks in Sonora. UNAM, Revista del Instituto de Geología, Vol. 5, p.131-139.
3. Albinson, T. D. F., 1986, Comentarios al potencial minero del Distrito de Palmarejo, Chihuahua. Reporte Interno.
4. Albinson, T. D. F., 1988, Geologic Reconstruction of Paleosurfaces in the Sombrerete, Colorada, and Fresnillo Districts, Zacatecas State, México: Econ. Geol., v. 83, p. 1647-1667.
5. Albinson, T. D. F., and Rubio R. M. A., 2001, Mineralogic and Thermal Structure of the Zuloaga Vein, San Martin de Bolanos District, Jalisco, México: Econ. Geol., S. P. 8, in press.
6. Bodnar, R. J. Reynolds, T. J., y Kuehn, C. A., 1985, Fluid Inclusions Systematics in Epithermal Systems. Reviews in Econ. Geol., v 2, p. 73-97.
7. Clark K. F., 1976, Geologic Section Across Sierra Madre Occidental, Chihuahua to Topolobampo, México: New México Geol., Soc. Spec. Publ. No. 6, p. 26-38.
8. Clark K. F., 1981, Geologic Section Across Sierra Madre Occidental, Chihuahua to Topolobampo, México. Univ. Del Paso, Texas, p.181-239.
9. Damon E. P., Shafiqullah M., y Clark F. K., 1981, UNAM, Revista del Instituto de Geología, Vol. 5, p. 223-238.
10. Edwin Roedder, 1981, Fluid Inclusions. Reviews in Mineralogy Vol. 12.
11. Fries, Carl, Jr., 1962, Reseña de la Geología del Estado de Sonora con énfasis en el Paleozoico: Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, v. 14, p. 257-273.
12. Gastill, R. G., Morgan, G. J., and Krummenacher, D., 1978, Mesozoic history of peninsular California and related areas of the Gulf of California: Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists, Pacific Sect., Pacific Coast Paleogeography Symp., 2, p. 107-115.
13. Goldstein, R., and Reynolds, T. J., 1994, Sistematics of Fluid Inclusions in Diagenetic Minerals. Society of Sedimentary Geology, Short Course
14. Hass, J. L., 1971. The effect of salinity on the maximum thermal gradient of a hydrothermal system at hydrostatic pressure: Economic Geology, v. 66, p. 940-946.
15. Hole W.D., 1920, General Managers report Palmarejo and Mexican Gold Fields Limited, First Report.

16. Hole W.D., 1921, General Managers report Palmarejo and Mexican Gold Fields Limited, Second Report.
17. Hole W.D., 1925, General Managers report Palmarejo and Mexican Gold Fields Limited, Third Report.
18. J. B. Gemell, S. F. Simmons, H. Zantop, 1988, The Santo Niño Silver-Lead-Zinc Vein, Fresnillo District, Zacatecas, México. *Economic Geology*, v. 83, p. 1597-1618.
19. Knight, E. T., 1976, Report on the Palmarejo Mine: Private Report.
20. López Ramos E., 1982, *Geología de México*, Tomo II, 3° Edición.
21. López Ramos E., 1981, Paleogeografía y Tectónica del Mesozoico en México. UNAM, *Revista del Instituto de Geología*, Vol. 5, p.158-177.
22. Morán Zenteno D. L., 1985, *Geología de la República Mexicana*. U.N.A.M.-I.N.E.G.I., 2° Edición.
23. McCarty E.E., 1909, Report on Palmarejo and Mexican Gold Field, PTD, The Chihuahua.
24. McDowell W. F., and Keizer, R. P., 1977, Timing of mid Tertiary volcanism in the Sierra Madre Occidental between Durango City and Mazatlán, México: *Geol. Soc. America Bull.*, v. 88, p. 1479-1487.
25. McDowell W. F., y Clabaugh E. S., 1979, Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and their relation to the tectonic history of Western México: *Geol. Soc. America, Spec. Paper* 180, p. 113-123.
26. McDowell W. F., y Clabaugh E. S., 1981, Igneous History of the Sierra Madre Occidental and its relation to the tectonic evolution of western México. UNAM, *Revista del Instituto de Geología*, Vol. 5, p.195-206.
27. Miller R. D., and Goodell P. C., 1986, Description of the Los Llanitos Mining District Southwest Chihuahua, México. University of Texas at El Paso
28. Monografía Geológico-Minera del Estado de Chihuahua, Publicación M-14e., 1994. Consejo del Consejo de Recursos Minerales.
29. Rangin, Claude, 1978^a, Speculative Model of Mesozoic Geodynamics, central Baja California to northeastern Sonora, México: in Howelle, D.G., and McDougall, K. A. eds., *Mesozoic Paleogeography of the western United States*. Los Angeles, Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists, Pacific Coast Symp., 2, p. 85-105.
30. Reynolds, T. J. and Albinson, T. D., 1991, Workshop on Application of Fluid Inclusions to Mineral Exploration and to Research on Ore Deposits. Course Notes.

31. Roldán Q. R. 1981, Evolución Tectónica del Estado de Sonora. UNAM, Revista del Instituto de Geología, Vol. 5, p.158-177.
32. Rodríguez, R. y Córdoba, D. A., 1978. Atlas geológico y evaluación geológico-minera del Estado de Sinaloa. Instituto de Geología, UNAM, y Secretaria del Desarrollo Económico del Estado de Sinaloa.
33. Swanson E., 1986, Mid Tertiary Volcanism in Chihuahua, México. University Of Texas at San Antonio.
34. Wensch, C. E., 1925, Preliminary Report on the Property of the Palmarejo and Mexican Gold Fields Limited, Chinipas, Chihuahua, México.

ANEXO 2

TABLAS DEL ESTUDIO MICROTERMOMÉTRICO

ABREVIACIONES Y NOTAS

xtl.- cristal
Czo. - Cuarzo
Czo. e.- Cuarzo euedral
Czo. s.- Cuarzo subedral
Czo. a- Cuarzo anaedral
Czo bco.- Cuarzo blanco, lechoso
Czo. transp.- Cuarzo cristalino transparente
exag. Forma de cristales hexagonal
prism.- cristales de forma prismática
z.c.- zonas de crecimiento
z. c. //.- zonas de crecimiento paralelas
z. c. /v.- zonas de crecimiento en forma de "v"
z. c. //+.- zonas de crecimiento intensas y paralelas
z. c. cent.- zonas de crecimiento en el centro del cristal
z.c. rad.- zonas de crecimiento radiales
fract.- cristal con fracturamiento
cent.- centro del cristal
gr. gr.- tamaño de grano grueso
gr. m.- tamaño de grano medio
gr. fn.- tamaño de grano fino
n.- parcial encuellamiento de las inclusiones fluidas
ebull.- inclusiones fluidas con evidencia de ebullición
t. II.- inclusiones fluidas tipo II (indicativas de procesos de separación de fases)
asoc. t. II.- inclusiones tipo II asociadas a inclusiones tipo I (indicativas de ebullición)
estéril.- fase no mineralizada
dis. diseminación
asoc. sulf.- fase asociada a sulfuros
Arcill.- Arcillas
Adul.- Adularia
Esf.- Esfalerita
Fluor. Fluorita
Calc.- Calcita
Sulf. Sulfuros
Py.- Pirita
B.- Veta La Blanca
P.- veta La Prieta
G.T.- Veta Guerra al Tirano
G.- Veta Guadalupe
Pa.- Veta La Patria
V.- Veta Victoria

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapas	Observaciones
Pal-84-1-A-1-A	I	P	Cuarzo s.	270			P	III	Dis. de esf. y py.
"	"	"	"	275			P	III	"
"	"	"	"	277			P	III	"
"	"	"	"	278			P	III	"
Pal-84-1-A-1-B	I	P7	Cuarzo s.	265	-1.5	2.5	P	III	Dis. de esf. y py.
"	"	"	"	252			P	III	"
"	"	"	"	258			P	III	"
"	"	"	"	262			P	III	"
"	"	"	"	261			P	III	"
"	"	"	"	277			P	III	"
"	"	"	"	280	-1.8	3.0	P	III	"
"	"	"	"	275			P	III	"
"	"	"	"	286	-2.1	3.5	P	III	"
"	"	"	"	281			P	III	"
Pal-84-1-A-1-C	I	PS	Cuarzo s.	285			P	III	z.c.
"	"	"	"	282			P	III	"
"	"	"	"	285			P	III	"
Pal-84-1-A-2-A	I	P	Esfalerita	167	-1.0	1.7	P	III	
"	"	"	"	170	-1.0	1.7	P	III	
Pal-84-1-A-3-A	I	P	Cuarzo e.	259	-0.9	1.5	P	II	
"	"	"	"	256	-0.9	1.5	P	II	
"	"	P	Cuarzo e.	282	-0.9	1.5	P	II	
"	"	"	"	281			P	II	
"	"	"	"	273			P	II	
"	"	"	"	277			P	II	
"	"	"	"	283			P	II	
"	"	"	"	283	-0.9	1.5	P	II	
"	"	"	"		-0.9	1.5	P	II	
Pal-84-1-B-1-A	I	PS	Cuarzo s.	277	-1.1	1.8	P	III	czo.-sulf.
"	"	"	"	275	-1.1	1.8	P	III	"
"	"	"	"	270	-1.3	2.2	P	III	"
Pal-84-1-B-1-B	I	PS	Cuarzo e.	261	-0.2	0.3	P	II	
"	"	"	"	263	-0.2	0.3	P	II	
Pal-84-2-A-1-A	I	P	Cuarzo s.	201	-0.9	1.5	P	II	z.c.
"	"	"	"	202	-0.8	1.3	P	II	"
"	"	"	"	200	-0.4	0.7	P	II	"
Pal-84-2-A-1-B	I	P	Cuarzo bco.	235			P	IV	estéril
"	"	"	"	220			P	IV	"
"	"	"	"	225			P	IV	"
Pal-84-2-A-1-C	I	P	Cuarzo e.	213			P	II	z.c., n.
"	"	"	"	210			P	II	"
"	"	"	"	214			P	II	"
"	"	"	"	211			P	II	"
"	"	"	"	210	-0.5	1.8	P	II	"
"	"	"	"	199	-0.8	1.3	P	II	"
"	"	"	"	209	-0.7	1.2	P	II	"
"	"	"	"	212	-0.8	1.3	P	II	"
"	I	P	"	260	-1.2	2.0	P	II	"
"	"	"	"	265	-1.2	2.0	P	II	"
"	"	"	"	270	-0.9	1.5	P	II	"
"	"	"	"	271	-1.8	3.0	P	II	"
"	"	"	"	267	-0.9	1.5	P	II	"
"	"	"	"	272	-0.8	1.3	P	II	"

