

MINERALOGIA, GEOQUIMICA Y EVOLUCION DIAGENETICA DE LOS MATERIALES CARBONATADOS DEL AREA DE MERIDA (BADAJOZ)

J. C. Fernández Caliani *, E. Galán ** y M. J. Liso ***

RESUMEN

En el área de Mérida aflora una serie carbonatada, atribuida al Cámbrico inferior, compuesta por calizas carbonosas con intercalaciones de niveles y nódulos de chert, en su tramo inferior, y una secuencia predominantemente dolomítica en el superior. Las calizas presentan una composición química y mineralógica relativamente homogénea. En cambio, las dolomías se han diferenciado en tres grupos (dolomías negras, de grano fino; dolomías blanco-grisáceas, bandeadas; y dolomías oquerosas, de colores pardos y rojizos), con unos rasgos petrográficos y geoquímicos distintivos. Las relaciones Sr/Fe y Sr/Mn han permitido estimar el grado de dolomitización de estas rocas y reconocer una evolución geoquímica compatible con un modelo genético a partir de soluciones dolomitizantes relacionadas con procesos diagenéticos tardíos.

Palabras clave: Rocas carbonatadas; relaciones Sr/Fe, Sr/Mn; dolomitización; evolución diagenética.

ABSTRACT

The carbonate rocks of the Mérida area (SW Spain) belong to an Early Cambrian Formation consisting, in its lower part, of fine-grained carbonaceous limestones with abundant interbedded layers and nodules of chert, whereas the upper part of this Formation is largely dolomitic. The chemical and mineralogical composition of the limestones is relatively homogeneous. Instead, the dolomitic rocks have been grouped in three main types (fine-grained dark dolostones; banded whitish dolostones; and cavernous brownish dolostones) which show distinctive petrographical and geochemical features. Sr/Fe and Sr/Mn ratios have been used to quantify the degree of dolomitization. The obtained values have allowed to recognize a geochemical trend consistent with a genetic model based on dolomitization by late diagenetic processes.

Key words: Carbonate rocks; Sr/Fe, Sr/Mn ratios; dolomitization; diagenetic evolution.

Introducción

Las rocas carbonatadas del área de Mérida forman relieves residuales correspondientes a una antigua alineación calcárea que se extiende por la provincia de Badajoz en dirección NO-SE, desde Montijo hasta las proximidades de Mérida, de la cual sólo quedan algunos *roof pendants* dispersos en la cúpula del plutón granítico de Proserpina (Gonzalo, 1987), y parcialmente recubiertos por los sedimentos recientes de la Depresión del Guadiana (fig. 1).

La edad de estos materiales es un tema controvertido por la ausencia de registro fósil. A principios

de siglo se pensaba que su origen databa del Silúrico o del Devónico, hasta que Roso de Luna y Hernández Pacheco (1950) le asignaron una edad Cámbrico inferior, por correlación litoestratigráfica con las calizas de otras áreas próximas bien datadas paleontológicamente como las calizas de Alconera (Badajoz), posteriormente definidas como Formación Alconera (Liñán y Perejón, 1981).

Ante la falta de hallazgos fósiles que confirmen o rectifiquen la edad, actualmente se acepta dicha correlación, apoyada por criterios paleogeográficos. Así, dentro del esquema de sedimentación cámbrica propuesto por Herranz *et al.* (1977), las calizas de la

* Dpto. de Geología, Universidad de Huelva. Campus de La Rábida. 21819 Palos de la Frontera (Huelva).

** Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla. Apartado 553. 41071 Sevilla.

*** Area de Cristalografía y Mineralogía, Universidad de Extremadura. Avda. de Elvas, s/n. 06007 Badajoz.

alineación Mérida-Montijo podrían corresponder a los depósitos de una plataforma carbonatada, somera, situada cerca del umbral de Los Pedroches. Según lo expuesto, se tratan de los afloramientos más septentrionales del Cámbrico inferior de la Zona Ossa-Morena, que generalmente pasaron inadvertidos en los ensayos de reconstrucción paleogeográfica realizados en esta zona del Macizo Ibérico.

La información disponible en la bibliografía acerca de estos materiales es escasa y está desfasada. Su conocimiento se basa principalmente en descripciones de campo (e.g. Roso de Luna y Hernández Pacheco, 1950; Sos Baynat, 1964), aunque también se han investigado sus características técnicas (Liso, 1980) y sus posibilidades de aprovechamiento como rocas ornamentales (ENADIMSA, 1979). Actualmente, en el área de este estudio se explotan dos canteras de grandes dimensiones para la obtención de áridos.

