

Análisis comparativo de procedencia de sedimentos lutíticos y arenosos interestratificados: El Permotriás del Desert de les Palmes (Castellón)

Comparison of provenance results between lutitic and sandstone sediments: An example from Permian of Desert de les Palmes area (Castellón)

J. D. Martín (*), D. Gómez-Gras (**) y T. Sanfeliu (*)

(*) Unidad de Mineralogía Aplicada y Ambiental, Depto. Ciencias Experimentales, Universidad Jaume I. Campus de Riu Sec (ESTCE), 12080 Castellón. e-mail: martinm@guest.uji.es

(**) Área de Petrología y Geoquímica, Depto. de Geología, Universitat Autònoma de Barcelona. Edifici Cs, 08193 Bellaterra, Barcelona.

ABSTRACT

The present study establishes the compositional relation between sandstone and lutitic levels of the Permian and Triassic succession from Desert de les Palmes area (Castellón). The evolution shows a general quartz and kaolinite decrease up of the serie, and an increase of illite and metamorphic fragments. Different relation between quartz-kaolinite and illite-metamorphic fragments have been associated with the sediment provenance and the geological evolution of the source area. Lower Unit derived from the erosion of an important weathered layer rich in quartz, kaolinite and iron oxides developed on the Hercynian materials. The continuous erosion of the source area lowered the weathering cover influence on the sedimentation of Middle and Upper Units.

Key words: Permian, Triassic, lutites, sandstones, provenance, weathering.

Geogaceta, 27 (1999), 99-102
ISSN: 0213683X

Introducción

El objetivo de este trabajo es caracterizar petrológica y mineralógicamente los niveles areniscosos y lutíticos de la serie permotriásica del Desert de les Palmes, y analizar de forma conjunta los datos obtenidos para analizar globalmente la procedencia de estos sedimentos.

Contexto geológico

La zona de estudio se encuentra ubicada en el área conocida geológicamente como Desert de les Palmes (Salas *et al.*, 1995), que se extiende desde la localidad de Vilafamés hasta la costa de Benicàssim en la provincia de Castellón. En general, toda la región está caracterizada por la presencia de un sistema de fallas normales de dirección catalánide (NE-SW) y buzamiento NW, que hace aflorar el substrato paleozoico y el permotriás junto al resto de la cobertera mesozoica.

La serie permotriásica está constituida por lutitas, areniscas y conglomerados, y presenta una potencia aproximada de 625 m (Fig. 1). Se

diferencian los tres niveles clásicos del Permotriás del sector oriental de la Cordillera Ibérica: una unidad inferior lutítico-areniscosa pérmica (330 m de potencia) y dos unidades triásicas en facies Buntsandstein, una intermedia areniscosa (276 m) y otra superior (20 m) lutítico-areniscosa (Gómez-Gras, 1993; Martín, 1998). El yacente de la serie corresponde a las pizarras, areniscas y grauvacas del Carbonífero inferior (facies Culm) y el techo a las calizas dolomíticas del Triásico medio (facies Muschelkalk).

La Unidad inferior está formada por lutitas rojas compactas con numerosas intercalaciones de areniscas, de base canalizada, que forman ciclos estrato y granodecrecientes. Estos sedimentos se originaron bajo un régimen fluvial meandriforme, donde las lutitas corresponden a las facies de desbordamiento y las areniscas a las barras de meandro. La Unidad intermedia muestra un apilamiento de ciclos de barras cortadas por canales, sedimentos propios de cursos aluviales de tipo *braided* (Gómez-Gras, 1993). Los escasos afloramientos de la Unidad Superior no permite una interpretación detallada de sus facies, si bien son

visibles las facies Röt en el contacto con las calizas del Triásico medio (Muschekalk).

