

PUBLICACIONS DE LA JUNTA DE CIÈNCIES  
NATURALS DE BARCELONA — 1932

---

Treballs del Museu de Ciències  
Naturals de Barcelona

VOL. IX

SÈRIE MINERALÒGICA

N.º 3

ESTUDIO DE ALGUNOS MINERA-  
LES DE ESPLUGA DE FRANCOLÍ  
(TARRAGONA)

PER

V. SORIANO GARCÉS

(PUBLICAT EN 15 D'ABRIL DE 1932)



MUSEU DE CIÈNCIES NATURALS  
BARCELONA

ESTUDIO DE ALGUNOS MINERALES  
DE ESPLUGA DE FRANCOLÍ (TARRAGONA)

POR

V. SORIANO GARCÉS

Procedente de la mina «Atrevida» enclavada en Poblet, próxima a la localidad antes citada, se conserva en el Museo Martorell de Barcelona un bloque, que constituido en su mayor parte por niquelina, encierra también numerosos minerales; algunos de ellos son interesantes por su rareza y por estar cristalizados.

El ejemplar en cuestión fué donado al Museo por D. J. Folch y Girona, que además me facilitó amablemente, para su estudio, algunos fragmentos de la misma procedencia, que figuran en su colección.

El bloque, de dimensiones bastante grandes, consiste en una base de calcita, fluorina, galena y niquelina, sobre la cual descansa una masa compacta del último mineral citado. En esta parte del filón existen numerosas cavidades y grietas cuyas superficies libres están recubiertas por un mineral blanco metálico, cloantita, que en algunos puntos aparece cristalizado. En esas hoquedades y tapizando la cloantita, hay numerosos cristales escalenoédricos de calcita, formando en conjunto pequeñas geodas de este último mineral.

Entre los cristales de calcita se encuentran unas laminillas exagonales de pearceita, cristales alargados de argentita, junto con otros de hessita y plata metálica no cristalizada. Alguna de dichas geodas tiene únicamente, además de la calcita, unas agujas amarillas de millerita que se entrecruzan en distintas direcciones.

Otros de los espacios libres que deja la niquelina, y que no están recubiertos por escalenoedros de calcita, tienen directamente implantados sobre la cloantita cristales amarillo-verdosos de blenda, en su mayor parte maclados, así como también finos cristalitos blancos de cerusita. Un recubrimiento de annabergita, a modo de corteza, oculta en algunos puntos a la cloantita; seguramente a aquella especie mineral se debe el color verdoso de algunas de las agrupaciones formadas por los cristales de calcita.

F. Navarro (1) cita un ejemplar procedente de Vimberdí (2) (Tarragona), y por la descripción que de él hace debe proceder del mismo o de un yacimiento semejante al del mineral estudiado por nosotros; acompañan a la niquelina baritina, plata nativa y annabergita, en el análisis químico encontró además de níquel y arsénico, plata, cobre, cobalto, azufre e indicios de antimonio.

Expuesta a grandes rasgos la disposición que guardan los distintos minerales, entramos en la descripción de éstos, deteniéndonos algo más en el estudio de aquellos que ofrezcan alguna particularidad.

### I. Plata

Se presenta este mineral en la forma frecuente de alambres retorcidos, constituídos por finos hilillos paralelos; en algunos sitios en que éstos son más gruesos, se observa que están limitados como por caras de gran longitud deformadas por la curvatura del conjunto; dichos alambres presentan superficialmente el color cobrizo característico y al partírllos se ve que interiormente son de un blanco de plata brillante.

También encontramos la plata en masas esponjosas de estructura granular. En su interior, así como igualmente en algunos puntos superficiales de los alambres, aparecen pequeños cristales de plata; tienen estos el color y brillo de dicho metal,

(1) Navarro (F.): *Anales Soc. Esp. de Hist. Nat.*, t. XIX, Act. 43, pág. 43.

(2) No teniendo noticia de que exista esta localidad en la provincia citada, suponemos hay error en su designación y que se trata de Vimbodi.

son combinaciones de  $\{111\}$  y  $\{100\}$ . Dichos cristales, que solamente miden 0,17 mm. en su mayor dimensión, los vemos también en agrupaciones; la figura 1 representa dos individuos maclados según  $\{111\}$  pero desviados unos  $6^\circ$  de la posición que exactamente les corresponde; están más desarrolladas las dos caras paralelas al plano de macla. Se presenta la plata otras veces en formas dendríticas de color gris obscuro y en placas blancas.

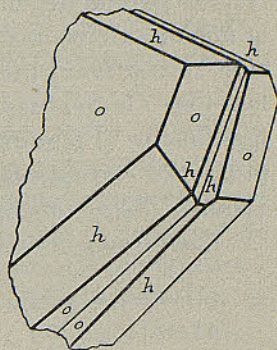


Fig. 1

## 2. Argentita

La hemos hallado en pequeña cantidad y está cristalizada casi toda ella. Los cristales son de color gris negruzco, con brillo metálico poco intenso; fácilmente maleables. Tienen forma

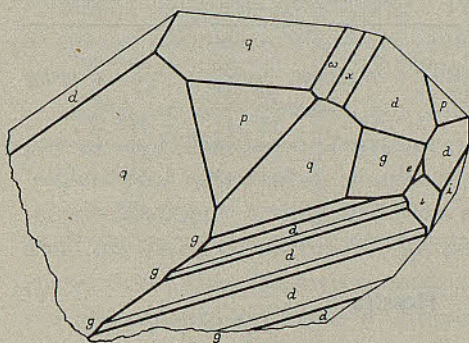


Fig. 2

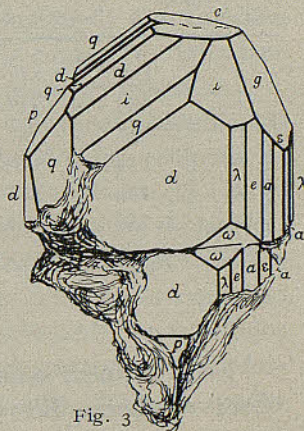


Fig. 3

prismática ocasionada por su alargamiento en la dirección de los ejes  $[001]$  o  $[111]$  (fig. 2). Entre los cristales estudiados hay un caso de crecimiento paralelo; consiste (fig. 3) en la compene-

tracción parcial de cuatro cristales, su forma es algo tabular por la mayor extensión de 110; dos ángulos entrantes, en la posición respectivamente de meridiano y ecuador, hacen resaltar los cuatro individuos de que consta la agrupación. En ella se ve igualmente el predominio de una zona [111] que no se manifiesta tan claramente, como en el caso antes citado, por estar también desarrollada la [001].

