

Cuadernos Geología Ibérica	Vol. 11	Págs. 779-795	Madrid, 1987
----------------------------	---------	---------------	--------------

LAS MINERALIZACIONES DE Pb-Zn-Ba EN EL MUSCHELKALK INFERIOR DE LOS CATALANIDES

POR

A. ANDREU *, F. CALVET **, X. FONT * y M. VILADEVALL *

RESUMEN

El Triásico de los Catalánides se divide en las tres facies características del Triás Germánico: Buntsandstein, Muschelkalk (Inferior, Medio y Superior) y Keuper. Las fracturas de zócalo condicionan la sedimentación mesozoica, determinando en los Catalánides diferentes dominios sedimentarios (ANADON *et al.*, 1979) (fig. 1).

La facies carbonática del Muschelkalk inferior, de edad Anisiense, se corresponde con un ambiente deposicional de rampa carbonatada, siendo frecuente la existencia de niveles de paleokarsts. La importancia de los paleokarsts, desarrollo, cantidad y materiales afectados varían en relación con la localización de los diferentes Dominios (MARZO *et al.*, 1983). En este contexto se encuentran numerosos indicios de Pb-Zn-Ba (SAGRISTA *et al.*, 1980, y MATA, 1982), asociados a superficies paleokársticas o a niveles de *algal-mats* (fig. 2).

Las mineralizaciones asociadas a paleokarsts son singenéticas al relleno del karst, de edad Anisiense. Los *algal-mats*, ricos en materia orgánica, presentan un alto contenido en Pb-Zn-Ba, estos elementos se acumulaban en las facies algales mientras éstas se formaban.

En cuanto a la génesis de estos depósitos se propone un modelo denominado por AMSTUTZ (1962) singenético-supergénico en el que los minerales se depositan al mismo tiempo que los sedimentos y los

* Departamento de Prospección Geológica y Geofísica, Universidad de Barcelona, Gran Vía, 585, 08007 Barcelona.

** Departamento de Petrología y Geoquímica, Universidad de Barcelona, Gran Vía, 585, 08007 Barcelona.

elementos mineralizantes son de origen supergénico. La fuente principal de los elementos proviene de la lixiviación del continente (fuertes anomalías en Pb, Zn, Ba, Cu en el Paleozoico (CASAS, 1979, y FONT, 1983).

ABSTRACT

The Catalan Triassic is divided into the three characteristic facies of the Germanic Triassic: Buntsandstein, Muschelkalk (Lower, Middle and Upper Muschelkalk) and Keuper. The base fractures condition the Mesozoic sedimentation, whereby the Catalanid are divided into sedimentary domains, which are separated by transversal faults to the mountain range (ANADON *et al.*, 1979) (fig. 1).

The carbonatic facies from the Catalanid Lower Muschelkalk, Anisien Age, corresponds itself with a ramp depositional environment, in which the paleokarstic levels are frequent, the importance of which development, number of the affected paleokarstic surfaces and materials varies in accordance with the location of the different domains (MARZO *et al.*, 1983). In this context you can find numerous traces of Pb-Zn-Ba stratabound mineralizations (SAGRISTA *et al.*, 1980, and MATA, 1982) associated with paleokarstic surfaces or algal-mats levels (fig. 2).

The associated karst mineralizations are syngenetic with the karstic filling, Anisiense age. The algal-mats, rich in organic matter, present a high level of Pb-Zn-Ba, this elements themselves accumulated into the algal facies while this build up.

As for the origin of this deposits a model named supergen syngenetic by AMSTUTZ (1962) is proposed, in which the minerals themselves deposited at selfsame time which the sediments and the mineralizants elements are supergen source. The main contribution of the elements comes from the continent lixiviation (strong anomalies in Pb, Zn, Ba, Cu in the Paleozoic Age) (CASAS, 1979 and FONT, 1983).

INTRODUCCION

Se estudian las mineralizaciones de Pb-Zn-Ba localizadas en la facies carbonática del Muschelkalk Inferior del Triásico de los Catalánides (fig. 1), estableciendo las relaciones existentes entre ellas con el contexto regional de la cuenca Triásica del NE de España durante la deposición de los materiales carbonatados del Muschelkalk inferior, de edad Anisiense.

