ESTUDIO MINERALOGICO DE LA VARISCITA DE PALAZUELO DE LAS CUEVAS, ZAMORA (ESPAÑA)

A. Arribas*
E. Galán**
J. M. Martín-Pozas**
J. Nicolau*

P. SALVADOR***

RESUMEN.—Se describen en este trabajo las condiciones de yacimiento de los afloramientos de variscita que se extienden por el Oeste de la provincia de Zamora, entre Pobladura de Aliste y Carbajales de Alba. En él se incluyen los resultados obtenidos en el estudio mineralógico —propiedades físicas, ópticas, rayos X, análisis químico, termogravimétrico y térmico diferencial y se discuten las condiciones de formación y las posibilidades gemológicas de los primeros yacimientos de variscita encontrados en España.

SUMMARY.—Deposits of variscite, the first of their kind to be found in Spain, crop out in the western part of Zamora province, between Pobladura de Aliste and Carbajales de Alba. This paper describes the geological features of the deposits and the results of a mineralogical study of the variscite: physical and optical properties, X-ray, chemical analysis, G.T.A. and D.T.A. An opinion about the genesis and gemmological possibilities is given.

INTRODUCCION

La variscita, fosfato alumínico natural de composición PO_4Al . $2H_2O$, deriva su nombre de Variscia, antigua denominación del distrito alemán de Vogtland en donde el mineral fue reconocido por primera vez (BREITHAUPT, 1837).

Aparte los depósitos originales de Messbach (Vogtland) en donde la variscita se presenta en forma de nódulos criptocristalinos asociados a pizarras alumínicas, existen yacimientos de este mineral en otras localidades. Entre ellas, destacan en Europa los yacimientos de Brandberg (Austria), en los que la variscita, junto con halloisita, se encuentran en pizarras ricas en

^{*} Dept. Cristalografía y Mineralogía. Universidad de Salamanca.

^{**} Dept. Cristalografía y Mineralogía. Universidad de Madrid.

^{***} Sec. Miner. Inst. Lucas Mallada, C.S.I.C. Madrid.

hierro. En EE.UU. existen importantes yacimientos de variscita en Utah (Fairfield, Lucin, Lewiston y Mercur). Variedades de variscitas ricas en hierro han sido encontradas en Isla Redonda (Antillas) y Geveri Hills (Tanganica).

En España, hay referencias de haberse encontrado variscita en Encantada (Pontevedra) (MARTÍNEZ STRONG et alt., 1952), pero su identificación no ha sido confirmada.

Según LARSEN (1942), la variscita se forma en yacimientos supergénicos como consecuencia de la acción de aguas fosfatadas sobre rocas ricas en aluminio. La fuente de los iones fosfato puede ser de muy variada naturaleza, desde materia orgánica hasta lechos de fosforitas meteorizadas en superficie, como es el caso de los yacimientos de Fairfield.

SHALLER (1916) sugirió que el PO₄Al. $2H_2O$ podía presentarse también en la naturaleza bajo una variedad polimórfica de la variscita a la que llamó metavariscita. Posteriormente, STRUNZ y VON SZTROKAY (1939) y McCONNELL (1940) confirmaron dicha hipótesis mediante difracción de rayos X, poniendo de manifiesto la existencia de dos series isomórficas de diferente simetría en las que el PO₄Al. $2H_2O$ y el PO₄Fe. $2H_2O$ constituyen los términos extremos. Una es la serie ortorrómbica "variscita-strengita" y otra la serie monoclínica "metavariscita-metastrengita".

El estudio roentgenográfico de los fosfatos de Isla Redonda (Antillas) y Geveri Hills (Tanganica) realizado por McKIE (1958) parece demostrar que los materiales de ambas localidades, aún respondiendo a la misma composición química que la variscita y metavariscita, poseen características estructurales que los diferencian de las muestras originales.

