

**DISTRITO MINERO ANGANGUEO (MICHOACÁN, MÉXICO):  
GEOLOGÍA, MINERALOGÍA Y GÉNESIS DE YACIMIENTOS  
HIDROTERMALES.**

**Ostrooumov M., Bustamante J.**

**Resumen.**

El objetivo de este trabajo es el de caracterizar la mineralogía general y de interés económico del yacimiento polimetálico del distrito minero Angangueo (Estado de Michoacan, México). Se realizaron una serie de observaciones en el interior de varias obras mineras del yacimiento y se colectaron muestras para desarrollar diferentes análisis: petrográficos, mineragráficos, difracción y fluorescencia de rayos X, espectrometría infrarroja y Raman, microscopia electrónica de barrido y de inclusiones fluidas. De acuerdo con los resultados obtenidos se distinguen tres asociaciones de mineralización hipogénica (cuarzo-sulfuros, carbonatos-sulfuros y carbonatos sulfosales) y una etapa de mineralización hipergénica (óxidos, hidroxidos, sulfatos). Se establece en el espacio y tiempo la zonalidad mineralógica en la distribución de las asociaciones paragenéticas dentro de las vetas hidrotermales del yacimiento lo que permite llevar a cabo su interpretación genética y establecer las zonas de mineralización económica de diferente tipo para la prospección minera.

## **Introducción**

Los yacimientos hidrotermales de Ag-Pb-Zn del distrito minero Angangueo (Estado de Michoacán, México) se encuentran entre los más antiguos no solamente en México sino también en el mundo. De acuerdo con datos históricos conocidos (Uribe, 1994), ya en la primera mitad del siglo XVII (1640) se conocieron los primeros indicios de mineralización en el área, iniciándose algunos trabajos de exploración que luego fueron abandonados por varias décadas. Fue hasta 1766 que se iniciaron algunos trabajos de explotación en la veta La Descubridora por parte de 12 familias de españoles que fundaron la localidad Real de San Simón, hoy conocida como Angangueo. Hacia mediados del siglo XIX se descubrieron otras vetas importantes como Sacramento, El Manzano, La Torre, La Cofradía, San Luis y San Cristóbal y varios años después se encontró la veta La Purísima, que se bifurca al NE en las vetas Nacional Este No. 1 y Nacional Este No. 2, que han sido de las más productivas en el distrito (Cruz, 1977; CRM, 1995; Montiel et al., 1998).

Las compañías mineras Las Trojes, S.A. y la Simón Camacho, desarrollaron operaciones mineras de 1884 a 1906, hasta que la compañía American Smelting And Refining Co. arrendó los fondos de explotación para continuar las actividades hasta 1954. En 1955 se conforma la Cía. Impulsora Minera de Angangueo, S.A. de C.V., empresa de participación estatal que agrupó como accionistas a los propios trabajadores y desarrolló actividades hasta 1989. En 1996 se reiniciaron actividades de limpieza y readecuación de las principales obras mineras por parte de la Cía. Industrial Minera México y en la actualidad se realizan trabajos de evaluación mediante barrenación de interior de mina como preparación de una nueva fase de explotación de estos yacimientos para los próximos años.

## **Localización.**

La mayoría de los yacimientos hidrotermales polimetálicos de mediana temperatura se ubican en los Municipios de Angangueo y San Felipe del Progreso, Estados de Michoacán y México respectivamente. Abarca una extensión superficial aproximada de 35 kilómetros cuadrados. La plaza de la Constitución en Angangueo se encuentra a 19 ° 39' 30'' de latitud norte y a 100°18'38'' al occidente del meridiano de Greenwich y a una altitud de 2,663 metros sobre el nivel del mar.

### **Geología Regional.**

La región del distrito Angangueo se caracteriza por una predominancia casi total de las rocas ígneas terciarias de naturaleza basáltica y andesítica que son el producto de la actividad volcánica que se efectuó desde finales del Terciario al Reciente y forma el parteaguas de las cuencas de los ríos Cutzamala y Lerma. La sierra de Angangueo está constituida en su base por un grueso paquete de pizarra arcillosa y carbonosa intrusionado y cubierto, de manera discordante, por rocas ígneas intrusivas y extrusivas (Galicía, 1971; Aguilar, 1984; CRM, 1995; Montiel et al., 1997). La pizarra negra, compacta, bien foliada, generalmente con desarrollo de calcita por los planos de exfoliación aflora al SSW del distrito, en el Cerro de la Cocina. Se consideran como los afloramientos de rocas preterciarias, cortadas por el Arroyo La Cienega, con una elevación de 2.250 metros localizado a 6 kilómetros del distrito; las calizas de edad terciaria o preterciaria se advierten en el camino de Herradura. El afloramiento de pizarra carbonosa se puede describir a grandes rasgos de la siguiente manera: pizarra carbonosa, de color gris oscuro o negro, compacta y bastante resistente, que por lo regular se rompe siguiendo los planos de exfoliación, cruzada por numerosas vetillas de calcita. La sierra está constituida esencialmente por las rocas ígneas. Estas rocas consisten en una sucesión de lavas basálticas y andesíticas y brechas ocasionalmente intercaladas con depósitos piroclásticos y