Las formas observadas son las siguientes:

$$c\{100\}, d\{110\}, e\{120\}, a\{130\}, *e\{150\}, *\lambda\{350\}, \\ p\{111\}, q\{121\}, *i\{231\}, *\omega\{134\}, *g\{152\}, *x\{156\}$$

Entre ellas señalamos con un \* las formas hasta ahora no citadas para la argentita. En el siguiente cuadro figuran los valores angulares que nos han servido para su identificación; en algunos de ellos hay errores relativamente grandes, ello se explica por lo poco adecuados que son los cristales para su estudio goniométrico:

Formas		Ángulos medidos		Ángulos calculados	
		$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$\varepsilon$	150	11° 08'	90° 00'	11° 18'	90° 00'
$\lambda$	350	31° 06'	» »	30° 58'	» »
$i$	231	33° 20'	74° 51'	33° 41'	74° 30'
$\omega$	134	18° 18'	38° 05'	18° 26'	38° 19'
$g$	152	11° 06'	68° 40'	11° 18'	68° 35'
$x$	156	11° 47'	39° 52'	» »	40° 21'

### 3. Hessita

En la primera separación que hicimos de argentita pudimos observar alguna diferencia que nos permitía dividir el material reunido en dos grupos; uno de ellos constituido por cristales ya individualizados ya en agrupaciones paralelas, por cuyas medidas se vió pertenecían al sistema regular y por su análisis químico que eran de argentita. Los cristales del segundo grupo

tienen forma prismática bastante alargada y aunque por sus valores angulares corresponden bastante bien al sistema regular, al estudiarlos detenidamente se aprecian ciertas estriaciones, en algunas caras, que inducen a pensar que cada uno de aquellos cristales es una agrupación por lo menos de cuatro individuos.

El promedio del peso específico hallado por el método del frasco fué de 8,40 ; suponiendo al mineral como perteneciente al grupo de la argentita, nos encontramos con que la densidad de esta (7,2-7,4) se aparta bastante de la determinada por nosotros, que por lo contrario queda comprendida entre los límites de la hessita (8,3-9,0).

Comprobada químicamente la existencia de la plata, hicimos una microrreacción característica del telurio, la disolución clorhídrica del mineral dió con el cloruro de cesio un precipitado formado por cristales regulares, octaédricos, de color amarillo y que oscurecían al ponerse en contacto con una disolución de cloruro potásico. El resultado francamente positivo de esta reacción sólo faltaba completarlo haciendo un ensayo para ver si contenía también oro ; comprobada la ausencia de este último elemento, llegamos finalmente a la conclusión de que también el ensayo químico realizado se ajusta a los caracteres de la hessita, a cuya especie mineral atribuimos nuestros cristales.

Estos los encontramos con relativa frecuencia recubiertos por un polvillo negro, fuertemente adherido, que empaña el brillo de las caras sobre las que se encuentra. Becke (1) cita el mismo fenómeno al describir unos cristales regulares de hessita, dice que están cubiertos por un polvo negro semejando a una corteza de hollín. Nosotros, como este autor, lo hemos quitado por frotamiento sin llegar a obtener, no obstante, unos reflejos semejantes a los de las otras caras. Bien se comprende que formando solamente un ligerísimo velo ha sido imposible poder precisar su composición química.

(1) Becke (F.): *Ueber den Hessit (Tellursilberglanz) von Boies in Siebenbürgen*, Tscherm. Mitth. N. F. 3, 301. 1881.

Cristalográficamente ha sido incluida la hessita, según los autores, en diversas singonías. Desde un principio se conocen cristales de dicho mineral que por su conformación y ángulos pertenecen al sistema regular; Kennigott (1) atribuyó una simetría rómbica a unos cristales deformados procedentes de Nagiág y de «Teretschell» en Zalathna; esta determinación no se basó en mediciones. Peters dió igualmente como rómbicos unos agregados cristalinos de Rézbánya. Becke (2) en su trabajo sobre la hessita describe varios tipos de cristales, unos perfectamente regulares, y otros en los que observa pequeñas diferencias angulares con los anteriores y una distribución de las caras que le sirven de fundamento para incluirlos en la singonía triclínica. Groth admite, en sus tablas mineralógicas, dos telururos de plata pertenecientes respectivamente a la serie isomorfa de la argentita y de la calcosina. Modernamente Ramsdell (3) estudiando varios sulfuros metálicos supone que a la hessita le corresponde una estructura rómbica.

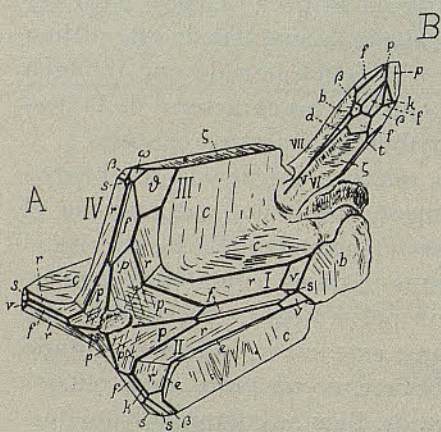


Fig. 4

El resultado de nuestras investigaciones nos conduce a admitir para dicho mineral simetría monoclinica y con arreglo a ella se ha hecho la proyección de la figura 5 y la designación de los símbolos. En ninguna ocasión hemos encontrado cristales de hessita independientes sino formando agrupaciones; éstas son de dos tipos diferentes (fig. 4) que distinguiremos con las denominaciones

(1) Hintze: *Handbuch der Mineralogie*, I, pág. 450.