ČECH y SLÁNSKÝ (1965, 1968), tras realizar un estudio por difracción de rayos X, A. T. D. y A. T. G. de 26 muestras procedentes de diversos yacimientos, concluyen que las muestras estudiadas pueden agruparse en tres grupos diferentes. Un primer grupo, constituido por siete de los ejemplares estudiados, incluye las muestras nodulosas procedentes de Lucin (Utah), a la que denominan variscita tipo "Lucin"; un segundo grupo, que comprende muy pocas muestras, posee las características reconocidas para la metavariscita; y un tercer grupo, en el que se agrupan la mayoría de las muestras, incluye los ejemplares de Isla Redonda —la variedad llamada redondita— y algunos de la localidad original, por lo que le denominan tipo "Messbach".

En el presente trabajo se realiza un estudio mineralógico por medios ópticos, difracción de rayos X, ATD y ATG, y microsonda electrónica de la variscita procedente de un yacimiento situado entre Palazuelo de las Cuevas y San Vicente de la Cabeza, en la provincia de Zamora (España), y del que hicieron una descripción geológica previa ARRIBAS, BURG y NICOLAU (1970).

DESCRIPCION DEL YACIMIENTO

Los afloramientos de variscita localizados hasta ahora en la provincia de Zamora se extienden en dirección SE a lo largo de casi 30 km. (figura 1), desde Pobladura de Aliste hasta la zona comprendida entre Bermillo y Carbajales de Alba. Las rocas encajantes son principalmente esquistos grises y pizarras arcillosas de color amarillento, a veces rojizas por la abundancia de óxidos de hierro, en los que aparecen intercalados delgados bancos de cuarcitas blancas.



Esquema geológico del SW de la provincia de Zamora donde aparecen los afloramientos de variscita. 1. Rañas; 2. Mioceno; 3. Silúrico; 4. Ordoviciense superior; 5. Cuarcitas ordovicienses; 6. Ordoviciense inferior; 7. Cámbrico; 8. Metamórfico; 9. Granito.

Las pizarras ordovicienses son típicas pelitas. Están formadas por granos detríticos de cuarzo reunidos por una matriz de grano fino constituida por

cuarzo y minerales de la arcilla, caolín e illita principalmente, dependiendo del grado de metamorfismo la proporción de sericita y otros minerales micáceos.

Los bancos de cuarcita no son continuos pero, debido a su mayor resistencia a la erosión, forman una serie de cerros alineados a lo largo del río Aliste, de extensión variable, que constituyen las pequeñas elevaciones situadas al sur de las Sierras de la Culebra, Sesnárdez y Cantadores.

Los materiales ordovicienses en los que se encuentra la variscita —especialmente las cuarcitas— representan además el límite septentrional de los dos grandes afloramientos silúricos que existen al N. de Alcañices. El mayor constituye los llamados Campos de Aliste y pasa en su mitad oriental por Figueruela, Pobladura, Las Torres de Aliste, Palazuelo de las Cuevas, Bercianos y Gallegos del Río. El menor va desde Mellanes hasta las proximidades de Bermillo de Alba, pasando por Vide de Alba. Los materiales silúricos de esta zona son análogos a los del Cámbrico-Ordoviciense: esquistos grises, sericíticos y cloríticos, a veces negros por la abundancia de materia orgánica, pizarras arcillosas y arenosas, liditas, riolitas y grauvacas.

Todos los materiales paleozoicos muestran un grado de metamorfismo muy bajo pero con esquistosidad marcada que buza entre 50 y 70° al SO. Están plegados principalmente por la primera fase de la orogenia herciniana la cual afectó a todo el NO de la Península dando lugar aquí a deformaciones relativamente profundas, de pliegues apretados, isoclinales, que presentan dirección N. 50° O. y vergencia al NE. La segunda fase, menos frecuente que la primera, es responsable de la crenulación que generalmente muestran las pizarras.

El yacimiento que ha sido objeto de estudio está localizado al SO de Palazuelo de las Cuevas. Se encuentra en la hoja número 336 (Alcañices) del mapa topográfico de España 1:50.000, entre las coordenadas 41°50' -41°48' lat. N y 2°17' -2°34' long. O, en los cerros llamados "Las Cercas" y "Techo del diablo", en la margen derecha del río Aliste. Al S y SO, la topografía de la zona se inclina suavemente hacia el SO, mientras que por el N cae bruscamente hacia el río Aliste. Los accesos son difíciles, pudiendo llegarse por el camino de San Vitero, desde la carretera comarcal que une Puente de Tera con Alcañices, o por Bercianos, desde la carretera nacional que va de Zamora a Alcañices.

