

Características petrológicas de las areniscas del Carbonífero de facies Culm de la isla de Menorca.

Por J. ROSELL (*) y J. ARRIBAS (**)

RESUMEN

Las facies Culm (Viseense Terminal o Namuriense Inferior) de la isla de Menorca son el resultado de la sedimentación, de más de 4.000 m. de potencia, de depósitos turbidíticos. Estos depósitos están formados por cuerpos canaliformes de areniscas de grano grueso y conglomerados de cantos de tamaño fino, e intercalados entre depósitos predominantemente lutíticos (*thin beds turbidites*), interpretados como producto del desbordamiento de los canales cuando eran activos.

Los depósitos arenosos que rellenan los canales son grauvacas con una matriz de origen diagenético producto de la deformación y disgregación de fragmentos lábiles. No obstante, la composición original de dichos depósitos sería más litoarenítica (Q₆₅ F₁₀ FR₂₅).

Del análisis de los contenidos de los distintos componentes del esqueleto se deducen unas áreas fuentes fundamentalmente epicrustales (rocas metamórficas de bajo grado y sedimentarias), junto con un aporte de rocas ígneas granudas y volcánicas espilitizadas. Con respecto al volcanismo, se concluye que fue anterior a la sedimentación de las facies Culm.

La constancia de la composición de las areniscas a lo largo de la serie estratigráfica, así como la gran madurez composicional y textural de las mismas, hace pensar en un retrabajamiento y homogeneización de los depósitos en etapas previas a su sedimentación, por lo que se infiere la existencia de una plataforma siliciclástica que nutrió a las facies Culm.

Palabras clave: Areniscas, Carbonífero, Petrología y procedencia, Menorca, España.

ABSTRACT

The Culm facies (youngest Visean or early Namurian) of the Island of Minorca is represented by more than 4.000 m. of turbidite deposits. They consist of microconglomeratic sandstones interbedded in thin-bedded turbidites interpreted to represent overbank deposits of active channels.

The sandstones of the channels are greywackes with a diagenetic matrix produced by the deformation and desintegration of labile fragments. Therefore the original composition of these deposits has been more lithoarenitic (Q₆₅ F₁₀ RF₂₅).

Optical analysis of different framework components indicate essentially epicrustal source areas (low-grade metamorphic rocks and sedimentary rocks) together with a contribution of granitic igneous and spilitized volcanic rocks. The volcanic activity was probably prior to the deposition of the Culm facies.

A significant reworking and homogenization previous deposition is deduced by the high monotony of sandstone composition and maturity of these deposits. This may indicate the existence of a siliciclastic platform which acted as source area for the Culm facies.

Key words: Sandstones, Carboniferous, Petrology and provenance, Minorca, Spain.

1. INTRODUCCION

Menorca es la única isla balear en la que aflora ampliamente el Paleozoico. Su estratigrafía constituye un punto de referencia en los estudios

geológicos del Mediterráneo occidental y de obligada consulta en los análisis de cuenca de las series paleozoicas del N de Africa, Península, S de Francia, Córcega y Cerdeña (BOURROUILH et al., 1980).

(*) Departamento de Geología. Universidad Autónoma de Barcelona.

(**) Departamento de Petrología y Geoquímica. Universidad Complutense de Madrid.

Los materiales carboníferos afloran en tres áreas situadas en la mitad N de la isla (fig. 1) (ROSELL y ELIZAGA, 1989). El área más occidental, cuyos

