

Tabla 1.—Valores del contenido en Cl^- (a; mg/l), $\text{rCl}^-/\text{rCO}_3\text{H}^-$ (b) y $\text{rMg}^{++}/\text{rCa}^{++}$ (c) en las aguas de ocho puntos de la red mensual; su situación se refleja en la figura 1b.

Mes	Mayo-junio			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre		
Punto	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1	1.110	6,31	1,40	1.107	4,54	1,45	1.106	4,52	1,16	1.088	4,48	1,28	1.051	4,29	1,09
2	807	4,42	0,73	723	3,57	1,44	785	3,87	1,24	796	3,66	1,17	731	3,21	1,10
3	500	3,63	0,89	445	2,82	1,04	425	2,66	1,04	484	3,22	0,77	478	3,29	0,82
4	712	5,76	1,28	768	4,92	1,28	767	4,95	1,38	824	5,31	1,41	840	5,70	1,09
7	2.080	15,52	1,50	1.977	11,27	1,46	1.914	10,74	1,25	2.172	12,29	1,26	2.258	13,53	1,29
7	424	2,71	0,85	381	2,39	0,81	374	1,90	0,71	393	2,22	0,83	386	2,15	0,74
8	1.149	10,65	1,35	1.049	7,79	1,31	1.051	7,64	1,75	1.155	10,04	1,47	1.057	7,49	1,10
9	972	7,44	1,06	985	6,45	1,60	912	5,98	1,14	971	7,10	1,13	986	6,50	1,22

En la tabla adjunta se reflejan los valores del contenido en Cl^- y de las relaciones iónicas $\text{rCl}^-/\text{rCO}_3\text{H}^-$ y $\text{rMg}^{++}/\text{rCa}^{++}$. Las relaciones indicadas alcanzan los valores más elevados en las áreas donde las curvas de isocontenidos muestran máximos de concentración. Por otro lado, en los meses de julio y agosto se registran normalmente los valores más bajos de salinidad y en la relación $\text{rCl}^-/\text{rCO}_3\text{H}^-$, período en el que los bombeos son mínimos en todo el Campo; este hecho puede apoyar la existencia de una zonación hidrogeoquímica en la vertical.

Discusión final

La explicación más plausible a las anomalías reseñadas hay que buscarla

en la existencia de aguas de elevado contenido salino que saturan la base del tramo de calcarenitas, de muy baja permeabilidad, atrapadas tras la última regresión, en favor de fallas que hunden al material acuífero (fig. 1 c). Los procesos actuales de intrusión marina no se pueden invocar dado que no se dan ninguna de las condiciones para que tengan lugar; en efecto, las cotas piezométricas no solamente no bajan sino que en amplios sectores del acuífero suben, y además la conexión hidráulica en el mar apenas si existe, dado que las calcarenitas prácticamente se han acuñado a lo largo de la franja costera.

Agradecimientos

Agradecemos al IARA las facilidades dadas en la financiación de la

recogida de datos. Esta nota ha sido elaborada en el marco del Proyecto 88JA063, subvencionado por la CICYT.

Referencias

Baena, J. et al. (1983): *Mapa Geológico a escala 1:50.000 (MAGNA)*. Hoja 1058 (Roquetas de Mar). IGME.
Domínguez, P. et al. (1988): *Actas Simp. Int. TIAC'88*, II: 69-144.
Fourniguet, J. (1977): *Acta Geol. Hisp.* XII (4-6): 90-97.
Pulido Bosch, A. et al. (1988): *Actas Simp. Int. TIAC'88*, III: 295-309.
Thauvin, J. P. et al. (1983): *Actas III simp. Hidrogeol.*, VII: 731-737.

Recibido el 1 de febrero de 1989
Aceptado el 15 de febrero de 1989

Influencia del paleokarst en la mineralogía de arcillas del Lias de Algarinejo (Subbético medio)

J. A. Vera (*), J. Palomo (**), M. Ortega-Huertas (**).

(*) Dpto. Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencias. Universidad. 18071 Granada.
(**) Dpto. Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias. Universidad. 18071 Granada.