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapa	Observaciones
Pal-84-2-A-2-A	I	P	Esfalerita	258	-1.0	1.7	P	III	*
"	"	"	"	252			P	III	"
"	"	"	"	252			P	III	"
"	"	"	"	251			P	III	"
"	"	"	"	268	-1.9	3.2	P	III	"
"	"	"	"	252	-1.0	1.7	P	III	"
Pal-84-2-B-1-A	I	P	Calcita	240	-1.0	1.7	P	III	Czo.-Cal.-Sulf.
"	"	"	"	250	-0.8	1.3	P	III	"
"	"	"	"	241	-0.7	1.2	P	III	"
"	"	"	"	242	-0.8	1.3	P	III	"
"	"	"	"	235			P	III	"
Pal-84-2-B-1-B	I	PS	Cuarzo s.	270	-0.6	1.0	P	V	z.c//
Pal-84-2-B-2-A	I	PS	Calcita	254			P	V	estéril
"	"	"	"	244			P	V	"
"	"	"	"	246	-2.6	4.3	P	V	"
"	"	"	"	251	-3.5		P	V	"
"	"	"	"		-2.4	4.0	P	V	"
Pal-84-3-1-A	I	P	Esfalerita	237	-1.3	2.2	P	III	*
"	"	"	"	225			P	III	"
Pal-84-3-1-B	I	P	Cuarzo		-2.1	3.5	P	III	dis. esfalerita
"	"	"	"		-1.7	2.8	P	III	"
"	"	"	"		-2.2	3.6	P	III	"
"	"	"	"		-1.8	3.0	P	III	"
Pal-84-3-1-C	I	P	Cuarzo		-1.2	2.0	P	III	dis. esfalerita
"	"	"	"		-1.1	1.8	P	III	"
"	"	"	"		-1.1	1.8	P	III	"
"	"	"	"		-1.3	2.2	P	III	"
"	"	"	"		-1.2	2.0	P	III	"
Pal-84-3-1-B	I	P	Cuarzo bco.	185			P	IV	
"	"	"	"	200			P	IV	
"	"	"	"	225	-1.1	1.8	P	IV	
"	"	"	"	223	-1.0	1.7	P	IV	
Pal-84-3-2-C	I	P	Cuarzo bco.	265			P	IV	estéril
"	"	"	"	267	-0.8	1.3	P	IV	"
"	"	"	"	270			P	IV	"
"	"	"	"	266	-0.9	1.5	P	IV	"
"	"	"	"	253			P	IV	"
Pal-84-3-3-A	I	P	Cuarzo bco.	279	-1.3	2.2	P	IV	Czo.-óxidos Fe
"	"	"	"	287	-0.8	1.3	P	IV	"
Pal-84-3-5-A	I	P	Cuarzo s.	229	-1.6	2.7	P	IV	
"	"	"	"	230			P	IV	
"	"	"	"	210			P	IV	
"	"	"	"	210	-1.7	2.8	P	IV	
"	"	"	"	213			P	IV	
"	"	"	"	216	-1.5	2.5	P	IV	
Pal-84-4-1-A	I	PS	Cuarzo a.	220			P	IV	ebull., gr./gr
"	"	"	"	210	-0.5	0.8	P	IV	"
"	"	"	"	211			P	IV	"
"	"	"	"	212			P	IV	"
"	"	"	"	220			P	IV	"
"	"	"	"	212	-0.5	0.8	P	IV	"
"	"	"	"	221	-0.4	0.7	P	IV	"
Pal-84-4-2-A	I	P	Cuarzo bco.	253	-0.5	0.8	P	IV	asoc. tipo II

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapa	Observaciones
"	"	"	"	245	-0.4	0.7	P	IV	"
"	"	"	"	250			P	IV	"
"	"	"	"	251			P	IV	"
"	"	"	"	252			P	IV	"
"	"	"	"	252			P	IV	"
"	"	"	"	251			P	IV	"
"	"	"	"	242			P	IV	"
"	"	"	"	237	-0.5	0.8	P	IV	"
"	"	"	"	251			P	IV	"
Pal-84-4-2-B	I	P,PS	Cuarzo e.	164			P	IV	gr./gr.
"	"	"	"	167			P	IV	"
"	"	"	"	168			P	IV	"
"	"	"	"	165			P	IV	"
"	"	"	"	171			P	IV	"
"	"	"	"	171			P	IV	"
Pal-84-4-3-A	I	PS	Cuarzo a.	259			P	IV	gr./gr
"	"	"	"	264			P	IV	"
"	"	"	"	250			P	IV	"
Pal-84-5-1-A	I	PS	Cuarzo e.	280	-0.3	0.5	P	II	gr./gr, tipo II, n.
"	"	"	"	264	-0.3	0.5	P	II	"
"	"	"	"	253	-0.2	0.3	P	II	"
Pal-84-5-1-B	I	P?	Cuarzo s.	281	-1.2	2.0	P	II	gr./gr., z.c.
"	"	"	"	278			P	II	"
"	"	"	"	276			P	II	"
"	"	"	"		-1.4	2.4	P	II	"
"	"	"	"	276	-1.6	2.7	P	II	"
"	"	"	"	283			P	II	"
"	"	"	"	281	-1.4	2.4	P	II	"
"	"	"	"	279			P	II	"
"	"	"	"	283			P	II	"
"	"	"	"	282			P	II	"
Pal-84-5-3-A	I	PS	Cuarzo bco.	296			P	IV	estéril
"	"	"	"	272			P	IV	"
Pal-84-5-3-B	I	PS	Cuarzo bco.		-1.2	2.0	P	IV	"
"	"	"	"		-1.3	2.2	P	IV	"
Pal-84-5-3-C	I	P	Cuarzo s.	262	-1.2	2.0	P	III	z.c, óxidos, tipoll
"	"	"	"	280	-1.2	2.0	P	III	"
"	"	"	"	268			P	III	"
"	"	"	"	275	-1.2	2.0	P	III	"
"	"	"	"	276	-1.2	2.0	P	III	"
Pal-84-5-4-A	I	P?	Cuarzo a.		-0.4	0.7	P	III	gr./m.
Pal-84-6A-1-A	I	PS	Calcita	158	-0.5	0.8	P	III	Czo.-Calc.-Sulf.
"	"	"	"	152			P	III	"
"	"	"	"	143	-0.5	0.8	P	III	"
"	"	"	"	155	-0.5	0.8	P	III	"
"	"	"	"	141			P	III	"
"	"	"	"	145	-0.4	0.7	P	III	"
Pal-84-6A-1-C	I	P	Calcita	188			P	III	"
"	"	"	"	198			P	III	"
"	"	"	"	198			P	III	"
"	"	"	"	197			P	III	"
Pal-84-6A-2-E	I	P	Cuarzo e.	279			P	III	Czo.-Calc.-Sulf.
"	"	"	"	278			P	III	"

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapas	Observaciones
"	"	"	"	278			P	III	"
"	"	"	"	271			P	III	"
"	"	"	"	270			P	III	"
Pal-84-6A-3-A	I	P?	Calcita bca.	264	-0.2	0.3	P	IV	estéril, tardía
"	"	"	"	265			P	IV	"
"	"	"	"	265			P	IV	"
"	"	"	"	264			P	IV	"
"	"	"	"	262			P	IV	"
"	"	"	"	261			P	IV	"
"	"	"	"	265	-0.3	0.5	P	IV	"
"	"	"	"	264	-0.2	0.3	P	IV	"
"	"	"	"		-0.4	0.7	P	IV	"
"	"	"	"		-0.2	0.3	P	IV	"
Pal-84-6A-3-B	I	P,PS	Calcita transp.	232	-0.4	0.7	P	V	estéril
"	"	"	"	259	-0.3	0.5	P	V	"
"	"	"	"	256			P	V	"
"	"	"	"	252			P	V	"
"	"	"	"	249	-0.7	0.7	P	V	"
"	"	"	"	264	-0.5	0.8	P	V	"
"	"	"	"	263			P	V	"
Pal-84-6A-3-C	I	PS	Calcita	273	-0.4	0.7	P	I	estéril, gr./gr, tipoII
"	"	"	"	261			P	I	"
"	"	"	"	263	-0.6	1.0	P	I	"
"	"	"	"	264			P	I	"
"	"	"	"	264			P	I	"
"	"	"	"	277	-0.5	0.8	P	I	"
"	"	"	"	268			P	I	"
"	"	"	"	259			P	I	"
Pal-84-7A-1-A	I	PS, S	Cuarzo e.		-0.9	1.5	P	II	gr./gr., z.c, n.
"	"	"	"		-1.1	1.8	P	II	"
"	"	"	"		-1.2	2.0	P	II	"
"	"	"	"		-1.1	1.8	P	II	"
Pal-84-7A-1-B	I	PS, S	Cuarzo e.	275	-0.5	0.8	P	II	gr./gr., z.c, n.
"	"	"	"	283			P	II	"
"	"	"	"	281			P	II	"
"	"	"	"	270	-0.5	0.8	P	II	"
"	"	"	"	271	-0.5	0.8	P	II	"
"	"	"	"	276	-0.6	1.0	P	II	"
Pal-84-7A-1-C	I	PS	Cuarzo e.	242			P	II	gr./gr., z.c, n.
"	"	"	"	239	-1.2	2.0	P	II	"
"	"	"	"	245	-1.2	2.0	P	II	"
"	"	"	"	242	-1.1	1.8	P	II	"
"	"	"	"	245			P	II	"
Pal-84-7B-1-A	I	PS	Cuarzo s.	257	-1.9	3.2	P	II	
"	"	"	"	277			P	II	
"	"	"	"	256	-1.8	3.0	P	II	
"	"	"	"	261	-1.9	3.2	P	II	
"	"	"	"	283			P	II	
"	"	"	"	278			P	II	
"	"	"	"	271			P	II	
"	"	"	"	279	-1.9	3.2	P	II	
"	"	"	"	288	-1.7	2.8	P	II	
"	"	"	"		-1.8	3.0	P	II	

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapa	Observaciones
"	"	"	"	282			P	II	
"	"	"	"	280	-2.0	3.3	P	II	
"	"	"	"	259	-1.8	3.0	P	II	
"	"	"	"	264			P	II	
Pal-84-7B-1-A	I	P?,PS	Cuarzo e.	264	-3.1	5.0	P	II	gr./gr., z.c.
"	"	"	"	261	-3.3	5.3	P	II	"
"	"	"	"	271			P	II	"
"	"	"	"	262			P	II	"
"	"	"	"	261	-3.1	5.0	P	II	"
"	"	"	"	260			P	II	"
Pal-84-7B-2-A	I	PS	Cuarzo e.	267	-1.6	2.7	P	III	asoc. a suff.
"	"	"	"	263	-1.9	3.2	P	III	"
"	"	"	"	257			P	III	"
"	"	"	"		-1.6	2.7	P	II	"
"	"	"	"	270			P	III	"
"	"	"	"	271			P	III	"
"	"	"	"	283			P	III	"
"	"	"	"	277			P	III	"
"	"	"	"	287	-1.5	2.5	P	III	"
"	"	"	"	278	-1.7	2.8	P	III	"
"	"	"	"		-1.5	2.5	P	III	"
"	"	"	"	283			P	III	"
"	"	"	"	287			P	III	"
"	"	"	"	279			P	III	"
"	"	"	"	280			P	III	"
Pal-84-8-1-A	I	P	Cuarzo e.	280			P	II	z.c./+
"	"	"	"	272	-0.3	0.5	P	II	"
Pal-84-8-1-A	I	P	Cuarzo e.	272	-1.4	2.4	P	II	z.c./+, n.
"	"	"	"	268	-1.5	2.5	P	II	"
Pal-84-8-1-A	I	P	Cuarzo e.		-1.1	1.8	P	II	z.c./+, n.
"	"	"	"		-1.0	1.7	P	II	"
"	"	"	"		-1.0	1.7	P	II	"
"	"	"	"		-1.0	1.7	P	II	"
Pal-84-8-1-C	I	P?	Cuarzo	262	-0.7	1.2	P	II	z.c., ebul.
"	"	"	"	281			P	II	"
"	"	"	"	285	-0.5	0.8	P	II	"
"	"	"	"	265	-0.5	0.8	P	II	"
"	"	"	"	267			P	II	"
"	"	P?	Cuarzo	291			P	II	"
"	"	"	"	290			P	II	"
"	"	"	"	285			P	II	"
"	"	"	"	294			P	II	"
"	"	"	"	296	-0.4	0.7	P	II	"
Pal-84-9A-1-A	I	P	Esfalerita	261			P	III	ebuli.?, lipoll
"	"	"	"	259	-0.7	1.2	P	III	"
"	"	"	"	262	-0.6	1	P	III	"
"	"	"	"	264			P	III	"
"	"	"	"	259			P	III	"
"	"	"	"	261	0.0	0.0	P	III	"
"	"	"	"	263	-0.1	0.1	P	III	"
Pal-84-9B-1-A	I	P	Cuarzo e.	261	-0.4	0.7	P	III	gr.gr., z.c."V"
"	"	"	"	247	-0.4	0.7	P	III	"
"	"	"	"	264	-0.5	0.8	P	III	"