En lo alto de los cerros se reconocen todavía dos grandes excavaciones alargadas en dirección NO (figura 2) rellenas por derrubios de pizarras y cuarcitas que contienen abundantes venillas y concreciones de variscita.

ESTUDIO MINERALOGICO DE LA VARISCITA DE PALAZUELO DE LAS... 119

Se trata indudablemente de antiguas explotaciones que han sido atribuidas a la época árabe, en cuyo caso tendrían más de 700 años de antigüedad *.

Las muestras estudiadas se seleccionaron de acuerdo con sus diferentes tonalidades, desde verde muy claro a verde muy oscuro. Para su descripción se ha adoptado la siguiente nomenclatura.



Fig. 2

Aspecto de los cerros de las Cercas y del Diablo, en Palazuelos de las Cuevas (Zamora), donde se encuentran las antiguas explotaciones, probablemente árabes, de variscita.

* En este sentido y teniendo en cuenta (ARRIBAS, BURG y NICOLAU, 1970) que la variscita de Zamora fue considerada inicialmente como turquesa, es interesante destacar la referencia que PUIG Y LARRAZ (1883) hace en su estudio geológico de la provincia de Zamora sobre la posible existencia en ella de turquesas o esmeraldas. En él, dicho autor recoze la opinión de Florián de Ocampo que deriva la palabra Zamora de las voces arábizas zamaz o zamotras, en castellano turquesa. Dado que él no había encontrado este mineral en sus detallados recorridos por la provincia, piensa se debería dar más crédito a la referencia existente en el "Lapidario de Alfonso X" que se conserva en el Monasterio de El Escorial, en el que se afirma que la piedra llamada en latín turquesa es *feirucech* en árabe, mientras que esmeralda es zamorat. Pensaba por ello Puig y Larraz que Zamora podría significar ciudad de las esmeraldas, no de las turquesas, ya que los árabes pudieron haber encontrado berilos o apatitos verdes en los yacimientos de casiterita que hay en la provincia y que quizá tomaron por esmeraldas. De esta forma, el redescubrimiento en 1969 de los afloramientos con variscita de color verde esmeralda vendría a resolver las dudas que se habían planteado hasta ahora en este sentido.

COLOR	MUESTRA	TEXTURA		
Verde muy claro	V.M.C	Filoncillos y concrecciones irreg - lares, tipo Messbach.		
Verde claro n.º 1	V.C.1	Filoncillos y concrecciones irregu- lares, tipo Messbach.		
Verde claro n.º 2	V.C. 2	Concrecciones nodulares zonadas, tipo Lucin.		
Verde claro n.º 3	V.C. 3	Filoncillos y concrecciones irregu- lares, tipo Messbach.		
Verde oscuro	V.O	Filoncillos y concrecciones irregu- lares, tipo Messbach.		
Verde muy oscuro	V.M.O	Filoncillos y concrecciones irregu- lares, tipo Messbach, zonadas.		

METODOS Y RESULTADOS EXPERIMENTALES

1. PROPIEDADES FÍSICAS

La variscita de Zamora se presenta bajo dos aspectos: en nódulos y agregados botroidales, cuyos tamaños varían de uno a doce centímetros, aunque lo normal es que no pasen de 6 ó 7 centímetros, y, lo que es más frecuente, en vetas, filoncillos y costras cuyo espesor oscila entre algunas décimas de milímetro y excepcionalmente varios centímetros.

Los colores corresponden a diversos tonos de verde: pálido, amarillento, azulado, y también verde intenso o verde esmeralda. La coloración no es uniforme en ningún caso, salvo en pequeñas áreas, y el material se manifiesta comúnmente zonado o con manchas de diferentes tonos, así como atravesado por vetillas irregulares de color blanco o castaño (Lám. I).

Las variedades verdes más oscuras son generalmente opacas, aunque translúcidas en los bordes cuando están talladas en láminas de poco espesor. Las muestras menos compactas y terrosas tienen brillo apagado. Este pasa a céreo, opalino, o incluso vítreo, a veces aterciopelado, en las más compactas, las cuales son más suaves al tacto y presentan fractura astillosa o concoidea.