conglomerado volcánico; entre ellas la roca más ampliamente difundida es la andesita que encajona a la mayor parte de las vetas polimetálicas (**figura 1**). Es de color gris verdoso, masiva, de textura holocristalina, a veces porfídica y se ha observado la presencia de augita-hiperstena, por lo que se ha clasificado como andesita de piroxeno. Descansando sobre las rocas que forman el basamento preTerciario con una discordancia angular y erosional muy marcada, se presenta una sucesión gruesa de rocas continentales y sedimentarias terciarias constituidas por andesitas y tobas andesíticas, dacitas, y tobas dacíticas, basaltos, depósitos aluviales y de talud y suelos residuales.

### **Geología Estructural.**

Existen tres sistemas estructurales principales: el primero se observa en la porción sur con rumbo N 45° E, el segundo en la porción central con rumbo N 30° E y un tercero N 70° E - N 85° E en la porción NE. De acuerdo con los datos bibliográficos (CRM, 1995), con el segundo sistema es el más asociado al emplazamiento de las estructuras mineralizadas. Fallas postminerales con rumbo N 70° W se han definido al sur del distrito.

Las rocas de edad preterciaria no afloran en el Distrito Minero de Angangueo y no han cortado aun en los laborios mineros. La obra de exploración mas profunda es el barreno de diamante numero 52, que registro valores bajos de plata en la Veta Nacional. Este Numero 2, 100 metros abajo del Nivel San Hilario terminando en la Andesita Dolores, que es la segunda formación más antigua en el distrito.

### **Yacimientos Minerales.**

En la hoja de Angangueo (escala 1:50000) se conocen más de 20 vetas (Aguilar,1984; CRM, 1995; Montiel et al., 1997), siendo las mejor conocidas Carrillos, La Descubridora, El Carmen, Dolores, Purísima, Nacional Este No. 1 y Nacional Este No. 2 (**figura 2**). La mayor parte de las vetas de este tipo se ubican en el área determinada con

las coordenadas geográficas siguientes: 19°39'30'' y 100°18'38'' (Estado de Michoacán). Según los datos bibliográficos (Elias et al., 1993), solo 2 yacimientos de menas polimetálicas se encuentran al este de esta área (Estado de México).

### **Forma y Dimensiones.**

Tamaño de las vetas es variable, siendo mayor su dimensión horizontal que la vertical, presentándose el tipo de criaderos alargados con inclinaciones suaves. Las estructuras presentan, por lo general, forma tabular con rumbos variables de N 20°- 40° E en el sector central hasta N 60°- 80° E en el sector noreste y con echados conjugados tanto al NW, como al SE. Los espesores varían de 1 a 2.5 m. y pueden alcanzar una longitud conocida de hasta 3000 m. como sucede en la veta Purísima. Otras vetas que han alcanzado una longitud considerable son Descubridora y El Carmen, con 1000 y 1500 metros respectivamente. La profundidad que alcanza la mineralización es todavía desconocida, pues los barrenos de exploración más profundos la cortan todavía en la cota 2400 metros s.n.m., unos 500 metros abajo del punto mineralizado más alto conocido en superficie en la sierra de los Ailes.

Las vetas que contienen las fallas fueron mineralizadas por el proceso de relleno de cavidades mediante el sistema de fluidos mineralizantes ascendentes. Las cavidades se formaron del modo siguiente: como los planos de falla, en realidad no fueron tales en el estricto sentido geométricos de palabra, sino mas bien fueron unas superficies alabeadas; al desplazarse ocasionaron huecos de tipo ovoide alargados que alojaron a los depositos minerales. Por esta razón se puede catalogar las vetas como del tipo de filones lenticulares. Las vetas son angostas, con un ancho promedio de 2.0 m y se encuentran casi siempre acompañadas de “salbanda” arcillosa color verde a gris (propilitización), con escasa mineralización o estéril.

## **Alteraciones.**

El intenso fracturamiento de las rocas producido por esfuerzos de contracción y acomodamiento, fue aprovechado por fluidos de origen hidrotermal ocasionando los siguientes tipos de alteración: propilitización, argilización, silificación. La andesita que encajona la mayor parte de las vetas ha sufrido una intensa alteración hipogénica, conformado halos de forma irregular observables tanto en superficie, como en obra minera. En las cercanías del Tiro Catingón, como manifestación de la mineralización en superficie, se observa una zona de 20 m. de ancho cuya roca ha sido afectada por procesos de propilitización, argilización y silificación. La propilitización produce una coloración verdosa, a veces intensa. En la andesita está constituida por clorita, pirita, algo de epidota, actinolita y en mucho menor proporción sericita y material carbonoso. La argilización se ubica principalmente en las zonas del contacto con las estructuras mineralizadas; está constituida por los minerales arcillosos y produce una coloración amarilla blanca. La silificación se encuentra en forma de vetillas y brechas de cuarzo con algo de mica y poca hematita, en una estrecha relación con el cuarzo formado dentro de las estructuras mineralizadas.