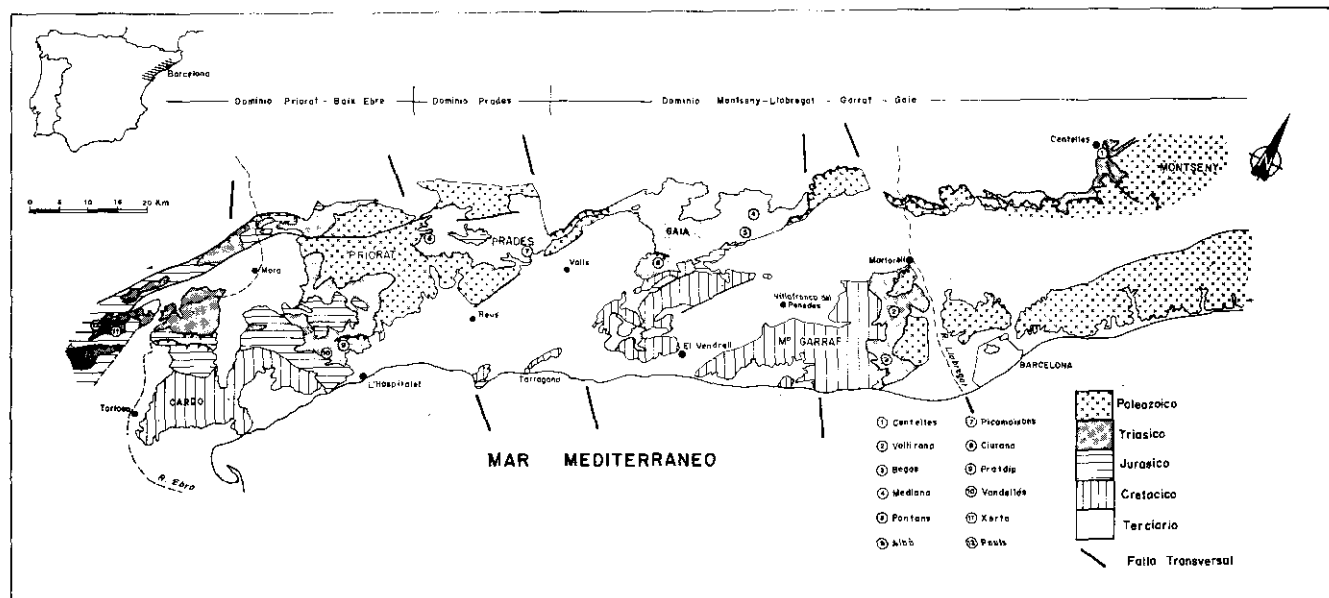


FIG. 1.—Los Catalánides. Localización de los diferentes indicios de Pb-Zn-Ba existentes en el Muschelkalk.
The Catalánides. Location of the various traces of Pb-Zn-Ba that are exist inside the Lower Muschelkalk.

MARCO GEOLOGICO Y ESTRATIGRAFICO

En los Catalánides existen dos sistemas principales de fracturas, aproximadamente longitudinales (alineadas de ENE-OSO a NE-SO) y transversales (alineadas de NO-SE a NNO-SSE) respecto a la orientación general de la Cordillera (NE-SO) y son interpretadas como fracturas de zócalo probablemente tardihercinianas (SOLE SUGRAÑES, 1978). Estas fracturas actuaron durante el Mesozoico y condicionaron la sedimentación de esta edad, por lo que tuvieron gran importancia paleogeográfica (ANADON *et al.*, 1979).

MARZO y CALVET (1985) establecen para el Triásico un conjunto de dominios que quedan limitados por algunas de las principales fracturas transversales, pero dichos límites no son los mismos para las distintas formaciones triásicas. Estos autores, en base fundamentalmente al grado de dolomitización, diferencias de potencia, características sedimentológicas y contenido paleontológico, dividen el Muschelkalk inferior en tres dominios: Montseny-Llobregat-Garrafr-Gaià, Prades y Priorat-Baix Ebre (fig. 1).

La potencia del Muschelkalk inferior de los Catalánides varía de unos 70 m. en el sector más nordoriental (Centelles, junto al Montseny) a más de 120 m. en las áreas más suroccidentales (Pauls, Baix Ebre). El límite inferior es un paso gradual pero rápido de las facies del Complejo lutítico-carbonatado-evaporítico superior del Buntsandstein a las facies carbonáticas. Su límite superior viene marcado por el paso brusco de estas facies a las detrítico-evaporíticas del Muschelkalk medio.

Atendiendo a criterios litológicos, paleontológicos y sedimentológicos, por una parte, y a la presencia de discontinuidades (paleokarsts, superficies de erosión, niveles de ferruginización, etc.) por otra, CALVET y RAMON (1985) han dividido al Muschelkalk inferior en cuatro unidades informales que de base a techo son: Calizas y/o dolomías laminadas de El Brull, calizas bioclásticas de Olesa, calizas bioturbadas de Vilella Baixa y dolomías blancas de Colldejou. Los materiales laminados de La Unidad de El Brull (laminaciones criptoalgales y pequeños domos estromatolíticos) se interpretan como depósitos de llanuras mareales muy someras y de baja energía, mientras que los de la Unidad Olesa como depósitos de lagoon, y los de la Unidad Vilella Baixa como depósitos relativamente más profundos y energéticos. El conjunto de las unidades de El Brull, Olesa y Vilella Baixa constituyen un gran ciclo transgresivo. Esta tendencia transgresiva quedaba localmente interrumpida por períodos de exposición subaérea, desarrollándose distintos niveles kársticos intra-Muschelkalk inferior.

Las mineralizaciones en el Muschelkalk inferior de los Catalánides se presentan o bien asociadas a los distintos niveles de paleokarst o bien asociadas a los depósitos de *algal-mats* de la Unidad El Brull (fig. 2).