La dureza varía según la compacidad, textura y contenido en sílice, entre 4,5 y 5,5 de la escala de Mohs. La densidad oscila entre 2,50 y 2,57.

Puesto que aún no se ha podido analizar ningún cristal aislado, los valores del índice de refracción se refieren al valor medio, único que se puede obtener en un agregado micro o criptocristalino de esta clase. Esta medida

ESTUDIO MINERALOGICO DE LA VARISCITA DE PALAZUELO DE LAS... 121



LÁMINA I Aspecto de la variscita de Palazuelos de las Cuevas (Zamora) 1. Al natural (×1/3) y 2. Tallada (×1)

se ha efectuado solamente para las variedades más compactas y translúcidas, todas las cuales dan un valor bastante aproximado a 1,58.

Si se observan las muestras con un filtro de Chelsea, el color se aclara considerablemente, apreciándose en las partes más verdes un ligero tinte rosado que está probablemente de acuerdo con un mayor contenido en cromo.

Para el ensayo espectroscópico con luz reflejada se utilizó una muestra de variscita de color verde oscuro, un espectroscopio Beck de visión directa, con escala graduada, y una fuente luminosa de gran potencia que tenía como filtro azul una solución concentrada de sulfato de cobre para eliminar toda posible radiación roja procedente de la lámpara de iluminación. De esta manera se han podido observar tres rayas fluorescentes en el rojo, centradas aproximadamente en los 6.300, 6.600 y 6.900 Å, de las cuales, las dos últimas, son las más discernibles. Dichas rayas corresponden a la emisión de luz provocada por la excitación de los átomos de cromo. El resto del espectro, estudiado ya sin filtro, no presenta características especiales, salvo la absorción general y lógica en sus extremos rojo y azul-violeta.

Al microscopio, la variscita de Palazuelos forma agregados micro o criptocristalinos que dan lugar a venillas irregulares, discordantes o más o menos paralelas con los planos de esquistosidad de pizarras y cuarcitas (figura 3), o a concreciones nodulosas y esferulíticas, de hasta 4 mm. de sección (figuras 3 y 4), intercaladas en las pizarras y unidas por una matriz silicolimonítica (figura 5). Tanto las venillas como los nódulos, especialmente estos últimos, aparecen frecuentemente zonados (figura 6), pero sin que se hayan podido apreciar por ahora diferencias sensibles de composición.

Junto con la variscita se encuentran frecuentemente cristales aislados o agregados fibrosoradiados de cuarzo calcedonioso (figura 8), los cuales se depositaron al mismo tiempo o inmediatamente antes que los fosfatos de aluminio y a veces han sido corroídos y reemplazados por estos últimos (figura 7).

FIG. 3. N.C. \times 30. Sección transparente.—Aspecto de las pizarras arcillosas atra- \rightarrow vesadas por venillas de variscita microcristalina.

FIG. 4. N.C. \times 30. Sección transparente.—Sección transversal de un esferulito de variscita. La parte central, con textura micro y criptocristalina, aparece rodeada por una costra exterior fibrosoriadada.

FIG. 5. N.C. \times 30. Sección transparente. – Textura zonada de un nódulo seudo-hexagonal de variscita.

FIG. 6. N.C. \times 30. Sección transparente. – Nódulos de variscita microcristalina reunidas por una matriz silicolimonita.

FIG. 7. N.C. \times 30. Sección transparente. – Restos de cristales de cuarzo corroídos por variscita microcristalina que muestra aquí una clara estructura coloidal, concéntrica y zonada.

FIG. 8. N.C. \times 30. Sección transparente. — Aspecto del cuarzo calcedonioso fibrosoradiado que acompaña a la variscita.



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

En sección transparente, la variscita es incolora o ligeramente verdosa, no pleocroica, y de birrefringencia normalmente baja, con colores de polarización grises. En cualquier caso, medidas más precisas de las constantes ópticas no se podrán efectuar mientras no se encuentren cristales mayores.

2. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Se obtuvieron difractogramas de polvo de todas las muestras seleccionadas utilizando un difractómetro Philips PW 1010, con goniómetro automático y registrador gráfico de impulsos. Como radiación se usó la producida por un anticátodo de Cu filtrada con Ni. El goniómetro se calibró utilizando ClNa como patrón interno.