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapas	Observaciones
"	"	"	"	265			P	III	"
Pal-84-9B-1-C	I	PS	Cuarzo e.	276	-0.6	1.0	P	III	gr.gr., z.c.'V'
"	"	"	"	276			P	III	"
"	"	"	"	282			P	III	"
"	"	"	"	278			P	III	"
"	"	"	"	269	-0.8	1.3	P	III	"
"	I	PS	Cuarzo e.	238			P	III	"
"	"	"	"	231			P	III	"
"	"	"	"	231			P	III	"
"	"	"	"	232	-0.7	1.2	P	III	"
"	"	"	"	240			P	III	"
"	"	"	"	230			P	III	"
"	"	"	"	232			P	III	"
Pal-84-9B-1-D	I	P	Cuarzo	289			P	III	asoc. sulf.
"	"	"	"	285	-0.7	1.2	P	III	"
"	"	"	"	281	-0.6	1.0	P	III	"
"	"	"	"	282			P	III	"
"	"	"	"	271			P	III	"
"	"	"	"	283	-0.8	1.3	P	III	"
"	"	"	"	279	-1.0	1.7	P	III	"
Pal-84-10A-1-A	I	PS	Cuarzo s.	193	-0.6	1.0	B	II	z.c.
"	"	"	"	180			B	II	"
Pal-84-10A-1-B	I	P	Cuarzo e.	189			B	II	asoc. tipo II
"	"	"	"	187	-1.7	2.8	B	II	"
"	"	"	"	182	-1.8	3.0	B	II	"
Pal-84-10A-4-A	I	P	Cuarzo e.	261	-0.7	1.2	B	III	asoc. tipo II,ebull.
"	"	"	"	266	-0.4	0.7	B	III	"
"	"	"	"	260			B	III	"
"	"	"	"	259			B	III	"
"	"	"	"	251	-0.5	0.8	B	III	"
"	"	"	"	263	-0.8	1.3	B	III	"
Pal-84-10B-1-A	I	PS	Cuarzo e.	223	-0.9	1.5	B	III	asoc. tipo II,ebull.
Pal-84-10B-1-B	I	PS	Cuarzo e.	186	-1.7	2.8	B	IIIa	gr.gr., z.c.'V'
"	"	"	"				B	IIIa	"
Pal-84-10B-1-C	I	PS	Cuarzo e.	204	-2.2	3.6	B	IIIa	gr.gr., z.c.'V'
"	"	"	"	205	-2.1	3.5	B	IIIa	"
"	"	"	"	213	-2.1	3.5	B	IIIa	"
Pal-84-10B-2-A	I	P?	Cuarzo e.	252	-2.1	3.5	B	IIIa	z.c.
"	"	"	"	280	-2.0	3.3	B	IIIa	"
Pal-84-11A-1-B	I	P	Cuarzo e.	265			P	III	gr.gr., z.c.'V',ebull.
"	"	"	"	267			P	III	"
"	"	"	"	262			P	III	"
Pal-84-11A-1-E	I	P	Esfalerita	211			P	III	gr.gr., z.c.'V',ebull.
"	"	"	"		-3.2		P	III	"
Pal-84-11B-1-A	I	PS, S	Cuarzo e.	245	-1.6	2.7	P	II	gr.gr., z.c.'V', exag.
"	"	"	"	265	-1.5	2.5	P	II	"
"	"	"	"	260	-1.6	2.7	P	II	"
"	"	"	"	266	-1.5	2.5	P	II	"
"	"	"	"	270	-1.6	2.7	P	II	"
Pal-84-11B-2-A	I	PS	Cuarzo e.	261	-1.5	2.5	P	II	gr.gr., z.c.'I II', exag.
"	"	"	"	265	-1.6	2.7	P	II	"
Pal-84-11B-2-A	I	PS	Cuarzo e.	260	-1.2	2.0	P	II	gr.gr., z.c.
"	"	"	"	261	-1.3	2.2	P	II	"

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapa	Observaciones
Pal-84-11B-2-B	I	PS	Cuarzo e.	281	-0.5	0.8	P	II	gr.gr., z.c.
"	"	"	"	279	-0.8	1.3	P	II	"
"	"	"	"	277	-0.7	1.2	P	II	"
"	"	"	"	261	-0.9	1.5	P	II	"
"	"	"	"	280	-0.7	1.2	P	II	"
Pal-84-11B-2-D	I	P	Cuarzo e.	274	-0.9	1.5	P	II	gr.gr., z.c., n.
"	"	"	"	262	-0.9	1.5	P	II	"
"	"	"	"	267	-1.0	1.7	P	II	"
Pal-84-11B-2-E	I	P?	Cuarzo e.	273	-0.5	0.8	P	II	gr.gr., z.c., n.
"	"	"	"	255			P	II	"
"	"	"	"	256			P	II	"
"	"	"	"	260	-0.7	1.2	P	II	"
"	"	"	"	271	-0.9	1.5	P	II	"
Pal-84-12A-1-A	I	PS	Cuarzo e.	188	-0.1	0.1	B	II	z.c., g.m.
"	"	"	"	220	-0.2	0.3	B	II	"
"	"	"	"	190	-0.1	0.1	B	II	"
"	"	"	"	212	-0.2	0.3	B	II	"
"	"	"	"	213	-0.2	0.3	B	II	"
Pal-84-12A-1-A	I	PS	Cuarzo e.	254			B	II	exag.gr.gr., z.c., t II
"	"	"	"	260			B	II	"
"	"	"	"	260			B	II	"
"	"	"	"	250			B	II	"
"	"	"	"	245			B	II	"
Pal-84-12A-1-B	I	S	Cuarzo e.	220	-0.2	0.3	B	II	xtl. exag.gr.gr.
"	"	"	"	199			B	II	"
Pal-84-12B-1-A	I	PS	Cuarzo e.	265			B	III	asoc.t. II y sulf.
"	"	"	"	247			B	III	"
"	"	"	"	249			B	III	"
"	"	"	"	242			B	III	"
Pal-84-13A-1-A	I	P	Cuarzo e.	151	-2.3	3.8	GT	*	
"	"	"	"	151			GT	*	
"	"	"	"	143	-2.4	4.0	GT	*	
"	"	"	"	167	-2.3	3.8	GT	*	
"	"	"	"	146	-2.3	3.8	GT	*	
"	"	"	"		-2.3	3.8	GT	*	
"	"	"	"		-1.8	3.0	GT	*	
"	"	"	"	166	-1.8	3.0	GT	*	
Pal-84-13A-1-B	I	PS	Cuarzo e.	192	-0.8	1.3	GT	*	gr.gr., asoc. t. II, est.
"	"	"	"	190	-0.8	1.3	GT	*	"
"	"	"	"	196	-0.7	1.2	GT	*	"
"	"	"	"	198			GT	*	"
Pal-84-13A-1-A	I	PS	Cuarzo e.	178	-0.9	1.5	GT	*	gr.gr., asoc. t. II, est.
"	"	"	"	179	-1.1	1.8	GT	*	"
"	"	"	"	171			GT	*	"
Pal-84-14A-1-A	I	PS	Cuarzo e.	188	-0.1	0.1	GT	*	gr.gr., fract.
"	"	"	"	190	-0.1	0.1	GT	*	"
"	"	"	"	187			GT	*	"
Pal-84-14A-3-A	I	P?	Cuarzo e.	212	-0.1	0.1	GT	*	gr. gr., estéril
"	"	"	"	217	-0.5	0.8	GT	*	"
"	"	"	"	212			GT	*	"
"	"	"	"	199	-0.2	0.3	GT	*	"
Pal-84-14B-1-A	I	PS	Cuarzo e.	125	0.0	0.0	GT	*	gr. gr., estéril
"	"	"	"	132	0.0	0.0	GT	*	"

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapas	Observaciones
Pal-84-15-1-B	I	PS	Cuarzo e.	152	-0.4	0.7	G	*	gr. m., z.c.//, exag., estéril
Pal-84-16-1-A	I	P	Cuarzo bco.	301			Pa	*	Czo. -Py
"	"	"	"	305			Pa	*	"
Pal-84-16-1-B	I	P	Esfalerita		-0.2	0.3	Pa	*	sulf.
Pal-84-16-2-A	I	P	Czo. xl, bco		-3.3	5.3	Pa	*	Czo. -Py
"	"	"	"		-3.5	5.6	Pa	*	"
"	"	"	"		-3.6	5.8	Pa	*	"
"	"	"	"		-3.1	5.0	Pa	*	"
Pal-84-16-3-A	I	PS	Cuarzo e.	183	-2.0	3.3	Pa	*	exag., n., asoc t II
"	"	"	"	182	-2.2	3.6	Pa	*	"
"	"	"	"	182	-2.0	3.3	Pa	*	"
"	"	"	"	210	-2.1	3.5	Pa	*	"
"	"	"	"	191	-2.5	4.1	Pa	*	"
"	"	"	"	181			Pa	*	"
Pal-84-17A-1-A	I	P	Cuarzo e.	179	-0.3	0.5	Pa	*	exag., gr.m., z.c., estéril
Pal-84-17A-1-B	I	P?	Cuarzo e.	258	-0.2	0.3	Pa	*	exag., gr.m., z.c., estéril
Pal-84-17A-2-A	I	PS	Cuarzo e.	269	-0.2	0.3	Pa	*	exag., gr.m., z.c., estéril
Pal-84-17A-2-B	I	S	Cuarzo e.	239	-0.2	0.3	Pa	*	"", ebul.
Pal-84-17A-2-C	I	PS	Cuarzo e.		-0.3	0.5	Pa	III	asoc. sulf.
"	"	"	"		0.0	0.0	Pa	III	"
"	"	"	"		0.0	0.0	Pa	III	"
"	"	"	"		-0.1	0.1	Pa	III	"
Pal-84-17A-3-A	I	P	Cuarzo e.	209	-0.5	0.8	Pa	*	gr.gr., z.c., estéril, t. II
"	"	"	"	207	-0.1	0.1	Pa	*	"
"	"	"	"	211			Pa	*	"
"	"	"	"	212	-0.3	0.5	Pa	*	"
"	"	"	"	211			Pa	*	"
"	"	"	"	210			Pa	*	"
"	"	"	"	210	-0.1	0.1	Pa	*	"
Pal-84-17B-1-A	I		Cuarzo s.		5.0		Pa	*	CO2
Pal-85-1A-1-A	I	P?	Cuarzo s.	272	-0.5	0.8	B	IIIa	gr. m., z.c. rad., asoc. t. II
"	"	"	"	272			B	IIIa	"
"	"	"	"	272	-0.6	1.0	B	IIIa	gr. f., dis. sulf.
Pal-85-1A-2-A	I	P	Cuarzo transp.	174			B	IIIa	"
"	"	"	"	178			B	IIIa	"
Pal-85-1A-3-A	I	P	Cuarzo transp.	221			B	IIIa	Czo. -Sulf.-Adularia
Pal-85-1B-1-A	I	P?	Cuarzo e.	256	-0.7	1.2	B	IIIa	gr.gr., z.c. rad., estéril, t. II
"	"	"	"	276	-0.5	0.8	B	IIIa	"
"	"	"	"	261	-0.6	1.0	B	IIIa	"
"	"	"	"	275	-0.6	1.0	B	IIIa	"
Pal-85-2B-1-A	I	PS	Cuarzo e.	257	-0.7	1.2	B	III	gr.gr., z.c. cent., ebul., n.
"	"	"	"	256			B	III	"
"	"	"	"	268	-0.8	1.3	B	III	"
"	"	"	"	283	-0.8	1.3	B	III	"
"	"	"	"	282			B	III	"
"	"	"	"	285			B	III	"
"	"	"	"	273			B	III	"
Pal-85-2B-1-B	I	P?	Cuarzo e.	274	-0.7	1.2	B	III	gr.gr., z.c. cent., ebul., n.
"	"	"	"	267			B	III	"
"	"	"	"	273			B	III	"
"	"	"	"	255	-0.5	0.8	B	III	"
"	"	"	"	284	-0.7	1.2	B	III	"