## **Mineralización.**

La ganga de las vetas del distrito es masiva, compacta, dura, de grano fino con relleno de cavidades por sulfuro y consiste, predominantemente, de rodocrosita ( $\text{MnCO}_3$ ), cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ), rodonita ( $\text{MnSiO}_3$ ), mangansiderita ( $\text{FeCO}_3$ ), anquerita  $\text{Ca}(\text{Mg,Fe})(\text{CO}_3)_2$  y calcita ( $\text{CaCO}_3$ ). Los minerales de la ganga junto con los sulfuros, sulfosales y otros minerales meníferos se formaron durante las diferentes etapas de mineralización en las vetas hidrotermales (Tablas 1,2). Así, por ejemplo, la rodocrosita de color rosa es microcristalina y se encuentra dispersa rodeando a los cristales de cuarzo o se observa en

forma bandeada alternando con bandas de cuarzo cristalino o calcedonia.

Entre los minerales metálicos hipogénicos más frecuentes hay que indicar los siguientes: esfalerita ( $ZnS$ ), abundante galena argentífera ( $PbS$ ), pirita ( $FeS_2$ ), y en menor proporción argentita ( $Ag_2S$ ), calcopirita ( $CuFeS_2$ ), arsenopirita ( $FeAsS$ ), marcasita ( $FeS_2$ ), pirrotita ( $FeS_{1-x}$ ) y bornita ( $Cu_5FeS_4$ ).

En algunos sectores de los yacimientos se han observado también minerales como la galena con alto contenido de plata, la estibinita ( $Sb_2S_3$ ), magnetita ( $Fe_3O_4$ ), estefanita ( $Ag_5SbS_4$ ), pirargirita ( $Ag_3SbS_3$ ), proustita ( $Ag_3AsS_3$ ), miargirita ( $Ag_2Sb_2S_4$ ), bulangerita ( $Pb_5Sb_4S_{11}$ ), plagionita ( $Pb_5Sb_8S_{17}$ ), jamesonita ( $Pb_4FeSb_6S_{14}$ ), cobre gris ( $Cu_{12}As_4S_{14}$ - $Cu_{12}Sb_4S_{13}$ ) y plata nativa ( $Ag$ ). El último mineral y las sulfosales de plata y cobre a veces conforman clavos de mineral con alta ley de plata.

Además, hay que añadir que en varias vetas hidrotermales de este distrito minero fueron indicados (datos inéditos del Instituto de Geología de la UNAM) los hallazgos de las especies minerales siguientes: harmotomo, calcosina, cuprita, loellingita, barita, magnesita, melanterita, polibasita, ortosa, pirofilita. En el resultado de recientes investigaciones mineralógicas fue determinado un amplio desarrollo de los sulfatos de una etapa de mineralización hipergénica: yeso, epsomita, starkeita, halotriquita. Como minerales de alteración supergénica se observaron hematita ( $Fe_2O_3$ ), goethita ( $FeOOH$ ) covelita ( $CuS$ ) y pirolusita ( $MnO_2$ ).

### **Distribución de la mineralización.**

Tomando en cuenta el estudio paragenético de las vetas principales del distrito se puede distinguir las tres asociaciones minerales (cuarzo-sulfuros, carbonatos-sulfuros, carbonatos-sulfosales) que pueden ser separados o al contrario combinados en el espacio y tiempo de mineralización. La primera asociación más temprana consiste principalmente del

cuarzo y sulfuros entre los cuales predominan la pirita y la arsenopirita. El valor secundario en esta asociación tiene la calcopirita. La rodocrosita en las cantidades no considerables es otra fase mineral de la ganga en esta asociación que se ubica principalmente en las zonas periféricas de las vetas (“salbandas”).

Después de un intervalo en la mineralogénesis que se indica por las zonas de rompimiento de la asociación temprana, se cristalizaron la esfalerita (marmatita), la galena junto con la mangansiderita y a veces anquerita. La calcopirita de segunda generación se encuentra en la forma de exsolución en la esfalerita mientras que el cobre gris (tenantita-tetraedrita) se encuentra en la asociación con galena, esfalerita y siderita. En la galena a veces se observan las inclusiones pequeñas de la acantita. Esta asociación mineral se forma principalmente en la parte central de las vetas o se forma los cuerpos meníferos propios. Los minerales concentradores de plata en esta asociación son la galena y cobre gris. La acantita y la plata nativa se encuentran muy rara vez. La mayor parte de estos minerales son los productos de la zona de intemperismo.