En la tabla I se indican los espaciados e intensidades relativas obtenidos para las seis muestras de variscita estudiadas. La interpretación de estos datos, de acuerdo con ČECH y SLÁNSKÝ (1965), conduce a los resultados que se indican a continuación.

En todas las muestras se observan los espaciados correspondientes a los diagramas de variscita tipo "Messbach" (Vm), variscita tipo "Lucin" (Vl) y metavariscita (M), tal y como se indica a la izquierda de la columna de espaciados.

Las intensidades relativas de las reflexiones características en las muestras VMC, VC, VC3, VO y VMO coinciden con las dadas por estos autores para la variedad tipo "Messbach", en el que se incluiría la variedad redondita, mientras que las correspondientes a la muestra VC2 son identificables con las del tipo "Lucin". Igualmente, puede observarse que los espaciados correspondientes a esta última muestra son ligeramente inferiores a los de las anteriores.

Mediante un análisis estadístico comparativo de las intensidades relativas de las reflexiones correspondientes a los dos tipos de variscita y la metavariscita de Zamora con las señaladas por otros autores, se ha intentado establecer, de manera aproximada, la proporción variscita/metavariscita existente en cada una de las muestras. Tales resultados se indican en la parte superior de la tabla I.

Es común a todas las muestras, y de modo más acusado en la VMC, la existencia de espaciados a 4,25 y 3,34 Å que indican la presencia de cuarzo.

3. ANÁLISIS QUÍMICO

Con el fin de detectar los elementos minoritarios con número atómico superior al del Ti presentes en las muestras de variscita, fueron éstas estudiadas por fluorescencia de rayos X, utilizando un espectrógrafo universal de vacío Philips con anticátodo de Mo y cristal analizador de LiF.

V/M	ľ	3:1	1,5:1	6:1	13:1	10 : 1	8:1	
d (Å)		Intensidades relativas						
		VMC	VC1	VC2	VC3	VO	VMO	
V _m	6,42	14	18		11	12	14	
М	6,32	14	23	2		3	4	
V _m V _l	5,39 5,36	60	55	74	59	54	55	
V ₁ V _m V.	4,90 4,83 4,81	60	45	6	48	58	60	
M	4,76	25	28	3	6	8	9	
М	4,55	34	42	5	3	8	5	
$M + V_m$ V_m	4,41 4,29	48 100	50 100	3	48 100	46 100	47 100	
$\mathbf{Q} + \mathbf{v}_1$ M M	4,20 4,23 4,15	00	54 1	/0	4	8	8	
M M V_{m} V_{1} $M + V_{n}$	4,02 4,00 3,92 3,90 3,86	4 7 26	1 1 26	2	27	24	26	
V _m V,	3,65 3.63	10	10	16	10	8	10	
M V _m	3,51 3,46 3,44	28 28	28 27	3	6 32	5 31	5 33	
Q M	3,35 3,24	100 7	9 1	10	4	12	16 2	
$\mathbf{W}_{\mathbf{m}} + \mathbf{V}_{\mathbf{m}}$ $\mathbf{V}_{\mathbf{m}}$	3,23 3,22 3,19	10	11	6	10	10	11	
M M M + V	3,16 3,11 3,10	4 11	1	2				
$V_{\rm m}$ $V_{\rm l}$	3,06 3,04	40	36	100	41	36	40	
M V _m V,	2,98 2,94 2.915	14	11	39	3 15	12	11	

TABLA I DIFRACCION DE RAYOS X DE LA VARISCITA DE PALAZUELOS DE LAS CUEVAS (ZAMORA)

