

G-602021

602021



CAJA 165

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

DESCRIPCION DE MINERALES OPACOS

GERMAN ARRIAGA

1976

I N D I C E

Introducción.....	1
Elementos Nativos.....	1
Sulfuros.....	7
Sulfosales.....	47
Oxidos Simples.....	63
Oxidos con Uranio, Torio y Zirconio.....	73
Hidróxidos y Oxidos que Contienen Hidroxilos.....	74
Oxidos Múltiples.....	77
Indice Alfabético.....	81

## INTRODUCCION

La ciencia que se encarga de estudiar a los yacimientos minerales desde el punto de vista de la geología es la metalogénia. Los métodos empleados por ella son muy diversos. En términos generales pueden dividirse en dos:

- Trabajos de campo
- Estudios de laboratorio.

Dentro de los primeros se encuentra la aplicación de las técnicas de la geología aplicada a la exploración minera. Estos trabajos deberán ser analizados en las materias correspondientes.

Los estudios de laboratorio contribuirán para tener un conocimiento completo de la mena mineral. Dentro de estos, las investigaciones microscópicas serán indispensables para lograr los siguientes objetivos:

- a.- Establecer exactamente las asociaciones minerales presentes en un yacimiento mineral.
- b.- Determinar el modo de asociación, la distribución relativa, la forma, inclusiones, etc., en otras palabras su textura.
- c.- Ayudar a comprender y diagnosticar con más claridad la génesis de un yacimiento. Esto será un complemento indispensable en el conocimiento de la geología del yacimiento.
- d.- Proporcionar datos para un mejor tratamiento de las menas minerales desde los puntos de vista físico y químico.

Es muy común utilizar corrientemente la palabra Metalogénia para designar cualquier estudio, algunas veces muy somero, de los yacimientos minerales. En ocasiones se realizan meras cartas de distribución de "yacimientos Minerales" y se les asigna el pomposo nombre de "Carta Metalogénica". Esto se lleva a cabo sin tener una idea de la geología de los distritos, ni de su contenido mineral real y por tanto, tampoco de su génesis. Naturalmente que los culpables de esto son las propias personas que se encuentran al frente de trabajos de exploración minera ya que no tienen en cuenta que es necesario un conocimiento a fondo de los cuerpos mineralizados para poder empezar a hablar de génesis del yacimiento y generalizar a Metalogénia.

Una de las razones primordiales para analizar las menas al microscopio será, por lo tanto, complementar hasta donde sea posible los estudios que se han realizado por todas las demás técnicas conocidas.

Las descripciones de los minerales se han encuadrado en tal forma que posteriormente se puedan agregar notas y adicionarse además experiencias que se vayan adquiriendo.

Para las determinaciones precisas de minerales metálicos es necesario el empleo del microscopio minerográfico. El método consiste en el análisis de superficies pulidas por medio de luz reflejada. Por tanto, el estudio de las diferentes especies mineralógicas estará basado en las propiedades ópticas visibles en luz polarizada utilizando luz incidente. Como todas las técnicas, el uso del microscopio minerográfico tendrá también sus restricciones.

Estas se deben, sobre todo, a la similitud que existe entre las propiedades ópticas de reflexión de numerosas especies mineralógicas. En ocasiones será necesario aplicar algunos conocimientos de química; por ejemplo: para confirmar o precisar un diagnóstico minerográfico se utilizarán una serie de reacciones microquímicas; por otra parte, estos análisis microquímicos revelarán generalmente la textura de los minerales. En la descripción de cada mineral, está señalada la mejor manera de atacarlo.

Como referencias bibliográficas se pueden citar:

- 1) Cameron N. Eugene                      Oro Microscopy  
(1961) -John Wiley Ed.
- 2) Guillemin Claude                      Eléments Natifs  
et Ovrtracht André                      Sulfures et sulfosels  
Laboratoire de Géologie Appliquée.  
Perú 1960.
- 3) Orcel J.                                      Note Sur les caracteres microscopiques des  
mineraux opaques principalement en Lumiere --  
Polarisee Bull. Soc. Frac. Min. T. 5', p. 197-  
210 (1928)
- 4) Schneiderhohn                              (Traduction) - Tableaux de determination  
des minerais au microscope metallographique.  
B.R.G.M.
- 5) Short M.N.                                      Microscopic Determination of the ore mine-  
rals, U.S. Geol.  
Surv. Bull 914 (1940).

ORO  
(Gold, Or, Gold)

Fórmula Au P.E.: 15. 6-19.33  
Sistema: Isométrico. Dureza: 1.5-3

Poder reflector: 73.4 a 85.1 %

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz Natural:

Color y pleocroismo: **Amarillo característico.**  
Con respecto al bismuto es amarillo. Más claro que la calcopirita.

Formas especiales: Se presenta en forma de granos aislados, vetillas, cristales pseudo hexagonales, agregados, e inclusiones de otros minerales.

Pulimiento: Fácil. Comúnmente presenta rayaduras.

Nícoles cruzados:

Anisotropía: Isotrópico, sin extinción completa. Debido a las rayaduras es común la existencia de una anisotropía verde anómala.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES.

Pirita, galena, blenda, arsenopirita, pirrotita.

REACCIONES DE ATAQUE.

Con agua regia se produce una ligera efervescencia y se observa un tono pardo. No reacciona con  $\text{Ag NO}_3$  (a diferencia de la calcopirita). Con KCN se produce un ennegrecimiento inmediato (a veces no da resultado).

PRINCIPALES YACIMIENTOS

Hidrotermal. Placer

1b

Miñeral común en depósitos de placer: en la vertiente occidental de la Sierra - Madre Occidental de México, es habitual el oro de placer así como en Baja - California Sur.

Sitwatersrand, en Transvaal (Africa del Sur). Guanaceví, (México)  
Cripple Creek (Colorado).

**PLATA**  
(Silver, Argent, Silber)

Fórmula: Ag P.E. 10.1 a 11.1  
Sistema: Isométrico hexaocáedrico Dureza: 2.5-3

Poder reflector: 92.7 %

**CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS.**

Luz Natural:

**Color y pleocroísmo:** Blanco luminoso con tintes crema. Más brillante que el bismuto. Más luminoso y blanco cremoso que el antimonio. Más luminoso y cremoso que el arsénico.

**Formas especiales:** Se presenta en masas xenomórficas, y en cristales esqueléticos con nicolita, ramelsbergita, y cloantita.

**Pulimiento:** Fácil, pero puede presentar rayaduras.

Núcleos Cruzados:

**Anisotropía:** isotrópico sin extinción completa. Maclas y estructuras zonadas. - Anisotropía anómala debido a rayaduras.

**Reflexiones internas:** No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

Minerales de plata, ramelsbergita, nicolita, calcopirita y bismuto.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con  $\text{HNO}_3$  se produce efervescencia y ennegrecimiento. Con  $\text{FeCl}_3$  se observan manchas irisadas. Con  $\text{HgCl}_2$  manchas grises.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS.**

**Oxidación. Hidrotermal.**

Entre los más bellos ejemplares mexicanos de plata nativa se encuentran los que produjo Pachuca, Hgo. en sus grandes tiempos.

También los depósitos de Guanajuato son célebres por sus minerales de plata.

Zimapán (México), Silverton (Colorado), Taxco (México), Annaberg (Alemania).

COBRE  
(Copper, Cuivre, Kupfer)

Fórmula: Cu P.E. 8.94 a 8.95  
Sistema: Isométrico, hexaocaedral. Dureza: 2.5-3  
Poder reflector: 72.8 % a 78.3%

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz Natural:

Color y pleocroismo: Rosa con algunos tonos parduscos. Más claro que la calcocita.-  
Rosa con respecto a plata.

Formas especiales: Cristales xenomorfos, en forma de dendritas y sin clivaje.

Pulimiento: Muy fácil, pero puede presentar rayaduras.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Isotrópico sin extinción completa. Más claro entre nícoles cruzados. --  
Maclas y estructuras zonadas.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES.

Plata, calcocita, cuprita.

REACCIONES DE ATAQUE.

El cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3$ ) y el cloruro de mercurio ( $\text{HgCl}_2$ ) irisan rápidamente las --  
superficies. El potasio genera lentamente una superficie irisada.

PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Oxidación.

En general es un mineral común de las zonas de oxidación de los depósitos cupríferos. En particular, en los yacimientos de tipo "porphyry Copper" oxidados, el cobre nativo es -- abundante. Entre los principales depósitos se tiene Bisbee (EUA) Rhineland (Alemania), Ca nanea (México), Copper River (Alaska).

ANTIMONIO  
(Antimony, Antimoine, Antimon)

Fórmula: Sb

P.E. 6.61 - 6.72

Sistema: Hexagonal-Romboédrico

Dureza: 3-3.5

Poder reflector: 72.6% - 74.6%

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz Natural.

Color y pleocroismo: Blanco. Menos blanca que la plata. Más blanco que el arsénico. Pleocroismo: Muy débil.

Formas especiales: Frecuentemente en granos finos. Crucero visible. Agregados cristalinos comunes.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Débil y variable. Color gris amarillento, pardusco y azulado. Frecuentes macas polisintéticas y laminares.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES.

Arsénico, allemontita, pirita, arsenopirita, estibinita, galena, pirargirita.

REACCIONES DE ATAQUE.

El ácido iodhídrico a 80°C ataca la superficie. Una solución saturada de cloruro férrico en 10 partes de alcohol y una parte de agua, a 80°C, produce en 15 seg. un depósito gris.

PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Hidrotermal.

Andreasberg (Alemania). Mina San José Tierras Prietas. (Estación Wadley, S.L.P., México) Kern County (E.U.A.) Allemond (Francia).

BISMUTO  
(Bismuth, Bismuth, Wismuth)

5

Fórmula: Bi.

P.E.: 9.78

Sistema: Hexagonal-romboedral.

Dureza: 2.5

Poder reflector: 71.3 %

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz natural:

Color y pleocrosimos: Blanco a blanco cremoso, menos blanco que la plata, más blanco que la nicolita. Verde olivo grisáceo con respecto a la calcopirita. Café cremoso con respecto a la pirrotita. Pleocroismo débil, apenas perceptible.

Formas especiales: Se presenta en pequeños cristales esqueléticos, y en dendritas.

Pulimiento: Rápido, pero a veces presenta rayaduras.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Variable. Colores crema o café. Macla polisintética en forma de enrejado.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES.

Pirita, pirrotita, blenda, calcopirita, estanita, casiterita, molibdenita.

REACCIONES DE ATAQUE.

Con ácido clorhídrico: Oscurecimiento lento en la superficie. Con cloruro férrico se producen manchas irisadas o negras de inmediato. Con agua regia hay un oscurecimiento rápido y un ataque profundo.

PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Pneumatolíticos. Pegmatitas. Monroe (E.U.A), Meymac (Francia), Altenberg (Alemania).

**GRAFITO**  
(Graphite, Graphite, Reissblei)

Fórmula: C

P.E. 2.09-2.23

Sistema: Hexagonal

Dureza: 1. - 1.2

Poder reflector: 5%-22.5%

**CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS**

Luz Natural.

Color y pleocroismo: Negro, o gris azulado con tonos blancos. Más oscuro que la molibdenita. Gris azulado con respecto a la calcopirita y a la pirrotita. Pleocroismo sumamente fuerte.

Formas especiales: Se presenta en forma de hojas curvas y a veces concentraciones fibro-radiales.

Presenta crucero basal.

Pulimiento: Difícil.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Muy fuerte. Color amarillo pálido a gris violáceo. Las secciones basales son isotrópicas.

Reflexiones internas: No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Blenda, plata, pirita, rejalgar, arsenopirita.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Ningún reactivo hace efecto.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS.**

Metamorfismo.

Adirondacks, N.Y (E.U.A.) Aliberovsk (Rusia) Grenville (Quebec, Canadá), Sta. Ma. de Guadalupe (Sonora México).

## S U L F U R O S .

TETRADIMITA.  
(Tetradimyte, tetradimyte)Fórmula:  $\text{Bi}_2 \text{Te}_2\text{S}$ 

Sistema: Hexagonal-romboedral

P.E.: 7.28

Dureza: 1.5-2

Poder reflector: 56.9 %

## CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco con tinte crema o amarillo claro. Más claro que la calcopirita y menos amarillo que la pirita. Pleocroismo: Nulo.

Formas especiales: Se presenta en cristales automorfos en las secciones basales. A veces se observa una estructura fusiforme. Crucero perfecto.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Débil y variable. Colores gris azulado a gris amarillento. Extinción -- recta. Puede contener inclusiones de bismutinita.

Reflexiones internas: No presenta.

## ASOCIACIONES FRECUENTES.

Pirrotita, calcopirita, pirita, galena, bismutinita, oro, etc.

## REACCIONES DE ATAQUE

Con ácido clorhídrico la superficie se empaña lentamente en parte o se irisa. Con cloruro férrico la superficie se empaña rápidamente o se irisa. Con ácido nítrico la superficie adquiere una coloración parda.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Hipotermal. Pirometasomático.

Cerro Gordo District. (E.U.A.), Rezbánya (Rumanía), Kumak (URSS), Narverut -- (Noruega).

ALGODONITA  
(Algodonite, Algo-donite).

Fórmula:  $\text{Cu}_6\text{As}$

P.E.: 8.38-8.72

Sistema: Hexagonal-ortorrómbico

Dureza: 4

Poder reflector: Muy elevado.

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz natural:

Color y pleocroísmo: Blanco cremoso. Pleocroísmo débil.

Formas especiales: Granular.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Débil.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES.

Arseniuros de cobre, especialmente whitneyite.

PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Mina de algodones (Coquimbo, Chile), Michigan (EU.A.).

DISCRASITA.  
(Dyscrasite, Dyscrasite, Antimonsilber ).

Fórmula:  $Ag_3 Sb$

P.E.: 9.74

Sistema: Ortorrómbico (Pseudohexagonal)

Dureza: 3.5-4

Poder reflector: 61 %-66%

Luz natural:

Color y pleocroismo: Blanco a blanco amarillento. Ligeramente crema con respecto al antimonio. Pleocroismo débil o muy débil.

Formas especiales: Puede formar intercrecimientos de exsolución.

- 1) En agujas orientadas o en láminas agrupadas.
- 2) En inclusiones isotrópicas de plata en discrasita.

Pulimiento: Fácil, pero presenta rayaduras.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Débil. Colores de blanco a blanco amarillento. Puede presentarse en inclusiones en el arsénico, plata, galena, calcopirita, etc. Maclas en arreglo pseudo-hexagonal de tres elementos.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES.

Galena, argentita, plata, antimonio, saflorita, ramelsbergita, escuterrudita, etc.

REACCIONES DE ATAQUE

Con ácido nítrico la superficie se empaña en gris o negro. Con cloruro férrico y -- cloruro de mercurio, la superficie se irisa.

PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Hidrotermal. Vetillas. St. Andreasberg y Kongsberg (Alemania) Broken-Hill (Australia) Reese River District (Nevada, E.U.A.). Chañarcillo (Chile).

## ARGENTITA

(Argentite, argentite, weichgewachs o silberglanz)

Fórmula:  $\text{Ag}_2\text{S}$ 

P.E.: 7.28

Sistema: Isométrico

Dureza: 2-2.5

Poder reflector: 31.6 %

## CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS.

Luz natural.

Color y pleocroísmo: Blanco grisáceo con ligeros tonos verdes. Más oscuro y gris -- verdoso con respecto a la galena; más oscuro y verdoso que la plata.

Formas especiales: Se presenta en masas granuladas, cristales filiformes e inclusiones.

Pulimiento: Malo y presenta rayaduras.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Ligera anisotropía anormal, debida a rayaduras. Maclas laminares u -- orientadas. Puede encontrarse en intercrecimientos con covelita, bismutita y con la mayor parte de los sulfoantimoniuros de plata.

Reflexiones internas: Débiles.

## ASOCIACIONES FRECUENTES.

Plata, estromeyerita, calcocita, pirargirita, proustita, etc.

## REACCIONES DE ATAQUE.

Con ácido clorhídrico, adquiere una mancha parda, que permanece aunque se -- limpie con un trapo con ácido concentrado. Con cianuro de potasio se produce una mancha café o negra. Con cloruro férrico: mancha gris o negra.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Epitermal. Volcánico. Pachuca, Guanajuato, Zacatecas y Arizpe, Sonora (México), Kremnitz (Checoeslovaquia). Schneeberg, Annaberg y Marienberg, (Alemania). Colquechaca (Bolivia). Butte (Montana, E.U.A.).