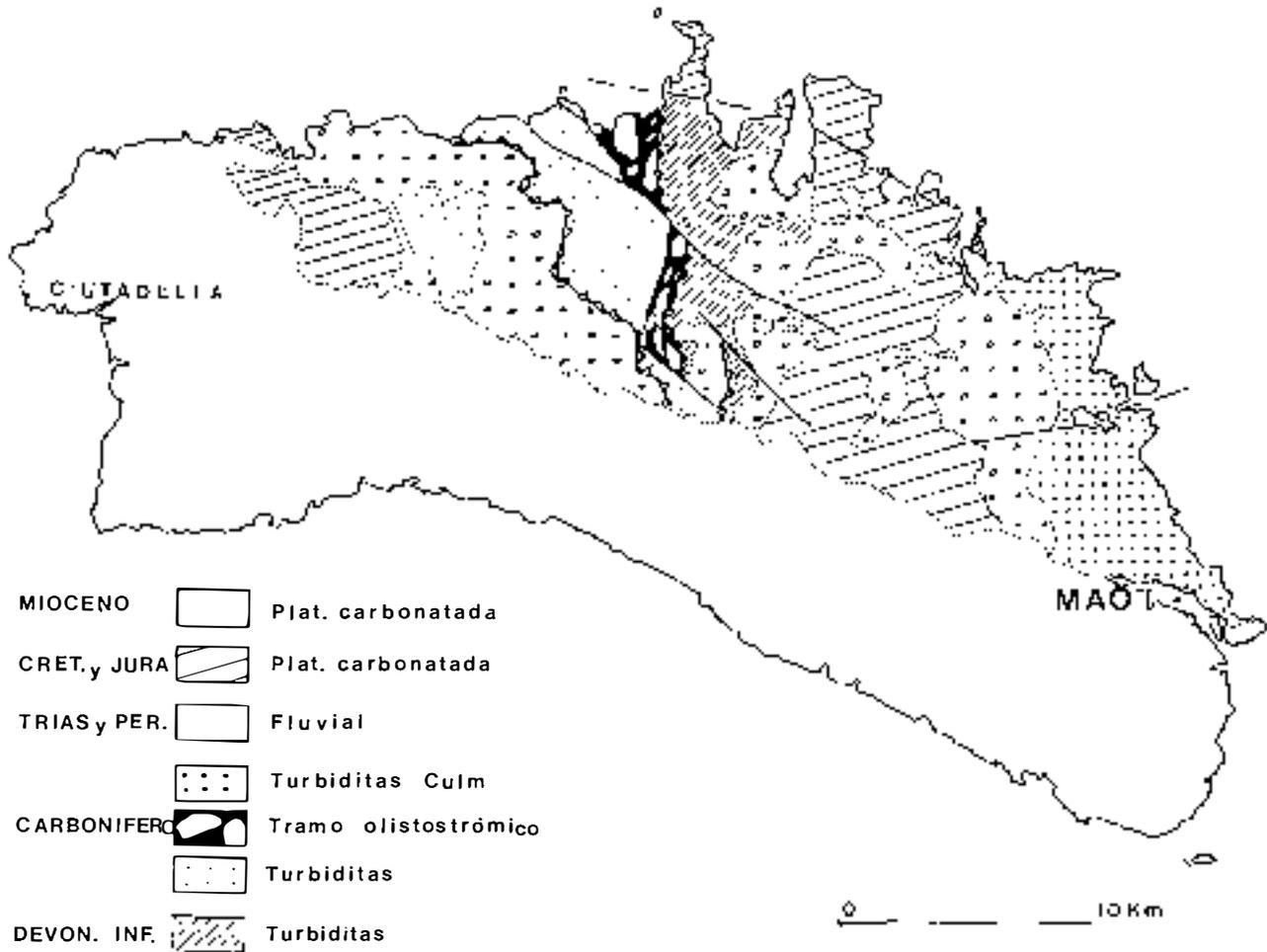


Figura 1.—Esquema geológico de la isla de Menorca.

materiales son del Carbonífero Inferior (Tournaisiense-Viseense), está formada por una serie mixta siliciclástica carbonática; las capas son el resultado de la sedimentación debida a flujos gravitativos, probablemente con dos áreas de aporte de distinta composición. El área central, de igual composición litológica y edad ligeramente más moderna que la anterior, presenta intercalado en la parte alta de la serie aflorante un enorme nivel olistostrómico. Estos materiales se hallan cabalgados por las turbiditas del Devónico Inferior. Por último, el área más oriental corresponde a una potente serie turbidítica del Carbonífero Inferior (Viseense y a lo sumo la parte inferior del Namuriense), y ha venido calificándose como de facies Culm. El estudio de la

petrología de los depósitos paleozoicos está justificado por la escasa información que existe sobre el tema en dichos materiales, ya no solamente en las series de Menorca, sino también en las de la Península. Dicha información puede ayudar a resolver los problemas que se plantean a nivel paleogeográfico en el Mediterráneo occidental.

2. EL CARBONIFERO DEL AREA ORIENTAL DE LA ISLA

La serie estratigráfica del Carbonífero al N de Maó, presenta una considerable potencia (más de 4.000 m.) y una gran homogeneidad de fa-

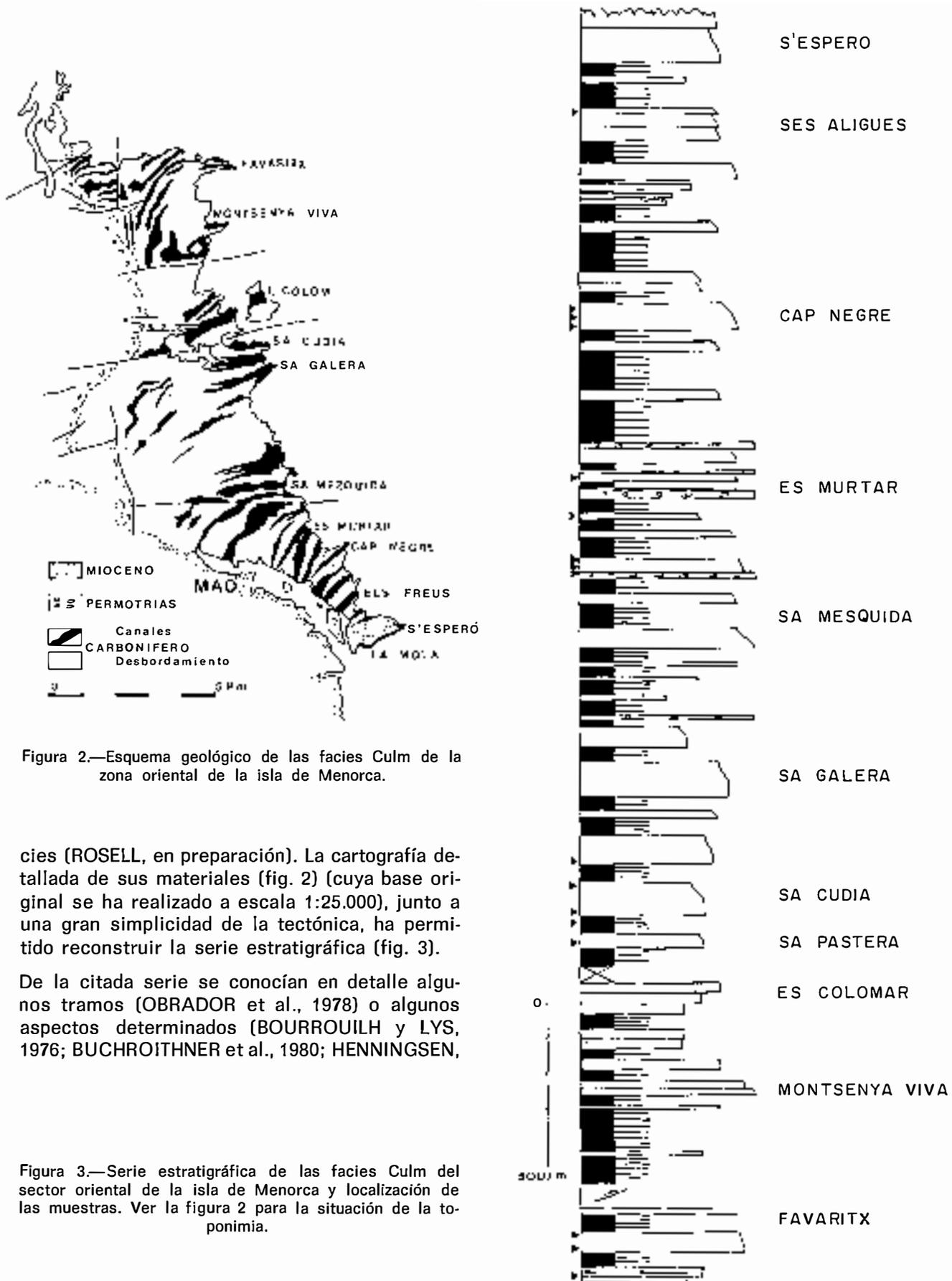


Figura 2.—Esquema geológico de las facies Culm de la zona oriental de la isla de Menorca.

cies (ROSELL, en preparación). La cartografía detallada de sus materiales (fig. 2) (cuya base original se ha realizado a escala 1:25.000), junto a una gran simplicidad de la tectónica, ha permitido reconstruir la serie estratigráfica (fig. 3).