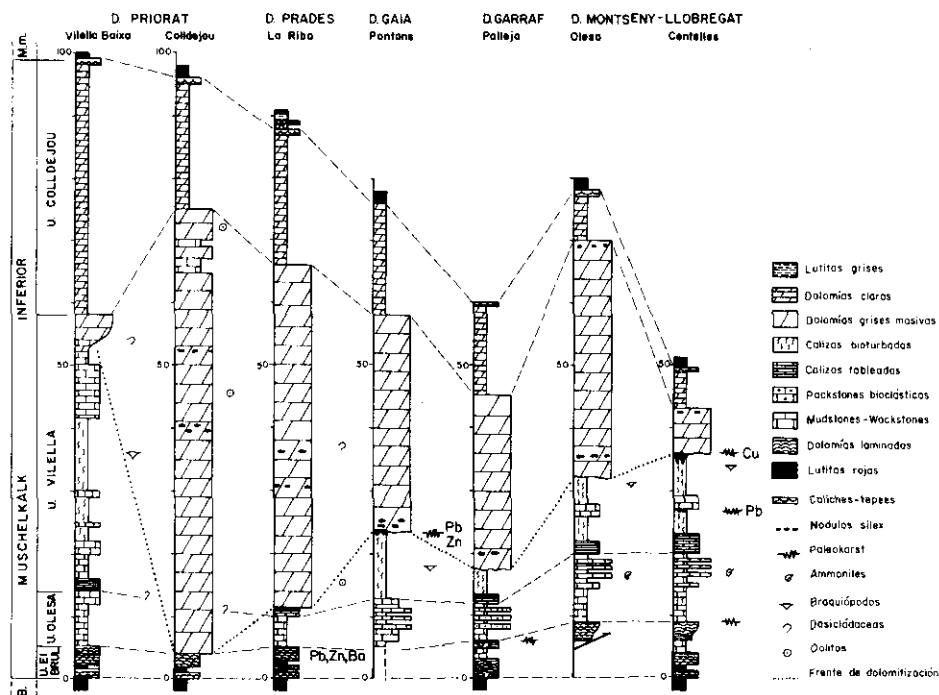


FIG. 2.—Series estratigráficas del Muschelkalk inferior de los Catalánides. Situación de las principales mineralizaciones.

Stratigraphic series of the lower Muschelkalk from the Catalánides. Situation of the main mineralizations.

PALEOKARSTS INTRA-MUSCHELKALK INFERIOR

La presencia de paleokarsts intra-Muschelkalk inferior ha sido puesta de manifiesto por GOTTIS y KROMM (1967), MARZO *et al.* (1983) y RAMON (1985), especialmente en el área noreste de los Catalánides.

RAMON (1985) ha puesto de relieve la presencia de cinco superficies de exposición subaérea distintas en el Muschelkalk inferior del

Dominio Montseny-Llobregat, denominadas informalmente de K1 a K5, distinguiendo un tipo de superficies que presentan desarrollo a escala regional, mientras que otras superficies sólo aparecen de forma local.

En general, a lo largo de los Catalánides, las superficies de paleokarst afectan básicamente a las Unidades El Brull, Olesa y la parte inferior-media de la Unidad Vilella Baixa.

A grandes rasgos estos paleokarsts (fig. 3) presentan la siguiente zonación:

1) *Substrato*. Los procesos kársticos afectan a materiales de diferentes Unidades, por lo que afectan a distintas litologías. Se presentan dos niveles de paleokarst de importancia regional que afectan a la parte alta de las calizas y/o dolomías laminadas de El Brull, o bien a las facies de mudstones bioturbados de la Unidad de Vilella Baixa,

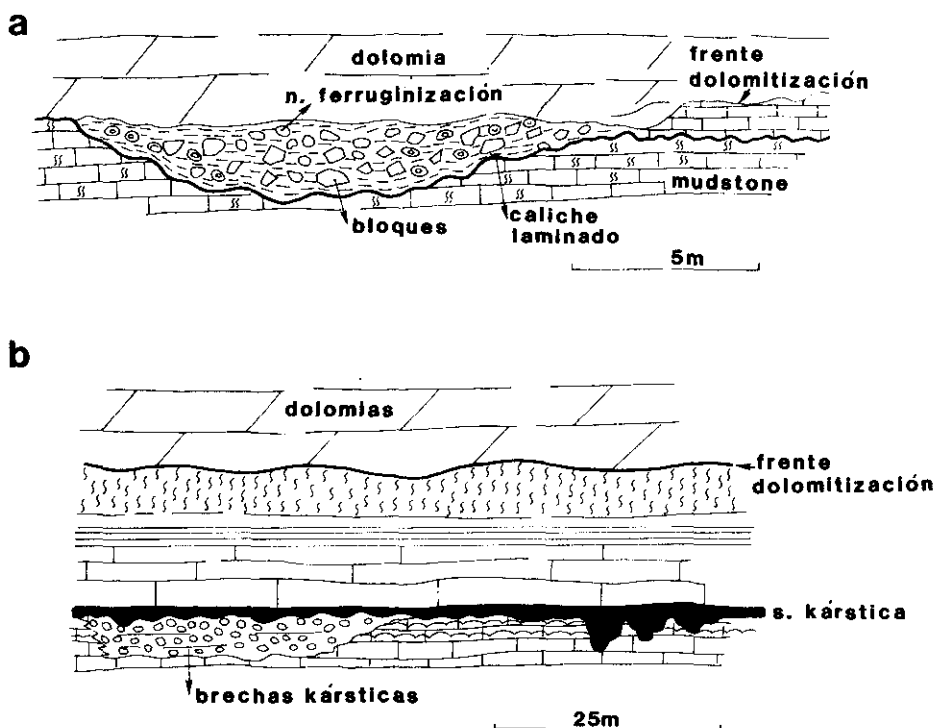


FIG. 3.—Afloramientos de paleokarst intra-Muschelkalk inferior. a) Afloramiento de Pontons. b) Afloramiento de Pallejà.

Paleokarstic outcrops intra-lower Muschelkalk. a) Pontons outcrop. b) Pallejà outcrop.

por lo que, al existir distintos niveles de paleokarst y que afectan a distintas litologías, el substrato presenta características y variaciones en función de los diferentes niveles de palokarst. Los principales rasgos son:

i) En general el proceso de karst sólo afecta a la parte superior del substrato, desarrollándose distintas morfologías superficiales (*surface landforms*).

ii) Localmente el substrato muestra un progresivo desmantelamiento, en forma de bloques subangulosos de centimétricos a métricos. Se interpreta el origen de la disgregación del substrato mediante la acción de raíces (KLAPPA, 1980).

iii) En algunos afloramientos, el substrato se presenta brechificado y chalkificado, mediante un paso lateral y progresivo del substrato no-alterado a alterado.

iv) El substrato en algunos afloramientos presenta desarrollo de porosidad vug de dimensiones centimétricas a decimétricas y rellenas de arcilla, pero sólo interesa a los primeros metros del substrato. Esta zona con porosidad vug equivale al *buried paleokarst* (QUINLAN, 1972; JENNINGS, 1971) o al *subsurface paleokarst* (WRIGHT, 1982).