Con este trabajo se pretende levantar la columna estratigráfica local y realizar una caracterización de las rocas carbonatadas, con el objetivo fundamental de establecer su evolución mineralógica y geoquímica durante los procesos diagenéticos.

Metodología

El reconocimiento geológico de la zona ha permitido levantar la columna estratigráfica y, al mismo tiempo, realizar un muestreo representativo de los diferentes tipos de rocas carbonatadas, que fueron seleccionadas evitando los efectos de posibles alteraciones metasomáticas en relación con las intrusiones ígneas del entorno.

La caracterización mineralógica se ha llevado a cabo principalmente por difracción de rayos X (DRX) —método de polvo— en un difractor Philips PW1130/90 con microprocesador PW1710, provisto de rendija automática, usando radiación $K\alpha$ del Cu, excitada por una corriente de 25 mA de intensidad, 40 kV de tensión, y filtrada por una lámina de Ni. Las condiciones habituales de trabajo fueron las siguientes: de 10° a 70° de 2θ para la zona explorada; velocidad de barrido de $2^\circ/\text{minuto}$; velocidad de papel de 20 mm/min; constante de tiempo 2, y sensibilidad $1E3$ o $5E3$.

La estimación cuantitativa de los componentes mineralógicos también se ha realizado por DRX, utilizando las relaciones de intensidades relativas calculadas por Schultz (1964), corregidas en el Departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada para un difractor con rendija automática.

El estudio mineralógico de las rocas carbonatadas se ha complementado por microscopía óptica de luz transmitida, mediante observaciones de láminas delgadas, en algunos casos cubiertas con una mezcla de rojo de alizarina (0,2%) y ferrocianuro potásico (0,5-1%), en solución acidulada con ácido clorhídrico (0,2%), para diferenciar los cristales de calcita y dolomita.

El análisis químico se ha realizado por vía húmeda sobre muestra total, en un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer 460, empleando la técnica de absorción para el Ca, Mg, Al, Fe, Mn y Sr, y la técnica de emisión para el Na y K, disgregando las muestras previamente con un ataque triácido ($\text{HF} + \text{HClO}_4 + \text{HNO}_3$). La sílice se ha determinado por colorimetría, mediante fusión alcalina y formación del ácido silicomolibdico, en un espectrofotómetro visible-ultravioleta Pye

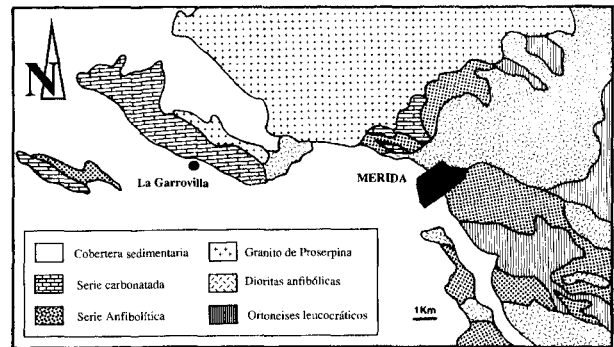


Fig. 1.—Localización geológica de los materiales carbonatados del área de Mérida (modificado de Gonzalo, 1987).

Unicam SP6-400. La pérdida de peso por calcinación se ha obtenido tras someter las muestras a un calentamiento a 1.000°C durante 2 horas.

Observaciones de campo

De acuerdo con la posición estratigráfica observada en el campo, los materiales carbonatados del área de Mérida se localizan sobre un basamento precámbrico, constituido principalmente por rocas anfibolíticas, correlacionable con el Conjunto Anfibólico, de edad Pre-Vendiense, descrito por Herranz (1983), y en contacto intrusivo con el plutón granítico de Proserpina y las dioritas anfibólicas se Mérida (Gonzalo, 1987).

En general, los rasgos sedimentarios y diagenéticos de las rocas carbonatadas han sido borrados o transformados por el metamorfismo de contacto producido por las intrusiones ígneas próximas, por lo cual el estudio estratigráfico de estos materiales se ve seriamente dificultado. No obstante, la serie carbonatada se puede subdividir en dos formaciones principales (fig. 2), de acuerdo con la composición de las rocas predominantes: a) una *formación calcárea*, en el tramo inferior, y b) una *formación dolomítica*, en el tramo superior.

