

LAS MINERALIZACIONES LITINIFERAS DEL OESTE DE SALAMANCA Y ZAMORA

A. Martín-Izard*; R. Reguilón** y F. Palero***

RESUMEN

El objeto de este trabajo es el describir las características geológicas, mineralógicas y geoquímicas más importantes de las mineralizaciones de Li (pegmatitas y filones) localizadas en el oeste de las provincias de Salamanca y Zamora. La mayor parte de las pegmatitas son de lepidolita como mena de Li, resultando todas éstas ser complejas y zonadas. En un caso, la mineralización es de litiofilita y la pegmatita que la alberga es simple. Los filones son de cuarzo con amblygonita y algo de feldespato y sulfuros. Todos los yacimientos aparecen siempre en relación con rocas graníticas. A su vez, todos los cuerpos estudiados están mineralizados en casiterita, y algunos de ellos en columbo-tantalita también.

Palabras clave: *Litio, pegmatitas, filones, mineralización, Hercínico.*

ABSTRACT

The aim of this paper is to describe the most important geological, mineralogical and geochemical features of the Li ores (both pegmatites and quartz veins) located in the west part of the Salamanca and Zamora provinces.

The pegmatites mostly belong to the lepidolite type and they are complex and zoned. In one case, the ore in the pegmatite is litiophilite, and the pegmatite is simple. The veins are quartz rich with amblygonite and some feldspar and sulphides. They appear always related to granitic rocks. All these bodies are also mineralized with cassiterite, and some of them contain columbite tantalite too.

Key words: *Lithium, pegmatites, veins, ore deposits, Hercynian.*

Introducción

En la zona Oeste y Noroeste de la provincia de Salamanca y Suroeste de la de Zamora, se encuentran numerosos diques pegmatíticos y cuarzo pegmatíticos asociados a rocas plutónicas ácidas Hercínicas. De este conjunto de diques, una parte importante de ellos tienen la característica de ser pegmatitas litiníferas. Los principales minerales de litio son, lepidolita, amblygonita, litiofilita y espodumena junto a otros menos importantes. Los diques mineralizados en litio más significativos son los de los campos pegmatíticos de La Fregeneda, Castillejo de dos Casas-Barquilla, Aldehuela de la Bóveda y Pinilla de Fermoselle, este último en la provincia de Zamora. Además, en el apogranito de Golpejas, mineralizado en

Sn, Nb y Ta, y en relación con una campana de cuarzo, hay también amblygonita.

Tal y como se observa en la figura 1, las mineralizaciones estudiadas se localizan en la parte centro y noroccidental de la provincia de Salamanca, abarcando uno de los sectores investigados la zona Suroccidental de la provincia de Zamora. Los diferentes cuerpos pegmatíticos se han denominado de acuerdo con el núcleo de población más cercano a ellos.

La mayor parte de las mineralizaciones litiníferas, con la excepción de las de Aldehuela de la Bóveda y Golpejas, se sitúan muy próximas a la frontera portuguesa, estando las de Castillejo, Pinilla y La Fregeneda a menos de 1 km o incluso algunas se continúan en Portugal. Además, Pinilla y La Fregeneda se sitúan en el encaje del río Duero, zona con abrup-

* Departamento de Geología. Universidad de Oviedo. 33005 Oviedo.

** Departamento de Geología. Universidad de Salamanca. 37008-Salamanca.

*** Departamento de Geología. Minas de Almadén y Arrayanes. Imadén 13400-Ciudad Real.

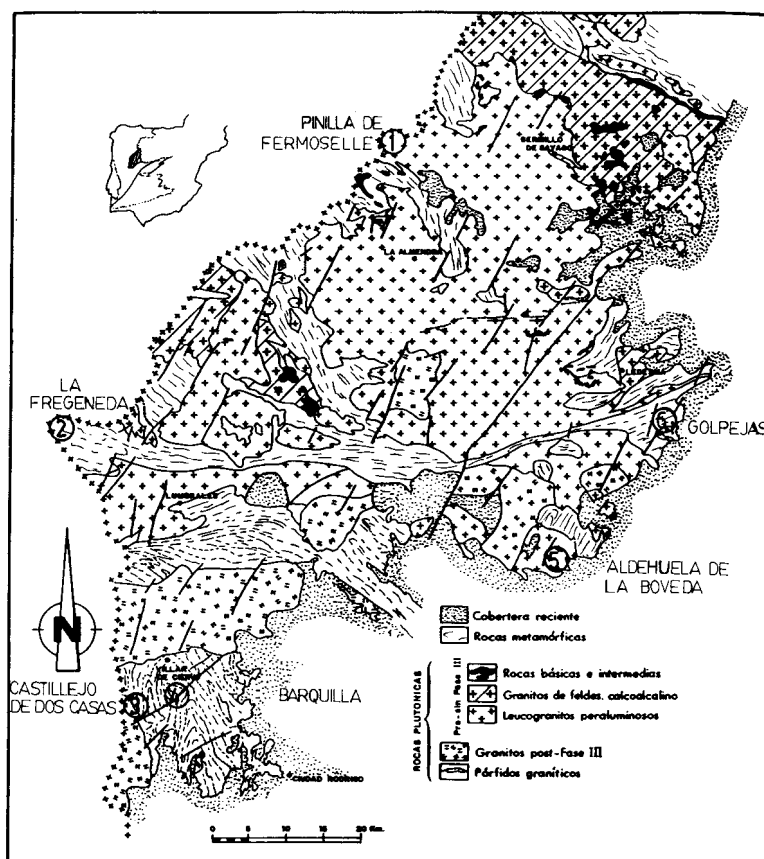


Fig. 1.—Esquema geológico del basamento al Oeste de Salamanca y Zamora y localización de las mineralizaciones litíferas (Modificado de López y Carnicero, 1988).

tos relieves y fuertes pendientes, lo que dificulta su estudio.

Situación geológica

El área de estudio se localiza en la zona denominada por Lotze (1945) Galaico-Castellana, o Centro-Ibérica por Julivert y otros (1972). Está caracterizada por la gran extensión de afloramientos graníticos separados por corredores metamórficos constituidos principalmente por los materiales del Complejo Esquistoso Grauváquico (CEG) (Precámbrico Cámbrico), y los del Paleozoico Inferior, presentando todos ellos diversos grados de metamorfismo.

En la zona de estudio, las rocas metamórficas más abundantes pertenecen al CEG. Los materiales del Paleozoico Inferior tienen una importancia mucho menor. Por lo que se refiere a los primeros, son la formación más antigua del área, y ha sido estudiada por, entre otros, Martínez (1974), Corretge y López Plaza (1976), Gonzalo (1981), Arribas *et al.* (1984) y

Martín-Izard (1985 y 1989). Este último autor, divide el CEG del área al oeste de Ciudad Rodrigo en cinco tramos, en los que dominan los materiales pelíticos, con intercalaciones arenosas, conglomeráticas, y carbonatadas.

A escala regional, las deformaciones más importantes de estos materiales fueron debidas a las diferentes fases de la orogenia hercínica. Las estructuras observables han sido debidas a tres fases principales de deformación y otras tardías de fracturación. La primera fase dio lugar a un plegamiento generalizado en el área, en forma de anticlinorios y sinclinorios de dirección NE-SO y vergencia al NE. Localmente, como ocurre al N de Castillejo de Dos Casas, entre Aldea del Obispo y la frontera portuguesa, los flancos inversos de los pliegues pueden evolucionar a fracturas inversas dando lugar a importantes zonas de cizalla locales (Martín-Izard, 1989). La segunda fase, menos generalizada que la anterior, aunque muy importante de forma local, tiene el plano axial subhorizontal. Asociada a esta fase se da, a

escala regional, un cizallamiento dúctil subvertical, del que es un ejemplo la banda de cizallamiento siniestro de Juzbado, Penalba do Castelo. La tercera fase origina suaves pliegues de dirección aproximada N100E y plano axial subvertical, que sólo son visibles en puntos concretos del área. Finalmente, y en condiciones ya frágiles, se produce en la región la denominada fracturación tardihercínica que da lugar a fracturas, en general subverticales, de direcciones aproximadas N10E a N30E y con desplazamientos relativos siniestros.

Los grados de metamorfismo que afectan a estas formaciones van desde facies de esquistos verdes a rocas gneísicas y migmatíticas. Estas últimas son, en general, poco abundantes, pero pueden llegar a tener cierta importancia local. De forma aproximada, la intensidad del metamorfismo crece de E a O y Martínez (1974), hace coincidir estas bandas con estructuras antiformales de fase 3.

Las rocas ígneas que intruyen en los materiales metamórficos citados están constituidas por tres grandes grupos (Corretge y López Plaza, 1976; Carnicero, 1980; López Plaza, 1982; López Plaza y Martínez, 1987) denominados por los diferentes autores como granitos alcalinos, granitos calcoalcalinos y serie apinnítica, esta última formada por rocas de carácter básico a intermedio.

Las diferentes pegmatitas estudiadas, que en su mayor parte encajan en materiales metasedimentarios, se emplazan en rocas con grados metamórficos diferentes, variando desde la zona de esquistos verdes con biotita de Barquilla, a la de sillimanita y gneises de Fermoselle.