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapa	Observaciones
Pal-85-4A-1-A	I	P	Cuarzo e.	289	-0.5	0.8	B	III	gr.gr., z.c., estéril
"	"	"	"	287			B	III	"
"	"	"	"	281			B	III	"
"	"	"	"	287			B	III	"
"	"	"	"	289			B	III	"
"	"	"	"	281			B	III	"
"	"	"	"	284			B	III	"
"	"	"	"	288	-0.7	1.2	B	III	"
Pal-85-4A-1-C	I	PS	Cuarzo e.	275	-0.7	1.2	B	III	gr.gr., z.c., estéril, t.II
"	"	"	"	272			B	III	"
Pal-85-4A-2-A	I	P	Cuarzo e.ex.	186	-0.7	1.2	B	III	gr.m., z.c. //, estéril
"	"	"	"	196			B	III	"
"	"	"	"	191			B	III	"
"	"	"	"	205	-0.8	1.3	B	III	"
Pal-85-4B-1-A	I	PS	Cuarzo e.	286			B	III	
"	"	"	"	292			B	III	
"	"	"	"	296			B	III	
"	"	"	"	291	-0.5	0.8	B	III	
"	"	"	"	281	-0.6	1.0	B	III	
"	"	"	"	283	-0.8	1.3	B	III	
"	"	"	"	292			B	III	
"	"	"	"	290	-0.5	0.8	B	III	
Pal-85-4B-2-B	I	P	Cuarzo e.	252			B	III	gr.gr., estéril, sin z.c. f. II
"	"	"	"	249			B	III	"
"	"	"	"	256	-0.3	0.5	B	III	"
"	"	"	"	247			B	III	"
"	"	"	"	246			B	III	"
"	"	"	"	252	-0.2	0.3	B	III	"
Pal-85-5A-1-A	I	P	Cuarzo e.	183	-0.6	1.0	B	II	gr.gr., estéril, sin z.c.
"	"	"	"	192			B	II	"
"	"	"	"	197			B	II	"
"	"	"	"	190			B	II	"
"	"	"	"	197			B	II	"
"	"	"	"	194			B	II	"
"	"	"	"	208	-0.7	1.2	B	II	"
"	"	"	"	179			B	II	"
"	"	"	"	180			B	II	"
"	"	"	"	201			B	II	"
"	"	"	"	202			B	II	"
"	"	"	"	204			B	II	"
Pal-85-6A-1-A	I	P	Cuarzo e.	270			B	II	gr.gr., z.c., estéril
"	"	"	"	271			B	II	"
"	"	"	"	272			B	II	"
"	"	"	"	270			B	II	"
"	"	"	"	272			B	II	"
"	"	"	"	262	-0.7	1.2	B	II	"
"	"	"	"	265			B	II	"
"	"	"	"	261			B	II	"
"	"	"	"	267			B	II	"
"	"	"	"	260			B	II	"
"	"	"	"	261	-0.8	1.3	B	II	"
"	"	"	"	268	-0.7	1.2	B	II	"
"	"	"	"	267	-0.6	1.0	B	II	"

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapas	Observaciones
Pal-85-6A-1-B	I	P	Cuarzo e.	270			B	II	gr.gr., z.c., estéril
"	"	"	"	266			B	II	"
"	"	"	"	273	-0.8	1.3	B	II	"
"	"	"	"	274			B	II	"
"	"	"	"	274	-0.7	1.2	B	II	"
"	"	"	"	274	-0.7	1.2	B	II	"
"	"	"	"	266			B	II	"
"	"	"	"	268	-0.8	1.3	B	II	"
Pal-85-6A-1-C	J	P	Cuarzo e.	253			B	II	gr.gr., z.c.+, estéril, t.II, n.
"	"	"	"	257			B	II	"
"	"	"	"	246	-0.6	1.0	B	II	"
"	"	"	"	258	-0.5	0.8	B	II	"
"	"	"	"	256	-0.7	1.2	B	II	"
"	"	"	"	256	-0.7	1.2	B	II	"
"	"	"	"	263	-0.6	1	B	II	"
"	"	"	"	261			B	II	"
"	"	"	"	261	-0.5	0.8	B	II	"
"	"	"	"	263			B	II	"
"	"	"	"	263			B	II	"
Pal-85-6B-1-A	I	P	Cuarzo s.	211	-0.9	1.5	B	III	asoc. sulf., z.c. //
"	"	"	"	217			B	III	"
"	"	"	"	218			B	III	"
"	"	"	"	214			B	III	"
"	"	"	"	234	-0.8	1.3	B	III	"
Pal-85-6B-1-B	I	P	Cuarzo e.	259			B	III	gr.gr., z.c.//, t. II, estéril
"	"	"	"	262			B	III	"
"	"	"	"	262			B	III	"
Pal-85-7-1-A	I	P	Cuarzo s.	239			P	III	gr.f., Czo.-Sulf.
Pal-85-7-1-B	I,II	PS	Cuarzo e.	249			P	IV	gr.m., cbull.
"	"	"	"	261			P	IV	"
"	"	"	"	264			P	IV	"
"	"	"	"	264			P	IV	"
Pal-85-7-1-C	I	P	Cuarzo s.	223			P	III	gr.f., Czo.-Sulf.
Pal-85-8A-1-A	I	P	Cuarzo s.	244			P	III	gr.m.Czo.-Esf.-Calc.-Adul.
"	"	"	"	242			P	III	"
"	"	"	"	262			P	III	"
Pal-85-8A-1-A	I	P	Esfalerita	256			P	III	Czo.-Esf.-Calc.-Adul.
Pal-85-8A-1-B	I	P	Cuarzo s.	242			P	III	gr.m., Czo.-Arcill.-Sulf
Pal-85-8A-1-C	I	PS	Cuarzo s.	261			P	III	"
"	"	"	"	270			P	III	"
"	"	"	"	277			P	III	"
Pal-85-8A-1-C	I	PS	Cuarzo s.	270			P	III	gr.m., Czo.-Arcill.-Sulf
"	"	"	"	270			P	III	"
"	"	"	"	270			P	III	"
Pal-85-8A-1-C	I	P	Esfalerita	270			P	III	Czo.-Esf.-Calc.-Adul.
Pal-85-8A-2-A	I	P	Cuarzo e.	273	-1.9	3.2	P	III	gr.m., exag., Czo.-Sulf.
"	"	"	"	277	-2.1	3.5	P	III	"
"	"	"	"	270	-2.1	3.5	P	III	"
Pal-85-8A-2-B	I	P	Cuarzo e.	295			P	III	gr.m., exag., Czo.-Sulf.
"	"	"	"	283			P	III	"
"	"	"	"	270	-2.7	4.4	P	III	"
"	"	"	"		-2.7	4.4	P	III	"
"	"	"	"	277	-2.7	4.4	P	III	"

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapa	Observaciones
"	"	"	"	279	-2.5	4.1	P	III	"
Pal-85-9B-1-A	I	PS	Cuarzo a.	177	-1.6	2.7	GT	*	gr.gr., estéril
"	"	"	"	202	-1.6	2.7	GT	*	"
Pal-85-9C-1-A	I	P?	Cuarzo e.	265	-2.1	3.5	GT	*	gr.gr., estéril, z.c.
"	"	"	"	278	-1.8	3.0	GT	*	"
"	"	"	"	265	-1.8	3.0	GT	*	"
"	"	"	"	262	-1.9	3.2	GT	*	"
"	"	"	"	277	-1.9	3.2	GT	*	"
"	"	"	"	274	-2.0	3.3	GT	*	"
Pal-85-9C-1-A	I	P	Cuarzo s.	284	-0.8	1.3	GT	*	gr.gr., estéril, z.c.
"	"	"	"	284			GT	*	"
"	"	"	"	275			GT	*	"
"	"	"	"	282	-0.8	1.3	GT	*	"
"	"	"	"	283	-0.7	1.2	GT	*	"
Pal-85-9D-1-A	I	PS	Cuarzo e.	158			GT	*	gr.gr.,estéril,asoc. tipo II
"	"	"	"	157			GT	*	"
"	"	"	"	160			GT	*	"
"	"	"	"	159			GT	*	"
"	"	"	"	158			GT	*	"
"	"	"	"	166			GT	*	"
Pal-85-9D-1-B	I	S	Cuarzo e.	181			GT	*	gr.gr.,estéril,asoc. tipo II
"	"	"	"	182	-0.5	0.8	GT	*	"
"	"	"	"	184	-0.5	0.8	GT	*	"
"	"	"	"	185			GT	*	"
"	"	"	"	189			GT	*	"
"	"	"	"	179			GT	*	"
"	"	"	"	179	-0.6	1.0	GT	*	"
"	"	"	"	184	-0.5	0.8	GT	*	"
"	"	"	"	182			GT	*	"
"	"	"	"	175	-0.6	1.0	GT	*	"
"	"	"	"	174			GT	*	"
"	"	"	"	179	-0.5	0.8	GT	*	"
"	"	"	"	172	-0.5	0.8	GT	*	"
"	"	"	"	171			GT	*	"
"	"	"	"	174	-0.5	0.8	GT	*	"
"	"	"	"	179			GT	*	"
"	"	"	"	182			GT	*	"
"	"	"	"	184	-0.8	1.3	GT	*	"
Pal-85-10-1-A	I	PS	Cuarzo e.	236	-0.5	0.8	B	II	exag., z.c. //
"	"	"	"	237	-0.5	0.8	B	II	"
Pal-85-11-1-A	I	P	Cuarzo e.	296			P	II	z.c.//, gr.gr.,estéril
"	"	"	"	292	-0.8	1.3	P	II	"
"	"	"	"	292			P	II	"
"	"	"	"	296			P	II	"
"	"	"	"	297			P	II	"
"	"	"	"	296			P	II	"
Pal-85-11-1-B	I	P	Cuarzo e.	291			P	III	gr.m.,exag.,asoc. Sulf
"	"	"	"	290			P	III	"
"	"	"	"	288			P	III	"
"	"	"	"	294	-0.6	1.0	P	III	"
"	"	"	"	291	-0.6	1.0	P	III	"
"	"	"	"	278	-0.5	0.8	P	III	"
Pal-85-11-1-C	I	PS	Cuarzo e.	284			P	III	gr.m.,exag.,asoc. Sulf

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapa	Observaciones
"	"	"	"	279			P	III	"
"	"	"	"	272	-2.2	3.6	P	III	"
"	"	"	"	275			P	III	"
"	"	"	"	289	-1.3	2.2	P	III	"
"	"	"	"	276	-1.3	2.2	P	III	"
"	"	"	"	267			P	III	"
"	"	"	"		-1.3	2.2	P	III	"
"	"	"	"		-1.3	2.2	P	III	"
"	"	"	"		-1.3	2.2	P	III	"
"	"	"	"		-1.2	2.0	P	III	"
"	"	"	"		-1.5	2.5	P	III	"
Pal-85-11-1-D	I	PS	Cuarzo e.	292	-2.2	3.6	P	III	gr.m., exag., asoc. Sulf
"	"	"	"	292	-1.8	3.0	P	III	"
"	"	"	"	295	-2.1	3.5	P	III	"
"	"	"	"	293			P	III	"
"	"	"	"	285	-2.4	4.0	P	III	"
Pal-85-11-2-A	I	P	Cuarzo e.	273			P	III	gr.m., exag., asoc. Sulf
"	"	"	"	284	-0.2	0.3	P	III	"
"	"	"	"	285	-0.3	0.5	P	III	"
Pal-85-11-2-B	I	P	Esfalerita	292			P	III	Czo.-Sulf.
"	"	"	"	296			P	III	"
Pal-85-12B-1-A	I	PS	Cuarzo s.	203	-0.8	1.3	P	III	gr.m., z.c.+., Czo.-Pirita
"	"	"	"	205	-0.8	1.3	P	III	"
"	"	"	"	214			P	III	"
"	"	"	"	207	-0.6	1.3	P	III	"
Pal-85-13A-1-A	I	PS	Cuarzo s.	198	-0.2	0.3	B	II	gr.gr., estéril
"	"	"	"	208	-0.6	1.0	B	II	"
"	"	"	"	210			B	II	"
Pal-85-13A-1-B	I	P	Cuarzo s.	284	-0.2	0.3	B	II	gr.gr., estéril
"	"	"	"	278	-0.2	0.3	B	II	"
Pal-85-13A-2-A	I	P	Cuarzo e.	250			B	II	gr.gr., z.c., estéril
"	"	"	"	251			B	II	"
"	"	"	"	254			B	II	"
Pal-85-13A-2-B	I	P	Cuarzo e.	248			B	II	gr.gr., z.c., estéril
"	"	"	"	263			B	II	"
Pal-85-14A-1-A	I	PS	Cuarzo a.	275	-1.7	2.8	B	II	exag., estéril
"	"	"	"	287			B	II	"
"	"	"	"	290	-1.6	2.7	B	II	"
Pal-85-14A-1-A	I	PS	Cuarzo e.	271	-1.1	1.8	B	III	z.c.+., estéril, asoc. Adul.
"	"	"	"		-1.3	2.2	B	III	"
"	"	"	"		-1.2	2.0	B	III	"
"	"	"	"	267	-1.1	1.8	B	III	"
Pal-85-14A-1-B	I	PS	Cuarzo e.	250	-0.7	1.2	B	III	exag., asoc. Sulf.
"	"	"	"	269	-0.7	1.2	B	III	"
"	"	"	"	251	-0.6	1.0	B	III	"
"	"	"	"	264	-0.6	1.0	B	III	"
Pal-85-15A-1-A	I	P	Cuarzo s.	277			P	III	Czo.-Pirita.
"	"	"	"	265	-1.9	3.2	P	III	"
"	"	"	"	264	-1.9	3.2	P	III	"
"	"	"	"	268	-2.0	3.3	P	III	"
"	"	"	"		-1.8	3.0	P	III	"
Pal-85-15A-1-A	I	P	Cuarzo s.	256	-1.8	3.0	P	III	gr.m., z.c.++, Czo.-Ox.
"	"	"	"	240	-1.9	3.2	P	III	"
"	"	"	"	270	-1.8	3.0	P	III	"
Pal-85-15A-1-B	I	PS	Cuarzo a.	278	-0.9	1.5	P	III	gr.m., z.c.++, Czo.-Ox.-Sb?
"	"	"	"	279			P	III	"