La mineralización económica de plata se encuentra también en la asociación más tardía de carbonatos-sulfosales con la misma ubicación en las vetas hidrotermales (figura 3). En ella el carbonato principal es la anquerita que se encuentra junto con las sulfosales de plata, plomo y otros elementos (estefanita, freibergita, pirargirita, miargirita, bulangerita, plagionita, jamesonita). La específica geoquímica de esta asociación depende de la composición química de los minerales y sobre todo de la asociación y tipo de los elementos impurezas en ellos.

De esta descripción podemos concluir que los minerales característicos en la ganga de estos yacimientos son los carbonatos de diferente composición química. Ellos se cristalizaron durante todo el periodo de la mineralogénesis y su composición se cambia de



una manera determinada de una asociación a otra y en los límites de cada asociación. Así, en las asociaciones tempranas de cuarzo-sulfuros se encuentra la rodocrosita y a veces la siderita con bajo contenido de Mn (1-3%  $\text{MnCO}_3$ ). El contenido de esta impureza se aumenta considerablemente en la mangansiderita de las asociaciones tardías de sulfuros-carbonatos (hasta 12-17%  $\text{MnCO}_3$ ). En los carbonatos del último periodo de cristalización (calcita) las impurezas de manganeso son muy bajas (menos 0.5%  $\text{MnCO}_3$ ).

La esfalerita  $\text{ZnS}$  se forma en varias generaciones de cristalización. La esfalerita del estadio temprano (cuarzo-sulfuros y sulfuros-carbonatos) se caracteriza por el alto contenido de Fe (hasta 14% - marmatita), Cu (hasta 2.5%) y bajo contenido de Mn (0.2%) y Cd (0.01%). Las esfaleritas de las generaciones más tardías (sulfosales-carbonatos) contienen menor cantidad de Fe (4-5%) y mayor de Cd (hasta 0.4%).

La galena argentífera contiene alrededor de 0.2-0.3% de Ag con muchas inclusiones de sulfosales de Pb y Ag (pirargirita, miargirita, bulangerita, freibergita). La tetraedrita y freibergita contienen 7-20% de Ag, es decir son de bajo contenido de este elemento. Se puede indicar que todos los minerales principales de la ganga y menas se formaron en varias generaciones minerales.

Como es característico en los filones de fisura, los valores minerales no se encuentran aquí en forma homogénea, localmente es observable en las obras de explotación, que los valores minerales pueden encontrarse, tanto en la porción superior o inferior de la veta, como en la región central o lateral.

La distribución de los metales dentro de los cuerpos minerales se puede entender mejor al analizar la documentación existente de los diversos niveles explotados en las vetas Carrillos, La Descubridora, El Carmen, Purísima, Nacional Este No. 1, etc. (Informes de Industrial Minera México, 1997; Montiel et al., 1998). Muchas de esas secciones y planos

contienen resultados sistemáticos de las leyes de Ag, Pb, y Zn y estos pueden dar una idea de la distribución de los metales tanto a rumbo de las vetas como a profundidad (figura 3). Como se puede ver en la sección transversal esquemática de Anganguero hacia el SW del distrito hay contenidos de zinc entre 3.1 % a 30 % mientras la ley de plomo es muy baja, del orden promedio de 0.1 %, y la plata presenta algunos valores altos, pero erráticos, intercalados con valores muy bajos. La relación Pb, Zn puede variar aquí de 1:4 a 1:50. Cabe mencionar que estas vetas presentan textura bandeada de cuarzo y rodocrosita intercaladas con hilos de esfalerita café y negra (variedad la marmatita), y en menor proporción galena.

Hacia el centro del distrito, en parte de las vetas El Carmen y San Patricio, el zinc decrece paulatinamente, mientras aumentan los contenidos de plomo y la presencia de plata se hace más constante. Las leyes promedio en un bloque explotado 500 m. al suroeste del Tiro Catingón y arriba del nivel San Hilario fueron de 160 g/ton. de Ag, 1.9 % de Pb y 9.0 % de Zn. La relación Pb:Zn puede variar de 1:2 a 1:20. Entre tanto, en el sector NE, un poco al norte del Tiro Catingón y en las inmediaciones de los niveles 5 y 6, arriba del nivel San Hilario (figura 2) se observa un incremento importante de los contenidos de plata y plomo, en comparación con los de zinc, que han disminuido paulatinamente. En este sector la ley de plata ha variado de 400 a 1000 g/ton, alcanzando a veces hasta 2 kg, mientras el Pb varia de 1.6 % a 11.3 % y el zinc baja de 2.1 a 5.1 % . La relación Pb:Zn puede variar aquí de 1:1 a 1:4.

La relación megascópica de los minerales en este sector también es evidente, en comparación con el sector SE. En los niveles 5 y 6 de Catingón es posible ver galena masiva predominando sobre la esfalerita y otros sulfuros, mientras que en las vetas al suroeste del distrito predominan la esfalerita y su variedad férifera marmatita.