Las pegmatitas y filones litiníferos

Las mineralizaciones litiníferas aquí estudiadas han sido de norte a sur y de oeste a este, la de Pinilla de Fermoselle, La Fregeneda, Castillejo de Dos Casas-Barquilla, Aldehuela de la Bóveda y Golpejas. De algunas, como puede ser la de la Fregeneda, existen numerosos estudios y en general son bien conocidas. Sin embargo otras, como es la de Pinilla de Fermoselle, prácticamente no existen trabajos al respecto. Por ello, la realización de este trabajo ha tenido dos aspectos diferentes: uno, la recopilación bibliográfica, sobre todo de aquellas pegmatitas mejor conocidas; y otro, el reconocimiento geológico y desmuestre, con especial énfasis en aquellas menos conocidas.

A continuación se describen cada una de las pegmatitas anteriormente citadas.

Pinilla de Fermoselle

El área con pegmatitas litiníferas se localiza en el Sur-Oeste de la provincia de Zamora, en los denominados Arribes del Duero,

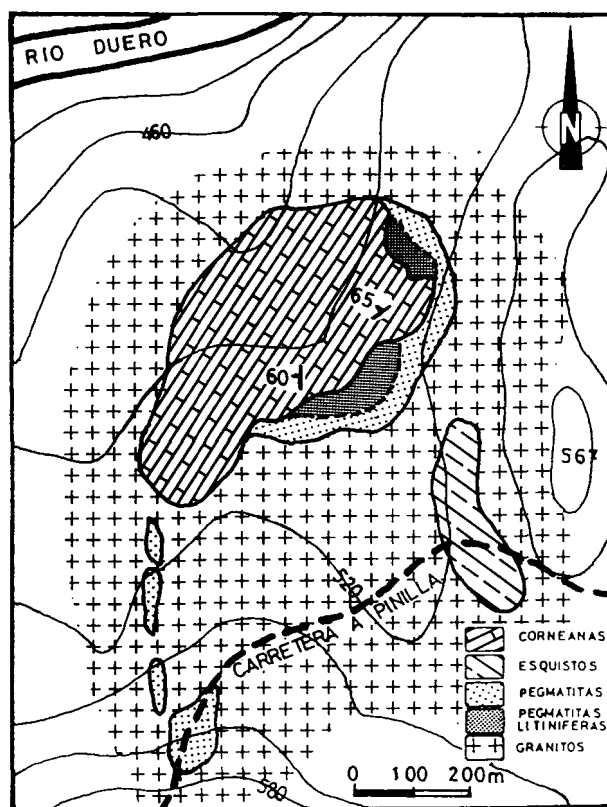


Fig. 2.—Geología del área de Pinilla de Fermoselle.

junto a la frontera portuguesa. La zona se caracteriza por los relieves muy pronunciados debidos al encaje de los ríos en la penillanura de la meseta.

En este área (fig. 2), además de las pegmatitas litiníferas, y también en relación con los granitos alcalinos de dos micas (Martínez, 1974, López Plaza, 1982) se encuentran otros diques pegmatíticos formados únicamente por feldespato gráfico, cuarzo, moscovita, y biotita, con berilo como mineral accesorio. De su análisis químico, efectuado por absorción atómica, no se detectó nada de Li en estas rocas. Sobre ellas se pueden encontrar algunas labores de reconocimiento consistentes en calicatas y pocillos.

Las pegmatitas litiníferas se sitúan entre el granito y el encajante metamórfico, en este caso constituido por rocas pelíticas y carbonatadas. En estas últimas, en contacto con los granitos, se desarrollan corneanas con granates y anfíboles.

Al estar situado el afloramiento en una fuerte pendiente, permite realizar un corte en la vertical muy completo, pudiendo verse la evolución desde las rocas ígneas a las pegmatitas y a las corneanas y encajante metamórfico.

Los materiales metamórficos forman un pequeño cerro, cortado en dos por la erosión de un arroyo. La parte alta está constituida, en casi su totalidad, por una alternancia de pelitas y rocas carbonatadas con intercalaciones de niveles cuarcíticos. A causa del metamorfismo de contacto, han dado lugar respectivamente a, micacitas granatíferas, mármoles, y a corneanas anfibólicas y granatíferas. Además, se observan también masas de limonita y otros óxidos de Fe y Mn, que podrían corresponder a bolsadas de sulfuros totalmente gosanzados. La dirección general de estas formaciones varía de prácticamente N-S con buzamiento de 60° al O a N60E y buzamiento de 70° al SO. La estructura formaba parte del cierre, periclinal de una antiforma en la que su flanco E ha sido totalmente cortado por la erosión, quedando solamente parte del flanco O y del sector S.

En contacto con estas corneanas, y más desarrolladas y con mejores afloramientos en el sector E (fig. 2) se localiza un cuerpo pegmatítico con estructura interna bien definida. Desde su parte inferior, en contacto con las rocas ígneas, a la superior, en contacto con las corneanas, muestra tres zonas claramente diferenciadas.

Comienza con una pegmatita feldespatíca simple y sin ningún tipo de zonación ni de estructura interna. Está constituida principalmente por plagioclasas de tipo albita y feldespato potásico, además de cuarzo y moscovita como minerales esenciales. La potencia de este tramo puede oscilar entre los 2-3 m.

Al ir ascendiendo en la vertical, la moscovita y el cuarzo van siendo cada vez más abundantes, en detrimento de los feldespatos para, ya en la mitad superior de esta zona, pasar a ser una roca muy rica en moscovita con bastante cuarzo y contenidos menores de feldespato. Es en esta segunda zona donde se localiza, en pequeñas bolsadas dentro de la pegmatita, un importante y significativo mineral accesorio, la litiofilita, fuertemente alterada a sicklerita, ferrosicklerita y purpurita. Además, aquí, hay también verdelita. La potencia de este tramo está comprendida entre los 0,2 y 4 m.

Ya hacia el techo y casi en la zona de contacto con las corneanas, la pegmatita se hace muy silíceas y rica en moscovita, pasando esta mica a ser lepidolita casi en el contacto con las rocas meta-sedimentarias. Aquí, la pegmatita está constituida principalmente por cuarzo y lepidolita, con cantidades menores de feldespatos, apareciendo como mineral accesorio la rubelita. Es propio de esta zona la intensa sericitización que han sufrido los feldespatos. La potencia de este tramo puede estimarse en un metro.

Tanto por características de campo, como por la geometría de la pegmatita, ésta no parece estar condicionada en su emplazamiento por ningún rasgo tectónico, sino que, su emplazamiento se sitúa a favor de una cúpula granítica.

Teniendo en cuenta la geometría de los afloramientos de las diferentes rocas puede deducirse que, esta parte superior de las pegmatitas debe haber sido erosionada en su mayor parte (fig. 2).

Del estudio microscópico del tramo superior litífero, se puede deducir que, tal y como se observaba de visu, están constituidas fundamentalmente por cuarzo, mica blanca, la cual es de tipo lepidolítico, y plagioclasas, la cual es de albita. En menor proporción aparecen feldespato potásico, ambliogonita y turmalina, la cual es casi incolora y nada o casi nada pleocroica, por lo que resulta difícil su identificación microscópica. Como minerales accesorios se encuentran circón, apatito y, sobre todo, casiterita. En su conjunto, las rocas están parcialmente sericitizadas, especialmente los feldespatos y la ambliogonita, estando en estrecha relación con esta alteración la presencia de casiterita.

Por sus características, se puede decir que las rocas pegmatíti-

cas se han formado a lo largo de, al menos, dos etapas sucesivas. Una primera, durante la cual cristalizarían los feldespatos, ambliogonita y una primera generación de cuarzo, y una posterior, que produciría una sericitización y turmalinización más o menos intensa y durante la cual cristalizaría la casiterita y un cuarzo de segunda generación. A su vez, durante la primera etapa, al observarse microclinas albitizadas, se pueden deducir dos periodos de formación, correspondiendo el segundo a la etapa de albitización, la cual es anterior a la etapa de sericitización.

Por lo que respecta a la turmalina, de visu se distinguen rubelita y verdelita. Cabe decir que, cuando la roca es rica en lepidolita, la variedad más frecuente es la rubelita, mientras que si domina la moscovita, la turmalina presente es la verdelita. Además, cada una de estas facies tienen otras características mineralógicas diferentes. Así, la más rica en verdelita tiene a su vez mayor contenido en feldespato potásico, plagioclasas y moscovita, y cantidades menores de cuarzo, mientras que en la rica en rubelita el feldespato potásico aparece como accesorio y es, en cambio, muy rica en cuarzo y lepidolita. De ello se puede deducir que la fase rica en verdelita parece más temprana, y en ella es en la que se observan los procesos de albitización y formación de la litiofilita, alterada meteóricamente en su mayor parte a purpurita, mientras que la rica en rubelita sería más tardía y en ella dominarían los fenómenos de sericitización, silicificación, y cristalización de la lepidolita y casiterita. Al microscopio, las turmalinas se ven casi iguales, resultando algo más coloreada y pleocroica la verdelita, mostrándose ambas como minerales subidiomorfos algo corroídos por cuarzo.

Por otra parte, y con el fin de caracterizar químicamente a estas dos variedades de elbaita, se han realizado análisis cualitativos por energía dispersiva con SEM. Por lo que respecta a los elementos mayores, ambos tienen aproximadamente la misma composición diferenciándose en su contenido cualitativo en elementos traza, en particular de Fe y Mn. La diferencia entre ambos minerales, pertenecientes al grupo de las elbaitas, está caracterizada por un relativamente alto contenido en Fe y casi total ausencia de Mn en las verdelitas y por el alto contenido de Mn en las rubelitas, el cual es el único elemento traza significativo. Al haberse realizado los análisis por energía dispersiva, no se han podido detectar los contenidos en Li ni B de cada uno de estos minerales.