De la citada serie se conocían en detalle algunos tramos (OBRADOR et al., 1978) o algunos aspectos determinados (BOURROUILH y LYS, 1976; BUCHROITHNER et al., 1980; HENNINGSEN,

Figura 3.—Serie estratigráfica de las facies Culm del sector oriental de la isla de Menorca y localización de las muestras. Ver la figura 2 para la situación de la toponimia.

1982; STATTEGGER, 1979), pero sus características globales y en especial sus características petrológicas son poco conocidas.

Tanto la base (al N del Cabo Favaritx) como el techo (al S de la Mola) de la serie estratigráfica, se hallan por debajo del nivel del mar. Las muestras palinológicas del Cabo Favaritx y las de la península de la Mola constatan la edad Viseense Superior-Namuriense Inferior (determinación P. HOCHULI), que ya BOURROUILH (1973) les había asignado.

La serie carbonífera está formada por una monótona serie predominantemente lutítica, con intercalaciones de cuerpos canalizados de areniscas: En los cuerpos lutíticos, y debido a su fácil erosionabilidad, se han modelado, por lo general, las «calas», mientras que los cuerpos areniscos, mucho más resistentes, forman los cabos más importantes de separación de las mismas.

Los cuerpos canalizados de areniscas están formados por un reducido número de potentes capas (frecuentemente entre 3 y 8 m. de potencia máxima), con granulometrías dominantes que oscilan entre areniscas de grano grueso, muy grueso y microconglomerados. Dichos depósitos se presentan con *coarse tail grading*, frecuentes amalgamaciones y sin estructuras internas hidrodinámicas (a veces se observan laminaciones paralelas o cruzadas). En la mitad superior de la serie aparecen masas conglomeráticas intercaladas que corresponden, bien a verdaderas coladas fangosas (*mud supported*) o bien forman niveles de cantos sin matriz y sin organización interna alguna. Estos últimos depósitos inicialmente formaban parte de una colada fangosa de la que por incorporación de agua fue posible generar una turbidita, dejando los cantos como testimonio de un depósito residual.

Los tramos predominantemente lutíticos están formados por ortopizarras a las que se intercalan delgadas capas de areniscas de grano fino a muy fino, definibles mediante la secuencia de Bouma (las más frecuentes son del tipo T_{c-e}, si bien existen algunas del tipo T_{b-c}, siendo muy raras las T_{a-e}). También presentan capas intercaladas de areniscas de grano grueso y microconglomerados con estructuras tractivas (facies B₂ en el sentido de MUTTI y RICCI LUCCHI, 1972).

Los cuerpos canalizados se interpretan como

la fosilización deposicional de verdaderos canales y de locales, pero amplios, *scourings*. Las facies finas (lutitas) corresponderían a depósitos de desbordamiento cuando los canales eran activos.

3. PETROLOGIA DE LAS FACIES CULM

3.1. METODOLOGIA

El estudio petrológico de las facies Culm se ha realizado sobre un muestreo de las areniscas que constituyen el relleno de los canales principales de la serie comentada anteriormente. Se han recogido un total de 17 muestras de areniscas de tamaño de grano medio y medio-fino, restringiéndose a este intervalo de tamaños para poder comparar los análisis cuantitativos de sus componentes sin perjuicio de cometer errores relacionados con el tamaño de los clastos.

Se ha realizado un conteo exclusivo de los componentes constitutivos del esqueleto de la roca consistente en la contabilización de 400 puntos. Los distintos componentes detríticos han sido clasificados en distintas clases mineralógicas y texturales, siguiendo los criterios de DICKINSON (1970) y modificados por ZUFFA (1980). Para una mejor identificación de la mineralogía tanto de feldespatos como de carbonatos se han utilizado tinciones selectivas de las mismas (CHAYES, 1952; LINDHOLM y FINKELMAN, 1972, respectivamente). Además, se han realizado medidas de la extinción de granos de plagioclasa sobre platina universal para conocer la composición mineralógica de las mismas siguiendo el método zonal de RITTMANN y EL HINNAWI (1961).

3.2. TEXTURAS Y COMPOSICION GENERAL

Las areniscas muestreadas de las facies Culm de Menorca se encuentran en un intervalo clasométrico comprendido entre 0,8 mm., y 0,2 milímetros. Dentro de este intervalo, las areniscas correspondientes a depósitos tractivos (facies B₂) presentan los tamaños de grano medio más grueso (0,5-0,8 mm.). La selección media de los depósitos turbidíticos oscila entre los términos de «bien seleccionados» y «moderadamente bien seleccionados» (S₀=1,2-2,0 de BEARD y

WEYL, 1973). Son los depósitos tractivos B₂ los que presentan una mejor selección («muy bien seleccionados» S₀ = 1,1-1,2). Los granos de cuarzo tienen un grado de redondez medio entre subangulosos-subredondeados. Se observa asimismo una población importante de granos de cuarzo con índices de redondez más elevados (redondeados-subredondeados).

Composicionalmente los depósitos corresponden a grauvacas con un contenido importante en matriz arcillosa íltico-clorítica. No obstante, y en un primer análisis petrográfico general de estas areniscas, se deduce que la mayor parte de dicha matriz tiene un origen diagenético, no deposicional, relacionado con la deformación, rotura y disgregación de fragmentos lábiles (fragmentos de rocas pizarrosas y cantos blandos fundamentalmente). Dicha matriz se genera por intensos procesos de compactación mecánica durante el enterramiento diagenético, y correspondería a una «pseudomatriz» de DICKINSON (1970). Por todo ello, cabe pensar que el depósito original tendría una componente litoclástica más acusada de la que a primera vista podría parecer.

Los cementos son muy escasos, habiéndose observado muy localmente recrecimientos sintaxiales discontinuos sobre granos de cuarzo y pequeños parches de dolomita ferrosa con texturas reemplazantes. Este escaso protagonismo de las mineralogías cementantes se relaciona con el cierre de la porosidad primaria durante las primeras etapas diagenéticas por efecto de la compactación mecánica, muy acusada sobre un depósito con un importante contenido en componentes lábiles.