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapa	Observaciones
-	-	-	-	279	-1.0	1.7	P	III	-
-	-	-	-	280	-0.6	1.3	P	III	-
-	-	-	-	281	-0.6	1.3	P	III	-
-	-	-	-	280	-1.0	1.7	P	III	-
Pal-85-15A-1-C	I	PS	Cuarzo s.	265	-0.7	1.2	P	II	gr.gr., estéril, asoc. t. II
-	-	-	-	265	-0.6	1.3	P	II	-
-	-	-	-	266	-0.7	1.2	P	II	-
-	-	-	-	-	-0.7	1.2	P	II	-
Pal-85-15C-1-A	I	P	Cuarzo e.	271	-1.3	2.2	P	II	exag, z.c. II++, estéril
-	-	-	-	272	-0.9	1.5	P	II	-
-	-	-	-	267	-0.8	1.3	P	II	-
-	-	-	-	272	-	-	P	II	-
-	-	-	-	270	-0.7	1.2	P	II	-
-	-	-	-	267	-0.8	1.3	P	II	-
-	-	-	-	268	-1.1	1.8	P	II	-
-	-	-	-	268	-1.1	1.8	P	II	-
-	-	-	-	268	-1.1	1.8	P	II	-
-	-	-	-	264	-1.3	2.2	P	II	-
-	-	-	-	-	-0.9	1.5	P	II	-
-	-	-	-	273	-1.5	2.5	P	II	-
Pal-85-16A-1-A	I	PS	Cuarzo s.	270	-	-	P	II	gr.gr., z.c.+
-	-	-	-	265	-	-	P	II	-
-	-	-	-	254	-2.1	3.5	P	II	-
-	-	-	-	268	-2.2	3.6	P	II	-
-	-	-	-	271	-	-	P	II	-
Pal-85-16A-1-B	I	P7	Cuarzo s.	283	-0.6	1.0	P	II	gr.gr., z.c.+
-	-	-	-	283	-	-	P	II	-
-	-	-	-	281	-0.7	1.2	P	II	-
-	-	-	-	283	-0.4	0.7	P	II	-
-	-	-	-	-	-0.5	0.8	P	II	-
Pal-85-16B-1-A	I	P	Cuarzo s.	266	-	-	P	III	gr.m., z.c.+ , asoc. Sulf.
-	-	-	-	281	-1.8	3.0	P	III	-
-	-	-	-	266	-1.8	3.0	P	III	-
-	-	-	-	246	-	-	P	III	-
-	-	-	-	257	-1.5	2.5	P	III	-
Pal-85-16B-1-A	I	P	Cuarzo s.	255	-1.9	3.2	P	III	gr.m., z.c.+ , asoc. Sulf.
-	-	-	-	255	-1.3	2.2	P	III	-
-	-	-	-	254	-1.8	3.0	P	III	-
-	-	-	-	262	-1.6	2.7	P	III	-
-	-	-	-	268	-1.8	3.0	P	III	-
Pal-85-18A-1-A	I	P	Cuarzo s.	268	-1.3	2.2	P	III	-
Pal-85-18B-1-A	I	P	Cuarzo s.	-	-1.4	2.4	P	II	gr.f., estéril
-	-	-	-	-	-1.5	2.5	P	II	-
-	-	-	-	-	-1.4	2.4	P	II	-
-	-	-	-	-	-1.3	2.2	P	II	-
-	-	-	-	-	-1.5	2.5	P	II	-
-	-	-	-	-	-1.5	2.5	P	II	-
Pal-85-19A-1-A	I	PS	Cuarzo s.	208	-0.9	1.5	V	IV	gr. m., estéril
-	-	-	-	211	-0.9	1.5	V	IV	-
-	-	-	-	212	-0.9	1.5	V	IV	-

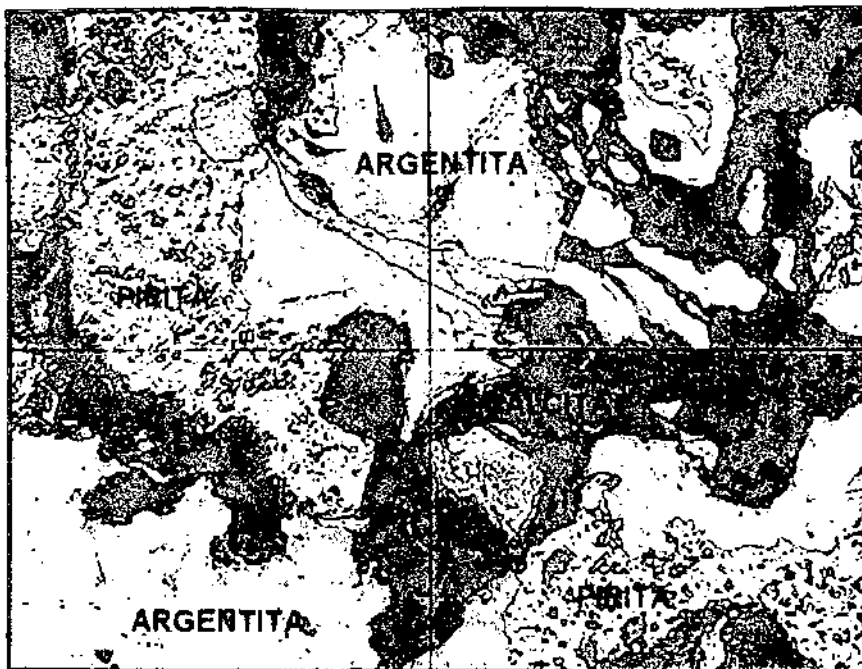
Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapa	Observaciones
Pal-85-19B-1-A	I	P	Cuarzo s.	207	-0.8	1.3	V	III	gr.gr., z.c., estéril, prism.
"	"	"	"	207	-0.8	1.3	V	III	"
"	"	"	"	207	-0.8	1.3	V	III	"
"	"	"	"	208	-0.6	1.0	V	III	"
"	"	"	"	209			V	III	"
Pal-85-19B-1-A	I, II	P, PS	Cuarzo s.	262	-0.6	1.0	V	III	gr.gr., estéril, asoc. t. II
"	"	"	"	262			V	III	"
"	"	"	"	260			V	III	"
"	"	"	"	263			V	III	"
"	"	"	"	272			V	III	"
"	"	"	"	267	-0.6	1.0	V	III	"
"	"	"	"	261	-0.8	1.3	V	III	"
"	"	"	"	261	-0.8	1.3	V	III	"
"	"	"	"		-0.7	1.2	V	III	"
Pal-85-22B-1-A	I	PS	Cuarzo bco.	258	-0.2	0.3	P	IV	gr.f., estéril
"	"	"	"	257	-0.1	0.1	P	IV	"
Pal-85-22B-1-B	I	P	Cuarzo bco.	262	-1.6	2.7	P	III	z.c., asoc. Sulf., ebul.
"	"	"	"	239	-1.5	2.5	P	III	"
"	"	"	"	231	-1.4	2.4	P	III	"
Pal-85-22B-1-C	I	P	Cuarzo bco.	265	-1.7	2.8	P	IV	gr.f., estéril
Pal-87-2-1-1-A	I	P	Cuarzo e. opaco	280	-0.8	1.3	V	IV	gr.gr., z.c., estéril
"	"	"	"	284	-0.7	1.2	V	IV	"
"	"	"	"	277			V	IV	"
"	"	"	"	277	-0.7	1.2	V	IV	"
"	"	"	"	282	-0.6	1.0	V	IV	"
Pal-87-2-1-1-B	I	PS	Cuarzo e.	279	-0.9	1.5	V	III	z.c., dis. Sulf., ebul.
"	"	"	"	280			V	III	"
"	"	"	"	279	-1.3	2.2	V	III	"
"	"	"	"	283	-1.3	2.2	V	III	"
"	"	"	"	285	-1.2	2.0	V	III	"
Pal-87-2-1-1-C	I	PS	Cuarzo drusas	265			V	V	z.c., estéril
"	"	"	"	265			V	V	"
"	"	"	"	242	-0.7	1.2	V	V	"
"	"	"	"	253	-1.0	1.7	V	V	"
"	"	"	"	248	-1.0	1.7	V	V	"
"	"	"	"				V	V	"
"	"	"	"	258	-0.6	1.0	V	V	"
Pal-87-2-1-2-E	I	PS	Cuarzo e. opaco	280	-0.4	0.7	V	IV	gr.gr., z.c., estéril
"	"	"	"	280			V	IV	"
"	"	"	"	280			V	IV	"
"	"	"	"	280			V	IV	"
"	"	"	"	280	-0.6	1.0	V	IV	"
"	"	"	"	278	-0.4	0.7	V	IV	"
"	"	"	"	278	-0.4	0.7	V	IV	"
Pal-87-2-1-2-F	I	P, PS	Cuarzo e.	282	-1.5	2.5	V	III	z.c., ebul., asoc. Sulf
"	"	"	"		-0.9	1.5	V	III	"
"	"	"	"		-0.9	1.5	V	III	"
Pal-87-2-1-2-G	I	P	Calcita	280	-1.2	2.0	V	V	estéril, tardía
"	"	"	"	282	-0.4	0.7	V	V	"
Pal-87-2-2-1-A	I	P	Cuarzo s.	232			V	III	asoc. t. II, Sulf. oxidados
"	"	"	"	222	-0.6	1.0	V	III	"
"	"	"	"	230	-0.7	1.2	V	III	"
"	"	"	"	230	-0.9	1.5	V	III	"