BERZELIANITA  
(Berzelianita, Berzelianite, Selenkupfer)

Fórmula:  $\text{Cu}_2 \text{Se}$   
Sistema: Isométrico

P.E.: 6.71  
Dureza: 2

Poder reflector: Moderado

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz natural.

Color y pleocroísmo: Blanco grisáceo y azulado. Más azul que la calcocita.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Isotrópico.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES.

Se encuentra asociada con otros seleniuros.

PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Lehrparch y Zorge (Alemania), Skrikerum, (Kalmal, Suecia) Cerro de Kacheuta, --  
(Mendoza, Argentina).

**CALCOCITA**  
(Chalcocite, chalcosine, Kupferglanz)

Fórmula:  $\text{Cu}_2\text{S}$   
Sistema: Ortorrómbico

P.E.: 5.5-5.8  
Dureza: 2.5-3

Poder reflector: 32.5%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco puro a blanco grisáceo azulado. Con respecto a la galena es azulado; con respecto a la bornita es blanco levemente azulado; con respecto a la pirita es gris azulado.

Pleocroismo: De muy débil a medio.

Formas especiales: Forma y estructura muy variables.

Pulimiento: Fácil pero la superficie aparece rayada si la calcocita está asociada con minerales duros (Los tonos azulados se deben al pulido).

Nícoles cruzadas.

Anisotropía: Muy débil. Es más o menos anisotrópico de los tintes azules verdosos -- a los rosas claros. Extinción recta. Maclas polisintéticas muy frecuentes.

Reflexiones internas: No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

La calcocita puede reemplazar a: Pirita, calcopirita, blenda, galena, enargita, etc. La calcocita de alta temperatura puede ser reemplazada por: calcopirita, bornita, -- neodigenita, covelita, argilita, etc. También puede presentar intercrecimientos eutéticos con la estromeyerita, neodigenita, covelita, galena, etc.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con ácido nítrico se produce una fuerte efervescencia y tonos azules; a veces el -- ataque se produce en líneas paralelas. Con cloruro férrico se ocasiona una mancha azul. Con cianuro de potasio la superficie se oscurece inmediatamente.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Supergénico. La Caridad, Cananea, Son., La Verde, Mich. ( México ) Butte (Montana, E.U.A.) Bohemia (Alemania), Messina (Transvaal, Africa del Sur), Kennecott (Copper River District, Alaska), Chuquicamata (Chile).

ESTROMEYERITA  
(Stromeyerite, Stroméyerite, Kupfersilberglanz).

Fórmula:  $Cu Ag S$   
Sistema: Ortorrómbico

P.E. 6.2, 6.3  
Dureza: 2.5 a 3

Poder reflector: 32.3 %

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz natural.

Color y pleocroísmo.- Grisáceo con tinte rosado. Con respecto a la calcocita: — Gris lavanda.

Pleocroísmo: Bastante débil: De gris pardo a gris claro con un tinte azul verdoso o rosado.

Formas especiales: Generalmente granuda o en intercrecimientos con otros minerales.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte; colores violeta brillante, púrpura y verde. Rara macla en forma de hoja.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES.

Tetraedrita argentífera, bornita, calcocita, argentita, calcopirita, etc.

REACCIONES DE ATAQUE.

El ácido clorhídrico, el ácido nítrico y el cianuro de potasio, oscurecen la superficie más o menos rápidamente.

PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Hidrotermal. Supergénico. Pachuca y Guanaceví (México) Colquijirca (Perú). Santiago, San Lorenzo y Terapacá (Chile), Zmyeinogorsk (Siberia, U.R.S.S.).

## BORNITA

(Bornite, Bournite, Buntkupfererz)

Fórmula:  $Cu_5 Fe S_4$ 

P.E. 5.06 a 5.08

Sistema: Isométrico.

Dureza: 3

Poder reflector: 22.8 %

## CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz natural.

Color y pleocroismo: Rosa pardusco claro a púrpura, violeta o irisado. Más coloreado que la enargita; con respecto a la famatinita: anaranjado más oscuro.

Pleocroismo: De medio a muy débil.

Formas especiales: Pueden observarse a veces dos cruceros.

Pulimiento: Muy fácil y bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Débil y variable. Los agregados finos de bornita parecen isotrópicos, - pero los cristales observables siempre presentan una anisotropía anormal en tonos grises. Maclas poco frecuentes excepto en los cristales grandes.

Reflexiones internas: No presenta.

## ASOCIACIONES FRECUENTES

Calcopirita, calcocita, enargita, cobaltita, cubanita, magnetita, blenda.

## REACCIONES DE ATAQUE.

Con el ácido nítrico la superficie efervesce y aparece una mancha pardo-amarillenta. Con cianuro de potasio adquiere un tono pardo-amarillento. Con cloruro férrico se presenta una mancha anaranjada. Con agua regia se produce un ataque ligero y una mancha amarilla.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Pirometasomáticos. Hidrotermales. Concepción del Oro, (México). Bristol (Connecticut, (E.U.A.), Río Tinto (España). Boro (Yugoeslavia), East Pool Mine (Francia).

GALENA  
(Galena, Galène, Bleiglanz)

Fórmula: PbS  
Sistema: Isométrico

P.E.: 7.54  
Dureza: 2.5-2.75

Poder reflector: 42.4%

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroísmo: Blanco puro, a veces con un ligero tinte rosa. Con respecto a la blenda: blanco; ligeramente más claro que la estibinita. Rosado con respecto a la boulangerita, bismutinita y tenantita.

Formas especiales: Arreglos triangulares muy característicos o en escalera.

Pulimiento: Bueno, pero puede presentar rayaduras.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Isotrópica. Débil anisotropía anormal. Puede presentar intercrecimientos con: Covelita, calcocita, estromeyerita, estefanita, polibasita, pirargirita, etc.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES.

Ramelsbergita, calcopirita, blenda, pirita, bismuto.

REACCIONES DE ATAQUE.

Con ácido nítrico dá una mancha negra inmediata, y resistente, a veces con efervescencia. Con ácido clorhídrico se presenta una mancha irisada, (esto no sucede si la galena está en contacto con la bornita).

PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Hidrotermal, Volcánico. Sedimentario. Zimapán, Fresnillo, Zac. Sta. Eulalia, Chih. (México). Haute, Silesia, Maubach y Mechernich. (Alemania), Missouri, Illinois, Iowa, Wisconsin (E.U.A.) Sullivan (Canadá).

**ALABANDITA**  
(Alabandite, alabandite, Schwefel Mangan)

Fórmula: Mn S  
Sistema: Isométrico

P.E. 3.95 a 4.04  
Dureza: 3.5 a 4

Poder reflector: 23.9%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

Color y pleocroismo: De blanco a gris, muy parecido a la blenda.

Formas especiales. Se encuentra generalmente en masas granudas. Cristales mal formados o granos diseminados. Crucero cúbico perfecto. Fractura subconcoidal.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Isotrópico (oscuro entre nícoles cruzados).

Reflexiones internas: Bastante frecuentes, de color verde oscuro raramente pardas.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

Blenda, rodocrosita, pirita, galena, rodonita, y otros sulfuros.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con ácido sulfúrico + permanganato de potasio ( $\text{KMnO}_4$ ): la superficie se corroe dejando en evidencia la textura.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS**

Epitermales. Vetas. Tlachiaque, Puebla, (México), Nagyag (Rumania), Aderbielle -- (Francia) Moropocha (Perú), Tombstone (Arizona, E.U.A.).

**BLENDA**  
(Sphalerite, Blende, Zinkblende)

Fórmula:  $Zn S$   
Sistema: Isométrico.

P.E.: 3.9 a 4.1  
Dureza: 3.5 a 4

Poder reflector: 17.8%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.**

Luz natural.

Color y pleocroísmo. Gris claro a veces pardusco o azulado. Con respecto a alabandita y magnetita es más oscura.

Formas especiales: Agregadas de granos finos. Crucero a veces en los cristales grandes.

Pulimiento: Difícil. A la postre adquiere buen pulido.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Isotrópico. Maclas laminares por mal pulimiento.

Reflexiones internas: "Masivas", blancas, amarillo claro y pardo oscuro: La blenda ferruginosa, la presenta de color rojizo a rojo pardusco.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

Wurtzita, galena, pirita, calcopirita, tetraedrita y cuarzo.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con ácido nítrico se producen manchas pardas. Con agua regia hay una efervescencia inmediata; la superficie queda rugosa.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS.**

Hidrotermal. Metasomático. Sedimentario. Sta. Eulalia, Chihuahua, Charcas, S.L.P. Zimapán, Hgo. (México) Butte, (Montaña, E.U.A.) Santander, (España), Trepca -- (Yugoeslavia), Fabulosa (Bolivia), Kapnic (Rumania), Mansfeld (Alemania).

CALCOPIRITA  
(Chalcopyrite, chalcopyrite, kupferkies)

Fórmula:  $\text{CuFeS}_2$   
Sistema: Tetragonal.

P.E. 4.1 a 4.3  
Dureza: 3.5 a 4

Poder reflector: 43.2 a 44.9 %

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: Amarillo brillante con tintes verdes; se oscurece e irisa al aire. Más oscuro y amarillo verdoso con respecto a la galena; amarillo con tinte rosado - cremoso con respecto a la pirrotita; amarillo claro a blanco con respecto a la blenda y a la magnetita; amarillo más claro con respecto a la cubanita.

Pleocroismo: Muy débil, apenas visible.

Formas especiales: Generalmente masiva y compacta, raramente botroidal, y jamás fibrosa o radial. Xenomórfica o inclusiones.

Pulimiento: Muy bueno y muy fácil

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Muy débil en los tonos gris pardo y más amarillo verdoso (es más anisotrópica conforme es más rica en hierro). Extinción recta. Maclas finas laminares bastante irregulares en su desarrollo.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES.

Exsoluciones con la blenda, estanita, cubanita, tetraedrita, pirrotita y texturas mirmequíticas con calcocita, bornita, blenda y estanita. Texturas de reemplazamiento por la calcocita, la covelita y la neodigenita. También puede estar asociada con hematita, pirita, arsenopirita, scheelita, wolframita, molibdenita, cinabrio, oro, cobre, cuprita, tenorita, etc.

REACCIONES DE ATAQUE

Con ácido nítrico hay una mancha muy ligera. Con agua regia hay algunas estelas pardo claro que no afectan a todas las secciones. Con permanganato de potasio y

ácido sulfúrico hay un ataque rápido.

#### PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Hidrotermal, Subvolcánica, Sedimentario. Cananea, La Caridad (Sonora), La Verde. (Michoacán). Concepción del Oro, (Zacatecas); Schemnitz (Checoslovaquia) Bisbee (Arizona, E.U.A.), Tío Tinto (España), Mansfeld (Alemania), Reojang Lebong (Sumatra), Montchegorsk (U.R.S.S.).

**ESTANITA**  
(Estannita, Estannine, Zinkies)

Fórmula:  $Cu_2 Fe Sn S_4$   
Sistema: Tetragonal

P.E.: 4.3-4.5  
Dureza: 3-4

Poder reflector 27.6 %

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: Gris verde olivo con tonos pardos; más claro que la blenda; - más oscuro y pardo verdoso que la calcopirita. Pleocroismo débil.

Formas especiales: Xenomórfica, con uno o dos crueros. Puede aparecer en forma de arreglos triangulares si la sección está mal pulida. Estructura zonada.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados:

Anisotropía: Fuerte y variable. Colores pardo amarillento, verde olivo grisáceo, azul y violeta. Macla polisintética fina.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES.

Exsoluciones con blenda y calcopirita, arsenopirita, pirita, casiterita, tetraedrita, bismuto, galena, wolframita, blenda y cuarzo,

REACCIONES DE ATAQUE

Con ácido nítrico se presentan manchas negras o irisadas. Con agua oxigenada + -- ácido sulfúrico se presenta un depósito insoluble. Con ácido fluorhídrico + agua oxigenada también hay depósito. Con agua oxigenada + hidróxido de potasio no hay - depósito, pero pone en evidencia la textura.

PRINCIPALES YACIMIENTOS

Hipotermales. Neumatolíticos. Outokumpu (Finlandia), Oruro, Potosí, Chacaya y - Cuncia (Bolivia), Black Hills (Dakota del Sur. E.U.A.) Península de Seward (Alaska).



**PIRROTITA.**  
(Pyrrhotite, pyrrhotine, Leberkies).

Fórmula: Fe S

P.E. 4.8 a 4.65

Sistema: Hexagonal.

Dureza: 3.5 a 4.5

Poder reflector: 39,9 %

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Crema con tonos rosa pardusco claros. Más oscuro que la pentlandita y la nicolita; pardo grisáceo con respecto al bismuto. Pleocroismo medio y variable, de crema verdusco a pardo rojizo.

Formas especiales: Frecuente estructura zonada, agregados granudos o masas compactas. Crucero raramente visible.

Pulimiento: Muy bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte. Color gris amarillento, pardo, rosado, verdoso. Maclas raras. - Las secciones basales son isotrópicas. Se oscurece al aire.

Reflexiones internas: No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Exsoluciones con pentlandita y calcopirita (en inclusiones). Intimamente asociada con blenda calcopirita, pirita, arsenopirita, marcasita, magnetita y nicolita.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con ácido nítrico hay una formación lenta de manchas pardas (a veces no hay reacción). Con ácido clorhídrico la gota del reactivo cambia lentamente a amarillo (Generalmente sin efecto). Con hidróxido de potasio se presenta una ligera mancha parda o irisada.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS

Hidrotermal. Volcánico. Santa Eulalia (Chihuahua, México), Fresnillo, (Zacatecas, México) Outukumpu (Finlandia), Britentok (Suiza), Minas Geraes (Brasil), Kimberley (Colombia Británica).

**NICOLITA.**  
(Niccolite, nickeline, arseniknickel)

Fórmula: Ni As  
Sistema: Hexagonal

P.E.: 7.68  
Dureza: 5-5.5

Poder reflector: 52.6%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Rosa amarillo-claro a rosa amarillo-pardusco. Más claro y más amarillo con respecto a la breitauptita. Más rosa que el bismuto. Más rosa con -- respecto a la pirrotita. Más claro que la bornita. Pleocroismo fuerte y característico: De blanco amarillo rosado a rosa pardusco.

Formas especiales: Puede ser masiva, reniforme, reticulada o arborescente. También se presenta en agregados subparalelos o concéntricos. No presenta crucero.

Pulimiento: Muy bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Muy fuerte. Colores en los tonos amarillentos, verde grisáceos, azul -- violáceos y gris azulado. Extinción recta incompleta.

Reflexiones internas: No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

Ramelsbergita, saflorita, calcopirita, plata, breitauptita, bismuto, etc.

**CARACTERISTICAS ADICIONALES.**

Los cristales de nicolita son sumamente raros. Los cristales que parecen homogéneos exteriormente; parecen heterogéneos entre nícoles cruzados. Se cree que esto se debe a una transformación polimórfica; pero no ha podido confirmarse, por medio de la determinación de densidades, por estudios térmicos o por análisis cristalinos con rayos X.

El punto de solidificación de la nicolita está entre los 969°C y 970°C.

Su composición química teórica es Ni = 43.3 % As = 56.1 %.

Posee un brillo metálico muy vivo; igualmente, su color blanco con un tinte rosado -

es también muy vivo. Bajo nícoles cruzados presenta colores muy vivos, que cambian con un pequeño giro del analizador. Las extinciones son rectas y completas cuando los nícoles están bien cruzados. En posición diagonal, la coloración es amarillo claro (verdoso) y gris claro.

Las maclas son muy raras, pero cuando se presentan parecen estar compuestas de 3 - elementos. Sin el analizador, los cristales de nicolita parecen homogéneos; pero en posición diagonal entre nícoles cruzados, puede observarse que el cristal está compuesto de zonas isotrópicas en forma de chevrón, alternando con zonas anisotrópicas que no son más que la prolongación de la parte periférica.

La forma de los granos es muy variable. Los cristales automorfos son raros.

La nicolita se presenta también en agregados granudos o con apariencia de "flores de hielo" con orientación burdamente subparalela a los elementos.

Estos, se desarrollan en esférulas de forma de vetas de relleno como si estuvieran en un estado de transición entre un gel y un cristal. La nicolita se presenta también en agregados granudos alotriomórficos.

La forma en que se ligan los granos es variable; pero la mayoría está unida por medio de - bordes dentados.

La nicolita, junto con la esmaltita-cloantita, la saflorita-ramelsbergita, forman los constituyentes principales del sistema químico natural, Co-Ni-As.

El color característico de la nicolita, su dureza bastante elevada, y su significativa paragénesis, la distinguen de otras especies.