Al ser uno de los objetivos primordiales de este trabajo la caracterización de los depósitos originales, la realización del contaje de los componentes del esqueleto se ha realizado teniendo en cuenta estos aspectos diagenéticos, contabilizándose todos aquellos fragmentos de roca identificados independientemente de su grado de deformación y disgregación.

Utilizando los criterios de PETTIJOHN et al. (1973) para la clasificación de areniscas en un diagrama QFFR, se observa cómo las areniscas de las facies Culm quedan proyectadas en una zona concreta del diagrama triangular, alrededor de los límites entre sublitoarenitas y litoarenitas, con valores medios de Q₆₅F₁₀FR₂₅ (fig. 4 A).

La escasa dispersión del contenido en los distintos componentes pronostica ya una gran monotomía composicional a lo largo de la sucesión carbonífera, siendo éste uno de los rasgos más característicos de dicha sucesión.

3.3. COMPONENTES CLÁSTICOS

Para el análisis específico de los distintos componentes que entran a formar parte del esqueleto de las areniscas hemos establecido dos grandes grupos genéticos: intra y extracuencales. Si bien los integrantes de las areniscas son en su mayoría extracuencales, aparecen de forma constante otros componentes cuyo origen se relaciona con la propia cuenca de sedimentación carbonífera.

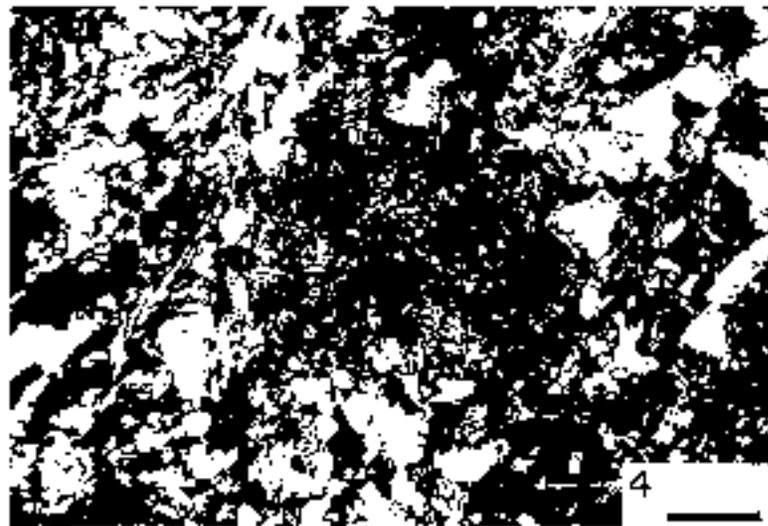
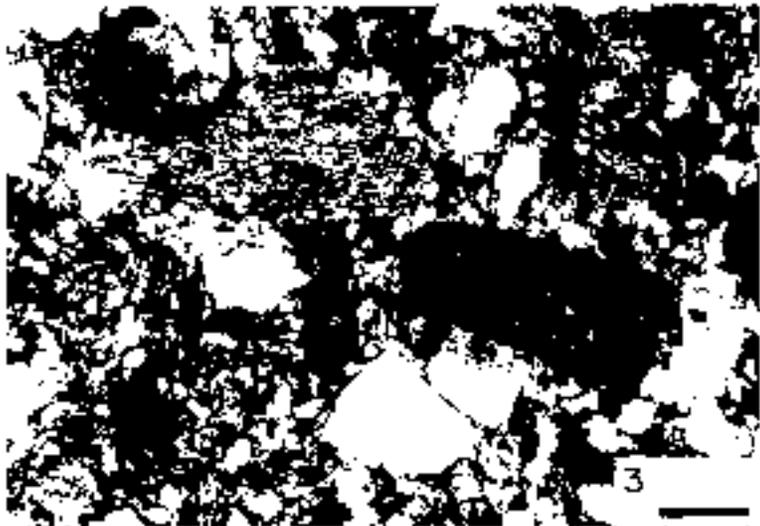
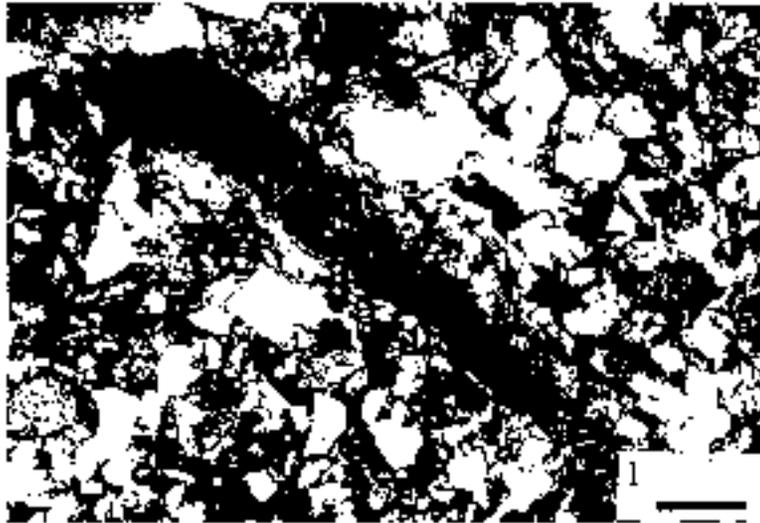
A) Componentes intracuencales

Son muy escasos, encontrándose en proporciones que oscilan entre el 1 al 3 por 100. En su mayoría están constituidos por cantos blandos arcillosos íltico-cloríticos de tamaños superiores al tamaño medio de los componentes extracuencales. Generalmente son formas alargadas y se encuentran muy deformados por la compactación mecánica (lám. I, 1). También cabe destacar la presencia de cantos blandos fosfatados de tonos pardos sin una estructuración interna clara (lám. I, 2). Muy esporádicamente aparecen componentes intracuencales carbonáticos pertenecientes a fragmentos de bioclastos, en su mayoría equinodermos.

B) Componentes extracuencales

Constituyen el esqueleto fundamental de la roca, estando integrados por una amplia variedad de clases mineralógicas y de fragmentos de roca.