Metodología

Se han realizado dos columnas litológicas en la zona del Desert de les Palmes, la primera situada en las Agujas de Santa Agueda, dentro del Desert propiamente dicho, y la segunda en el barranco de Moró, muy cerca de la localidad de Vilafamés. En ellas se ha efectuado el muestreo sistemático de los niveles lutíticos y areniscosos para su análisis mineralógico y petrológico.

El estudio de los cuerpos areniscosos se ha efectuado mediante análisis petrográfico sobre lámina delgada de las muestras que texturalmente permitan un análisis exhaustivo con el microscopio de polarización. La cuantificación de los distintos componentes de la roca se ha realizado mediante conteo de 500 puntos siguiendo el método de Gazzi-Dickinson (Ingersoll *et al.*, 1984). Los datos obtenidos se representan en la tabla 1 y hacen referencia a la mineralogía del esqueleto, la matriz y el cemento.

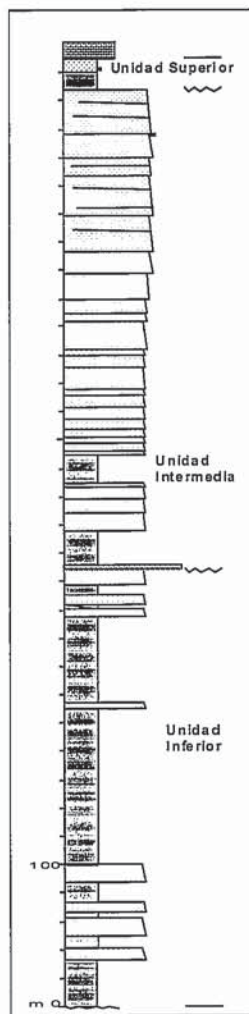


Figura 1. Columna litoestratigráfica sintética del Permotriás del Desert de les Palmes.

Figure 1. Lithostratigraphic section of Permian and Triassic sediments in Desert de les Palmes area.

El análisis de las lutitas se ha realizado siguiendo la metodología empleada por Sanfeliu (1991) y Jordán *et al.* (1995) para sedimentos terciarios y cretácicos, respectivamente, de la provincia de Castellón. La fluorescencia de rayos X (FRX) se ha utilizado para la caracterización geoquímica (elementos mayoritarios) de las lutitas (Tab. 2) y la difracción de rayos X (DRX) para la caracterización mineralógica de las mismas (Figs. 2 y 3). La realización de difractogramas de las fracciones total y sobre la fracción arcillosa (agregados orientados) permite un mayor seguimiento de los cambios mineralógicos que se producen en la vertical de la serie.

Petrología de las areniscas

La tabla 1 muestra los datos petrológicos de las 20 muestras de areniscas es-

	Q	Qfr	Qt	F	Fr	Mi	Qc	Cc	Dc	Fec	Kaol	Il
Unidad Superior	47,6	2,6	63,9	0	19,6	1,6	13,2	0	0	8,9	1	1,1
Unidad Intermedia	74,2	4,3	89,16	0	3,13	0,3	10,1	0	0	1,36	4,13	0,73
Unidad Inferior	64,72	1,88	77,6	0,3	3,62	0,53	10,1	0	7,92	2,86	5,92	0,44

Tabla 1. Datos petrológicos promediados de las muestras de areniscas expresados en %. Qd (cuarzo detrítico), Qfr (cuarzo en fragmentos de roca), Qt (cuarzo total incluyendo el cemento y el "chert"), F (feldespatos), Fr (fragmentos de roca finos), Mi (micas), Qc (cemento de cuarzo), Cc (cemento de calcita), Dc (cemento de dolomita), Fec (cemento ferruginoso y "coating"), Kaol (caolinita) e Il (illita).

Table 1. Petrological average data from sand's samples (%). Qd (detritical quartz), Qfr (quartz rock fragment), Qt (total quartz including cement and chert), F (feldspars), Fr (rock fragment fine grained), Mi (mica), Qc (quartz cement), Cc (calcite cement), Dc (dolomite cement), Fec (iron cement and coating), Kaol (kaolinite) e Il (illite).

