

CARACTERIZACION MINERALOGICA DE ALGUNOS TOPACIOS ESPAÑÓLES

J. García Guinea * y E. Galán **

* Museo Nacional de Ciencias Naturales. (C.S.I.C., Madrid)

** Dpto. de Geología, Facultad de Química. Univ. de Sevilla

ABSTRACT. — Deposits and principal physico-chemical characteristics of some Spanish topazes are described. From the chemical point of view it is to be noted the high fluorine content (18.90-20.32 %) of these topazes, that can be correlated well with other physical properties and to be related with the high fluorite percentages of the paragenesis.

Topazes occur in pegmatites, greisen and hydrothermal deposits, usually with fluorite. The outcrops studied present a limited amount of topaz, but from two of them (Valle de la Serena and Merida) beautiful faceted gems can be obtained of a transparency, low fracturation and feeble blue-green colouration very suitable.

Key words: Gemstones-Topaz-Greisen-Spain

RESUMEN. — Se describen las características fisicoquímicas y los afloramientos de los principales topacios españoles. En su composición, destacan los elevados contenidos en fluor (18.90-20.32 %). Este dato, se correlaciona bien con el resto de las constantes físicas y desde el punto de vista genético concuerda con los elevados contenidos en fluorita de las paragénesis observadas.

En general, se encuentran en relación con pegmatitas, greisen y filones hidrotermales con pequeñas cantidades de topacio y únicamente en dos de ellos (Valle de la Serena y

Merida) se han conseguido muestras válidas para obtener vistosas gemas facetadas por su transparencia, escasa fracturación y débil coloración azul verdosa.

Palabras clave: Gemas-Topacio-Greisen-España.

Introducción

La génesis característica pegmatítico-hidrotermal o de tipo greisen del topacio (Deer, Howie, Zussman, 1983), reduce los afloramientos españoles casi exclusivamente al macizo Hespérico y a que, en general, los topacios españoles muestreados sean paragenéticos con fluorita, casiterita, wolframita, minerales de bismuto, berilo, lepidolitas, etc., es decir, con minerales característicos de estos ambientes genéticos.

La recopilación bibliográfica que se realizó de forma sistemática a partir de trabajos en revistas españolas, tesis, libros, museos, PNIM, encuestas, etc., desde 1875 hasta la actualidad (García Guinea, 1981), ha suministrado más de 15 indicios de localidades con topacio en España, pero únicamente en cinco casos se han muestreado ejemplares de tamaños centimétricos, con dimensiones suficientes como para poder analizarlos, realizar fácilmente experiencias de lapidación y mediciones con las gemas obtenidas.

Por tratarse de uno de los escasos minerales con fluor, el topacio, es especialmente interesante para comprender el papel del fluor en determinados procesos genéticos.

Los ejemplares de topacio españoles muestreados, siempre en afloramientos con fluorita abundante, mostraron contenidos de fluor muy elevados pudiendo ser situados, prácticamente, en el límite fluorotopacio, dentro del intervalo $\text{Al}_2\text{SiO}_4\text{F}_2$ - $\text{Al}_2\text{SiO}_4\text{F}_{1.4}(\text{OH})_{0.6}$ propuesto por Barton (1982) para topacios naturales.

La elevada relación F/OH de los topacios españoles, es congruente con las propiedades físicas medidas como parámetros de celdilla, índices de refracción y ángulos de ejes ópticos utilizando las ecuaciones y gráficos de Rosemberg (1967) y Ribbe y Rosemberg (1971).

Antecedente sobre topacios en España

Con objeto de tener una visión global de los afloramientos de topacios conocidos en España, ya contrastados (García Guinea, 1981), se pueden recordar las siguientes referencias, ordenadas cronológicamente, para topacios en facies detríticas: Mabesoone (1961), Graaf y Woensdregt (1963), Mabesoone (1963) y Corrochano (1974).

En el ámbito endógeno, se puede citar los trabajos de Mallada (1895), Lacroix (1910), Cotelo Neiva (1944), Servaye (1959), Sos Baynat (1959, 1962, 1964), Suárez (1971), Ordóñez y Mingarro (1972), Ugidos (1973, 1974), Suárez (1974), Saavedra y Arribas (1974), Castroviejo (1975), Saavedra y Pellitero (1975), Buxant (1976), Suárez (1976), Pellitero et al. (1976), Herranz et al. (1977), García Guinea et al. (1978), García Guinea (1981), González del Tánago y Bellido (1983), Marensi y García Guinea (1984) y González del Tánago (1985).