Esta sucesión litológica es prácticamente constante, aunque son frecuentes los cambios de facies carbonatadas, y es fácil encontrar niveles y bancos de calizas englobadas en el tramo superior, así como bolsadas dolomíticas dentro de la formación calcárea. Los contactos entre las calizas y dolomías son muy irregulares, y, por consiguiente, la potencia de los tramos es variable. En conjunto, la serie carbonatada puede alcanzar un centenar de metros de espesor en la zona de este estudio.

La *formación calcárea* está constituida en su base por calizas carbonosas, fértidas, de color negro y tamaño de grano fino. Se presentan masivas o difusamente estratificadas, aunque también se observan algunos bancos irregulares de potencia comprendida entre 30 cm y 1 m. A pesar del carácter mármoleo de las calizas, en las zonas más alejadas de los contactos intrusivos se pueden reconocer algunas estructuras sedimentarias, como una laminación paralela de grosor milimétrico, probablemente de origen criptagal. A veces, estas calizas contienen pequeños niveles de jaspe rojo y restos de piritita limonitizada.

Hacia el techo, las calizas son más masivas y compactas, presentando tonalidades grises y azuladas. En algunos puntos aparecen intensamente atravesadas por vetas de calcita blanca, que contrastan con el fondo oscuro de las calizas. También presentan algunos niveles más pelíticos —margosos y margocalizos— interestratificados y bolsadas de rocas dolomíticas.

Sin embargo, el rasgo litológico más sobresaliente es la presencia de numerosos niveles de chert rítmicamente intercalados en las calizas, que resaltan en el terreno por su mayor resistencia a la meteorización, marcando las superficies de estratifica-

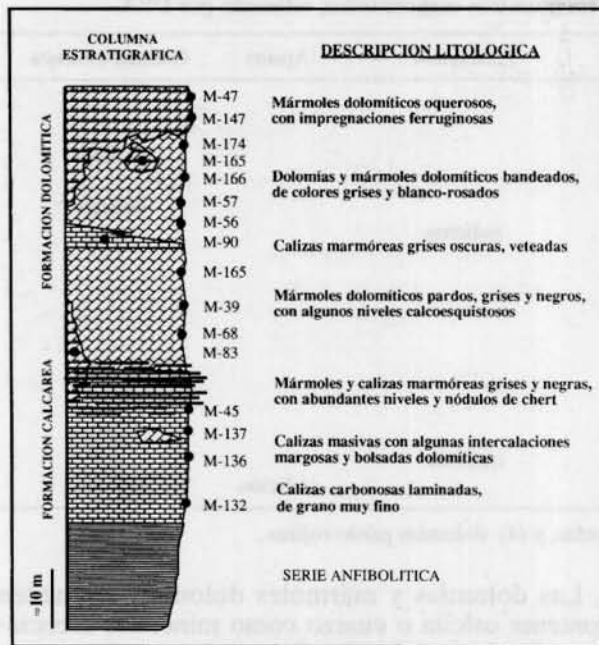


Fig. 2.—Descripción litológica de la serie carbonatada, y posición estratigráfica de las muestras estudiadas.

ción (fig. 3A). El espesor de estos niveles silíceos oscila entre unos milímetros y algunos decímetros, siendo más comunes los niveles de 2-6 cm. Se localizan preferentemente en el techo de la formación calcárea, y a veces en zonas afectadas por la dolomitización. Localmente, la concentración de niveles silíceos puede ser elevada, entre 5 y 10 niveles por cada 10 cm de roca carbonatada.

La *formación dolomítica* del tramo superior está compuesta fundamentalmente por las dolomías y mármoles dolomíticos que configuran la mayor parte del cerro Carija y la vertiente norte de la sierrecilla de Araya. Ahora bien, este tramo dolomítico no es homogéneo. En función de la composición, textura y coloración de las rocas se pueden distinguir, de muro a techo, los siguientes tipos de litologías: a) dolomías y mármoles dolomíticos grises o negros, de grano medio o fino, con algunos niveles calcoesquistosos; b) mármoles dolomíticos bandeados, de tonalidades blanco-grisáceas y rosadas, y c) mármoles y dolomías groseramente cristalinas, de colores ocres o pardo-rojizos y aspecto oqueroso.

