

## Las mineralizaciones filonianas del sector de l'Argentera (Cadenas costeras catalanas): Contexto geològico, estructura, tipología y condiciones de formación

Àngels CANALS y Carles AYORA

Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals, Universitat de Barcelona, Zona Universitària de Pedralbes, 08028 Barcelona

### RESUMEN

Las mineralizaciones filonianas del àrea de l'Argentera estàn encajadas indistintamente en la sèrie sedimentaria prè-carbonífera y carbonífera y en las granodioritas tardihercínicas. NE-SW y presentan dos asociaciones minerales geogràficamente bien discriminadas: de Ba-(F) y de cuarzo + galena + arseniuros de Ni-Co. La sèrie detrítica roja discordante del Triàsico inferior (Buntsandstein) muestra asimismo cemento de baritina (fluorita) o cuarzo, en neta correspondencia con las asociaciones minerales de los filones infrayacentes encajados en el zócalo hercínico. Gran parte del contenido filoniano se depositó a partir de soluciones altamente salinas (20% NaCl peso eq.) y de bajas temperaturas (90 a 120°C). Las observaciones realizadas son compatibles con un modelo deposicional basado en una mezcla de aguas termales ascendentes en fracturas permeables y soluciones sulfatadas percolantes a partir de un ambiente de tipo sabkha instalado en el Buntsandstein superior.

*Palabras clave:* Filon. Paleosuperficie. Baritina. As-Co-Ni. Inclusiones fluidas.

### ABSTRACT

The veins of the Argentera Area are indistinctly enclosed in pre-Carboniferous and Carboniferous series and in late-hercynian granodiorites. The veins are clearly controlled by fractures trending NE-SW and show two minerals parageneses, geographically discriminated: Ba(F) and quartz + galena + Ni-Co arsenides. The unconformable Triassic red-beds (facies Buntsandstein) also show cement made of barite (fluorite) and of quartz, corresponding to the mineral association of underlying veins enclosed in the hercynian basement. Most of the vein filling precipitated from low temperature brines (90-120°C; 20% eq. NaCl). The empirical data are consistent with a genetic model based upon a mixing of waters ascending through permeable fractures and sulphate solutions descending from the sabkha environment of the top of the Buntsandstein facies.

*Key words:* Vein. Paleosurface. Barite. As-Co-Ni. Fluid inclusions.

### INTRODUCCIÓN

A lo largo de las Cadenas Costeras Catalanas existen numerosas mineralizaciones de Ba, F, Pb-Zn, la mayoría de las cuales muestran relación con la superficie erosiva pretriàsica. A grandes rasgos se trata de a) filones de zócalo, algunos de los cuales atraviesan la cobertera, b) cavidades càrsticas en el zócalo y c) disseminaciones de baritina en la base de la sèrie detrítica roja que recubre la paleosuperficie erosiva.

La zona estudiada, que hemos llamado àrea de L'Argentera, incluye parte de los tèrminos municipales de Riudecanyes, Duesaigües, Vilanova de Escornalbou y de L'Argentera. Todos ellos pertenecen a la comarca del Baix Camp y se sitúan en la zona limítrofe con el Priorat, a unos 25 Km en direcció oeste de Tarragona.

En el àrea de L'Argentera las mineralizaciones filonianas y las disseminaciones de baritina en la base del Buntsandstein son los indicios más abundantes y los que en este trabajo se consideran. En el àrea también hay concentraciones metálicas asociadas a la sedimentación de una parte de la sèrie paleozoica y que son objetos de otros estudios.

De acuerdo con la divisió existente de las Cadenas Costeras Catalanas, la zona se sitúa en el sector externo del dominio meridional (Fig. 1) que se caracteriza por presentar afloramientos carboníferos importantes y una cobertera mesozoica potente. Las Cadenas Costeras Catalanas constan de un zócalo hercínico y una cobertera secundaria y terciaria. La reactivació de las fracturas NE-SW durante el Neógeno delimitó una es-

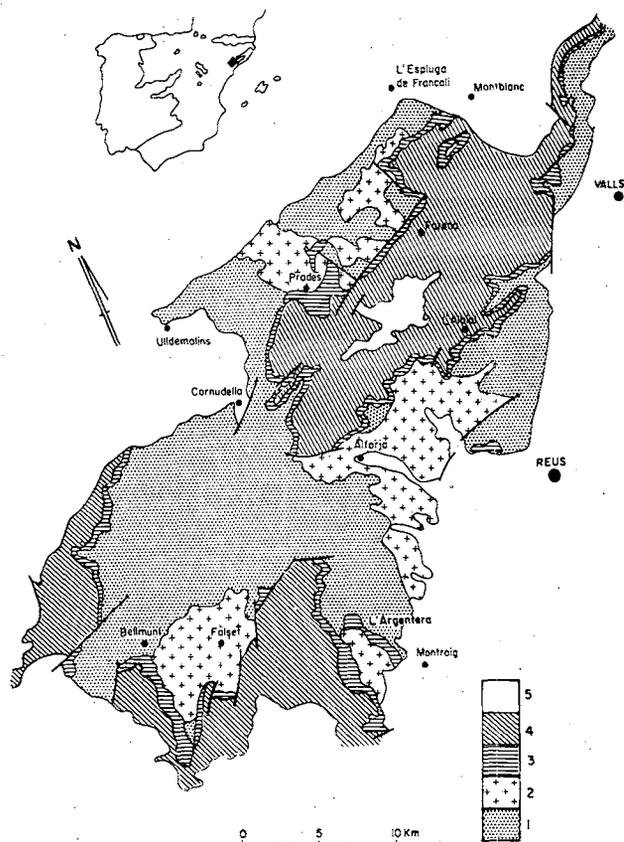


Figura 1.- Esquema geológico del sector más meridional de las Cadenas Costeras Catalanas. Leyenda: 1, Paleozoico indiferenciado; 2, Granitoides tardihercínicos; 3, Bunstsandstein; 4, Otros materiales triásicos; 5, Otros materiales más recientes. A partir del Mapa Geológico de España 1:200.000 (IGME, 1972-73).

Figure 1.- Geological map of the Southern Catalan Coastal Ranges. 1, Undiferenciad Paleozoic; 2, Late-hercynian granites; 3, Buntsandstein; 4, Triassic (except Bunts.); 5, Undiferenciad post-triassic sediments. From Mapa Geológico de España, 1:200.000 (I.G.M.E., 1972-73).

estructura en «horsts» y «grabens», estos últimos rellenos de 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 se inicia con una serie detrítica roja triásica (facies Buntsandstein).

La actividad minera de esta área ha fluctuado con el tiempo. Se conocen trabajos mineros desde los siglos II y III d.C, hasta la actualidad. Históricamente las minas han sido explotadas para beneficio de plo-

mo y plata, y actualmente se explotan para extraer baritina.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

### Los materiales

#### La série paleozoica

La columna litoestratigráfica se ha elaborado en base a columnas parciales, todas la potencias son indicativas y están sujetas a posteriores modificaciones. La columna se ha dividido en tres tramos que hemos llamado a) Unidad inferior, b) Unidad intermedia y c) Unidad superior (Fig. 2).

a) Unidad inferior: no se ha observado su base y en su techo la unidad intermedia se dispone de forma aparentemente normal. Se han caracterizado 150 m con una marcada variedad litológica: niveles de liditas, pizarras y areniscas tobáceas. El techo de esta unidad viene señalado por un banco de liditas que presenta una potencia de 5 a 10 m.

Tanto la unidad inferior como la base de la unidad intermedia, presentan de forma esporádica, niveles o zonas reemplazadas por calcosilicatos microgranudos, ricos en esfalerita, pirita, calcopirita y galena.

b) Unidad intermedia: se sitúa de forma aparentemente normal entre la unidad inferior y la unidad superior. Aflora con una potencia aproximada de 300 m. y es mayoritariamente arenosa.

En la mitad inferior de esta unidad se encuentran areniscas, dispuestas en bancos masivos, donde es difícil observar algún tipo de ordenación. También pueden aparecer olistolitos de liditas intercalados entre las areniscas.

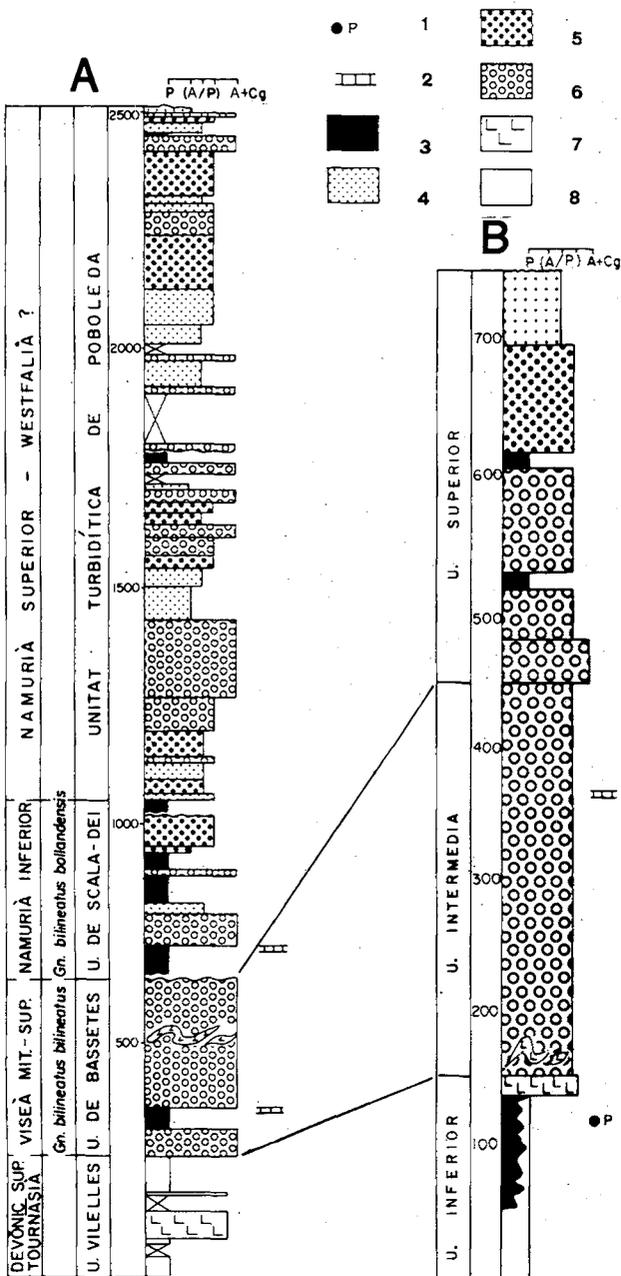
Las areniscas de la mitad superior están estratificadas en bancos decimétricos y presentan intercalaciones de niveles pelíticos. A diferencia de la mitad inferior, en la superior se ha observado una cierta ordenación evidenciada por la presencia de estructuras de corriente en las areniscas, así como la intercalación de lenticiones microconglomeráticos.