La nicolita es un mineral de veta, intrusivo, hidrotermal, que se encuentra en grandes cantidades en cualquiera de estos tipos de vetas.

En los yacimientos especiales de la serie Co-Ni-Ag de tipo Schneeberg y Cobalt City (Canadá), la nicolita se presenta acompañada casi siempre de: Esmaltita-cloantita, - saflorita, maucherita, breitauptita, bismuto, bismutinita, y otros minerales de plata - raros.

#### REACCIONES DE ATAQUE.

Con ácido nítrico hay efervescencia y ataque profundo. Con cloruro férrico hay un - ataque muy lento (a veces). Si la nicolita está en contacto con la ramelsbergita o la saflorita, estos minerales no son atacados y la nicolita cambia a un color negro en - unos diez minutos.

#### PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Hidrotermal. Franklin (New Jersey E.U.A), Cusco (Perú), Cobalt District (Ontario Canadá) Schneeberg (Alemania).

**BREITAUPTITA**  
(Breithauptite, breithauptite, breithauptit)

Fórmula: NiSb  
Sistema: Hexagonal

P.E.: 7.93  
Dureza: 5-5.5

Poder reflector: 47.7 %

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural:

Color y pleocroísmo. Rosa violáceo. Más coloreado que la nicolita. Pleocroísmo fuerte y muy variable: blanco rosáceo a violeta rojizo.

Formas especiales: Se presenta en masas granudas reniformes, en dendritas o en formas arborescentes. No presenta crucero. Cristales xenomórficos.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte. Colores verde grisáceo, azul violáceo y rojo violáceo. Estructuras zonadas.

Reflexiones internas: No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

Nicolita, minerales de cobalto, níquel y plata, ulmanita, blenda y galena.

**CARACTERISTICAS ADICIONALES.**

Su composición química teórica es Ni = 32.8%; Sb = 67.2%. Su brillo metálico es muy fuerte. Cuando se fractura presenta un color rojo de cobre que cambia rápidamente a violeta o pardo rojizo.

La breitauptita presenta una dispersión anormal; su birrefringencia es netamente más grande por el amarillo que por el azul.

Las texturas zonadas son visibles a veces entre nícoles cruzados, por efecto del pleocroísmo de reflexión.

Los minerales tienden a formar granos idiomórficos aunque la breitauptita de Cobalt - City (Ontario) es alotriomórfica. El desarrollo de los granos es muy variable y pueden ser aciculares o tabulares.

En algunos minerales (Cobalt), la breitaupita está reemplazada por la plata nativa o por minerales de plata. En otros, Cagliari (Italia), adopta formas concéntricas junto con la plata nativa, la saflorita y a veces con la nicolita. Se han presentado 2 hipótesis para explicar esa estructura concéntrica: O bien hubo un depósito progresivo del centro a la periferia, o bien fué en sentido inverso, igual que sucede en las geodas.

Por otro lado, los cristales de breitaupita más cercanos al centro son muy pequeños y forman un agregado granular muy fino, mientras que los cristales de la zona periférica son mucho más gruesos y pueden presentar una disposición radial. Esto es exactamente lo contrario de lo que se observa en los reemplazamientos de cavidades.

La breitaupita puede confundirse con la nicolita, particularmente en algunas secciones donde no se observa la coloración violeta; pero el efecto de anisotropía, el pleocroísmo de reflexión y su dureza relativamente grande, hacen posible distinguirlas.

La breitaupita se encuentra en yacimientos formados a alta presión y temperatura; -- pero se desarrolla principalmente en los filones de la formación Co, Ni, Ag.

#### REACCIONES DE ATAQUE

Con ácido nítrico o con  $FeCl_3$  adquiere tonos irisados.

#### PRINCIPALES YACIMIENTOS

Hidrotermal. Andreasberg (Alemania), Cobalt City (Ontario Canadá).

MILERITA  
(Millerite, millerite, nickelkies)

Fórmula: Ni S  
Sistema: Hexagonal

P.E.: 5.45  
Dureza: 3 a 3.5

Poder reflector: 54.5%

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: Amarillo claro y puro. Con respecto a la calcopirita es más cremoso y más claro; con respecto a la pentlandita es más amarillo y sin tintes cafés. Pleocroismo débil de rosa pálido a rosa violáceo.

Formas especiales: Se presenta generalmente en agregados radiales o a veces granudos. Crucero variable.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte. Colores verde azulado, gris azulado y verde violáceo. Extinción recta incompleta. Maclas simples y compuestas frecuentes.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES

Pentlandita, pirrotita, pirita, blenda y calcopirita. También se encuentra asociada con cobalto y níquel. Además se presenta con ulmanita, hematita, magnetita y oro.

REACCIONES DE ATAQUE.

Con  $\text{HNO}_3$  se produce una débil efervescencia y un tono pardusco (esta reacción no siempre da resultado).

PRINCIPALES YACIMIENTOS

Mineral de baja temperatura o de alteración de otros minerales de níquel. Freiberg (Alemania), Gap mine (Pennsylvania, E.U.A) Orford Township (Quebec, Canadá).

**PENTLANDITA**  
(Pentlandite, pentlandite, eisen-nickelkies)

Fórmula:  $(\text{Fe}, \text{Ni})_9 \text{S}_8$   
Sistema: Isométrico

P.E.: 4.5 a 5  
Dureza: 3.5 a 4

Poder reflector: 45.6%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural

Color y pleocroísmo: blanco cremoso claro o amarillento con un tinte apenas perceptible de color pardo. Con respecto a la pirrotita es más claro, y ésta aparece pardusco con contraste; con respecto a la linneite es más oscuro y sin el tinte crema.

Formas especiales. Se presenta frecuentemente en una facies interdigital con la pirrotita. Presenta fractura concoidal. Se presenta también en cristales xenomórficos.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Isotrópico sin extinción completa. Se oscurece completamente entre -- nícoles cruzados. No presenta maclas ni estructuras zonadas. A veces puede presentar una cierta anisotropía. Puede reemplazar a la pirrotita y puede ser reemplazada por la calcopirita o la violarita.

Reflexiones internas: No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Pirrotita, calcopirita, bravoita, pirita, marcasita, magnetita, Ilmenita y cromita.

**CARACTERISTICAS ADICIONALES**

La pentlandita, se encuentra habitualmente en agregados granudos o en granos. Su crucero es perfecto, pero la pentlandita de Sudbury no lo presenta.

Su composición química teórica corresponde a la fórmula:  $2 \text{FeS} \cdot \text{NiS}$ . Microscópicamente pueden observarse maclas.

La pentlandita puede presentarse en exsoluciones o en inclusiones en la pirrotita. Estas inclusiones son descritas como pentlandita de 2a. generación y se presentan bajo la forma de "flamas" o de "pinceladas" insertadas en la pirrotita.

Cuando aparece como constituyente de minerales ricos de pirrotita, toma una forma alotriomórfica puesto que es más reciente que aquella. Así, adopta la forma de bandas o de reemplazamientos que se presentan como puntos entre los granos hipidiomórficos de pirrotita.

Más raramente, también puede ser más antigua que la pirrotita y forma entonces granos arredondados con tendencia a la forma octaédrica.

La primera etapa en la alteración de la pentlandita es su transformación en bravoita; en este caso se forman primeramente finos cordones de bravoita paralelos a las líneas de cruceo y más adelante todos los granos se transforman.

La formación de bravoita, que se produce con una débil contracción, está acompañada -en las pentlanditas primarias ricas en hierro- de la formación de muy pequeños granos arredondados de pirita o de marcasita.

En algunos yacimientos pueden observarse asociaciones orientadas entre la pentlandita y la calcopirita o entre aquella y la pirrotita.

La pentlandita está asociada en general a sulfuros de diferenciaciones magmáticas y los minerales que la acompañan son la pirrotita, la calcopirita, la magnetita, la ilmenita y los silicatos de gabros y noritas.

El examen microscópico de los minerales de pentlandita en la mayoría de los yacimientos estudiados, indican que el orden de cristalización es el siguiente:

**Pirrotita-pentlandita-calcopirita.**

La pentlandita se encuentra en la mayoría de los casos en forma de placas irregulares entre los cristales o entre los agregados de pirrotita, más raramente, en forma de vetillas.

La asociación característica de la pentlandita con la pirrotita y la calcopirita, es un elemento inconfundible para su identificación. Por otra parte la isotropía de la pentlandita permite distinguirla de la pirrotita.

La pentlandita tiene una gran importancia económica, porque alrededor del 90% de la producción mundial de níquel proviene de este mineral.

#### REACCIONES DE ATAQUE

Con  $\text{HNO}_3$  o agua regia la pentlandita se irisa en un ligero tono pardo amarillo.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS

Hidrotermal. Montchegorsk (U.R.S.S.) y Norilsk. Key West mine (Nevada, E.U.A.)  
Sudbury (Canadá), Yakobi Island (Alaska), Emory Creek (Colombia Británica.)

**CUBANITA**  
(Cubanite, Cubanite, Weisskupfererz)

Fórmula:  $\text{CuFe}_2\text{S}_3$  P.E. 4.6  
Sistema: Ortorrómbico Dureza: 3.5

Poder reflector: 41%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Color y pleocroismo: amarillo cremoso a amarillo rosáceo o pardusco. Más rosado -- con respecto a la calcopirita; con respecto a la pirrotita tiene un amarillo apenas mayor y un rosa apenas menor. Pleocroismo débil.

Formas especiales:

Se presenta en agregados granudos o en forma de pequeñas astillas en la calcopirita.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados:

Isotropía: Fuerte. Colores amarillo rosado, gris azulado, y café rosáceo. Finas ma clas laminares o de transformación.

Reflexiones internas: No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Intercrecimientos con calcopirita y pirrotita, bornita, blenda y galena, casiterita, wolframita. A veces se observan pseudomorfos de pirita como alteraciones de la cubanita.

**REACCIONES DE ATAQUE**

Con ácido nítrico adquiere un tono pardo claro (a veces). Con  $\text{HCl} + \text{CrO}_3$  se -- irisa. La ataca el  $\text{Cr}_2\text{K}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4$ .

**PRINCIPALES YACIMIENTOS**

Hipotermales y ambientes metamórficos. Barrancanao (Cuba) Morro Velho (Minas - Geraes, Brasil), Sudbury (Ontario, Canadá) Prince William Soud (Alaska). Freiberg (Alemania).

**COVELITA**  
(Covellite, covelline, Kupferindig)

Fórmula:  $CuS$

P.E.: 4.6 a 4.73

Dureza: 1.5 a 2

Poder reflector: 15.1 %

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz Natural.

Color y pleocroismo: El color pasa de un blanco azulado más claro que el de la calcocita, a un azul intenso, ligeramente violáceo, más oscuro que el de la calcocita.

Pleocroismo: Intenso y característico. (Las secciones basales son siempre azul índigo).

Formas especiales: Los cristales de covelita son muy raros. Es generalmente masiva - en masas granudas en forma de costras, etc.; cruceros hexagonales visibles en ocasiones.

Pulimiento: Muy bueno.

Nícoles cruzados:

Anisotropía: Muy fuerte. Colores de anaranjado fuerte a rojo pardusco, semejante a un incendio (en la covelita se presenta el fenómeno del "incendio de campo"). - Cuatro extinciones completas por cada giro de la platina. Maclas no observables.

Reflexiones internas: Apenas visibles, y solamente sobre las placas opacas.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Texturas de exolución, con calcocita, neodigenita y bornita. Reemplaza a la calcopirita y enargita. Se asocia con famatinita, estromeyerita, marcasita y tenorita.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con ácido nítrico adquiere un tono pardusco (a veces sin efecto). Con cianuro de potasio se presentan estelas rojo violetas o negras y hay un ataque profundo.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS**

Supergénico. Hipogénico. Zajecar (Servia, Yugoslavia) Sierra de Famatina (Argentina)

na), Butte (Montana, EUA), Sanger housen (Baden, Alemanĳa), Djeztazgan- (Perm, URSS).

**CINABRIO**  
(Cinnabar, Cinabre, Zinnober)

Fórmula: Hg S  
Sistema: Hexagonal

P. E.: 8.0-8.2  
Dureza: 2 - 2.5

Poder reflector: 26.3%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.**

Luz natural:

Color y pleocroismo: Gris azulado o blanquecino; más oscuro y azul con respecto a la galena.

Pleocroismo débil. (Sólo visible en aceite).

Formas especiales: Se presenta en agregados gruesos, a menudo granudos, o en — impregnación.

Pulimiento: Variable; puede ser bueno si no está asociado con minerales duros.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Media o muy elevada, aunque enmascarada por sus intensas reflexiones internas.

Reflexiones internas: Masivas y dobles de color rojo sangre brillante a bermellón.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

Enargita, famatinita, plata, pirita, calcopirita, tetraédrita y sulfuros de plata y zinc.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con agua regia hay efervescencia y un tono irisado.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS**

Hipotermal. Altai (Turquestán, U.R.S.S.) Hunan (China). Monte Avala (Belgrado, - Yugoslavia). Moschellandsberg (Bavaria, Alemania), Almaden (España). Huanacavelica (Perú), Coast Range California, EUA), Bramador (México).

**REJALGAR**  
(Realgar, réalgar, arsenblende)

Fórmula:  $As_2S_3$

P.E. 3.56

Sistema: Monoclínico

Dureza: 1.5-2

Poder reflector: 19 %

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Gris blanquecino a gris violeta. Más oscuro que el oropimente y el cinabrio y semejante a la blenda.

Pleocroismo débil.

Formas especiales: Se presenta en prismas o en masas y granudas compactas y terrosas. Fractura concoidal (se descompone lentamente a la luz).

Pulimiento: Malo.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte, pero enmascarada por sus intensas reflexiones internas.

Reflexiones internas: Masivas, de color anaranjado o rojo.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

Oropimente, estibinita, plomo, plata y oro.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

El ácido nítrico ataca al realgar sin cambiar su coloración. La potasa empaña y oscurece inmediatamente la superficie.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS.**

Hidrotermal. Kapnikbanya (Rumania) Schneeberg (Alemania), Pozzuoli (Italia), Ribuzen (Japón), Betchell Mine (Nevada, E.U.A.).

**OROPIMENTE**  
(Orpiment, orpiment, auripigment).

Fórmula:  $As_2S_3$   
Sistema: Monoclínico.

P.E. 3.49  
Dureza: 1.5 a 2

Poder reflector: 21.9%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Gris blanquecino o blanco amarillo-claro. Menos oscuro que el rejalgar y mucho menos oscuro que la blenda. Pleocroismo fuerte.

Formas especiales: Brillo adamantino o semimetálico. Crucero perfecto.

Pulimiento: Malo.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Enmascarada por sus intensas reflexiones internas.

Reflexiones internas: Muy fuertes, de color blanco a amarillo limón.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

Rejalgar, estibinita, arsénico y azufre nativos, marcasita, pirita, cuarzo, ópalo, calcita, yeso y barita.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con cianuro de potasio y sulfuro de amonio, quedan en evidencia las texturas.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS.**

Epitermal. (Mineral de alteración). Tajowa (Hungría), Kapnik (Rumania), Andreasberg (Alemania), Luceram (Francia), Kuriyama (Japón), Toorla County (Utha, EUA).

## ESTIBINITA.

(Stibinite, stibine, antimonglanz).

Fórmula:  $Sb_2 S_3$   
 Sistema: Ortorrómbico.

P.E.: 4.53-4.63  
 Dureza: 2

Poder reflector: 30-48%

## CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco a blanco grisáceo. Más oscuro y más cremoso que la galena; más oscuro y menos crema que la bismutinita; grisáceo con respecto al antimonio y más claro que la bournonita. Pleocroismo fuerte, en los tonos blanco grisáceo, gris opaco, y blanco puro.

Formas especiales: Estructura zonada en forma de cruces, a veces. Cristales bastante fibrosos, en agujas. Existen también agregados de cristales xenomórficos. Hay -- pseudomorfosis completa de estibinita en cervantita, sobre todo en climas tropicales.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Muy fuerte en los tonos azul, gris blanquecino, pardo, pardo amarillento y pardo rosado. Extinción recta. Macla polisintética. Zoneamiento a veces.

Reflexiones internas: No presenta.

## ASOCIACIONES FRECUENTES

Intercrecimientos con berthierita, pirargirita, y kemesita. Arsenopirita, enargita, - blenda, famatinita, tetraedrita, oro, alejandrita, antimonio, etc.

## REACCIONES DE ATAQUE.

Con hidróxido de potasio (KOH) adquiere un tono pardo inmediato. Con cianuro -- de potasio (KCN), hay un fuerte ataque con distintos colores. Con  $HNO_3$  hay un oscurecimiento inmediato.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Epitermal. Metasomatismo. Kuantung (China), Wolfsberg (Alemania), Puno (Perú), Ichinokawa (Japón), Pereta (Italia).