(2) Lugar citado.

(3) Ramsdell (Lewis S.): *The crystal structure of some metallic sulfides*, Min. abs. Vol. XXI, pág. 19. 1926.

de complejo *A* y *B*. En esencia son ambos iguales, variando únicamente las proporciones de sus individuos.

Centrando en el goniómetro el complejo *A* de tal modo que su eje quede vertical, obtenemos para las caras unos valores

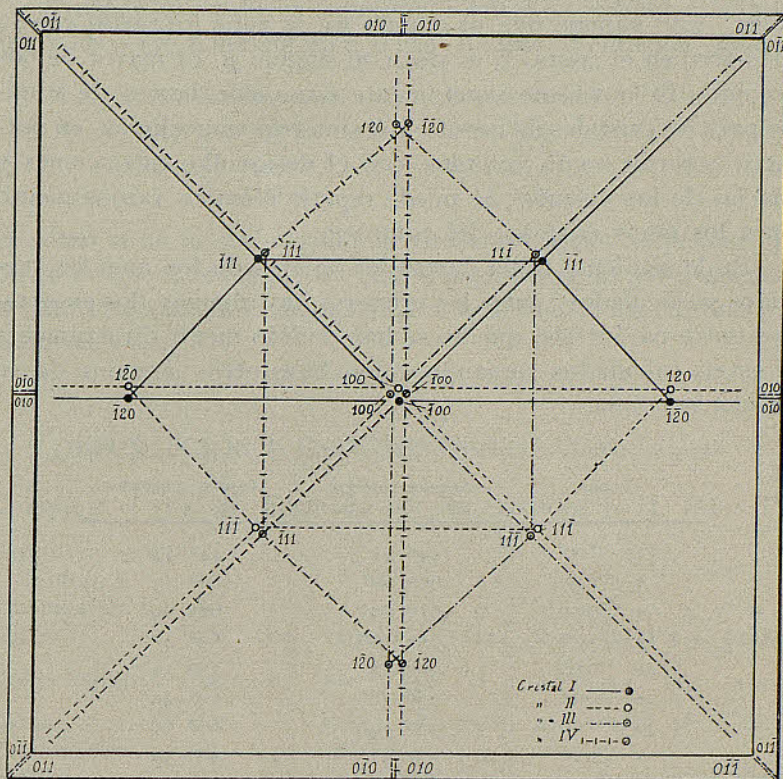


Fig. 5

angulares muy próximos a los que les corresponderían en el caso de ser la hessita un mineral regular; pero a las diferencias en los ángulos se agrega que las caras que debieran ser de octaedro (fig. 5) y las de rombododecaedro (en la proyección  $\{120\}$  y  $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$  respectivamente) dan dos reflejos cada una, y los meridianos que pasan por ellas no corresponden exactamente con



ninguna cara de la zona vertical. Solamente son simétricos con uno de los polos ecuatoriales. Así, la cara  $\bar{1}20$ , del cristal I y la 120 del cristal II están situadas en dos meridianos muy próximos y tales que el plano bisector del ángulo formado por estos comprende el polo común a las caras  $0\bar{1}0$  y  $010$  de aquellos cristales; esto supone que el ángulo de la zona  $[0\bar{1}1-0\bar{1}0]$  con la  $[0\bar{1}0-\bar{1}00]$  en el cristal I, es decir el ángulo  $\beta$ , es mayor de  $90^\circ$  y como  $0\bar{1}0 \sim 001$  tiene exactamente este valor, hemos de admitir para los cristales de hessita una simetría monoclinica, en perfecto acuerdo según veremos, con el desarrollo, estriaciones y maclas de los mismos; se puede repetir idéntico razonamiento para los otros cristales del complejo.

En la siguiente tabla damos los valores de los ángulos medidos y calculados; entre los primeros hay algunos (los encerrados entre paréntesis) que no se han podido medir directamente y están calculados tomando como base otros ángulos de su misma columna:

Formas	Ángulos medidos	Ángulos calculados
$\bar{1}11 \sim \bar{1}00$	( $44^\circ 45'$ )	$44^\circ 43'$
» $\sim 010$	$60^\circ 09'$	$60^\circ 13'$
» $\sim 001$	( $61^\circ 09'$ )	$61^\circ 09''$
$\bar{1}31 \sim \bar{1}00$	( $65^\circ 36'$ )	$65^\circ 40'$
» $\sim 010$	$30^\circ 18'$	$30^\circ 14'$
» $\sim 001$	$73^\circ 38'$	$73^\circ 45'$
$\bar{1}23 \sim \bar{1}00$	( $68^\circ 59'$ )	$69^\circ 00'$
» $\sim 010$	$58^\circ 51'$	$58^\circ 53'$
» $\sim 001$	$39^\circ 41'$	$39^\circ 41'$
$120 \sim 010$	$36^\circ 01'$	$36^\circ 00'$
» $\sim 001$	$90^\circ 30'$	$90^\circ 45'$
» $\sim \bar{1}11$	$34^\circ 56'$	$34^\circ 58'$
» $\sim \bar{1}31$	$19^\circ 44'$	$19^\circ 44'$
» $\sim \bar{1}23$	$50^\circ 58'$	$51^\circ 03'$

$$a : b : c = 0,6883 : 1 : 0,9966$$

$$\beta = 91^\circ 16'$$

La orientación que admitimos en estos cristales puede asimilarse a la dada por Dauber (1) para la acantita rómbica; según dicho autor, la relación paramétrica es:

$$a : b : c = 0,6886 : 1 : 0,9944$$

Krenner (2) establece el parangón entre los símbolos de Dauber y los correspondientes en el caso de una orientación cúbica:

Dauber (rómbicos)	Krenner (cúbicos)
100	100
010	011
001	011
111	110

es como si un cristal regular lo girásemos según el primer eje hasta la coincidencia de 011 con la posición polar y tomásemos la cara 110 como fundamental. La relación entre los parámetros sería entonces:

$$a : b : c = 0,7072 : 1 : 1$$

### DESCRIPCIÓN Y ESTUDIO DE LOS COMPLEJOS

Complejo A (fig. 4). Formado por los cristales I, II, III y IV

Longitud: 3 mm.