ABSTRACT

A clear relationship exists between the kaolinite content of the mid-Domerian to mid-Toarcian rocks of the Algarinejo section and the emersion at the same time of the Loma de las Ventanas section some 10 km away. A model is proposed for the evolution of the palaeogeography where karstification and pedogenetic processes took place on islands within the passive continental margin, which in turn influenced the clay-mineral composition of the nearby pelagic deposits.

Key words: paleokarst, Liassic, clay minerals, pelagic sediments, Subbetic.

Geogaceta, 6 (1989), 16-19.

Introducción

En el margen continental pasivo de la Zona Subbética han sido puestas

de manifiesto etapas de emersión y karstificación (Vera et al., 1988) que afectaron a las partes elevadas de bloques basculados por fallas listricas,

en fases de bajada relativa del nivel del mar (Vera, 1988). Las asociaciones de minerales de la arcilla más características de los sedimentos pelá-

gicos del Lias superior de la Zona Subbética (Palomo *et al.*, 1985; Ortega-Huertas *et al.*, 1985; Palomo, 1987) están constituidas por: ilita-clorita-caolinita, ilita-clorita-esmectita, ilita-clorita-interestratificados I/S, ilita-esmectita, representando la primera de ellas influencia continental y siendo las restantes asociaciones típicamente marinas. Más localmente, como en el caso de la serie de Algarinejo, aparece otra asociación de ilita-caolinita-esmectita, de marcada influencia continental (Palomo, 1987), en un contexto paleogeográfico alejado del continente. En este artículo se plantea la relación genética entre ambos fenómenos, paleokarst y su influencia en la mineralogía de arcillas, a partir del estudio detallado de dos series liásicas cercanas (fig. 1), con un control cronoestratigráfico preciso, lo que permite elaborar un modelo detallado de evolución en el espacio y en el tiempo.

Estratigrafía

Las dos series estratigráficas liásicas estudiadas (fig. 1A) presentan importantes variaciones como ya mostraron Dabrio y Vera (1970). La serie de Algarinejo corresponde al Subbético medio y muestra una serie liásica muy potente y completa. Por el contrario la serie de la Loma de las Ventanas, que corresponde a materiales de características más afines al Subbético externo, pero dentro de la misma unidad tectónica que la anterior, presenta una importante laguna estratigráfica que afecta a parte del Lias. El estudio estratigráfico detallado y la correlación de ambas series (fig. 1B) permite aportar las siguientes precisiones:

1. Tienen un término inferior común (Formación Gavilán) constituido por materiales carbonatados, que corresponden al depósito en la gran plataforma carbonatada, marina somera, que cubría toda la cuenca antes de iniciarse la fase del *rifting* (García-Hernández *et al.*, 1986).

2. El techo de esta formación tiene características muy diferentes. En la serie de la Loma de las Ventanas presenta una superficie de paleokarst muy manifiesta con cavidades que penetran hasta 40 metros (García-Hernández *et al.*, 1986; Vera *et al.*, 1988), rellena de material pelá-

gico. Por su parte en la Serie de Algarinejo el techo de la formación viene jalonado por un *hard-ground*, con óxidos de hierro y glauconita, con fauna de ammonites fosfatados del Domeriense inferior (García-Hernández *et al.*, 1986).

3. Los materiales pelágicos suprayacentes (Formación Zegrí) presentan espesores y edades muy diferentes. En la serie de la Loma de las Ventanas

comienzan en el Toarciense medio (biozona bifrons), existiendo una laguna estratigráfica que comprende todo el Domeriense y parte del Toarciense. Por el contrario en la serie de Algarinejo los términos de este intervalo de tiempo tienen un espesor de 900 metros (fig. 1B) y presentan facies de alternancia de calizas/margas y fauna de ammonites.