En esta unidad se puede encontrar un banco carbonatado, de potencia métrica y escasa continuidad de lateral.

c) Unidad superior: con una potencia aproximada de 300 m. es totalmente detrítica, con areniscas y conglomerados en la base y una serie monótona formada por areniscas y pelitas en el techo.

En la parte intermedia de esta unidad se pueden ha-

llar lentejones brechosos de potencia decimétrica, integrados por cantos de esquistos, filitas y granitoides. Estos lentejones no presentan ningún tipo de ordenación interna, y los cantos, bastante heterométricos, pueden llegar a tener 5 cm. de diámetro.



Dadas la similitudes litológicas y la proximidad geográfica, estas unidades se han correlacionado con las definidas por Sáez (1982) en el sector central del Priorat (Fig. 2). La unidad inferior se ha correlacionado con la Unidad de las Vilelles, la Unidad intermedia con la Unidad de Bassetes y la Unidad superior con la Unidad de Scala Dei a la que Sáez y Anadón (1986) atribuyen una edad Tournasiense, Viseense medio-superior y Namuriense inferior respectivamente.

Sáez (1982), a partir de estudios sedimentológicos, elabora un modelo evolutivo que contempla a los materiales de la unidad de las Vilelles como un conjunto de depósitos pelágicos de fondo marino; sobre esta unidad se instalaría una abanico submarino progradente, en el que la unidad arenosa de Bassetes formaría parte de los depósitos de base de talud mientras que, las unidades de Poboleda y Scala Dei formarían las facies de abanico medio y bajo.

### Las rocas ígneas

Más del 50% de los materiales paleozoicos aflorantes en la zona, corresponden a rocas ígneas graníticas. Las rocas ígneas más abundantes son las granodioritas, si bien cerca del pueblo de Riudecanyes afloran tonalitas (Fig. 3). Acompañan a estas rocas un conjunto de pórfidos granodioríticos de dirección N 030° y N 080°-090°; siguiendo la dirección N 120° se encuentran unos pórfidos formados por rocas afáníticas con abundante cuarzo gráfico.

El hecho de que en esta área las rocas ígneas lleguen a intruir en los materiales más altos de la serie paleozoica presente, que el dibujo cartográfico que presentan sea frecuentemente de cuerpos de dimensiones métricas o decamétricas y que las rocas presenten siempre un marcado carácter heterogranular, hace pensar

Figura 2.- Correlaciones entre: A) las unidades definidas por Sáez y Anadón (1986) para el sector central del Priorat y B) Las definidas aquí para el área de l'Argentera. Leyenda: 1, Nodosos fosfatados; 2, Nivel carbonatado; 3) Pizarras; 4), Turbiditas con potencia del término arenoso (A) 10 cm.; 5) Turbiditas (A) 10-25 cm; 6, Turbiditas (A) 25 cm y tranfos arenosos-conglomeráticos (A + Cg); 7, Liditas (Cherts); 8, Alternancia pizarras-cuarzitas.

Figure 2.- Stratigraphical correlation between (A) the unities defined by Sáez and Anadón (1986) for the Central Priorat, and (B) those defined in the present paper for l'Argentera area. 1, Phosphate nodules; 2, Carbonate; 3) Pizarras; 4), Turbidites with sandy horizons less than 10 cm thick; 5, Id..10-25 cm thick; 6, Id. more than 25 cm thick and sandy-conglomerate horizons; 7, Chert; 8, Sand-shale alternation.

que la zona se sitúa en la superficie de contacto entre una masa de rocas ígneas de dimensiones desconocidas y los materiales de la serie paleozoica.

El emplazamiento de estos materiales ígneos origina en las rocas del entorno una aureola de metamorfismo de contacto: las rocas presentan una marcada recristalización y muestran microestructuras granoblásticas con porfiroblastos de cordierita y andalucita. Corresponden a las facies de corneanas hornbléndicas (Turner, 1968 en Winkler, 1978).

#### *La serie mesozoica: el Buntsandstein*

Sobre los materiales paleozoicos y de manera discordante se dispone la base de la megasecuencia triásica inferior. Entre las litofacies definidas por Marzo (1979) en el dominio de Tarragona (Conglomerados de Prades, Areniscas de Prades y el Complejo lutítico-carbonatado-evaporítico superior) en la zona afloran claramente las dos inferiores, mientras que la superior presenta un tipo de afloramiento que la hace difícil para su estudio, ya que se halla cubierta de derrubios.

La potencia de estos materiales no sobrepasa los 120 m, incrementándose de norte a sur. El color de los Conglomerados de Prades es esencialmente blanquecino, sobre todo en los afloramientos próximos a las mineralizaciones, en cambio las Areniscas de Prades presentan siempre un color rojizo. Marzo (1979) atribuye las coloraciones claras de los Conglomerados de Prades, al resultado de una trituración mecánica, ya que siempre las encuentra cerca de las fracturas. Melgarejo (1983) halla una correlación clara entre estas coloraciones y la presencia de cemento barítico. Creemos, como este autor, que estos dos aspectos, proximidad de fracturas y presencia de cemento barítico, podrían estar relacionados.

Las secuencias más comunes en los Conglomerados de Prades son las que resultan de la superposición de megariples de canales o partes laterales de barras de gravas sobre otras longitudinales, sobre formas de fondo de crestas sinuosas o bien sobre episodios de erosión y relleno de canales. La fácies más común de la unidad arenosa, es la que resulta de la erosión y migración simultánea de tramos de megariples de crestas sinuosas muy irregulares (Allen, 1968 en Marzo, 1979).

Marzo (1985) interpreta las unidades aluviales de los afloramientos de Tarragona (Conglomerados de Prades y Areniscas de Prades) como depósitos formados en partes proximales-medias de un conjunto de abanicos fluviales que se situaban adosados en un frente montañoso relativamente próximo. Los materiales del

complejo superior son depósitos de llanuras fangosas y «sabkhas» evaporíticas próximas a la línea de costa.