CRISTAL I									
Combinación...	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>e</i>	<i>p</i>	<i>k</i>	<i>s</i>	<i>o</i>	$\omega$
Miller.....	010	001	120	012	$\bar{1}11$	$\bar{1}21$	$\bar{1}31$	$\bar{1}41$	$\bar{1}51$
Goldschmidt....	$\infty\infty$	0	$\infty 2$	$0\frac{1}{2}$	-1	-12	-13	-14	-15
Caras.....	$b^1b^2$	$c^1$	$f^3f^4$	$e^1$	$p^3p^4$	$k^4$	$s^3s^4$	$o^3$	$\alpha^3$
Combinación...	$\zeta$	<i>g</i>	$\lambda$	<i>n</i>	<i>r</i>				
Miller.....	$\bar{1}91$	$\bar{1}13$	$\bar{1}19$	$\bar{2}12$	$\bar{1}23$				
Goldschmidt...	-19	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{9}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}$				
Caras.....	$\zeta^3$	$g^3$	$\lambda^3\lambda^4$	$n^3n^4$	$r^3r^4$				

Es de forma tabular y alargado en la dirección del primer eje, tomamos la cara de mayor extensión como tercer pinacoide.

(1) Hintze, obra citada, pág. 438.

(2) Krenner (J.): *Ueber Akanthit*, Zeitschr. für Kristallogr., 14, pág. 388.

Un extremo está roto ; por esto, y también por disposición especial del complejo, las únicas caras de pirámide susceptibles de ser estudiadas son las pertenecientes a los octantes 3 y 4. Este mismo tipo tienen los otros cristales del complejo.

## CRISTAL II

Combinación...	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>q</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>k</i>	<i>s</i>	$\omega$	$\zeta$
Miller.....	010	001	120	011	012	032	043	111	121	131	151	191
Goldschmidt....	$\infty\infty$	0	$\infty 2$	01	$0\frac{1}{2}$	$0\frac{3}{2}$	$0\frac{4}{3}$	-1	-12	-13	-15	-19
Caras.....	$b^1 b^2$	$c^2$	$f^1 f^2$	$d^2$	$e^1 e^2$	$q^2$	$t^2$	$p^1 p^2$	$k^2$	$s^2$	$\omega^2$	$\zeta^1$
Combinación...	<i>g</i>	<i>i</i>	<i>l</i>	<i>n</i>	<i>r</i>	<i>j</i>	$\epsilon$	$\beta$	<i>v</i>	$\theta$		
Miller.....	113	122	133	212	123	135	345	143	153	276		
Goldschmidt....	$\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{3}{4}$	$-\frac{1}{4}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{6}$
Caras.....	$g^1$	$i^2$	$l^2$	$n^1$	$r^1 r^2$	$j^1 j^2$	$\epsilon^1 \epsilon^2$	$\beta^2$	$v^2$	$\theta^1$		

## CRISTAL III

Combinación...	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>e</i>	<i>u</i>	<i>p</i>	<i>k</i>	<i>s</i>	$\omega$
Miller.....	010	001	120	012	013	111	121	131	151
Goldschmidt....	$\infty\infty$	0	$\infty 2$	$0\frac{1}{2}$	$0\frac{1}{3}$	-1	-12	-13	-15
Caras.....	$b^2$	$c^2$	$f^1$	$e^2$	$u^2$	$p^1 p^2$	$k^2$	$s^2$	$\omega^1$
Combinación...	<i>r</i>	<i>j</i>	$\beta$	$\theta$					
Miller.....	123	135	143	276					
Goldschmidt....	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$					
Caras.....	$r^1 r^2$	$j^1$	$\beta^2$	$\theta^1$					

## CRISTAL IV

Combinación...	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>p</i>	<i>s</i>	<i>g</i>	$\lambda$
Miller.....	010	001	120	011	012	111	131	113	119
Goldschmidt....	$\infty\infty$	0	$\infty 2$	01	$0\frac{1}{2}$	-1	-13	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{9}$
Caras.....	$b^1$	$c^1$	$f^2 f^4$	$d^2$	$e^1 e^2$	$p^3 p^4$	$s^3 s^4$	$g^3$	$\lambda^3$
Combinación...	<i>i</i>	<i>l</i>	<i>n</i>	<i>r</i>	<i>j</i>	$\epsilon$	$\beta$	<i>v</i>	
Miller.....	122	133	212	123	135	345	143	153	
Goldschmidt....	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{3}{5}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{5}$
Caras.....	$i^4$	$l^4$	$n^3$	$r^3 r^4$	$j^4$	$\epsilon^4$	$\beta^3 \beta^4$	$v^4$	

Los cuatro cristales del complejo están maclados dos a dos (fig. 5) según el tercer pinacoide; quedan en coincidencia las formas  $\{001\}$  y  $\{010\}$  de ambos cristales. En  $\{010\}$  vemos dos sistemas de estrías simétricos con relación a la línea media longitudinal. Las caras  $\bar{1}\bar{2}0$  (I) y  $120$  (II) forman un ligero ángulo entrante.

El cristal I está también maclado con el III; el plano de macla en esta segunda unión es  $\{011\}$ , y como el ángulo de esta forma con  $\{001\}$  es de  $44^\circ 54'$  los dos individuos quedan casi perpendiculares entre sí; las caras comprendidas entre  $\{011\}$  y  $\{100\}$  no están tampoco en coincidencia y dan un pequeño ángulo saliente. Es, pues, una eteromacla análoga a la ley de Baveno en las ortosas.

Complejo B. Constituido por los individuos V, VI y VII

Longitud 1 mm.