4. A partir del Toarciense medio

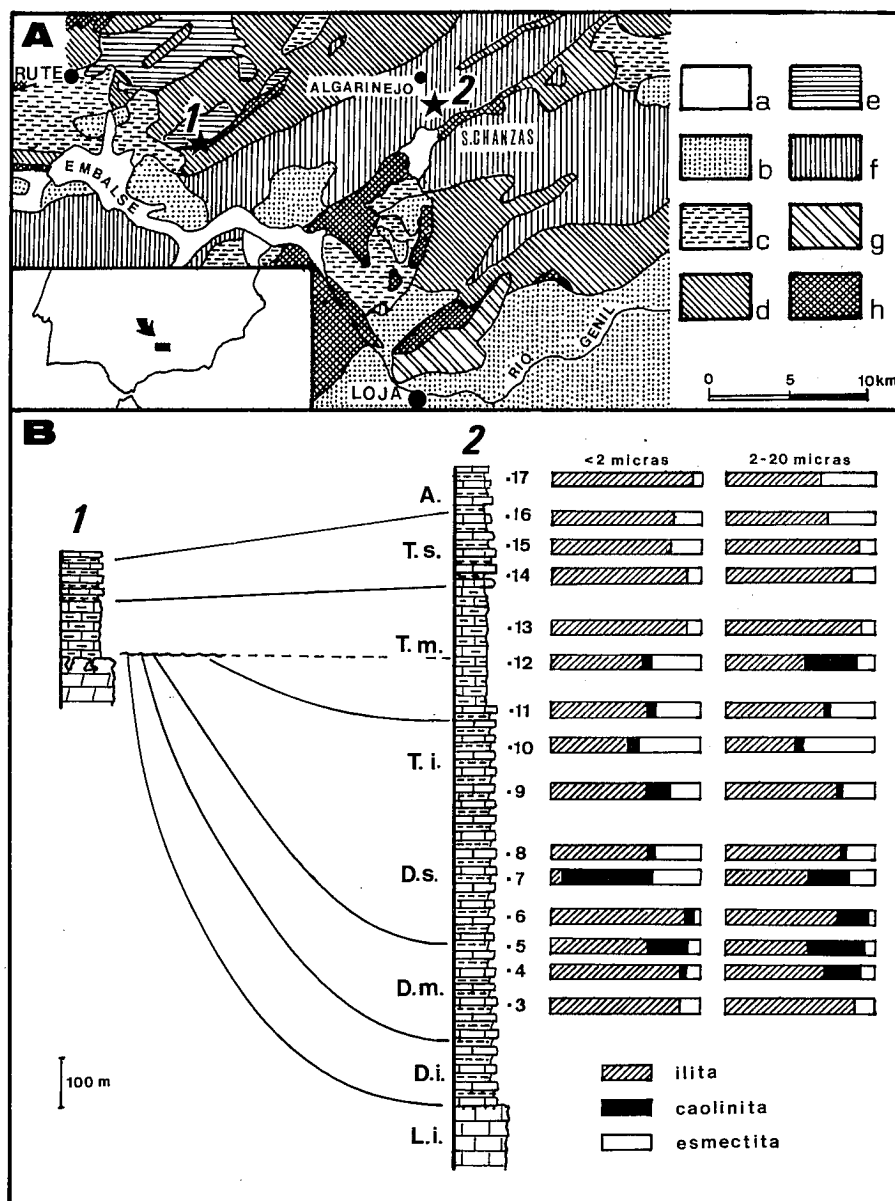


Fig. 1.—A. Localización geológica según García-Hernández, *et al.* (1986). Leyenda: 1. Serie de la Loma de las Ventanas. 2. Serie de Algarinejo. a. Materiales recientes, b. Neógeno-Cuaternario. c. Paleógeno, d. Cretácico subbético, e. Jurásico del Subbético externo, f. Jurásico del Subbético medio, g. Jurásico de la Unidad de Parapanda-Hacho de Loja (Subbético interno), h. Triásico, predominantemente Keuper.—B. Correlación estratigráfica entre las series de Loma de las Ventanas (1) y la de Algarinejo (2). En la segunda de las series se reflejan los resultados del análisis mineralógico para las fracciones de 2-20 micras y la menor de 2 micras (según Palomo 1987). Leyenda: L.i. Lias infradomeriense (Fm. Gavilán).—D.i. Domeriense inferior.—D.m. Domeriense medio.—D.s. Domeriense superior.—T.i. Toarciense inferior.—T.m. Toarciense medio.—T.s. Toarciense superior.—A. Aalenense.

las dos series manifiestan características semejantes en facies y espesores.