Características generales de los afloramientos más importantes de topacio

A partir de los trabajos antes señalados, se realizó una selección de afloramientos de

topacios en España buscando los ejemplares de mayor interés (a veces gemológico). De esta forma, y con los datos actuales disponibles, se pueden destacar los topacios de Valle de la Serena y Mérida (Badajoz), Colmenar Viejo (Madrid) y Lovios (Orense), que se describen a continuación.

Mina de San Nicolás (Valle de la Serena, Badajoz) (Fig. 1)

En un trabajo anterior (García Guinea et al., 1978) ya se describió el complejo minero San Nicolás (Valle de la Serena, Badajoz). Se trata de una red de diques pegmatíticos asociados con venas de cuarzo N60-70E encajados en una serie metamórfica de cuarcitas armónicas y pizarras, muy próximas a un batolito de granito intrusivo. (Fig. 2 a).

Posteriormente, se ha comprobado que a nivel regional y a muy pocos kilómetros de las minas, la petrografía de los materiales plutónicos se complica al existir dioritas, gabros, etc., y también la misma serie metamórfica, al mostrar una variada combinación de metapelitas, mármoles, meta-grauvacas, metaarcosas, etc.

Los filones de cuarzo están mineralizados, habiéndose podido reconocer wolframita, arsenopirita, casiterita, pirita, galena, molibdenita, bismutinita, lepidolita, fluorita, topacio, turmalina, bismutina, bixmita, sillerita, wulfenita, hematites, pirolusita, siderita, malaquita, azurita y yeso.

Los topacios aparecen relacionados con un proceso de greisenización junto con perfitas metasomáticas y abundante fluorita. Se trata de vistosos cristales de hasta 7 cm. (Col. Folch Girona), transparentes, con matices azulados y verdosos pálidos y abundantes inclusiones bifásicas y de molibdenita. Su escasa fracturación facilita su lapidación pudiéndose obtener perfectas gemas facetadas.

Cantera de la Osa (Valle de la Serena, Badajoz) (Fig. 1)

Recientemente se ha abierto una cantera para granito de construcción en el cortijo de la Osa, situado a unos tres kilómetros (cubiertos por un terciario) hacia el SW. de las instalaciones mineras de San Nicolás.

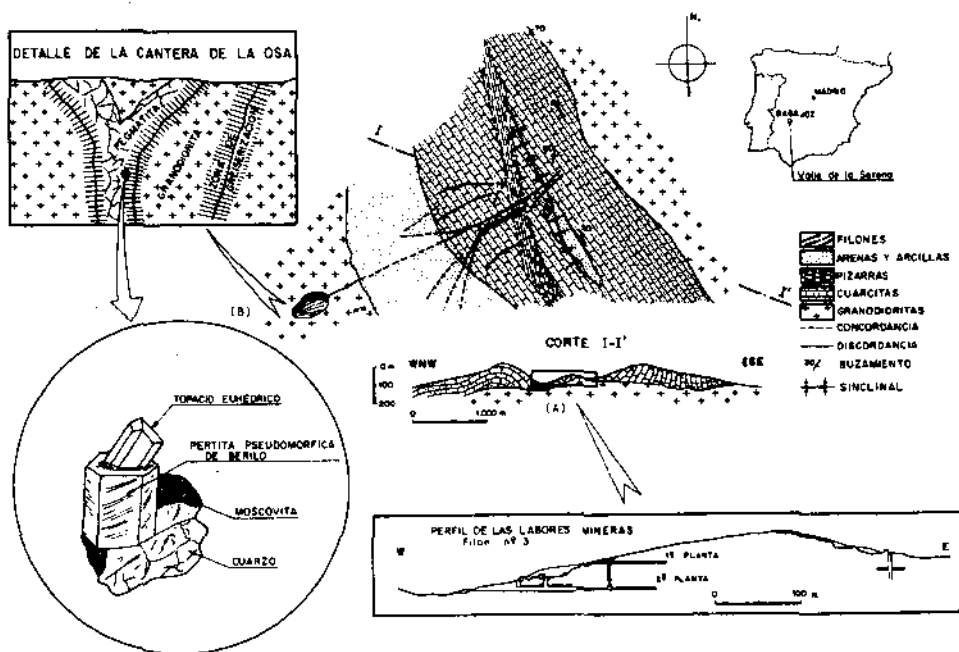


Figura 1. Esquema cartográfico de las mineralizaciones de Valle de la Serena (Badajoz). Corte geológico y labores mineras de la Mina San Nicolás (A) y detalle de la cantera de la Osa (B).

