

La Mina Atrevida (Ba,F,Pb,Zn,As,Ni,Ag), Cadenas Costeras Catalanas: Un ejemplo de filón triásico de zócalo-cobertera

J. C. Melgarejo * y C. Ayora *

Resumen

La mina Atrevida está formada por un filón kilométrico de baritina en los niveles superiores y minerales metálicos, fluorita y cuarzo en los inferiores. Se halla encajado en materiales carboníferos de facies «culm» y «red-beds» del Triásico basal. Estos últimos materiales contienen porosidades rellenas de baritina.

La mineralización aprovechó una fractura de zócalo con actividad distensiva durante la deposición mineral. Esta deposición tuvo lugar bajo la influencia de la superficie durante la sedimentación del Triásico basal.

Palabras clave: *filón, baritina, paleosuperficie, Triásico.*

Abstract

The Atrevida mine consists of a kilometric vein filled with barite at higher levels and ore minerals, fluorite and quartz at lower ones. The vein is enclosed in carboniferous materials of «culm» facies and basal triassic red-beds. Barite is also found in red-beds porosity fillings.

Mineralization is located in a basement fault with distensive activity during mineral deposition. This deposition took place under a surface-influenced environment and contemporaneously to the basal Triassic sedimentation.

Key Words: *vein, barite, paleo-surface, Triassic.*

Introducción

Las Cadenas Costeras Catalanas constan de un zócalo hercínico y una cobertera secundaria y terciaria. La reactivación de las fracturas NE-SW durante el Neógeno delimita una estructura en «horsts» y «grabens», estos últimos rellenos por materiales neógenos. El zócalo está formado por series sedimentarias paleozoicas e intrusiones graníticas tardi-hercínicas, y está afectado por una superficie erosiva pre-triásica. La sedimentación secundaria comienza con una serie detrítica roja triásica (facies Buntsandstein).

En todas las Cadenas Costeras Catalanas existen numerosas mineralizaciones de Ba. La mayoría muestran relación con la superficie erosiva pre-triásica. Las mineralizaciones pueden dividirse en tres tipos principales (FONT, 1983; MELGAREJO, 1983):

* Departament de Cristallografia i Mineralogia. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. Gran Via, 585. 08007 Barcelona.

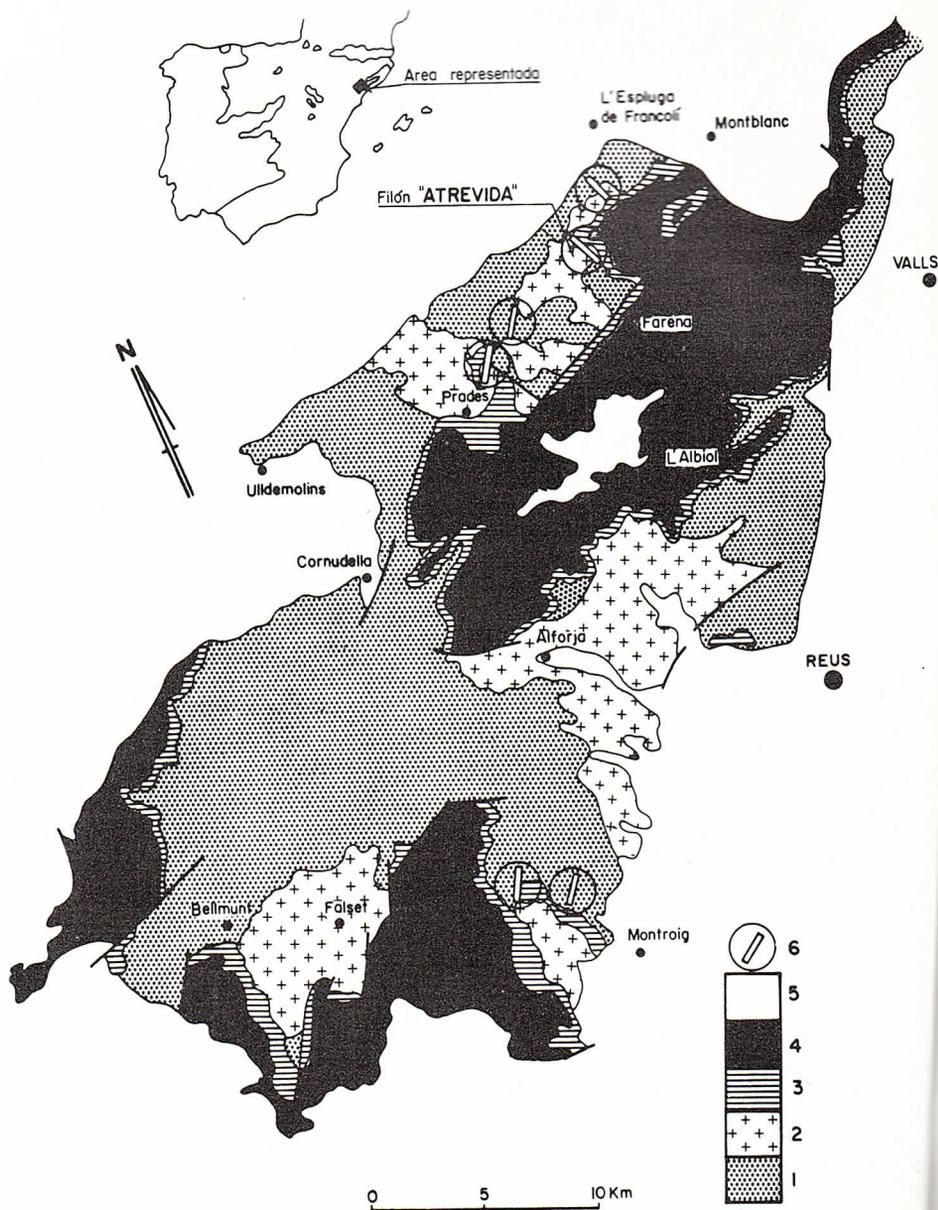


FIGURA 1
 Esquema geológico del sector meridional de las Cadenas Costeras Catalanas: Leyenda: (1) Paleozoico indiferenciado; (2) Granitoides tardihercínicos; (3) Buntsandstein; (4) Otros materiales triásicos; (5) Otros materiales más recientes. A partir del Mapa Geológico de España, 1: 200.000 (IGME, 1972-73). El símbolo indica filones de Ba (F y metales), con su correspondiente dirección a partir de MATA (1982).

- a) Filones de Ba, con o sin F, Pb, Zn y otros metales, encajados en el zócalo paleozoico y ocasionalmente en la base del Triásico.
- b) Pequeños filones y relleno de diaclasas con Ba y ocasionalmente Pb, en el zócalo paleozoico.
- c) Diseminaciones locales de Ba en la serie detrítica roja de la base del Triásico.

Este trabajo pretende una primera aproximación a las mineralizaciones filonianas de Ba (F, Ag, Ni) del Sector Sur de las Cadenas Costeras (ver Fig. 1). Se ha seleccionado el filón de «La Atrevida» por su accesibilidad al estudio. Es un filón de unas 100.000 Tm reconocidas de baritina, y cantidades menores de F-Ag-As-Ni-Pb-Zn y cuarzo. Se ha explotado la plata desde por lo menos la Edad Media, en los últimos años se extraía la baritina, y actualmente está parada. Las explotaciones, mediante galerías, están situadas en la Serra de Prades, a unos 2 km al Sur del Monasterio de Poblet, y a unos 50 km al Noroeste de Tarragona.

