

Caracterización de los filosilicatos de la sucesión hemipelágica de la Serra dels Almaens (Albiense superior, Prebético de Alicante)

Characterization of clay minerals from the hemipelagic succession in the Serra dels Almaens (upper Albian, Prebetic of Alicante)

F. Coruña^{1,4}, C. de Santiago-Buey², S. López-Andrés^{1,3} y J. Martín-Chivelet^{4,5}

1 CAI Técnicas Geológicas, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid. fcorunal@geo.ucm.es

2 Laboratorio de Geotecnia, CEDEX 28014 Madrid. cristina.desantiago@cedex.es

3 Dpto. Cristalografía y Mineralogía, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid. antares@geo.ucm.es

4 Dpto. Estratigrafía, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid. j.m.chivelet@geo.ucm.es

5 Instituto de Geociencias IGEO (CISC, UCM), c/ José Antonio Novais 12, 28040 Madrid

Resumen: La determinación de la mineralogía de las arcillas en sistemas deposicionales hemipelágicos tiene un gran potencial para la caracterización de cambios ambientales que, sin embargo, ha sido poco explotado en el análisis de cuencas. En este trabajo se aplica este método a la Formación Represa (Albiense superior, Prebético) en la Serra dels Almaens (Jijona, Alicante). La unidad está caracterizada por una alternancia de margas y calizas depositadas en los ambientes hemipelágicos del antiguo margen continental sudibérico y tiene un notable espesor (> 450 m). Se analiza la composición mineralógica global de las muestras mediante el método de polvo policristalino y la mineralogía específica de filosilicatos mediante agregados orientados en dos fracciones: gruesa (2-20 µm) y fina (< 2 µm). Mineralógicamente la serie está constituida por calcita, filosilicatos, cuarzo y dolomita. Dentro del grupo de los filosilicatos se han identificado esmectita, illita y caolinita. Estos minerales arcillosos presentan variaciones significativas a lo largo de la serie estudiada, lo que permite definir cinco intervalos sucesivos e interpretarlos en términos de la evolución de la cuenca sedimentaria.

Palabras clave: Mineralogía de arcillas, índice de cristalinidad, facies hemipelágicas, Cretácico, Cadena Bética.

Abstract: *Determination of clay mineralogy in hemipelagic depositional systems has a great potential for the characterization of environmental changes in those systems. However, this potential has been only little exploited in the analysis of sedimentary basins. In this paper this method is applied to the Represa Formation (upper Albian, Prebetic Zone) in the Serra dels Almaens (Jijona, Alicante). There, the unit reaches a remarkable thickness (> 450 m), and is characterized by marl and limestone alternations deposited in the hemipelagic environments of the ancient southiberian continental margin. The bulk mineralogical composition of the samples was analyzed by the method of polycrystalline powder, and the specific mineralogy of clays by means of oriented aggregates in two fractions: coarse (2-20 µm) and fine (<2 µm). Mineralogically, the samples consist of calcite, phyllosilicates, quartz and dolomite. Within the group of phyllosilicates, smectite, illite and kaolinite were identified. These clay minerals reflect significant changes throughout the sedimentary series, allowing the definition of five successive stratigraphic intervals and their interpretation in terms of the evolution of the sedimentary basin.*

Key words: *Clay mineralogy, crystallinity index, hemipelagic facies, Cretaceous, Betic chain.*

INTRODUCCIÓN

La determinación de la mineralogía de las arcillas en sistemas deposicionales hemipelágicos puede ser de gran utilidad en la caracterización de posibles cambios paleoambientales (Velde, 1995) y, por tanto, en la caracterización de la evolución de cuencas sedimentarias. En este trabajo, se aplica este método a la Formación Represa (Van Veen, 1969), que constituye el registro sedimentario del Albiense superior (alto) en los dominios hemipelágicos del antiguo margen continental sudibérico (e.g., Martín-Chivelet et al., 2002). Esta unidad aflora extensamente en el Prebético de la provincia de Alicante. Este trabajo

se centra en la Serra dels Almaens, situada inmediatamente al este de la localidad de Jijona (Fig. 1), donde ya se ha realizado un estudio sedimentológico y estratigráfico detallado (Coruña et al., 2008). En esta zona, la unidad está conformada por una alternancia de calizas y margas con un notable espesor (> 450 m), posiblemente por corresponder dicha área con un depocentro de la cuenca (Coruña, 2007).