— *El cuarzo es el componente mayoritario, con porcentajes que oscilan entre el 60 por 100 y el 70 por 100. Dentro de esta clase mineral se han distinguido cuarzo monocristalino, policristalino y fragmentos de chert. Los dos primeros son los dominantes, y entre ellos el cuarzo policristalino se presenta generalmente como el principal, si bien su contenido no suele ser muy superior al del monocristalino. Los granos de chert aparecen de forma cons-*



- 1.—Canto blando ílitico-clorítico deformado por la compactación mecánica. N.C. Escala: 0.25 mm.
- 2.—Canto blando fosfatado semiopaco, ligeramente deformado por la compactación mecánica. N.P. Escala: 0.25 mm.
- 3.—Grano de chert con una textura interna homogénea, y fragmento de roca metamórfica (pizarra moscovítica). N.C. Escala: 0.25 mm.
- 4.—Grano de chert donde se observan fantasmas de caparazones de radiolarios. N.C. Escala: 0.25 mm.

tante en todas las areniscas, no superando nunca el 4 por 100 del total de la roca (lám. I, 3). En frecuentes ocasiones estos granos de chert presentan estructuras internas orgánicas reconocibles, habiéndose identificado en ellos fragmentos de radiolarios (lam. I, 4).

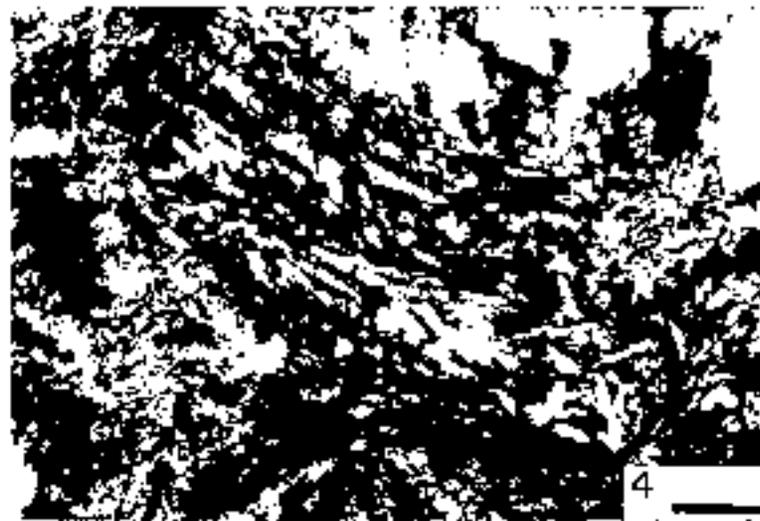
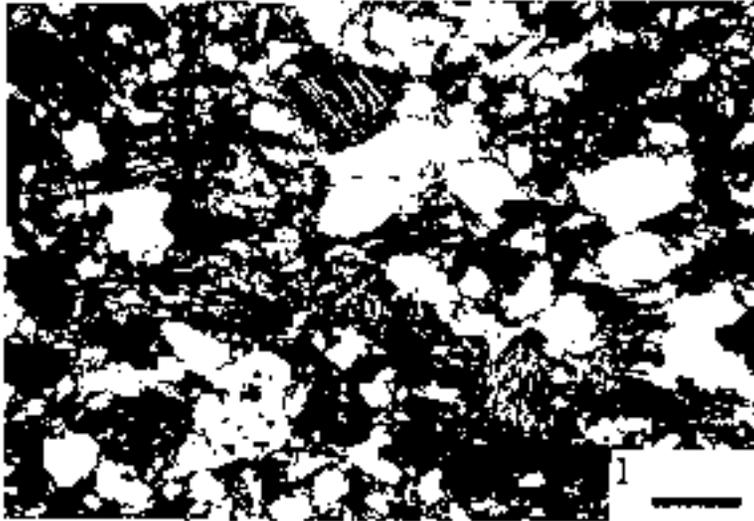
- *Los feldespatos* (5-20 por 100) están formados en su totalidad por plagioclasas macladas polisintéticamente. El análisis de la extinción de dichas plagioclasas (RITTMANN y EL HINNAWI, 1961) permite identificarlas como albitas. Son generalmente granos frescos con escasos síntomas de alteración a minerales arcillosos (ilita-clorita) (lám. II, 1). Coexistiendo con los granos maclados de albita aparecen otros granos no maclados también albiticos, de mayor tamaño y generalmente con abundantes inclusiones de ilita-clorita. Cabe destacar la ausencia de feldespato potásico a lo largo de la secuencia sedimentaria, si bien no se descarta la posibilidad de procesos de albitización de primitivos feldespatos potásicos. No obstante, no se han encontrado evidencias claras que permitan afirmar con rotundidad dicho proceso.
- *Los fragmentos de roca* son muy abundantes (15-35 por 100) y con una amplia variedad litológica. Se han identificado fragmentos de rocas sedimentarias: areniscas (cuarzoarenitas, arcosas y grauvacas) y lutitas íltico-cloríticas. Los fragmentos de rocas metamórficas (pizarras y esquistos) constituyen la variedad más ampliamente representada (fig. 4 B; lám. I, 3 y lám. II, 2). Asimismo, es frecuente la presencia de fragmentos de rocas ígneas con textura granuda cuyos componentes fundamentales son cuarzo y plagioclasa (lám. II, 3). Los fragmentos de rocas volcánicas son bastante escasos, apareciendo siempre en porcentajes inferiores al 1 por 100, si bien su presencia es constante en todas las muestras. Son fragmentos de rocas de grano fino, con texturas traquíticas formadas por cristales de albita orientados preferentemente y con importantes procesos de espilitización (lám. II, 4). Además, se han identificado fragmentos de cuarzoqueratófidos de posible origen subvolcánico.
- *Otros componentes* extracuencales integrantes del esqueleto de las areniscas son las *micas* (biotitas, moscovitas y cloritas), apare-

ciendo en cantidades considerables, llegando incluso a constituir el 29 por 100 de determinadas areniscas de grano fino. Además, cabe destacar la presencia de *minerales pesados* (granate, turmalina, circón, apatito) y *opacos*.