La cantera ha cortado los mismos filones del complejo minero en su parte final, apareciendo con potencias mucho más pequeñas (centimétricas). Este nuevo afloramiento ha permitido realizar interesantes observaciones texturales y estructurales in situ sobre las pegmatita y los efectos de la greisenización. (Fig. 2 b y c)

Efectivamente, se puede comprobar cómo la greisenización ha afectado profundamente al granito aumentando su porosidad, disgregándolo, cambiando su color, caolinizando los feldespatos, y nucleando piritas y fluoritas. También ha afectado a las pegmatitas produciendo caolinización de feldespatos, disolviendo los berilos previos y precipitando otros de segunda generación.

Algunos topacios aparecen incluidos dentro del feldespato pseudomórfico de berilo, lo que indica claramente su origen hidrotermal-greisen y paragénético con la fluorita y los berilos transparentes de segunda generación. (Fig. 1)

Los topacios de la cantera de la Osa no exceden los dos centímetros, tienen hábitos

de prismas rómbicos típicos y algunos están biterminados. Se trata de vistosos cristales transparentes incoloros para uso gemológico. (Fig. 2 d y e)

El Berrocal (Mérida, Badajoz)

El macizo granítico del Berrocal está atravesado por la carretera Mérida-Alange entre los Kilómetros 4.8 y 5.3, tiene 660x400 metros y forma elíptica alargada de E a W. Presenta pegmatitas con topacio como accesorio y filones y diques mineralizados y explotados para W-Sn. La mina «Pepita» facilitó el estudio que fue objeto de una tesis doctoral (Servaye, 1959). En la actualidad, esta mina se encuentra tapada parcialmente por lo que se consideró necesario profundizar en su estudio.

Las muestras de topacios obtenidas durante la explotación se encuentran en la Casa de la Cultura de Mérida, reunidos y cuidados por la paciente y gran labor del Prof. Sos Baynat, quien amablemente nos facilitó unos ejemplares de topacio para poder realizar algunos análisis.