Desde un punto de vista geoquímico, el análisis de una muestra todo uno de la pegmatita rica en Li da los resultados de la tabla 1. Se trata de rocas peraluminicas (con un índice de peraluminosidad de Sand de 2.), ricas en sílice (67,5 %) y alcalinas, con unos contenidos en Na+K del 7,8 %, resultando casi carentes de Ca, Fe y Mg. Por lo que respecta a los elementos traza, tienen altísimos contenidos en Rb (0,532 %) y extremadamente bajos en Sr y Ba (18 y <15 ppm), por lo que se trataría de rocas muy dife-

Tabla 1.—Análisis químico de las pegmatitas litíferas estudiadas.

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	P ₂ O ₅
C-1	73,900	15,700	0,381	0,415	0,016	0,085	2,145	5,550	0,001	0,514
C-2	70,800	17,000	0,443	0,406	0,018	0,123	3,287	4,960	0,028	0,845
PF-1	67,500	19,800	0,138	0,039	0,005	0,098	6,153	1,698	0,056	0,321
LF-1	73,800	17,430	0,620	0,650	0,020	0,030	2,140	4,980	0,120	0,480
LF-2	72,100	17,040	0,606	0,640	0,020	0,030	2,100	4,780	0,120	0,480
LF-3	72,260	16,980	0,606	0,630	0,020	0,030	2,080	4,790	0,120	0,480
AB	66,400	19,300	0,320	0,680	0,013	0,010	5,520	6,610	0,120	0,190
Muestra	Rb	Sr	Ba	Ta	Nb	Sn	Li	Zn	Cr	
C-1	986,00	110,000	5,000	20,000	22,000	456,000	2.340,000	57,000	67,000	
C-2	1.563,000	251,000	35,000	20,000	53,000	442,000	3.470,000	65,000	69,000	
PF	5.321,000	18,000	5,000	20,000	91,000	786,000	9.650,000	30,000	104,000	
LF-1	2.087,000	573,000	121,000	20,000	73,000	700,000	4.730,000	143,000	161,000	

C: Castillejo de Dos Casas. PF: Pinilla de Fermoselle. LF: La Fregeneda. AB: Aldehuela de la Bobeda.

renciadas. También destacan sus notables contenidos en Li (0,965 %) y significativos de Sn, Nb y Cr (786, 91 y 104 ppm respectivamente).

Por lo que respecta a la zona rica en moscovita, este mineral da contenidos en Li del 0,12 %, por lo que se trata de un moscovita litinífera.

Por las características descritas, se trata de una pegmatita compleja, zonada, encajada en metasedimentos justo a techo de una cúpula granítica, y de acuerdo con las clasificaciones propuestas por Čěrný (1989a y b y 1991a y b), pertenecería al tipo III o pegmatitas complejas de lepidolita, de carácter peraluminico.

La Fregeneda

El campo pegmatítico de La Fregeneda, del que la pegmatita más conocida es la explotada en «Mina Feli», se encuentra situado en el extremo NO de la provincia de Salamanca, junto al río Duero, al N del pueblo que le da nombre.

Los abundantes trabajos geológicos realizados en este área han permitido definir los principales rasgos estructurales y petrográficos. Entre estos trabajos, destacan los de Martínez (1974), Carnicero (1980), Gonzalo (1981), Mangas (1987) y Roda *et al.* (1991). El campo pegmatítico está constituido por diques de pegmatita y filones de cuarzo, y se encuentra encajado en los metasedimentos del CEG que en este área está formado principalmente por rocas cuarzo micáceas, filitas, micaesquistos y cuarcitas. También tiene abundantes niveles calcosilicatados de 1 a 20 cm. de potencia, en los que hay scheelita como mineral de neoformación.

Estos materiales, que han sufrido los efectos de las diferentes fases de la orogenia hercínica, de las que las dos primeras han sido particularmente importantes, están afectados por un metamorfismo regional de bajo grado, en facies de esquistos verdes que llega a la zona de la biotita. Además, a este metamorfismo se superpone otro de contacto, originado por la acción de un granito no aflorante pero que ha sido detectado por sondeos en mina Feli (Mangas, 1987). Finalmente, sobre este metamorfismo de contacto, se desarrolla un retrometamorfismo regional con cloritización de las biotitas.

La red de filones de cuarzo y diques de pegmatitas, está relacionada con los granitos denominados por Gonzalo Corral (1981) como del Sur y del Este, ambos pertenecientes al granito de Lumbreres. Sobre esa red existen explotaciones como son Mina de Feli, La Vaguada, Valdaire, Mina Carmen, etc. Cabe distinguir tres grupos, de acuerdo con sus direcciones y relación con el encajante, que son: filones N-S discordantes; filones ON-ESE y filones E-O a SE-NO. Las relaciones entre ellos y sus características han sido descritas por Gonzalo (1981), López Plaza y otros (1982), y Roda y otros (1991). Estos últimos autores, establecen 7 grupos de acuerdo con su mineralogía, morfología, distancia a los granitos y características del encajante. Las pegmatitas litiníferas de La Fregeneda, quedarían incluidas en las N-S discordantes, o en el grupo 6, que a su vez estarían especialmente ligadas a las del grupo 7, que son previas y cuyas características principales quedaron definidas por Mangas y Arribas (1988).

La mina Feli

En el área de mina Feli, y desde el punto de vista del emplazamiento de las pegmatitas que allí se encuentran, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones. En relación con la primera fase tectónica, que originó pliegues isoclinales apretados de dirección NO-SE y vergentes al N, se desarrolla un importante diaclasamiento de dirección N30E. Con posterioridad, y durante la intrusión del granito de Lumbreres, se emplazaron a favor de este diaclasado, algunos diques de pegmatitas de pequeña potencia, 10 a 20 cm, y filones de cuarzo, ambos mineralizados en Sn. La segunda fase, menos intensa y penetrativa que la anterior, es la que origina la deformación del granito de Lumbreres (emplazado entre ambas fases), y un diaclasamiento de dirección aproximada

N10E. Además, también da lugar a una franja de deformación dúctil rotacional dextra, que afectó tanto a los granitos como a los metasedimentos y que tiene una dirección N110-120E. Asimismo, durante este período, se emplazaron algunos diques de cuarzo y pegmatitas mineralizadas en Sn y Li con menor ley en casiterita que los anteriores, y entre los que destaca el cuerpo central de mina Feli. También intruyeron los granitos jóvenes, o bien, siguió evolucionando el granito de Lumbreres (Mangas, 1987).

De todos los indicios mencionados, el que ofrece un mayor interés, sobre todo desde el punto de vista del Li, es mina Feli. A propósito de ella, hay estudios geológicos mineros realizados por el IGME y ENADIMSA y paragenéticos y de condiciones de formación efectuados por Mangas (1987). De los filones y diques pegmatíticos, hay realizada una cartografía 1:10.000, sondeos, desmuestres y análisis químicos, así como estudios petrológico estructurales y metalogenéticos.

En la zona, se encuentran descritos tanto diques de pegmatitas como filones de cuarzo, encontrándose dos generaciones de los primeros. La primera de ellas, que es contemporánea con los filones de cuarzo mineralizados con Sn, son diques de pequeña potencia (20 a 50 cm) y con Sn explotable. Ocasionalmente son pegmatitas muy cuarcíferas, zonadas, con la parte central de cuarzo y microclina albitizada hacia fuera, y con importantes cantidades de moscovita y apatito. Producen una notable greisenización en la roca de caja.

La segunda generación de pegmatitas, tiene largas corridas, hasta varias centenas de metros, potencias métricas, llegando a superar los 8 m y con valores frecuentes de 2-3 m, y forma anastomosada. Presentan terminaciones en cola de pescado, y geometría en relevo. Son litiníferas, con baja ley de Sn, y cortan a los filones y diques de primera generación, y se emplazaron, por su geometría, a favor de una zona de cizalla, que por sus características —fracturas abiertas limpias, de componente vertical, geometría lenticular y en relevo, carácter claramente distensivo, con fragmentos de esquistos indeformados dentro de la pegmatita, etc.— y disposición, podría haber sido generada por el empuje en la vertical de alguna cúpula granítica subaflorante.

La pegmatita litinífera

El dique central de pegmatita litinífera de la Fregeneda, que pertenece a esta segunda generación, tiene una dirección de N10E y buzamiento de 80 al NO, con una potencia de más de 8 m, alcanzando en su conjunto casi el kilómetro y medio de longitud. Se trata de una pegmatita con una zonación interna que tiene partes esencialmente cuarzofeldespáticas y otras litiníferas. La estructura de esta pegmatita en su parte central y donde mayor potencia adquiere, es la que se muestra en la figura 3. En ella se observa cómo la pegmatita tiene tres partes claramente diferenciadas, con varias subzonas en cada una de ellas.

Estas tres partes de la pegmatita corresponderían, de acuerdo con las zonaciones clásicas (Cameron, 1946; Čěrný, 1982), a una zona de borde, zona externa y zona principal, la cual constituye la mayor parte de la pegmatita y que, a su vez, presenta un fajeadado alternante formado por bandas fundamentalmente litiníferas que alternan con otras feldespáticas. No se ha observado en el interior de esta pegmatita ningún cuerpo cuarzoso, por lo que la zona central no se habría formado.

Las dos zonas de borde, no siempre bien desarrolladas, tienen una textura aplítica y escasa potencia, no superior a unos pocos centímetros.