CRISTAL V

Combinación...	<i>b</i>	<i>f</i>	<i>d</i>	<i>p</i>	$\zeta$	$\beta$
Miller.....	010	120	011	$\bar{1}11$	$\bar{1}91$	$\bar{1}43$
Goldschmidt....	$0\infty$	$\infty 2$	01	-11	-19	$-\frac{1}{3}\frac{4}{3}$
Caras.....	$b^1$	$f^1$	$d^1$	$p^1$	$\zeta^1$	$\beta^1$

CRISTAL VI

Combinación...	<i>b</i>	<i>f</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>h</i>	$\beta$
Miller.....	010	120	043	$\bar{1}11$	$\bar{1}21$	$\bar{1}43$
Goldschmidt....	$0\infty$	$\infty 2$	$0\frac{4}{3}$	-1	-12	$-\frac{1}{3}\frac{4}{3}$
Caras.....	$b^2$	$f^3$	$t^2$	$p^3$	$h^3$	$\beta^3$

CRISTAL VII

Combinación...	<i>b</i>	<i>f</i>	<i>p</i>
Miller.....	010	120	$\bar{1}11$
Goldschmidt....	$0\infty$	$\infty 2$	-1
Caras.....	$b^2$	$f^3$	$p^3 p^4$

La compenetración entre los cristales del complejo hace que todos ellos queden reducidos a muy pocas facetas. Son de forma

alargada, careciendo de tercer pinacoide. Están también en posición de macla semejante a los individuos del complejo *A*; los cristales V y VI maclados según la base y al mismo tiempo el V con el VII por {011}.

Este complejo tiene la forma de un prisma cuadrangular apuntado por pirámides, en el que cada una de sus cuatro caras verticales está formada por la unión de dos {010}. Carece de grandes ángulos entrantes, aparentando en conjunto un cristal del sistema regular alargado en la dirección de un eje cuaternario. A este tipo pertenecen casi todos los cristales de hessita que hemos encontrado.

La unión entre los complejos *A* y *B* se establece por una tercera macla. Los cristales I y V están maclados según {111}, quedando también en esta situación los III y VII. Como puede verse en la figura 4 el eje del complejo *B* está en el plano bisector del ángulo formado por los cristales I y III, y es próximamente perpendicular a la línea de contacto de estos dos.

## ANÁLISIS ZONAL, Y ESTUDIO DE LAS FORMAS (1)

### 1. Zona (*ab*)

<i>a</i>	<i>f</i>	<i>b</i>
100	120	010
10	12	01

La forma {100} no la hemos encontrado en ningún cristal y únicamente la mencionamos como primer término de la serie en que aparece la {120}; la zona, así considerada, alcanza un desarrollo de segundo grado.

{120} Constituida por pequeñas caras alargadas; dan en general buenos reflejos.

(1) La marcha seguida en el análisis zonal es la misma que la adoptada en nuestro trabajo sobre la estefanita de Hiendelaencina.

*Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, T. XXXI, pág. 57. 1931.

- {010} Una sola vez la hemos encontrado bien desarrollada, en los demás casos está parcialmente substituída por profundas estriaciones o escalonamientos producidos por caras de la zona [010-111].

## 2. Zona (bc). Fragmento (bd)

<i>b</i>	<i>q</i>	<i>t</i>	<i>d</i>
010	032	043	011
10	12	13	01

Tiene este fragmento un desarrollo de tercer grado, faltando en él la forma dominante.

- {011} Únicamente aparece en forma de caras muy finas y de malas imágenes goniométricas.  
 {032} Encontrada una sola vez en el cristal II. Se trata de una pequeña cara alargada, determinable con exactitud.  
 {034} Igual que la anterior da buenos reflejos en el cristal II. En el cristal IV es insegura.

## 3. Zona (bc). Fragmento (dc)

<i>d</i>	<i>e</i>	<i>u</i>	<i>c</i>
011	012	013	001
10	11	12	01

Desarrollo normal de segundo grado.

- {001} Se presenta en caras de gran extensión y brillo en los cristales del complejo A, en los demás ha desaparecido como consecuencia de su forma menos tabular. Encontramos sobre ellos dos sistemas de estrías perfectamente simétricos con relación a la traza del segundo plano cristalográfico y en zona con la forma {111}; su símbolo es {101}.  
 {012} Solamente son caras muy estrechas truncando las aristas de {010} con {001}.  
 {013} La hemos medido una sola vez en el cristal III; está limitando el borde del saliente que forman las pirámides sobre el tercer pinacoide.

4. Zona (*bw*). Fragmento (*bp*)

<i>b</i>	$\zeta$	$\omega$	<i>o</i>	<i>s</i>	<i>k</i>	<i>p</i>
010	$\bar{1}91$	$\bar{1}51$	$\bar{1}41$	$\bar{1}31$	$\bar{1}21$	$\bar{1}11$
10		41	31	21	11	01

Desarrollo armónico hasta el cuarto grado.

- {111} Sus caras son de forma aproximadamente triangular, dando buenos reflejos. Se encuentran constantemente en todos los cristales siguiendo en dimensiones a los pinacoides. Todas ellas presentan estriaciones que corresponden a la forma {212}.
- {121} Consisten únicamente en ligeras truncaduras a lo largo de las aristas de {120} con {123}.
- { $\bar{1}31$ } Da caras pequeñas de buenos reflejos.
- { $\bar{1}41$ }, { $\bar{1}51$ }, { $\bar{1}91$ } Las dos primeras de orden bastante elevado dentro de la zona, así como la tercera que se aparta completamente del desarrollo normal; sólo las encontramos formando las estrías en las caras {010}.

5. Zona (*bw*). Fragmento (*pw*)

<i>p</i>	<i>n</i>	<i>w</i>
$\bar{1}11$	212	101
10	11	01

La cara *w* no se encuentra en los cristales.

- {212} Aun siendo la dominante entre dos caras importantes, se limita a unas estriaciones sobre { $\bar{1}11$ }.

6. Zona (*cp*)

<i>c</i>	$\lambda$	<i>g</i>	<i>p</i>
001	$\bar{1}19$	$\bar{1}13$	$\bar{1}11$
10		21	01

Desarrollo incompleto de tercer grado, del que se aparta la forma  $\lambda$ .