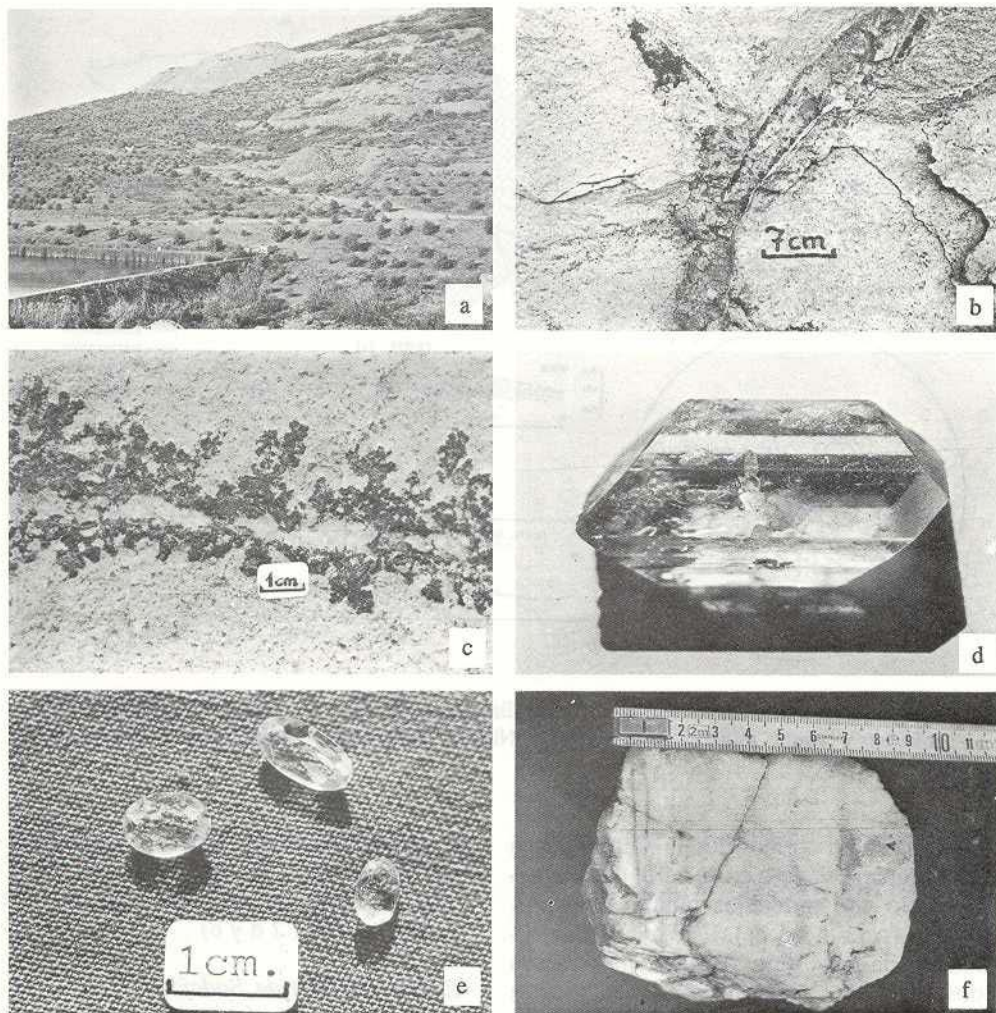


Figura 2. a) Rozas y escombreras de la Mina San Nicolás (Valle de la Serena, Badajoz); b) Pegmatitas y bandas de cuarzo, biotita, berilo y topacio de la cantera de la Osa (Valle de la Serena, Badajoz). c) Emisión de fluidos de manganeso y silice por fisuras debido a los procesos greisen; d) Topacio biterminado de un centímetro de la cantera de la Osa (Valle de la Serena, Badajoz); e) Topacios tallados incoloros de la cantera de la Osa (Valle de la Serena, Badajoz); f) Topacio lechoso de 10 cm. procedentes de las pegmatitas de la Sierra de Jures (Orense).

Se trata de perfecto: cristales transparentes de topacio de tonos pálidos, incoloros, azules, verdes, de hasta tres centímetros y perfectamente aptos para fines gemológicos.

Cerro de San Pedro (Colmenar Viejo, Madrid)

En la urbanización de los Rancajales en

el sector Norte del Cerro de San Pedro (Colmenar Viejo, Madrid) existen pegmatitas encajadas en esquistos y ortogneises con variedad de minerales, entre los que se encuentra topacio.

Las pegmatitas consideradas son tabulares o lenticulares de tamaño variable, desde venulas de escasos cm hasta cuerpos pegmatíticos de 35 metros de espesor.

Las pegmatitas se pueden clasificar como diferenciados zonados (Marensi y García Guinea, 1984). Los contactos muestran feldespaticización y desarrollo de biotita en el encajante. La zona de pared es irregular de uno o dos metros de espesor, con textura media con cristales de cuarzo y feldespato en texturas gráficas. La mineralogía es plagioclasa, cuarzo, biotita, granate y turmalina. Las biotitas y turmalinas están fuertemente cloritizadas por hidrotermalismo posterior, ya que contienen pirita (Fernández Hernan, 1986, comunicación personal).

La zona intermedia muestra mayores cristales que la de pared con predominio del feldespato potásico sobre la plagioclasa e intensa fracturación. Las fracturas N50E presentan sustituciones metasomáticas con feldespatos reemplazados por moscovitas y cuarzo. En ocasiones, las fisuras terminan en bolsadas de sustitución metasomáticas con topacio, triplita, isokita, niobita-tantalita, fosfatos de uranio, etc., (González del Tánago y Bellido, 1983; González del Tánago, 1985). La zona de núcleo es discontinua y está formada por cuarzo lechoso. Estas características definen a estas pegmatitas como del tipo microclina con procesos metasomáticos de acuerdo con Solodov (1959).

Los topacios únicamente han sido localizados en tres de los cuerpos pegmatíticos y se trata de fragmentos de hasta tres y cuatro centímetros, opacos, blancos o muy débilmente azulados y con intensa fracturación. Obviamente no tienen interés gemológico.