Las dolomías grises y negras presentan el mismo aspecto en el campo que las calizas del tramo inferior. Sólo se diferencian de ellas porque no producen efervescencia al aplicar ácido clorhídrico diluido en frío. En cambio, las dolomías ocres y pardo-rojizas se reconocen bien por su color característico (fig. 3B), que contrasta con el negro de las calizas y dolomías infrayacentes. La coloración se debe a la presencia de abundantes impregnaciones ferruginosas, a menudo concentrados en forma de bandas o láminas. Igualmente es característico a escala de afloramiento su aspecto oqueroso y ruñiforme, con muchas cavidades tapizadas por carbonatos, a modo de geodas. Estas dolomías son muy granudas y están bien cristalizadas.

Mineralogía y aspectos texturales

Desde el punto de vista petrográfico, las rocas carbonatadas presentan un cierto carácter marmó-

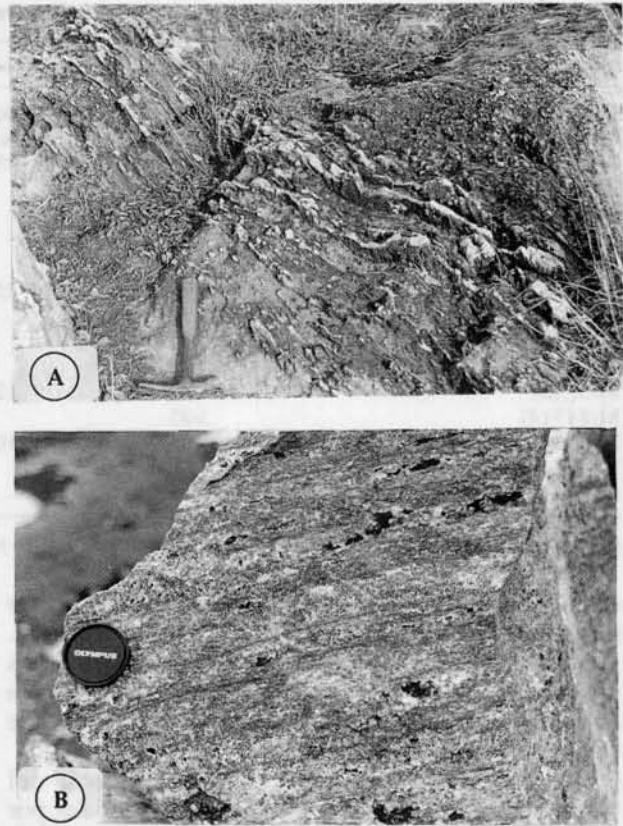


Fig. 3.—Aspectos de campo de las rocas carbonatadas. A) Alternancia rítmica de las calizas carbonosas con los niveles de chert del tramo inferior de la serie carbonatada. B) Mármol dolomítico oqueroso, con laminaciones ferruginosas.

reo, pues se encuentran afectadas por una recristalización estática más o menos intensa, como consecuencia del metamorfismo de contacto.

Las calizas marmóreas y mármoles calcáreos del tramo inferior muestran una textura granoblástica más o menos bien desarrollada (fig. 4A), según la proximidad o lejanía respecto a las intrusiones ígneas. Normalmente, los cristales de calcita son equidimensionales, con morfologías poligonales, y presentan numerosas maclas polisintéticas. El tamaño de los cristales es muy variable, desde menos de 100 µm (calizas microcristalinas) hasta más de 500 µm (calizas groseramente cristalinas), según el grado de recristalización. En ningún caso se han observado fósiles ni fantasmas de otros aloquímicos.

En cuanto a la composición mineralógica (tabla 1), en general, son rocas prácticamente monominerálicas (> 95% calcita), si bien algunas muestras pueden contener dolomita o cuarzo en bajas proporciones. El cuarzo, cuando está presente, suele aparecer en granos subsféricos con bordes bien redondeados. A veces, también se han detecta-

Tabla 1.—Composición mineralógica cuantitativa de las muestras carbonatadas, estimada por DRX