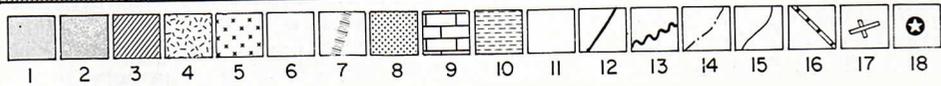
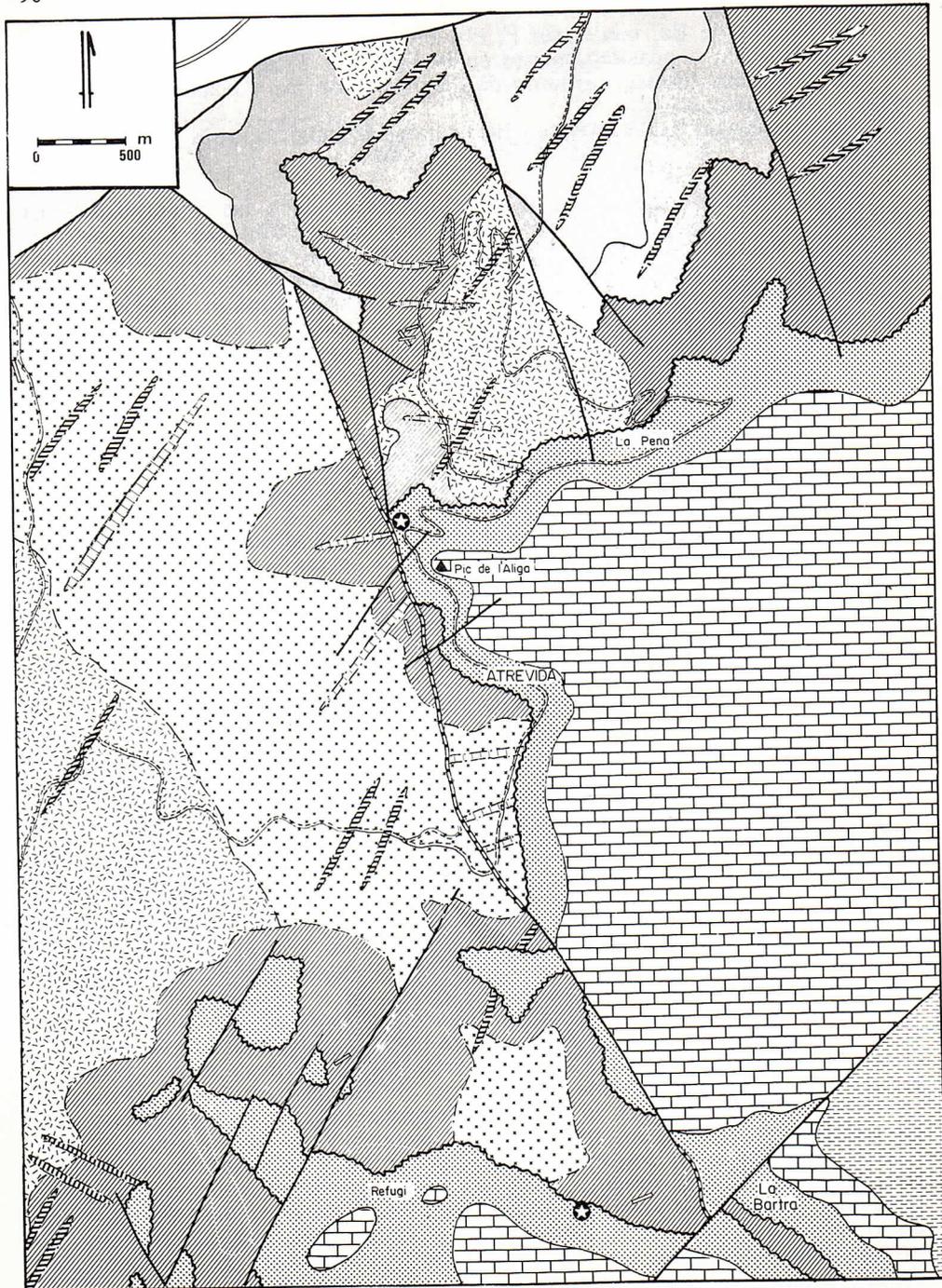
Contexto geológico

La Fig. 2 muestra un esquema geológico de los alrededores del filón de «La Atrevida», a partir de una cartografía a escala 1:12.500 (MELGAREJO, 1983). Los materiales paleozoicos más antiguos que afloran en la zona estudiada son pizarras negras piritosas, con intercalaciones de areniscas, de edad silúrica. Encima se dispone una serie de pizarras verdes, sin fósiles. Sobre el conjunto anterior se encuentra una potente serie carbonífera de facies «culm»: son alternancias de pelitas, areniscas y conglomerados, con intercalaciones lenticulares de liditas y carbonatos de potencias métricas y poca continuidad lateral.

La deformación hercínica es dúctil y genera pliegues E-W, con vergencia S, en los materiales anteriores. La esquistosidad asociada es poco penetrativa. El metamorfismo regional es débil, prácticamente inexistente.

El conjunto de materiales paleozoicos se halla intruido por un plutón de rocas graníticas diferenciadas: leucogranitos, granitos cálcicos, granodioritas y tonalitas. Un conjunto de diques de pórfidos, de composiciones equivalentes a los granitoides, instruye en éstos y en las series paleozoicas, siguiendo direcciones NNE-SSW y E-W. Alrededor de las intrusiones plutónicas las series sedimentarias pelíticas recristalizan a corneanas con andalucita, y los niveles calcáreos se transforman en calcosilicatos, que contienen mineralizaciones de Zn-Pb-Fe-W-As-Cu.

Todos los materiales descritos son peneplanados por una superficie erosiva, sobre la que se deposita la secuencia basal (facies Buntsandstein y Muschelkalk inferior) de la macrosecuencia triásica. Una síntesis estratigráfica de los materiales triásicos puede encontrarse en ESTEBAN et al. (en ANADON et al. 1979). A grandes rasgos la facies Buntsandstein consta de una base conglomerática y arenosa, un tramo medio arenoso y un tramo superior lutítico y evaporítico. El conjunto es de color rojo, y la potencia varía entre 50 y 70 m. MARZO (en *op. cit.*) interpreta los conglomerados y areniscas como depósitos fluviales de «braided plans», con una hipotética área fuente situada al NW del Priorat, al W de la zona estudiada. Los tramos superiores representarían el tránsito a un ambiente de tipo «sebkha». La sedimentación de los tramos fluviales estuvo controlada por un sistema de fracturas de zócalo, cuya actividad parece amortiguarse hacia el techo del Buntsandstein (MARZO en *op. cit.*). Dentro de esta actividad tectónica sinsedimentaria hay que situar, en la zona estudiada, una fractura NNW-SSE, que ha servido de



mecanismo mineralizante del filón de «La Atrevida». La secuencia basal triásica termina con la facies Muschelkalk inferior, con calizas y dolomías depositadas en plataformas costeras de fangos evaporíticos, con anomalías de Pb-Zn.