La zona externa de esta pegmatita (zonas A1 y A2) es de naturaleza fundamentalmente cuarzo-feldespática, con cuarzo de grano medio a fino y feldespatos de tamaño centimétrico. Estos están orientados hacia los bordes justo en el contacto con los esquistos, no mostrando ninguna orientación preferente hacia las zonas centrales, en las cuales pueden aparecer a su vez pequeñas cantidades de lepidolita. La potencia media de las dos partes que constituyen cada uno de los bordes es de medio metro aproximadamente, y tienen una disposición simétrica en el conjunto de la pegmatita. En la zona principal, esa simetría se pierde y en ella se ob-

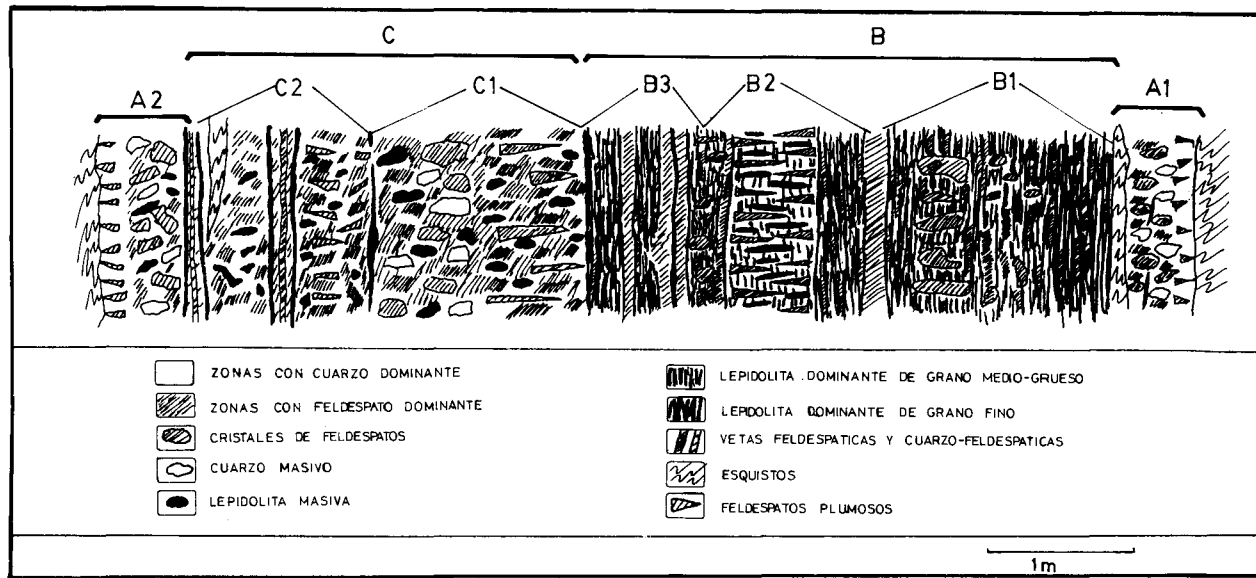


Fig. 3.—Esquema de la pegmatita central de Mina Feli.

servan dos partes claramente diferenciadas, las que a su vez están bandeadas. La primera de ellas es, muy feldespática, con cuarzo y lepidolita (C) mientras que la otra está constituida fundamentalmente por lepidolita (B). Estas dos zonas se sitúan entre las descritas en primer lugar de forma que, haciendo un corte E-O y mirando hacia el N, la parte de la izquierda (C) es más feldespática, aunque con mica litífera, mientras que la de la derecha (B) es fundamentalmente micácea con zonas ricas en feldespato. En cada una de estas zonas se pueden diferenciar, a su vez, subzonas que son las que definen el fajeadado.

La zona C, que es la más feldespática, se muestra bastante homogénea en cuanto a su composición, si bien presenta cierta zonalidad debida a la variación en el tamaño de grano y en el contenido en lepidolita. Se observa un aumento del tamaño de los feldespatos y del contenido en mica desde la zona más externa (C2), formada por una masa cuarzo-feldespática sin cristales bien diferenciados y pobre en mica, a la más interna (C1), constituida por grandes cristales orientados de feldespatos plumosos, que se desarrollan con orientación perpendicular a los hastiales. Otra característica de esta zona es la presencia de filoncillos paralelos a la zonalidad descrita y formados por feldespatos y micas litíferas de textura aplítica.

Por su parte, la zona (B) que es la más rica en Li y al contrario de lo que ocurría con la precedente, presenta una marcada zonalidad y simetría, aunque las bandas simétricas que la constituyen tienen diferentes potencias. En ella se observa una banda central (B2), con cristales de 15-20 cm de feldespato de aspecto plumoso, con crecimiento perpendicular a los bordes de la pegmatita e incluidos en una matriz rica en lepidolita. A derecha e izquierda y de forma aproximadamente simétrica aunque con mayor potencia en la parte derecha, existen dos bandas muy ricas en lepidolita de grano grueso, acompañadas por feldespato. Las dos bandas externas (B1 y B3) están constituidas por una lepidolita de grano muy fino, con escaso contenido en feldespato y cuarzo. A su vez, todas estas masas de mica litífera están atravesadas por filoncillos subverticales de feldespatos.

Desde el punto de vista microscópico, esta pegmatita tiene las siguientes características. La zona de borde (A), en la que el cuarzo y los feldespatos son los minerales dominantes, presenta fenómenos de microclinización. A su vez, hay una parcial moscovitización de los feldespatos, presentando con frecuencia las plagioclasas texturas mirmequíticas. Como mineral accesorio hay, espo-

dumena, la cual está, la mayor parte de las veces sericitizada y transformada en cimatolita. La ambligonita es también un mineral frecuente y, la mayor parte de las veces está sericitizada por los bordes. La casiterita es otro accesorio muy frecuente, y va asociada a los fenómenos de moscovitización.

En las láminas delgadas se puede observar cómo la lepidolita es el último mineral en cristalizar, y casi siempre reemplaza a feldespatos, ambligonita y espodumena, a los que corroe fuertemente.

Por lo que respecta a la zona C, los minerales dominantes son los feldespatos, y en menor cantidad, cuarzo y mica blanca. Dentro de los feldespatos, es mucho más abundante la plagioclasa, la cual es de tipo ácido (albita-oligoclasa), presentando con frecuencia texturas mirmequíticas y, de forma muy local, fenómenos de microclinización. La lepidolita, reemplazará con frecuencia a los feldespatos, y lleva asociado como mineral accesorio casiterita. También en esta zona se observan pequeños cristales de espodumena y ambligonita, en general muy moscovitizados. Los minerales accesorios más frecuentes son el topacio y el apatito.

Por lo que respecta a la zona B, el mineral más abundante es la lepidolita, siendo también importantes los contenidos en feldespatos, principalmente plagioclasas, y ya en menor cantidad, cuarzo. Como minerales accesorios aparecen espodumena, ambligonita, apatito, topacio, casiterita y opacos. Tanto los feldespatos como la espodumena y ambligonita están casi totalmente reemplazados por lepidolita.

Tal y como se ha descrito, y coincidiendo con la mineralogía que se observa al microscopio, la cristalización de esta pegmatita tendría una evolución en el tiempo, con un importante y progresivo incremento en él de la actividad del agua, del Li y del K. De esta manera, la primera fase en cristalizar sería la A, con los menores contenidos en H₂O, y cristalización, entre otros minerales, de espodumena. Posteriormente, se produciría la cristalización de C, rica en feldespatos. Estos muestran dos aspectos, granudos y plumosos, dominando la albita. En esta facies hay algo de lepidolita, lo que implica un parcial aumento de los contenidos en H₂O y Li en el medio. Finalmente, ya en la última etapa, y en un medio relativamente rico en H₂O, Li y K, cristalizaría la lepidolita, junto con algo de albita. El bandeado alternante de niveles ricos en mica con otros en el feldespato podría deberse a una alternancia rítmica en la cristalización de estos minerales. Desde un punto de vista geoquímico, los análisis de elementos mayores de varias muestras de todo uno y de trazas en una de ellas, dan los

resultados de la tabla 1. Se trata de rocas peraluminicas (con un índice de peraluminosidad de Sand de 1,57), ricas en sílice, y alcalinas (Na + K = 7), resultando casi carentes de Ca, Fe y Mg. Por lo que respecta a los elementos traza, tienen altos contenidos en Rb, siendo su diferenciación menor que en el caso de Pinilla. También destacan sus contenidos en Sn, Nb y Cr.

De acuerdo con la clasificación propuesta por Černý (1989a y b y 1991a y b) para pegmatitas, el dique central de la Fregeneda pertenecería a las pegmatitas de tipo III o complejas con lepidolita dominante.

Castillejo de Dos Casas-Barquilla

Los materiales que forman el área, pertenecen a los metasedimentos del Complejo Esquisto Grauváquico y a los granitos del denominado plutón de Fuentes de Oñoro (fig. 4). Un primer estudio del área, haciendo especial énfasis en las rocas ígneas, fue efectuado por Corretge y López Plaza (1977), mientras que las rocas metamórficas han sido objeto de detallados estudios por Martín-Izard (1986, 1988).

Las rocas encajantes de las mineralizaciones han sido descritas por Martín-Izard y Arribas (1984) y por Martín-Izard (1988 y 1989). Están constituidas en esta zona por rocas pelíticas, ocasionalmente ampelíticas, y cuarcíticas entre las que se intercalan niveles conglomeráticos, calcosilicatados y carbonatados. Precisamente, en el área mineralizada, son particularmente abundantes las rocas carbonatadas. Se trata de calizas impuras y calcarenitas, que localmente llevan asociados niveles anfibólicos. Tienen una geometría lenticular a escala hectométrica, y en la zona de estudio, se sitúan en el núcleo de una estructura sinclinal.