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapa	Observaciones
Pal-87-2-2-1-B	I	P	Cuarzo e.	260			V	III	Czo.-Sulf.-Adul.
"	"	"	"	270	-2.3	3.8	V	III	"
"	"	"	"	270	-2.3	3.8	V	III	"
"	"	"	"	261			V	III	"
"	"	"	"	272	-2.5	4.1	V	III	"
"	"	"	"	273	-2.4	4.0	V	III	"
Pal-87-2-2-1-C	I	P	Cuarzo e.	269	-1.3	2.2	V	III	Czo.-Sulf.-Adul.
"	"	"	"	280	-1.4	2.4	V	III	"
"	"	"	"	269	-2.0	3.3	V	III	"
"	"	"	"	285	-1.5	2.5	V	III	"
"	"	"	"	266	-1.5	2.5	V	III	"
Pal-87-2-2-1-D	I	PS	Cuarzo e.	250	-2.0	3.3	V	III	Czo.-Sulf.-Adul.
"	"	"	"	253			V	III	"
"	"	"	"	260	-1.7	2.8	V	III	"
"	"	"	"	280	-2.1	3.5	V	III	"
"	"	"	"	261	-2.3	3.8	V	III	"
"	"	"	"	262			V	III	"
"	"	"	"	262			V	III	"
Pal-87-2-3-1-A	I	P	Cuarzo e.	276	-0.8	1.3	V	III	z.c.+dis. Sulf.,asoc. f.II
"	"	"	"	279	-0.7	1.2	V	III	"
Pal-87-2-3-1-B	I	P	Cuarzo bandas	280			V	III	z.c.+ , asoc. f.II
"	"	"	"	280			V	III	"
"	"	"	"	288	-1.8	2.7	V	III	"
"	"	"	"	281			V	III	"
"	"	"	"	290	-1.7	2.8	V	III	"
"	"	"	"	289	-1.7	2.8	V	III	"
Pal-87-2-3-1-C	I	PS	Cuarzo drusas	249			V	V	tardío final, estéril
"	"	"	"	242			V	V	"
"	"	"	"	243	-0.8	1.3	V	V	"
"	"	"	"	240	-1.0	1.7	V	V	"
"	"	"	"	236			V	V	"
"	"	"	"	241	-0.8	1.3	V	V	"
"	"	"	"	238	-1.0	1.7	V	V	"
Pal-87-2-3-2-A	I	P	Calcita	278	-1.6	2.7	V	III	dis. Sulf.
"	"	"	"	277			V	III	"
"	"	"	"	285			V	III	"
"	"	"	"		-1.3	2.2	V	III	"
"	"	"	"		-1.2	2.0	V	III	"
Pal-87-2-3-2-B	I	P?	Cuarzo	297			V	III	asoc. Sulf.
"	"	"	"	297			V	III	"
"	"	"	"	302			V	III	"
"	"	"	"	300			V	III	"
Pal-87-2-3-2-C	I	P	Cuarzo e.	242	-1.5	2.5	V	IIIb	gr.m.,exag., z.c., ebul.
"	"	"	"	263	-1.3	2.2	V	IIIb	"
"	"	"	"	271	-1.6	2.7	V	IIIb	"
"	"	"	"		-1.5	2.5	V	IIIb	"
Pal-87-2-3-2-D	I	PS	Cuarzo drusas	235	-0.3	0.5	V	V	tardío final, estéril, n.
"	"	"	"	243	-0.7	1.2	V	V	"
"	"	"	"	261	-0.4	0.7	V	V	"
"	"	"	"	253	-0.7	1.2	V	V	"
"	"	"	"	265	-1.2	2.0	V	V	"
Pal-88-1-1-1-A	I	P	Calcita	258			P	III	Calcita.-Sulf.-Czo.

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapa	Observaciones
"	"	"	"	260	-1.1	1.8	P	III	"
"	"	"	"	253			P	III	"
"	"	"	"	253			P	III	"
"	"	"	"	254	-0.6	1.0	P	III	"
"	"	"	"	273			P	III	"
"	"	"	"	270			P	III	"
Pal-88-1-2-1-A	I	P	Esfalerita	260	-1.3	2.2	P	III	Sulfuros
"	"	"	"	"	-1.0	1.7	P	III	"
"	"	"	"	"	-1.0	1.7	P	III	"
Pal-88-1-2-1-B	I	P, PS	Calcita	272	-0.9	1.5	P	III	Calcita.-Sulf.-Czo.
"	"	"	"	266			P	III	"
"	"	"	"	274	-0.8	1.3	P	III	"
"	"	"	"	272			P	III	"
"	"	"	"	284			P	III	"
"	"	"	"	274	-0.7	1.2	P	III	"
Pal-88-1-2-1-C	I	P	Calcita	260			P	III	Calcita.-Sulf.-Czo.
"	"	"	"	269			P	III	"
"	"	"	"	271	-0.5	0.8	P	III	"
"	"	"	"	265	-0.3	0.5	P	III	"
"	"	"	"		-0.7	1.2	P	III	"
"	"	"	"	286	-0.7	1.2	P	III	"
Pal-88-1-2-1-D	I	P	Calcita	267	-0.8	1.3	P	III	t. II, Calcita.-Sulf.-Czo.
"	"	"	"	269			P	III	"
"	"	"	"	274			P	III	"
"	"	"	"	272	-0.7	1.2	P	III	"
"	"	"	"	270	-1.2	2.0	P	III	"
"	"	"	"	278			P	III	"
"	"	"	"	277			P	III	"
Pal-88-1-2-1-E	I	P	Esfalerita	256	-2.2	3.6	P	III	Czo.-Sulf.-Calcita
"	"	"	"	249			P	III	"
"	"	"	"	255	-1.8	3.0	P	III	"
"	"	"	"	254	-2.0	3.3	P	III	"
Pal-88-1-2-2-A	I	P	Esfalerita	265			P	III	Sulfuros
Pal-88-1-2-2-A	I	P	Cuarzo	272			P	III	t. II, Calcita.-Sulf.-Czo.
"	"	"	"	275			P	III	"
"	"	"	"	283			P	III	"
Pal-88-1-3-1-A	I	PS	Cuarzo e.	275	-0.8	1.3	P	V	Czo. drusas-Calcita
"	"	"	"	281	-1.4	2.4	P	V	"
"	"	"	"	289	-1.3	2.2	P	V	"
Pal-88-1-3-1-B	I	P	Cuarzo e.	275	-0.9	1.5	P	V	Czo. drusas-Calcita
"	"	"	"	280	-0.8	1.3	P	V	"
"	"	"	"	275			P	V	"
"	"	"	"	280			P	V	"
Pal-88-1-3-2-A	I	PS	Cuarzo s.	285	-1.8	3.0	P	III	Czo.-Adularia-Sulf.
"	"	"	"	281	-1.8	3.0	P	III	"
"	"	"	"	281	-1.8	3.0	P	III	"
"	"	"	"	287	-1.9	3.2	P	III	"
"	"	"	"		-1.7	2.8	P	III	"
Pal-88-1-4-1-A	I	PS	Cuarzo s.	279	-1.0	1.7	P	III	z.c., Czo.-Adularia-Sulf.
"	"	"	"	282	-0.8	1.3	P	III	"
Pal-88-1-4-1-B	I	PS	Cuarzo s.	288	-2.4	4.0	P	III	z.c., Czo.-Adularia-Sulf.
"	"	"	"	280			P	III	"
"	"	"	"		-2.0	3.3	P	III	"

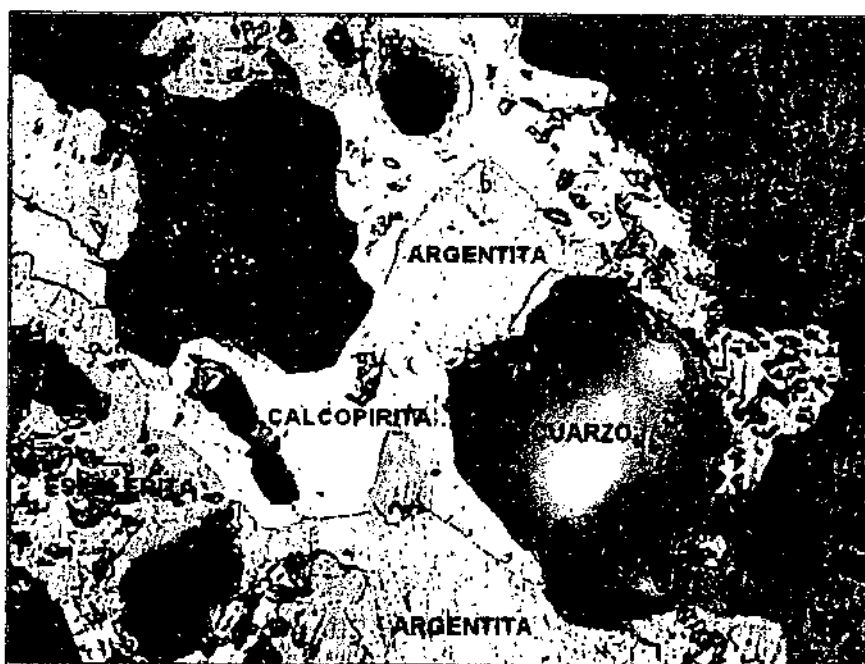
Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapa	Observaciones
Pal-88-2-1-A	I	PS	Calcita	260	-3.3	5.3	P	III	Calcita-dis. Sulf
"	"	"	"	255	-3.4	5.5	P	III	"
"	"	"	"	260	-3.3	5.3	P	III	"
Pal-88-2-2-A	I	P	Calcita		-2.9	4.7	P	III	Czo.-Calcita-Sulf.
"	"	"	"		-2.9	4.7	P	III	"
Pal-88-2-2-B	I	PS	Cuarzo e.		-1.9	3.2	P	II	exag.
"	"	"	"		-1.8	3.0	P	II	"
"	"	"	"		-1.7	2.8	P	II	"
Pal-88-2-2-B	I	P	Cuarzo e.		-0.8	1.3	P	II	exag.
"	"	"	"		-1.0	1.7	P	II	"
"	"	"	"		-1.1	1.8	P	II	"
"	"	"	"		-1.2	2.0	P	II	"
"	"	"	"		-1.2	2.0	P	II	"
Pal-88-2-2-C	I	PS	Cuarzo e.		-1.2	2.0	P	II	z.c., asoci. t. II
"	"	"	"		-1.2	2.0	P	II	"
"	"	"	"		-1.4	2.4	P	II	"
Pal-88-2-2-C	I	PS	Cuarzo e.		-2.3	3.8	P	II	z.c., asoci. t. II
"	"	"	"		-2.3	3.8	P	II	"
"	"	"	"		-1.8	3.0	P	II	"
"	"	"	"		-1.8	3.0	P	II	"
"	"	"	"		-1.9	3.2	P	II	"
Pal-88-2-3-1A	I	PS	Cuarzo s.	275	-0.2	0.3	P	II	gr.gr., z.c., asoci. t. II
"	"	"	"		-0.1	0.1	P	II	"
"	"	"	"		-0.1	0.1	P	II	"
"	"	"	"	277	-0.8	1.0	P	II	"
"	"	"	"	275	-0.8	1.0	P	II	"
"	"	"	"	281	-0.5	0.8	P	II	"
"	"	"	"	279	-0.5	0.8	P	II	"
"	"	"	"	281	-0.9	1.5	P	II	"
Pal-88-2-3-1B	I	P	Cuarzo e.	287	-0.6	1.0	P	II	gr.gr., z.c., asoci. t. II
"	"	"	"	284	-0.8	1.0	P	II	"
"	"	"	"	283	-0.1	0.1	P	II	"
"	"	"	"	270	-0.2	0.3	P	II	"
"	"	"	"	273	-0.2	0.3	P	II	"
"	"	"	"	283	-0.1	0.1	P	II	"
"	"	"	"	260	-0.1	0.1	P	II	"
Pal-88-3-2-1B	I	P	Cuarzo bco.	260	-0.8	1.3	B	IV	z.c. //, estéril
"	"	"	"	263	-0.9	1.5	B	IV	"
"	"	"	"	277	-0.4	0.7	B	IV	"
"	"	"	"	276	-0.5	0.8	B	IV	"
"	"	"	"	261	-0.5	0.8	B	IV	"
Pal-88-3-3-1A	I	P	Cuarzo s.	281	-1.3	2.2	B	II	gr.gr., z.c., asoci. t. II
"	"	"	"	240	-1.2	2.0	B	II	"
"	"	"	"	238	-1.5	2.5	B	II	"
"	"	"	"	243			B	II	"
"	"	"	"	240			B	II	"
"	"	"	"	237	-2.1	3.5	B	II	"
"	"	"	"	237	-2.1	3.5	B	II	"
"	"	"	"	261	-1.5	2.5	B	II	"
"	"	"	"		-1.2	2.0	B	II	"
Pal-90-1-1-A	I	P	Cuarzo	284			GT	III	Czo.-Calcita-Sulf.
"	"	"	"	282			GT	III	"
Pal-90-1-1-A	I	PS	Calcita	280			GT	III	"