Mineralogía de arcillas en la Serie de Algarinejo

En la figura 1B se presentan, junto a la serie estratigráfica de Algarinejo, los resultados del estudio de un total de 15 muestras (desde el 3 al 17) que comprenden términos desde el Domeriense medio hasta el Aalaniense. Se observa que en ellas la más baja (muestra 3) y las cinco más altas (13 a 17) corresponden a una asociación de ilita-esmectita, sin presencia de caolinita. Las muestras 4 a 12, o sea, desde la parte superior del Domeriense medio hasta la mitad de Toarciense medio, contienen caolinita, a veces incluso como mineral mayoritario en la fracción de menos de dos micras de la muestra 7 (fig. 1B).

La existencia de la asociación de ilita-caolinita-esmectita indica una influencia continental (Singer, 1984; Palomo, 1987) al ser interpretada la caolinita como procedente de los suelos desarrollados sobre rocas carbonatadas en condiciones climáticas incluso contrapuestas, dada la abundancia también de esmectita. Esta asociación mineral se presenta únicamente en la sección de Algarinejo y para un intervalo de tiempo concreto. Su existencia debe, por tanto, interpretarse como el resultado de una influencia continental local y temporal.

La mayor abundancia de esmectitas en las muestras correspondientes al intervalo del Domeriense medio al Toarciense medio (muestras 7 a 12, ver figura 1), respecto a los niveles en los que se presenta como característica la asociación mineralógica ilita-esmectita (fig. 1B,2), debe considerarse también como un argumento en apoyo de la existencia de aportes provenientes de áreas próximas emergidas, y en concreto de suelos desarrollados sobre material carbonatado. El momento de aporte más intenso a la cuenca, o de mayor erosión del área fuente, lo representa el correspondiente al nivel 7 en el que la caolinita y las esmectitas alcanzan un 57% y 32%, respectivamente, en la fracción menor de 2 micras.

Los resultados en el análisis de Tierras Raras, realizados por Activación Neutrónica (Moresi *et al.*, 1989),

confirman la existencia de áreas emergidas próximas en el intervalo de tiempo considerado. Efectivamente los valores de Ce/Ce^* son 0,77 y 0,72 (muestras 4 y 12, respectivamente), cifras que señalan la existencia de importantes aportes detríticos siguien-

do las ideas de Courtois y Hoffert (1977). Ciertamente, un estudio sistemático combinado de Tierras Raras y mineralogía de arcillas podría ser empleado como determinativo también de la proximidad o lejanía del área fuente y de su naturaleza.