d (Å) V_{m} 2 V_{l} 2 V_{m} 2 V_{l} 2 V_{l} 2 M + V 2	,885 ,87 ,74	VMC28	Int. VC1 20	vC2	VC3	i v a s	VMC
$ \begin{array}{c} V_{m} & 2 \\ V_{1} & 2 \\ V_{m} & 2 \\ V_{1} & 2 \\ V_{1} & 2 \\ M + V & 2 \end{array} $,885 ,87 ,74	VMC28	VC1	VC2	VC3	VO	VMC
$ \begin{array}{cccc} V_{m} & 2 \\ V_{1} & 2 \\ V_{m} & 2 \\ V_{1} & 2 \\ M + V & 2 \end{array} $,885 ,87 ,74	28	20		1	1	
$ \begin{array}{ccc} V_{\rm m} & 2 \\ V_{\rm l} & 2 \\ M + V & 2 \end{array} $,74			37	23	25	24
V_1 2 M+V 2		30	27		31	30	28
V _m 2	,74 ,70 ,64	94 10	82 8	21	58 8	56 6	61 7
V_1^{m} 2 M+V 2	,636	5	5	12	2	2	 л
$\dot{M} + V_m$ 2 $\dot{M} + V_m$ 2 $M + V_1$ 2	,58 ,57	10	11	5	10	10	11
$ \begin{array}{ccc} \mathbf{M} & 2\\ \mathbf{M} + \mathbf{V}_{\mathrm{m}} & 2\\ \end{array} $,535 ,495	8 14	4	3	10	9	10
$ \begin{array}{ccc} \mathbf{M} + \mathbf{V}_{1} & 2 \\ \mathbf{V}_{m} & 2 \\ \mathbf{V}_{m} & 2 \end{array} $,482	14	16	19	17	16	17
V_1 2 V_1 2 V 2	,407 ,453 41		1	12	2	2	2
M + V 2 M + V, 2	,405	14	11	3	8	8	8
$ \begin{array}{ccc} M + V_1 & 2 \\ V_1 & 2 \end{array} $,36	4		3 2			
$V_{\rm m}$ 2 $V_{\rm l}$ 2	,348	8	6	11	5	5	5
$\dot{V_m}$ 2 V_m 2	,32	10 6	8		10 6	10 6	11
V_{1} 2 $Q + M + V_{m}$ 2	,29 2,285	26	9	7	4	5	8
$M + V_1$ 2	,275			3			

TABLA I (continuación)

V/M = relación variscita / metavariscita

Los análisis cuantitativos de los elementos detectados, así como el análisis del P y Al presentes en dichas muestras, fueron realizados con una microsonda electrónica Cameca modelo MS-46. Los resultados de dichos análisis se muestran en la tabla II.

Tabla II

	VMC	VC1	VC2	VC3	VO	VMO
	31.60	31.20	32.22	32.13	32.05	31.02
Fe ₂ O ₃	0,59	0,74	0,37	0,27	0,30	0,31
Cr_2O_3	0,30	0,37	0,38	0,35	0,45	0,51
Cu ₂ O	0,01	0,03	0,01	0,10	0,02	0,03
NiO			0,01		0,01	0,01
P_2O_5	44,02	45,15	44,53	43,73	44,82	45,00

ANALISIS QUIMICOS DE LA VARISCITA DE PALAZUELOS DE LAS CUEVAS (ZAMORA)

La muestra VC2, del tipo "Lucin", diferenciable por su marcado carácter nodular y zonado, fue estudiada con mayor detalle con el fin de ver si la zonalidad era debida a diferencias de composición. Ninguna de las tentativas realizadas en este sentido pusieron de manifiesto diferencias apreciables en la concentración de los elementos presentes (Fe, Cr, Cu, Ni). Sin embargo, hay que señalar que los análisis realizados sobre los microcristales presentes en dicha muestra pusieron de manifiesto su mayor pureza en comparación con el resto de la masa criptocristalina.

4. ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO Y TÉRMICO DIFERENCIAL

Se utilizaron equipos de la "Technical Equipment Corporation" con sendas unidades básicas Deltatherm D-2000 y Termobalanza D-4000. El portamuestras utilizado en ATD fue de "Inconel" con termopares de cromel-alumel. Para el A.T.G. se usó una cápsula de plástico de 1,5 cc., siendo en ambos casos la velocidad de calentamiento de 10°C/min.

En la figura 9 se muestran las curvas termogravimétricas de los seis ejemplares de variscita y los valores porcentuales de pérdida de peso después de calentadas aquéllas a 250°C, temperatura a la que se alcanza el equilibrio en el proceso de descomposición.

A excepción de la muestra VMC, los valores del contenido en agua encontrados son muy similares al determinado teóricamente para el PO₄Al. $2H_2O$ (22,80 %). POPOVA (1963) encuentra valores análogos a los nuestros, mientras que ČECH y SLÁNSKÝ (1965) hallan valores ligeramente superiores.