- {113} Caras de pequeño tamaño y de diagnóstico inseguro.
- {119} Limitada a pequeños escalones en el tercer pinacoide.

7. Zona (*dp*)

<i>d</i>	<i>l</i>	<i>i</i>	<i>p</i>
011	$\bar{1}33$	$\bar{1}22$	$\bar{1}11$
10	21	11	01

Desarrollo normal de segundo grado.

{ $\bar{1}22$ }, { $\bar{1}33$ } Corresponden a reflejos, poco intensos, observados con el goniómetro, siguiendo la línea de separación entre los cristales II y IV.

8. Zona (*ep*)

<i>e</i>	<i>j</i>	<i>r</i>	$\bar{\epsilon}$	<i>p</i>
012	$\bar{1}35$	$\bar{1}23$	$\bar{3}45$	$\bar{1}11$
10	21	11	13	01

Desarrollo de tercer grado.

{ $\bar{1}23$ } Aparece con gran perfección en los cristales del complejo *A*, formando los ángulos entrantes en los extremos del mismo; igual que el tercer pinacoide desaparece en los cristales del complejo *B*. En el goniómetro dan imágenes muy claras. La arista comprendida entre  $\bar{1}23$  y  $\bar{1}11$  del cristal IV, está redondeada, observándose en ella una serie continua de reflejos no discernibles, solamente destaca entre ellos el correspondiente al símbolo  $\bar{3}45$ .

{ $\bar{1}35$ } Son caras muy pequeñas no determinables con seguridad.

{ $\bar{3}45$ } Únicamente se ha observado su imagen en algunas aristas redondeadas; a veces (cristal II) forma las estrías en  $\bar{1}23$ .

9. Zona (*bl*)

<i>b</i>	<i>v</i>	$\beta$	$\delta$	<i>l</i>
010	$\bar{1}53$	$\bar{1}43$	$\bar{2}76$	$\bar{1}33$
10	21	11	12	01

Desarrollo completo de segundo grado.

{ $\bar{1}43$ }, { $\bar{1}53$ }, { $\bar{2}76$ }. Las tres formas son de una importancia parecida; suelen presentarse como caras muy pequeñas que excepcionalmente dan buenas medidas.



En el siguiente cuadro resumimos las formas encontradas, indicando su distribución en los diferentes cristales :

N.º	FORMAS		CRISTALES							TOTALES
			I	II	III	IV	V	VI	VII	
1	<i>b</i>	010	2	2	1	1	1	1	1	9
2	<i>c</i>	001	1	1	1	1				4
3	<i>f</i>	120	2	2	1	2	1	1	1	10
4	<i>d</i>	011		1		1	1			3
5	<i>e</i>	012	1	2	1	2				6
6	<i>q</i>	032		1						1
7	<i>u</i>	013			1					1
8	<i>t</i>	043		1				1		2
9	<i>p</i>	ī11	2	2	2	2	1	1	2	12
10	<i>k</i>	ī21	1	1	1			1		4
11	<i>s</i>	ī31	2	1	1	2				6
12	<i>o</i>	ī41	1							1
13	<i>ω</i>	ī51	1	1	1					3
14	<i>ζ</i>	ī91	1	1			1			3
15	<i>g</i>	ī13	1	1		1				3
16	<i>λ</i>	ī19	2			1				3
17	<i>i</i>	ī22		1		1				2
18	<i>l</i>	ī33		1		1				2
19	<i>n</i>	z12	2	1		1				4
20	<i>r</i>	ī23	2	2	2	2				8
21	<i>j</i>	ī35		2	1	1				4
22	<i>e</i>	z45		2		1				3
23	<i>β</i>	ī43		1	1	2	1	1		6
24	<i>v</i>	ī53		1		1				2
25	<i>θ</i>	z76		1	1					2
TOTALES.....			21	29	15	23	6	6	4	104

#### 4. Galena

Forma este mineral en gran parte uno de los extremos del bloque objeto de nuestro estudio. No aparece cristalizada y su aspecto es el que presenta frecuentemente, con su perfecta exfoliación cúbica.

### 5. Blenda

Encontramos la blenda unas veces formando cristales y otras masas cristalinas. La de este último tipo es granuda, brillante y de color negruzco; forma filoncillos incluídos en la niquelina, en algunos puntos constituye acumulaciones mayores pero estas son poco frecuentes. Según hemos dicho anteriormente los cristales de blenda están en las pequeñas drusas de calcita implantados sobre ésta o sobre la cloantita.

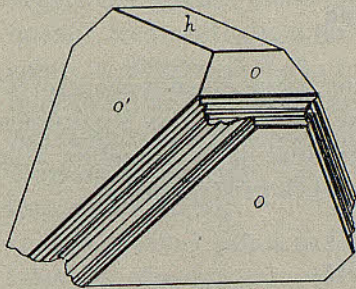


Fig. 6

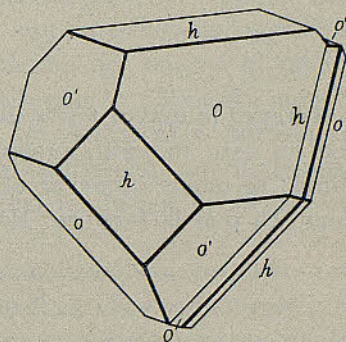


Fig. 7

Los cristales llegan a alcanzar, como máximo, un tamaño de dos milímetros; están formados por la combinación de cubo y tetraedros. Con gran frecuencia los encontramos maclados, obedeciendo estas asociaciones a tres tipos diferentes: Uno de ellos es el habitual en la espinela; en otro son cristales claramente tetraédricos y tienen muy desarrolladas las caras de un tetraedro y poco las del otro; siguen la misma ley de macla que los del tipo anterior; en el caso representado en la figura 6 se trata de una macla múltiple, uno de los individuos es de tamaño normal y los otros están reducidos a láminas. El tercer tipo de maclas, también según cara de tetraedro (fig. 7) difiere de los anteriores por el distinto desarrollo de sus caras.