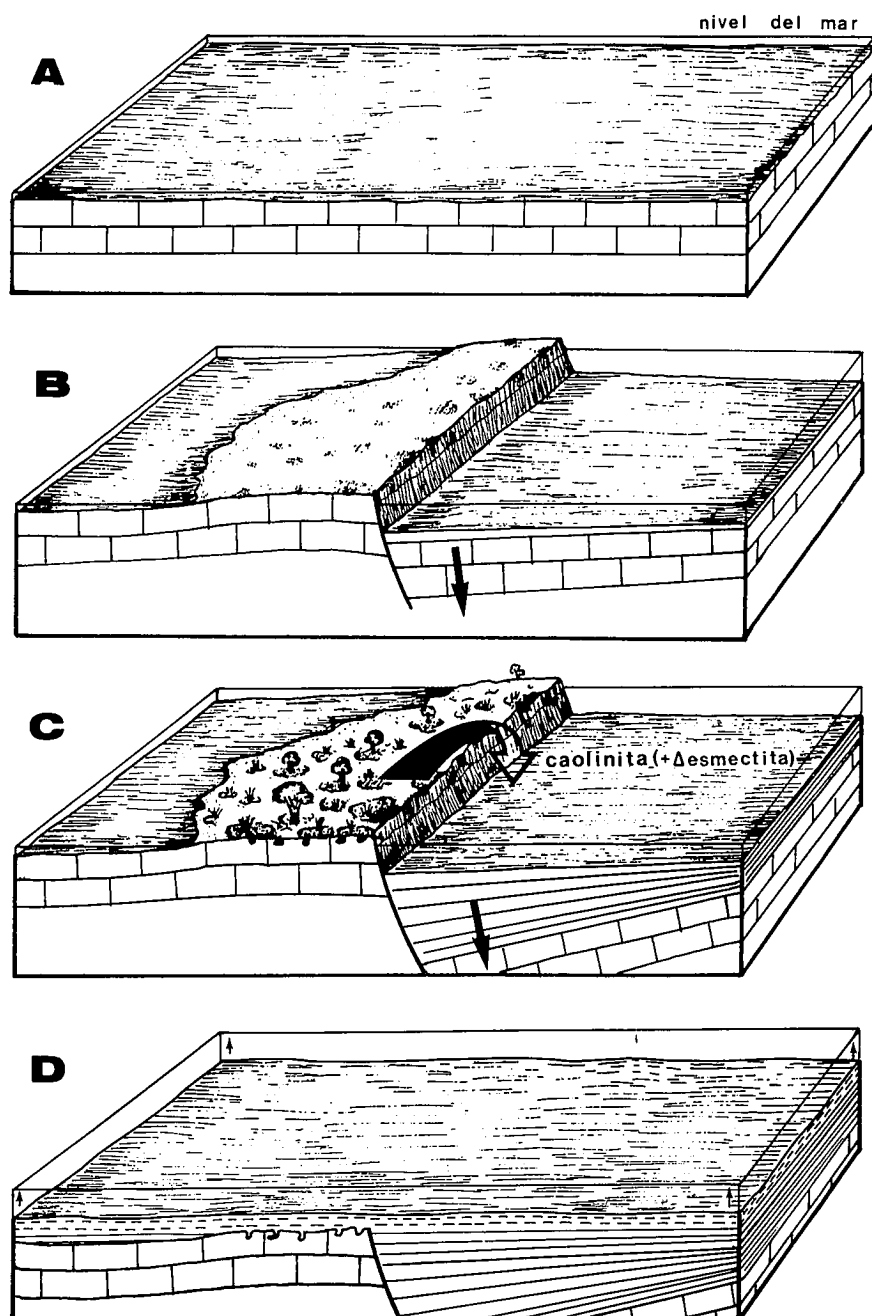


Fig. 2.—Modelo de evolución propuesto para áreas de emersión temporal con karstificación y edafización, y de su influencia en la sedimentación marina adyacente. A. Etapa inicial de depósito de plataforma somera (Lías infradomeriense) con sedimentación carbonatada (Fm. Gavilán).—B. Fracturación de la plataforma en la etapa de *rifting* con emersiones locales de las partes elevadas de bloques basculados e inicio de la sedimentación pelágica (Domeriense inferior y parte del medio) sin aportes desde la isla.—C. Etapa de karstificación y edafización en el área emergida y de aportes de caolinita a la región marina adyacente, fuertemente subsidente (Domeriense medio a Toarciense medio).—D. Etapa de levantamiento del nivel relativo del mar y enterramiento y fosilización de la isla. Este enterramiento coincide con la desaparición de la caolinita de los sedimentos adyacentes.

Modelo propuesto

Se propone un modelo de evolución (fig. 2) aplicable a este sector e intervalo de tiempo concreto. Se parte de una situación inicial de sedimentación en la gran plataforma carbonatada (fig. 2A) que cubría toda la Zona Subbética. En las fases iniciales del *rifting*, hacia el Carixiense medio según García-Hernández *et al.* (1986), se produce la fracturación de la plataforma con basculamiento de bloques y emersiones locales de las partes más elevadas de los mismos (fig. 2B). Inmediatamente después de la fracturación se inicia la sedimentación pelágica en los bloques hundidos sin que haya influencia continental dado que en las islas adyacentes aún no se han iniciado los procesos de edafización. A partir de la mitad del Domeriense medio en el relieve emergido se habría desarrollado una karsificación y la consiguiente edafización, de manera que la destrucción parcial de estos suelos era la responsable del aporte de la caolinita (fig. 2C) y de parte de las esmectitas, según se ha indicado anteriormente. La presencia combinada de caolinita y de esmectita sugiere la existencia de ambientes con cambios climáticos (Singer, 1984), lo que en nuestro caso es evidente, ya que mientras duró la

emersión en la cuenca marina pelágica adyacente se depositaron series rítmicas controladas por factores climáticos. Finalmente, en relación con un ascenso eustático el relieve anteriormente emergido fue progresivamente enterrándose hasta quedar totalmente fosilizado durante el Toarciense medio, y a partir de este momento, como era de esperar, desaparece la influencia continental y el contenido en caolinita (fig. 2D).