Muestras	Calcita	Dolomita	Cuarzo	Feldespatos	Apatito	Goethita-Limonita
M-137 (1)	89	11	indicios			
M-136 (1)	95	<5	indicios			
M-45 (1)	95	<5	<5			indicios
M-132 (1)	>95					
M-90 (1)	>95					indicios
M-68 (2)	10	90		indicios		
M-39 (2)	<5	>95				
M-135 (2)	5	90	<5			
M-56 (3)	22	78				
M-166 (3)	<5	>95				
M-174 (3)	<5	>95				
M-57 (3)		88	12			
M-147 (4)		>95				indicios
M-83 (4)		86	10			<5
M-47 (4)	15	80		indicios		<5
M-165 (4)		>95			indicios	indicios

(1) Calizas negras; (2) dolomías negras; (3) dolomías blancas y rosadas, y (4) dolomías pardo-rojizas.

do algunos indicios de limonita, que probablemente corresponden a la oxidación de pirita autigénica. Asimismo cabe destacar, entre las impurezas más significativas, la presencia de abundante materia carbonosa finamente diseminada en los granos de calcita, sin ninguna orientación preferente.

Por lo que respecta a las rocas dolomíticas del tramo superior, generalmente están constituidas por un mosaico de grandes cristales de dolomita (fig. 4B), que varían ampliamente en la distribución del tamaño de grano y la morfología de los bordes intercrystalinos. Atendiendo a estos criterios texturales, se han reconocido varios tipos de mosaicos dolomíticos. Por su mayor frecuencia destacan los agregados cristalinos de tipo planar, en el sentido de Sibley y Gregg (1987). Estos mosaicos presentan una distribución polimodal de cristales euhedrales o subhedrales de dolomita (textura idiotópica o subidiotópica inequigranular, respectivamente). Asimismo, también se pueden encontrar mosaicos de cristales no planares (xenotópicos), donde la dolomita presenta morfologías irregulares y bordes de granos curvados o lobulados.

Las rocas dolomíticas no conservan —al menos no se han observado— estructuras ni componentes texturales primarios, debido a su elevado grado de dolomitización y recristalización. En general, son mármoles cristalinos o groseramente cristalinos. El tamaño de los cristales regularmente es mayor de 500 μm , sobre todo en los mármoles pardo-rojizos con aspecto oqueroso, donde pueden encontrarse cristales romboédricos de dolomita que superan con frecuencia el centímetro de lado menor. Por el contrario, la granulometría de los mármoles dolomíticos grises y negros es apreciablemente más reducida.

Las dolomías y mármoles dolomíticos pueden contener calcita o cuarzo como minerales esenciales, además de dolomita. Estas dolomías impuras se caracterizan, asimismo, por una cierta variedad de minerales accesorios, tales como: feldespatos, apatito, goethita y limonita.

Las dolomías ocres y pardo-rojizas son relativamente ricas en oxi-hidróxidos de hierro, a menudo concentrados en los espacios intergranulares de los mosaicos dolomíticos. Eventualmente se han observado cristales idiomorfos de dolomita con el borde enriquecido en goethita, mostrando un aspecto zonado. La presencia de esta goethita, y en menor proporción limonita, posiblemente se debe a la alteración supergénica de dolomitas con bordes ankeríticos o sideríticos.

Geoquímica y evolución diagenética

Las calizas y mármoles calcáreos presentan una composición química relativamente homogénea (tabla 2), sobre todo en lo referente a elementos minoritarios. Las variaciones más significativas se producen en la relación CaO/MgO , aunque siempre dentro del rango de las calizas ($\text{CaO/MgO} > 9,1$), y en el contenido de sílice, que puede llegar hasta el 5%, según la posición estratigráfica de las muestras. En cuanto a elementos trazas, hay que señalar los contenidos relativamente altos en Sr (900-1.350 ppm) y bajos en Fe total (300-500 ppm), si bien este comportamiento es propio de las rocas calcáreas debido a la facilidad del Sr para sustituir al Ca en la estructura de la calcita, mientras que el Fe reemplaza preferentemente al Mg en las dolomitas.