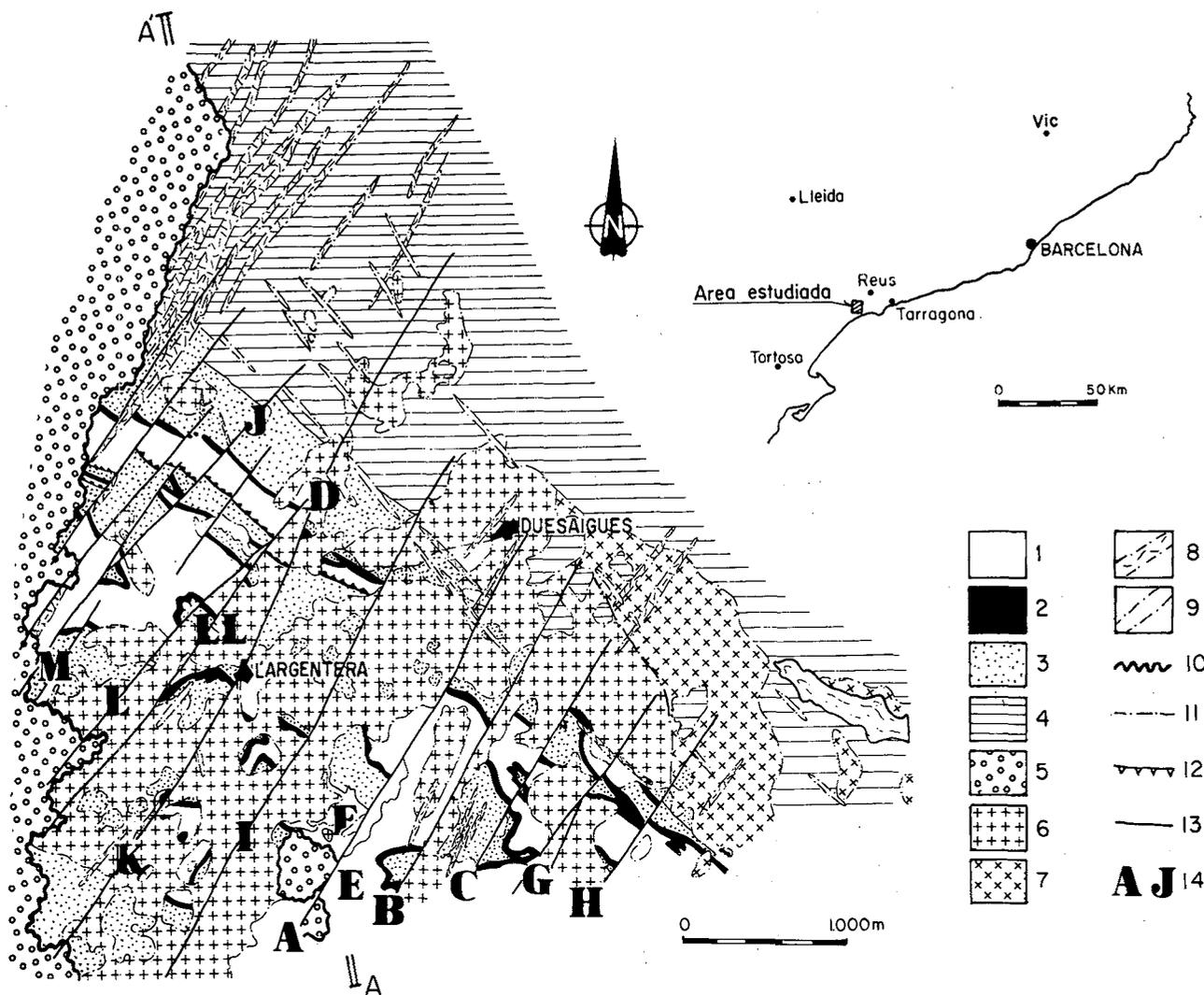
#### **Estructura**

La estructura de la zona de L'Argentera corresponde, a grandes rasgos, a un pliegue anticlinal, con el eje orientado N 120°-140°, aflorando en la parte central los materiales de la unidad inferior (Fig. 3).

La tectónica de plegamientos del área se caracteriza por la superposición de tres sistemas de pliegues: a) Pliegues de dirección N 015°-020°, menos desarrollados que los demás y básicamente observados en los materiales de la unidad inferior; b) Pliegues de dirección N 120°-140°, con vergencia SW, isoclinales, con una esquistosidad espaciada que se halla bien desarrollada en los materiales de la unidad superior; también llevan asociados cabalgamientos de poco desplazamiento hacia el SW. c) Pliegues en rodilla, de dirección N 120°-140°, con vergencia NE, con una esquistosidad de crenulación asociada poco desarrollada. Los ejes de los pliegues de dirección NW-SE, en el área cercana al núcleo del anticlinal, se disponen siguiendo una ciclográfica que tiene como polo la dirección N 015°-020°. Esta dispersión de ejes podría darse, bien porque el sistema de pliegues de dirección N 015°-020° fuera el último en darse, tal y como lo indican Crespo y Michel (1980) para el sector próximo de Bellmunt de Ciurana El Molar, o bien porque los pliegues de dirección N 015°-020° fueran anteriores a los de dirección N 120°-140° y el plegamiento superpuesto provocaría este tipo de dispersión (Ramsay, 1977).

La tectónica frágil paleozoica es difícil de estudiar en esta zona, ya que se halla fuertemente afectada por fracturas que han jugado en épocas posteriores. Cabe destacar la existencia de dos direcciones dominantes en los pórfidos tardihercínicos N 030° y N 120°, que indicarían direcciones estructurales pre-alpinas. La dirección de fractura dominante es N 030°, dirección que se encuentra estrechamente relacionada con las mineralizaciones filonianas encontradas. Son fracturas hecto-kilométricas y la mayoría presentan estrías horizontales y verticales. Las estrías horizontales indican movimientos en dirección, tanto dextrógiros como levógiros, aunque la cronología relativa de los dos movimientos no se ha podido determinar. Las estrías verticales observadas, corresponden a movimientos normales posteriores a los movimientos de dirección.

Se ha observado que las mineralizaciones filonianas del área se encuentran afectadas por las fracturas de movimiento en dirección y movimiento normal, lo que indica una deposición del mineral previa a ambos mo-



- |   |    |
|---|----|
| 1 | 8  |
| 2 | 9  |
| 3 | 10 |
| 4 | 11 |
| 5 | 12 |
| 6 | 13 |
| 7 | 14 |

A-A' (SSE-NNW)

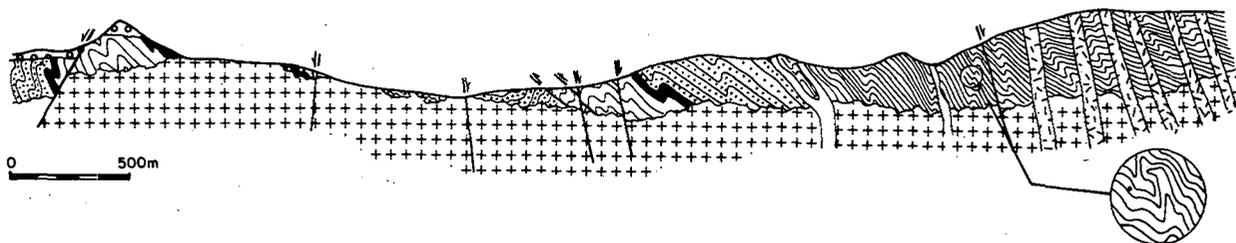


Figura 3.- Mapa geológico de la zona y corte geológico sintético. La redonda corresponde a la interferencia de los dos sistemas de pliegues N120-140°. Leyenda: 1, Pizarras grises, niveles de chert, areniscas tobaceas, corneanas; 2, Liditas; 3, Microconglomerados y areniscas; 4, Conglomerados, areniscas y pizarras; 5, Fácies Buntsandstein; 6, Microgranodioritas y granodioritas; 7, Tonalitas; 8, Pórfidos granodioríticos; 9, Pórfidos afíricos; 10, Discordancia; 11, Contacto intrusivo; 12, Cabalgamiento; 13, Falla; 14, Indicios filonianos, las letras se corresponden con las de las tablas 1 y 2.

Figure 3.- Geological map and cross section of L'Argentera area. The circle shows the interference between two folding systems N120-140°. 1, Grey shales, chert, tuffaceous sandstones, hornfels; 2, Chert; 3, Micro-conglomerates and sandstones; 4, Conglomerates, sandstones and shales; 5, Red beds (Buntsandstein); 6, Microgranodiorite and granodiorite; 7, Tonalite; 8, Porphyry granodiorite dyke; 9, Aphyric dyke; 10, Unconformity; 11, Intrusive contact; 12, Thrust; 13, fault; 14, Vein.

TABLA 1.- Principales indicios filonianos de baritina del área. Las letras se corresponden con las del mapa de la Fig. 3.

TABLE 1.- Barite occurrences from L'Argentera area. Letters correspond to those of Fig. 3.

LOCALIDAD	DIRECCION Y BUZAMIENTO	PARAGENESIS	POTENCIA	CORRIDA	ENCAJANTE
A. FILON DEL CASTILLO DE ESCORNALBOU	N 030° SUBVERTICAL	BARITINA (FLUORITA, GALENA)	0.2 - 1.5	700	LIDITAS, PORFIDO CONGLO. BUNTSANDSTEIN
B. FILON DEL BARRANC DE VILAMANYA	N 030° SUBVERTICAL	BARITINA (CALCOPIRITA, TENNANTITA, GALENA)	0.5 (?)	400	GRANODIORITA, LIDITAS ARENISCAS
C. FILON DE LAS FORQUES	N 035° SUBVERTICAL	BARITINA (GALENA, CALCOPIRITA)	0.2 - 0.4	100	PORFIDO GRANODIORITIC
D. FILON DEL CEMENTERIO	N 040° SUBVERTICAL	BARITINA (GALENA)	0.6	30	ARENISCAS
E. FILON DE "L'HORT DELS FRARES"	N 170° SUBVERTICAL	BARITINA	0.1 - 0.2	15	ARENISCAS
F. FILONES DE ESCORNALBOU	N 135° VERT. N 030° VERT. N 030° VERT.	BARITINA BARITINA BARITINA	0.4 0.7 0.3		CORNEANAS, LIDITAS
G. FILON DE LA PISTA	N 020° VERT.	BARITINA	0.2	5	ARENISCAS
H. FILON DE LA PISTA	N 030° VERT.	BARITINA	0.2	5	LIDITAS
I. FILON DEL MAS DE LA TRILLA	N 030° SUBVERTICAL	BARITINA (GALENA, CALCOPIRITA)			GRANODIORITA
J. FILON DEL "TURO DEL PASTOR"	N 050°	BARITINA	0.1	3	ARENISCAS

vimientos. Muy probablemente estas fracturas habrían jugado durante el triásico, tal y como lo indican Anadón *et al.* (1979), al caracterizar la etapa preorogénica alpina con una compartimentación del terreno con importantes movimientos verticales y Marzo (1979) al matizar que durante la sedimentación del Buntsandstein las fracturas de zócalo habrían jugado un papel importante, las NW-SE diferenciando áreas desigualmente subsidentes y las NE-SW y ENE-WSW limitando bordes de cuenca.

Las direcciones de comprensión que se deducen de la superposición de los movimientos dextrógiros y levógiros, en posición N-S y NE-SW, han sido reconocidas en otras zonas de los Catalánides por Guimerá (1982), Guimerá y Santanach (1978) y Amigó (1984) durante la época de fracturación alpina. El último movimiento de las fracturas, movimiento normal, muy posiblemente se dió durante el Neógeno. En los Catalánides, la tectónica de esta época se caracteriza por ser distensiva, con pequeños episodios comprensivos (Anadón *et al.*, 1979).