Todas estas rocas, deformadas fundamentalmente por la Orogenia Hercínica, están afectadas por tres fases principales de plegamiento y tardías de fractura. Los pliegues de la primera fase tie-

nen longitudes de onda que varían de hectométricas a kilométricas, con pliegues menores asociados. La dirección varía de N a NO en función de la distorsión producida por las fases posteriores. Se trata de pliegues isoclinales, bastante apretados, vergentes al NE y que llevan asociada una esquistosidad de flujo.

La segunda fase hercínica, allí donde se manifiesta, lo hace como pliegues decamétricos que llevan asociados pliegues menores. En relación con esta fase se desarrolla una esquistosidad de crenulación. Esta fase es especialmente intensa en el área de Castillejo de Dos Casas. Hay una tercera fase, de mucha menor envergadura, y visible únicamente en determinados puntos del área, y que dio lugar a estructuras de tipo anticlinorio y sinclinatorio de dirección NNE-SSO.

Finalmente, y con posterioridad a estos sucesos mencionados, el zócalo fue afectado por las fases tardías que desarrollaron sistemas de fracturas entre los que destacan los de dirección N, y en particular, los de dirección NE, que en el caso de Barquilla, parecen ser los que controlan, al menos parcialmente, la geometría de las pegmatitas.

Por lo que respecta al metamorfismo, hay una fase de bajo grado con biotita y, localmente almandino, y una segunda de retro-metamorfismo que desestabiliza los minerales de la fase anterior. Por último, es de destacar que en la zona de Barquilla, puede observarse un incipiente metamorfismo de contacto, especialmente alrededor del filón cuarzo-pegmatítico, lo que quizás indica la presencia en profundidad de alguna apófisis relacionada con el plutón de Fuentes de Oñoro, y que pudo haberla dado lugar. Por su parte, en el área de Castillejo, el metamorfismo de contacto de las rocas ígneas es muy importante y claro.

Por lo que respecta a las rocas graníticas, están formadas por granitos calcoalcalinos y de tendencia alcalina, con los que se relacionan numerosos stocks y apófisis y láminas de leucogranitos semejantes a las facies más evolucionadas y con las que se relacionan las mineralizaciones (fig. 4).

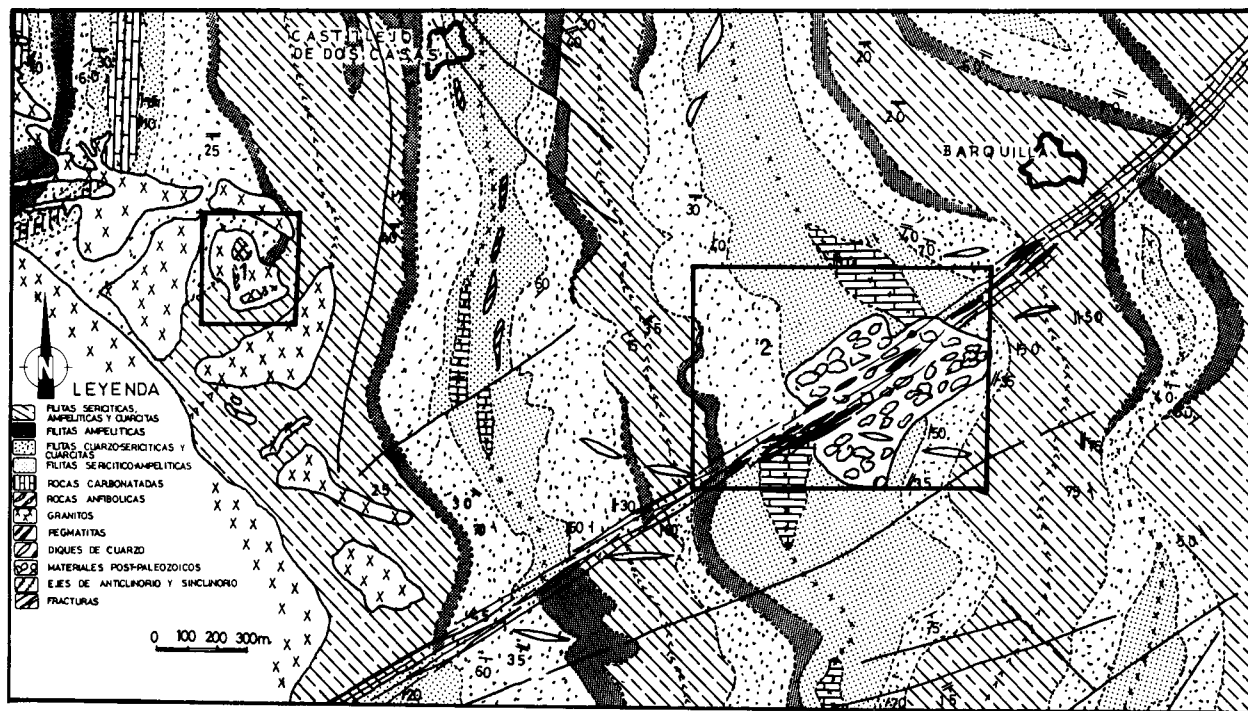


Fig. 4.—Esquema geológico del área de Castillejo de Dos Casas (1)-Barquilla (2).

Castillejo de Dos Casas

Por lo que respecta a las áreas mineralizadas en Sn y Li de Castillejo, han sido detalladamente descritas por Martín-Izard y Palero (1986), y sus características se resumen a continuación.

Las áreas mineralizadas forman un pequeño afloramiento de granito pegmatítico relacionado con una apófisis o lámina del plutón de Fuentes de Oñoro (fig. 4). Intruye en las rocas del CEG y presenta características texturales y estructurales análogas a las de Stockscheider.

La potencia visible de la pegmatita con estas características está comprendida entre los 0,2 y 1,5 m. El exocontacto viene marcado por las rocas del CEG, es neto y sin que se observen en él transiciones graduales. La intrusión de los granitos en los esquistos se ha producido a favor de una S1 crenulada, que en este área es subhorizontal, por lo que los contactos también lo son. De modo ocasional se puede observar cómo fragmentos de las rocas metamórficas quedan incluidos en las rocas ígneas a modo de enclaves.

Por lo que respecta a la pegmatita, en ella se pueden distinguir varias facies que son, una inferior pegmatítica, con feldespatos subidiomorfos bien desarrollados y separada de la facies superior por una superficie de discontinuidad. Está constituida fundamentalmente por feldespatos, y cantidades menores de cuarzo, ambligonita y lepidolita, y con apatito y opacos como accesorios. La ambligonita está muy sericitizada, alteración debida a fenómenos deutéricos que afectaron a las rocas durante los estadios finales de su formación.

Sobre la facies anterior, se desarrolla la facies de feldespatos alcalinos de aspecto plumoso o en abanico que, a su vez, es la más ampliamente representada. Muestra una evolución de muro a techo de forma que, sobre la facies pegmatítica se forma una de grano fino en la que, de manera gradual hacia el techo, los feldespatos alcalinos van tomando mayor desarrollo, para en su parte superior crecer los feldespatos plumosos orientados. En su conjunto, esta facies se encuentra moscovitizada y parcialmente albitizada y silicificada, habiendo sido originados estos fenómenos por procesos deutéricos tardíos.

Sobre la facies anterior, y separada de ella por una superficie de discontinuidad muy neta, se desarrolla una facies aplopegmatítica, constituida fundamentalmente por feldespato y cuarzo y que no es constante en todo el afloramiento, por lo que localmente, la facies anterior puede estar en contacto directo con los esquistos. Presenta una evolución desde su parte interna a la externa, resultando progresivamente más rica en cuarzo y pobre en feldespatos hacia el techo, de manera que, de forma local, se puede encontrar una pequeña campana de cuarzo que no supera los 5-10 cm, en la que hay abundancia de casiterita con inclusiones de columbo-tantalita. Desde un punto de vista geoquímico, las características de dos muestras del todo uno de la facies inferior (C2C-1) y de la facies de stockscheider (C2C-2) dan los resultados de la tabla 1. De las pegmatitas de lepidolita estudiadas, éstas son las que dan menores valores de Rb, Sn, Nb y Li, menos peraluminicas y más ricas en Ca y Fe.

Tal y como señalan Martín-Izard y Palero (1986), la formación del cuerpo pegmatítico no ha tenido lugar en una sola etapa, sino que se ha producido en varias con características texturales propias para cada una de ellas, de forma que habría una primera formación de pegmatitas ricas en minerales de Li, a la que sucedería la formación de una con textura de stockscheider y también con minerales de Li, para ya finalmente formarse la micropegmatita, que de forma local lleva asociada una campana de cuarzo con casiterita. Por otro lado, todas estas rocas, y especialmente durante los estadios finales, han sufrido fenómenos de moscovitización y sericitización intensos, con los que están relacionados la formación de los minerales de Sn, y que produce la alteración, entre otros, de los minerales de Li, para dar lugar a la moscovita litífera. Por sus características, esta pegmatita podría incluirse en el grupo III o de pegmatitas litíferas complejas y bandeadas (Černý, 1989a y b y 1991a y b).

Barquilla

Las antiguas labores mineras de Barquilla, se localizan en la hoja n-525 del MTN a escala 1:50.000, y en la parte Oeste de la Provincia de Salamanca, a unos 10 km de la frontera portuguesa. Las explotaciones, que han beneficiado un cuerpo de cuarzo-pegmatítico, se encuentran encajadas en los materiales del complejo esquistos grauwáquico y en relación con una importante fractura de dirección NE-SO (fig. 4).