Muestra	Tipo	Edad	Min. Huesped	T. h. (°C)	T. m. (°C)	% peso eq. NaCl	Veta	Etapa	Observaciones
"	"	"	"	270			GT	III	"
"	"	"	"	293	-1.6	2.7	GT	III	"
"	"	"	"	282	-1.8	3.0	GT	III	"
Pal-90-1-1-B	I	P	Calcita	269			GT	III	Czo.-Calcita-Sulf.
"	"	"	"	269			GT	III	"
"	"	"	"	269			GT	III	"
"	"	"	"	271			GT	III	"
"	"	"	"	271	-0.8	1.3	GT	III	"
"	"	"	"	273	-0.7	1.2	GT	III	"
"	"	"	"	287	-0.8	1.3	GT	III	"
"	"	"	"	275			GT	III	"
"	"	"	"	275			GT	III	"
Pal-90-1-1-C	I	P	Esfalerita	279			GT	III	Sulfuros
Pal-90-1-1-D	I	P	Calcita	285	-1.8	3.0	GT	III	Czo.-Calcita-Sulf.
"	"	"	"	288	-2.6	4.3	GT	III	"
"	"	"	"	284	-2.4	4.0	GT	III	"
"	"	"	"	268	-2.5	4.1	GT	III	"
"	"	"	"	278	-2.3	3.8	GT	III	"
"	"	"	"	278			GT	III	"
"	"	"	"	282			GT	III	"
"	"	"	"	287			GT	III	"
"	"	"	"	287			GT	III	"
Pal-90-2-1-A	I	S	Cuarzo e.	269	-1.4	2.4	GT	III	gr.gr., asoci. Sulf.
"	"	"	"	269	-1.1	1.8	GT	III	"
"	"	"	"	278	-0.8	1.3	GT	III	"
Pal-90-2-1-B	I	P?	Cuarzo e.		-4.1	6.5	GT	II	z.c.
"	"	"	"	249	-2.9	4.7	GT	II	"
"	"	"	"	250	-4.0	6.4	GT	II	"
"	"	"	"	238	-3.8	6.1	GT	II	"
Pal-90-2-1-D	I	PS	Calcita	267	-1.4	2.4	GT	V	asoc. t. II, tardía
"	"	"	"	268			GT	V	"
"	"	"	"	263			GT	V	"
"	"	"	"	263	-1.3	2.2	GT	V	"
"	"	"	"		-1.3	2.2	GT	V	"
"	"	"	"		-0.8	1.3	GT	V	"
Pal-90-2-2-1A	I	P	Esfalerita	273	-7.1	10.6	GT	III	Czo.-Calcita-Sulf.-Fluor.
Pal-90-2-2-1B	I	PS	Cuarzo	246	-2.0	3.3	GT	III	Czo.-Calcita-Sulf.-Fluor.
"	"	"	"	252	-1.5	2.5	GT	III	"
"	"	"	"	248			GT	III	"
"	"	"	"		-1.6	2.7	GT	III	"
Pal-90-2-2-2A	I	PS	Cuarzo	302	-2.0	3.3	GT	III	Czo.-Sulf.-Fluor.
"	"	"	"	307			GT	III	"
"	"	"	"	270	-1.7	2.8	GT	III	"
"	"	"	"		-2.3	3.8	GT	III	"
"	"	"	"	297	-1.4	2.4	GT	III	"
"	"	"	"	303	-1.6	2.7	GT	III	"
Pal-90-2-2-2B	I	P	Cuarzo	271	-1.7	2.8	GT	III	Czo.-Sulf.-Fluor.
"	"	"	"	265	-2.0	3.3	GT	III	"
"	"	"	"	257			GT	III	"
Pal-90-2-2-2C	I	P?	Esfalerita	252	-4.0	6.4	GT	III	Czo.-Sulf.-Fluor.
"	"	"	"	261	-5.6	8.6	GT	III	"
Pal-90-3-1A	I	PS	Cuarzo cxd.		-1.2	2.0	GT	III	Czo.-Sulf.
"	"	"	"		-0.8	1.3	GT	III	"



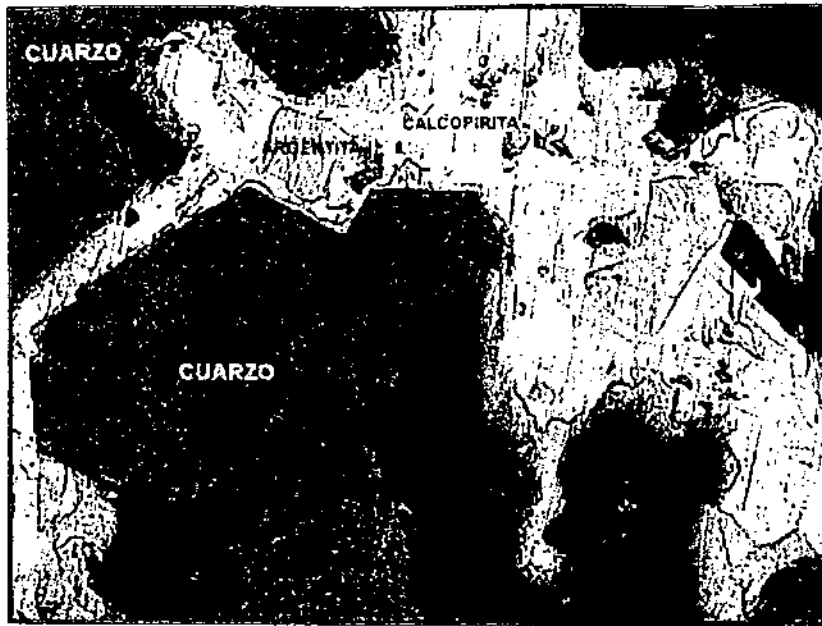
10 micras

Micrografia # 1. Poza La Blanca. Pirita subedral parcialmente oxidada, esfalerita y argentita en bordes de cristales de esfalerita. (10X, L.R.)



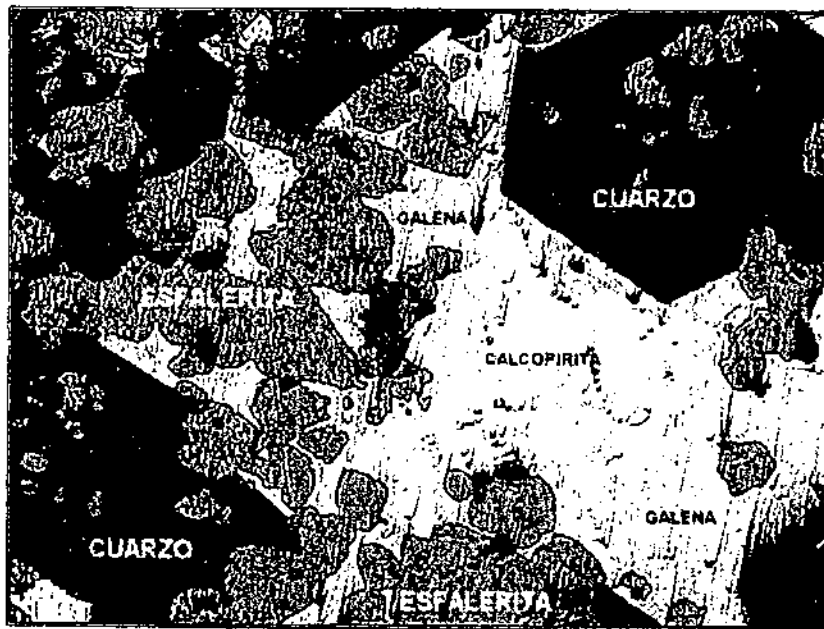
10 micras

Micrografia # 2. Veta La Blanca, Nivel Socorro. Cuarzo euedral hospedando argentita, calcopirita y esfalerita. (10X, L.R.)



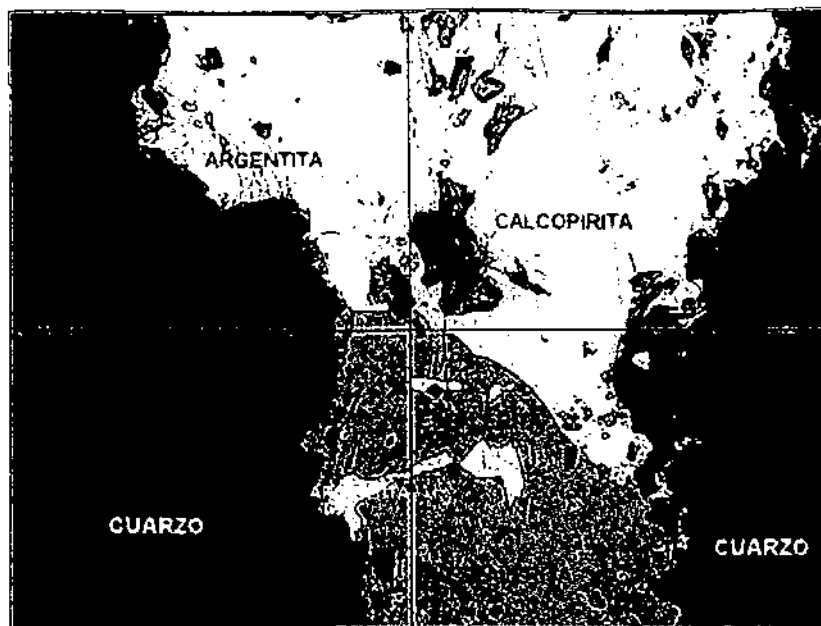
10 micras

Micrografia # 3. PAL 85-8. Veta La Prieta, Nivel 6. Cuarzo euedral intercrystalizado con argentita, calcopirita, escasa esfalerita y galena. (20X, L.R.)



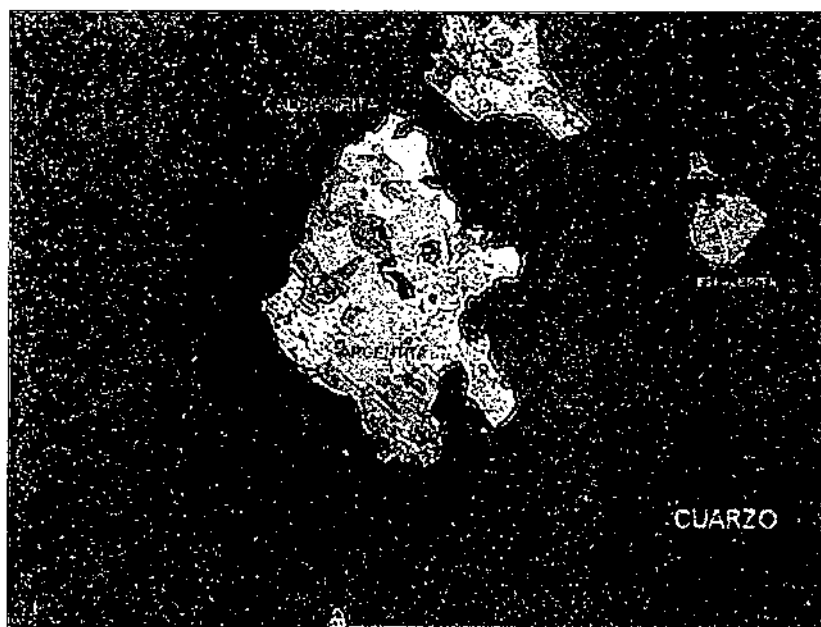
10 micras

Micrografia # 4. PAL 85-8. Veta La Prieta, Nivel 6, Zona central de la Veta. Cuarzo euedral intercrystalizado con calcopirita, galena y esfalerita subedral. (20X, L.R.)