## LAS MINERALIZACIONES FILONIANAS

### Generalidades

En la área de L'Argentera podemos diferenciar dos tipos de filones según su estructura y mineralogía:

- filones de baritina.
- filones formados por brechas silicificadas con sulfuros.

Las características de ambos tipos de filones están enumeradas en las tablas 1 y 2 y en la Fig. 3.

Los filones de baritina presentan este mineral como el más abundante, si bien casi siempre llevan pequeñas cantidades de sulfuros: galena, calcopirita, pirita, tenantita así como fluorita y cuarzo. Al microscopio se ha puesto de manifiesto una relación espacial entre el cuarzo y los sulfuros: el cuarzo reemplaza la baritina y precipita junto a pequeñas cantidades de sulfuro.

La morfología de estos filones es en rosario, y presentan en las zonas de mayor potencia una estructura

TABLA 2.- Principales indicios filonianos de brechas silicificadas con sulfuros, del área. Las letras se corresponden con las del mapa de la Fig. 3.

TABLE 2.- Occurrences of silicified brecciae containing sulphides from L'Argentera area. Letters correspond to those of Fig. 3.

LOCALIDAD	DIRECCION Y BUZAMIENTO	PARAGENESIS	POTENCIA	CORRIDA	ENCAJANTE
K. FILON DEL BARRANC DE LA SERRA	N 030° VERT.	CUARZO (CALCITA, GALENA, CALCOPIRITA, PIRITA)	1	400	PORFIDO GRANODIORITICO
L. FILON DE MONTXELLO	N 030° VERT.	CUARZO (CALCITA, GALENA, CALCOPIRITA, ESFALERITA, PIRITA)	2	100	GRANODIORITA
LL. FILON DEL PUEBLO	N 040° SUBVERTICAL	CUARZO (ANQUERITA, GALENA, PIRITA)	0.5	100 (?)	LIDITAS
M. FILONES DEL BARRANC REIAL	N 030° VERT.	CUARZO (CALCITA, FLUORITA, BARITINA, ARSENIUROS Y SULFOARSENIUROS DE Ni-Co-Fe, BISMUTO NATIVO, CALCOPIRITA, ESFALERITA, GALENA)	1	300 - 600	CORNEANAS, PORFIDO GRANODIORITICO

interna de relleno en bandas simétricas. La baritina puede presentarse en texturas que van desde microgranuda hasta formando cristales que pueden alcanzar 15 cm de largo.

Entre los filones formados por brechas silicificadas con sulfuros, hacemos especial atención a los filones de Co-Ni del Barranc Reial, y más concretamente a su mineralogía. Hemos creído necesario hacer este estudio, con más detalle, por el interés que representan los minerales de níquel y de cobalto, dada su posible relación con mineralizaciones de plata (Melgarejo y Ayora, 1985).

La mineralización está formada por brechas con fragmentos de pelita de la unidad inferior y fragmentos de rosetas de minerales de Ni y Co. El cemento es de cuarzo así como de pequeñas cantidades de carbonatos y baritina posteriores. Como en los otros filones formados por brechas silicificadas el tipo de cuarzo presente presenta dos morfologías: a) cuarzo en cristales alotriomórficos, de tamaño inferior a  $10\mu$  y acompañados de cristales de adularia, b) cuarzo en cristales idiomórficos de tamaño superior a 50 u.

Los arseniuros presentes son: niquelina, safflorita, rammelsbergita o pararammelsbergita y skutterudita; los sulfoarseniuros: cobaltina, gersdorffita y una fase X de composición  $Ni_{0.5}Co_{0.5}(As_{1+x}S_{1-x})$   $x = 0.1$ , sin que su volumen permita obtener datos estructurales. La proyección de los análisis de estos minerales en los triángulos níquel-cobalto-hierro y metales-azufre-arsénico se pueden ver en la figura 4. Acompañan a los arseniuros y sulfoarseniuros galena, calcopirita, bismutinita, bismuto nativo y pirita.

En las rosetas no se observa ninguna tendencia en el quimismo de los minerales con relación a su orden de posicional. Este hecho, junto con las oscilaciones mineralógicas observadas dentro de una misma roseta, podría indicar que la mayoría de los minerales se hallan en equilibrio. Por el contrario en el filón «Atrevida», próximo espacialmente y semejante mineralógicamente, existe un aumento progresivo en la relación azufre/arsénico (S/As) a lo largo de la deposición mineral. Los arseniuros de Ni-(Co-Fe) son seguidos por los sulfoarseniuros y finalmente por los sulfuros. Melgarejo y Ayora (1985) interpretan este hecho como un aumento progresivo de la solubilidad de los minerales desde los arseniuros hasta los sulfuros.

Las temperaturas de formación estimadas para el filón «Atrevida» son las que caracterizan un filón de baja temperatura ( $> 120^{\circ}C$ ) y bajo la influencia atmosférica (Melgarejo y Ayora, 1985). En el filón del Barranc Reial, el bismuto nativo se presenta incluido en arseniuros, sea en bandas discontinuas paralelas a la zonación o sea en grupos de gotas pequeñas dispersa (Fig. 5.1); este último hecho junto con la presencia de grietas en la skutterudita al lado de algún fragmento de bismuto nativo (Fig. 5.2) hace pensar que el atrepe de este mineral se dio en estado líquido (Ramdohr, 1980), ya que el bismuto aumenta su volumen al solidificarse. Esto supondría una temperatura de formación para estos minerales superior a  $271^{\circ}C$  (Weast, 1974).

El hecho de no encontrar los minerales de plata en el filón del Barranc Reial y sí hallarlos en el filón «Atrevida» asociados a los sulfuros de Ni-(Co-Fe) de más baja temperatura, pone de manifiesto que dichos mine-

rales cabe buscarlos cuando estos sulfuros estén presentes en el depósito, discriminando aquellos depósitos que teniendo los arseniuros y sulfoarseniuros no presentan las paragenesis de sulfuros de Ni de más baja temperatura (bravoita, tioespinelas, millerita).

### Las relaciones entre los filones

Si observamos con atención la localización de las mineralizaciones filonianas de la zona (Fig. 3) veremos

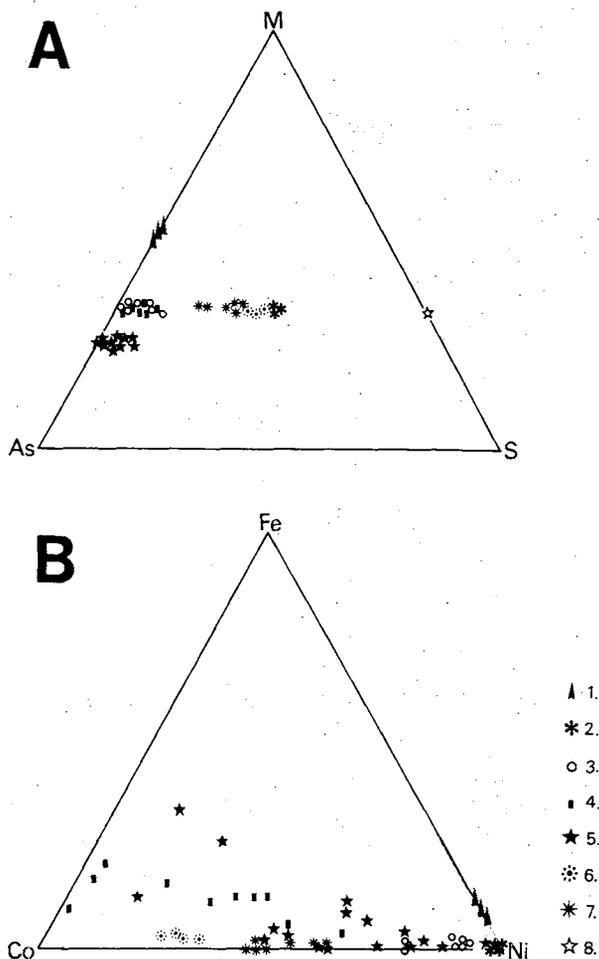


Figura 4.- Proyección de los análisis de los arseniuros y sulfoarseniuros en el sistema Ni-Co-Fe y en el sistema M(Ni + Co + Fe)-S-As. 1, Niquelina; 2, Gersdorffita; 3, Rammelsbergita-Pararamelsberbita; 4, Safflorita; 5, Skutterudita; 6, Cobaltina; 7, Fase X; 8, Pirita.

Figure 4.- Plot of analyses of arsenides and sulpharsenides in the Fe-Co-Ni system and M(Ni + Co + Fe)-As-S system. 1, Niccolite; 2, Gersdorffite; 3, Rammelsbergite-Pararamelsbergite; 4, Safflorite; 5, Skutterudite; 6, Cobaltite; 7, Phase X; 8, Pyrite.

que, a grandes rasgos, se pone de manifiesto una zonación horizontal, baritina-cuarzo, que muchos autores (Bossi, 1972; Rostan y Turco, 1982; Malgarejo, 1983) encuentran en vertical para un mismo filón. En esta área la equidistancia vertical de todos los filones con la penillanura pre-triásica, no permite interpretar la zonación horizontal como el resultado de la erosión diferencial de filones que presentaban zonación vertical.

Por otro lado, se ha observado en los filones formados por brechas silicificadas, pseudomorfos de cristales con hábitos planar (baritina (?)), y cristales cúbicos (fluorita). También se ha puesto de manifiesto que los filones de baritina experimentan un proceso de silicificación poco desarrollado. Silicificaciones hasta llegar a borrar episodios anteriores han sido descritas en otras mineralizaciones parecidas (Joannes *et al.*, 1982).