BISMUTINITA  
(Bismuthinite, bismuthine, wismutglanz)

Fórmula:  $\text{Bi}_2\text{S}_3$

P.E.: 6.78

Sistema: Ortorrómbico.

Dureza: 2

Poder reflector: 40-48 %

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco puro. Más oscuro y gris azulado con respecto al bismuto; más claro y un poco crema con respecto a la galena; más claro que la estibinita; gris azulado con respecto a la calcopirita. Pleocroismo débil de blanco azulado a blanco cremoso o amarillento.

Formas especiales: Se presenta en cristales fibrosos aciculares. A veces se presenta en agregados radiales o en masas granudas.

Pulimiento: Bueno y fácil.

Nícoles cruzados.

Anisotropía. Fuerte: de gris verdoso a amarillo pardusco o gris violeta. A veces, -extinción ondulante; maclas polisintéticas frecuentes.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES

Intercrecimientos con calcopirita, galena, argentita, estanita, calcocita y oro. Se asocia más con bismuto, arsenopirita, wolframita, scheelita, jamesonita, estibinita, cubanita, cuarzo y arseniuros de níquel y cobalto.

REACCIONES DE ATAQUE.

Con  $\text{HNO}_3$  hay efervescencia y la superficie se oscurece. Con agua regia la superficie queda pardusca. Con cloruro de mercurio, aparecen ligeras manchas pardas -- (a veces sin efecto).

PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Hidrotermal. Vetas. Cerro de Pasco (Perú), Guanajuato (México), Karamazar Oriental (Asia Central), Cornwall (Inglaterra), Delaware County (Pennsylvania, EUA).

PIRITA  
(Pyrite, Pyrite, Eisenkies).

Fórmula:  $Fe S_2$   
Sistema: Isométrico

P.E.: 5.05  
Dureza: 6-6.5

Poder reflector: 54%

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco con fuertes tintes amarillos claros y característicos. Es más amarillo que la marcasita; es más claro y menos amarillo que la calcopirita, - amarillo cremoso con un tinte pardusco con respecto a la arsenopirita; ligeramente - verdosa y un poco grisáceo con respecto a la plata.

Formas especiales: la pirita es frecuentemente automórfica y presenta entonces secciones cuadradas, rectangulares o poligonales. También puede ser xenomórfica, más o menos finamente granuda, fracturada, y corroida o esquelética. Crucero variable. Estructura zonada frecuente, revelada por ligeras diferencias de dureza o color, por inclusiones orientadas o por ataques microquímicos.

Pulimiento: Difícil y variable. Frecuente aspecto cacarizo.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Isotrópico o sub-isotrópico, sin extinción completa. A veces presenta - cierta anisotropía anormal producida por tensiones internas o por exceso de  $FeS$  o de  $As$ .

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES

Puede estar asociada con todos los minerales. Pero particularmente con: Blenda, calcopirita, galena, pirrotita, marcasita, limonita, tetraedrita, arsenopirita, enargita y bornita.

REACCIONES DE ATAQUE

Con ácido nítrico aparecen manchas pardo claro, a veces con ligera efervescencia. Con agua regia aparecen a veces manchas parduscas. Con ácido clorhídrico en proporción 1-5 y con un fragmento de ferrocianuro de potasio, se forma un abundante - precipitado azul, característico del hierro.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS

Hipogénica, Sedimentaria. Mineral presente en la mayoría de los yacimientos metálicos. Concepción del Oro, Fresnillo, Zac., Charcas, S.L.P., Las Truchas, Mich. - (México). Río Tinto (España), Mansfeld (Alemania), Schemnitz (Checoslovaquia), - Sudbury (Canadá), Meggen (Alemania), Minasragro (Perú), Chuquicamata (Chile).

**BRAVOITA**  
(Bravoite, bravoite, kobalt nickelpyrit)

Fórmula:  $(Ni, Fe)S_2$   
Sistema: Isométrico

P.E.: 4.62  
Dureza: 6

Poder reflector: 40 % (Varía de acuerdo con la composición química).

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Variable de acuerdo a la composición química, de amarillo rosado semejante al de la pirrotita a amarillo pardusco tendiendo al amarillo de la piritita. Más oscuro que la pentlandita.

Formas especiales: Pueden presentarse suaves escamas. Muy frecuentemente presenta una estructura zonada de acuerdo a las variaciones en la composición química. Las Bravoitas ricas en níquel se irisan al aire en tonos pardo violáceos.

Pulimiento: Mejor que el de la piritita.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Isotrópica.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Piritita, marcasita, pirrotita, pentlandita, siderita, calcopirita, y milenita.

**CARACTERISTICAS ADICIONALES**

La bravoita no es más que una piritita níquelífera, que en algunos casos presenta -- una considerable cantidad de cobalto. Su composición química promedio es: Ni 18.23%; Fe 29.46%; S 52.31%. A veces se presenta en piritoedros que poseen una importante textura zonada que aparece principalmente en secciones pulidas.

En ocasiones es posible observar en los contornos de los piritoedros unas zonas violáceas que alternan con otras zonas amarillo claro; algunos autores consideran que esas zonas violetas constituyen realmente la bravoita, mientras que las partes amarillas -- son pirititas níquelíferas.

Bajo el microscopio pueden observarse ciertos dodecaedros pentagonales que muestran maclas suaves. La textura zonada aparece en las bravoitas provenientes de reemplaza

mientos hidrotermales, y ese aspecto zonado se acentúa por las variaciones de tintes que resultan de las diferencias en el contenido de níquel).

Muy amenudo, las partes con el aspecto de la pirita se encuentran hacia el centro, mientras que las partes ricas en níquel se encuentran hacia el exterior.

La textura zonada también puede aparecer a causa de las diferencias de dureza de los constituyentes de la bravoita.

Las bravoitas formadas por la alteración de la pentlandita se constituyen en los bordes de pequeñas costras sobre las fisuras de los granos del mineral y parecen un agregado xenomórfico submicroscópico. En otras bravoitas, los cristales presentan una marcada tendencia a la textura automórfica.

La bravoita es un producto de baja temperatura, formada por la influencia de aguas superficiales o de aguas de circulación profunda.

#### REACCIONES DE ATAQUE.

Con ácido nítrico concentrado se desarrolla a veces la textura. Con ácido clorhídrico hay a veces un ligero ataque.

#### PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Epitermal. Mechernich (Alemania), Victoria Mine (Musen Alemania), Distrito de -- Cármenes (León, España), Mill Close Mine (Derbyshire, Inglaterra), Spirit Mountain (Alaska).

**COBALTITA**  
(Cobaltite, cobaltine, kobaltglanz)

Fórmula:  $\text{CoAs}_2\text{S}$   
Sistema: Isométrico

P.E.: 0.33  
Dureza: 5.5

Poder reflector: 51-52.5%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco con tintes rosas, más rosado con respecto a la arsenopirita y más blanco que la pirita. A veces hay un débil pleocroismo anormal.

Formas especiales: Se presenta a veces en cristales automórficos o esqueléticos con crucero visible o en agregados granudos. En otras ocasiones presenta una textura zonada que denota que la cobaltita se formó a baja temperatura. Por último, los agregados xenomórficos son también frecuentes.

Pulimiento: Malo, a diferencia de otros minerales de Ni - Co.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Presenta una muy débil anisotropía anormal con maclas y texturas zonadas variables.

Reflexiones internas: No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Lolingita, arsenopirita, escuterrudita, saflorita, ramelsbergita, nicolita, pirita, calcopirita, galena, blenda, cubanita, bismuto, molibdenita y grafito.

**CARACTERISTICAS ADICIONALES.**

El pleocroismo de reflexión que la cobaltita presenta a veces no es visible en el aire. Los efectos de anisotropía pueden verse claramente si hay una potente fuente de luz.

Aparentemente el color cambia de acuerdo con la antigüedad del pulido: Las superficies recientes son menos rosadas que las antiguas. Los cristales de cobaltita son paramorfos de una forma cúbica estable alrededor de los 800°C.

La cobaltita tiene una gran tendencia a formar, igual que la pirita, y la arsenopi-

rita, cristales automórficos. También constituye agregados xenomórficos donde los granos son arredondados y un poco dentados.

El tamaño de los granos es muy variable. Una parte de la cobaltita incluida en las safloritas de Cobalt City, es finamente cristalina.

Los reemplazamientos de cobaltita no son frecuentes; pero cuando se presentan, los minerales de reemplazamiento son la esmaltita, blenda, galena y calcopirita.

Su elevada dureza, su resistencia a los reactivos y su mal pulimiento, son fáciles - características de diagnóstico.

#### REACCIONES DE ATAQUE

El ácido nítrico la ataca débilmente. El permangano de potasio más ácido sulfúrico pone en evidencia la textura.

#### PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Hidrotermal. Pirometasomatismo. Cobalt (Ontario, Canadá), Ravenst Horpe (Australia) Boliden (Suecia), Rajputana (India).

GERSDORFITA  
(Gersdorffite, gersdorffite, nickelglanz)

Fórmula: Ni As S  
Sistema: Isométrico

P.E.: 5.6-62  
Dureza: 5.5

Poder reflector: ?

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco cremoso con ligeros tintes amarillos o rosa cremosos, -- más amarillo con respecto a la escuterrudita; más oscuro y rosa cremoso y menos -- amarillo con respecto a la pirita; crema rosado claro con respecto a la galena.

Formas especiales: Arreglos triangulares bastante raros, pero característicos. A menudo se presenta en cristales automorfos que muestran una textura zonada, manifestada por las diferencias de color y de dureza. Crucero a veces visible. Los cristales pueden ser esqueléticos o granudos.

Pulimiento: Excelente.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Isotrópico de extinción completa.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES

Ramelsbergita, cobaltita, lineita, arsenopirita, marcasita, nicolita, calcopirita, - blenda, oro. Sin embargo es un mineral bastante raro de filones cobalto-niquelíferos.

CARACTERISTICAS ADICIONALES

Los cristales de Gersdorfita no son variables; se presentan casi siempre en masas laminares o compactas.

Flörke señala que, por un ataque apropiado, puede notarse que algunas gersdorffitas están constituidas por innumerables maclas cúbicas y suaves de una modificación polimórfica igualmente cúbica; sin embargo, esta característica no es general.

La textura zonada puede ser reconocida frecuentemente sin necesidad de ataque, -- porque se manifiesta en forma de ligeras diferencias de dureza y color en los consti

tuyentes.

Algunos granos son exclusivamente automórficos; los de las gersdorfitas más recientes son xenomórficos.

Por otro lado, la gersdorfita puede confundirse con los sulfuros blancos del sistema cúbico.

Por último, a pesar de que la gersdorfita se presenta en los filones hidrotermales de temperaturas baja y media, también se ha encontrado en algunos yacimientos piro-metasomáticos.

#### REACCIONES DE ATAQUE.

Con ácido nítrico hay efervescencia y oscurecimiento de la superficie. Con permanganato de potasio en solución saturada, la superficie queda pardusca.

#### YACIMIENTOS MINERALES.

Hipotermal y Mesotermal. Subury (Ontario, Canadá, Phoenixville (Pennsylvania, -- EUA), Müsen, (Alemania, Styria (Austria).

**LOLINGITA**  
(Loellingite, Löllingite, Arsenkeisen)

Fórmula: Fe As<sub>2</sub>  
Sistema: Ortorrómbico

P.E.: 7.2 - 7.49  
Dureza: 5 - 5.5

Poder reflector: 53.8 - 56%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco con un suave tinte amarillento. Menos amarillo que la arsenopirita; semejante a la ramelsbergita. Pleocroismo débil de blanco azulado a blanco amarillento.

Formas especiales: Se presenta en cristales automórficos, a veces en arreglos de -- agregados radiales o granudos. Texturas zonadas, desarrolladas por ataques. No -- presenta crucero.

Pulimiento: Muy bueno, pero muy tardado de obtener.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte (mayor que la de la saflorita). Color amarillo-anaranjado, pardo rojizo, azul, verde, gris acero (en posición de máxima liminosidad, el color varía en tonos azules). Maclas simples y compuestas frecuentes.

Reflexiones internas: No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

Nicolita, discrasita, arsénico, blenda, uraninita arsenopirita, cobaltita, galena, ramelsbergita, escuterrudita, pirita, saflorita, pirrotita, etc.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con HNO<sub>3</sub> adquiere un tono pardo o irisado, generalmente sin efervescencia; además la textura queda en evidencia. Con Fe Cl<sub>3</sub> al 20%, adquiere un tono pardo -- permanente después de un minuto.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS.**

Mesotermal, Pirometamorfismo. San Bernardo, (México) Andalucía (España), Chañarcillo (Chile) Potosí (Bolivia), Franklin (New Jersey, EUA), Lölling (Carinthia, Austria), Andreas

berg (Alemania), Cornuailles (Francia).

**SAFLORITA**  
(Safflorite, Safflorite, Arsenkobaiteisen)

Fórmula: (Co, Fe) As<sub>2</sub>  
Sistema: Ortorrómbico

P.E.: 7.2  
Dureza: 4.5-5

Poder reflector: 57%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

Color y pleocroísmo: Blanco puro con tintes azulados. Blanco con respecto a la ramelsbergita y al bismuto; blanco grisáceo con respecto a la plata. Pleocroísmo muy débil.

Formas especiales: Presenta texturas zonadas y a veces en forma de estrellas. Habitualmente masiva y raramente en cristales prismáticos.

Pulimiento: Bueno. Pero a veces puede aparecer una textura zonada.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte. Colores: Azul, amarillo y marrón.

Reflexiones internas: No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Arseniuros de níquel-cobalto, nicolita, breitaupita, lolingita, arsenopirita, bismuto, lineita.

**REACCIONES DE ATAQUE**

Con ácido nítrico hay un ataque profundo y una efervescencia, alrededor de un minuto. Con cloruro férrico se presenta un ataque muy lento, en más o menos diez minutos.

**CARACTERISTICAS ADICIONALES**

La saflorita, junto con la ramelsbergita, constituyen los extremos de una serie limitada de cristales mixtos. Las propiedades ópticas varían de acuerdo a la composición química; por ejemplo, las safloritas ricas en hierro presentan un fuerte pleocroísmo. También algunos tipos pueden ser isotrópicos.

Las safloritas ricas en cobalto presentan maclas en forma de horquillas; las que -- son ricas en níquel pueden presentar maclados múltiples con elementos alargados.

La forma de los granos es muy variable y tiende frecuentemente a adoptar la forma de cristales automórficos.

La saflorita forma a veces agregados radiales con la esmaltita. También se presenta en cristales aislados en los que la parte central está constituida por bismuto u otros minerales.

En los yacimientos de Cobalt (Ontario, Canadá) es posible observar una textura -- concéntrica debida posiblemente, a fenómenos de precipitación rítmica.

La saflorita y la ramelsbergita se forman, en ocasiones, a expensas de la esmaltita y la cloantita.

La saflorita puede confundirse con la arsenopirita y la lolingita. Pero la arsenopirita es más dura y más difícil de pulir y la lolingita presenta raramente la textura zonada, siendo atacada más lentamente por el ácido nítrico. Además, las texturas macladas y los agregados en forma de estrella de la saflorita son muy característicos.

La saflorita se presenta principalmente en los filones hidrotermales de la formación cobalto-níquel-plata.

La paragénesis de la saflorita-ramelsbergita es: Esmaltita, nicolita, breitaupita, -- plata, bismuto, argentita, platas rojas y platas negras.

#### PRINCIPALES YACIMIENTOS

Hidrotermal. Schneeberg (Alemania), Cobalt City (Ontario, Canadá), Tunaberg -- (Suecia), Chañarcillo (Chile).

**RAMELSBERGITA**  
(Rammelsbergite, Rammelsbergite, Weissnickelkies)

Fórmula:  $NiAs_2$   
Sistema: Ortorrómbico

P.E.: 7.0-7.2  
Dureza: 5.5 - 6

Poder reflector: 60 %

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco puro. Amarillento con respecto a la saflorita; blanco con respecto a la arsenopirita, bismuto y nicolita. Pleocroismo muy débil.

Formas especiales: Cristales fibrosos en agregados radiales o en alternancia con la nicolita y la ramelsbergita (estructura de "erizo de mar"). Agregados finamente - cristalizados, menos frecuentes. A veces se presentan agregados granudos.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte. Colores rosa, café, verde y azul. Maclas frecuentes simples y laminares. Intercrecimientos eventuales, con nicolita o escuterrudita.