3.4. INFLUENCIA DEL TAMAÑO EN LA COMPOSICION

Para poder evaluar con acierto el significado composicional de estos depósitos se ha analizado la incidencia que el tamaño medio de la roca pudiera tener en su propia composición. En la figura 4 A, ya comentada, no se observa una discriminación en la composición en función del tamaño medio. No obstante, si analizamos la litología de los fragmentos de roca (fig. 4 B), es posible afirmar que existe una disminución de los fragmentos de roca granuda y sedimentaria en favor de los fragmentos de rocas metamórficas (pizarras fundamentalmente) con la disminución del tamaño medio de las areniscas. Esta variación de la litología de los fragmentos de roca se explica por la mayor perdurabilidad de aquellos fragmentos con constituyentes de tamaño más fino (pizarras y esquistos) en depósitos con un tamaño de grano menor. Los fragmentos con texturas más granudas no podrán estar representados como tales en los depósitos de tamaño de grano fino, siendo sus constituyentes monominerales los que formarán el esqueleto como individuos simples. Por lo tanto, estas diferencias composicionales entre distintos depósitos arenosos con distinta granulometría no pueden ser relacionados con cambios en la litología de las áreas fuentes, sino con los propios mecanismos de rotura de los fragmentos de roca durante el transporte del sedimento.

Uno de los minerales más susceptibles a la hora de concentrarse en determinados tamaños son las micas. En la figura 5 se observa la relación casi lineal que existe entre el tamaño y la proporción de micas en estos depósitos. Cabe destacar la escasa presencia de estos minerales en las facies tractivas (menos del 9 por 100), mientras que en los depósitos turbidíticos densos, donde el transporte principal es en suspensión, su concentración aumenta con la disminución del tamaño medio de la roca (hasta el 29 por 100 en areniscas de 0,2 mm. de tamaño medio).



- 1.—Grano maclado de albita (parte superior de la fotografía), en una arenisca con gran cantidad de fragmentos de roca metamórfica deformados por la compactación mecánica. N.C. Escala: 0.25 mm.
- 2.—Fragmentos de roca pizarrosa muy deformados por la compactación mecánica, generando matriz diagenética (pseudomatriz). N.P. Escala: 0.25 mm.
- 3.—Fragmento de roca granuda cuarzo-plagioclasa. N.C. Escala: 0.1 mm.
- 4.—Fragmento de roca volcánica donde se aprecia una disposición fluidal de los cristales de plagioclasa. El fragmento se encuentra parcialmente cloritizado. N.C. Escala: 0.1 mm.

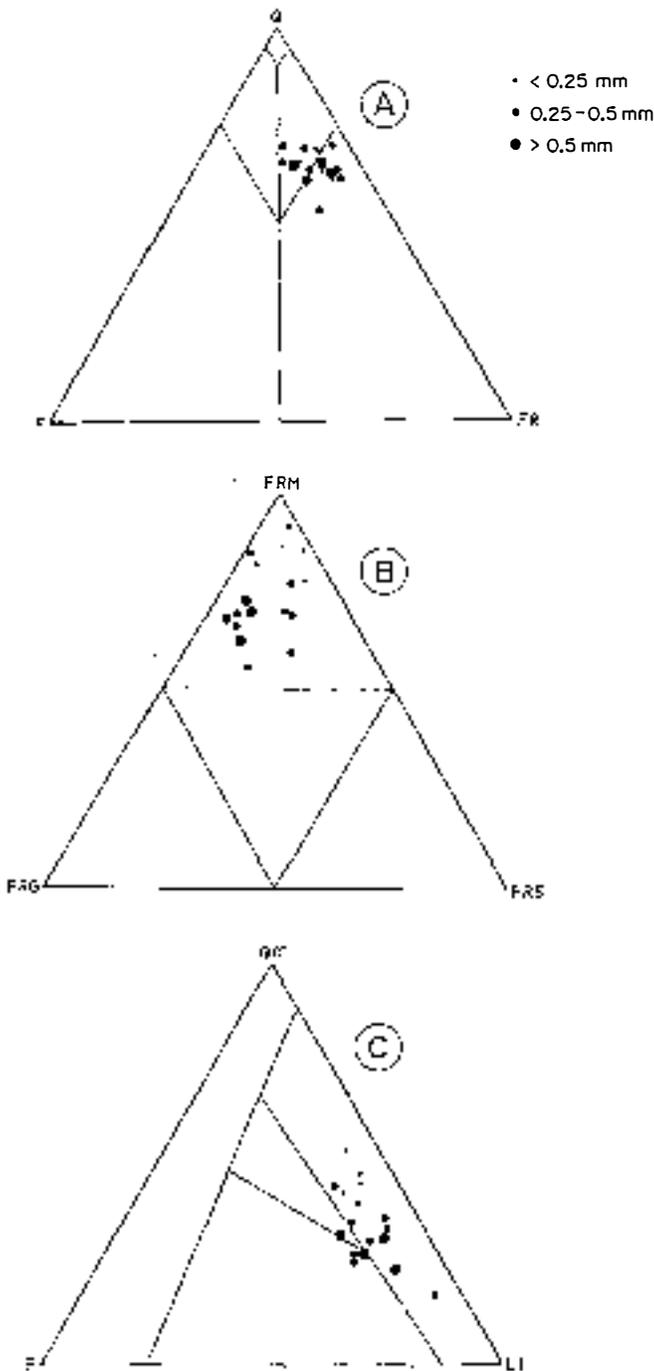


Figura 4.—Composición de las areniscas de las facies Culm de la isla de Menorca. A: Diagrama triangular QFFR de PETTIJOHN et al. (1973). B: Tipología de fragmentos de roca (FRM: fragmentos de roca metamórfica. FRG: fragmentos de roca granuda. FRS: fragmentos de roca sedimentaria). C: Diagrama triangular Q_mFL_t de DICKINSON et al. (1983). La simbología empleada en la proyección de las muestras hace referencia al tamaño medio de grano de las mismas.

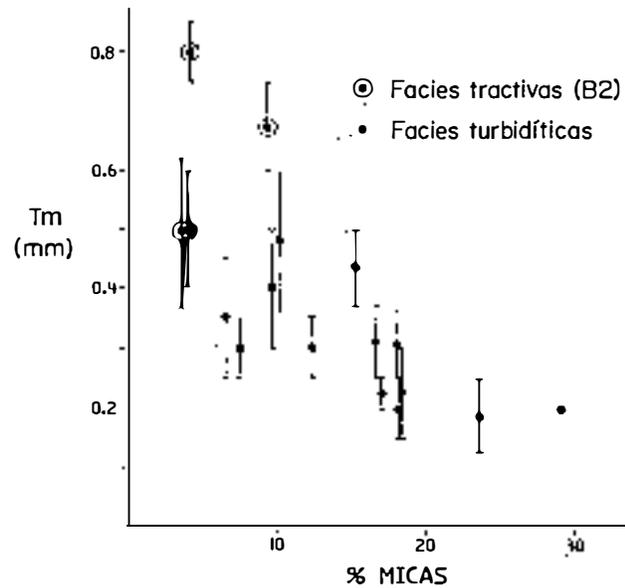


Figura 5.—Relación del contenido en micas en función del tamaño medio de grano de las areniscas de las facies Culm de la isla de Menorca. El segmento que acompaña a cada proyección hace referencia al grado de dispersión del tamaño de grano en cada muestra.