De esta manera podemos afirmar, de manera general, que en el distrito Angangueo, hay tendencia a un zoneamiento compuesto por elementos verticales y laterales, que se manifiesta del SW al NE, con un aumento paulatino de los valores de Ag y Pb hacia el NE, y una disminución de los contenidos de Zn en esa misma dirección. Esto significa que hacia el NE predomina la asociación carbonatos-sulfosales de la tercera etapa del evento hidrotermal, mientras que al SW hay predominio de la asociación sulfuros-carbonatos de la segunda etapa del proceso.

Esta conclusión tiene sus implicaciones prácticas, ya que toda prospección, ya sea por medio de barrenación u obras mineras, deberá realizarse en el flanco NE del distrito.

### **Génesis.**

Los análisis de inclusiones fluidas parecen coincidir en la interpretación que se está dando del distrito. La muestra, tomando al SW del yacimiento, en la intersección del Tiro El Carmen y el nivel San Hilario, en cuarzo cristalino asociado a esfalerita masiva negra (marmatita), dio temperaturas de homogeneización en un rango de 240° C a 322° C. La muestra tomada todavía más al SW, en el núcleo de un barreno de exploración bajo el nivel San Hilario, en cuarzo cristalino asociado a pirita y esfalerita masiva presenta temperatura de homogeneización de 279° C.

En cambio en la veta Purísima, en el sector central del distrito, la temperatura baja hasta 229° C. Todos estos factores indican que la mineralización en Angangueo se ocasionó con condiciones mesotermales, conformando filones polimetálicos ricos en zinc, plomo y plata.

De acuerdo con los datos obtenidos recientemente, la mineralización económica en la misma veta Purisima se ubica en las zonas que se caracterizan por las temperaturas de formación entre 280 y 348 ° C.

Tomando en cuenta las manifestaciones texturales de las vetas, las relaciones paragénticas de sucesión mineral, los rangos de temperaturas de homogeneización y alteraciones características se puede considerar que las estructuras mineralizadas del distrito Angangueo son de índole mesotermal polimetálica, emplazadas como filones de fisura.

Además, analizando el esquema general de paragénesis mineral podemos concluir que la segunda y tercera etapa del proceso de mineralización, donde abunda la esfalerita, la galena argentífera y los sulfuros y sulfosales de plata, fueron y son los más productivos de los yacimientos de Angangueo.

### **Potencial, leyes y perspectivas del distrito minero de Angangueo.**

Aunque las vetas de este distrito han sido explotadas intensamente durante los últimos 200 años, todavía presenta un atractivo potencial minero sobre todo el flanco noreste de las estructuras mineralizadas conocidas. Es posible que en este sector existan todavía reservas con leyes atractivas de Ag y Pb. Por otro lado se sabe que abajo de los laboríos más profundos en vetas como Nacional Este No. 2 y No. 1, Providencia, Purísima y otras, continua la mineralización a profundidad (Galicia-Fernández, 1971).

Para 1983 las reservas positivas fueron estimadas en 1'500,000 ton. con 254 g/ton de Ag, 0.72 % de Pb, y 1.37 % de Zn.

## **Referencias bibliográficas**

Aguilar D., 1984. Estudio geológico-metalognético-minero del distrito de Angangueo. IPN, ESIA, Tesis Profesional, inedito.

Aguilar-Contreras A., 1981. Informe sobre el prospecto El Capulín, Mpio. De San Felipe del Progreso. Mex., : México, Gobierno del Estado de México, Subdirección de promoción minera, Informe técnico.

Cruz R., 1977. Estudio Geológico-Minero del área de Tuxpan-Angangueo. CRM, inedito.

Galicia-Fernandez F., 1971. Geología y yacimientos minerales del Distrito Minero de Angangueo, Michoacán. Archivo Técnico, CRM, inedito.

Consejo de Recursos Minerales, CRM, 1995. Monografía Geológico-Minera del Estado de Michoacán. 176 p.

Elias M., Sanchez Z., Villa Señor M., 1993. Estartigrafía y recursos minerales del Estado de México. Instituto de Geología de la UNAM y Gobierno del Estado de México.

Montiel J., Librado J., Salazar J., Sanchez E., Bustamante J., 1997. Cartografía Geológica-Minera y Geoquímica de la Carta Morelia, Escala 1:250000. CRM, inedito.

Núñez-Miranda A., Hidalgo-Hernandez J., 1989. Visita de reconocimiento. área de Tepzotlán, Estado de México: México, Subdirección de promoción minera, Gerencia de Estudios Mineros, Informe Interno.