2) *Morfologías superficiales (surface landforms)*. Las principales morfologías observadas son:

i) Pequeñas depresiones (*runnels*) de 20 a 50 cm. de longitud y 10 a 40 cm. de profundidad, y montículos (*ridges*) de longitud métrica, con la morfología ondulada y suave, que en parte equivalen al tipo de relieve denominado *rundkarren* (SWEETING, 1972).

ii) Depresiones, desarrolladas a favor de discontinuidades (diaclasas?) del substrato. Las depresiones penetran hasta 10 m. o más en el substrato. En algunos casos, las depresiones, hacia la parte superior tienden a abrirse en forma de embudo. Este tipo de relieve superficial es denominado *kluftkarren* (SWEETING, 1972). Cuando afectan a dos sistemas perpendiculares de discontinuidades la morfología recuerda a los *clints and grikes* de JAMES y CHOQUETTE (1985).

iii) Depresiones, de 10 m. o más, de diámetro y de 1 a 2 m. de profundidad y forma redondeada. Estas depresiones se interpretan como pequeñas dolinas (SWEETING, 1972; ESTEBAN y KLAPPA, 1983; JAMES y CHOQUETTE, 1985).

3) *Nivel lutítico rojo con cantos y bloques*. Estos materiales rellenan los distintos tipos de depresiones. Este nivel presenta los siguientes caracteres:

i) Presencia de dolmicritas margosas laminadas ocre, situadas directamente encima del relieve superficial, de pocos centímetros de espesor y pocos metros de longitud. Se interpretan como caliches laminados (MULTER y HOFFMEISTER, 1967; ROBBIN y STIPP, 1979).

ii) Facies de bloques y arcillas rojas y/o amarillentas. Los bloques miden de 10 a 1 m. de longitud, son de la misma naturaleza del substrato y se disponen subhorizontalmente. No se presenta en todos los paleokarsts. Los bloques se disponen en la base de los horizontes, mientras que en la parte superior dominan las arcillas y calcilutitas. Según GOTTIS y KROMM (1967) las arcillas están constituidas por illita, motmorillonita y kaolinita. El conjunto del nivel se interpreta como un regolito (RIDING y WRIGTH, 1981).

iii) Localmente en algunas depresiones se presentan niveles de calcisiltitas y calcilutitas con laminaciones milimétricas.

MINERALIZACIONES

INTRODUCCIÓN

En las unidades del Muschelkalk inferior de El Brull, Olesa y Vil·la Baixa se encuentran numerosos indicios de sulfuros, carbonatos y sulfatos de Pb-Zn y baritina (SAGRISTA *et al.*, 1980, y MATA, 1982), asociadas a superficies paleokársticas o a niveles de *algal-mats*. Estos indicios se localizan a lo largo de los diferentes Dominios de los Catalánides confiriéndoles a estas mineralizaciones un carácter claramente regional (fig. 1).

MINERALIZACIONES LIGADAS A PALEOKARSTS

En los Dominios Montseny-Llobregat-Garrafi-Gaià y Priorat-Baix Ebre las mineralizaciones de Pb-Zn-Ba están asociadas a paleokarsts intra-Muschelkalk inferior. Las fases minerales principales son galena, esfalerita, baritina y calaminas (smithsonita, cerusita, hematites, limonita), siendo las asociaciones minerales mayoritarias galena-esfalerita y galena-baritina.

En las localidades de Vallirana y de Pontons, ambas localizadas en el Dominio Montseny-Llobregat-Garrafi-Gaià (fig. 1), se encuentran

las mineralizaciones más importantes de Pb-Zn-Ba asociadas a paleokarsts, ambas han sido explotadas en galería hasta fechas recientes.

VALLIRANA

Las mineralizaciones de Pb-Zn-(Ba) de Vallirana se extienden hasta Begas, población situada unos kilómetros al Sur, en donde se encuentran algunos indicios minerales de Pb-(Ba). La mineralización se encuentra situada en un nivel kárstico desarrollado en dolomías tableadas de la Unidad de Vilella Baixa, dolomitizada en su práctica totalidad. El paleokarst presenta una morfología con pequeñas depresiones que correspondería a un relieve muy suave de tipo *rundkarren* (SWEETING, 1972). El relleno kárstico está formado principalmente por lutitas rojas y material calcáreo grosero, resultado de los procesos de disolución-desagregación que afectan a la roca encajante.

La mineralización formada básicamente por galena y baritina, con esfalerita y cerusita como minerales accesorios, se sitúa entre los materiales de relleno kárstico como disseminación y en pequeños niveles de 1 ó 2 cm. de potencia y algunos metros de extensión, siendo singénica al relleno del karst. La mineralización también se encuentra dispuesta aprovechando las pequeñas juntas de estratificación, y a partir de ellas se produce un proceso de reemplazamiento, dando lugar a una mineralización que se va disseminando hacia la base del estrato. Este proceso se repite en los pequeños estratos de 5 a 15 cm. de espesor en un tramo que puede tener hasta 2 m. de potencia, dando un aspecto al afloramiento de diferentes niveles mineralizados. Es en este tipo de morfología en donde se encuentra el mayor volumen de mineralización (fig. 4).

La baritina es la primera fase en precipitar. Los cristales de baritina crecen a partir de la calcita, posteriormente dolomitizada, o a partir de un núcleo; en ambos casos en forma radiada. Posteriormente, la baritina es reemplazada en parte por galena, ésta se presenta generalmente en cristales idiomórficos. Recubriendo la porosidad se reconoce localmente un material lutítico finamente laminado anterior a la baritina. Hay un único ciclo mineralizante en el que se pasa de un medio en el que precipita la baritina a un medio reductor en el que precipita la galena.