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Ppc
Unidad Superior	50,90	21,25	0,70	6,00	4,05	2,20	0,14	5,67	9,78
Unidad Intermedia	64,88	14,87	0,79	5,71	2,33	1,33	0,07	3,62	6,76
Unidad Inferior	60,08	18,25	0,93	6,15	2,32	0,73	0,31	3,63	6,56

Tabla 2. Análisis químico promediado de las muestras de lutitas (% en peso). Ppc: pérdida por calcinación.

Table 2. Average data from chemical analysis of lutitic samples (wt.%). Ppc: lost on fire.

tudiadas, promediados y agrupados según las tres unidades permotriásicas diferenciadas. De estas 10 muestras pertenecen a la Unidad Inferior, 8 a la Intermedia y 2 a la Unidad Superior.

La Unidad Inferior está formada por sublitoarenitas que paulatinamente hacia techo van pasando a cuarzoarenitas. El tamaño de grano dominante es el de arena fina, con clastos muy angulosos en la base y bien redondeados en el techo. La selección de los niveles areniscosos inferiores es moderada, mientras que la de los niveles superiores es, por término medio, buena a muy buena. La Unidad Intermedia presenta una evolución composicional similar a la anterior. Texturalmente el tamaño de grano que domina es el medio; la selección, en general, es moderada y el índice de redondez presenta una variación desde valores angulosos en la base a subredondeados en el techo. El componente mayoritario del esqueleto es el

cuarzo, seguido de los fragmentos de rocas metamórficas. La Unidad Superior está formada por litoarenitas, con tamaño de grano muy fino, clastos subangulosos y selección moderada. Mineralógicamente hay que resaltar el aumento de los fragmentos de rocas metamórficas de bajo grado en relación a las Unidades anteriores. En todas las muestras la matriz arcillosa es escasa y procede de la alteración de los feldespatos a illita e interestratificados I-E, de la precipitación de caolinita o del reemplazamiento de la moscovita. También es frecuente encontrar illita en forma de *clay rim* alrededor de los granos de diferente composición.

Un aspecto esencial de los *red beds* permotriásicos es la gran abundancia de cuarzo que presenta toda la serie. La evolución general de los cuerpos areniscosos de la serie refleja un aumento de la proporción de cuarzo en la vertical, de la Unidad Inferior (entre 60,2% y 67,1%) a

la Intermedia (entre 67,1% y 83,5%), para descender bruscamente en la Unidad Superior (47,6%) debido al aumento de fragmentos metamórficos de bajo grado. Este mismo comportamiento se observa para el cuarzo en fragmentos de roca o para el cuarzo total, donde además se incluye el cemento de sílice. Los feldespatos tan solo aparecen, escasamente y sin variaciones importantes, en la Unidad Inferior. Los fragmentos de roca, predominantemente metamórficos de bajo grado, mantienen proporciones similares en las dos primeras unidades, disminuyendo de base a techo en ambas, y aumentando considerablemente en la Unidad Superior donde su cuantía es importante. Las micas también aumentan en la Unidad Superior respecto a las dos primeras.

Las areniscas están cimentadas por tres mineralogías diferentes. El cemento de cuarzo, es el más abundante (2-20%), mantiene la proporción en las unidades Inferior y Media para aumentar sensiblemente en la Superior. El cemento de calcita es inexistente mientras que el de dolomita no supera el 12% y tan solo aparece en la Unidad Inferior. El cemento ferruginoso, igual que el de cuarzo, mantiene la proporción en las dos primeras unidades (0,3-5%) y aumenta considerablemente en la Unidad Superior (9%).