Reflexiones internas: No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Breitaupita, cobaltita, gersdorfitita, arsenopirita, nicolita, escuterrudita, lineita, estefanita, polibasita, pirargirita y bismuto.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con ácido nítrico hay una fuerte efervescencia y un ennegrecimiento inmediato.  
Con cloruro férrico, toma un color pardo claro a pardo oscuro.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS.**

Mesotermal. Vetas. Schneeberg (Alemania), Cobalt City (Ontario, Canadá), Ait - Ahname (Marruecos).

**MARCASITA**  
(Marcasite, Marcassite, Markasit)

Fórmula: Fe S<sub>2</sub>  
Sistema: Ortorrómbico

P.E. 4.887  
Dureza: 6 - 6.5

Poder reflector: 51.5 - 52 %

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.**

Luz natural.

Color y Pleocroísmo: Blanco amarillento, con puntos rosas a amarillo verdosos. --  
Más claro que la pirita; gris con tintes verde azulados en relación a la plata. --  
Pleocroísmo fuerte de amarillo pardusco a amarillo verdoso.

Formas especiales: Se presenta generalmente en depósitos colofomes con cristales automórficos, aciculares con agregados radiales. Crucero a veces visible. En ocasiones, presenta una textura de "Ojo de Perdiz" con la pirita, por alteración de la pirrotita.

Pulimiento: Bueno, pero se pule con dificultad.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Muy fuerte. Colores: azul verdoso, verde manzana verde amarillento, púrpura, gris violeta (esto, cuando empieza a transformarse en pirita). Maclas y texturas zonada frecuentes.

Reflexiones internas: No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Estanita, esternbergita, arsenopirita, pentlandita, calcopirita, pirita, pirrotita, y blenda

**REACCIONES DE ATAQUE**

Con ácido nítrico hay una muy ligera efervescencia y adquiere un tono café. Lo mismo sucede con agua regia. Con ácido sulfúrico y permanganato de potasio, queda en evidencia la textura.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS.**

Epítermal. Sedimentario. Freiberg (Alemania), Galena (Illinois, EUA), Cap Blanc-Nez (Francia), Guanajuato (México).

**ARSENOPIRITA**  
(Arsenopyrite, Mispíquel, Arsenkies)

Fórmula: Fe As S  
Sistema: Monoclínico

P.E.: 5.92 - 6.2  
Dureza: 5.5 - 6

Poder reflector: 50 - 52.4 %

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

**Color y pleocroismo:** Blanco con ligeros tintes amarillos o cremas. Blanco con -- respecto a la pirita; crema en relación a la saflorita y a la lolingita; amarillo - muy claro en relación a la galena y a la blenda; blanco oscuro con respecto a la plata. Pleocroismo débil.

**Formas especiales:** Se presenta generalmente en cristales automórficos romboédricos, a veces esqueléticos, o en agregados granudos. Forma generalmente un agregado monomineral donde los granos son xenomórficos. No se presenta el crucero.

**Pulimiento:** Muy bueno.

Nícoles cruzados.

**Anisotropía:** Fuerte, en los tonos azul verdoso, amarillo pardusco tendiendo a rojo. Se observan texturas zonadas. Puede presentarse en intercrecimientos con pirita y lolingita. Maclas laminares frecuentes.

**Reflexiones internas:** No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Pirita, lolingita, blenda, calcopirita, tetraedrita, estanita, boulangerita, galena, casiterita y minerales de bismuto, cobalto, níquel y cobre.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con ácido nítrico hay a veces una ligera efervescencia y se produce un tono irrisado o pardo oscuro. Con agua regia se presenta lentamente un tono pardo oscuro.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Pirometasomatismo. Hipotermalismo. Mapimí (Durango, México), Schwarzenberggebiet (Alemania), Morro Velho (Brasil), Andreasberg (Alemania), Totigi (Japón), - São João Gonzão (Portugal), Oruro (Bolivia), Cobalt City (Ontario, Canadá).

**MOLIBDENITA**  
(Molybdenite, Molybdénite, Molybdänglanz)

Fórmula:  $\text{Mo S}_2$   
Sistema: Hexagonal

P.E. 4.73  
Dureza: 1 - 1.5

Poder reflector: 15 - 35 %

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco grisáceo; más claro que el grafito. Pleocroismo fuerte. De blanco puro a gris azulado.

Pulimiento: Difícil, sobre todo si se presenta en láminas grandes.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte en tonos de blanco rosado a azul oscuro (con los nícoles ligera mente cruzados presenta un color azul). Extinción recta, pero los cristales son a veces curvos y presentan extinción ondulante. Aspectos maclados frecuentes.

Reflexiones internas: No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

Casiterita, Wolframita, blenda, cubanita, galena, piritita, calcopiritita, magnetita, bismutita.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Ningún reactivo conocido tiene efecto.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS.**

Hidrotermal. Neumatolítico. Pirometasomático. Sahuaripa (Sonora, México), Sudbury (Canadá), Mangualde (Portugal), Wolfram (Australia), Azegour (Marruecos), Zinwald (Checoslovaquia), Kawachi (Japón), Ricran (Perú).

WOLFRAMITA  
(Wolframite, Wolframite)

Fórmula: (Fe, Mn) WO<sub>4</sub>  
Sistema: Monoclínico

P.E.: 7.5  
Dureza: 5 - 5.5

Poder reflector: 18.1 %

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz natural.

Color y Pleocroísmo: Gris. Semejante a la blenda; apenas más oscuro en relación a la magnetita; más claro con respecto a la casiterita; gris pardusco, en relación a la calcopirita. Pleocroísmo débil.

Formas especiales: Textura zonada frecuente y cristales tabulares automórficos bastante frecuentes. Crucero apenas visible.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Débil a media, conforme aumenta el contenido de manganeso. Gris oscuro a veces con tintes violetas o verdes. Extinción oblícua. Frecuentes maclas polisintéticas.

Reflexiones internas: Inexistentes en las wolframitas ferríferas; pero a medida que aumenta el contenido de manganeso, se presentan constantes reflexiones rojo parduscas a rojo sangre.

ASOCIACIONES FRECUENTES

Arsenopirita, calcopirita, casiterita.

REACCIONES DE ATAQUE.

No reacciona con ningún reactivo.

PRINCIPALES YACIMIENTOS

Neumatolíticos. Schlaggenwald (Checoslovaquia), Felsöbánya (Rumania), Sierra Almagra (España) Oruro (Bolivia), Cerro de Pasco (Perú).

CALAVÉRITA  
(Calaverite, Calavérite )

Fórmula:  $AuTe_2$   
Sistema: Monoclínico

P.E.: 9.22 - 9.26  
Dureza: 2.5 - 3

Poder reflector: 63.2 %

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS.

Luz natural.

Color y Pleocroísmo: Blanco cremoso o amarillento. Más claro y amarillo rosado - que la piritita, la galena y la silvanita. Pleocroísmo débil.

Formas especiales: Cristales laminares sin crucero.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Débil y variable. Colores gris pardusco o verdoso. Extinción oblicua. Maclas no observables la mayor parte del tiempo.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES.

Freibergita, oro, telurios de oro y plata, sulfuros de fierro, cobre, plomo, zinc, etc.

PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Epitermal. Mesotermal. Calaveras County (California, EUA), Kalgoorlie (Australia), Antamok (Mountain Province, Filipinas), Kirkland Lake (Ontario, Canadá).

SILVANITA  
(Sylvanite, Sylvanite, Weissgolderz)

Fórmula: (Ag, Au) Te<sub>2</sub>  
Sistema: Monoclínico

P.E.: 8.161  
Dureza: 1.5 - 2

Poder reflector: 56.3 %

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco crema. Crema más claro en relación a la galena; más oscuro con respecto a la calaverita. Pleocroismo débil y variable, de blanco cremoso claro a pardo claro.

Formas especiales: Cristales a veces esqueléticos a tabulares. Masas granudas. Puede presentar dos cruceros en ángulo recto.

Pulimiento: Fácil y bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Muy fuerte. Color de gris claro a pardo oscuro. No presenta extinción bajo luz blanca. Maclas laminares.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES

Galena, argentita, oro y otros teluros (calaverita, krenerita, altaita); además: pirita, cuarzo, calcedonia, fluorita y carbonatos.

REACCIONES DE ATAQUE.

El ácido nítrico "tuesta" a la silvanita, pone en evidencia los dos cruceros y produce una superficie vermiculada.

PRINCIPALES YACIMIENTOS

Epitermal. Mesotermal. Kalgoorlie (Australia), Nagyag (Transilvania), Calaveras County (California, EUA), Bigston Bay (Canadá).

ESCUTERRUDITA  
(Skutterudite, Skuttérudite, Skuterudit)

Fórmula:  $(\text{Co}, \text{Ni}) \text{As}_3$

P.E.: 6.5 - 6.9

Sistema: Isométrico.

Dureza: 5.5 - 6

Poder reflector: 55.4 %

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS.

Luz natural.

Color y pleocroísmo: Variable según la composición química: Algunas zonas son de color blanco amarillento a blanco cremoso y otras son blanco grisáceo a blanco azulado. Amarillento con respecto a la ramelsbergita y a la saflorita; blanco en comparación con el bismuto, la cobaltita y la pirita; blanco amarillento en comparación con la galena; gris azulado con respecto a la plata.

Formas especiales: Cristales automórficos o agregados granudos. Texturas zonadas frecuentes manifestadas por diferencia de dureza o de color, desarrolladas por ataque químico. Cristales zonados bastante frecuentes.

Pulimiento: Muy bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Isotrópico de extinción completa. Puede presentar intercrecimientos, con ramelsbergita, saflorita, nicolita y bismuto.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES

Ramelsbergita, saflorita, cobaltita, nicolita, arsenopirita, gersdorffita, oro, plata, bismuto, arsénico, etc.

REACCIONES DE ATAQUE.

Con ácido nítrico hay un ataque lento que produce una superficie rugosa (hay ligera efervescencia en las partes ricas en níquel). Con cloruro férrico hay un ataque débil.

PRINCIPALES YACIMIENTOS

Mesotermal. Pirometamorfismo. Skutterud (Noruega), Cobalt City (Ontario, Canadá), Jachimov (Checoslovaquia), Schneeberg (Alemania), Turtmanthal (Suiza, Gunnison County (Colorado, EUA).

## S U L F O S A L E S

Polibasita.  
(Polybasite, Polybasite, Eugnglanz)

Fórmula:  $(Ag, Cu)_{16} Sb_2S_{11}$   
Sistema: Monoclínico

P.E. 6.0-6.2  
Dureza: 2 - 3

Poder reflector: 34 %

## CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: gris blanquecino a verdoso con tintes verde azulado. Más - oscuro con relación a la galena; semejante a los cobres grises; semejante o más - oscuro que la argentita; más oscuro y pardusco que la pirargirita, y la estefanita. Pleocroismo muy débil.

Formas especiales: Cristales laminares con estriaciones triangulares. En ocasiones - se presenta masiva.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Débil, enmascarada frecuentemente por sus reflexiones internas: Pueden observarse intercrecimientos mirmequíticos con la estefanita, pirargirita y galena.

Reflexiones internas: Color rojo sangre oscuro, visibles frecuentemente.

## ASOCIACIONES FRECUENTES.

Estefanita, pirargirita, galena, arsenopirita, pirita, calcopirita, blenda, oro, plata, argentita.

## REACCIONES DE ATAQUE

Con cianuro de potasio hay un ennegrecimiento. La polibasita se irisa rápidamente a la luz.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS

Epitermal. Teletermal. Durango, Zacatecas, Guanajuato, Bramador, Las Chiapas y - Arizpe (Sonora). Sabinal (Chihuahua), Sierra de Juárez (Oaxaca), todos en México. - Jachimov (Checoeslovaquia), Andreasberg (Alemania), Cobalt City (Ontario Canadá), Tres Puntas (Chile).

PEARCEITA  
(Pearceite, Pearceite, Arsenopolybasit)

Fórmula:  $(Ag, Cu)_{16}As_2S_{11}$   
Sistema: Monoclínico.

P.E.: 6.15  
Dureza: 3

Poder reflector: 30.2 %

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: Grisáceo, más oscuro que la galena. Pleocroismo débil.

Formas especiales: Se presenta en prismas tabulares pseudo-hexagonales con tres sistemas de estrías.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte. Colores azul verdoso, púrpura y pardo oscuro. Puede presentar texturas mirmequíticas con la estromeyerita.

Reflexiones internas: En ocasiones se presentan con un color oscuro.

ASOCIACIONES FRECUENTES

Estromeyerita; galena, westerbergita, uraninita, pirita, calcocita, blenda, enargita, etc.

REACCIONES DE ATAQUE

Se altera rápidamente a la luz.

PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Epitermal. Sierra Mojada (Coahuila, México), Arqueros (Chile), Schemnitz (Checoslovaquia), Tarragona (España), Distrito Tintic (Utah, EUA).

**ESTEFANITA**

(Stephanite, Stéphanite, Tigererz)

Fórmula:  $Ag_5 Sb S_4$   
Sistema: OrtorrómbicoP.E.: 6.2 - 6.3  
Dureza: 2 - 2.5

Poder reflector: 29.7 %

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco grisáceo con tonos rosa violáceos. Gris rosado comparado con la galena; rosa claro con respecto a la polibasita; rosa violáceo levemente más claro en relación a la argentita; grisáceo con respecto a la pirargita. Pleocroismo débil.

Formas especiales: La estefanita se presenta en cristales xenomórficos, prismáticos o -- pseudo hexagonales.

Pulimiento: Bueno y fácil.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte o media. Del violeta oscuro al gris verdoso. Fina macla polisintética. Las secciones basales son isotrópicas.

Reflexiones internas: No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Platas rojas y negras, piritita, blenda, calcopiritita, pirargiritita, discrasita y los arseniuros de fierro, níquel y cobalto.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con cianuro de potasio la superficie adquiere tonos gris oscuro o negro. Con hidróxido de potasio se presentan tonos irisados o negros. Con cloruro de mercurio se produce un tono de irisado a pardo. Se altera lentamente a la luz.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS**

Supergénico. Zacatecas, Arizpe, Guanajuato y Sultepec (México) Vihnye (Hungría), Guadalajara (España), Chañarcillo (Chile), Austin (Nevada, EUA), Cobalt City (Ontario Canadá), Polquechaca (Bolivia), Kongsberg (Noruega).

**PIRARGIRITA**  
(Pyrrargyrite, Pyrargyrite, Dunkles)

Fórmula:  $Ag_3 Sb S_3$   
Sistema: Hexagonal

P.E.: 5.8 - 5.86  
Dureza: 2.5

Poder reflector: 30.9 %

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Gris azulado claro. Gris azulado con respecto a la galena, ligeramente más claro que la proustita; azulado con respecto a la miargirita. Pleocroismo débil.

Formas especiales: Texturas zonadas que se observan por ataque químico. Cristales prismáticos.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte. Colores gris claro o gris oscuro. Maclas laminares bastante frecuentes. Puede presentar intercrecimientos mirmequíticos con galena, polibasita, tetraedrita y calcopirita.

Reflexiones internas: Bastante frecuentes en colores de rojo claro a rojo carmín -- oscuro.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Galena, polibasita, tetraedrita, calcopirita, pirita, blenda, bournonita, boulangerita, plata, estefanita y arseniuros de níquel, cobalto y hierro.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con cianuro de potasio adquiere rápidamente un tono de pardo a gris oscuro. Con cloruro de mercurio adquiere lentamente un tono pardo. Es atacada rápidamente por la luz, según la orientación del cristal.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS**

Epitermal. A veces supergénico. Guanajuato, Guanaceví, Durango, (México), Colquechaca (Bolivia), Chañarcillo (Chile), Guadalajara, (España).

**PROUSTITA**  
(Proustite, Proustite, Lichtes Rothgültigerz)

Fórmula:  $Ag_3 As S_3$   
Sistema: Hexagonal

P.E.: 5.57  
Dureza: 2 - 2.5

Poder reflector: 27 - 29.9 %

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Gris azulado blanquecino. Levemente más oscuro con respecto a la pirargirita; gris azulado (o azul grisáceo) con respecto a la blenda. Pleocroismo fuerte y variado: de blanco amarillento a gris azulado oscuro.

Formas especiales: Cristales xenomórficos asociados a la galena en intercrecimientos micromérficos. Megascópicamente es granuda, masiva, en cruces o dendritas.

Pulimiento : Fácil y bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte en tonos grises, enmascarada por intensas reflexiones internas. Frecuentemente pueden presentarse maclas y texturas zonadas.