### 6. Millerita

En algunas pequeñas hoquedades, y principalmente entre los cristales de calcita, encontramos finas agujas de millerita; son amarillas, de aspecto metálico, y están dispuestas formando agrupaciones radiales. Cada una de estas agujas la constituyen muchos cristales unidos a lo largo, y de ordinario están ligeramente retorcidas; por su extraordinaria pequeñez no se pueden precisar facetas terminales, únicamente en la zona de los prismas hemos medido las formas  $m$   $\{10\bar{1}0\}$  y  $g$   $\{11\cdot0\}$ .

### 7. Niquelina

Integra la mayor parte del bloque; tiene el color característico en este mineral, presentándose alteradas sus superficies libres; se puede observar el paso gradual de la niquelina a la cloantita que la recubre. No se presenta cristalizada.

### 8. Cloantita

Presenta aspecto metálico, de color blanco de plata, en algunos puntos está cristalizada; estos cristales, que raramente encontramos aislados, son cubos que se compenetran y a veces tienen sus vértices truncados por caritas de octaedro. Lo frecuente es que estos cristales se agrupen, en masas arriñonadas, uniéndose íntimamente entre sí de tal forma que uno de los ejes ternarios de cada cristal resulta orientado siguiendo los radios de la agrupación; sobresaliendo en la superficie libre quedan vértices de cubo casi siempre substituídos por caras de octaedro, éstas llegan a unirse, las de un cristal con las de otro, formando en conjunto una superficie convexa con desigualdades.

Un adecuado análisis químico cualitativo nos ha puesto de manifiesto la existencia, en estos cristales, de arsénico, cobalto y níquel; pertenecen, por lo tanto, al grupo esmaltina cloantita.

La disolución nítrica toma intenso color verde, que demuestra (1) el predominio del níquel sobre el cobalto, y en definitiva que el mineral es una cloantita que contiene además este último metal.

### 9. **Pearceita**

Hemos encontrado la pearceita solamente cristalizada, generalmente formando unas laminillas exagonales probable agrupación paralela o en macia de numerosos cristales.

Estas laminillas son de una formación posterior a los cristales de calcita, cuyas huellas conservan aquéllas; tienen color negro, con intenso brillo metálico, aun partiéndolas los más pequeños fragmentos resultan completamente opacos al microscopio, a diferencia de lo que ocurre con la polibasita mineral muy próximo bajo otros aspectos. No es maleable, partiéndose con facilidad en trocitos; su fractura es desigual, sin distinguirse ninguna exfoliación. La densidad calculada por el método del frasco es de 6,267.

Los ensayos químicos los hemos realizado con pequeños cristales que ofrecían garantía de pureza; en ellos se han puesto de manifiesto los elementos químicos que caracterizan a la pearceita.

El tamaño de sus cristales es, generalmente, de unas 7 décimas de milímetro, pero se encuentran algunos bastante más grandes que llegan a alcanzar hasta medio centímetro de diámetro en su mayor dimensión.

El estudio goniométrico de estos cristales resulta empresa irresoluble en casi todos los casos, debido a que no se presentan aislados sino en agrupaciones, según la base, de muchos individuos que no se pueden discernir unos de otros, así como también a la casi identidad de ángulos entre caras de diferentes formas. Ya Penfield (2) en su trabajo describiendo por primera vez la

(1) Hintze, obra citada, T. I, pág. 798.

(2) Penfield (S. L.): *Pearceit ein Suljarsenit des Silbers, und über die Krystallisation des Polybasit*, Zeitschr. für Kristallogr., 27, pág. 65.

pearceita hace referencia a las dificultades, insuperables a veces, que se pueden presentar ; en efecto, los cristales, aunque monocínicos, tienen un ángulo  $\beta$  muy próximo a los  $90^\circ$ , por otra parte los ángulos entre las caras de la zona vertical sólo difieren de  $30^\circ$  ó de  $60^\circ$  en uno o en dos minutos ; el primer pinacoide y la forma  $\{110\}$  completan un prisma exagonal de primera

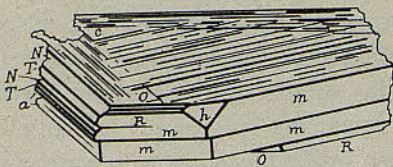


Fig. 8

especie, entre  $\{010\}$  y las caras  $\{310\}$  el prisma exagonal de segunda especie ; los pinacoides de segunda especie y los prismas de cuarta tienen ángulos  $\varrho$  muy parecidos, formando en conjunto pirámides exagonales de primera especie, y por último los prismas paralelos al primer eje, junto con los de la zona  $[001-310]$  reproducen seudopirámides exagonales de segunda especie ;

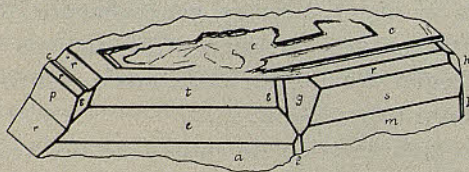


Fig. 9

según Penfield no sería inverosímil el suponer que las laminillas de contorno exagonal fueran cristales agrupados por una ley de macla semejante a la tan conocida en las micas.

Encontramos cristales de dos tipos algo distintos. Son los unos tabulares (figs. 8, 9 y 12), de contorno exagonal, presentando mayor desarrollo  $\{001\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{110\}$  y las formas corres-

pondientes a las zonas entre la primera de las citadas y las otras dos. El segundo pinacoide y el prisma  $\{310\}$  son formas poco frecuentes y cuando se encuentran, resultan truncaduras poco apreciables de las aristas que forman las demás caras de la zona de tercera especie. En la base hay tres sistemas

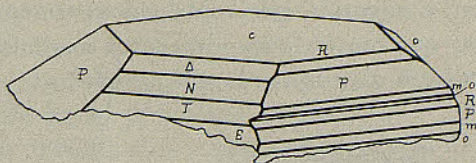


Fig. 10

de estrías que reflejan en el goniómetro dos de ellos entre  $\{001\}$  y  $\{111\}$  y el tercero entre  $\{001\}$  y  $\{101\}$ ; es frecuente que se extiendan a todas las caras de su correspondiente zona. Las tres clases de estrías, al cortarse, dividen el tercer pinacoide en pequeños triángulos aparentemente equiláteros.

