

INFLUENCIA DE LA DIAGENESIS EN LA MINERALOGIA DE LOS MATERIALES TERCIARIOS DEL SECTOR CENTRAL DE LA DEPRESION DEL EBRO (ZARAGOZA)

J. M. González López *, C. Fernández-Nieto *, y F. López Aguayo *

RESUMEN

Se ha seleccionado el Sector Central de la Depresión del Ebro para tratar de conocer la incidencia que la diagénesis tiene sobre la asociación mineralógica primaria, considerada fundamentalmente compuesta por minerales heredados. En este contexto, se han estudiado cuatro perfiles, desarrollados en abanicos aluviales, en los que se han analizado separadamente los niveles de areniscas y de margas lutíticas.

El estudio por SEM y EDAX confirma la composición mineralógica ya conocida, así como la composición bimodal de las ilitas (moscovita y fengitas). Por otra parte, se observa que las esmectitas presentes son, más bien, interestratificados al azar ilita (fengita)-esmectita (beidellita-nontronita).

Este estudio confirma que la herencia es el mecanismo de depósito principal y que los procesos posteriores se limitan a una etapa de diagénesis precoz, representada por la presencia de interestratificados por degradación de ilitas y por la cementación carbonatada de las areniscas, junto con la precipitación de sulfatos y, ocasionalmente, algún cloruro.

Palabras clave: *Diagenesis, minerales de la arcilla, depresión del Ebro.*

ABSTRACT

Four profiles built of sandstones, lutites and marls, dated Upper Oligocene-Lower Miocene, and located at the southern central sector of the Ebro basin have been studied, in order to know the postdepositional changes undergone by the original deposits, and the possible use of the inherited clay minerals as paleogeographic and paleoclimatic indicators for this basin.

The mineralogical study concludes that illite is the main clay mineral along random interstratified I-Sm clay minerals. The SEM study confirms that the main process in the deposit of these materials was the inheritance. The postdepositional processes are limited to early diagenesis represented by the development of interstratified I-Sm minerals in degradative processes and by carbonatic cementation of sandstones, in which the effect of several stages of dissolution and reprecipitation of carbonates and crystallization of sulfates and chlorides can be observed.

Key words: *Diagenesis, clay minerals, Ebro basin.*

Introducción

El estudio mineralógico de los materiales de relleno de una cuenca sedimentaria es uno de los métodos más útiles para determinar las condiciones paleogeográficas y paleoclimáticas, ya que, en general, los minerales representan fases en equilibrio físico-químico con el medio. Singer (1984) y Galán (1986) argumentan que específicamente los minerales de la arcilla son los indicadores más adecuados para realizar estas determinaciones. No obstante estas consideraciones, los procesos diagenéticos inciden de forma

más o menos importante, provocando modificaciones.

La mineralogía también se puede utilizar en el análisis tectosedimentario de una cuenca, en tanto que las rupturas entre unidades tectosedimentarias (UTS) provocan modificaciones cualitativas y cuantitativas de la misma. López-Aguayo (1988) indica tres aspectos fundamentales en relación con este tipo de análisis: a) que la presencia de una ruptura se marque por la existencia de un cambio mineralógico significativo; b) que la variación mineralógica a lo largo de una secuencia sea reflejo de la evolución sedimentario-

* Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. 50009 Zaragoza.

lógica de las UTS; y c) que la escala a la que se producen los cambios tenga carácter regional.

En la mayoría de las cuencas sedimentarias todos estos aspectos están relacionados con el hecho de que el mecanismo fundamental de depósito es la herencia. No obstante, los procesos diagenéticos pueden llegar a ser importantes y, en tales casos, sus efectos pueden enmascarar la historia previa de la sedimentación. A este respecto, Hurst e Irwin (1982) resumen los factores principales que influyen en estos procesos, destacando como el más importante, la composición de las aguas intersticiales; según estos autores las asociaciones mineralógicas, en determinados casos, pueden modificarse de forma sustancial.

De acuerdo con estas ideas, en este trabajo se pretende estudiar la influencia de los procesos diagenéticos en la mineralogía original de los materiales de relleno de un sector de la Depresión del Ebro y sus consecuencias para el análisis tectosedimentario.

Materiales, métodos y resultados

Los perfiles considerados en este estudio están localizados en el Terciario del sector central o arago-

nés de la Depresión del Ebro (fig. 1). Se trata de cuatro perfiles estudiados previamente por González Martínez *et al.* (1986) y Fernández-Nieto *et al.* (1988) que, fundamentalmente, representan alternancias más o menos complejas de areniscas y margas lutíticas, con niveles calcáreos y yesíferos. González *et al.* (1988) los incluyen, en su análisis tectosedimentario, en dos UTS consecutivas, T₄ y T₅, que atribuyen al Oligoceno superior-Mioceno inferior. Según estos autores, para la unidad T₄ las facies responden a sedimentación en llanuras aluviales, que, en sus zonas más distales, presentan procesos de bombeo evaporítico e interdigitación con sistemas lacustres someros; la unidad T₅, por su parte, corresponde a facies de sedimentación en llanuras aluviales.

El estudio mineralógico por DRX, ya expuesto y comentado en los trabajos citados anteriormente se resume en las tablas 1, 2 y 3 (valores medios).

Los niveles de areniscas contienen porcentajes de minerales de la arcilla no determinables por DRX; se trata básicamente de ilitas y secundariamente cloritas. Sus cristalinidades son, en general, elevadas y el politipo determinado en ilitas es 2M₁.