La posible reactivación de las fracturas citadas provoca la repetición del ciclo sedimentario anterior. Así, la secuencia media triásica consiste en materiales detríticos rojos y evaporíticos del Musch. medio, y calcáreos, dolomíticos y margosos del Musch. superior. El techo del M. superior y los materiales dolomíticos, lutíticos y evaporíticos de la facies Keuper constituyen la secuencia superior de la macrosecuencia triásica (ESTEBAN et al., en *op. cit.*).

Relaciones geológicas de las mineralizaciones

La mineralización más importante es el filón de «La Atrevida». Tiene cerca de 3 km de longitud, 200 m de profundidad reconocida, y potencia variable entre 1 y 6 m. El filón encaja en una fractura de dirección NNW-SSE y buzamiento 70 a 90 °E. La fractura posee una historia polifásica y ha actuado en diferentes episodios durante la sedimentación secundaria y la orogenia alpina. Durante la deposición mineral era distensiva, con estrías verticales. La tectónica alpina produjo la reactivación parcial de la fractura, ya mineralizada, como falla en dirección primero y posteriormente normal. El salto vertical total es pequeño. La fractura no se halla mineralizada cuando atraviesa los carbonatos de la facies Muschelkalk inferior (ver Fig. 2). El filón se halla afectado por fracturas dexas NE-SW, que no se hallan mineralizadas.

También existen mineralizaciones de Ba en los conglomerados y areniscas basales de la facies Buntsandstein. Se trata de: *a*) cementos de baritina, que puede llegar al 15 % del volumen de la roca; *b*) pequeños filones centi a milimétricos, adyacentes al filón principal, y *c*) relleno geódico de porosidades nodulares centimétricas, que pueden estar interconectadas por pequeñas venas (ver Fig. 8).

En las series paleozoicas y en las rocas graníticas existen numerosos filones de baritina espática, de potencia centimétrica y muy poca continuidad tridimensional. Ocasionalmente estos filones contienen galena. Rellenan diaclasas, sin ninguna dirección predominante, y cortan a otros filones de cuarzo (con o sin tungsteno) de las rocas ígneas. Aparentemente no guardan relación con la paleosuperficie pre-triásica.

Estructura interna del filón de «La Atrevida»

La descriptiva del filón se ha realizado mediante definición de «formaciones minerales». Son unidades cartografiables y definidas según sus características mineralógicas, estructurales, texturales y de situación, que las ha-

FIGURA 2

Esquema geológico simplificado de los alrededores de la mina «Atrevida». Leyenda: (1) Pelitas negras, Silúrico; (2) Pelitas verdes; (3) Conglomerados, areniscas, pelitas, liditas y carbonatos, «facies Culm», Carbonífero; (4) Granitos calcícos, granodioritas y tonalitas; (5) Leucogranitos; (6) Diques porfídicos graníticos; (7) Diques porfídicos granodioríticos y tonalíticos; (8) Conglomerados, areniscas, lutitas y evaporitas rojos, Buntsandstein; (9) Calizas, Muschelkalk inferior; (10) Areniscas pelitas, evaporitas, rojos, Musch. medio; (11) Materiales indiferenciados del Terciario; (12) Falla; (13) Contacto discordante; (14) Contacto intrusivo; (15) Contacto normal; (16) Material filoniano de «La Atrevida»; (17) Indicios filonianos de Ba; (18) Diseminaciones y relleno de porosidades de Ba.

cen fácilmente distinguibles entre sí. A continuación definiremos las formaciones y detallaremos sus relaciones y distribución en el filón.

Descriptiva de las formaciones minerales

Formación «baritina de salbanda»

- Arcillas rojas, marrones y verdes (caolinita, illita, clorita), no consolidadas (del 0 al 70 % del volumen de la formación).
- Fragmentos de roca encajante muy alterados.
- Baritina roja, en cristales milimétricos idiomórficos, sin orientación (del 10 al 50 % del volumen de la formación).
- Arseniuros de Ni, muy escasos, en masas granudas y agregados radiales, reemplazando a la baritina. Sulfuros, muy escasos, en geodas en el interior de la baritina.
- Oxidos de Fe y Mn impregnando el conjunto de la formación.

Un esquema de la formación puede observarse en la Fig. 3 a.

Formación «cuarzo y fluorita sacaroideos»

- Cuarzo en masas porosas alotriomorfas, con granos de unos 0,5 mm, de aspecto sacaroideo (del 40 al 70 % del volumen de la formación).
- Fluorita incolora, en cristales idiomórficos milimétricos, aislados en el cuarzo o tapizando geodas (del 5 al 20 % del volumen de la formación).
- Baritina amarillenta, idiomórfica, en geodas.
- Oxidos de Fe y Mn rellenando porosidades intergranulares y geodas.
- Sulfuros y arseniuros muy escasos.

Un esquema de la formación puede observarse en la Fig. 3 b.

La baritina abunda en los niveles superiores del filón ocupados por esta formación, mientras que en los más inferiores está constituida casi exclusivamente por cuarzo y fluorita.

Formación «baritina simétrica»

Es la formación más extensa y característica del filón, sobre todo de los niveles superiores. Consta de bandas laterales de baritina y una brecha central. Ver un esquema en la Fig. 3 c y Figs. 9 y 10.

Las bandas laterales constan de:

- Baritina blanca espática, en cristales tabulares de 5 a 20 cm, perpendiculares a las paredes del filón (es la mayor parte del volumen de la formación).
- Galena, esfalerita y marcasita, en bandas mili a centimétricas, alternantes con bandas de baritina. La galena también puede presentarse en cristales cúbicos, incluidos en la baritina.

Entre las bandas de baritina, así como en el plano de contacto con la roca encajante, se observan estrías de falla, que evidencian movimientos, de componente mayoritariamente vertical, durante la deposición del mineral.

La brecha central puede llegar a constituir el 50 % del volumen de la formación. Consta de:

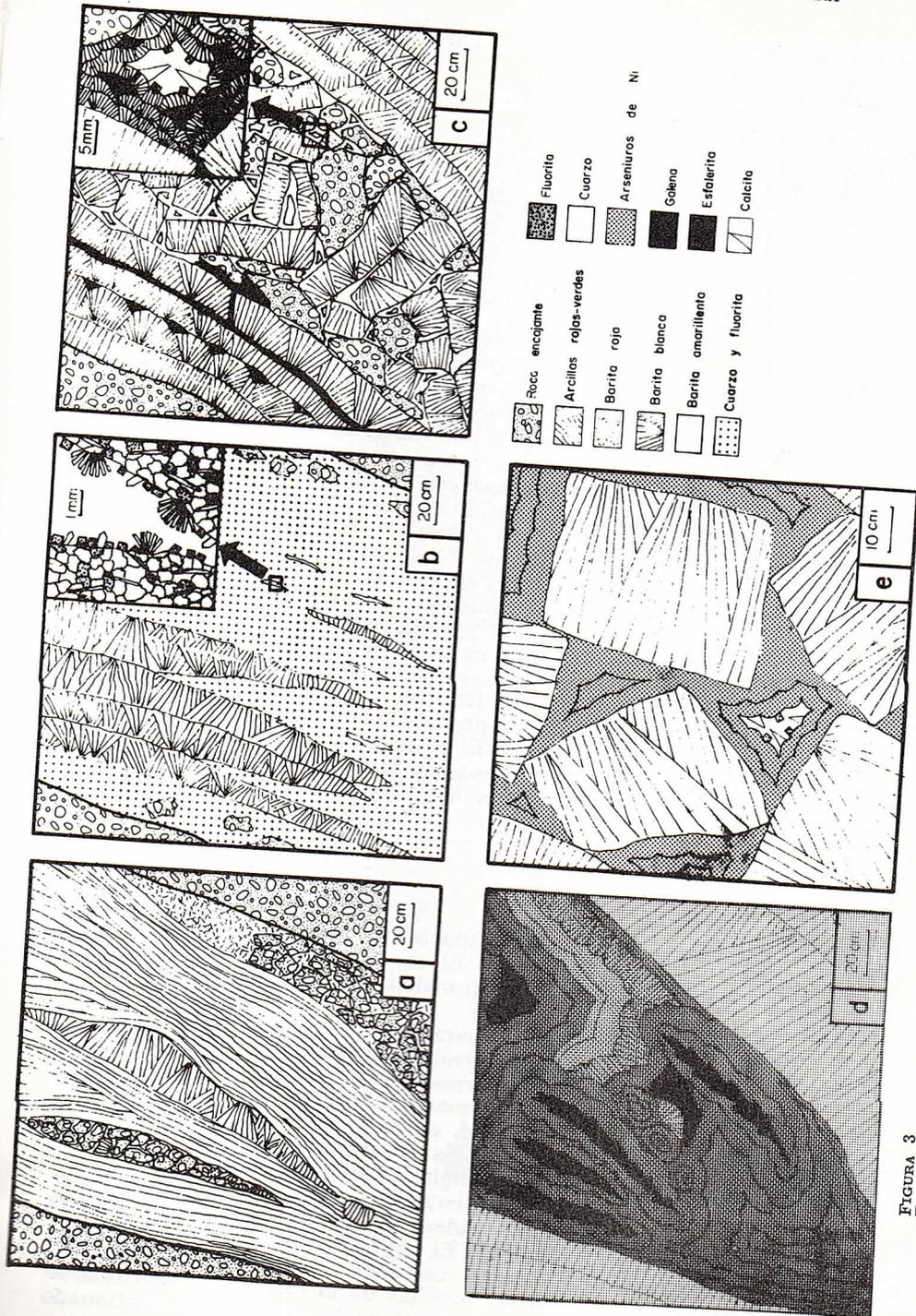


FIGURA 3
 Esquema de las formaciones: a) «f. barritina de salbanda»; b) «f. cuarzo sacaroideo»; c) «f. barritina simétrica»; d) «f. metálica» en masas lenticulares; e) «f. metálica» como relleno de porosidad de la brecha de la «f. barritina simétrica».

- Fragmentos de roca encajante (Carbonífero y Triásico) y de baritina blanca de las bandas laterales. La porosidad entre fragmentos se halla rellena de:
- Arcillas rojas (caolinita, illita, clorita).
- Oxidos de Fe y Mn.
- Galena en crecimientos radiales («en clavel»), reemplazada singenéticamente por minerales de oxidación (mimetita, wulfenita, cerusita y anglesita).
- Fluorita, muy escasa, en cristales idiomórficos milimétricos, incoloros, blancos o lilas.
- Baritina rosada, tapizando cavidades.

Formación «metálica»

Contiene gran diversidad de arseniuros, sulfoarseniuros, sulfuros y sulfosales. Se encuentran en forma de cuerpos lenticulares métricos a centimétricos, que atraviesan las formaciones anteriores (Fig. 3 d y Fig. 11), o bien como relleno de la porosidad de la formación «baritina simétrica» (Fig. 3 e). La mineralogía metálica se halla descrita con más detalle en MELGAREJO (1983). Muy sintéticamente consta de una paragénesis de arseniuros de Ni (maucherita, niquelina, ramelsbergita, skutterudita), que evoluciona enriqueciéndose en S, pasando a sulfoarseniuros (gersdorffita), y finalmente a sulfuros de Ni (vaesita, tio-espinelas, millerita, fase Z). La esfalerita y galena coexisten con todas las paragénesis anteriores. Asociados únicamente a los sulfuros de Ni se encuentra: calcopirita, bismutinita, pirita, marcasita, calcosina, covellina, tetraedrita, polibasita, acantita y plata nativa.

Predominan los agregados radiales concéntricos formados por arseniuros (ver Fig. 12), sulfoarseniuros y esfalerita, y los crecimientos esqueléticos de galena entre esfalerita botrioidal. Estas texturas evidencian una deposición rápida a partir de coloides formados probablemente por sobresaturación brusca de las soluciones mineralizantes. El resto de sulfuros, sulfosales y la plata nativa son menos abundantes y presentan texturas de reemplazamiento y relleno de cavidades. En las cavidades aparecen cristales escalenoédricos de calcita.

Estructura interna del filón

La Fig. 4 sintetiza la distribución espacial de las formaciones en el filón, y la Fig. 5 su evolución temporal. El contacto longitudinal y vertical entre las formaciones es normalmente transicional. Los cambios en dimensión vertical son los más característicos:

a) en profundidad predomina el cuarzo y la fluorita de la formación «cuarzo sacaroideo», mientras que en niveles superiores predomina la baritina para la misma formación; b) la formación baritina simétrica es la dominante en niveles superiores; c) la formación «metálica» solamente aparece por debajo de una cierta profundidad, excepto la galena, más estable en ambiente oxidante, que se encuentra en los niveles más superiores del filón, aunque parcialmente reemplazada por anglesita singenética.

La presencia de brechas y estrías entre los múltiples episodios mineralizantes de una misma formación, evidencian la actividad de la fractura durante todo el proceso mineralizante. El movimiento relativo de los bloques puede condicionar la apertura de cavidades y la existencia local de una determinada estructura, como las brechas de la formación «baritina simétrica» (ver Fig. 4). El movimiento vertical de la fractura ha continuado