Las labores mineras desarrolladas en la zona han sido de dos tipos fundamentalmente. El primero de ellos consistió en una minería subterránea, por pozo y galería, llegándose incluso a realizar un plano inclinado. Esta minería no fue muy profunda, llegando el plano inclinado a alcanzar los 170 m de longitud, y una profundidad de 42 m. El sistema de explotación fue por reacle, y se desarrolló durante el primer cuarto de siglo, por lo que el cegado de los pozos y los recubrimientos son muy importantes.

El otro tipo de minería consistió fundamentalmente en el lavado de los colubiones desarrollados sobre las pegmatitas para la recuperación de casiterita. Estas labores ocupan una gran extensión superficial. Dada la imposibilidad de acceder directamente a las labores y lo oculto de éstas, la mayor parte de las muestras tomadas lo han sido en las escombreras.

Características de las zonas mineralizadas

El cuerpo mineralizado se dispone a lo largo de una gran fractura, posiblemente relacionada con las fases tardihercínicas, de dirección NE-SO, y que es la que controla la geometría de las áreas mineralizadas. Esta fractura, con un movimiento aparente de desgarre dextro, afecta a todos los materiales del complejo esquistos grauwáquico, y en relación con ella, y de acuerdo con su sentido de desgarre dextro, se desarrollan diques de cuarzo de geometría lenticular y dirección aproximada E-O, y que adquieren especial importancia en los alrededores de las áreas mineralizadas (figs. 4 y 5).

La de cuarzo-pegmatita se explotó para el beneficio de Sn y Li, y de acuerdo con las observaciones de visu y al microscopio, está constituida principalmente cuarzo por plagioclasas, la que, por sus características de visu y ópticas es albita, apatito, ambligonita, feldespato potásico, fluorita, y abundante sericita-moscovita, esta última formada durante los procesos de sericitización de los feldespatos y de greisenización de las rocas encajantes. Además, y como minerales accesorios, hay casiterita y sulfuros asociados a las zonas de greisen.

Cabe destacar que los procesos de greisenización de las rocas encajantes, y sobre todo, de los fragmentos de éstas incluidos en las de cuarzo-pegmatitas, son muy importantes aunque limitados, transformando los esquistos en una masa de sericita y cuarzo de un color verdoso muy característico.

Desde un punto de vista microscópico, se trata de una constituida fundamentalmente por cuarzo y feldespatos, destacando la abundancia de plagioclasa de tipo albita, y de moscovita-sericita. De forma más localizada y abundante únicamente en algunas preparaciones, se encuentra ambligonita y apatito. Es de destacar que estos dos minerales no se encuentran nunca juntos en ninguna preparación. Como minerales accesorios frecuentes hay fluorita y cuarzo, y de forma más ocasional se encuentran rutilo, circón, y sobre todo casiterita y sulfuros. Estos últimos minerales están relacionados con las zonas de greisen y destacan como más abundantes los cobres grises de tipo freibergita, esfalerita, calcopirita, y recientemente descrito por Murcigo *et al.* (1991), Chernyita.

Resulta de particular interés la zona de transición existente desde la roca de caja a la pegmatita. Por lo que respecta a la primera, a medida que se sitúa más cerca de la pegmatita, está cada vez más sericitizada pasando a ser, justo en el contacto, casi exclusivamente sericita y cuarzo. Su contacto con la pegmatita es neto y marcado.

De acuerdo con los informes existentes en la jefatura de minas, esta cuarzo-pegmatita se explotó para beneficiar la ambligonita y la casiterita, siendo la moscovita rica en Li.

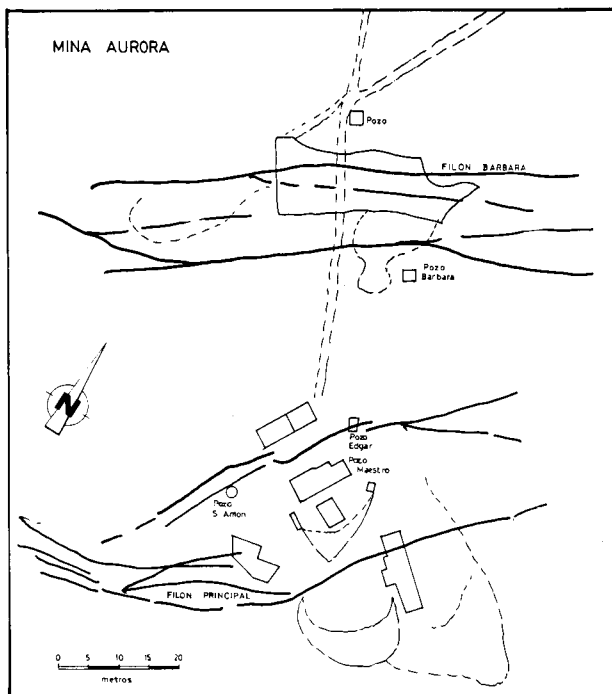


Fig. 5.—Esquema de las labores mineras de Barquilla.

Las mineralizaciones de Barquilla serían filones de cuarzo-amibonita con otros minerales, pero no tienen características de las pegmatitas propiamente dichas, pues su composición está lejos del eutéctico Q-Ab-Or.

Aldehuela de la Bóveda

El área de Aldehuela de la Bóveda es, junto con Golpejas, la más alejada de la frontera portuguesa. El yacimiento se localiza unos 4 km al NO del pueblo, en las proximidades del río Huebra. La zona donde se localiza está constituida fundamentalmente por rocas graníticas con amplios retazos metamórficos (fig. 6). Estos últimos, pertenecen al CEG, que en esta zona ha sufrido un metamorfismo de grado medio a alto, encontrándose esquistos con biotita, sillimanita, estaurrolita, cordierita, feldespatos y moscovita fundamentalmente. Por otro lado, se observan los efectos de, al menos, dos fases principales de deformación, de las cuales, la primera únicamente se reconoce al microscopio. La segunda, da pliegues isoclinales muy apretados. Posteriormente a estas etapas de deformación, se produce una fracturación, la que afecta también a las rocas intrusivas.

Por lo que respecta a las rocas ígneas, éstas son las más abundantes en la zona, y corresponden fundamentalmente a granitos, además de un apuntamiento de rocas básicas de tipo gabroico (fig. 6). Dentro de los granitoides, los hay fundamentalmente de dos tipos, granitos deformados, y granitos sin deformar. Los primeros son, a su vez, leucogranitos, ocasionalmente de dos micas, y en los que son frecuentes la presencia de sillimanita.

En el área de la mina predominan los granitos precoces de dos micas, por lo que, casi todas las rocas plutónicas, son granitos cataclásticos de carácter alcalino (tabla 1), anteriores a la segunda fase de deformación (Martín-Izard, 1979). Dentro de ellos, hay facies muy evolucionadas, encontrándose granitos alcalinos con moscovita, que llevan como minerales accesorios granates y turmalina, y con los que se relacionarían no sólo las pegmatitas aquí estudiadas, sino también un gran número de ellas existentes en la región.

Por lo que respecta a los granitos sin deformar, son rocas de tipo granodiorítico, subporfídicas, ricas en feldespato potásico, y corresponderían al denominado por Oen Ing Soen (1979) como granitos jóvenes del Hercínico.

Además de estas rocas graníticas, en el área de la mina, aflora un gabro biotítico con hornblenda, augita y plagioclasa cálcica, que está muy alterado en superficie, pero que gracias a las explotaciones mineras, se han podido obtener de él muestras frescas. Esta roca, de geometría más o menos circular, y de poco más de cien metros de diámetro, se localiza dentro de los granitos de dos micas cataclásticos de grano grueso. Está afectada por fracturas en las que se emplaza una pegmatita simple, químicamente potásica, compuesta mayoritariamente por microclina gráfica, en cristales de tamaño hasta métrico, y cuarzo. Como minerales accesorios lleva plagioclasa, moscovita, biotita, turmalina y niobo-tantalita, este último mineral en haces de cristales radiados de hasta 10 cm de longitud. Esta pegmatita fue explotada por el feldespato y de ella se obtenía como subproducto la niobo-tantalita.

Además de estas rocas, y atravesando a los granitos de dos micas, hay otras pegmatitas que tienen un contacto difuso con el granito, pasándose de una a otra a través de una roca episienitizada con algo de cuarzo. Estas pegmatitas se encuentran únicamente en los granitos, estando ambos fuertemente tectonizados y orientados sus componentes. En el pozo abierto en la mina, es frecuente observar estrías y espejos de falla, a veces de más de 5 m de longitud.

La presencia de una roca episienitizada en el contacto entre el granito y la pegmatita, hace pensar que la episienita es de origen tectónico y se forma justo en el contacto entre las dos litologías ya que la discontinuidad que éste supone debe de haber sido aprovechada por la tectónica para actuar como plano de movimiento preferente, por lo que los fluidos movilizados durante la tectonización, episienitizarían la roca granítica.

A su vez, todos estos materiales estarían atravesados por pequeños filoncillos de moscovita con turmalina, de origen claramente posterior a las pegmatitas, y que alteran los minerales formados previamente.

Por lo que respecta a las pegmatitas propiamente dichas, están constituidas mayoritariamente por grandes cristales muy tectonizados de albita, con contenidos menores de cuarzo intersticial y moscovita. Como minerales accesorios tienen algo de microclina, turmalina y, lo que las hace especialmente interesantes desde el punto de vista de la mineralogía del Li, litiofilita. Este último mineral está parcialmente alterado a sicklerita y ferrosicklerita y aparece en bolsadas informes distribuidas irregularmente dentro de la pegmatita.