Conclusiones

Se establece un modelo (fig. 2) donde se relacionan, para este sector e intervalo de tiempo, la etapa de emersión, constatada por el paleokarst, y la existencia y abundancia de caolinita en los materiales marinos pelágicos adyacentes. Este modelo podría ser aplicable a otros sectores de la cuenca y/o a otros intervalos de tiempo, donde haya habido emersiones temporales. Palomo (1987) ha reconocido asociaciones mineralógicas relativamente similares (ilita-clorita-caolinita) en diversas localidades del Lias Subbético, si bien por el momento no se ha podido localizar la situación del área emergida.

Agradecimientos

Este trabajo constituye una parte de los resultados obtenidos en el proyecto de investigación PB87-0971 de la CICYT y en la acción integrada Hispano-Italiana N° 41, 1989.

Referencias

- Courtois, C. H. y Hoffert, M. (1977): *Bull. Soc. Geol. France*, 19, 1245-1251.
 Dabrio, C. J. y Vera, J. A. (1970): *Acta Geol. Hisp.*, 5, 8-11.
 García-Hernández, M.; Lupiani, E. y Vera, J. A. (1986): *Acta Geol. Hisp.*, en prensa.
 Moresi, M.; Oddone, M.; Ortega Huertas, M. y Palomo, I. (1989): *9th Inter. Clay Conference* (en prensa).
 Ortega Huertas, M.; Palomo, I. y Fenoll, P. (1985): *Miner. Petrogr. Acta*, 29-A: 231-243.
 Palomo, I. (1987): *Mineralogía y geoquímica de los sedimentos pelágicos del Jurásico inferior de las Cordilleras Béticas (S.E. de España)*, Tesis Doctoral, Univ. Granada, 344 p.
 Palomo, I.; Ortega Huertas, M. y Fenoll, P. (1985): *Clay Minerals*, 20, 39-52.
 Singer, A. (1984): *Earth-Sci. Rev.*, 21, 251-293.
 Vera, J. A. (1988): *Rev. Soc. Geol. España*, 1, 373-391.
 Vera, J. A.; Ruiz-Ortiz, P. A.; García-Hernández, M. y Molina, J. M. (1988): In: *Paleokarst* (N.P. James y P.W. Choquete, Eds.), Springer-Verlag, New York, 364-384.

Recibido el 10 de febrero de 1989
 Aceptado el 15 de febrero de 1989

Las relaciones Pb-Zn en las rocas carbonatadas del Cretácico Inferior del Noroeste de Cantabria (España)

J. I. Bravo (*).

(*) Dpto. de Geología. Área de Cristalografía y Mineralogía. Univ. de Oviedo. 33005 Oviedo.

ABSTRACT

Pb-Zn relationships of 576 samples in ppm have been studied in the present paper in order to observe the possible connections of those elements in the environment of the mineralizations which all fit into the iron-rich dolomites of the Lower Cretaceous, thus being able to define favourable characteristics on a regional scale which will provide relevant prospection data for the preparation of their genetic model.

Key words: lead-zinc, carbonate rocks, Lower Cretaceous.

Geogaceta, 6 (1989), 19-23.

Introducción

En el presente trabajo se han seleccionado las siguientes cuatro zonas: La Florida, Novales, Reocín y Santander. El número total de muestras

correspondientes a cada una de las mismas, es el siguiente: 126, 47, 311 y 92, respectivamente.

En todas ellas se han hecho análisis por absorción atómica para determinar

las ppm de Pb-Zn, tanto en calizas como en dolomías, siempre en dominios próximos a las mineralizaciones con el fin de establecer el comportamiento de ambos elementos en dichas litologías.