Reflexiones internas: Bastante fuertes de color rojo sangre a rojo escarlata o amarillento.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Pirargirita, galena, freibergita, plata, arsénico y arseniuros de níquel, cobalto y fierro.

**REACCIONES DE ATAQUE**

Con cianuro de potasio aparecen manchas grises o negras. Con cloruro de mercurio aparecen manchas pardas. El ácido nítrico la ataca fuertemente y desarrolla figuras de corrosión. Se altera rápidamente a la luz.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS**

Epitermal. A veces supergénico. Zacatecas, Batopilas, Guanajuato, (México), -- Příbram (Checoslovaquia), Cobalt City (Ontario Canadá), Andreasberg (Alemania), Chañarcillo (Chile), Alsacia (Francia).

## COBRES GRISES: TETRAEDRITA Y TENANTITA.

Fórmula:  $(\text{Cu}, \text{Fe})_{12} (\text{As}, \text{Sb})_4 \text{S}_{13}$   
 Sistema: Isométrico

P.E.: 4.97  
 Dureza: 3 - 4.5

Poder reflector: 28.8 - 32 %

### CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

#### Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco grisáceo con un tinte olivo (más o menos verdoso o pardusco) característico. Gris pardusco o verdoso con respecto a la galena; más claro que la blenda; olivo con respecto a la calcocita; gris azulado en relación a la calcopirita.

Formas especiales: Presentan cristales tetraedrales o cúbicos. Megascópicamente son masivos o compactos y granudos. No presentan crucero y su fractura es concoidal.

Pulimiento: Bueno.

#### Nícoles cruzados.

Anisotropía: Isotrópico de extinción completa. Pueden presentar pequeñas inclusiones de exsolución de blenda, calcopirita, estanita, pirrotita, arsenopirita, pirita, galena y pirargirita. También pueden presentar texturas gráficas de exsolución con la galena, la calcopirita y la bornita.

Reflexiones internas: Bastante raras de color pardo rojizo.

### ASOCIACIONES FRECUENTES

Además de las mencionadas, se asocian con: jamesonita, bismuto, bismutinita wolframita, casiterita, realgar y todos los sulfuros de cobre.

### REACCIONES DE ATAQUE

Con ácido clorhídrico o con agua regia quedan en evidencia las texturas.

### PRINCIPALES YACIMIENTOS

Hidrotermal. Pirometasomático, Guanajuato y Mina Caridad, Sonora (México), Zinnwald (Alemania) Gardsjön (Suecia), Pulacayo, Oruro y Potosí (Bolivia), Huallanca, Cerro de Pasco, Morococha y Casapalco (Perú), Tres Puntas y San Antonio (Copiapo, Chile).

FAMATINITA  
(Famatinite, Famatinite, Antimonluzonit)

Fórmula:  $Cu_3 Sb S_4$   
Sistema: Ortorrómbico

P.E.: 4.52  
Dureza: 3.5

Poder reflector: 26.2 %

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: Pardo anaranjado a gris violeta. Pardusco con respecto a la enargita; rosa violáceo con respecto a los cobres grises. Pleocroismo medio.

Formas especiales: Cristales raros. Crucero no observable.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Muy elevada. Colores pardo y gris verdoso. Ocasionalmente presenta extinción oblícua. Frecuentes maclas polisintéticas (Carlsbad albita).

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES

Bismutinita enargita, cobres grises, piritita, calcopirita, barita y cuarzo.

REACCIONES DE ATAQUE.

Con cianuro de potasio hay un ataque rápido que pone en evidencia la textura.

PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Mesotermal. Pórfidos cuarcíferos. Sierra de Famatina (La Rioja, Argentina), Cerro de Pasco (Perú), Matrabánya (Hungría).

**ENARGITA.**  
(Enargite, enargite)

Fórmula:  $Cu_3 As S_4$   
Sistema: Ortorrómbico

P.E.: 4.4 - 4.5  
Dureza: 3

Poder reflector: 28 %

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Gris rosado a pardo rosado luminoso. Blanco rosado con respecto a la bornita; rosa pardusco con respecto a la calcocita; rosa azulado y menos pardo con respecto a la famatinita; gris pardusco con respecto a la galena. - Pleocroismo débil.

Formas especiales: Crucero visible que le dá a la superficie un aspecto de duela apollada. Textura zonada desarrollada por ataque químico.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte, en los tonos azul, rojo y naranja. Extinción recta. Raras maclas - debidas a defectos en el pulimiento.

Reflexiones internas: Poco frecuentes, de color rojo oscuro.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Pirita, calcopirita, blenda, arsenopirita, famatinita, marcasita, jamesonita, bornita, galena y pirargirita.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con cianuro de potasio se verifica un rápido ataque y la superficie adquiere tonos verdes y pardos; además, quedan en evidencia las texturas zonadas y el crucero.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS**

Mesothermal. Supergénico. Mina Caridad (Sonora), Las Chiapas y Milpallas (Chihuahua), en México. Bor (Yugoeslavia), Chuquicamata (Chile), Butte (Montana, EUA).

JORDANITA  
(Jordanite, Jordanite)

Fórmula:  $Pb_{14}As_7S_{24} (?)$   
Sistema: Monoclínico

P.E.: 6.33 - 6.42  
Dureza: 3

Poder reflector: 38 %

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco con un tinte rosa. Ligeramente más oscuro que la galena. Pleocroismo apenas visible.

Formas especiales: Cristales muy raros, tabulares y a veces, pseudo hexagonales. -- Puede presentarse masiva reniforme o en lechos finamente estratificados del tipo -- "escalenoblenda" (Depósitos rítmicos de origen coloidal, en presencia de soluciones sobresaturadas). Crucero perfecto.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: variable a fuerte. Colores gris, azul, violeta y pardo rosado. Maclas frecuentes.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES

Otras sulfosales de plomo, cobre y plata.

REACCIONES DE ATAQUE.

El hipoclorito de sodio ataca la superficie en cuatro segundos y ésta adquiere un color amarillo.

PRINCIPALES YACIMIENTOS

Epitermal. Binnental (Suiza), Nagyág (Rumania), Mina Yunosawa (Aomori, Japón).

## BOURNONITA

(Bournonite, bournonite, Antimonbleikupferblende)

Fórmula: Pb Cu Sb S<sub>3</sub>

P.E.: 5.8 - 5.86

Sistema: Ortorrómbico

Dureza: 2.5 - 3

Poder reflector: 35.5 %

## CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: Es un mineral blanco grisáceo con un ligero tinte azul o azul verdoso. Más oscuro y verde azulado comparado con la galena; azul más claro -- con respecto a los cobres grises; más oscuro que la boulangerita. Pleocroismo leve.

Formas especiales: Cristales pseudocúbicos con facies frecuentemente estriadas. -- Masiva, compacta y raramente granuda.

Pulimiento: Muy bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Débil. Colores azul pálido, gris verdoso, amarillo pardusco, pardo oscuro y púrpura. Frecuentes y características maclas polisintéticas, que aparentan dos sistemas perpendiculares y que le dan un aspecto cuadrículado a la sección.

Reflexiones internas: No son reconocibles con seguridad.

## ASOCIACIONES FRECUENTES

Galena, cobres grises, calcopirita, boulangerita, estibinita, jordanita, arsenopirita, calcocita, covelita, plata y bismuto.

## REACCIONES DE ATAQUE

Con agua regia hay un ataque muy rápido y la superficie adquiere un tono de gris púrpura a irisado.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS

Hidrotermal. Nagyág (Rumania), Andreasberg, Clausthal y Neudorf (Alemania), Almaden (España) Minas de Pontgibaud (Puy-de-Dôme, Francia), Machacamarca (Bolivia), - Distrito Recuay (Perú), Huasco y Atacama (Chile).

## BOULANGERITA.

(Boulangerita, boulangerite, antimonbleibende).

Fórmula:  $Pb_5 Sb_4 S_{11}$   
Sistema: MonoclínicoP.E: 5.9 - 6.2  
Dureza: 2.5 - 3

Poder reflector: 39.4 %

## CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroísmo: Blanco con tintes verde-azulosos. Más oscuro y gris verdoso que la galena; más oscuro y menos pleocroico que la jamesonita; ligeramente más claro y bastante menos pleocroico que la estibinita. Pleocroísmo débil: De blanco grisáceo, a veces azulado, a gris verdoso.

Formas especiales: Cristales en agujillas, tabulares, o en inclusiones en los minerales acompañantes. Agregados fibrosos o granulares. Crucero Variable.

Pulimiento: Bueno y fácil.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte (variable según Schneiderhöhn). Colores de pardo marrón a gris azulado. Extinción recta. No presenta texturas zonadas ni maclas. Texturas gráficas con la galena.

Reflexiones internas: Débiles y apenas visibles.

## ASOCIACIONES FRECUENTES

Galena, blenda, bournonita, calcopirita, estanita, tetraedrita, pirargirita, arsenopirita, pirargirita, arsenopirita, pirrotita, marcasita.

## REACCIONES DE ATAQUE

Con ácido nítrico hay efervescencia y ennegrecimiento. Con agua regia sucede lo mismo, pero con mayor rapidez.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS

Hipotermal. Mesotermal. San Antonio y El Triunfo (Baja California, México), Distrito de Nerchinsk (URSS), Moliérs (Francia), Trepca (Yugoeslavia), Tampillo (Perú).

**MIARGIRITA.**

(Miargyrite, Myargyrite, Silberantimonglanz)

Fórmula:  $\text{Ag Sb S}_2$ 

P.E.: 5.1 - 5.3

Sistema: Monoclínico

Dureza: 2 - 2.5

Poder reflector: 34 %

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.**Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco. Más oscuro y gris verdoso que la galena; más claro que la pirargirita; más claro y azulado con respecto a los cobres grises; más claro en relación a la freibergita. Pleocroismo ligero, no siempre presente, de blanco a gris azulado.

Formas especiales: Masivo o en forma de tabletas.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte, pero enmascarada por sus reflexiones internas. Colores gris claro, gris azulado y pardo. Maclas raras.

Reflexiones internas: Raras, de color rojo frambuesa.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Pirargirita, freibergita, blenda, arsenopirita, polibasita, galena, cobres grises, bournonita, lolingita, ramelsbergita.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con cianuro de potasio, la superficie adquiere lentamente, una tonalidad gris-negra. Con hidróxido de potasio, adquiere rápidamente un tono irisado y a los tres minutos hay un fuerte ataque.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS**

Hidrotermal. Sombreroete (Zacatecas) y Sierra de Catorce (San Luis Potosí) en México. Clausthal (Alemania), Hiendelaencina (Guadalajara, España); Tres Puntas, - Atacama y Huantajaya (Chile), Potosí, Oruro y Tatasi (Bolivia).

LORANDITA  
(Lorandite, Lorandite)

Fórmula:  $Tl As S_2$   
Sistema: Monoclínico

P.E.: 5.53  
Dureza: 2 - 2.5

Poder reflector: 24 %

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz natural.

Color y Pleocroismo: Gris azulado. Muy semejante a la pirargirita; más claro que el rejalgar. Pleocroismo débil.

Formas especiales: Cristales prismáticos "achaparrados", estriados, con un buen cruero y en forma de tabletas.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte. Enmascarada por intensas reflexiones internas.

Reflexiones internas: Intensas, en diversos tonos de rojo.

ASOCIACIONES FRECUENTES

Rejalgar, estibinita, oropimente, pirita, barita.

PRINCIPALES YACIMIENTOS

Epitermal. Allchar (Salónica, Macedonia), Mina Rambler (Wyoming, EUA).

## JAMESONITA.

(Jamesonite, Jamesonite, Querspiessglanz)

Fórmula:  $Pb_4 Fe Sb_6 S_{14}$ 

P.E.: 5.63

Sistema Monoclínico

Dureza: 2.5

Poder reflector: 37.7 %

## CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco. Blanco con ligero tinte verde - o sensiblemente idéntica, según la orientación del mineral-, con respecto a la galena; blanco más -- claro, a veces verdoso, en comparación con la estibinita. Pleocroismo fuerte de - blanco amarillo-verdoso a gris amarillo verde-oliva.

Formas especiales: Cristales en forma de agujillas finas; se presenta frecuentemente en filamentos sedosos o en masas fibrosas. Crucero paralelo a la elongación de los cristales generalmente visible.

Pulimiento: Bueno y fácil.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte. Colores gris, pardo, marrón, azul claro y azul oscuro. Marcas polisintéticas frecuentes que forman láminas paralelas a la elongación de los cristales.

Reflexiones internas: No presenta.

## ASOCIACIONES FRECUENTES

Galena, blenda, pirargirita y cobres grises. Arsenopirita, pirrotita, marcasita, pirita, calcopirita, casiterita, etc.

## REACCIONES DE ATAQUE

Con ácido nítrico o clorhídrico, la superficie se "tuesta" lentamente. Con potasa se produce una superficie irisada, que al lavarse vuelve a ser brillante

## PRINCIPALES YACIMIENTOS

Epi y mesotermal. Teletermal. Zimapán (Hidalgo, México), Cornwall (Inglaterra), Andreasberg y Wolfsberg (Alemania), Felsobánya (Rumania), Monte Avala (Belgrado, Yugoslavia), Valencia y Alcántara (Extremadura, España), Cerro de Ubina, Potosí, Bolivia), Sierra de los Angulos (Argentina).

ANDORITA.  
(Andorite, Andorite, Webnerite)

Fórmula:  $Pb Ag Sb_3 S_6$   
Sistema: Ortorrómbico

P.E.: 5.33 - 5.37  
Dureza: 3 - 3.5

Poder reflector: 36 %

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco. Más oscuro y ligeramente verde azulado respecto a la galena; más oscuro y azulado con respecto a la bismutinita; semejante o, a veces, más oscuro que la jamesonita. Pleocroismo débil (?).

Formas especiales: Cristales prismáticos o tabulares y estriados. Masiva. Crucero no observable.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Débil. Frecuentes maclas polisintéticas, en ocasiones dobles.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES

Freibergita, arsenopirita, piritita, blenda, galena, casiterita, estanita, estibinita, pirargirita, rejalgar, plata, etc.

REACCIONES DE ATAQUE

Con agua regia, la superficie es fuertemente atacada y se ennegrece. Se oscurece rápidamente a la luz.

PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Epitermal. Felsöbánya (Rumania), Oruro y Potosí (Bolivia), Mina Keyser (Nevada, EUA).

**BERTHIERITA**  
(Berthierite, Berthierite, Eisenantimonglanz).

Fórmula:  $\text{Fe Sb}_2 \text{S}_4$   
Sistema: Ortorrómico

P.E. 4.64  
Dureza: 2 - 3

Poder reflector: 34 %

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco grisáceo o pardusco. Pleocroismo muy fuerte: de rosa pardusco (semejante al de la pirrotita) a blanco grisáceo o blanco.

Formas especiales: Cristales aciculares. Agregados aciculares, fibrosos, radiales y eventualmente granudos. Crucero no reconocible.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte, con colores similares a los de la estibinita (azul, gris, pardo y rosa), pero menos vivos.

Reflexiones internas: No presenta

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Estibinita, calcopirita, piritita, pirrotita, arsenopirita, cuarzo, arseniuros de Ni-Co-Fe y sulfosales de plata.

**REACCIONES DE ATAQUE**

La potasa (KOH) produce a veces una superficie irisada (a diferencia de la estibinita, que se "tuesta" de inmediato).

**PRINCIPALES YACIMIENTOS**

Epitermal. San Antonio (Baja California México), Freiberg (Alemania), Arandyidka (Hungría), Kouloudjoun (URSS), Padstow (Cornwall, Inglaterra).

## OXIDOS SIMPLES

## CUPRITA.

(Cuprite, Cuprite, Rothkupfererz)

Fórmula:  $Cu_2O$   
 Sistema: Isométrico

P.E.: 6.14  
 Dureza: 3.5 - 4

Poder reflector: 27.7 %

## CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroísmo: Gris blanquecino con tintes azules. Azul verdoso sucio con respecto a la calcocita; azul verdoso con respecto al oligisto. Muy débil pleocroísmo anormal.

Formas especiales: Cristales automórficos octaédricos o en agujillas; en ocasiones se presentan agregados filamentosos. Crucero raramente visible.

Pulimiento: Bastante bueno, aunque pueden ocurrir algunos desgarramientos.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Ligera, en las tonalidades comprendidas entre el verde olivo y el gris azulado oscuro. (Algunos autores reportan una fuerte anisotropía anormal).

Reflexiones internas: Fuertes y características de color rojo sangre intenso.

## ASOCIACIONES FRECUENTES

Goethita, calcocita, covelita, bornita, calcopirita, piritita, marcasita, cobre nativo, malaquita, azurita, crisocola, tenorita.