El cuarzo responsable de la silicificación presente en los dos tipos de filones, filones de baritina y filones formados por brechas silicificadas con sulfuros, tiene las mismas características morfológicas. Anotamos que no se ha visto adularia acompañando el cuarzo alotriomorfo que inicia la silicificación en los filones de baritina. Aunque la abundancia de cristales de este mineral, asociados al cuarzo alotriomorfo, tampoco es un hecho homogéneamente repartido en otros depósitos del mismo tipo (Leghu *et al.*, 1982).

### Las inclusiones fluidas

Las muestras más susceptibles para el estudio de las inclusiones fluidas han sido las fluoritas. Este mineral se ha localizado en dos de los filones del área. Un filón de baritina con pequeñas cantidades de fluorita, galena y cuarzo, situado cerca del Castillo de Escornalbou (A) y en el filón nº II del Barranc Reial (M) asociada a la calcita en parte reemplazada por sílice.

Las inclusiones estudiadas son las que se han considerado primarias o pseudosecundarias, de acuerdo con los criterios dados por Roedder (1981). Estos han sido principalmente: a) bandas de crecimiento (100, 111) con inclusiones sólidas de cuarzo asociadas (Fig. 5.3), b) inclusiones aisladas y de tamaño muy superior a la media (200 u), c) inclusiones paralelas con direcciones secantes al crecimiento pero fosilizadas por este (pseudosecundarias). En todos los casos se trata de inclusiones bifásicas (solución acuosa + vapor).

Las determinaciones microtermométricas se han realizado mediante una platina calentable-enfriable CHAIXMECA (Poty *et al.*, 1976).

### Química de las soluciones contenidas en las inclusiones

Temperaturas eutécticas ( $T_e$ ) inferiores a  $-35^\circ\text{C}$  suceden sólo en los sistemas con  $\text{CaCl}_2$  (Derrere y Touray, 1971). La  $T_e$  del sistema  $\text{NaCl}-\text{CaCl}_2-\text{H}_2\text{O}$  es  $-52^\circ\text{C}$  según datos de Yanatieva (1946, en Crawford *et al*, 1979). Por lo tanto, para interpretar temperatu-

ras de primera fusión inferiores, y teniendo en cuenta cuales son las especies cloruradas que forman las soluciones mineralizantes, debe recurrirse al sistema  $\text{NaCl}-\text{CaCl}_2-\text{MgCl}_2-\text{H}_2\text{O}$ . Este sistema puede representarse (Crawford *et al*, 1979) mediante dos diagramas ternarios (Fig. 6,A,B): uno para determinar las proporciones relativas de las tres especies cloruradas y el otro para determinar la salinidad total de la solución. La  $T_e$  de este sistema es  $-57^\circ\text{C}$  o quizás algo inferior, según datos de Luzhnaya y Vereshchetina (1946, en Crawford *et al*, 1979).

Las primeras temperaturas de fusión de los depósitos estudiados se pueden ver en la Fig. 7. Alrededor de los  $-60^\circ\text{C}$  se da la primera fusión, y entre esta temperatura y  $-40^\circ\text{C}$  se van sucediendo fusiones sucesivas. Dos proporciones diferentes de especies cloruradas pueden explicar estos cambios de fase observados: a) En la primera, alrededor de  $-60^\circ\text{C}$  fundiría la composición eutéctica del sistema (punto A de la Fig. 6A), restaría como sólido el compuesto  $\text{NaCl}-2\text{H}_2\text{O}$  que iría fundiéndose, hasta desaparecer totalmente alrededor de los  $-40^\circ\text{C}$  (línea de puntos de la Fig. 5A). La proporción de especies cloruradas sería en este caso de 70%  $\text{CaCl}_2$ - 20%  $\text{NaCl}$  i 10%  $\text{MgCl}_2$ , b) En la segunda, al igual que en el caso anterior, alrededor de los  $-60^\circ\text{C}$  fundiría un sólido que tendría la composición eutéctica del sistema y entre esta temperatura y los  $-40^\circ\text{C}$  fundiría el sólido de composición  $\text{MgCl}_2-12\text{H}_2\text{O}$  juntamente con pequeñas cantidades de  $\text{NaCl}-2\text{H}_2\text{O}$  (líneas discontinuas de la Fig. 6A). La proporción de especies cloruradas sería en este caso de 65%  $\text{MgCl}_2$ , 30%  $\text{CaCl}_2$  y 5%  $\text{NaCl}$ .

Soluciones con contenidos tan elevados de  $\text{MgCl}_2$  no han sido descritas en la bibliografía para depósitos



Figura 5.- 1. Bismuto nativo en forma de grupos de gotas dispersas en skutterudita. bi, bismuto nativo; nq, niquelina; sk, skutterudita. Muestra 209K.

2. Grietas en la skutterudita alrededor de un fragmento de bismuto nativo. bi, bismuto nativo; sk, skutterudita. Muestra 209C.

3. Banda de crecimiento de la fluorita marcada por inclusiones sólidas de cristales de cuarzo. Muestra PTA-6.

Figure 5.- 1. Droplets of native bismuth (bi) dispersed in skutterudite (sk). Niccolite (nq). Sample 209K.

2. Cracks in massive skutterudite (sk) around native bismuth (bi). Sample 209C.

3. Growing faces in fluorite crystal showed by quartz solid inclusions. Sample PTA-6.

TABLA 3.- Datos referidos a las inclusiones fluidas de depósitos con características parecidas a los que aquí se estudian.

TABLE 3.- Fluid inclusion data from references of deposits comparable to those of the L'Argentera area.

AUTORES	DEPOSITO	MINERAL QUE CONTIENE LAS INCLUSIONES	T (°C)	% DE NaCl	OBSERVACIONES
DERRE Y TOURAY (1971)	FILON DE FLUORITA Y BARITINA DE CHAVANIAQ (HOUTE LOIRE, FRANCIA)		+140 ± 10 °C +40 °C	20 %	Te INFERIORES A - 32 °C PRESENCIA DEL ION Ca
SABOURAUD, MACQUAR Y ROUVIER (1980)	MINERALIZACIONES TIPO ESTRATIFORME Y FILO NIANO DE Pb, Zn, Ba Y F DEL SUR DEL MACI- ZO CENTRAL FRANCES	CUARZO, DOLOMITA FLUORITA	+50 - +130 °C	14 - 25 % (MAYORIA)	HAY INCLUSIONES EN LA FLUORITA 160-170 °C, 0 % RECALENTAMIENTO
YAMAN Y GUILHAUMON (1980)	FILON DE FLUORITA DE ROSSIGNOL (CHAILLAC, FRANCIA)	FLUORITA	+80 - +140 °C		MAXIMO 110-120 °C
PERNETT (1980)	FILON DE CUARZO Y BARITINA DE GOUR NEGRE (ROUVERGE, FRANCIA)	CUARZO BARITINA	+70 - +250 °C	5 - 30 %	
DELOULE (1982)	FILON DE FLUORITA DE TARN (FRANCIA)	FLUORITA	+170 - +190 °C		Na CATION MAS ABUNDANTE
FALZON, DIÉTRICH Y TURCO (1982)	FILON DE BARITINA DE PORRES (MAURES VAR, FRANCIA)	BARITINA	+50 - +70 °C		
JEBRAK (1982)	FILONES DE FLUORITA DEL CENTRO DE MARRUE COS	FLUORITA FLUORITA	+170 °C +120 °C	30 % 10 %	DISTRITO HAMMAN FILON JEBEL-ZRAHINA
PAULO (1982)	FILONES DE BARITINA DE POLONIA		+150 - +220 °C		
FONT (1983)	FILONES DE FLUORITA DEL MONTSENY-GUILLE RIES (CATALUNYA)	FLUORITA	+60 - +135 °C		
TUFAR Y PODUFAL (1983)	FILON DE BARITINA DE DREISLAR (ALEMANIA)	BARITINA	+70 - +140 °C		ALGUNOS ANALISIS Ca Na
BELKIN, DE VIVO Y VALERA (1984)	FILONES DE FLUORITA DE SARRABUS (CERDEÑA, ITALIA)	FLUORITA	+95 - +125 °C	15 %	Te APROXIMADAMENTE - 51°C PRESENCIA DEL ION Ca
RICHARDSON Y PINKNEY (1984)	FILONES DE FLUORITA DEL DISTRICTO DE CAVE IN ROCK (ILLINOIS)	CUARZO FLUORITA	+115 - +153 °C	18 - 21 %	Te APROXIMADAMENTE - 40°C PRESENCIA ION Ca
BONI (1985)	MINERALIZACIONES TIPO MISSISSIPPI VALLEY (FILONES Y KARST) Pb-Zn-Ba (-Fe-F-Cu) DEL SW DE CERDEÑA (ITALIA)	CUARZO FLUORITA DOLOMITA	VARIABLES (+60 - +130 °C)	20 - 24 %	Te ENTRE - 45 y - 57 °C PRESENCIA ION Ca

parecidos (Tabla 3). Corrientemente la especie más abundante es el NaCl, aunque se citan ejemplos en los que  $Ca^{2+}$  es más abundante que el ion  $Na^+$ . Creemos pues, que la evolución más probable es la a) para las primeras temperaturas de fusión.

Las temperaturas de congelación en los depósitos estudiados se pueden ver en la Fig. 8 y corresponden a temperaturas entre -25°C y -18°C. El punto D del diagrama ternario de la Fig. 6B nos indica una salinidad total aproximada de 20% en peso equivalente de NaCl (3.4M).

Temperaturas de congelación por encima de -5°C se suponen relacionadas con las temperaturas de congelación del Clatrato  $CO_2 \cdot 5.3/4H_2O$ . Estas temperaturas se han hallado en el depósito del Castillo de Escornalbou.