PONTONS

La mineralización de Zn-Pb de Pontons está asociada a un paleokarst desarrollado sobre las calizas bioturbadas de la Unidad de Vilella Baixa. El paleokarst presenta una gran bolsa de unos 10 m. de

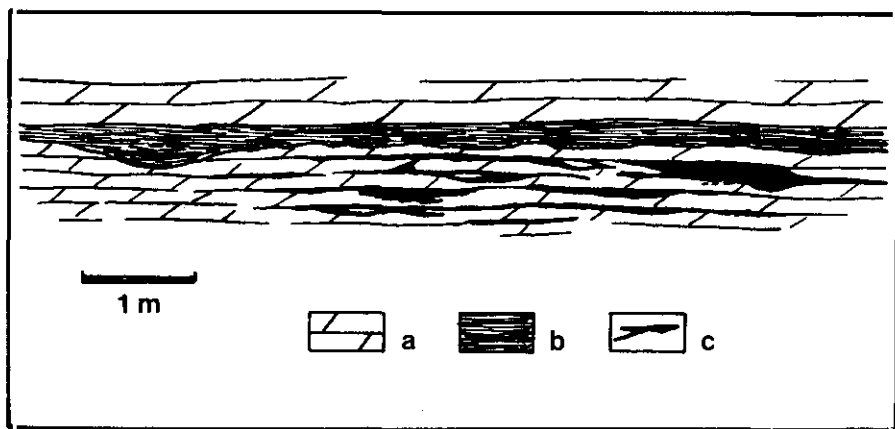


FIG. 4.—Representación esquemática del karst de Vallirana y de la mineralización asociada. a) Dolomía. b) Sedimento kárstico. c) Mineralización de galena y baritina.

Schematic representation of the Vallirana karts and its associated mineralization. a) Dolostone. b) Karstic sediment. c) Mineralization of galena and baryte.

diámetro y unos 2 m. de profundidad, que se correspondería con una pequeña dolina, así como una serie de depresiones de tamaños variables y diferentes niveles kársticos que se sitúan en las juntas de estrato. En conjunto es un relieve con pequeñas depresiones y una bolsa kárstica de mayores dimensiones que puede llegar a afectar al substrato calcáreo en su conjunto hasta tres metros de profundidad (fig. 5).

El material de relleno del paleokarst está formado por los productos residuales de la disolución del encajante, cantos del substrato y por posibles aportes externos. La mineralización es singenética al relleno kárstico, estando formada por esfalerita, galena, sulfuros de Fe (pirita y marcasita), más o menos oxidados, y calaminas, principalmente smithsonita. La esfalerita se dispone en bandas o bien formando pequeños niveles de pocos centímetros de potencia junto a lutitas. También se observa una alternancia de bandas de esfalerita y galena, si bien esta última se presenta generalmente dispersa en los sedimentos paleokársticos.

Son frecuentes los niveles de smithsonita con estructuras *boxwork*. Este mineral también es abundante diseminado en los fangos que rellenan el paleokarst, en los que es común la presencia de cerusita, también presente como producto de alteración de la galena. Más rara es la hidrocincita como mineral de alteración de la esfalerita y smithsonita.

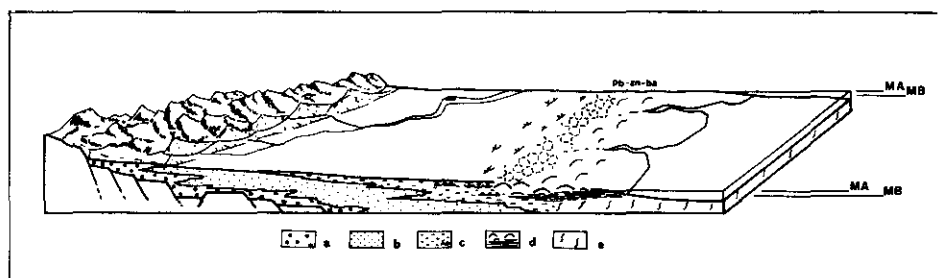


FIG. 5.—Karst mineralizado de Pontons. a) Calizas bioturbadas. b) Caliza mudstone. c) Dolomía. d) Mineralización y sedimento kárstico. e) Chert.

Mineralized karst of Pontons. a) Bioturbated limestone. b) Mudstone limestone. c) Dolostone. d) Karst mineralization and karstic sediment. e) Chert.

En algunas áreas caracterizadas por presentar depósitos de baja energía, básicamente lutitas, se aprecia una cierta ciclicidad en la mineralización. Se observa cómo a la deposición de los fangos smithsoníticos, en la que predomina una deposición mecánica, le sigue la formación de un nivel de 3 ó 4 cm. de esfalerita, en la que predomina la precipitación química sobre los procesos mecánicos, y una variación del quimismo del medio a un ambiente reductor. El techo de este nivel de esfalerita está erosionado frecuentemente por el siguiente ciclo de relleno del karst.

La superficie kárstica de Pontons coincide con el límite inferior del frente de dolomitización en esta zona. Los materiales lutíticos del karst, en parte afectados por la dolomitización, han actuado de tampón a los líquidos dolomitizantes. Este hecho explica la abundancia de cherts por encima del nivel kárstico, que estarían asociados al frente de dolomitización (fig. 5).

PAULS

En Pauls, situado en el Dominio de Priorat-Baix Ebre (fig. 1) se localiza una mineralización de Pb-Ba asociada a un paleokarst brechado desarrollado a techo de la Unidad de Vilella Baixa (fig. 2). La mineralización se emplaza cementando las brechas del karst, abundando la pirita y la marcasita junto a la galena y baritina.