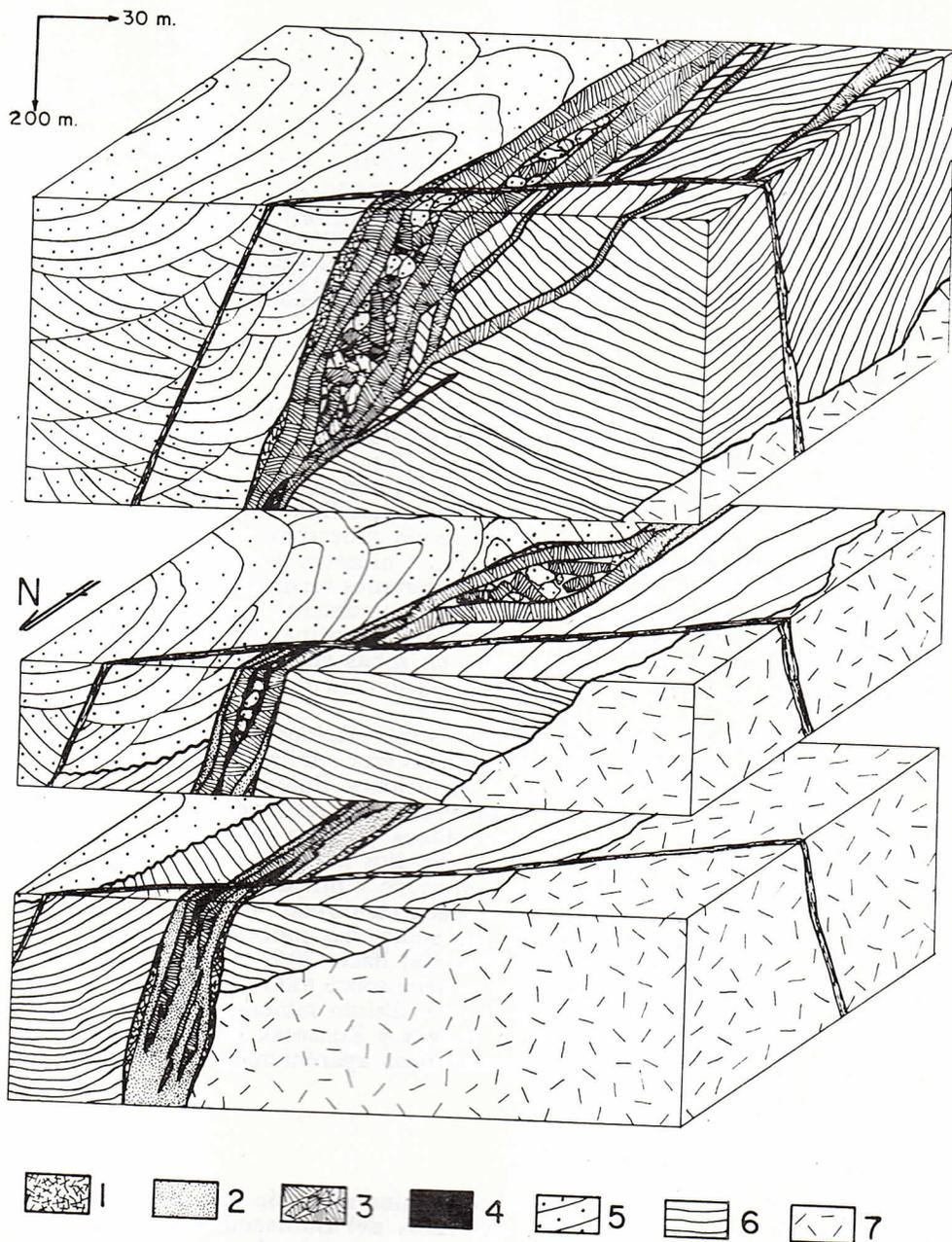


FIGURA 4
 Esquema de la distribución espacial de las distintas formaciones en el filón de la «Atrevida»: Leyenda: 1) «Baritina de salbanda»; 2) «Cuarzo sacaroideo»; 3) «Baritina simétrica»; 4) «Metalizada»; 5) Conglomerados y areniscas, facies Buntsandstein; 6) Pelites, areniscas y lilitas, Carbonífero; 7) Leucogranito.

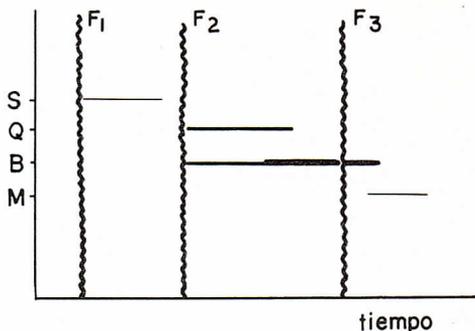


FIGURA 5
Sucesión temporal de las diferentes formaciones: S = «baritina de salbanda»; Q = «cuarzo sacaroideo»; B = «baritina simétrica»; M = «metálica». Las líneas discontinuas verticales representan episodios importantes de deformación o movimiento de la caja filoniana.

en épocas posteriores a la mineralización, de forma que en el bloque occidental elevado la paleosuperficie ha sido erosionada y únicamente podemos apreciar un salto mínimo de la fractura de 30 m.

Se han ensayado otros indicadores de las condiciones de deposición mineral, como la relación SrO/BaO y las inclusiones fluidas. Los resultados son parciales debido sobre todo a la falta de un muestreo exhaustivo limitado por las condiciones de afloramiento. La Fig. 6 muestra la distribución vertical de la relación SrO/BaO en la baritina de diferentes formaciones. En los pocos datos de los que se dispone se observa un incremento de la relación SrO/BaO en el tiempo (f. «cuarzo sacaroideo» a f. «baritina simétrica»), y dentro de una misma formación un incremento en zonas superiores. La baritina en porosidades de rocas de la facies Buntsandstein tiene un contenido muy superior en Sr.

Sería necesaria la confirmación de estas relaciones SrO/BaO mediante un muestreo más exhaustivo en mineralizaciones similares.

Los resultados del estudio sobre inclusiones fluidas se hallan en MELGAREJO (1983). Únicamente se ha considerado el resultado de las inclusiones en fluorita de la f. «cuarzo sacaroideo» y de la esfalerita más tardía de la f. «metálica», que representan los estadios inicial y final de la mayoría de volumen mineral. Las inclusiones son mono y bifásicas; estas últimas dan unas temperaturas máximas de homogeneización de +120 °C (fluorita) a +100 °C (esfalerita). La salinidad de las soluciones muestra un ligero incremento en el tiempo, desde 18-22 % (fluorita) hasta 20-23 % en peso de sales disueltas (esfalerita). Este incremento se debe sobre todo a la mayor presencia de CaCl₂, (MgCl₂) en las soluciones de este último mineral. Estos resultados son comparables con los citados por TOURAY y ZISERMAN (1980) para el filón de Chaillac (Indre, Francia), de características aparentemente similares.

Idea genética y discusión

En la determinación de la edad de la mineralización hay que destacar la presencia de fragmentos de rocas detríticas del Buntsandstein desde el comienzo de la mineralización (f. baritina de salbanda), el relleno por baritina de la porosidad de los sedimentos fluviales, y la ausencia de mineralización cuando la fractura atraviesa los carbonatos del Muschelkalk inferior. La formación del filón de la «Atrevida» es, pues, posterior a la superficie de erosión pre-triásica y contemporánea a la formación de los sedimentos detríticos rojos (fluviales) y evaporíticos (sabkha) de la base de la serie triásica (fa-

cies Buntsandstein). La mineralización está controlada por la existencia de una fractura kilométrica NNW-SSE. Esta fractura tuvo una actividad distensiva durante este período, como queda manifiesto en las numerosas estrías verticales entre bandas de baritina y las brechas que rellenan las partes centrales del filón (f. «baritina simétrica»). Ver Fig. 13.