### Temperaturas de homogenización

Los resultados de las temperaturas de homogenización se pueden ver en la Fig. 9, para el depósito de Castillo de Escornalbou (A) oscilan entre 70°C y 115°C, mientras que las del depósito del Barranc Reial (M) lo hacen entre 100°C y 125°C.

Dada la poca potencia de los materiales de la litofacies Buntsandstein (máx. 120m) en el área, y considerando a estos como los únicos materiales sobreyacentes al filón en el momento de emplazamiento del mismo, las correcciones de las temperaturas de homogenización debidas a la presión hidrostática confinante, en el momento de la deposición del mineral, pueden considerarse mínimas; coincidiendo, en la práctica, las temperaturas de homogenización (Th) y las temperaturas reales de formación.

## Discusión de los datos obtenidos

En la tabla 3, hemos recogido las informaciones de salinidad y temperaturas de las soluciones mineralizantes que se conocen, de algunos depósitos de caracterís-

ticas geológicas y mineralógicas parecidas a los que aquí se han estudiado. De la tabla se desprende que, las temperaturas y salinidades encontradas en los depósitos del área de l'Argentera difieren poco de las halladas en otros lugares por otros autores, La presencia del ion  $\text{Ca}^{2+}$  es un hecho citado en muchos depósitos, si bien estas referencias no dan normalmente las proporciones entre los iones. Por otra parte Royer *et al* (1985) dan argumentos isotópicos e hidroquímicos a favor de la modificación del acuífero del Trias inferior por avenidas hidrotermales, en la región de Vittel (Francia); entre los parámetros hidroquímicos descritos en este acuífero, y como sucede en nuestro caso, el ion  $\text{Ca}^{2+}$  es frecuentemente más abundante que el ion  $\text{Na}^+$ .

Por lo que se refiere a la deposición de la fluorita, en el depósito del Barranc Reial, se ha observado una zonación en la última temperatura de fusión (Fig. 10) que hemos interpretado como una pérdida de salinidad por parte de la solución mineralizante, desde el inicio de la formación del cristal hasta el final. Richardson & Holland (1979) de entre los mecanismos de deposición de la fluorita en sistemas hidrotermales, proponen el de mezcla de una solución caliente ascendente, a lo largo de una fractura, con aguas meteóricas frías; los cambios de temperatura producidos por la dilución pueden hacer precipitar la fluorita. Si bien no se han podido observar variaciones significativas de las temperaturas de homogenización a lo largo del cristal, sí que se ha observado la dilución de la solución, que sería por lo tanto una evidencia para este posible mecanismo de deposición.

## LAS DISEMINACIONES DE BARITINA DE LA BASE DEL BUNTSANDSTEIN

Con el propósito de averiguar si existe algún tipo de relación genética entre las mineralizaciones filonianas de la zona y el ambiente deposicional de la litofacies Buntsandstein superior (ambiente de «sabkhas» evaporíticas y llanuras fangosas), se ha realizado el estudio de la cementación de los materiales de las litofacies infrayacentes (Conglomerados de Prades y Areniscas de Prades).

Se ha diferenciado cemento de siete mineralogías diferentes: de cuarzo, ferruginoso, carbonatado, filosilicatado, de feldespato, de baritina y de fluorita. Según su posición y su morfología se han diferenciado cinco tipos: interpartícula, pelicular tangencial, pelicular radial, sintaxial y poiquilítico.

La localización de las columnas (fig. 11) se ha hecho con el fin de estudiar tres zonas diferentes: a) Tei-

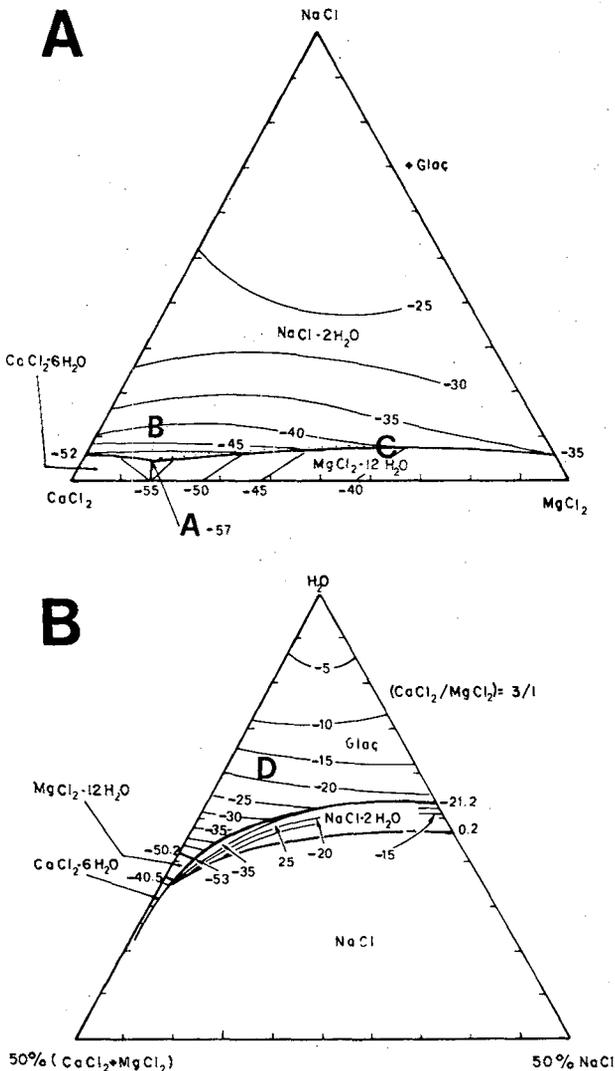


Figura 6.- A. Relación de las especies cloruradas en el sistema NaCl-CaCl<sub>2</sub>-MgCl<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O. Los puntos A, B y C están referidos en el texto. B. Sección del sistema NaCl-CaCl<sub>2</sub>/MgCl<sub>2</sub> de 3/1 (datos de Luzhakaya y Vereshchetina, 1946 en Crawford *et al*, 1979). El punto D está referido en el texto.

Figure 6.- A) NaCl-CaCl<sub>2</sub>-MgCl<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O system. Hydrate-ice phase relations projected from H<sub>2</sub>O. Points A, B and C are referred in text. (Data from Luzhakaya and Vereshchetina, 1946; in Crawford *et al.*, 1979).

B) Section through the system at CaCl<sub>2</sub>/MgCl<sub>2</sub> ratio of 3/1. Liquidus fields are labelled and separated by heavy lines. Point D is referred in text.

xeta, donde no se ha hallado ninguna mineralización filoniana; b) Els Estrets (Barranc Reial), Buntsandstein sobreyacente a los filones formados por brechas silicificadas con sulfuros y c) Escornalbou, Buntsandstein sobreyacente y colateral a los filones de baritina.

Al lado de cada columna se han colocado los cementos observados así como su orden deposicional; aquí señalaremos que a) el cemento ferruginoso, en mayor o menor proporción, se halla presente en todas las columnas. Se manifiesta como un cemento pelicular alrededor de los cantos, si bien en los materiales de coloración rojiza ocupa además posiciones interpartícula. Puede aparecer con anterioridad al cemento sinta-

xial de cuarzo, pero es frecuente encontrarlo en más de una posición; b) El cemento de baritina está presente únicamente en las columnas levantadas cerca del Castillo de Escornalbou, y por lo tanto sobre de las mineralizaciones filonianas de baritina; es un cemento poiquilítico posterior a un primer cemento sintaxial de cuarzo; c) el cemento de cuarzo se encuentra casi siempre en textura sintaxial, siendo la columna levantada en el Barranc Reial y por lo tanto la que se encuentra más cerca de los filones formados por brechas silicificadas con sulfuros, la que presenta más cantidad de este cemento; d) el cemento de fluorita sólo se ha observado en una muestra del Barranc Reial, ocupa posiciones interpartícula y es posterior a un primer cemento sintaxial de cuarzo; e) el cemento carbonatado está presente a la base y al techo de la serie del Coll de la Teixeta, es un cemento poiquilítico y cuando está presente lo está en mucha cantidad, f) el cemento de celestina sólo se ha observado en una muestra de la serie del Coll de la Teixeta, y es posterior a un primer cemento sintaxial de cuarzo, g) los cementos filosilicados, acostumbran a ser los últimos y ocupan posiciones interpartículas así como posiciones peliculares radiales.

Así pues, el estudio de la cementación de estos materiales ha permitido poner de manifiesto que existe una relación estrecha entre la mineralogía del cemento y la mineralogía de la mineralización filoniana más cercana.