Sierra del Jures (Lovios, Orense)

La Sierra de Jures está formada por el complejo granítico Lovios-Geres (Cottard, 1979) donde se pueden distinguir varios tipos de granitos *sensu lato*: el granito porfiróide de Geres, el granito biotítico de Lovios, el granito de dos micas de Ilha y el granito de grano fino de Carris. Las pegmatitas consideradas se localizan en el granito porfiróide de Geres.

De acuerdo con Marensi y García Guinea (1984) existen tres direcciones diferentes con pequeñas venas de segregación pegma-

titicas: unas NS según los filones principales del Complejo minero de Las Sombras y el Carris, mineralizadas en W-Sn-Mo, otras EW con cuarzo, perfitas y berilos hexagonales de colores verdes pálidos y unas terceras SW-NE con cuarzos ahumados y lechosos, perfitas, microclina, casiterita, moscovitas, berilos azules con 0.2 % de V_2O_5 y topacios.

Se trata de topacios opacos, lechosos y de hasta 20 cm de diámetro sin posibilidad gemológicas. (Fig. 2 f)

Metodología de trabajo y caracterización de los topacios

En las Tablas I y II, se muestran los valores obtenidos de las características fi-

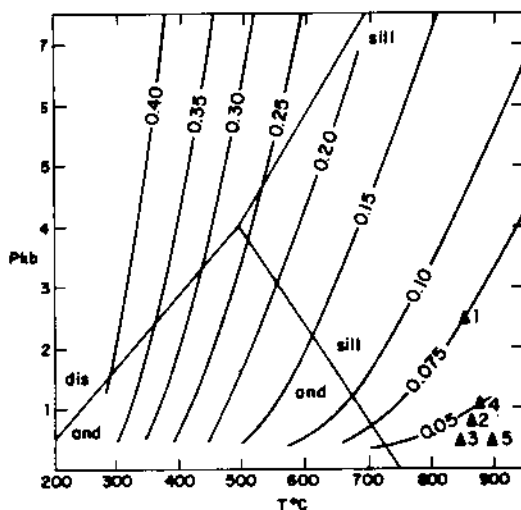


Figura 3. Proyección de los resultados analíticos de topacios españoles en el diagrama de Barton (1982 b) correspondiente al cálculo de isopletas de solución sólida de hidroxitopacio en topacio en función de la P y T para la reacción de hidratación de andalucita hacia hidroxitopacio.

And = Andalucita; Dis = Distena;

Sill = Sillimanita. 1 = Mina San Nicolás (Valle de la Serena, Badajoz); 2 = Cantera de la Osa (Valle de la Serena, Badajoz);

3 = Canteras del Barrocal (Mérida, Badajoz);

4 = Cerro de San Pedro (Colmenar Viejo,

Madrid); 5 = Sierra del Jures (Lovios, Orense).

Tabla I
Constantes reticulares y peso específico de topacios españoles

	1	2	3	4	5
a_0	4.653	4.634	4.648	4.652	4.657
b_0	8.802	8.779	8.795	8.783	8.786
c_0	8.400	8.440	8.391	8.397	8.384
V_0	344.028	343.355	343.017	343.089	343.043
Peso Esp.	3.556	3.561	3.558	3.561	3.570

CONSTANTES OPTICAS DE TOPACIOS ESPAÑOLES					
N_D	1.617	1.610	1.612	1.611	1.611
N_O	1.618	1.613	1.615	1.613	1.614
N_V	1.625	1.619	1.620	1.622	1.621
Birref.	0.008	0.008	0.008	0.011	0.010
$2 V_D$	63.2	68.9	67.8	69.1	68.8
Fluoresc.	Inerte	Inerte	Inerte	Inerte	Inerte

1.- Mina de San Nicolás	(Valle de la Serena, Badajoz)
2.- Cantera de la Osa	(Valle de la Serena, Badajoz)
3.- El Berrocal	(Mérida, Badajoz)
4.- Cerro de San Pedro	(Colmenar Viejo, Madrid)
5.- Sierra del Jurás	(Lovios, Orense)