Se han descrito numerosos filones de Ba-F, con o sin metales (Pb, Zn, Cu, Co, Ni, Ag, Bi, As...), formados en épocas sin actividad magmática y ligados a la existencia de paleosuperficies. Ver por ejemplo, LHEGU et al. (1982) y THIBIEROZ (1982), para filones de F-Ba de diversas edades, en el Macizo Central Francés y áreas adyacentes; ROSTAND y TURCO (1982), para filones de F-Ba ligados a la paleosuperficie del Trias basal de Provenza, Francia; BERNARD (1982), para los filones de F-Ba-Ag-As-Bi-Co-Ni, de edad post-Pérmico a

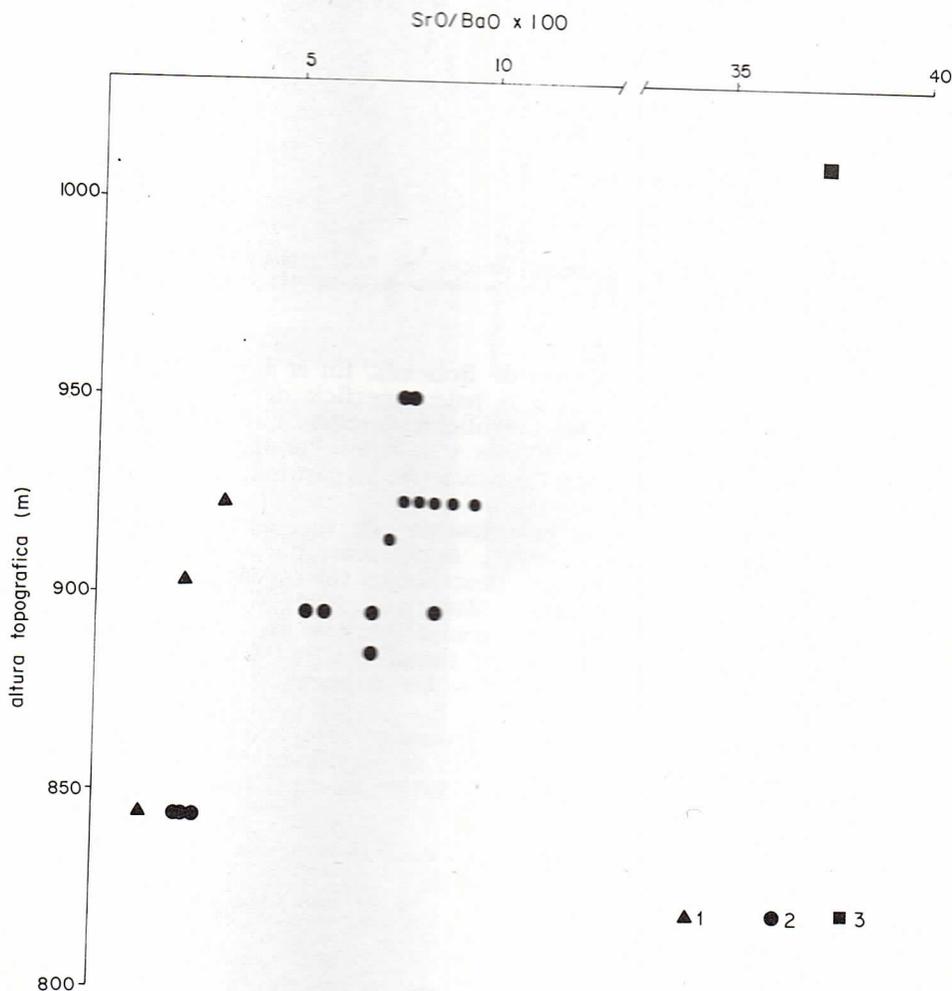


FIGURA 6
Esquema de variación de la relación SrO/BaO en baritinas, con la profundidad topográfica.
Leyenda: 1) «f. cuarzo sacaroideo»; 2) «f. baritina simétrica»; 3) baritina en porosidad de la facies Bundstsandstein.

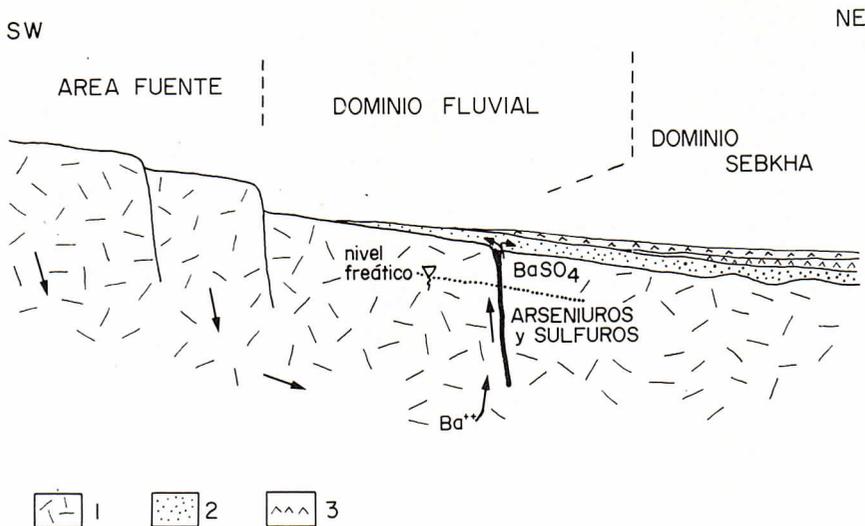


FIGURA 7
Esquema sobre una posible interpretación genética del filón «Atrevida». Leyenda: 1) Zócalo. 2) Materiales fluviales de la facies Buntsandstein. 3) Materiales evaporíticos de la facies Buntsandstein.

pre-Cretácico Superior, del Macizo de Bohemia. En el ámbito catalán se han descrito filones de F-Ba ligados a la paleosuperficie de la base del Triásico en el Montseny, sector N de las Cordilleras Costeras Catalanas (FONT, 1983). En el Pirineo Oriental existen filones y rellenos kársticos de Ba (Cu, Ag), ligados a la paleosuperficie tardi-cretácica (facies garumniana), la mayoría sin describir con detalle (SOLER, 1983).

Las diferentes ideas sobre la génesis de este tipo de mineralizaciones se hallan resumidas en SAMAMA (1980). A destacar, por su similitud con el caso descrito aquí, el modelo «per descensum» (MACQUAR, 1976) y el modelo hidrotermal-sedimentario (TOURAY y ZISERMAN, 1980). A continuación discutiremos un posible modelo genético compatible con los datos obtenidos hasta ahora en el filón de la «Atrevida»: fuente del Ba-F-metales, movilización, transporte y deposición de los mismos. Un esquema se encuentra en la Figura 7.

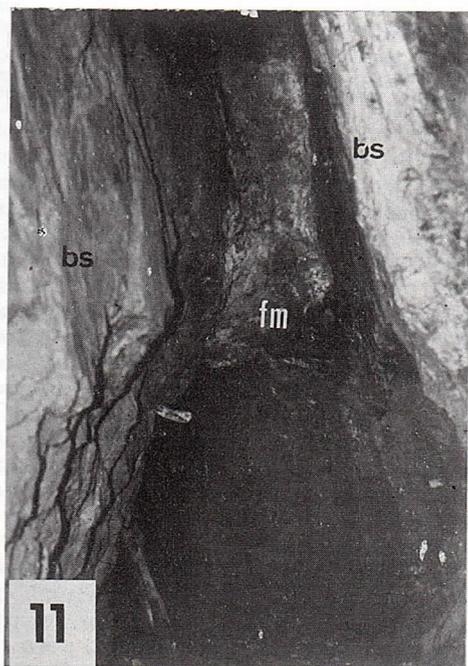
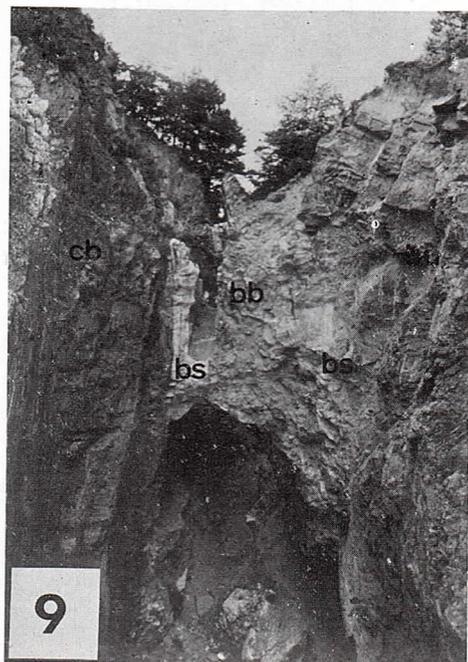
Conceptualmente varios tipos de rocas pueden actuar como fuente del Ba-F, el problema está en el mecanismo de movilización y concentración de estos elementos. DUNHAM y HANOR (1968) observan una relación regional

FIGURA 8
Baritina rellenando cavidades en areniscas de la facies Buntsandstein.