**Tabla 1. Composición mineralógica de las menas del distrito Angangueo.**

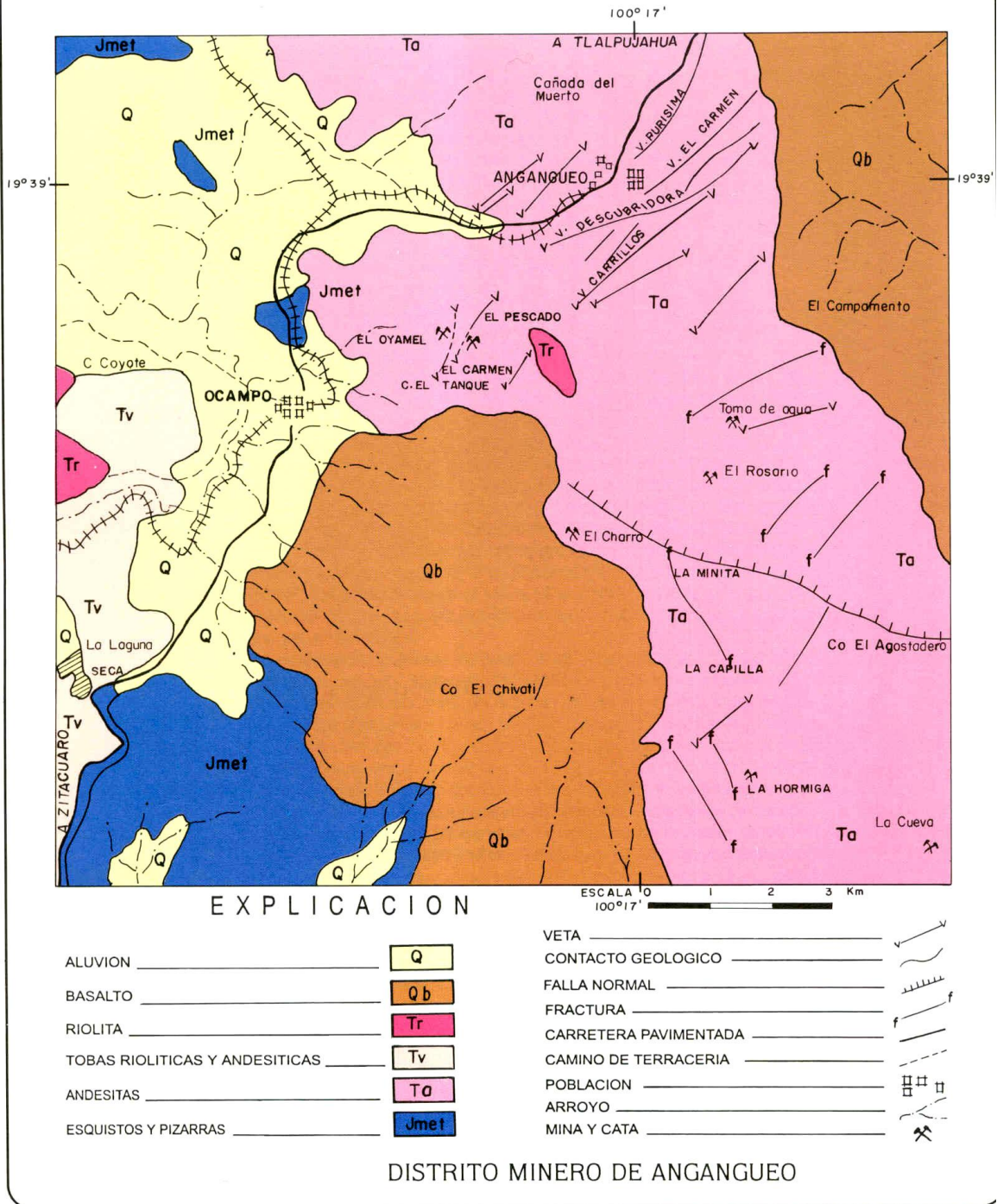
Minerales reportados	Minerales encontrados en concentrado	Minerales meníferos de Plata
Estefanita, Proustita- Pirargirita, Miargirita, Boulangerita	Estanita, Casiterita, Bismutinita, Argentita, Freibergita, Plata nativa	Pirargirita Ag <sub>3</sub> SbS <sub>3</sub> , Argentita, Plata nativa, Andorita, AgPbSb <sub>3</sub> S <sub>6</sub> , Miargirita AgSbS <sub>2</sub> , Freibergita, Matildita AgBiS <sub>2</sub> , Schirmerita AgPb <sub>2</sub> Bi <sub>3</sub> S <sub>7</sub>

**Tabla 2. Composición mineralógica de los yacimientos hidrotermales de diferente mineralización, Michoacán, México.**

Asociaciones paragenéticas	Yacimientos polimetálicos (Pb,Zn,Ag, Cu)	Yacimientos de Au-Ag
<b>Principales Ganga:</b>	Pirita, Cuarzo, Carbonatos con Mn, Barita	Adularia, Carbonatos, Cuarzo, Calcedonia
<b>Mena:</b>	Galena, Esfalerita, Boulangerita, Calcopirita, Pirrotita, Tetraedrita-Tenantita,	Oro, Plata, Electrum, Altaita, Silvanita, Calaverita, Pirita, Arsenopirita, Petzita, Gessita, Proustita-Pirargirita, Polibasita
<b>Secundarias</b>	Bornita, Covelita, Calcosina, Enargita, Hematita, Acantita, Freibergita, Proustita-Pirargirita, Estefanita, Marcasita	Esfalerita, Galena, Calcopirita,
<b>Raras</b>	Casiterita, Estanita, Estroyemerita, Jamesonita, Greytomita, Iordanita, Meneginita, Oro y Plata nativos	Valeriita, Nagiagita, Bertierita, Alabandina