## REACCIONES DE ATAQUE

Con ácido nítrico hay efervescencia y un depósito de cobre que puede ser fácilmente limpiado. Con cianuro de potasio hay un ennegrecimiento. Con ácido clorhídrico o con ioduro férrico hay un ennegrecimiento inmediato, fácilmente limpiable.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS

Zona de oxidación. Cananea (Sonora, México), Bogoslvsck, Nizhne Tagilsk (Montes Urales, URSS), Rheinbreitbach (Alemania). Chessy (Lyon, Francia), Cornwall (Inglaterra), Coro-Coro (Bolivia), Andacollo Chile, Mina Copper Queen (Arizona EUA).

**ZINCITA.**  
(Zincite, Zincite, Rothzinkerz)

Fórmula:  $ZnO$   
Sistema: Hexagonal

P.E.: 5.64 - 5.68  
Dureza: 4

Podér reflector: Débil

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Pardo rosáceo claro. Pleocroismo muy débil.

Formas especiales: Megascópicamente presenta crucero perfecto, fractura concoi-  
dal y lustre subadamantino. Usualmente es masiva y compacta, pero también se -  
presenta en forma granular y en masas irregulares arredondeadas.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Débil, pero enmascarada por sus reflexiones internas.

Reflexiones internas: Frecuentes, de amarillo a rojo carmín o rojo escarlata.

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

La zincita ocurre frecuentemente con willemita y franklinita en calcita.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS**

Oxidación. Franklin y Sterling Hill (New Jersey, EUA), Oikusz (Polonia), Pater-  
na (Almería, España).

**TENORITA**  
(Tenorite, Tenorite, Schwarzkupfer)

Fórmula: CuO  
Sistema: Monoclínico

P.E.: 5.8 - 6.4  
Dureza: 3.5

Poder Reflector: 21.1%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco grisáceo claro. Pardo, sin tono azul, con respecto a la cuprita; pardusco en relación a la calcocita; más claro y gris amarillento con respecto a la goethita. Pleocroismo débil.

Formas especiales: Los cristales se presentan en agujillas, agrupadas en ocasiones en agregados esferulíticos. También puede presentarse en agregados granudos.

Pulimiento: Medio.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte. Colores azules a crema grisáceos. Extinción oblicua incompleta. Maclas laminares frecuentes.

Reflexiones internas: No presenta.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

Cuprita, limonita, óxidos de manganeso, crisocola, malaquita, azurita, calcocita, cerusita. etc.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con ácido nítrico se forma lentamente una mancha parda (a veces no hay reacción). Con ácido clorhídrico aparece una mancha café, pudiendo desarrollarse la textura acicular. Con cloruro férrico también aparece una mancha parda muy ligera.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS.**

Oxidación. Oravicza y Rézbánya (Rumanía), Río Tinto, Linares, Andalucía y Burgos (España, Cobja (Bolivia), Cuquicamata (Chile), Bisbee (Arizona, EUA.).

## OLIGISTO.

(Oligisto, Oligiste, Haematites)

Fórmula:  $\text{Fe}_2 \text{O}_3$   
Sistema: HexagonalP.E.: 5.26  
Dureza: 5 - 6

Poder Reflector: 27.2%

## CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Luz natural.

Color y pleocroismo: Gris claro con tintes azules. Blanco en relación a la ilmenita o a la magnetita; blanco brillante con respecto a la goethita y a la lepidocrocita; gris azulado con respecto a la pirita; pardusco en relación a la calcocita, blanco en relación a la cuprita. Pleocroismo de reflexión muy débil.

Formas especiales: Cristales tabulares automórficos. Agregados radiales de cristales aciculares o fibrosos (que indudablemente provienen de una pseudomorfosis).

Pulimiento: Bastante bueno; menos fácil que el de la magnetita o el de la ilmenita.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Media, en los tonos gris azulado y gris amarillento. Maclas frecuentes.

Reflexiones internas: Poco visibles en el aire y más conspicuas en aceite o en secciones mal pulidas. Color rojo oscuro.

## ASOCIACIONES FRECUENTES.

Puede presentarse en martitización (arreglos rectangulares de un mineral en otro) con la magnetita. También en intercrecimientos de exsolución con la ilmenita produciendo las hematitas titaníferas. Además, puede asociarse con rutilo, óxidos de hierro, carbonatos de hierro, etc.

## REACCIONES DE ATAQUE.

Ningún reactivo funciona. Sin embargo, el ácido fluorhídrico concentrado puede desarrollar la textura.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS

Oxidación. Sedimentario. Mina del Diablo (Durango, México), Ekaterinburg (Montes Urales, URSS), Dognácska (Rumania), Zillertal (Austria) Estrómboli (Islas Lípati, - Italia), Minas Geraes (Brasil), Distrito Mayarí (Cuba).

## ILMENITA

(Ilmenite, Ilménite, Titaneisen)

Fórmula Fe Ti O<sub>3</sub>  
Sistema: HexagonalP.E.: 4.68-4.76  
Dureza: 5 - 6

Poder Reflector. 19.4%

## CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz natural.

Color y pleocroísmo: Pardo blanquecino, luminoso y oscuro, con tintes rosa violáceos o grisáceos. Más oscuro que la magnetita; más claro que la blenda; pardo rojizo claro con respecto a la cromita; mucho más oscuro que el oligisto. Pelocroísmo débil.

Formas especiales: Megascópicamente se presenta compacta y masiva con sus granos acomodados en lechos.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Media (o variable). Colores del gris verdoso al gris pardusco. Extinciones ondulantes en ocasiones.

Reflexiones internas: Raras. En las ilmenitas magnesíferas son de color pardo oscuro; en las manganesíferas son de color rojo.

## ASOCIACIONES FRECUENTES.

Exsoluciones en láminas con el oligisto. Inclusiones de magnetita, hematita y rutilo. También se asocia con calcopirita y bornita.

## REACCIONES DE ATAQUE.

Solo en ácido sulfhídrico más ácido sulfúrico ataca a la ilmenita.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Oxidación. Hidrotermal. Kishengark (India), Miask (Montes Urales, URRS), Cornwall (Inglaterra), Binnental (Suiza), Saint Christopher (Francia), Val Malenco (Lombardía, Italia).

**BRAUNITA.**  
(Braunite, Braunite, Hartbraunstrin)

Fomula:  $(Mn, Si)_2 O_3$

P. E.: 4.72 - 4.83

Sistema: Tetragonal

Dureza: 6 - 6.5

Poder Reflector : 20.1%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Gris blanquecino, con matices pardos. Menos pardo que la magnetita; mucho más oscuro que la pirolusita; más oscuro que elpsilomelano. Análoga, - pero sin pleocroismo, a la magnetita y a la housmanita. Pleocroismo muy débil.

Formas especiales: Cristales automórficos y octaédricos en agregados.

Pulimiento: Bueno, pero tardado de obtener.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Muy débil, visible solamente en inmersiones. Maclas no laminares, raramente observables.

Reflexiones internas: Muy raramente observables, de color pardo oscuro.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

Psilomelano, manganita, pirolusita, polianita, hausmanita y barita.

**REACCIONES DE ATAQUE**

Con cloruro estanoso ( $Sn Cl_2$ ), se produce una empañadura permanente, en alrededor de cuatro minutos. Con agua oxigenada hay una débil efervescencia, sin ataque. Con cloruro estanoso y ácido clorhídrico, la superficie adquiere un tono pardo y es fuertemente atacada en unos cuatro minutos.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS**

Hidrotermal. Metamorfismo. Saint Marcel (Francis), Minas de Jacobsberg (Distrito de Nordmark, Suecia), Kacharwaki (India), Miguel Burnier (Minas Geraes, Brasil), - - Nombre de Dios (Panamá), Mina Spillet (Texas, EUA).

**RUTILO.**  
(Rutile, Rutile, Eisenhaltiges titanerz)

Fórmula:  $TiO_2$   
Sistema: Tetragonal

P. E.: 4.21 - 4.25  
Dureza: 6 - 6.5

Poder Reflector: 2.9%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.**

Luz natural.

Color y pleocroísmo: Gris claro con tintes azules. Muy semejante a la magnetita y a la cromita; sin el tono pardo de la ilmenita; azul rosado con respecto al oligisto y a la goethita. Pleocroísmo débil, visible solamente en aceite.

Formas especiales: En ocasiones es automorfo. Agregados de cristales en agujillas paralelas. Crucero frecuente visible.

Pulimiento: Bueno.

Nicoles cruzados:

Anisotropía: Media (o variable). Colores enmascarados por las reflexiones internas. Frecuentes maclas laminares y polisintéticas.

Reflexiones internas: Abundantes y conspicuas. Colores amarillo claro, pardo rojizo oscuro, rojo fuego y anaranjado.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

Ilmenita, oligisto, magnetita.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Ningún reactivo tiene efectos positivos.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS.**

Hidrotermal. Metamórfico. Ekaterinburg (Montes Urales, URSS). En la región alpina de Suiza, Francia, Italia y Alemania. Minas Geraes y Bahía (Brasil), N'Dacire -- (Congo Francés), Blumberg (Australia), Vermont y Waterbury, (EUA).

PIROLUSITA (POLIANITA)  
(Pyrolusite, Pyrolusite, Weichmangan)

Fórmula:  $MnO_2$   
Sistema: Tetragonal

P.E.: 4.992  
Dureza: 6 - 6.5

Poder Reflector: 31 - 42%

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz natural.

Color y pleocroísmo: Blanco con fuertes tonos amarillos. Más claro y cremoso con respecto a la galena. Pleocroísmo débil.

Formas especiales: Agregados muy finos que parecen isotrópicos. Frecuentemente, se presenta en agregados finamente granudos mostrando prismas irregulares intercrecidos. Crucero frecuente correspondiente a la dirección del máximo poder reflector de las secciones (es decir, paralelamente al eje cuaternario).

Pulimiento: Medio y difícil de obtener.

Nicoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte, en los tonos amarillo, pardo amarillento, azul verdoso y gris "ardiente". Extinción recta. Maclas bastante frecuentes, simples o polisintéticas.

Reflexiones internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES.

Manganita, psilomelano, braunita, magnetita y oligisto.

REACCIONES DE ATAQUE.

Con cloruro férrico en ácido clorhídrico hay un ennegrecimiento rápido. Con el cloruro de estaño hay un ennegrecimiento instantáneo (a diferencia de los otros óxidos de manganeso). Con agua oxigenada hay efervescencia sin ataque. Con agua oxigenada más ácido sulfúrico se produce una tonalidad negra.

PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Oxidación. Sedimentario. Elgersburg y Vorderehrendorf (Alemania), Andalucía y Cataluña (España), Costa de Oro (Africa) Minas Geraes (Brasil), Patten (Checoslovaquia).

WAD DE MANGANESO  
(Wad o Bog Manganese, Wad, Schwarzer Glaskopf)

Fórmula: Óxido de manganeso amorfo.

P.E.: 2.8 - 4.4

Sistema: Sin cristalización.

Dureza 6.5

Poder Reflector: Aproximadamente 25%

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS.

Luz natural.

Color y pleocroísmo: Crema pálido. No presenta pleocroísmo.

Formas especiales: Finos agregados anedrales.

Pulimiento: Medio. Presenta algunas rayaduras.

Nícoles cruzados.

Anisotropía; Isotrópico sin extinción completa. Algo de anisotropía debido a cristales microcristalinos, de azul pálido a rosado.

Reflexiones Internas: No presenta.

ASOCIACIONES FRECUENTES.

Pirolusita, psilomelano. Se asocia también con rodocrosita, manganosiderita, manganita, rodonita, espesartita y otros minerales de manganeso, de los cuales es una alteración.

REACCIONES DE ATAQUE.

Con agua oxigenada se produce una ligera efervescencia sin ataque profundo. Con cloruro estano (SnCl<sub>2</sub>) en un medio clorhídrico, hay un ligero ennegrecimiento y aparecen manchas irisadas en la superficie.

PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Xuchilapa (Oaxaca, México), Ilfeld (Alemania), Telemarken (Noruega), Smyrna - (Turquía), Kara-Chagyr (Fergana, URSS), Leadhills (Escocia), Distrito Queluz (Minas Geraes, Brasil), Oriente y Santa Clara (Cuba). Oxidación.

NOTA.- El Wad es un nombre genérico aplicado a sustancias cuyo principal constituyente es el hidróxido de manganeso oxidado y cuya verdadera identidad no es conocida. Las sustancias incluidas bajo este nombre están sumamente mezcladas y se componen básicamente de pirolusita y de psilomelano, en material enriquecido con bario. Las características microscópicas aquí anotadas, son resultado de la observación directa, por lo que deben tomarse con las reservas del caso.

**CASITERITA**  
(Cassiterite, Cassitérite, Kassiterit)

Fórmula:  $\text{SnO}_2$   
Sistema: Tetragonal

P.E.: 7 - 7.04  
Dureza: 6 - 7

Poder Reflector: 12.9%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Gris claro. Más oscuro que la blenda y que la wolframita. Pleocroismo débil.

Formas especiales: Crucero imperfecto e invariable. Puede presentar un **zoneamiento** regular o una distribución segmentaria de color en secciones delgadas. En éstas también se han observado halos pleocroicos. En secciones pulidas se han observado zonas bandeadas de crecimiento.

Pulimiento: Malo.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Media (o variable), enmascarada por sus reflexiones internas. Maclas frecuentes, simples o laminares.

Reflexiones internas: Frecuentes, en los tonos blanco o amarillo claro a amarillo pardusco.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

Puede contener pequeñas inclusiones de columbo tantalita,  $(\text{Fe, Mn})\text{O}(\text{Ta, Nb})_2\text{O}_5$ , ligeramente más claras que la casiterita. También se asocia con: Pirita, arsenopirita, blenda, wolframita, turmalina, topacio, cuarzo, fluorita, lepidolita, mo libdenita, bismutinita, etc.

**REACCIONES DE ATAQUE**

Los reactivos usuales no tienen efecto. Sin embargo, una gota de ácido clorhídrico con un fragmento de zinc, produce una película de estaño metálico después de cinco minutos; el estaño puede disolverse con ácido nítrico y la superficie aparecerá atacada.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS.**

Hidrotermal. Metasomático. Lander County (Nevada, EUA), Península Seward - - (Alaska, EUA) Altemberg (Alemania), Galicia y Asturias (España), Cornwall (Inglaterra), Kokieu (Provincia de Yunan, China).

## OXIDOS CON URANIO, TORIO Y ZIRCONIO.

## URANINITA.

(Uraninite, Uraninite, Uranpecherz.)

Fórmula:  $UO_2$ 

P.E.: 36 - 10 - 95

Sistema: Isométrico.

Dureza: 5.5

Poder Reflector: 16%

## CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz natural.

Color y pleocroismo: Gris claro con matices pardos. Ligeramente más oscuro que la magnetita; Más claro que la pechblenda (Se considera la pechblenda como un óxido de uranio masivo, de origen coloidal).

Formas especiales: Presenta un textura zonada que puede quedar en evidencia por inclusiones orientadas. Se presenta en cristales automórficos, cúbicos.

Pulimiento: Bastante malo.

Nícoles cruzados.

Anisotropía Isotrópico.

Reflexiones internas: Difíciles de encontrar y de color pardo muy oscuro.

## ASOCIACIONES FRECUENTES.

Pechblenda, piritita, arsenopiritita, casiterita, cobaltita, galena, carbonatos, barita, fluorita. También: Zircón, tumalina, monacita, material carbonoso, micas, feldespatos.

## REACCIONES DE ATAQUE.

Con ácido nítrico se produce tonos pardos (a veces sin efecto). Con cloruro férrico se presentan manchas pardas que al secarse dejan una coloración de pardo a gris.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Hidrotermal. Pegmatitas. Placer de Guadalupe (Chihuahua, México), Grafton Center (Canadá), Morogoro (Africa Oriental), Cornwall (Inglaterra) Annaberg (alemania), Chornaya Salma (URSS), Pichhli (Bengala, India).

## HIDROXIDOS Y OXIDOS QUE CONTIENEN HIDROXILOS.

### LEPIDOCROCITA (Lepidocrocite, Lepidocrocite, Lepidokrokit)

Fórmula:  $\text{FeO} (\text{OH})$

P.E.: 4.05 - 5.03

Sistema: Ortorrómbico

Dureza: 5

Poder Reflector: Alrededor de 20%

### CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

#### Luz natural.

Color y pleocroismo: Gris bastante claro. Más claro y más blanco en relación a la goethita; ligeramente verdoso con respecto al oligisto. Pleocroismo de reflexión débil, apenas visible en aceite.