Fig. 9

Curvas termogravimétricas de la variscita de Palazuelos de las Cuevas (Zamora)



Fig. 10

Diagramas A.T.D. de la variscita de Palazuelos de las Cuevas (Zamora)

El bajo valor de la muestra VMC es achacable a su alto contenido en cuarzo, tal y como se pudo comprobar por los estudios óptico y röentgenográfico.

Los diagramas de ATD de los ejemplares estudiados se recogen en la figura 10. Las muestras VC2, VC3, VO y VMO presentan un efecto endotérmico muy acusado alrededor de los 184°C. En la muestra VC2 hay un segundo efecto alrededor de los 225°C. La muestra VMC presenta además otro efecto endotérmico a los 202°C. De acuerdo con los resultados de ATG, dichos efectos deben corresponder a un fenómeno de deshidratación.

MANLY (1950), IVANOVA (1961) y POPOVA (1963) citan un solo efecto endotérmico para la variscita. No obstante, ČECH y SLÁNSKÝ (1965) atribuyen a la variscita tipo "Messbach" y a la metavariscita un solo efecto endotérmico, mientras que en la variscita tipo "Lucin" encuentran dos efectos endotérmicos. Según ésto, los resultados obtenidos concuerdan con los de difracción de rayos X, salvo para la muestra VMC, que presenta un diagrama térmico anómalo a pesar de haber sido identificada como una mezcla de variscita tipo "Messbach", metavariscita y cuarzo.

CONDICIONES DE FORMACION

Dado que los afloramientos de variscita (figura 1) se encuentran alineados a lo largo de casi 30 kilómetros y siguiendo fielmente el límite entre las formaciones ordovicienses y silúricas, es evidente la estrecha relación que existe entre el origen de este mineral y las rocas paleozoicas encajantes.

Por ello, teniendo en cuenta el alto contenido en aluminio de los materiales pelíticos en los que arma la mineralización, se debe admitir que el fósforo necesario para la formación de los fosfatos —variscita y wavellita de Palazuelos tuvo que proceder de alguna serie rocosa que, formando parte de los materiales ordovicienses o silúricos, se extendía en dirección NO paralelamente a los afloramientos de rocas paleozoicas.

Considerando el origen marino de estas rocas y la existencia de riolitas y tobas riolíticas en zonas próximas a Palazuelos, no es extraño que la fuente del fósforo fuera algún estrato rico en materiales fosfatados o, lo que es más probable, alguna corrida de rocas volcánicas.

Por otra parte, admitiendo con d'YVOIRE (1961) que el pH influye notablemente en la precipitación selectiva de variscita o metavariscita, cabe suponer que la zonalidad típica de algunas muestras sea debida a la alternancia de capas de variscita y metavariscita con distinta orientación, sin olvidar la influencia de posibles pequeñas diferencias del contenido en Cr, a pesar de que éstas no hayan podido ser detectadas con la microsonda electrónica.

ESTUDIO MINERALOGICO DE LA VARISCITA DE PALAZUELO DE LAS... 131

En cuanto a la edad de la mineralización, esta es evidentemente post-paleozoica. En el estado actual de conocimientos puede decirse que su formación, claramente epigenética, debió estar relacionada con los procesos de oxidación y alteración superficial que tuvieron lugar en la Meseta herciniana durante el Terciario, y a los cuales hay que atribuir también la formación de los yacimientos de manganeso, igualmente epigenéticos, que presentan una distribución especial análoga a la de los afloramientos de variscita.

POSIBILIDADES GEMOLOGICAS

Desde el punto de vista gemológico, la variscita de Zamora presenta posibilidades interesantes, aunque sin grandes pretensiones, y puede ser empleada en joyería y ornamentación. Dada su relativa poca dureza, se corta y conforma fácilmente con la sierra de diamante, si bien es delicado su trabajo debido a los distintos grados de dureza y compacidad que puede presentar una misma muestra.