FIGURA 9
Nivel superior del filón de la «Atrevida», junto al Pic de l'Aliga. (cb) Carbonífero; (bs) baritina bandeada de la f. «baritina simétrica»; (bb) brecha central de la misma formación; (bu) conglomerados y areniscas (Buntsandstein).

FIGURA 10
Aspecto de la mineralización en un nivel profundo del filón. (qs) f. «cuarzo y fluorita sacaroides»; (bs) baritina bandeada de la f. «baritina simétrica»; (bb) brecha central de la misma formación.

FIGURA 11
Formación «metálica» (fm) dentro de la f. «baritina simétrica» (bs), en un nivel profundo del filón. La f. «metálica» consta principalmente de rammelsbergita y galena.



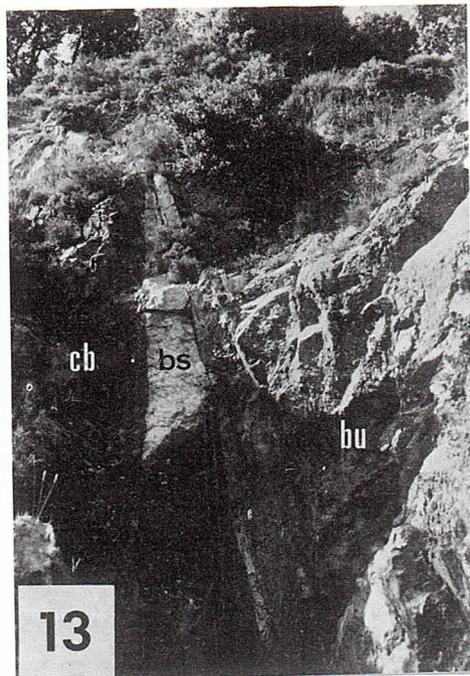
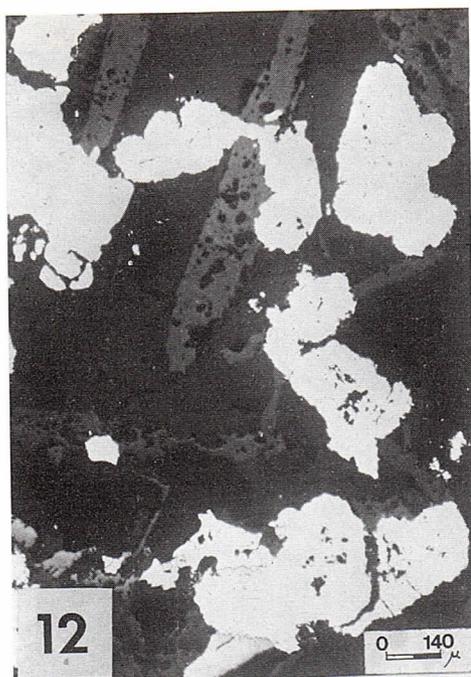


FIGURA 12
Aspecto microscópico, luz reflejada, de una muestra del punto anterior (Fig. 11). Pueden verse agregados esferulíticos de rammelsbergita (blanco) reemplazando a cristales de baritina (gris claro).

FIGURA 13
En la pared derecha de la galería puede observarse un sistema de fracturas normales removilizando planos de separación entre bandas de baritina (bs). (cb) Carbonífero; (bu) Buntsandstein.

entre la abundancia de granitoides en ed zócalo y la presencia de mineralizaciones de Ba-F, en la Cordillera Occidental Norteamericana. Esta relación también puede aplicarse a la Cordillera Costera Catalana (FONT, 1983), aunque a esta escala otras interpretaciones también son posibles. Los contenidos medios de Ba y F en las rocas graníticas de la zona estudiada son (ppm): leucogranitos = 565 y 241; granitos cálcicos y granodioritas = 844 y 691; tonalitas = 630 y 674. VILADEVALL (1975) da valores similares para los granitoides del Montseny. En todos los casos se puede constatar un enriquecimiento relativo de Ba en las granodioritas y granitos cálcicos respecto a otros granitoides. Sin embargo, otras litologías del zócalo también podrían actuar como fuente de metales. Así, ALCALDE (1984) cita contenidos de 2.000 a 7.000 ppm de Ba en areniscas tobáceas ordovícicas del sector de Cánoves, Montseny. Los esquistos negros carboníferos de las proximidades del filón «Atrevida» contienen esfalerita y pirrotina, aunque no disponemos de datos geoquímicos.

La liberación del Ba-F puede haber tenido lugar por influencia atmosférica sobre las rocas peneplanadas (MACQUAR, 1976). En las rocas graníticas de la zona estudiada y en afloramientos más meridionales se observan algunos fenómenos de rubefacción, pero no se han observado hasta ahora verdaderas preconcentraciones en paleosuelos, como postula FUCHS (1976). Esta falta de observaciones, junto con la abundancia de SO_4 que existiría en la

superficie semiárida, puede inducir a pensar que el Ba ha sido lixiviado a mayor profundidad y temperatura, como suponen TOURAY y ZISERMAN (1980), para la génesis del yacimiento de Chaillac (Índre, Francia), ligado a la paleosuperficie hetangiense. No hemos observado evidencias de esta lixiviación hidrotermal en la zona estudiada, pero es cierto que las dimensiones del filón «Atrevida», y las temperaturas de las inclusiones fluidas (hasta 120 °C), abogan por un amplio sistema de recarga y una circulación regional profunda de las aguas de infiltración. La posibilidad e interés metalogenético de este tipo de circulación de soluciones ha sido resumido por PELISSONIER (1978) y HANOR (1979) entre otros autores.

Las soluciones salinas mineralizantes (18-23 % en peso de sales disueltas) pueden ser responsables del transporte del Ba y de los metales (HANOR, 1979). El transporte del F es más desconocido y problemático, y puede estar limitado por la presencia de CaCl_2 en la solución, sobre todo en los últimos estadios de la mineralización (formación «metálica»).