CENTELLES

En Centelles, situado en el Dominio del Montseny-Llobregat-Garraf-Gaià (fig. 1), se localiza una mineralización de Cu asociada al paleo-

karst K-5 de RAMON (1985), formada principalmente por calcosina, malaquita y azurita. También en Centelles, en el paleokarst K-4 de RAMON (1985) la mineralización es de Pb, encontrándose galena disseminada en las arcillas del nivel paleokárstico.

MINERALIZACIONES LIGADAS A ALGAL-MATS

Las mineralizaciones encontradas en el Muschelkalk Inferior del Dominio de Prades presentan unas características diferentes a las del resto de los Catalánides. En este Dominio las mineralizaciones se encuentran asociadas a las facies de *algal-mats* del tramo basal del Muschelkalk Inferior (Unidad de El Brull) (fig. 2). En la parte oriental de Prades, en Picamoixons, los *algal-mats* son ricos en materia orgánica, observándose algunas pequeñas bandas carbonáceas, este tramo presenta un alto contenido en Zn, Pb y Ba. La sedimentación algal, rica en materia orgánica, representa un medio ideal para atrapar los elementos mineralizantes y acumularlos juntos a ésta, a medida que la sedimentación del tramo se completa (fig. 7).

En el extremo occidental del Dominio de Prades, en Ciurana, se encuentra una mineralización de cristales de esfalerita dispuestos en la porosidad fenestral de la facies de *algal-mats* de la Unidad El Brull.

HIPÓTESIS GENÉTICA

Los paleokarsts intra-Muschelkalk inferior se formarían a causa de un descenso del nivel del mar que expondría subaéreamente una superficie más o menos grande de la plataforma. Esta superficie se vería afectada por procesos kársticos de disolución y posterior relleno de las cavidades producidas, que ocasionalmente pueden haber sido rellenadas en parte por mineralizaciones, principalmente de Pb-Zn-Ba. Si se produce una subida del nivel del mar el paleokarst es fosilizado por los sedimentos carbonatados que de nuevo se forman y depositan (fig. 6).

La génesis de estos depósitos asociados a paleokarsts se corresponde con procesos de relleno kárstico, con etapas de deposición mecánica y etapas de precipitación química en un medio acuoso, con un quimismo del medio que variaría desde un ambiente oxidante en el que precipitarían básicamente sulfatos y carbonatos (cerusita, smithsonita) a un ambiente reductor básico en el que se produciría la precipitación de sulfuros (esfalerita, galena, pirita) (BERNARD, 1977).

La fuente de los metales en las mineralizaciones asociadas a paleokarsts pueden estar, en parte, en los mismos carbonatos del Mus-

chelkalk inferior, que al ser disueltos liberarían los diferentes elementos mineralizantes. El volumen de carbonatos disueltos es escaso en relación con el stock metálico presente, por lo que el mayor aporte de los elementos mineralizantes se produciría a partir de la lixiviación de materiales del continente, pertenecientes al Paleozoico, que en los sectores analizados de los Catalánides presenta una fuerte anomalía en Pb-Zn-Cu-Ba (CASAS, 1979, y FONT, 1983).

Los *algal-mats*, ricos en materia orgánica, presentan un alto contenido en Pb, Zn y Ba. Estos elementos se acumulaban en las facies

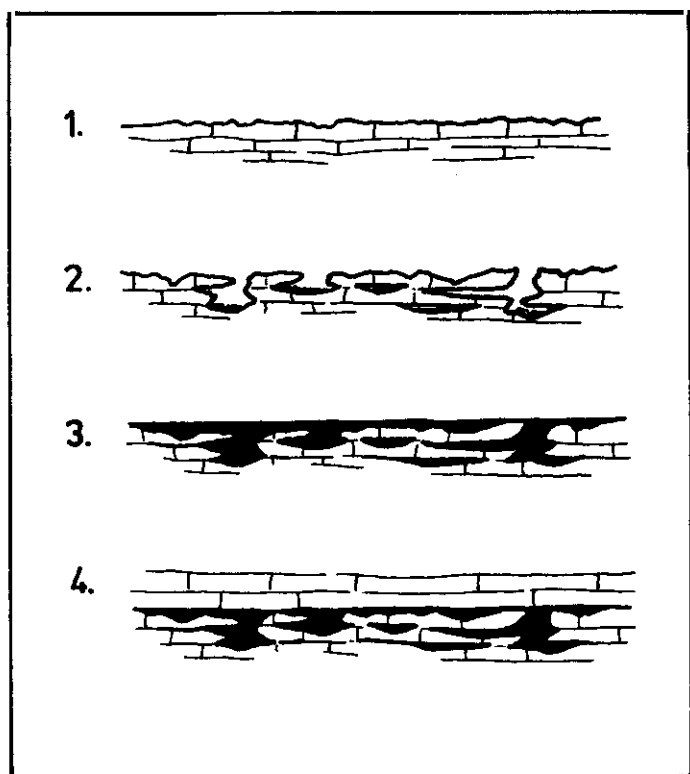


FIG. 6.—Relleno kárstico y mineralización. 1) Descenso relativo del nivel del mar e inicio de los procesos de karstificación.—2) Estos pueden ser más o menos intensos dependiendo del grado de los procesos y duración de la exposición sub-aérea.—3) El karst se colmata de sedimentos, pudiendo presentar mineralizaciones.—4) Ascenso relativo del nivel del mar, restableciéndose la sedimentación carbonatada.

Karstic filling and mineralization. 1) Relative sea level fall and starting of karstic processes.—2) These processes depend on their grade and the subaerial exposure time.—3) The karst system is filled by sediments, mineralized or not.—4) Relative rise of sea level and carbonate sedimentation restarted.