Tabla II
Análisis químicos de topacios españoles

	1	2	3	4	5
SiO_2	32.48	31.40	31.91	31.34	31.95
TiO_2	-	-	-	-	-
Al_2O_3	55.29	56.39	56.28	56.40	55.70
Fe_2O_3	-	-	-	0.31	-
FeO	0.06	-	-	-	-
MgO	0.02	0.20	-	-	-
CaO	0.03	-	-	-	-
F	18.90	20.04	20.32	20.05	20.10
H_2O+	0.75	0.40	0.23	0.35	0.30
H_2O-	0.05	0.08	-	0.06	0.10
	107.58	108.50	108.74	108.51	108.15
O-F	7.95	8.63	8.73	8.59	8.18
TOTAL	99.63	99.87	100.01	99.92	99.97

Numero de iones en base a 24 (O,OH,F)

Si	3.96	3.84	3.90	3.82	3.92
Al (IV)	0.04	0.16	0.10	0.18	0.08
Al (VI)	8.02	7.95	8.02	8.05	7.93
Fe (3+)	-	-	-	0.03	-
Fe (2+)	0.005	-	-	-	-
Mg	0.004	0.035	-	-	-
Ca	0.004	-	-	-	-
F	7.38	7.75	7.86	7.73	7.82
OH	7.98	8.11	8.05	8.13	7.96
	0.60	0.36	0.19	0.40	0.14

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 1.- Mina de San Nicolás | (Valle de la Serena, Badajoz) |
| 2.- Cantera de la Osa | (Valle de la Serena, Badajoz) |
| 3.- El Berrocal | (Mérida, Badajoz) |
| 4.- Cerro de San Pedro | (Colmenar Viejo, Madrid) |
| 5.- Sierra del Jurás | (Lovios, Orense) |

sicas y químicas de los topacios procedentes de los afloramientos estudiados.

Los índices de refracción de los topacios-accesorios, fueron medidos en lámina delgada comparado con diferentes líquidos-patronos de índices de refracción conocidos. En las muestras talladas, se utilizó un refractómetro Topcon (Tabla I). Los ángulos $2V$ fueron medidos en platina universal de cinco ejes. Los pesos específicos se obtuvieron utilizando una balanza hidrostática y comprobando los resultados con líquidos densos recién mezclados y calibrados con sus patronos sólidos. (Tabla I).

El cálculo de los parámetros de celdilla unidad se hizo a partir de monocristales de topacio tallados hasta $1 \times 1 \times 1$ mm aproximadamente. Se rodaron en difractor automático, habiéndose conseguido registrar numéricamente, en algún caso, hasta 93 reflexiones, a las que se aplicó un programa de refinamiento de parámetros, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados, obteniéndose así los resultados expuestos en la Tabla I para a_0 , b_0 , c_0 y volumen de la celdilla unidad.

Para determinar la composición química de los topacios, se limpiaron de suciedad mediante ultrasonidos. Después, fueron analizados por vía húmeda siguiendo diferentes técnicas. La sílice, alúmina y agua por gravimetría, el Fe, Ti, Ca y Mg por espectrometría de absorción atómica y el F por potenciometría utilizando un electrodo específico para fluor.

Se obtuvieron los resultados expuestos en la Tabla II.

Discusión de los resultados

Ribbe y Rosemberg (1971) establecieron las correlaciones entre las propiedades físicas, químicas y cristalográficas de los topacios, concluyendo que existe una estrecha relación entre el ángulo de los ejes ópticos, los índices de refracción, el parámetro b_0 y el volumen de la celdilla unidad con el porcentaje en peso de fluor. Esta relaciones son también confirmadas en otros trabajos posteriores (Barton, 1982 a y b; Carman, 1981; Deer et al., 1983).

La dimensión b_0 de la celdilla unidad de un topacio aumenta con la sustitución de F por OH. Los términos más ricos en F (del orden de 20,5 %) tienen un parámetro b_0 más pequeño (del orden de 8.789 Å). Análogamente, el volumen de celdilla varía, aproximadamente, entre los 343 Å para los que tienen mayor sustitución de F⁻ por OH⁻. El ángulo $2v_\gamma$ disminuye con el reemplazamiento de F⁻ por OH⁻.

Considerando estas correlaciones y usando las ecuaciones propuestas por estos autores:

$$\%F = 3.91 + 0.2 (2V_\gamma)$$

$$\%F = 892.5 - 99.2 \cdot b_0$$

$$\%F = -14434 + 18091 n_\alpha - 5660 n_\alpha^2$$

$$\&F = -15373 + 19232 n_\beta - 6007 n_\beta^2$$

$$\%F = -10247 + 12847 n_\gamma - 4018 n_\gamma^2$$

Los porcentajes de fluor de topacios españoles, aquí estudiados, obtenidos mediante las diferentes medidas físicas y utilizando estas ecuaciones, y el análisis químico (electrodo selectivo de fluor), se pueden comparar conjuntamente en la Tabla III.