3.5. COMPOSICION Y PROCEDENCIA

Del análisis del diagrama QFFR (fig. 4 A) se deduce una composición fundamentalmente lítica en el área fuente, con un predominio de rocas metamórficas y metasedimentarias (fig. 4 B). No obstante, existen otros aportes de rocas granudas y de neto origen volcánico. El alto grado de madurez composicional de estos depósitos (alto contenido en cuarzo) subraya el carácter reciclado de los mismos, agudizado por un posible re-trabajamiento en etapas previas a su sedimentación.

Siguiendo los criterios de DICKINSON et al. (1983), se han representado las muestras analizadas en un diagrama Q_mFL_t (fig. 4 C). La gran mayoría de las areniscas quedan proyectadas dentro del campo correspondiente a depósitos derivados de la erosión de orógenos. No obstante, existe un contenido importante de feldespatos (plagioclasas) que hace desviar su proyección hacia los campos contiguos (raíces de arcos magmáticos —«disected arc»— y zonas mixtas de mezcla).

En dicha representación se hace también evi-

dente la influencia del tamaño medio de las areniscas sobre su composición, existiendo un importante incremento en cuarzo monocristalino en los depósitos más finos.

Del análisis de las proyecciones en el diagrama QmFlt se deduce, asimismo, que no existe una evolución clara en la composición de las areniscas del Culm, permaneciendo constantes las litologías del área fuente a lo largo de toda su sedimentación, tal y como ya se pronosticaba al comentar el diagrama QFFR.

3.6. SIGNIFICADO GENETICO

Del estudio de la composición de las areniscas del Culm de Menorca puede afirmarse que las áreas fuentes eran fundamentalmente metamórficas y sedimentarias, con una considerable aportación de litologías granudas. Asimismo, existe una influencia leve pero constante de materiales volcánicos espilitizados con textura traquítica. Por lo que se refiere al significado de este volcanismo, consideramos que no fue coetáneo con la sedimentación. La ausencia en los fragmentos de roca de texturas típicas de neovolcanismo (ZUFFA, 1980,1985); y el escaso contenido, pero en constante aparición, de fragmentos de roca volcánicos formando parte del esqueleto de los depósitos detríticos a lo largo de toda la serie, hace pensar en un origen epiclásico, producto de la erosión de posibles edificios o formaciones volcánicas inactivas en el momento de la sedimentación de las facies Culm. Los fragmentos de roca granudos pueden asociarse a granitizaciones relacionadas con las propias raíces del magmatismo eruptivo, tal y como puede deducirse del diagrama QmFlt (fig. 4 C).

La monotonía en la composición de dichos depósitos refleja, asimismo, una aportación constante de las distintas litologías del área fuente a lo largo de toda la sedimentación de las facies Culm. Recordamos al lector que la potencia estimada de la secuencia es de más de 4.000 m. Resulta muy difícil poder explicar la existencia de un área de procedencia capaz de generar una potencia de sedimentos de tal envergadura sin que en ella se produzcan cambios en cuanto a su litología, o variaciones

en cuanto a la aportación de distintas litologías, máxime a partir de áreas epicrustales (rocas metamórficas y sedimentarias).

La monotonía composicional junto con el elevado grado de madurez de los depósitos (contenido en cuarzo, grado de redondez de los granos de cuarzo) indican un importante retrabajamiento o incluso resedimentación de los depósitos detríticos desde su generación en el área fuente hasta su sedimentación final en la cuenca carbonífera. Aunque aparentemente no existe un gran canibalismo en la cuenta de sedimentación (escasos componentes intracuencales), sería viable pensar en el desmantelamiento de una primitiva plataforma siliciclástica. Durante esta etapa intermedia, previa a la sedimentación, los depósitos detríticos podrían alcanzar un importante grado de homogeneización composicional, a la vez que su madurez iría en aumento.

En resumen, los depósitos de las facies Culm podrían corresponder a facies resedimentadas originadas a partir de la erosión de áreas fuentes relacionadas con rocas epicrustales metamórficas de bajo grado y sedimentarias, junto con materiales volcánicos espiliticos y plutónicos (rocas granudas y cuarzoqueratófidos). Estos últimos podrían corresponder a las raíces de las propias áreas volcánicas.

Es necesario poner de relieve la dificultad de analizar las relaciones paleogeográficas de la cuenca carbonífera del Culm de Menorca con las cuencas hercínicas de la Península Ibérica y del N de Africa, en primer lugar por la limitación geográfica de los afloramientos y, en segundo lugar, por la escasez de datos petrológicos de los depósitos de las facies Culm en las áreas de sedimentación más próximas.

Para poder descifrar con acierto estas cuestiones es imprescindible la realización de análisis petrológicos de los depósitos contemporáneos a los aquí analizados en el entorno geográfico del bloque de Alborán (BOURROUILH y GORSLINE, 1979).

4. CONCLUSIONES

Se han caracterizado textural y composicionalmente los depósitos arenosos de las facies Culm de la isla de Menorca. Del análisis petro-

gráfico se infiere que corresponden a depósitos grauváquicos con escasa presencia de mineralogías cementantes. El origen de la matriz es diagenético, producto de la deformación y disgregación de cantos blandos y fragmentos de roca lábiles («pseudomatriz» de DICKINSON, 1970). En base a estos datos, se deduce que la composición inicial de los depósitos arenosos sería litoarenítica ($Q_{65}F_{10}FR_{25}$).