Las dolomías ofrecen mejores posibilidades de

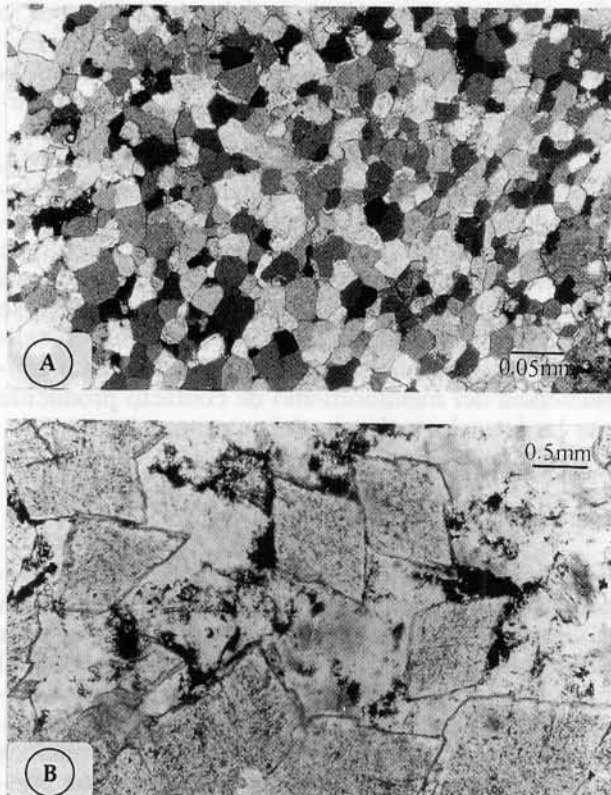


Fig. 4.—Aspectos petrográficos de las rocas carbonatadas. A) Textura granoblástica característica de las calizas mármóreas. B) Textura planar-s (euhedral) de los mármoles dolomíticos.

diferenciación por criterios geoquímicos, como cabía esperar de acuerdo con su mayor diversidad petrográfica. En efecto, los distintos tipos de rocas dolomíticas reconocidos en el campo (dolomías gri-

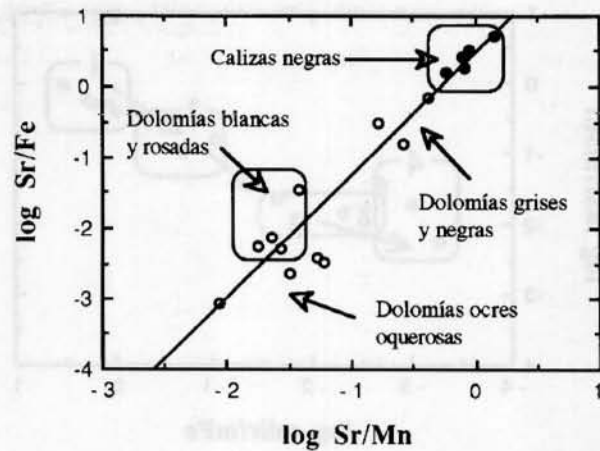


Fig. 5.—Discriminación de los diferentes tipos de rocas carbonatadas, en función de los contenidos de Sr, Fe y Mn.

ses y negras de grano fino; dolomías bandeadas blanco-grisáceas y rosadas; dolomías oquerosas de colores ocreos y rojizos) muestran unos rasgos geoquímicos peculiares, que pueden ayudar a establecer algunas consideraciones sobre su origen y evolución.

Las dolomías grises y negras presentan una relación CaO/MgO ligeramente más elevada que el resto de los materiales dolomíticos, dada su composición más calcítica, y por consiguiente, su contenido en Sr es más alto (hasta 500 ppm). En cambio, las dolomías blanco-grisáceas y rosadas se caracterizan por unos contenidos muy bajos de Sr (≈ 45 ppm), mientras que el Fe y el Mn se concentran en cantidades notablemente superiores. Por último, las dolomías ocreas, oquerosas, son típicamente férricas (el contenido medio de Fe total está en torno al