De forma general, se puede decir que existe una buena correlación entre los porcentajes de fluor determinados por análisis químico y los promedios obtenidos de acuerdo con los datos físicos y cristalográficos (Tabla III).

El valor más utilizado para aplicaciones petrológicas o genéticas es la proporción de hidroxitopacio en la solución sólida total de topacio. En nuestro caso sería: 0.075, 0.044, 0.024, 0.049 y 0.017, respectivamente para los topacios de 1 a 5.

Proyectando estos valores en el diagrama obtenido por Barton (1982 b) para el estudio de la reacción andalucita + agua = hidroxitopacio en función de P y T, se observa que los topacios españoles aparecen en un entorno reducido a las isoplejas 0.075 - 0.05 (Fig. 3).

A pesar de la evidencia de estos datos, resulta aventurado concluir que los topacios españoles han cristalizado en condiciones

termobáricas de alta temperatura y baja presión (según el diagrama 1-3 Kb y 700-900 °C).

Este diagrama, basado simplemente en una reacción de hidratación de un silicoaluminato puro con agua destilada, debe ser aplicado con reservas cuando se utilizan topacios como los estudiados, procedentes de paragénesis complejas y con numerosas inclusiones.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Prof. Dr. García Blanco por la determinación de parámetros reticulares y al Prof. Dr. Valle Fuentes por algunos análisis químicos de topacios, especialmente las medidas potenciométricas de fluor.

Bibliografía

- Barton, M. D. (1982 a). *The thermodynamic properties of fluor-topaz*. Am. Miner. 67, 350-355.
- Barton, M. D. (1982 b). *The thermodynamic properties of topaz solid solutions and some petrologic applications*. Am. Miner. 67, 956-974.
- Buxant, P. (1976). *Etude géologique de la région de Barruecopardo et de ses mineralisations de tungstène (province de Salamanca)*. Bol. Geol. y Min. 87, 119-143.
- Carandell, J. (1914). *Las calizas cristalinas del Guadarrama*. Trabajo del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Serie Geológica 8, 42-49.
- Carman, M. F. (1981). *A spindle stage study of the optical properties of a topaz*. Bull. Mineral., 104, 742-749.
- Castroviejo, R. (1975). *Estudio geológico y metalogénico de la zona de Beariz (Orense) y de sus yacimientos minerales de Sn-W (II-petrografía)*. Bol. Geol. y Min. 86-87, 142-166.
- Cotelo Neiva, J. M. (1944). *Jazigos portugueses de cassiterite e de volframite*. Comunicacoes dos servicos geológicos de Portugal Tomo 25, 169 pp. Direcção Geral de Minas a Servicos Geológicos.