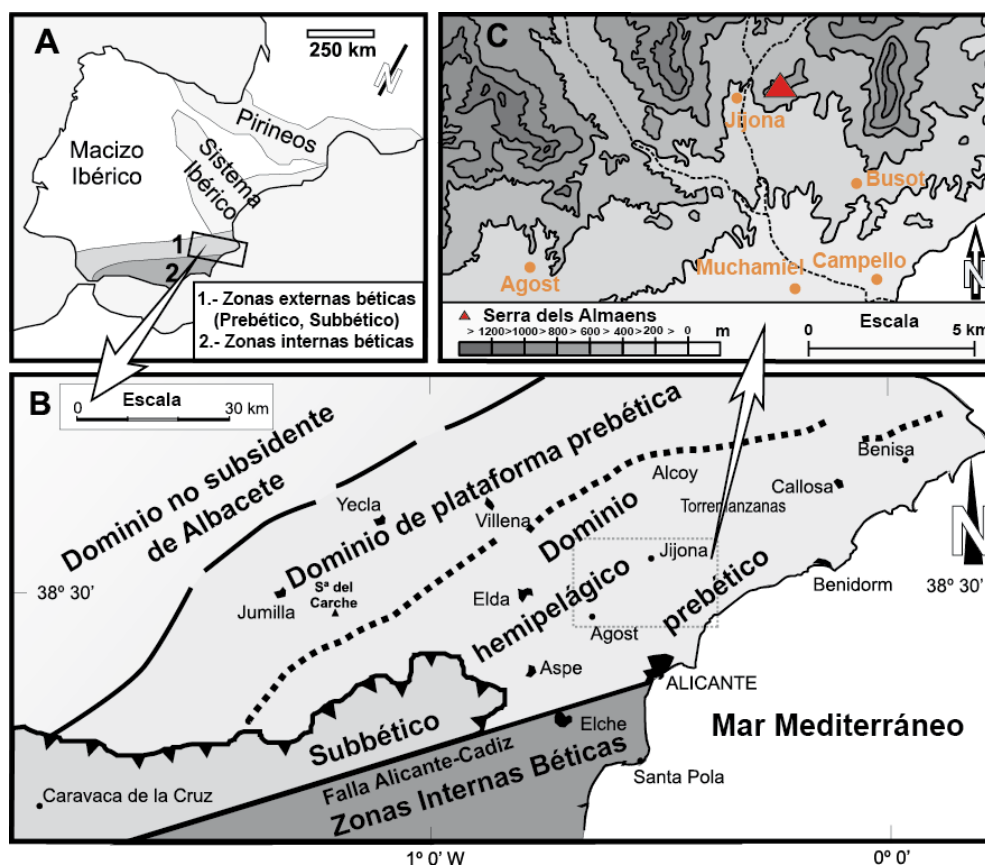


FIGURA 1. Situación de la zona de estudio (modificado de Martín-Chivelet, 2002).

METODOLOGÍA

Se han recogido un total de 31 muestras de naturaleza margosa y margo-calcárea con una equidistancia aproximada de 15 m. Su caracterización mineralógica se ha llevado a cabo mediante difracción de rayos X (DRX), utilizando un difractómetro Bruker D-8 Advance provisto de detector Sol-X, trabajando a 40 kV y 30 mA. Se realizó un barrido continuo en el intervalo comprendido entre 2 y $70^{\circ} 2\theta$ para el método polvo y de 2 a $35^{\circ} 2\theta$ para el de agregados orientados, con un tamaño de paso de $0,02$ y un tiempo de paso de $1s$. Para la identificación, semi-cuantificación y determinación de la cristalinidad se utilizó el paquete Difracc-Plus de Bruker AXS. La mineralogía global de las muestras se ha determinado mediante el método de polvo policristalino y la mineralogía específica de filosilicatos mediante el método de agregados orientados (Moore y Reynolds, 1997), estudiándose por separado las fracciones entre 2 y $20 \mu m$ (fracción gruesa) e inferior a $2 \mu m$ (fracción fina).