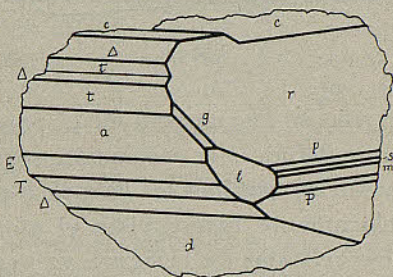


Fig. 11

Los cristales del segundo tipo (figs. 10 y 11), se diferencian de los anteriores por su mayor grueso, perdiendo, por lo tanto, el aspecto tabular de aquellos; las formas adquieren en ambos una importancia parecida y los de este segundo tipo carecen de las estriaciones en la base. También parece que están formados

por la agrupación de muchos cristales y las mediciones verificadas no poseen la precisión que fuera de desear en cristales de simetría tan poco definida. Para orientar los cristales recurrimos a las observaciones que sobre su conformación hace Penfield; caracteriza al prisma  $\{310\}$  por su poco tamaño y por no estar apenas desarrollada su zona con  $\{001\}$ , ambas cualidades las posee también el segundo pinacoide; la distinción entre estas dos formas hay que buscarla en numerosas mediciones goniométricas, particularmente de caras que, como las  $\{\bar{2}03\}$  y  $\{\bar{1}13\}$ ,

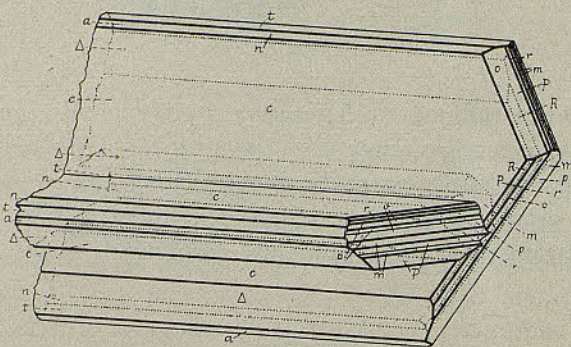


Fig. 12

dan ángulos que sólo se encuentran en la porción negativa de los cristales, aunque debido a la asociación, según la base, no es excepcional el medirlas también en la parte positiva (fig. 11).

Donde más claramente hemos visto el monoclinismo de la pearceita es en los cristales de la figura 12; en ellos, mientras las formas de la parte anterior son numerosas y de caras estrechas las de la mitad posterior son pocas y de mayor tamaño. Ambos cristales están maclados según la cara, no encontrada en ellos, 304.

	medido	calculado
$001 : 304$	$35^{\circ} 15'$	$34^{\circ} 55'$

La única macla encontrada hasta ahora en la pearceita lo

ha sido por Horn y Cook (1) en unos cristales de Sierra Mojada (Méjico); la agrupación sigue la ley de la cara 702.

	medido	calculado
100 : 702	72° 39'	72° 53'

Como no hemos visto el trabajo original, sino una referencia de él, no nos atrevemos a hacer el juicio crítico que estos datos merecerían; pues es imposible que la cara 702 tan próxima a la 100 forme con ésta un ángulo de dicho valor. La 201 está inclinada sobre aquel pinacoide 28° 04'.

Las formas encontradas y que hemos podido determinar con mayor seguridad, son:  $a$  {100},  $b$  {010},  $c$  {001},  $m$  {110},  $l$  {310},  $N$  {101},  $n$  {101},  $T$  {201},  $t$  {201},  $d$  {102},  $\Delta$  {203},  $E$  {401},  $e$  {401},  $*h$  {011},  $P$  {111},  $p$  {111},  $R$  {112},  $r$  {112},  $S$  {221},  $s$  {221},  $v$  {332},  $o$  {114},  $*g$  {312},  $*e$  {513}.

A continuación damos los datos numéricos de las formas nuevas.

Formas		Angulos medidos		Angulos calculados	
		$\varphi$	$\varrho$	$\varphi$	$\varrho$
$h$	011	0° 02'	58° 20'	0° 05'	58° 19'
$g$	312	60° 07'	58° 15'	60° 04'	58° 22'
$e$	513	71° 03'	58° 46'	70° 56'	58° 50'

## 10. Fluorina

Se encuentra entremezclada con masas de calcita, de la cual se distingue perfectamente por su coloración característica.

## 11. Calcita

Este mineral lo hallamos unas veces en grandes masas en las cuales se observa la exfoliación romboédrica. En mucha me-

(1) Horn (F. R. van), Cook (C. W.): *A new Occurrence of Pearcite*, Refer. Neu. Jah. für Min., II, pág. 25, 1912.



nor proporción la vemos también cristalizada; en este caso, según ya se ha dicho, está formando drusas.

Los cristalitas que miden hasta unos 6 mm., son del tipo escalenoédrico, predominando la forma  $\{2\bar{1}\bar{3}1\}$ ; frecuentemente presentan sus aristas redondeadas y también truncadas por el romboedro  $\{11 \cdot 0 \cdot \bar{1}\bar{1} \cdot 2\}$ .

### 12. **Cerusita**

En el material objeto de nuestro estudio, las formaciones de cerusita se reducen a cristalitas poco numerosos; en la superficie de la niquelina se ven dichos cristales, formando unas agrupaciones centradas, y unidos en toda su longitud a la niquelina. Miden 0,3 mm. Su efervescencia con el ácido clorhídrico y una microrreacción con el cloruro potásico nos han permitido identificar este mineral.

### 13. **Annabergita**

Se presenta cubriendo en algunos puntos, semejando una eflorescencia, a la niquelina, y más frecuentemente a las agrupaciones arriñonadas que forman los cristales de cloantita. Tiene color verde amarillento y con facilidad se ponen de manifiesto los elementos que la constituyen, por medio de sencillas reacciones químicas.

Museo, Sección de Mineralogía, septiembre de 1931.