Los componentes constitutivos del esqueleto son fundamentalmente extracuencales (cuarzo, albita, fragmentos de roca y micas), acompañados por una cantidad muy baja de clastos intracuencales (cantos blandos, cantos blandos fosfatados, fragmentos de bioclastos). Los fragmentos de roca son de composición muy variada, siendo los dominantes los de origen metamórfico de bajo grado (pizarras y esquistos), seguidos por fragmentos de rocas sedimentarias (cuarzarenitas, arcosas y grauvacas) y fragmentos de rocas ígneas granudas y volcánicas espilitizadas.

Cabe destacar la gran influencia del tamaño de grano de los depósitos en la composición final de los mismos. Así, se observa un mayor contenido en fragmentos de rocas metamórficas y micas en las areniscas de menor tamaño de grano, sin que estas variaciones puedan significar cambios litológicos en el área de procedencia.

Del análisis de la composición global de las areniscas en diagramas triangulares (QFFR y QmFLt) así como de las tipologías de los fragmentos de roca (FRG/FRM/FRS), se deduce que las áreas fuentes estaban constituidas por rocas epicrustales en su mayoría (sedimentarias siliciclásticas y metamórficas de bajo grado) con una cierta influencia de rocas ígneas volcánicas de grano fino y granudas. Dicho volcanismo no puede considerarse coetáneo con la sedimentación por la escasez y constancia (cuantitativa y cualitativa) de sus aportes durante toda la sedimentación de las facies Culm.

A lo largo de toda la serie estatigráfica de las facies Culm, aproximadamente 4.000 m. de potencia, no se aprecian cambios en cuanto a la composición de las areniscas. Este hecho, junto con el elevado índice de madurez composicional (gran cantidad de granos de cuarzo) y textural (altos índices de redondez), hace pensar en

procesos de retrabajamiento de los sedimentos durante etapas previas a su sedimentación. El abastecimiento de estos materiales a partir de los depósitos de una plataforma siliciclástica explicaría la gran homogeneidad en composición de las areniscas de las facies Culm, así como su elevada madurez tanto composicional como textural.

BIBLIOGRAFIA

BEARD, D. C., y WEYL, P. K. (1973): *Influence of texture on porosity and permeability of unconsolidated sand*. Bull. Am. Ass. Petr. Geol., 57:349-369.

BOURROUILH, R. (1973): *Stratigraphie, sedimentologie et tectonique de l'île de Minorque et du Nord-Est de Majorque (Baliars). La terminaison nord-orientale des Cordillères Bétiques en Méditerranée occidentale*. Thèse d'Etat, Paris, 2 vols., 822 pp.

BOURROUILH, R., y LYS, M. (1976): *Sédimentologie et micropaléontologie d'olistostromes et coulées boueuses du Carbonifère des zones bético-kabylo-rifaines (Méditerranée occidentale)*. Soc. Geol. du Nord Annales, 97:87-94.

BOURROUILH, R., y GORSLINE, D. S. (1979): *Pre-Triassic fit and alpine tectonics of continental blocks in the western Mediterranean*. Geol. Soc. of Am. Bull., 90:1074-1083.

BOURROUILH, R.; COCOZZA, T.; DEMANGE, M.; DURAND-DELGA, M.; GUEIRARD, S.; JULIVERT, M.; MARTINEZ, F. J.; MASSA, D.; MIROUSE, R., y ORSINI, J. B. (1980): *Essai sur l'évolution paléogéographique, structurale et métamorphique du Paléozoïque du Sud de la France et de l'Ouest de la Méditerranée*. Coll. C. Géologie de l'Europe. 26 Congr. Geol. Intern. Paris, 159-188.

BUCHROITHNER, M. F.; FLÜGEL, E.; FLÜGEL, H. W., y STATTEGGER, K. (1980): *Die Devonerröle des paläozoischen Flysch von Menorca und ihre paläogeographische Bedeutung*. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 159:172-224.

CHAYES, F. (1952): *Notes on the staining of potash feldspar with sodium cobaltinitrite in thin section*. Am. Min. 37:337-340.

DICKINSON, W. R. (1970): *Interpreting detrital modes of greywacke and arkose*. Jour. Sed. Petrology, 40:695-707.

DICKINSON, W. R.; BEARD, L. S.; BRAKENRIDGE, G. R.; ERJAVEC, J. L.; FERGUSON, J. L.; INMAN, K. F.; KNEPP, R. A.; LINDBERG, F. A., y RYBERG, P. T. (1983): *Provenance of North American phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting*. Geol. Soc. of Am. Bull., 94:222-235.

HENNINGSSEN, D. (1982): *Zusammensetzung und Herkunft der sandigen Gesteine des Devons und Karbons von Menorca (Balearen, Mittelmeer)*. N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 736-746.

LINDHOLM, R. C., y FINKELMAN, R. B. (1972): *Calcite*

staining; semiquantitative

Jour. Sed. Petrology, 42:239-245.

MUTTI, E., y RICCI-LUCCHI, F. (1972): *Le torbiditi dell' Appennino settentrionale: Introduzione all'analisi di facies*. Mem. Soc. Geol. Ital., 11:161-199.

OBRADOR, A.; ESTRADA, R., y ROSELL, J. (1978): *Facies de abanico submarino en el Paleozoico de la isla de Menorca*. Estudios Geológicos, 34:133-138.

PETTIJOHN, F. J.; POTTER, P. E., y SIEVER, R. (1973): *Sand and sandstones*. Springer-Verlag, New York-Heidelberg-Berlin, 618 pp.

RITTMANN, A., y EL HINNAWI, E. E. (1961): *The application of the zonal method for the distinction between low-*

and high-temperature plagioclase feldspars. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 41:41-49.

ROSELL, J., y ELIZAGA, E. (1989): *Evolución tectosedimentaria del Paleozoico de la isla de Menorca*. Boletín Geológico y Minero, 100-2:27-38.

STATTEGGER, K. (1979): *Schwermineraluntersuchungen im Devon und Karbon von Menorca (Spanien)*. Mitt. österr. geol. Ges., 70:43-48.

ZUFFA, G. G. (1980): *Hybrid arenites: their composition and classification*. Jour. Sed. Petrology, 50:21-29.

ZUFFA, G. G. (1985): *Optical analysis of arenites: influence of methodology on compositional results*. En: *Provenance of arenites* (Ed. G. G. Zuffa). NATO ASI Series Vol. C-148:165-189.

Original recibido: Enero de 1989.

Original aceptado: Julio de 1989.