La semi-cuantificación de las fases cristalinas en la mineralogía global se ha realizado utilizando el método de Chung (1974) y la de los filosilicatos mediante el método de los poderes reflectantes (Schultz, 1964). En este estudio se han usado los siguientes poderes reflectantes para los espaciados indicados: 4 para esmectita en 16\AA , 2 para caolinita en 7\AA y $0,65$ para la illita en 5\AA .

Dentro de la caracterización de los filosilicatos, además de su identificación y semi-cuantificación, resulta interesante determinar su cristalinidad mediante alguno de los índices aceptados en la literatura. En este estudio se ha utilizado el índice de Kübler (1964) en las illitas, el índice de Amigó (1994) en las caolinitas y la anchura de la reflexión a mitad de altura (Full Width at Half Maximum: FWHM) en las esmectitas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2 se muestra la columna sedimentaria de la Formación Represa de la zona de estudio (Coruña, 2007; Coruña et al., 2008). Las columnas situadas a la derecha representan los resultados obtenidos de la caracterización mineralógica de las 31 muestras en el siguiente orden: mineralogía global, mineralogía y cristalinidad de filosilicatos de la fracción gruesa y de la fracción fina, respectivamente.

La mineralogía global de la serie está compuesta principalmente por calcita como mineral mayoritario con porcentajes superiores al 46% en prácticamente todas las muestras, acompañada de filosilicatos y cuarzo en diferentes proporciones (entre 5 y 33%). Puntualmente se identifica dolomita minoritaria en algunas muestras, en una proporción inferior al 8% . La calcita presenta una tendencia opuesta a la de cuarzo y filosilicatos en conjunto, coherente con una alternancia

de sedimentos de origen terrígeno y marino. En la mineralogía global destacan cinco mínimos de % de calcita, asociados a un incremento de cuarzo y filosilicatos (a 28, 59, 195 y 230 y entre 92 y 112 m, aproximadamente).

Los filosilicatos identificados y semi-cuantificados mediante agregados orientados en ambas fracciones son: caolinita, illita y esmectita. Cabe destacar en primer lugar el comportamiento opuesto de esmectita con respecto a caolinita y illita, así en las zonas en las que se incrementa la proporción relativa de esmectita, disminuye la de los otros dos filosilicatos, y viceversa. En cuanto a la cristalinidad, se observa que illita/mica

y caolinita presentan unos valores bastante constantes y estables (valor medio del IC de caolinita 0,34 y de mica/illita 0,40 en fracción fina) a lo largo de la columna. Por el contrario, la cristalinidad de la esmectita presenta cambios significativos con valores elevados en la base (valor medio del IC 1,13 en fracción fina), correspondientes a cristalinidades bajas, y valores mínimos (valor medio del IC 0,69 en fracción fina) a techo indicando cristalinidades altas. Además, la proporción relativa de estos minerales arcillosos permite diferenciar cinco tramos a lo largo de la serie estratigráfica:

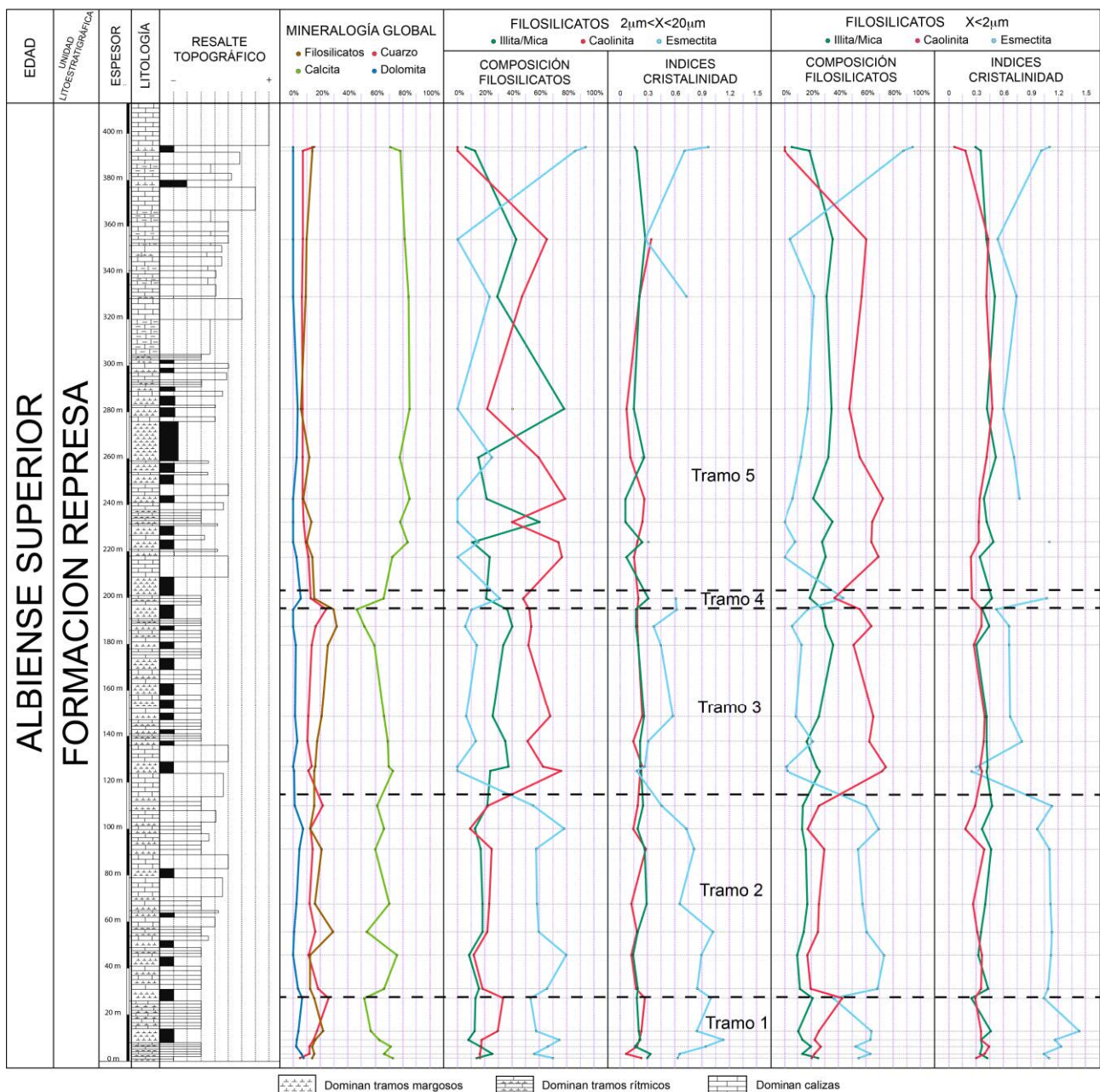


FIGURA 2. Representación gráfica de las variaciones de la mineralogía total y de los filosilicatos (composición y cristalinidad de illita, esmectita y caolinita) con respecto a la evolución de la serie sedimentaria (modificada de Coruña et al., 2008).

- **Tramo 1.** La parte basal de la serie, los primeros 25 m, presenta importantes variaciones tanto en las proporciones relativas de todos los minerales como en el índice de cristalinidad de los filosilicatos. A techo, se produce un brusco descenso en el porcentaje de esmectita y un incremento de illita y caolinita, coincidiendo con un descenso de calcita y aumento de cuarzo. Este tramo está caracterizado por un aumento progresivo en la entrada de siliciclásticos a la cuenca, lo que podría indicar una incisión en la red de drenaje del antepaís.

- **Tramo 2.** Se sitúa entre 25 y 110 m y es más homogéneo que el anterior, observándose una fuerte predominancia de esmectitas de muy baja cristalinidad y una baja proporción de illita y caolinita de mayor cristalinidad. En este tramo existe una tendencia relativamente equilibrada entre la entrada de siliciclásticos y la producción de carbonatos.