Los minerales de la arcilla, esencialmente illita y caolinita, presentan una evolución vertical opuesta. La illita presenta proporciones por debajo del 1% en las dos primeras unidades para sobrepasar ligeramente este porcentaje en la última. Por el contrario la caolinita disminuye en la Unidad Intermedia, de 5,92% a 4,13%, y considerablemente en la Unidad Superior, 1%.

Mineralogía de las lutitas

La tabla 2 muestra los resultados del análisis químico, promediados por unidades, de las 16 muestras lutíticas recogidas a lo largo de la serie. Las 12 primeras muestras corresponden a la Unidad Inferior, la Unidad Intermedia está representada con las 4 siguientes y la Unidad Superior con las 2 últimas. En las figuras 2 y 3 se puede observar la evolución mineralógica de la serie a través de los difractogramas de muestra total y de agregados orientados.

El análisis de los difractogramas correspondientes a la fracción total de las lutitas muestra un aumento del contenido en cuarzo de la Unidad Inferior a la Media, y un notable descenso en la Superior. Los difractogramas sobre agregados orientados muestran una elevada proporción de cuarzo en todas las muestras. Este

hecho se debe, además de a la presencia de cuarzo de granulometría muy fina, a la existencia de sílice coloidal criptocristalina situada alrededor de los granos arcillosos (Barba *et al.*, 1997). El contenido en SiO₂ de las muestras está estrechamente relacionado, en valores relativos, con el contenido en cuarzo de las mismas. Su tendencia es idéntica, aumenta en las dos primeras unidades y desciende considerablemente en la última.

La lutitas mantienen una baja proporción de feldespatos en las tres unidades, si bien dominan las de naturaleza sódica (plagioclasas). En el caso de los difractogramas obtenidos sobre agregados orientados la presencia de feldespatos no es común a todas las muestras lo que denota su acumulación en las granulometrías más gruesas. El aumento considerable de K₂O en la Unidad Superior está relacionado, parcialmente, con el aumento de feldespatos potásicos en la vertical (Martín, 1998), aspecto que se registra también, a nivel regional, en las areniscas de la Unidad Superior, tanto en la Cordillera Ibérica como en Baleares (Gómez-Gras, 1993)

La calcita aumenta considerablemente su proporción de base a techo de la serie. Este mismo comportamiento puede observarse en el contenido en CaO obtenido por FRX. Su origen puede estar relacionado con los paleosuelos de calcetas desarrollados preferentemente en los niveles lutíticos, ya que ninguna muestra de arenisca contiene calcita, ni tan solo en forma de cemento. La dolomita presenta un comportamiento parecido al de la calcita. Los resultados de FRX también muestran un aumento de MgO hacia el techo coincidiendo con la aparición de las facies Röt.

Los minerales de la arcilla corresponden esencialmente a caolinita e illita. Tanto los difractogramas de la muestra total (Fig. 2) como los de agregados orientados (Fig. 3) de las muestras, evidencian una dismunción importante de la caolinita en las unidades Intermedia y Superior, y un comportamiento inverso para la illita.

El óxido de hierro de las lutitas, el que proporciona el color rojo característico al permotriás, es fundamentalmente la hematites. Su proporción tanto en las lutitas como en las areniscas aumenta notablemente en la Unidad Superior presentando en ambos materiales una misma tendencia en la vertical.

Discusión y conclusiones

El análisis conjunto de las lutitas y areniscas permotriásicas permite estable-

cer dos tendencias evolutivas similares en la evolución vertical de la serie; una disminución de la caolinita y del cuarzo, y un aumento de la illita y fragmentos de roca metamórficos. A pesar de que los minerales arcillosos se pueden originar como el producto de transformaciones diagenéticas de los feldespatos y las micas, o como cemento meteórico tardío relacionado con ambientes telodiagenéticos (Gómez-Gras, 1993), estos procesos por sí solos no permiten explicar las tendencias evolutivas observadas.