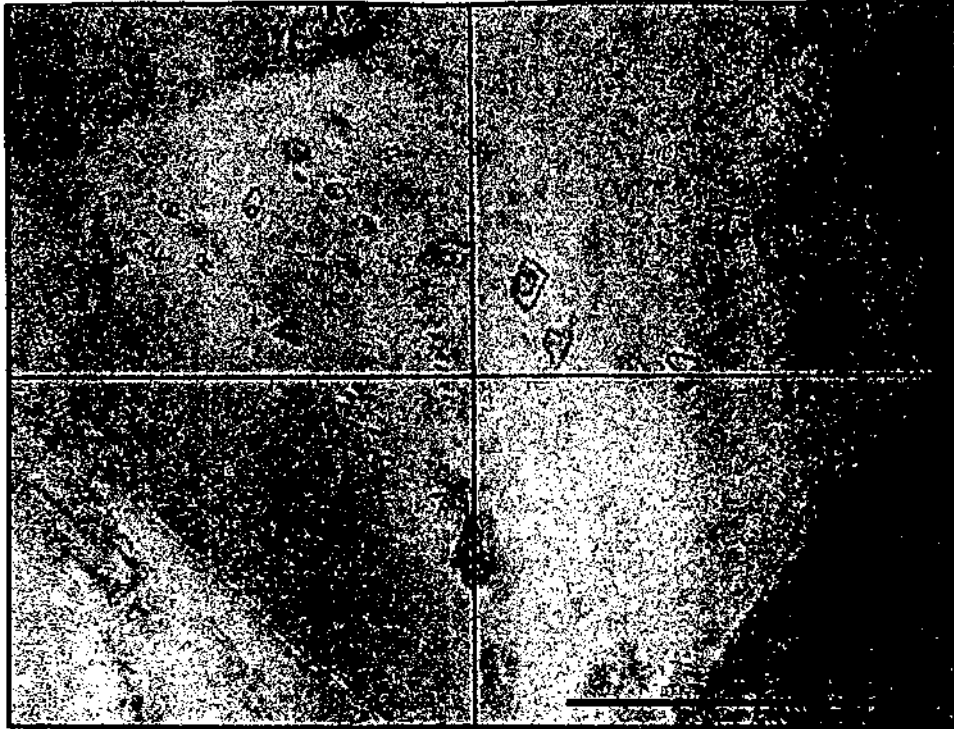
10 micras

Micrografia # 5. PAL 85-7. Veta La Prieta, Nivel 6, Zona central de la Veta. Cuarzo cuedral intercrystalizado con argentita incluida en calcopirita y esfalerita subedral. (10X, L.R.)



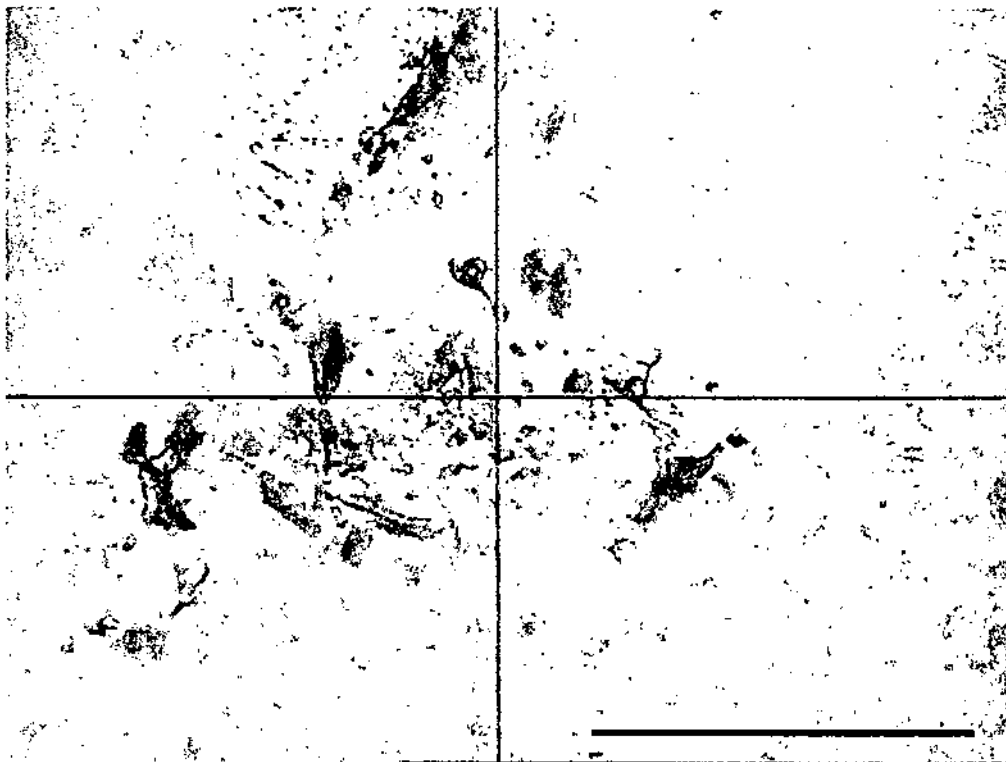
10 micras

Micrografia # 6. PAL 84-2. Veta La Prieta, Zona central de la Veta. Granos de sulfuros alojado en cuarzo subedral. Los sulfuros son argentita y esfalerita incluida en calcopirita. (10X, L.R.)



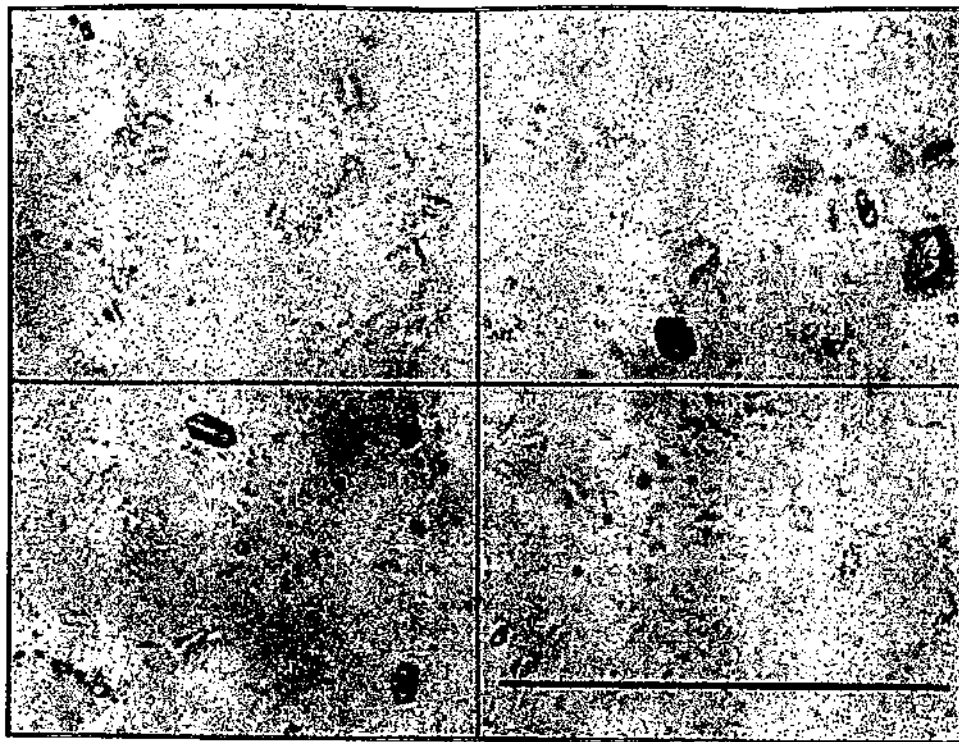
20 micras

Micrografia # 7. PAL 84-6. Veta La Prieta. Plano de inclusiones PS tipo I en cuarzo. (10X, L.T.)



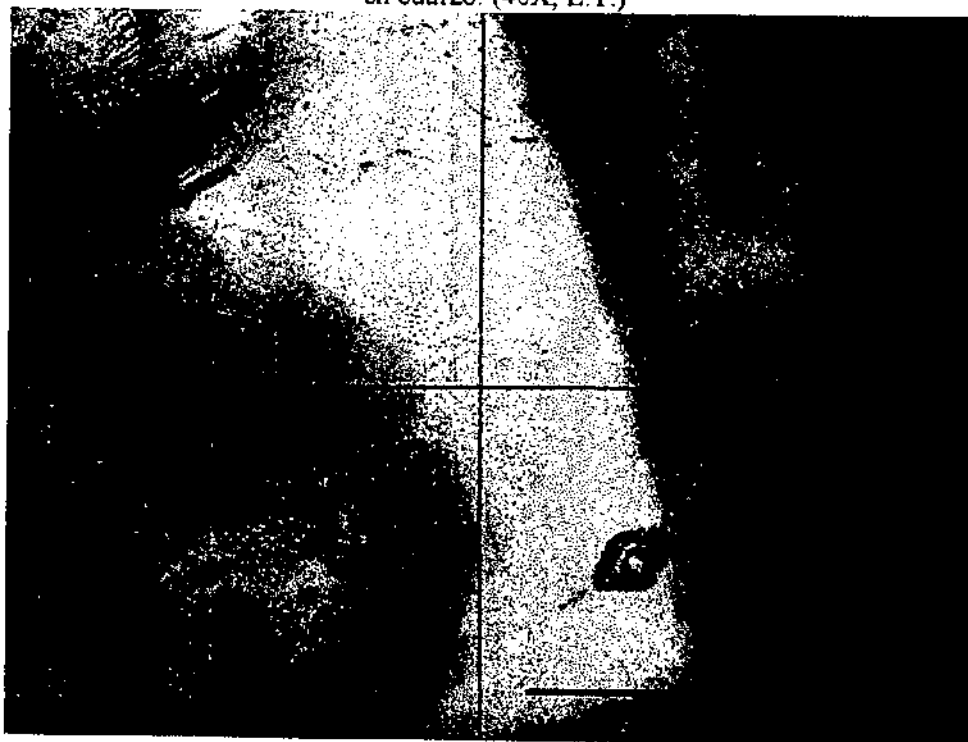
20 micras

Micrografia # 7. PAL 85-7. Veta La Prieta. Plano de inclusiones P tipo I alojadas en cuarzo. (20X, L.T.)



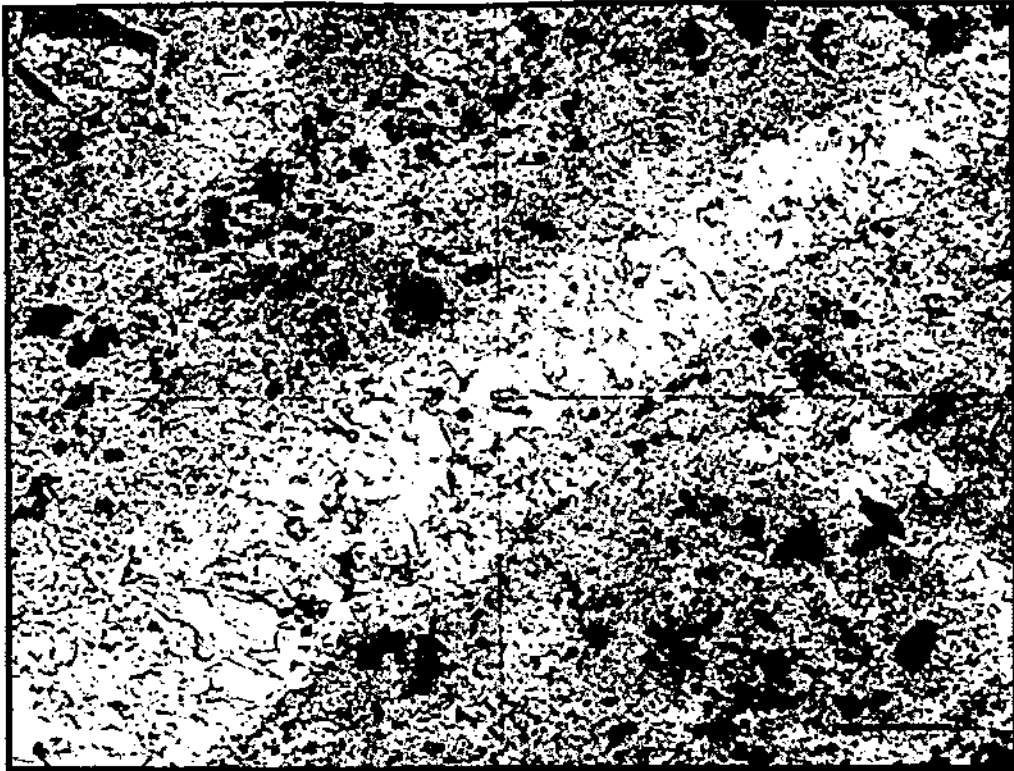
5 micras

Micrografia # 9. PAL 84-11. Veta La Prieta. Plano de inclusiones PS tipo I coexistiendo con tipo II en cuarzo. (40X, L.T.)



5 micras

Micrografia # 10. PAL 84-3. Veta La Prieta. Inclusion P tipo I en esfalerita. (20X, L.T.)



40 micras

Micrografia # 11. PAL 88-4. Roca encajonante fuertemente silicificada con diseminación de pirita y vetilla de cuarzo drustiforme grano medio (2.5X, L.T, N.C.)



40 micras

Micrografia # 12. PAL 85-7. Cuarzo subedral de grano fino intercristalizado con sulfuros. (2.5X, L.T., N.C.)