- **Tramo 3.** Comprendido entre 110 y 200 m, está definido por tener caolinita como filosilicato predominante. La esmectita pasa a ser la fase minoritaria con una cristalinidad sensiblemente superior a la del tramo 2. El cambio de tendencia observado entre este tramo y el anterior, definido por el cambio radical en la mineralogía y en la cristalinidad de las arcillas estudiadas, coincide con un cambio en la tendencia carbonática de facies más margo-calizas a más margosas (Coruña, 2007; Coruña et al., 2008), lo cual indica un aumento progresivo en la entrada de siliciclásticos a la cuenca hacia el techo del tramo.

- **Tramo 4.** En torno a los 200 m, se observa una brusca disminución de caolinita, que coincide con un incremento significativo de esmectita. En la mineralogía global existe una previa disminución del porcentaje de calcita con un incremento del cuarzo y filosilicatos, representando este tramo el máximo aporte de siliciclásticos a la cuenca pudiéndose corresponder con un máximo regresivo.

- **Tramo 5.** Situado a partir de los 200 m, este tramo se caracteriza por la ausencia de esmectita en su parte basal. A partir del metro 240, vuelve a aparecer esmectita, con un alto contenido en carbonatos y bajos contenidos en cuarzo y filosilicatos, dominando claramente la caolinita. La disminución gradual de entrada de siliciclásticos a la cuenca indica un mayor desarrollo de la plataforma carbonatada. Podría hablarse de un cambio de tendencia mineralógica a techo pero la muestra 31 está situada en la última secuencia de carácter margoso siendo el resto de la serie carbonática con ausencia de filosilicatos.

CONCLUSIONES

Se ha estudiado la composición mineralógica global y específica de filosilicatos del registro sedimentario

hemipelágico de la Serra dels Almaens. La caracterización de las arcillas a lo largo de la serie ha permitido establecer cinco intervalos de características mineralógicas diferentes.

La evolución de la proporción de los filosilicatos identificados (esmectita, caolinita, mica/illita), está asociada a variaciones previas en la relación de siliciclásticos/carbonatos, como consecuencia de la entrada de terrígenos y producción de carbonatos en la cuenca. De los tres filosilicatos, la esmectita es la fase más sensible a las condiciones de sedimentación de la cuenca, en términos de porcentaje y de cristalinidad, según el estudio realizado.

De este trabajo se desprende que la determinación de la mineralogía de las arcillas en series hemipelágicas puede resultar de gran utilidad en el análisis de cuencas sedimentarias.

REFERENCIAS

- Amigó, J.M., Bastida, J., Sanz, A., Signes, M. y Serrano, J. (1994): Crystallinity of Lower Cretaceous kaolinites of Teruel (Spain) *Applied Clay Science*, 9: 51-69.
- Chung, F.H. (1974): Quantitative interpretation of X-Ray diffraction patterns of mixtures I. Matrix-Flushing method for quantitative multicomponent analysis. *Journal of Applied Crystallography*, 7: 519-531.
- Coruña, F. (2007): Trabajo de Investigación de Doctorado (DEA). Universidad Complutense de Madrid (inédito), 71p.
- Coruña, F., Vilas, L. y Martín-Chivelet, J. (2008): Análisis estratigráfico y sedimentológico de la sucesión hemipelágica albiense en la sierra Espartal-Almaens (Jijona, Alicante, Zona Prebética). *Geo-Temas*, 10: 127-130.
- Kübler, B. (1964): Les argiles, indicateurs de métamorphisme. *Revue de l'institut français du pétrole*, 19: 1093-1112.
- Martín-Chivelet, J. (coord.), et al. (2002): Cretaceous. In: *Geology of Spain* (W. Gibbons y M.T. Moreno, eds.). The Geological Society. London, pp. 255-292.
- Moore, D.M. y Reynolds, R.C. (1997): *X-Ray Diffraction and the identification and analysis of clay minerals*. 2nd ed. Oxford University Press, New York, 378 p.
- Schultz, L.G. (1964): Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-ray and chemical data for Pierce-Shale. *U.S. Geological Survey professional paper*, 391-C.
- Van Veen, G. W. (1969): *Geological investigations in the region west of Caravaca, southeastern Spain*. Thesis. Univer. Amsterdam. 143 p.
- Velde, B. (1995): *Origin and mineralogy of clays: clays and the environment*, Springer, Berlin, 329 p.