Este comportamiento es lógico si consideramos que el área fuente de estos sedimentos estuvo sometida a un clima

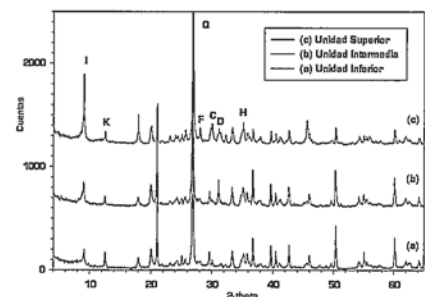


Figura 2. Serie de difractogramas (fracción total) donde se muestra la evolución mineralógica vertical de las lutitas. Cuarzo (Q), feldespatos (F), calcita (C), dolomita (D), hematites (H), illita (I) y caolinita (Kaol).

Figure 2. Diffractograms (total fraction) showing the vertical mineralogy evolution of lutitic samples. Quars (Q), feldspats (F), calcite (C), dolomite (D), hematite (H), illite (I) and kaolinite (Kaol).

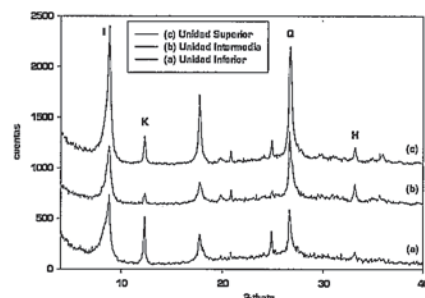


Figura 3. Serie de difractogramas (fracción arcilla) que muestra la evolución mineralógica vertical de las lutitas. Cuarzo (Q), feldespatos (F), hematites (H), illita (I) y caolinita (Kaol).

Figure 3. Diffractograms (clay fraction) showing the vertical mineralogy evolution of lutitic samples. Quars (Q), feldspats (F), hematite (H), illite (I) and kaolinite (Kaol).

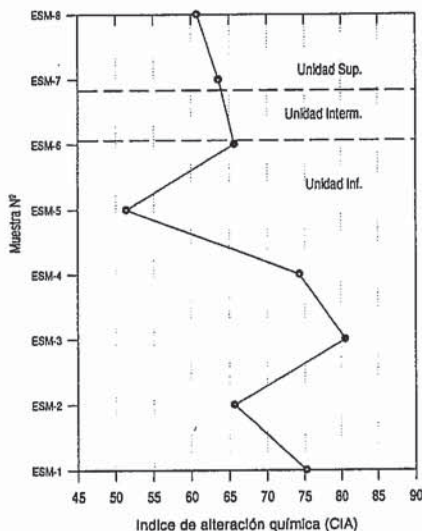


Figura 4. Evolución del Índice de Alteración Química (CIA) en la serie de la Ermita de Moró.

Figure 4. Chemical Index Alteration (CIA) in Ermita de Moró section.

cálido y húmedo hasta principios del Pérmico inferior que produjo una intensa meteorización química y el desarrollo de perfiles de alteración enriquecidos básicamente en cuarzo, minerales de hierro y caolinita sobre diferentes litologías del substrato hercínico (Ferrer et al., 1998; Gómez-Gras y Ferrer, 1999). La progresiva erosión de estas áreas fuente dejaría al descubierto substratos cada vez menos alterados constituidos fundamentalmente por rocas metamórficas de bajo grado (Gómez-Gras, 1993), los cuales durante el transporte y sedimentación se convertirán en fragmentos de pizarras y de esquistos en la fracción arena y en cuarzo, micas e illitas en la fracción lutítica. Esta evolución composicional vendría favorecida por el rejuvenecimiento de las áreas fuente líticas de carácter regional que se produce entre la Unidad Intermedia y la Superior y que se traduce en la última en

un aumento significativo de los fragmentos metamórficos de bajo grado (Gómez-Gras, 1993).