La presencia de un cemento sintaxial de cuarzo anterior al cemento de baritina, fluorita o celestina, no

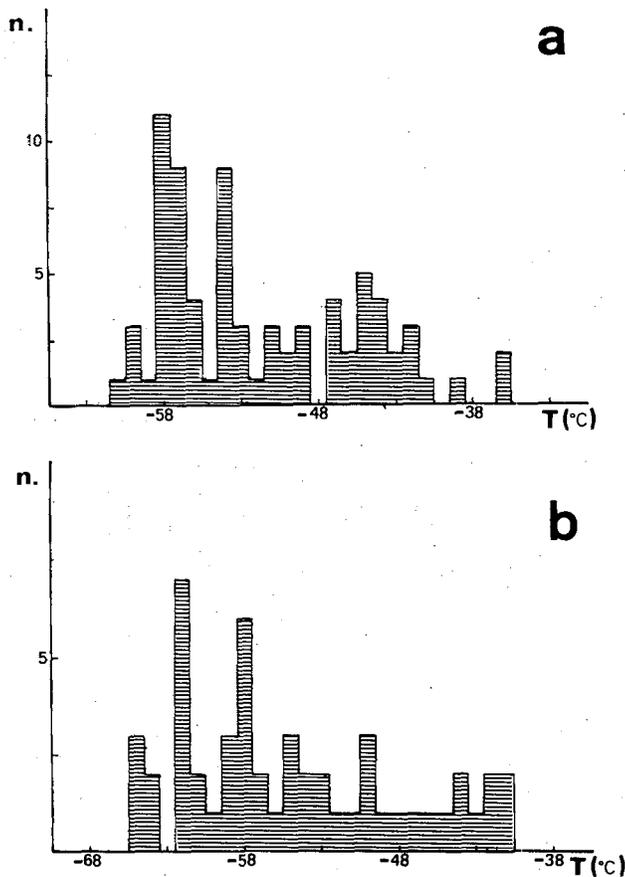


Figura 7.- Histogramas de las temperaturas de la primera fusión del sólido de las inclusiones en a) filón de Barranco Reial (M) y b) filón del Castillo de Escornalbou (A). Localización de A y M en Fig. 3.

Figure 7.- First melting temperatures for inclusions from a) Barranco Reial vein (M), and b) Castillo de Escornalbou vein (A). Location of A and M in Fig. 3.

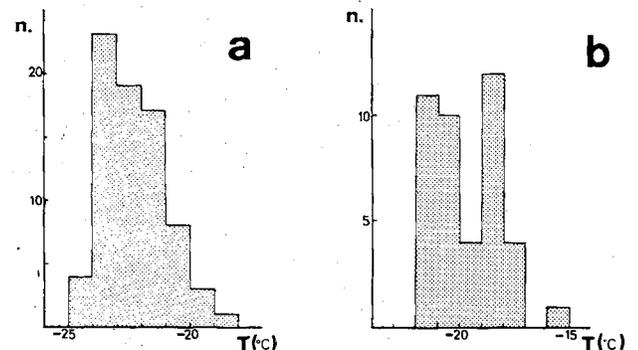


Figura 8.- Histogramas de las temperaturas de fusión del hielo en a) filón del Castillo de Escornalbou (A) y b) filón del Barranco Reial (M). Localización de A y M en Fig. 3.

Figure 8.- Ice melting temperatures for inclusions from a) Castillo de Escornalbou vein (A), and b) Barranco Reial vein (M). Location of A and M in Fig. 3.

presupone una larga historia diagenética anterior a la deposición de estos cementos. La aparición del cemento sintaxial de cuarzo puede darse en un primer estado diagenético incluso antes de finalizar la deposición de la litofacies Buntsandstein (Marfil R. com. per.).

## MODELO GENÉTICO DE LAS MINERALIZACIONES

En la zona de l'Argentera cabría diferenciar tres etapas en la evolución de los depósitos filonianos: 1) formación de las rosetas de arseniuros y sulfoarseniuros de Ni y Co, 2) mineralización de baritina de baja tem-

peratura, 3) formación de las brechas silicificadas y sulfuros. Esta evolución general no quedaría registrada en todos los filones, bien porque hay etapas que han sido borradas por las posteriores, o bien porque hay procesos mineralizantes que no los han afectado.

Los metales tales como Ni y Co son afines al magmatismo básico y su presencia en filones de la región es un problema pendiente. En cualquier caso, las texturas de solidificación del bismuto nativo acompañante, indican unas temperaturas de formación para algunos minerales superiores a 271°C, temperaturas que son el registro de un gradiente geotérmico anormalmente alto. Procesos tectónicos y mineralizantes posteriores, emplazarían fragmentos de esta mineralización en los filones estudiados, donde forman fragmentos de brechas.

El hecho de no encontrar los minerales de plata en el filón de la área de l'Argentera y sí hallarlos en el filón «Atrevida» asociados a los sulfuros de Ni-(Co-Fe) de más baja temperatura, sugiere que la asociación geoquímica Ag y Ni-Co en este tipo de filones debe matizarse: los materiales de plata tan sólo se hallan asociados a las paragénesis de sulfuros de Ni-Co de baja temperatura.

La génesis de los filones de baritina es compatible con un modelo de deposición basado en mezcla de soluciones, modelo aceptado ya por otros autores para filones parecidos de otros puntos de los Catalánides (Font, 1983; Melgarejo, 1983). Un fluido sulfatado proveniente de la cuenca de sedimentación y relacionado

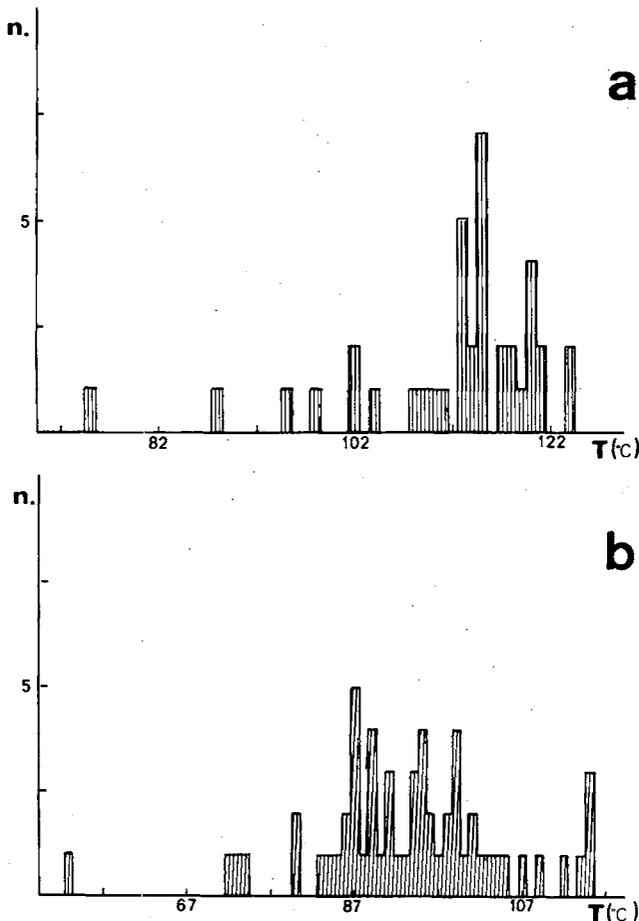


Figura 9.- Histogramas de las temperaturas de homogeneización de los fluidos de las inclusiones en a) filón del Barranco Reial (M) y b) filón del Castillo de Escornalbou (A). Localización de A y M en Fig. 3.

Figure 9.- Homogenizations temperatures, to liquid phase, for inclusions from a) Barranco Reial vein (M), and b) Castillo de Escornalbou vein (A). Location of A and M in Fig. 3.

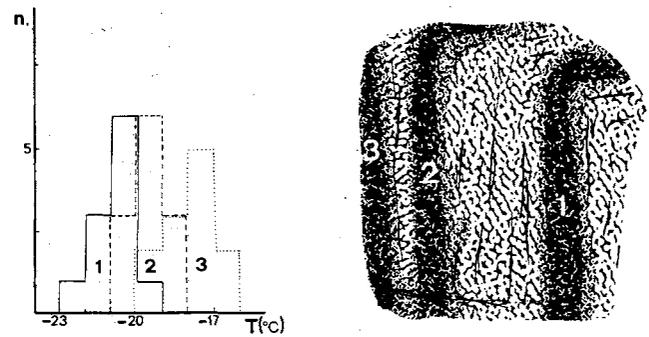


Figura 10.- Histogramas de las temperaturas de fusión del hielo en el filón del Barranco Reial (M). Localización de las inclusiones en el cristal. Observar la zonación. Localización de M en Fig. 3.

Figure 10.- Ice melting temperatures for fluid inclusions in a fluorite zoned crystal from Barranco Reial vein (M). Location of M in Fig. 3.



con las facies evaporíticas del complejo lutítico carbonatado-evaporítico superior del Bunstsandstein (Marzo, 1979), se mezclaría con fluidos salinos ricos en bario y flúor provenientes de aguas termales que habrían ascendido a lo largo de las fracturas. La deposición se daría en los espacios abiertos de confluencia: entre los poros de las rocas detríticas no consolidadas o en zonas de fracturación, la permeabilidad de las cuales permitiría una mayor infiltración de las soluciones superficiales. La deposición se dio, a partir de los datos de la fluorita, a temperaturas entre 80°C y 120°C, a partir de soluciones con un 20% en peso equivalente de NaCl, con una proporción de sales de 70% CaCl<sub>2</sub>, 20% NaCl (+ KCl), 10% MgCl<sub>2</sub>. La evidencia de una pérdida de salinidad a lo largo de la cristalización de la fluorita corroboran la hipótesis de mezcla de soluciones.

La génesis de las brechas silicificadas se debió a un proceso posterior a la deposición de la baritina (fluorita, calcita). Este proceso permitió a la vez la cementación de los materiales detríticos sobreyacentes al filón. La mineralización fue el resultado de cambios en las condiciones físicas y químicas de la solución mineralizante, como incremento de la salinidad o disminución del Eh. El sulfato de bario se mantendría en solución mientras que la sílice reemplazaría algunos de los minerales anteriores depositados (Bossi, 1972). La disminución del Eh explicaría la abundancia de sulfuros (galena) en estas brechas silicificadas y el hecho de que los escasos sulfuros presentes en los filones de baritina estén asociados al cuarzo de reemplazamiento. Todo este proceso se dio con más intensidad en las fracturas de la mitad NW de la zona estudiada, debido a una mayor permeabilidad de las mismas, indicada por una brechificación considerablemente superior a los demás filones.