La ascensión rápida de las soluciones a través de una fractura activa pondría estas soluciones en contacto con un ambiente próximo a una superficie, con un clima árido o semi-árido, un nivel freático muy deprimido y soluciones percolantes ricas en SO_4 . El BaSO_4 precipitaría en pulsaciones sucesivas rellenando la mayor parte de la caja filoniana. El aumento de la relación SrO/BaO de las baritinas hacia niveles superiores del filón puede deberse a la mayor solubilidad del SrSO_4 respecto al BaSO_4 en las soluciones ascendentes (la diferencia de solubilidad es más acusada en soluciones ricas en NaCl, entre 80 y 130 °C) (GUNDLACH et al. 1972), o bien a una contaminación por soluciones percolantes más ricas en Sr. En cualquier caso es necesario postular una circulación ascendente de las soluciones con Ba. Paralelamente al proceso de maduración del relieve en la cuenca, se elevaría en nivel piezométrico, descendiendo en Eh y precipitando los arseniuros y sulfuros de metales en los niveles profundos (inferiores a -50 m). Este tránsito a condiciones de deposición más reductoras se manifestaría en la alternancia de galena + esfalerita + marcasita y baritina, de la formación «baritina simétrica», y sobre todo por la deposición extensiva de arseniuros y sulfuros de la formación «metálica», que reemplazan a la baritina inestable. El único sulfuro encontrado en niveles superiores es la galena, estable en condiciones de $\text{Eh} \approx 0$, incluso ligeramente superior, y ya presenta reemplazamientos singenéticos de fases minerales oxidadas. Una discusión detallada de las condiciones de deposición mineral se halla en MELGAREJO (1983).

La presencia de baritina, con una alta relación SrO/BaO, dispersa en los sedimentos detríticos de la facies Buntsandstein, puede interpretarse como precipitación directa, a partir de soluciones ascendentes, en los sedimentos fluviales no consolidados adyacentes a la fractura. Podrían tener lugar también pequeños transportes de baritina como partículas muy finas en las aguas, pero se ignora realmente la distancia a la que pueden ser transportadas (BIBENT et al., 1976).

Agradecimientos

Agradecemos a X. Font y M. Viladevall (Univ. Barcelona) sus comentarios durante la realización de este trabajo. Las determinaciones mineralógicas de arcillas han sido realizadas por M. Inglés (Univ. Barcelona). Asimismo, agradecemos a M. Marzo (Univ. Barcelona) y J. C. Touray (Univ. Orleans) la revisión del manuscrito. Los análisis de Ba y Sr han sido realizados en el Instituto Jaume Almera, con la colaboración de M. Font y A. Travería (C.S.I.C.).

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Proyecto 608/81 de la C.A.I.C.Y.T. (M.E.C.) y por un Ajut a la Recerca-1981 de la C.I.R.I.T. (Generalitat de Catalunya).

Bibliografía

- ALCALDE, C. (1984): *Prospección táctica de recursos minerales del Area de Cànoves-Sant Pere de Vilamajor (Montserrat, Barcelona)*. Tesi Llicenciatura. Dpt. Propecció Geològica i Geofísica. Univ. de Barcelona. No publicado.
- ANADON, P.; COLOMBO, F.; ESTEBAN, M.; MARZO, M.; ROBLES, S.; SANTANACH, P. y SOLÉ SUGRAÑES, L. (1979): Evolución tectonoestratigráfica de los Catalanides. *Acta Geológica Hisp.*, 14: 242-270.
- BERNARD, J. M. (1982): Geotectonic environment of the late variscan mineralization of the Bohemian Massif. *Bull. BRGM*, (2), set. II, n. 2: 101-106.
- BIBENT, B.; JOSEPH, C.; RODIER, C. y SOULIE, M. (1976): Concentration actuelle de barytine par percolation à l'interface Trias-Socle dans le bassin de Bérardieux (France): géochimie, métallogénie. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 282 (D): 1925-1928.
- DUNHAM, A. C. y HANOR, J. S. (1967): Controls on baryte mineralization in the Western United States. *Econ. Geol.*, 62: 82-94.
- FONT, X. (1983): *Estudio de las mineralizaciones del Macizo del Montseny-Guilleries (Barcelona y Girona) y su aplicación en la prospección geoquímica de redes de drenaje*. Tesis Doctoral. Dpt. Prospección geológica y geofísica. Univ. de Barcelona. No publicado.
- FUCHS, Y. (1976): A propos de quelques exemples de relations entre altérations et concentrations métallifères (Pb, Zn, Cu, U, Ba, Sr, F...) dans le domaine épicontinental. *Bull. Soc. Géol. France* (7), XVIII (1): 91-94.
- GUNDLACH, H.; STOPPEL, D. y STRUBEL, G. (1972): The hydrothermal Solubility of Baryte. *24th. Int. Geol. Congress*, sect. 10: 219-229.
- HANOR, J. S. (1979): The sedimentary genesis of hydrothermal fluids. En Barnes, H. L. (Ed.): *Geochemistry of hydrothermal ore deposits 2nd edition*. John Wiley and Sons. Nueva York.
- IGME (1972-73): Mapa Geológico de España. E. 1: 200.000. Hojas: 34 (Hospitalet), 41 (Tortosa) y 42 (Tarragona). Inst. Geológico y Minero de España. Servicio de Publicaciones. Ministerio de Industria.
- LHEGU, J.; JEBRAK, M.; TOURAY, J. C. y ZISERMAN, A. (1982): Les filons de fluorine et de barytine du Massif Central Français. *Bull. BRGM.*, (2), Sect. II, n. 2: 165-177.
- MACQUAR, J. C. (1976): La modalitat per descensum. Son aplicabilitat a certs filons de socle ou de cobertura. *Mem. h. Ser. Soc. Géol. France*. 7: 95-103.
- MATA, J. M. (1982): *Els minerals de Catalunya*. Tesi Doctoral. Dpt. Cristal. y Mineralogia. Univ. de Barcelona. No publicado.
- MELGAREJO, J. C. (1983): *Estudi metal. logenètic del sector de Poblet*. Tesi Llicenciatura. Dpt. Cristal. y Mineralogia. Univ. de Barcelona. No publicat.
- PELISSONIER, H. (1978): Relations hydrodynamiques entre socles et bassins sédimentaires. Implications métallogéniques. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 287 (D): 443-445.
- ROSTAN, P. y TURCO, G. M. (1982): Essai de synthèse sur la distribution des filons fluorobarytiques du district provençal (Maures, Tannesson, Estérel). *Bull. BRGM*, (2), sect. II, n. 2: 179-185.
- THIBIEROZ, J. (1982): Typologie des gîtes de fluorine. Répartition des gisements en France et dans les régions voisines. *Bull. BRGM*, (2), Sect. II, n. 4: 437-449.
- TOURAY, J. C. y ZISERMAN, A. (1980): Sur la genèse des gisements (F-Ba-Fe-Mn) de Chailac. En SAMAMA, J. C. (coord.): *Les paléosurfaces et leur métallogenèse*. *Mem. BRGM*, 104: 377-380.
- SAMAMA, J. C. (1980): Les paleosurfaces et leur métallogenèse. Présentation et analyse du thème. En SAMAMA, J. C. (Coord.): *Les paléosurfaces et leur métallogenèse*. *Mem. BRGM.*, 104- 6-13.
- SOLER, A. (1983): *Estudi metallogenètic del Sector de Rocabrúna La Menera (Pirineu Oriental)*. Tesi Llicenciatura. Dpt. Cristal. y Mineralogia. Univ. de Barcelona. No publicado.
- VILADEVALL, M. (1975): *Estudio petrológico y estructural de las rocas metamórficas y graníticas del Sector Nororiental del Macizo del Montseny*. Tesi Doctoral. Dpt. Prospecció Geològica i Geofísica. Univ. de Barcelona. No publicado.

Recibido: diciembre 1984.