Existen en la literatura numerosos índices que hacen referencia a la procedencia y alteración de los sedimentos, ya sean arcillas o areniscas. El Índice de Alteración Química (CIA), según Nesbit and Young (1982), mide el grado de alteración de los feldespatos en relación al protolito inalterado. El valor de las plagioclasas y los feldespatos potásicos inalterados, como valor de roca fresca, es igual a 50 e índices de alteración química (CIA) más altos representan progresivamente mayores grados de alteración. La evolución general de este índice en la serie estudiada (fig. 4) muestra una tendencia clara en la vertical hacia valores más cercanos a 50. Se deduce que la Unidad Superior se alimentaba de un área fuente cada vez menos alterada, hecho este que confirma la hipótesis planteada. El valor anómalo, excesivamente bajo, de la muestra ESM-5 se debe a su alto contenido en carbonato cálcico (Hassan et al., 1999).

La tendencia evolutiva por unidades del contenido en SiO_2 de las lutitas es muy similar al contenido en cuarzo total (Qt) que muestran las areniscas. Lógicamente este contenido no hace referencia tan solo al cuarzo sino al total de minerales silicatados de las muestras, pero la relación con el primero es directa.

La tendencia de la illita en ambos materiales es muy similar si consideramos que en las areniscas la illita equivale de las lutitas equivale a diferentes mineralogías como son: fragmentos metamórficos de bajo grado, moscovitas y biotitas. En general, la meteorización de estos últimos proporciona en gran medida la illita que se encuentra abundantemente en los niveles lutíticos superiores.

Los carbonatos, cálcicos y magnésicos, aumentan hacia techo coincidiendo con la aparición de la facies Röt, y representan el inicio de la transgresión marina que da paso a la sedimentación de las calizas del Triásico medio (facies Muschelkalk).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto AE99-17 (Ayudas para Acciones Especiales de I+D del 1999 de la Consellería. de Cultura, Educación i Ciència de la Generalitat Valenciana) y del proyecto DGICYT PB 96-1236. Los autores agradecen su colaboración a la empresa Arcitras, S.L.

Referencias

- Barba, A., Beltran, V., Feliu, C., García, J., Ginés, F., Sánchez, E. y Sanz, V. (1997): Instituto de Tecnología Cerámica-AICE. Castellón.
- Ferrer, C., Gómez-Gras, D. y Marfil, R. (1998): En: *Sedimentology at the dawn of the third millenium* (J. C. Cañaveras, M. A. García del Tura y J. Soria, Eds), XV International Sedimentological Congress. Publicaciones de la Universidad de Alicante, Alicante:330-331.
- Gómez-Gras, D. (1993): *Bol. Geol. y Min.*, 104-5: 467-515.
- Gómez-Gras, D. y Ferrer, C. (1999): *Rev. Soc. Geol. España*, 12 (2): 281-299.
- Hassan, S., Ishiga, H., Roser, B.P., Dozen, K., and Naka, T. (1999): *Chemical Geology*, Vol. 158 (3-4), pp.293-413.
- Ingersoll, R. V., Bullard, T. F., Ford, R. L., Grimm, J. P., Pickl, J. D. y Sores, S. W. (1984): *Journ. Sed. Petrol.*, 54:103-116.
- Jordán M. M. et al. (1995): *International Ceramic Journal*, Oct., 25-29.
- Martín, J.D. (1998): *Tesis de Licenciatura*. Univ. Autònoma de Barcelona, 79 pp.
- Morey, G. B. y Setterholm, D. R. (1997): *Jour. Sed. Research*, Vol. 67 (1): 105-115.
- Nesbit, H. W. y Young, G. M. (1982): *Nature*, vol. 299, 715-717.
- Salas, R. y Martín-Closas, C. Coord. (1995): *Guía de campo de las excursiones realizadas durante el III Coloquio del Cretácico de España (Morella, 1991)*. Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- Sanfeliu T. (1991): *Col.lecció Universitaria*. Diputació de Castelló. Castelló.