Formas especiales: Cristales laminares o tabulares en la goethita.

Pulimiento: Bueno.

#### Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte en tonos grises.

Reflexiones internas: Poco abundantes, de color rojo.

### ASOCIACIONES FRECUENTES.

Goethita (casi siempre ocurren juntas).

### REACCIONES DE ATAQUE.

El cloruro de estaño desarrolla la textura. Todos los demás reactivos no tienen efecto.

### PRINCIPALES YACIMIENTOS

Oxidación. Mina Eisenzeche (Alemania), Rancié y Chizeuil (Francia), Trosna (URSS), Easton Pennsylvania, (EUA).

**MANGANITA.**  
(Manganite, Manganite, Braunmanganerz)

Fórmula:  $MnO(OH)$   
Sistema: Monoclínico

P.E.: 4.32 - 4.34  
Dureza: 4

Poder Reflector: 19 - 34.4%

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco grisáceo a gris pardusco. En las secciones paralelas a la elongación el pleocroismo es conspícuo; en las otras hay un pleocroismo débil.

Formas especiales: Cristales en agujillas o cristales prismáticos, en arreglos de copos con estructura radial. Cruceros observables en las secciones basales.

Pulimiento: Variable: Los cristales no alterados pueden dar un buen pulido; no sucede lo mismo con los alterados quienes presentan rayaduras.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte, en los tonos gris azulado a gris amarillento, en las secciones paralelas a la elongación. Estos colores son diferentes a los que presentan los otros minerales de manganeso. Extinción recta. Maclas raras.

Reflexiones internas: De color rojo sangre. Bien visibles en inmersiones o en las secciones paralelas a la cara (010).

**ASOCIACIONES FRECUENTES**

Pirolusita (que es el mineral en que se altera), barita, calcita, siderita, braunita, hausmanita, goethita, psilomelano, barita, limonita.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Con cloruro de estaño puede presentar un ennegrecimiento. Con agua oxigenada más ácido sulfúrico hay un débil ataque y pueden desarrollarse los cruceros de las secciones basales.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS.**

Epitermal. Ilfeld (Alemania), Lauron y d'Aure (Francia), Cornwall, Egremont y Exeter (Inglaterra), Distrito Changpin (Peiping, China), Mina Jackson (Michigan, EUA).

## PSILOMELANO.

(Psilomelane, Psilomelane, Schwarzer Glaskopf)

Fórmula: Ba Mn Mng  $O_{16}(OH)_4$  P.E.: 4.7 - 4.72  
 Sistema: Ortorrómbico Dureza: 5 - 6

Poder Reflector: Variable, pero se considera entre el 25 y el 35%. Por regla general, el poder reflector en dirección paralela al eje cuaternario es superior al poder reflector en dirección perpendicular a este eje.

## CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz natural.

Color y pleocroismo: Blanco grisáceo. La coronadita es blanca, con pleocroismo variable. La holandita es ligeramente amarillenta y apenas pleocroica (la holandita y la coronadita pertenecen a la misma serie del psilomelano). pleocroismo bastante -- fuerte.

Formas especiales: A veces, cristales en muy finas agujillas, agrupados en agregados radiales.

Pulimiento: Muy variable.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte en los tonos blancos, azules o amarillos.

Reflexiones internas: Sumamente raras.

## ASOCIACIONES FRECUENTES.

Pirolusita, goethita, limonita, hausmanita, calcofanita y braunita.

## REACCIONES DE ATAQUE.

Con cloruro de estaño ocurre un ennegrecimiento. Con ácido nítrico hay un ataque ligero con un tono pardo.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Supergénico. Romanèche, Saone-et-Loire (Francia) Schneeberg (Alemania), Salm Chateau (Otterez, Belgica), Tekrasai (Provincias Centrales, India), Tucson, (Arizona, -- EUA).

## OXIDOS MULTIPLES.

## GOETHITA.

(Goethite, Goethite, Brauneisenstein)

Fórmula:  $H Fe O_2$   
Sistema: Ortorrómico.P. E.: 4.27 - 4.30  
Dureza: 5 - 5.5

Poder Reflector: 16.1%

## CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz natural.

Color y pleocroismo: Gris oscuro a gris claro con tintes azules. Netamente azul - con respecto a la blenda; Mucho más oscuro que el oligisto; más oscuro que la lepidocrocita. Pleocroismo variable.

Formas especiales: Texturas zonadas sobre los cristales gruesos. Agragados radiales de finos cristales aciculares.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Fuerte en los tonos gris azulado o amarillento, pardusco y gris verdoso. A Veces enmascarada por las reflexiones internas.

Reflexiones internas: Abundantes, de color pardo amarillento a pardo rojizo (más abundantes en la goethita criptocristalina).

## ASOCIACIONES FRECUENTES.

Intercrecimientos con el oligisto; principal constituyente de la limonita. Psilomelano, pirolusita, manganita, calcita, cuarzo, lepidocrocita y minerales arcillosos.

## REACCIONES DE ATAQUE.

Los reactivos clásicos son inofensivos. Sin embargo, según Schneiderhohn, el cloruro de estaño pone en evidencia la textura.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Oxidación. Sedimentario. Nassau (Westplalia, Alemania), Alsacia (Francia), Lago Onega (URSS), San Antonio y Coquimbo (Chile), Mayarí en la Provincia Oriental y San Felipe en la Provincia de Camaguey (Cuba).

## MAGNETITA.

(Magnetite, Magnetite Magneteisenstein)

Fórmula: Fe Fe<sub>2</sub> O<sub>4</sub>  
 Sistema: Isométrico.

P.E.: 5.175  
 Dureza: 5.5. - 6.5

Poder Reflector: 21.1% Magnética.

## CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz natural.

Color y pleocroismo: Gris con un ligero tinte pardo (éste puede pasar a rosa pardusco por adición de titanio, o a verde amarillento por adición de manganeso). Más oscuro y netamente pardo con respecto al oligisto; más claro y menos rosado que la ilmenita; más claro que la blenda.

Formas especiales: Frecuentes cristales automórficos octaédricos, en agregados granudos. Textura zonada desarrollada por ataque. Crucero generalmente no visible.

Pulimiento: Medio; a veces, bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Isotrópico. Las magnetitas titaníferas presentan una ligera anisotropía a normal; esas magnetitas son realmente un mineral de transición entre la ilmenita y la magnetita. Maclas laminares, debidas a variaciones en la composición química.

Reflexiones internas: No presenta.

## ASOCIACIONES FRECUENTES:

Exsolución y pseudomorfosis con el oligisto ("martita"). Exsoluciones con la ilmenita.

## REACCIONES DE ATAQUE.

Con ácido clorhídrico más cloruro estanoso se produce un tono gris pardusco y se desarrollan los límites de los cristales (a diferencia de la braunita que adquiere un tono pardo neto y de la pirolusita y el psilomelano que cambian a negro).

## PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Pirometasomático. Magmático. Cerro del Mercado (Durango, México), Kiruna, Gellivare, Norberg y Persberg (Suecia), Frediksvärn (Noruega), Magnetigora (Montes Urales, URRS), Siebengebirge (Alemania), Oravicza (Hungría), Traversella (Italia).

**CROMITA.**  
(Chromite, Chromite, Chromeisenstein)

Fórmula:  $(Fe, Mg) (Cr, Al Fe)_2 O_4$   
Sistema: Isométrico

P.E.: 4.1 - 4.9  
Dureza. 5.5

Poder Reflector: 12.1-16.1% (según la composición química).

**CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.**

Luz natural.

Color y pleocroismo: Gris blanquecino u oscuro, con tintes pardos. Más oscuro - que la magnetita; más oscuro que la ilmenita, la cual parece rojo pardusco por - contraste; similar a la blenda.

Formas especiales: Texturas zonadas bastante frecuentes (las zonas externas son en tonces ricas en hierro y la cromita puede estar rodeada de una banda de magnetita). Los cristales son a veces automórficos con formas arredondeadas. Fracturas frecuentes. Crucero apenas visible, en ocasiones reemplazado por intercalaciones.

Pulimiento: Bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Isotrópico con oscurecimiento completo entre nícoles cruzados.

Reflexiones internas: Pardo rojizo, visibles sobre todo en los extremos de la serie rícos en magnesio y en aluminio.

**ASOCIACIONES FRECUENTES.**

La cromita se presenta raramente asociada, pero cuando lo hace sus acompañantes más comunes son: magnetita, ilmenita, oligisto, pirrotita, olivino, piroxeno, nicolita, etc.

**REACCIONES DE ATAQUE.**

Todos los reactivos usuales carecen de efecto.

**PRINCIPALES YACIMIENTOS.**

Hidrotermal. Pirometamorfismo. Smyrna y Brussa (Asia Menor), Distrito Selukwe (Rodesia del Sur). Gassin (Departamento de Var, Francia), Ramberget (Hestmand, Noruega), Uskub (Yugoeslavia), Ferdinandovo (Bulgaria).

## HAUSMANITA.

(Hausmannite, Hausmannite, Scharfmanganerz)

Fórmula:  $Mn Mn_2 O_4$ 

P.E.: 4.83 - 4.856

Sistema: Tetragonal

Dureza: 5.5

Poder Reflector: 19.6%

## CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS.

Luz natural.

Color y pleocroismo: Gris, Similar a la braunita, pero sin tinte pardo; similar a la magnetita. Pleocroismo débil, visible solamente en aceite, en tonos grises.

Formas especiales: Se presenta generalmente en forma masiva y granular. En ocasiones en octaedros tetragonales.

Pulimiento: Bastante bueno.

Nícoles cruzados.

Anisotropía: Media y brillante en los tonos pardo amarillento, amarillo, gris claro o gris azulado. Extinción poco clara. Maclas frecuentes.

Reflexiones internas: Color rojo sangre oscuro, o pardo rojizo, observables sobre todo en inmersiones y en las secciones basales.

## ASOCIACIONES FRECUENTES.

Mineral bastante raro de yacimientos manganésiferos. Asociado con: Braunita, magnetita, hematita, barita, psilomelano, pirofusita, etc.

## REACCIONES DE ATAQUE.

Con ácido clorhídrico aparecen manchas de color pardo claro (a veces sin efecto). Con cloruro de estaño o con agua oxigenada más ácido sulfúrico, hay un ennegrecimiento y se desarrollan finas estrías. Con agua oxigenada hay efervescencia sin ataque.

## PRINCIPALES YACIMIENTOS.

Hidrotermal. Pirometamórfico. Ohrenstock, Iffeld (Alemania), Valle de Averser - - (Graubunden, Suiza), Valle de Aosta (Turín, Italia), Jakobeny (Bukovino, Bulgaria), Granau, Aberdeenshire, Cumberland (Inglaterra), Jacobsberg (Suecia), Miguel Burnier (Minas Geraes, Brasil).

## INDICE ALFABETICO

<u>Mneral</u>	<u>Fórmula</u>	<u>Pág.</u>
Alabandita	$MnS$ . . . . .	16
Algodonita	$Cu_6 As$ . . . . .	8
Andorita	$Pb Ag Sb_3 S_6$ . . . . .	61
Antimonio	$Sb$ . . . . .	4
Argentita	$Ag_2 S$ . . . . .	10
Arsenopirita	$Fe As S$ . . . . .	41
Berthierita	$Fe Sb_2 S_4$ . . . . .	62
Berzelianita	$Cu_2 Se$ . . . . .	11
Bismutinita	$Bi_2 S_3$ . . . . .	32
Bismuto	$Bi$ . . . . .	5
Blenda	$Zn S$ . . . . .	17
Bornita	$Cu_5 Fe S_4$ . . . . .	14
Boulangierita	$Pb_8 Sb_4 S_{11}$ . . . . .	57
Bournonita	$Pb Cu Sb S_3$ . . . . .	56
Braunita	$(Mn, Si)_2 O_3$ . . . . .	68
Bravoita	$(Ni, Fe) S_2$ . . . . .	34
Breitauptita	$Ni Sb$ . . . . .	23
Calaverita	$Au Te_2$ . . . . .	44
Calcocita	$Cu_2 S$ . . . . .	12
Calcopirita	$Cu Fe S_2$ . . . . .	18
Casiterita	$Sn O_2$ . . . . .	72

<u>Mineral</u>	<u>Fórmula</u>	<u>Pág.</u>
Cinabrio	HgS . . . . .	28
Cobaltita	Co As S . . . . .	35
Cobre	Cu . . . . .	3
Cobres Grises	(Cu, Fe) <sub>12</sub> (As, Sb) <sub>4</sub> S <sub>13</sub> . . . . .	52
Covelita	Cu S . . . . .	27
Cromita	(Fe, Mg)(Cr, Al, Fe) <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .	79
Cubanita	Cu Fe <sub>2</sub> S <sub>3</sub> . . . . .	26
Cuprita	Cu <sub>2</sub> O . . . . .	63
Discrasita	Ag <sub>3</sub> Sb . . . . .	9
Enargita	Cu <sub>3</sub> As S <sub>4</sub> . . . . .	54
Escuterrudita	(Co, Ni)As <sub>3</sub> . . . . .	46
Estanita	Ca <sub>2</sub> Fe Sn S <sub>4</sub> . . . . .	19
Estefanita	Ag <sub>5</sub> Sb S <sub>4</sub> . . . . .	49
Estibinita	Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub> . . . . .	31
Estromeyerita	Cu Ag S . . . . .	13
Famatinita	Cu <sub>3</sub> Sb S <sub>4</sub> . . . . .	53
Galena	Pb S . . . . .	15
Gersdorffita	Ni As S . . . . .	36
Goethita	H Fe O <sub>2</sub> . . . . .	77
Grafito	C . . . . .	6
Hausmanita	Mn Mn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .	80
Ilmenita	Fe Ti O <sub>3</sub> . . . . .	67

<u>Mineral</u>	<u>Fórmula</u>	<u>Pág.</u>
Jamesonita	$Pb_4 FeSb_6 S_{14}$ . . . . .	60
Jordanita	$Pb_{14} As_7 S_{24}$ . . . . .	55
Lepidocrocita	$Fe O(OH)$ . . . . .	74
Lolingita	$Fe As_2$ . . . . .	37
Lorandita	$Tl As S_2$ . . . . .	59
Magnetita	$Fe Fe_2 O_4$ . . . . .	78
Manganita	$MnO(OH)$ . . . . .	75
Marcasita	$Fe S_2$ . . . . .	40
Miargirita	$Ag Sb S_2$ . . . . .	58
Milerita	$NiS$ . . . . .	24
Moibdenita	$Mo S_2$ . . . . .	42
Nicolita	$NiAs$ . . . . .	22
Oligisto	$Fe_2 O_3$ . . . . .	66
Oro	$Au$ . . . . .	1
Oropimente	$As_2 S_3$ . . . . .	30
Pearceita	$(Ag, Cu)_{16} As_2 Sn$ . . . . .	48
Pentlandita	$(Fe, Ni)_9 S_8$ . . . . .	25
Pirargirita	$Ag_3 Sb S_3$ . . . . .	50
Pirita	$Fe S_2$ . . . . .	33
Pirolusita	$Mn O_2$ . . . . .	70
Pirrotita	$Fe S$ . . . . .	21

<u>Mineral</u>	<u>Fórmula</u>	<u>Pág.</u>
Plata	Ag . . . . .	2
Polianita	Ver pirolusita . . . . .	70
Polibasita	(Ag,Cu) <sub>16</sub> Sb <sub>2</sub> S <sub>11</sub> . . . . .	47
Proustita	Ag <sub>3</sub> As <sub>5</sub> S <sub>3</sub> . . . . .	51
Psilomelano	Ba Mn Mn <sub>8</sub> O <sub>16</sub> (OH) <sub>4</sub> . . . . .	76
Ramelsbergita	Ni As <sub>2</sub> . . . . .	39
Rejalgar	As S . . . . .	29
Rutilo	TiO <sub>2</sub> . . . . .	69
Saflorita	Co,Fe)As <sub>2</sub> . . . . .	38
Silvanita	(Ag,Au)Te <sub>2</sub> . . . . .	45
Tenantita	Ver "Cobres Grises" . . . . .	52
Tenorita	Cu O . . . . .	65
Tetradimita	Bi <sub>2</sub> Te <sub>2</sub> S . . . . .	7
Tetraedrita	Ver "Cobres Grises" . . . . .	52
Uraninita	UO <sub>2</sub> . . . . .	73
Wad de manganeso-Oxido de manganeso amargo . . . . .		71
Wolframita	(Fe,Mn)WO <sub>4</sub> . . . . .	43
Wurtzita	Zn S . . . . .	20
Zincita	Zn O . . . . .	64