**Tabla 3. Comparación de las características geológicas y mineralógicas de los yacimientos hidrotermales de diferente tipo.**

<b>Características</b>	<b>Yacimientos polimetálicos Angangueo</b>	<b>Yacimientos de Ag-Ag Oro-Tlalpujahua</b>
<b>Geológicas</b>		
Tipo:		
De corteza	Continental	Continental
De cinturón volcánico	Basalto-Andesita-Riolita	Andesita-riolita
Estructuras de campos meníferos		Localización en culminaciones (protuberancias) de domos volcánicos con fallas de gran amplitud
Rocas encajonantes	Andesitas	Secuencia volcanosedimentaria metamorfozada: pizarra, lutita, porfido andesítico
Alteraciones	Propilitización Silificación Oxidación Cloritización	Propilitización Silificación Oxidación
<b>Mineralógicas</b>		
Fases principales de ganga	Carbonatos de Mn: rodocrosita, anquerita Esfalerita Galena	Adularia
Mena		Oro y Plata nativa
Secuencia paragenética		
<b>Genéticos</b>		
T ° Homogenización	240-322	150-245
Profundidad de formación		1.0-1.5 km
<b>Geoquímicas</b>		
Secuencia	Fe-As-Zn-Cu-Pb-Ag	Fe-As-Zn-Cu-Pb-Au