Tabla 2.—Composición química de las muestras analizadas

Muestras	CaO (%)	MgO (%)	SiO ₂ (%)	Pérdida (%)	Fe (total)	Al (ppm)	Mn (ppm)	Sr (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)
M-137 (1)	50,46	3,86	2,5	43,2	401 ppm	<500	882	717	481	1.202
M-136 (1)	54,14	1,44	1,5	42,6	363 ppm	<500	1.169	934	363	1.169
M-45 (1)	52,43	1,31	4,7	40,9	364 ppm	<500	1.292	1.870	323	1.090
M-132 (1)	55,44	0,68	<0,5	43,6	337 ppm	500-1.000	1.159	1.063	449	1.309
M-90 (1)	55,21	0,69	<0,5	43,2	506 ppm	500-1.000	1.324	779	428	1.441
M-68 (2)	33,56	20,2	<0,5	45,7	0,11%	<500	1.218	505	369	1.107
M-39 (2)	31,38	20,15	<0,5	46,2	0,12%	<500	1.478	246	389	1.245
M-135 (2)	31,66	20,21	<0,5	47,4	0,43%	<500	1.780	463	362	810
M-56 (3)	32,44	20,26	<0,5	45,2	0,22%	500-1.000	1.491	56	344	1.108
M-166 (3)	30,02	20,5	<0,5	46,8	1,23%	500-1.000	2.373	42	396	1.503
M-174 (3)	29,63	20,45	3	44,8	1,20%	<500	1.527	41	392	1.135
M-57 (3)	26,16	19,04	11,1	41,7	0,79%	<500	1.778	40	407	1.259
M-147 (4)	29,21	19,71	<0,5	45,2	5,38%	<500	2.575	83	317	1.149
M-83 (4)	28,37	18,87	4	43	5,28%	1.000-1.500	2.060	123	311	1.127
M-47 (4)	30,35	18,58	0,6	43,6	6,27%	<500	4.373	38	346	1.173
M-165 (4)	30,27	19,57	0,9	43	4,82%	1.500-2.000	2.380	125	357	1.150

(1) Calizas negras; (2) dolomías grises y negras; (3) dolomías blancas y rosadas, y (4) dolomías pardo-rojizas.

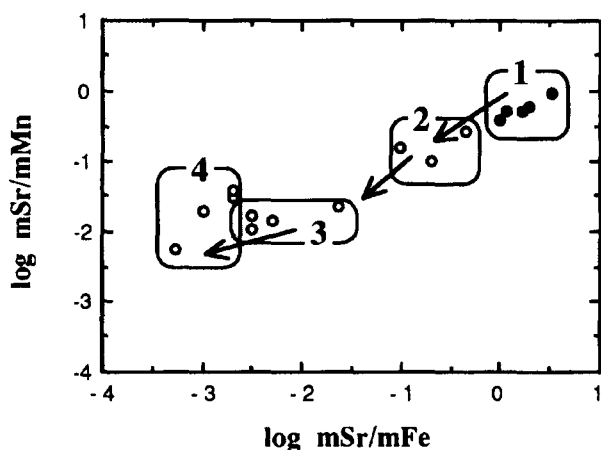


Fig. 6.—Pauta de evolución diagenética deducida a partir de las relaciones molares Sr/Fe y Sr/Mn (1: calizas carbonosas; 2: dolomías grises y negras; 3: dolomías blancas y rosadas, y 4: dolomías ocres y pardo-rojizas).

5%), relativamente ricas en Mn (> 2.000 ppm), y no superan 125 ppm de Sr.

Por lo tanto, la distribución de Sr, Fe y Mn en las rocas carbonatadas del área de estudio, y más concretamente las relaciones Sr/Fe y Sr/Mn, permiten discriminar diferentes tipos de rocas dolomíticas y estimar su grado de dolomitización, como se pone de manifiesto en la figura 5.

En ese mismo gráfico se observa que, en relación con las calizas precursoras, las rocas dolomíticas muestran un comportamiento evolutivo general que se puede resumir en una disminución progresiva de Sr y un aumento considerable de Fe y Mn, conforme avanza el proceso de dolomitización. Las relaciones molares ($\log mSr/mFe$ y $\log mSr/mMn$) reflejan mejor la evolución diagenética, de acuerdo con los posibles modelos de dolomitización. Así, en la figura 6 se indica la evolución diagenética deducida en función de dichas relaciones, cuya pauta corresponde al modelo teórico de dolomitización por mezcla de aguas meteóricas y de origen marino (Bustillo y Fort, 1986), en un ambiente diagenético. Además, la tendencia geoquímica de las relaciones Sr/Fe y Sr/Mn permiten establecer que las soluciones dolomitizantes se originaron en una diagénesis avanzada (Veizer y Demovic, 1974; Bustillo y Fort, 1990). Este modelo podría explicar, asimismo, el origen de las ankeritizaciones observadas en las dolomías ocres, ferruginosas, como han propuesto Gil *et al.* (1990) para algunas mineralizaciones de Fe de la cornisa cantábrica.

Por otra parte, los rasgos estratigráficos (contactos netos e irregulares, distribución en parches, etc.) y texturales (mosaicos de grandes cristales, contactos intercristalinos planos, etc.) también son indica-

tivos del carácter tardío de la dolomitización, por lo que existe una buena correlación entre los indicadores geoquímicos de la diagénesis, las características estratigráficas y el patrón textural de las rocas carbonatadas.