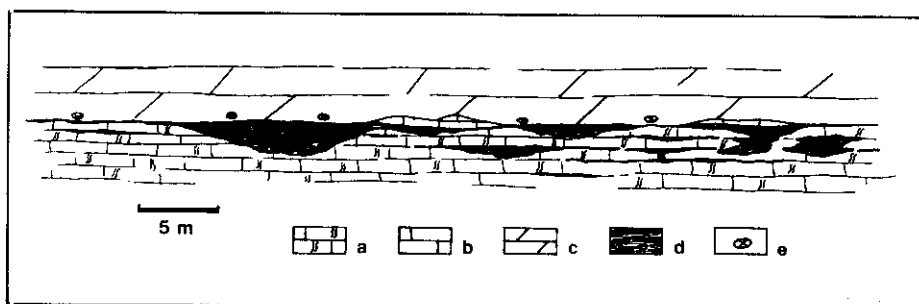


FIG. 7.—Ambiente deposicional de las facies de algal-mats. a) Conglomerados (Buntsandstein). b) Areniscas (Buntsandstein). c) Lutitas, con niveles de evaporitas y paleosuelos (Buntsandstein). d) Facies de algal-mats (Muschelkalk). e) Calizas bioturbadas (Muschelkalk). Figura esquemática, sin escala.

Depositional environment of the algal-mats facies. a) Conglomerates (Buntsandstein). b) Sandstones (Buntsandstein). c) Shales, with evaporites and paleosol levels (Buntsandstein). d) Algal-mats facies (Muschelkalk). e) Bioturbated lime (Muschelkalk). Schematic figure, without scale.

algales, mientras éstas se formaban. La fuente de los metales proven-
dría de la lixiviación del continente (fig. 7).

Con respecto a la mineralización de esfalerita de Ciurana parece
tener un carácter epigenético a la sedimentación algal.

En Europa se encuentran numerosos ejemplos de yacimientos de
Pb-Zn-Ba en medio carbonatado, de éstos, con algunos aspectos y
características similares a las mineralizaciones descritas, podemos des-
tacar las de Les Malines (Francia) (FOGLIERINI *et al.*, 1967; FOGLIE-
RINE *et al.*, 1980), Cerdeña (Italia) (BONI, 1985), Salafossa (Italia)
(LAGNY, 1975), Alpujarrides (España) (MARTIN *et al.*, 1984), Bleiberg-
Kreuth (Austria) (BECHSTARD, 1983) y Alta Silesia (Polonia) (SASS-
GUSTKIEWICZ, 1975a y b).

CONCLUSIONES

1. Las mineralizaciones de Pb-Zn-Ba, presentes en el Muschelkalk
inferior de los Catalánides, de edad Anisiense, se corresponden con
mineralizaciones estratoligadas asociadas a paleokarsts o al nivel basal
de algal-mats en el Dominio de Prades.

2. Las mineralizaciones asociadas a paleokarsts son singenéticas
al relleno kárstico, al igual que las asociadas a *algal-mats* que son sin-
genéticas a la sedimentación algal. Ambos tipos de mineralizaciones
son de edad Anisiense.

3. La paragénesis presentes en los diferentes depósitos es muy simple. Se encuentran como fases minerales principales galena, esfalerita y baritina, siendo frecuentes las asociaciones galena-esfalerita y galena-baritina.

4. La génesis de los depósitos puede ser compleja, con varias etapas mineralizantes (Pontons) o bien presentar una única etapa mineralizante (Vallirana).

5. Se propone un modelo singenético-supergénico en el que la fuente principal de los elementos mineralizantes proviene de la lixiviación del continente, básicamente de los materiales Paleozoicos.

6. Las conclusiones precedentes permiten definir una serie de parámetros susceptibles de ser utilizados como guías de prospección para el Pb-Zn-Ba en el Muschelkalk inferior del Triásico de los Catalánides.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Rosa María Guillén la traducción al inglés del resumen. Asimismo agradecen la colaboración de Julia Abad (mecanografía) y Joan Ros y Berta Andrés (delineación).

BIBLIOGRAFIA

- AMSTUTZ, G. C. (1962): «L'origine des gîtes minéraux concordants dans les roches sédimentaires». *Chronique des Mines et de la Rech. min.*, 308, pp. 115-126.
- ANADON, P.; COLOMBO, F.; ESTEBAN, M.; MARZO, M.; ROBLES, S.; SANTANACH, P., y SOLE SUGRAÑES, LL. (1979): «Evolución tectonoestratigráfica de los Catalánides». *Acta Geol. Hispánica*, 14, pp. 242-270.
- BECHSTADT, T., y DOHLER-HIRNER, B. (1983): «Lead-zinc deposits of Bleiberg-Kreuth». En: *Carbonate Depositional Environment* (Ed. por P. A. Scholle; D. G. Bebout y C. H. Moore). AAPG, Mem. 33, pp. 55-63.
- BERNARD, A. J. (1977): «Quelques réflexions sur la genèse des gisements du type "Vallée du Mississippi"». *Sciences de la Terre*, 21 (3), pp. 271-302.
- BONI, M. (1985): «Les gisements de type Mississippi Valley du Sud-Ouest de la Sardaigne (Italie): une synthèse». *Chron. rech. min.*, 479, pp. 7-34.
- CALVET, F., y RAMÓN, X. (1985): «Estratigrafía, sedimentología y diagénesis del Muschelkalk inferior de los Catalánides». (Este volumen.)
- CASAS, A. (1979): *Estudio litogeoquímico del Paleozoico del Macizo del Montseny y su aplicación a la prospección minera*. Mem. Tesis Doctoral. Univ. Barcelona, Inédito, 315 pp.
- ESTEBAN, M., y KLAPPA, K. (1983): «Subaerial exposure environment». En: *Carbonate Depositional Environment* (Ed. por P. A. Scholle; D. G. Bebout y C. H. Moore), AAPG Memoir 33, pp. 1-54.