Por tratarse de un material opaco que centra su atractivo en el color y abigarramiento puestos de manifiesto mediante la talla y el pulido, las formas de talla más adecuadas serán los cabuchones —redondos, ovalados, en lanzadera, etc.—, de los cuales pueden verse diferentes ejemplos en la lámina I. En el caso de nódulos o agregados botroidales de suficiente tamaño, una cara plana y pulida puede dar una superficie sumamente atractiva.

El pulido es más difícil que la preforma, dada la poca dureza de esta variscita y las diferencias que muestra entre las diversas fracciones que constituyen los nódulos y placas. No obstante, puliendo con óxido de cerio y alúmina de grano muy fino sobre paño de billar se obtienen buenos resultados.

Por lo que se refiere al teñido se han ensayado varias técnicas según la naturaleza del material. Así, las grietas y fisuras o las partes de distinto color y mayor porosidad de la matriz toman el tinte con mucha facilidad, pero no así la propia variscita que requiere un tratamiento más enérgico. Para el mejor brillo final es aconsejable un cocido en grasa de ballena, repuliendo después con paño seco.

En resumen, se trata de un material muy agradable a la vista, especialmente la variedad de color verde esmeralda, que presenta mayor compacidad y dureza, tacto suave y brillo vítreo, ligeramente aterciopelado, consecuencia de ser translúcida y de tener un índice de refracción más elevado. Las otras variedades son también atractivas y su mejor efecto dependerá, en gran parte, de la destreza de la persona que las trabaje.

Agradecimientos. Los autores agradecen al Dr. López Ruiz, del Instituto Geológico y Minero, su colaboración en los análisis con la microsonda electrónica. Igualmente, al Dr. Lima de Faria, de la Junta de Investigaçoes, d'Ultramar, Lisboa, su interés al proporcionar un diagrama de la redondita del Cole Shaft, Bisbee (Arizona), que permitió a los autores comprobar su identidad con la variscita tipo "Messbach" de Zamora.

BIBLIOGRAFIA

ARRIBAS, A.; BURG, J. y NICOLAU, J. (1970): New ocurrence of precious variety of variscite in Spain, Lapid. Jour., 764.

BREITHAUPT, A. (1837): Bestimmung neuen Mineralien, Journ. prakt. Chemie, 10, 501. ČECH, F. y SLÁNSKÝ, E. (1965): X-ray powder study and thermal investigation of

- AlPO₄. 2H₂O minerals, Act. Univ. Carol. Geol., 1, 1.
- (1968): Infrared spectra of the polimorphous of AlPO₄. 2H₂O, Act. Univ. Carol. Geol., 4, 287.

JVANOVA (1961): Thermograms of minerals, Mem. All-Union Min. Soc., 90, 50.

LARSEN, E. S. (1942): The mineralogy and the paragenesis of variscite nodules from near Fairfield, Utah, Am. Min., 27, 281.

MANLY, R. L. (1950): The differential thermal analysis of certain phosphates, Am. Min., 35, 108.

MARTÍNEZ STRONG, P.; PÉREZ MATEOS, J. y GARCÍA-BAYÓN, P. (1952): Mineralogía descriptiva, C.S.I.C., Madrid.

McConnell, D. (1940): The isodimorphous series, variscite-metavariscite, Am. Min., 25, 719.

McKIE, D. (1958): Notes on some minerals from Tanganyka, Rec. Geol. Sur. Tanganyka, 5, 81.

POPOVA, Z. D. (1963): Variscite, the main ore-forming mineral from deposit Sarysai, Izvestiya Acad. Sci. Kasakh. S.S.R. ser. Geol., 1, 64.

PUIG Y LARRAZ, G. (1883): Descripción física y geológica de la provincia de Zamora, Mem. y Com. Mapa Geol. España, Madrid, 425.

SCHALLER, W. T. (1916): Mineralogical notes III. Lucinite, a new mineral, a dimorphous form of variscite, U.S. Geol. Sur. Bull., 610, 56.

STRUNTZ, H. y VON SZTROKAYK (1939): Isodimorphie zwischen Metavariscit, Variscit, Phosphosiderit und Strengit, Zentralbl. Min. Geol. Pal., 272.

D'YVOIRE, F. (1961): Etude des phosphates d'aluminium et de fer trivalent. I-L'orthophosphate neutre d'aluminium, Bull. Soc. Chim. France, 372, 1762.