- Corrochano Sánchez, A. (1974). *Características de la sedimentación del Paleógeno en los alrededores de Salamanca*. *Studia Geologica* 7, 7-39.
- Cottard, F. (1979). *Petrologie structurale et metallogenie du complexe granite de Livos-Geres. Le modele de mise en place de la mine de Las Sombras (Sn-W-Mo-Bi) (Sud-Galice, Espagne)*. These 3eme cycle Univ. Nancy.
- Deer, W. A., Howie, R. A. and Zussaman, J. (1983). *Rock Forming Minerals*. Vol 1A *Orthosilicates*. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- García Guinea, J. (1981). *Yacimientos españoles de minerales de interes gemológico*. Tesis Doctoral Univ. de Zaragoza. 400 pp.
- García Guinea, J., Liso M. J. y Galán, E. (1978). *Estudio de los topacios de Valle de la Serena (Badajoz)*. *Estudios Geol.* 34, 139-142.
- González del Tánago, J. (1985). *Las pegmatitas graníticas de San Pedro, Sistema Central Español*. *Bol. Soc. Esp. de Mineralogía* 8, 207-217.
- González del Tánago, J. y Bellido, F. (1983). *Estudio de los granitoides de dos micas de los Remedios y las pegmatitas asociadas*. *Cuad. Geol Ibérica* 7, 295-308.
- Graaff, W. P. and Woensdreg, R. (1963). *Heavy mineral analysis of the beaches between ria de Lires and ria de Muros y Noya (province La Coruña, NW, Spain)*. *Estudios Geol* 19, 9-14.
- Herranz, P., de San José, M. y Vilas, L. (1977). *Ensayo de correlación del Precámbrico entre los montes de Toledo occidentales y el Valle del Mataches*. *Estudios Geol.* 33, 327-342.
- Lacroix, A. (1910). *Mineralogie de la France et de ses colonies (tomo 4)*. Ed. Bergeranger. Paris.
- Mabesoone, J. M. (1961). *La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero, provincia de Palencia*. *Estudios Geol* 17, 101-130.
- Mabesoone, J. M. (1963). *Les sediments pre-quaternaries et Villafranchiens du bassin fluvial de la Guadalete (prov. de Cádiz)*. *Estudios Geol.* 17, 143-159.
- Mallada, L. (1895). *Rocas hipogénicas y sistema estratocristalino*. *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*. Tomo I, 154 pp.
- Marensi de Moura, O. J. y J. García Guinea (1984). *Pegmatitas españolas con berilo y otras similares de Minas Gerais (Brasil)*. *Bol. Inst. Gemológico Español* 25, 9-27.
- Ordóñez, S. y F. Mingarro (1972). *Estudio geológico de la zona Vecinos-Martina-mor (Salamanca)*. *Estudios Geol*, 28, 287-296.
- Pellitero, E., Vindel, E., Saavedra, J., Arribas, A., García Sánchez, A., y Rodríguez Pérez, S. (1976). *Estudio del yacimiento de scheelita de Barruecopardo, Salamanca, España*. Publicación del Congreso Hispano—Luso—Americano de Geología, 327-359.
- Ribbe, P. H. and Rosenberg, P. E. (1971). *Optical and X-ray determinative method for fluorine in topaz*. *Am. Miner.*, 56, 1.812-1.821.
- Rosemberg, P. E. (1967). *Variations in the unit-cell dimensions of topaz and their significance*. *Am. Miner.* 52, 1.890-1.895.
- Saaverda, J., y Arribas A. (1974). *Características y probable génesis de una estructura típica en granitos mineralizados de la provincia de Cáceres (España)*. *Studia Geologica* 8, 125-132.
- Saavedra, J. y E. Pellitero (1975). *Factores geoquímicos y petrológicos en la génesis de yacimientos de Sn y W asociados a rocas plutónicas acidas: aplicación al granito del Jalama (Salamanca-Cáceres)*. *Tecniterrae* 3, 8-18.
- Servaye, PH. (1959). *Le massif granitique d'el Berrocal et ses mineralisations, Mérida. Extremadura*. These Univ. Cath. de Louvaine.
- Solodov, N. A. (1959). *Certain regularities of distribution of rare elements in sharply zoned granitic pegmatites*. *Geochemistry, Ann. Arbor* 4, 388-405.
- Sos Baynat, V. (1959). *El topacio de Mérida*. *Revista Mérida*. Septiembre. Mérida.
- Sos Baynat, V. (1962). *Mineralogía de Extremadura*. *Bol. Geol. y Min.* 73, 1-191.

- Son Baynat, V. (1964). *Geología de las inmediaciones de Mérida (Badajoz)*. Bol. Geol. y Min. 25, 211-311.
- Suárez, O. (1971). *Estudio petrológico del plutón del Boal (Asturias, NW. de España)*. Studia Geológica 2, 93-113.
- Suárez, O. (1974). *Estudio petrológico y geoquímico del granito de Ancares (Asturias-Lugo, España)*. Estudios Geol. 30, 167-178.
- Suárez, O. (1976). *Petrogénesis del granito del Campo del agua (Zona Asturoccidental-Leonesa, España)*. Bol. Geol. y Min. 31, 187-191.
- Ugidos Meana, J. M. (1973). *Los granitos aplíticos de nódulos en el área de Béjar-Barco de Avila (Salamanca-Avila)*. Studia Geologica 6, 85-93.
- Ugidos Meana, J. M. (1974). *Granitos de dos micas y moscovíticos en la región de Barco de Avila-Plasencia y áreas adyacentes (Avila-Cáceres)*. Studia Geológica 7, 63-86.