**Figura 1. Distrito minero de Angangueo.**



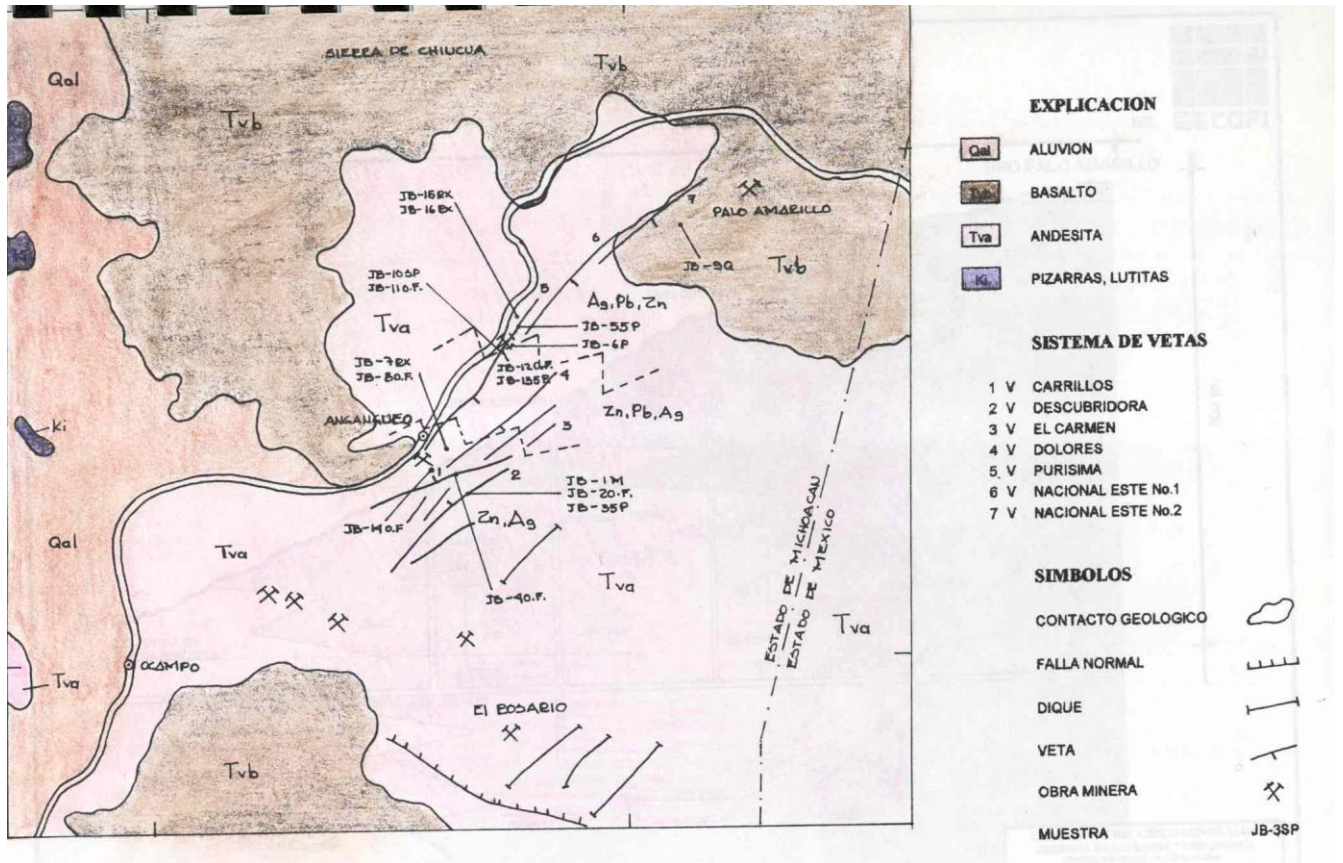


Figura 2. Vetas hidrotermales del distrito minero Angangueo (Muestreo).

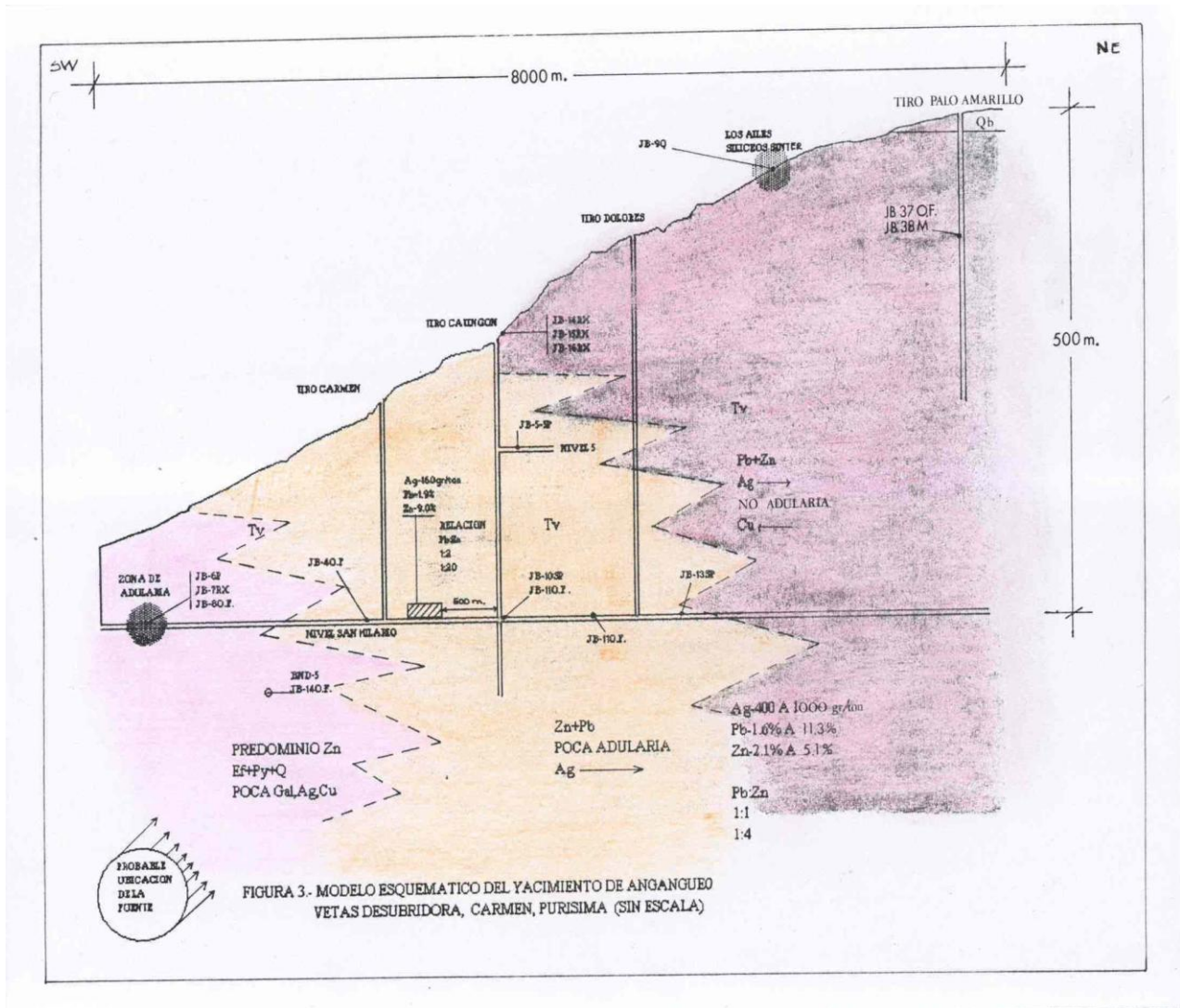


Figura 3. Distribución de la mineralización en distrito minero Angangueo (principales vetas hidrotermales).