Según esto, los materiales más ricos en Fe y Mn, y por consiguiente más diagenéticos, son las dolomías gruesas, ocres y oquerosas del techo de la formación dolomítica. Este fenómeno paradójico, que también ha sido observado en algunas formaciones de la cordillera Ibérica (Zamora *et al.*, 1993), se puede explicar invocando un proceso de recristalización y metasomatismo sobrepuesto, como consecuencia del metamorfismo de contacto producido por las intrusiones ígneas del entorno.

Conclusiones

Las rocas carbonatadas del área de Mérida presentan unas relaciones Sr/Fe y Sr/Mn que permiten discriminar desde el punto de vista geoquímico los diferentes litotipos reconocidos en el campo, y al mismo tiempo establecer una secuencia de dolomitización asociada a la evolución diagenética, localmente modificada por los procesos metasomáticos sobrepuestos. El proceso de dolomitización principal tuvo lugar durante la diagénesis avanzada, después de la cementación y litificación del sedimento original, de acuerdo con las características geoquímicas y petrográficas de las rocas carbonatadas.

Referencias

- Bustillo, M. y Fort, R. (1986). Evolución geoquímica del estroncio en los procesos de dolomitización: Aplicación a las dolomías del Cretácico Inferior de la zona oeste de Cantabria. *Bol. Geol. Min.*, 97, 662-671.
- Bustillo, M. y Fort, R. (1990). Los carbonatos marinos aptienses del anticlinal de Santillana del Mar, Cantabria: Procesos diagenéticos y su relación con los contenidos en Sr, Fe y Mn. *Estudios Geol.*, 46, 57-64.
- ENADIMSA (1979). *Estudio de los mármoles y calizas del oeste (área de Mérida-Montijo)*. Serv. Doc. ITGE (n.º 10.622), págs. 83-87 (inédito).
- Gil, P. P., Crespo, J., Herrero, J. M., Velasco, F. y Casares, M. A. (1990). Mineralizaciones de hierro asociadas a calcarenitas de edad Albiense: Mina de Dícido (Cantabria). *Bol. Geol. Min.*, 101, 580-592.
- Gonzalo, J. C. (1987). *Petrología y estructura del basamento en el área de Mérida (Extremadura Central)*. Tesis doctoral, Univ. Salamanca, 327 págs.
- Herranz, P. (1983). El Precámbrico de la zona de Ossa-Morena. En: *Geología de España*. Libro Jubilar. J. M. Ríos (IGME), tomo I, 100-108.
- Herranz, P., San José, M. A. y Vilas, L. (1977). Ensayo de correlación del Precámbrico entre los Montes de

- Toledo occidentales y el valle del Matachel. *Estudios Geol.*, 33, 327-342.
- Liñán, E. y Perejón, A. (1981). El Cámbrico inferior de la Unidad de Alconera, Badajoz (SO España). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 79, 125-148.
- Liso, F. J. (1980). *Contribución al conocimiento mineralógico y técnico de las rocas carbonáticas de Badajoz*. Tesis doctoral, Univ. Complutense de Madrid.
- Roso de Luna, I. y Hernández Pacheco, F. (1950). *Mapa Geológico de España 1:50.000*. Memoria explicativa de la Hoja n.º 777 (Mérida), IGME.
- Schultz, L. G. (1964). *Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-ray and chemical data for the Pierre shale*. Geol. Survey Prof. paper 391-C.
- Sibley, D. F. y Gregg, J. M. (1987). Classification of dolomite rock textures. *J. Sed. Petrol.*, 57, 967-975.
- Sos Baynat, V. (1964). Geología de las inmediaciones de Mérida (Badajoz). *Bol. Geol. Min.*, 75, 213-311.
- Veizer, J. y Demovic, R. (1974). Strontium as a tool in facies analysis. *J. Sed. Petrol.*, 44, 93-115.
- Zamora, A. J., Mandado, J., Tena, J. M., Auqué, L. F. y Gimeno, M. J. (1993). Estudio geoquímico de los materiales carbonatados de la Formación Ribota (Cadena Ibérica Oriental, provincias de Zaragoza y Soria). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 88, 151-164.

Recibido el 27 de noviembre de 1995.
Aceptado el 6 de marzo de 1996.