Figura 11.- Localización de las columnas del Bunstsandstein levantadas. Al lado de cada una se hallan los cementos reconocidos así como su orden deposicional. Leyenda: 1, Conglomerados; 2, Areniscas; 3, Masivo; 4, Laminación cruzada tipo «trough»; 5, Laminación horizontal; 6, Superficie erosiva; 7 Contacto brusco; 8, Rojo; 9, Blanco; 10, Blanco-rojizo; 11, Ferruginoso; 12, de cuarzo; 13, Filosilicatado; 14, de baritina; 15, Carbonatado; 16, de fluorita; 17, de baritina con Sr.

Figure 11.- Bunstsandstein logs. Recognized cements and their depositional sequence are also referred. 1, Conglomerates; 2, Sandstones; 3, Massive; 4, Trough cross lamination; 5, Parallel lamination; 6, Erosive surface; 7, New contact; 8, Red; 9, White; 10, Reddish-white; 11, Iron oxide; 12, Quartz; 13, Phyllosilicates; 14, Barite; 15, Carbonate; 16, Fluorite; 17, Sr-barite.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMIGÓ, J., 1984, La falla del Vallès-Penedès entre Pontons i Font-Rubí (Alt Penedès). *Acta Geol. Hispánica*, 19 (1): 1-4.
- ANADÓN, P., COLOMBO, F., ESTEBAN, M., ROBLES, S., SANTANACH, P. y SOLÉ SUGRAÑES, LL., 1979, Evolución tectonoestratigráfica de los Catalanides. *Acta Geol. Hispánica*, 14: 242-270.
- BELKIN, H.E., DE VIVO, B. y VALERA, R., 1984, Fluid inclusion study of some Sarrabus Fluorite Deposits, Sardinia, Italy. *Econ. Geol.*, 79 (2): 409-414.
- BONI, M., 1985, Les gisements de type Mississippi Valley du Sud-West de Sardaigne (Italie) une synthèse. *Chron. Rech. Min.*, 479, 7-34.
- BOSSI, J., 1972, La minéralisation plumbo-zincifère d'Asprieres-Bouillac (Aveyron, Lot, France): essai génétique. *These 3e cycle*, Nancy.
- CRAWFORD, M.L., KRAUS, D.W. y HOLLISTER, L.S., 1979, Petrologic and fluid inclusion study of calc-silicate rocks, Prince Rupert, British Columbia. *Am. Jour. Sci.*, 9: 1135-1159.
- CRESPO, J.L. y MICHEL, B., 1980, Estudio geológico de los yacimientos minerales del macizo catalán entre Bellmunt de Ciurana y Mola, Priorato (Tarragona). *Studia Geologica Salmantica*, XVI: 123-149.
- DELOULE, E., 1982, The Genesis of Fluorspar Hydrothermal Deposits at Montroc and Le Burc, The Tarn, as Deduced from Fluid Inclusion Analysis. *Econ. Geol.* 77 (8) 1867-1874.
- DERRE, C. y TOURAY J.C., 1971: Les dernières stades de la cristallisation du filon à fluorite et barytine de chavaniac (Haute-Loire, France) d'après les études d'inclusions fluides et solides, *Mineral. Deposita*, 6: 292-301.
- FALZON, H., DIETRICH, J.E. y TURCO, G.H. 1982, Le filon barytique des Porres (Maures Var. France). *Bull. BRGM (2), Sect. II.*, N. 3: 271-275.
- 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).
- GUIMERA, J., 1982, Estudi estructural de les zones de fractura de Garraf; Vallcarca (Massís de Garraf). *Tesis de Licenciatura.* Barcelona: Institut d'Estudis Catalans (Arxius de la Secció de Ciències LXIV).
- GUIMERA, J. y SANTANACH, P., 1978, Sobre la compresión alpina en el sector central de las Cadenas Costeras Catalanas. *Acta Geol. Hispánica*. 13 (2): 33-42.
- IGME 1972-73: Mapa geológico de España. Escala 1:200.000, 34: Hospitalet, 41: Tortosa y 42: Tarragona. Madrid, Serv. Publ. Ministerio Industria.
- JEBRAK, M., 1982, Les districts à fluorine du Maroc central. *Bull. BRGM (2), Sect. II.*, 2: 211-221.
- JOANNES, C., TOURAY, J.C. y LHEGU, J., 1982, Hypersiliceous tectonic breccias from the Beaujeu district (France). *Bull. BRGM (2), Sect II*, 3: 243-248.
- LHEGU, J., JEBRAK, M., TOURAY, J.C. y ZISERMAN, A., 1982, Les filons de fluorine et de barytine du Massif Central français. *Bull. MRGM, (2), Sect. II*, n.2: 165-177.

- MARZO, M., 1979, El Buntsandstein de los Catalánides Estratigrafía y procesos de sedimentación *Tesis Doctoral*. Dpt. Estratigrafía y Geología Histórica. Univ. de Barcelona. (No publicado).
- MARZO, M., 1985, El Buntsandstein de los Catalánides en II Col. de Estratigrafía y paleogeografía del Pérmico y Triásico de España. La Seu d'Urgell. Guía de la excursión Triásico de los Catalánides.
- MELGAREJO, J.C., 1983, Estudi metal-logenètic del sector de Poblet. *Tesis de Llicenciatura*. Dpt. Cristal y Mineralogía. Univ. de Barcelona. (No publicado).
- MELGAREJO, J.C. y AYORA, C., 1985, La Mina atrevida (Ba, F, Pb, Zn, As, Ni, Ag), Cadenas Costeras Catalanas: Un ejemplo de filón triásico de zócalo-cobertera. *Rev. Inv. Geol.*, 40: 87-102.
- PAULO, A., 1982, Polish barite vein deposits. *Bull BRGM (2)*, Sect. II, n° 2: 115.
- PERNETT, A., 1980, Etude microthermométrique des inclusions fluides des cristaux de quartz: donnés préliminaires in Samama, J.C. (Coord): *Les paléosurfaces et leur métallogenèse*. *Mem. BRGM.*, 104: 192-199.
- POTY, B., LEROY, J. y JACHIMOVICZ, L., 1976, Un nouvel appareil pour la mesure des températures dans le microscope: l'installation de microthermométrie Chaixmeca. *Bull. Soc. Fr. Minéral. Cristallogr.*, 99: 182-186.
- RAMDOHR, P., 1980, *The one minerals and their intergrowths*. Oxford. 2nd. Ed. Pergamon Press.
- RAMSAY, J., 1977, *Plegamiento y fracturación de rocas*, Madrid. H. Blume Ediciones.
- RICHARSON, C.K. y HOLLAND, H.D., 1979, Fluorite deposition in hydrothermal systems. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 43: 1327-1335.
- RICHARDSON, C.K. y PINCKNEY, D.M., 1984, The Chemical and Thermal Evolution of Fluids in the Cave-in-Rock Fluorspar District. Illinois. Mineralogy, Paragenesis and Fluid Inclusions. *Econ. Geol.*, 79(6): 1833-1856.
- ROEDDER, E., 1981, Origin of fluid inclusions and changes that occur after trapping in Hollister L.S. y Crawford M.L. ed. *Short Course In Fluid Inclusions: Applications to Petrology* 6: 101-137.
- ROSTAN, P.B. y TURCO, V.H., 1982, Essai de synthèse sur la distribution des filons fluorobarytiques du district provençal (Maures, Tanneron, Estérel). *Bull. BRGM (2)*, Sect. II., n° 2: 179-185.
- ROYER, J.J., MICHARD, A., DANIS, M. y ALBAREDE, F., 1985, Arguments isotopiques et hydrochimiques en faveur d'une venue hydrothermale dans la nappe du Trias Inférieur (région de Vittel, Vosges). *C.R. Acad. Sc. Paris Sec. II (3)*: 163-166.
- SABOURAUD, C., MACQUAR, J. y ROUVIER, H., 1980, Les inclusions fluides, témoins et faux-témoins des conditions de dépôt. Quelques exemples pris dans les mineralizations de Pb, Zn, Ba, F du Sud Massif Central Français. *Mineral. Deposita* 15, (2): 211-230.
- SÁEZ, A., 1982, Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales paleozoicos de la parte central del Priorato y Campo de Tarragona. *Tesis de Licenciatura*. Dpt. Estratigrafía y Geología Histórica. Univ. de Barcelona. (No publicado).
- SÁEZ, A. y ANADON, P., 1986, Dipòsit de ventall submarí profund en el carbonífer de la part central del Priorat. *Libro homenaje a Faura i Sans*. Servei Geològic Generalitat de Catalunya. (En prensa).
- TUFAR, W. y PODUFAL, P., 1983, Mineral paragenetic relations in the barite deposit of Dreislar (Saverland, Rheinisches Schiefergebirge, West Germany) in Sheider, H. ed. *Mineral Deposits of the ALps and of the Alpine Epoch in Europe*. Heidelberg Berlin. Springer Verlag.
- WEAST, R.C. ed. 1973-1974: *Handbook of chemistry and physics*. Ohio. USA, The Chemical Rubber Co.
- WINKLER, H., 1978, *Petrogenesis de rocas metamórficas*, Madrid. H. Blume Ediciones.
- YAMAN, S. y GUILHAUMOU, N., 1980, Analyse thermo-optique des inclusions aqueuses des fluorites du Rossignol, de la Charbonnière et du Chatenet in Samama, J.C. (Coord.): les paléosurfaces et leur métallogenèse. *Mem. BRGM*, 104: 383.

Recibido, noviembre 1986