Las características composicionales de la pegmatita desde el punto de vista de los elementos mayores (tabla 1) indican que es una pegmatita de carácter mucho más sódico que las anteriores, con un contenido en $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ del 12,13 % y en Na_2O del 6,61 %.

La litiofilita es un mineral claramente accesorio en esta pegmatita, por lo que, desde un punto de vista económico, no tienen interés como recurso de Li, aunque se explotan para la obtención de feldespatos para la industria cerámica.

Desde un punto de vista genético, las pegmatitas litiníferas y las mineralizaciones con ellas asociadas estarían relacionadas con los leucogranitos albiticos con granates y turmalina. Resulta sumamente interesante la presencia en este área de leucogranitos albiticos, pues ellos pueden ser una guía para la prospección de mineralizaciones.

Desde el punto de vista de las pegmatitas litiníferas, estas últimas serían de carácter sodalítico, y son las que podrían tener algún interés desde el punto de vista del Li. Sin embargo, la escasez de litiofilita, hace que carezcan de él. Por sus características, estas pegmatitas serían simples, de albita con litiofilita.

Golpejas

El yacimiento de Golpejas se encuentra situado a unos 22 km al Oeste de Salamanca. Se trata de una mineralización de casite-

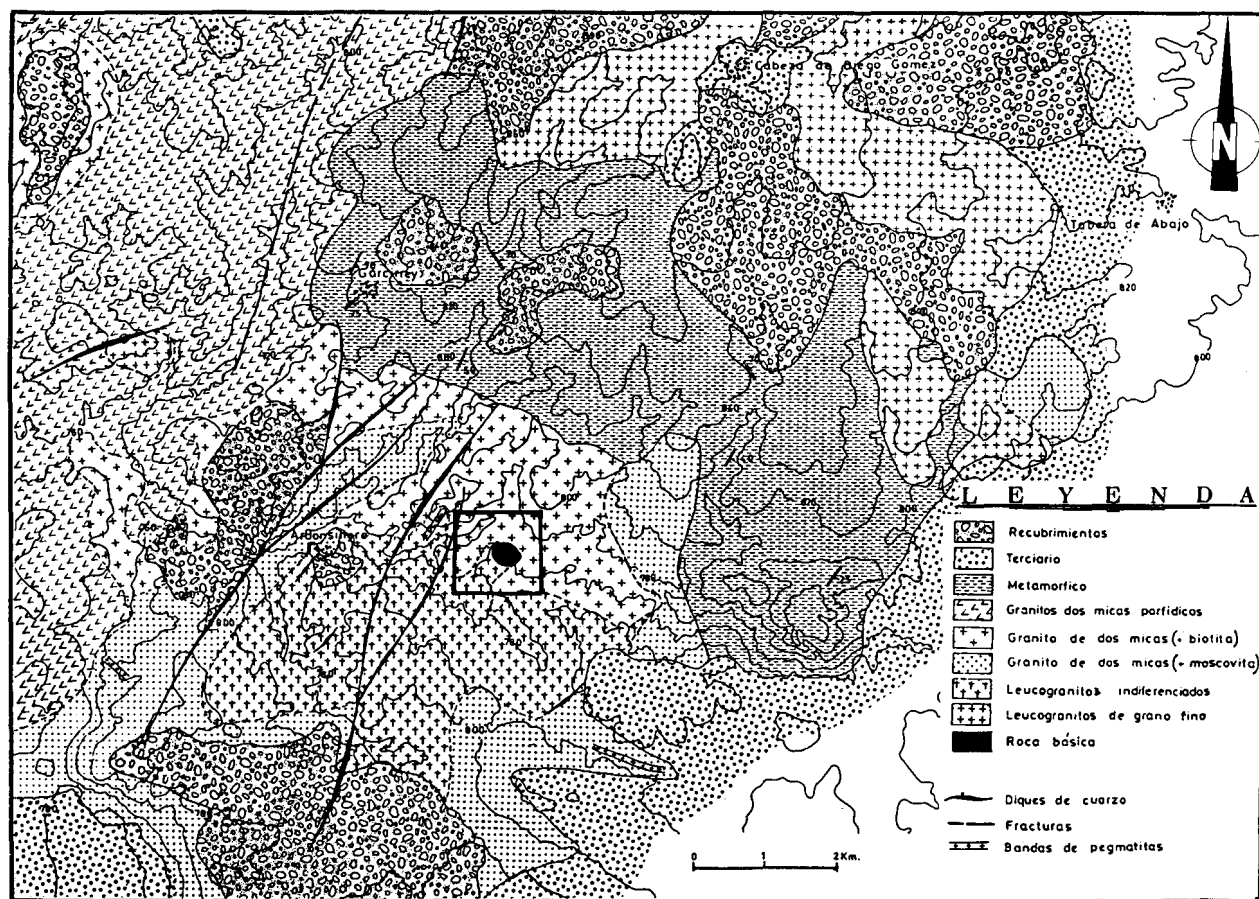


Fig. 6.—Esquema geológico de las mineralizaciones de Aldehuela de la Bóveda y localización de las pegmatitas.

rita con columbo-tantalita como minerales accesorios, diseminada en una lámina de leucogranito albitico con características de apogranito. Este yacimiento ha sido descrito con detalle por Arribas *et al.* (1981) y por Mangas y Arribas (1984). Las láminas de apogranitos son subhorizontales e intruyen en los materiales del CEG y en la serie del Ordovícico inferior suprayacente. El granito, fuertemente foliado por una esquistosidad S2 subhorizontal, intruye en los esquistos a favor de ella (Arribas, 1980).

Los apogranitos están constituidos por albita, moscovita, y cuarzo. Los feldspatos se encuentran parcialmente alterados y caolinizados. Como minerales accesorios hay apatito, circón, turmalina y topacio, además de la casiterita y columbo-tantalita. A techo del cuerpo intrusivo y coincidiendo con las zonas de greisenización más intensa, se desarrolla una campana de cuarzo con amblygonita, así como una fase de sulfuros accesoria.

De acuerdo con Mangas y Arribas (1984), este yacimiento sería el resultado de la evolución magmático-hidrotermal de leucogranitos de dos micas (a veces con turmalina) aflorantes en la región. En este sentido, las mineralizaciones de Li estarían relacionadas con las fases hidrotermales tardías del proceso de diferenciación magmática que dio lugar a los apogranitos albiticos. En este sentido, las mineralizaciones de amblygonita de Golpejas, y al igual que ocurre con Barquilla, sería un cuerpo de cuarzo mineralizado que no tiene las características de las pegmatitas.

Discusión

Las mineralizaciones de Li estudiadas pueden incluirse en dos grandes grupos, las pegmatitas y los filones de cuarzo con amblygonita, existiendo, como ocurre en el caso de Castillejo-Barquilla, una posible relación entre ellas. A su vez, las pegmatitas son casi todas ellas litiníferas, salvo el caso de Aldehuela, donde el mineral de Li es la litiofilita.

En general, el feldespato dominante en las pegmatitas es la albita, siendo escaso o inexistente el feldespato potásico. La mica dominante es la moscovita, y en los casos de Pinilla, La Fregeneda y Castillejo, la lepidolita, siendo la casiterita, en casi todas ellas un accesorio presente. También es frecuente que puedan llevar asociada columbo-tantalita.

Por lo que respecta a sus características químicas, las de Pinilla son las más evolucionadas, con contenidos altísimos de Rb, y con las mayores leyes en Li,

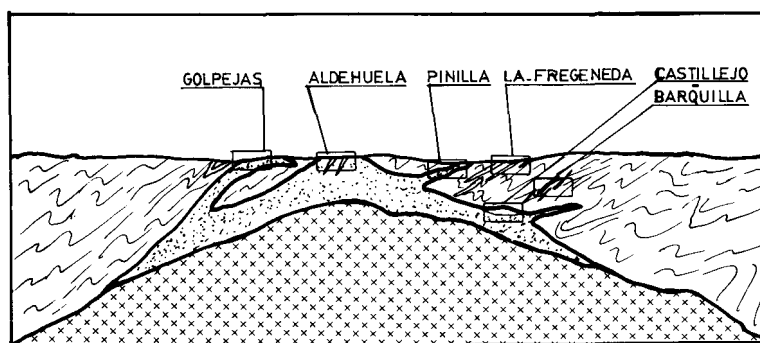


Fig. 7.—Esquema de localización en un modelo de cúpula granítica de los yacimientos estudiados (modelo sin escala).

pero dadas sus dimensiones volumétricas, no ofrecen perspectivas económicas. Las de La Fregeneda son menos evolucionadas, con contenidos en Rb mucho menores, así como leyes de Li más bajas. Sin embargo, son volumétricamente las más importantes y las que regionalmente podrían ofrecer mejores perspectivas. Las de Castillejo tienen un grado menor de evolución, leyes mucho menores y dimensiones reducidas. De las de Aldehuela no se disponen de análisis de elementos traza, pero la escasez de litiofilita hace que no ofrezcan interés por el Li.

Las pegmatitas litiníferas de La Fregeneda y Pinilla tienen las características de las pegmatitas complejas y, siguiendo las clasificaciones de Černý (1989a y b y 1991a y b), pertenecerían al grupo III o de pegmatitas complejas con lepidolita, relacionadas con granitos de tipo S.