- FOGLIERINI, F., y BERNARD, A. (1967): «L'histoire géologique d'un gisement stratiforme plombo-zincifère: Les Malines». En: *Genesis of Stratiform Lead-Zinc-Barite-Fluorite Deposits in Carbonate Rocks (Mississippi Vayell Type Deposits)* (Ed. por J. S. Brown). Econ. Geol., Mon. 3, pp. 294-307.
- FOGLIERINI, F.; BERNARD, A., y VERRAES, G. (1980): «Le gisements des Malines (Gard)». En: «Gisements français». *Mem. du B.R.G.M.*, núm. 112, Fasc. E5, 56 pp.
- FONT, X. (1983): *Estudio de las mineralizaciones del Macizo del Montseny-Guilleries (Barcelona-Girona) y su aplicación a la prospección geoquímica de las redes de drenaje*. Tesis Doctoral. Edit. Dpto. de Prospección Geológica y Geofísica (Univ. Barcelona), 2 vols., 534 pp.
- GOTTIS, M., y KROMM, F. (1967): «Sur l'existence d'un épisode régressif au sein du Muschelkalk inférieur sur la bordure occidentale du Massif catalan». *Actes Soc. Linnéenne Bordeaux*, 104, pp. 3-4.
- JAMES, N. P., y CHOQUETTE, P. W. (1985): «Diagenesis 9. —Limestones—. The Meteoric diagenetic environment». *Geoscience Canada*, 11, pp. 161-194.
- JENNINGS, J. N. (1971): *Karst*. The M.I.T. Press, Cambridge, 252 pp.
- KLAPPA, K. (1980): «Brecciation textures and tepee structures in quaternary calcretes (caliche) profile from eastern Spain». *Geological Journal*, 15, pp. 81-89.
- LAGNY, PH. (1975): «Le gisement plombo-zincifère de Salafossa (Alpes italiennes orientales). Remplissage d'un paléokarst triasique par des sédiments sulfurés». *Mineral. Deposita*, 10, pp. 345-361.
- MARTÍN, J. M.; TORRES-RUIZ, J.; VELILLA, N., y FENOLL, P. (1984): «Paleokarstic lead —(zinc)— Fluorite deposits in shallowing upward sequences in the Triassic of the Alpujarrides (Betic Cordillera, Southern Spain)». En: *Syntegensis and Epigenesis in the Formation of Mineral Deposits*. (Ed. por A. Wauschkuhn, C. Kluth y R. A. Zimmermann). Springer-Verlag, Berlín, Heidelberg, pp. 438-447.
- MARZO, M.; CALVET, F., y ORTÍ, F. (1983): «Estudio geológico a escala 1:200.000 del Maestrazgo y de la mitad de los Catalánides. Síntesis del Triásico». IGME (en prensa), 195 pp.
- MARZO, M., y CALVET, F. (1985): *Guía de la excursión al Triásico de los Catalánides*. II Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Pérmico y Triásico de España, La Seu d'Urgell, 23-25 septiembre 1985, 175 pp.
- MATA, J. M. (1982): *Els minerals de Catalunya*. Mem. Tesis. Doctoral. Universitat de Barcelona. Inédito, 1541 pp.
- MULTER, H. G., y HOFFMELSTER, J. E. (1968): «Subaerial laminated crust of the Florida Keys». *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 79, pp. 183-192.
- QUINLAN, J. F. (1972): «Karst-related mineral deposits and possible criteria for the recognition of paleokarsts: A review of preservable characteristics of Holocene and older karst terranes». 24 th IGC Section 6. *Stratigraphy*, pp. 156-168.
- RAMÓN, X. (1985): *Estratigrafía y sedimentología del Muschelkalk inferior del Dominio Montseny-Llobregat*. Tesis licenciatura. Departamento de Petrología. Universitat de Barcelona, 100 pp.
- RIDING, R., y WRIGHT, P. (1981): «Paleosols and tidal-flat/lagoon sequences on a carboniferous carbonate shelf: Sedimentary associations of triple discontinuities». *Jour. Sed. Petrol.*, 51, pp. 1323-1339.
- ROBBIN, D. M., y STIPP, J. J. (1979): «Depositional rate of laminated soilstone crusts, Florida Keys». *Jour. Sed. Petrol.*, 49, pp. 175-180.
- SAGRISTA, R.; VILADEVALL, M.; FONT, X.; PERIS, A., y PALACIOS, J. (1980): «Aperçu sur les mineralisations plombo-zincifères du Trias carbonate de Barcelona

- (Espagne)». En: *Cristallisation, deformation, dissolution des carbonates*. (Ed. por L. Humbert). Bordeaux, pp. 413-420.
- SASS-GUSTKIEWICZ, M. (1975a): «Stratified sulfide ores in karst cavities of the Olkusz mine (Cracow-Silesian Region, Poland)». *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 45 (1), pp. 63-68.
- SASS-GUSTKIEWICZ, M. (1975b): «Zinc and lead mineralization in collapse breccias of the Olkusz mine (Cracow-Silesian Region, Poland)». *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 45 (3/4), pp. 303-326.
- SOLÉ-SUGRAÑES, L.I. (1978): «Alineaciones y fracturas en el sistema catalán según las imágenes LANDSTAT-1». *Tecniterrae*, 22, pp. 6-16.
- SWEETING, M. M. (1972): *Karst Landforms*. Macmillan Press. London, 362 pp.
- WRIGHT, V. P. (1982): «The recognition and interpretation of paleokarsts: Two examples from the Lower Carboniferous of South Wales». *Jour. Sed. Petrol.*, 52, pp. 83-94.