Por lo que respecta a Castillejo de Dos Casas, se trata de una pegmatita zonada, con 3 partes claramente diferenciadas, y en las que la zona intermedia tendría las características texturales y estructurales de un stockscheider, con grandes cristales plumosos de clivelandita. De acuerdo con las clasificaciones propuestas por Černý, pertenecerían también al grupo III de pegmatitas complejas bandeadas de lepidolita.

Las pegmatitas con litiofilita de Aldehuela de la Bóveda, serían pegmatitas simples, sin ningún tipo de zonación interna y en las que aparece como mineral accesorio la litiofilita.

Los filones de cuarzo con amblygonita de Barquilla y la campana de cuarzo Golpejas, no tendrían características pegmatíticas en sentido estricto, y serían mineralizaciones hidrotermales en las que, además del fosfato de Li, tendrían también casiterita y una paragénesis sulfurada más o menos compleja.

Cabe destacar el hecho de que, Castillejo y Barquilla, se localizan en la misma área, una en el contacto entre los granitos y el metamórfico, y otra en

fracturas en el encajante. Posiblemente, ambas mineralizaciones están relacionadas con el mismo tipo de granitos y son manifestaciones diferentes del mismo fenómeno mineralizador. Unas serían proximales, y con características pegmatíticas, y otras serían distales y con la disposición de los filones de cuarzo hidrotermal que en este caso se acompañan de fosfatos, casiterita y sulfuros. En este sentido, este área podría resultar interesante para la prospección de este tipo de yacimientos.

Teniendo en cuenta las características de las pegmatitas y filones de cuarzo, su relación con el encajante y posible disposición respecto de las cúpulas graníticas, las mineralizaciones aquí estudiadas se pueden esquematizar de acuerdo con la figura 7. A su vez, ello puede servir de cara a la prospección de nuevos yacimientos en la región, ya que los yacimientos estudiados no tienen por qué ser los únicos.

Cabe señalar que, dadas las actuales condiciones del mercado del Sn y Li, en su conjunto y para estos dos elementos, las pegmatitas aquí estudiadas no ofrecen interés para su explotación. La presencia de minerales de Nb y Ta en algunas de ellas podría ofrecer alguna perspectiva para ellos, pero dado que son accesorios de escasa importancia volumétrica hace que tampoco ofrezcan interés. Sin embargo, para lo que sí tienen importancia económica las de mayor volumen, es para su explotación como fuente de feldespato para la industria cerámica. De hecho, tanto de Aldehuela de la Bóveda como de Mina de Feli se está actualmente extrayendo mineral para estas industrias. Quizás, como subproducto de estas explotaciones pudieran beneficiarse algunos de los otros minerales mencionados.

Finalmente, en esta región, aparte de estas pegmatitas y filones litiníferos, existen gran cantidad de otras pegmatitas, algunas particularmente ricas en Be, como son las de Pereña, lo que hace que esta región no deba olvidarse de cara a la búsqueda de otros

elementos que puedan acompañar a las numerosas pegmatitas existentes en ella.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a Marcos Gallego Garrido y a Jesús García Iglesias por las numerosas sugerencias hechas e ideas aportadas durante las discusiones mantenidas tanto en el campo como con el microscopio. La realización de este trabajo ha sido posible gracias a la ayuda de la CICYT.

Referencias

- Arribas, A.; Gonzalo, F. J., y Iglesias, M. (1981). Génesis de una mineralización asociada a una cúpula granítica: el yacimiento de estaño de Golpejas (Salamanca). *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 3, 563-592.
- Arribas, A.; Martín-Izard, A., y Montes, J. (1984). Las mineralizaciones de uranio de la zona de Alameda de Gardón y su posición en el contexto geotectónico de las pizarras del oeste de la provincia de Salamanca. *Stud. Geol. Salmn.* 28, 201-204.
- Carnicero, A. (1980). Estudio petrológico del metamorfismo y los granitoides entre Ciperez y Aldea del Obispo (W de la provincia de Salamanca). Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- Cameron, E. N.; Jahns, M. H.; McHair, A., y Page, L. R. (1949). Internal structure of granitic pegmatites. *Econ. Geol. Monog.* 2, 115.
- Corrette, G. y López Plaza, M. (1976). Geología del área granítica y metamórfica al O de Ciudad Rodrigo. I el Complejo Esquisto Grauvaquico. *Studia Geol. Salman.* 11, 121-199.
- (1977). Geología del área metamórfica y granítica al O de Ciudad Rodrigo: II, las rocas graníticas. *Stud. Geol. Salman.* 12, 47-73.
- Cěrny, P. (1982). Petrogenesis of granitic pegmatites. In: Cěrny P ed. Granitic pegmatites in science and industry. *Min. Asoc. Can. Short Course Handb* 8, 405-461.
- Cěrny, P. (1989a). Characteritics of pegmatite deposits of tantalum. In: *Lanthanides, Ta and Nb*. (Ed. P. Moller, P. Cěrny, F. Saupe). SGA Special Publication 7. 195-239.
- Cěrny, P. (1989b). Exploration Strategy and methods for pegmatite. In: *Lanthanides, Ta and Nb*. Ed. P. Moller, P. Cěrny & F. Saupe. SGA Special Publication 7. 274-302.
- Cěrny, P. (1991a). Rare-element granitic pegmatites. Part I. Anatomy and internal evolution of pegmatite deposits. *Geoscience* 18, 49-67.
- Cěrny, P. (1991b). Rare element granitic pegmatites. Part II: Regional to global environments and petrogenesis. *Geoscience* 18, 68-81.
- Gonzalo, J. C. (1981). *Estudio geológico del campo filoniano de La Fregeneda (Salamanca)*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Salamanca.
- Julivert, M.; Fontbote, J. M.; Ribeiro, A., y Nabais Conde, L. E. (1972). Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares E1:1.000.000, Memoria explicativa 113, IGME.
- López Plaza, M. (1982). *Contribución al conocimiento de la dinámica de los cuerpos graníticos de la penillanura salmantino-zamorana*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- López Plaza, M.; Carnicero, A. y Gonzalo, J. C. (1982). Estudio geológico del campo filoniano de la Fregeneda (Salamanca). *Stud. Geol. Salm.* 27, 89-98.
- López Plaza, M. y Carnicero, A. (1968). El plutonismo hercínico en la penillanura Salmantino-Zamorana (Centro Oeste de España). Visión de conjunto en el contexto geológico regional. En: *Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico*. Ed. Rueda, Madrid, 53-68.
- López Plaza, M. y Martínez, J. R. (1987). Síntesis estructural de los granitoides del Macizo Hespérico. En: *Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico*. Ed. Rueda, Madrid, 195-210.
- Lotze, F. (1945). Observaciones respecto la discusión de los Variscides de la Meseta Ibérica. *Publ. Extr. Geol. Espa.* V. IGME, 149-166.
- Mangas, J. (1987). *Estudio de las inclusiones fluidas en los yacimientos españoles de estaño asociados a granitos hercínicos*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- Mangas, J. y Arribas, A. (1984). Evolución y características de las fases fluidas asociadas a los filones de cuarzo del yacimiento stannifero de Golpejas (Salamanca). *I Congreso Español de Geología*. Vol. 2, 551-564.
- Mangas, J. y Arribas, A. (1988). Evolution of hydrothermal fluids in the Feli tin deposit, western Spain. *Bull. Minet.* 111, 343-358.
- Martín-Izard, A. (1979). *Caracteres geológicos, mineralógicos y químicos del área de Garcirrey (Salamanca) y sus mineralizaciones asociadas*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Salamanca.
- Martín-Izard, A. (1985). *El origen de los yacimientos de uranio en las pizarras del Complejo Esquisto Grauvaquico*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- (1986). Caracteres tectónicos de los metasedimentos del Oeste de Salamanca. *Estudios Geol.* 42, 415-432.
- (1988). Estratigrafía y sedimentología del Complejo Esquisto Grauvaquico en la zona de Ciudad Rodrigo (Salamanca). *Stud. Geol. Salman.* 25, 37-58.
- (1989). *Los yacimientos de uranio en pizarras*. Diputación de Salamanca. Serie Ciencias, 4. 268.
- Martín-Izard, A. y Arribas, A. (1984). Relaciones entre la estratigrafía y las mineralizaciones uraníferas del Complejo Esquisto Grauvaquico del Oeste de la provincia de Salamanca. *I Congreso Español de Geología*, Tomo 2, 577-587.
- Martín-Izard, A. y Palero, F. (1986). El stockscheider de Castillejo de Dos Catas (provincia de Salamanca) y las mineralizaciones asociadas. *Mem. Lab. Min, Fac. Cien.* 451-468.
- Martínez, F. (1974). Estudio del área metamórfica del NW de Salamanca (Cordillera Herciniana, España). *Trab. Geol. Uni. Oviedo*, 7, 3-59.
- Murciego, A.; Gonzalo, J. F.; Babkine, J.; Dusaosoy, F. y Suárez, M. (1991). Primera aparición de cernyita (Cu₂CdSnS₄), un análogo cadmífero de la stannina en España. *Bol. Soc. Esp. Min.* 14, 112-113.
- Oen Ing Soen (1979). Granite intrusion, folding and metamorphism in central northern Portugal. *BGM* 81, 198-271.
- Roda, E.; Pesquera, A. y Velasco, F. (1991). The pegmatites of the Fregeneda Area, Salamanca, Spain. In: *Source, transport and deposition of metals*. Ed. Pagel & LeRoy. Balkema. 801-805.

Recibido el 2 de abril de 1992
Aceptado el 30 de abril de 1992