El estudio por microscopía electrónica de barrido

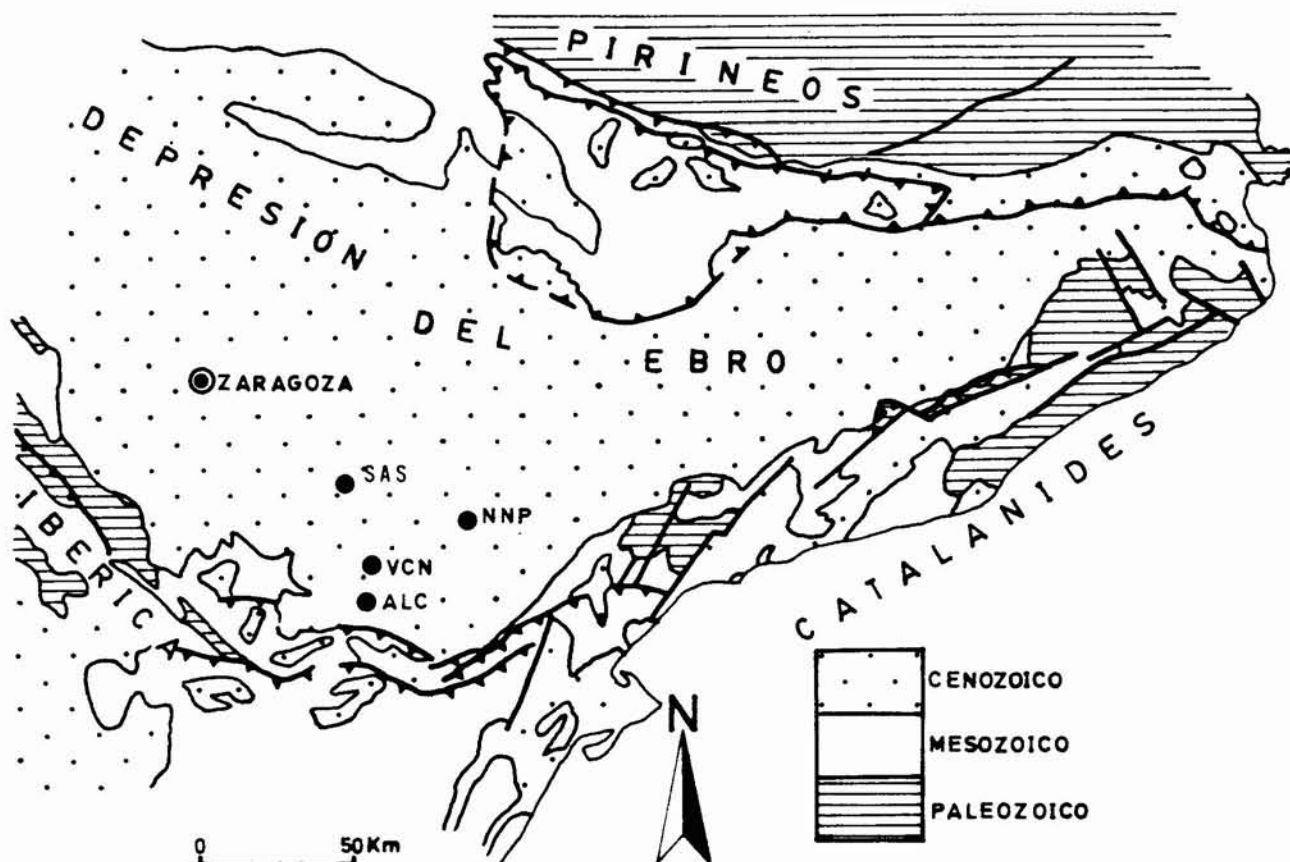


Fig. 1.—Esquema geológico de la Depresión del Ebro. Localización de los perfiles seleccionados. ALC = Alcañiz; NNP = Nonaspe; SAS = Sástago; VCN = Vizcuerno.

Tabla 1.—Mineralogía de los niveles margoso-lutíticos.

Serie	Q	Calc.	Dolom.	Yeso	FDP.	M. arc.	Il.	CL/K	Sm.
ALC (17)	11	39	13	< 1	< 1	37	66	23	11
VCN (16)	9	41	11	10	< 1	28	54	23	23
NNP (25)	9	34	18	6	2	32	67	25	9
SAS (24)	8	27	20	2	1	41	72	11	16

Tabla 2.—Mineralogía de las areniscas.

Serie	Q	Cal.	Dolom.	Yeso	FDP.
ALC (5)	32	59	5	—	3
VCN (5)	44	44	8	—	4
NNP (5)	35	44	18	—	3
SAS (5)	33	24	30	9	4

Tabla 3.—Valores medios parámetros Ilita y Esmectitas.

Perfil	N.M.	% Il	b ₀	d ₀₀₂	I.C.	% Sm	V/P
ALC	17	66	9,011	9,942	0,28	11	0,58
VCN	16	54	9,035	9,995	0,65	24	0,43
NNP	25	66	9,010	9,993	0,31	9	0,50
SAS	24	72	9,009	9,988	0,73	17	0,77

I.C. = Índice cristalinidad; V/P = Índice de Biscaye.

(SEM) se realizó con un equipo ISI, modelo Super III, y con un espectrómetro de dispersión de energía (EDAX) KEVEX 5100C acoplado. Se analizaron muestras de areniscas y margas lutíticas de los diferentes perfiles seleccionados para determinar adecuadamente los posibles procesos diagenéticos; en todos los casos se realizaron los correspondientes análisis químicos de los diferentes minerales de la arcilla.

Los resultados de los análisis químicos confirman la asociación de minerales de la arcilla determinada por DRX; si bien se comprobó que la presencia de esmectitas s.s. es minoritaria, tratándose, en la mayoría de los casos de interestratificados al azar ilita-esmectita en el sentido de Reynolds (1980). La presencia de esmectitas verdaderas, deducida del elevado índice de Biscaye, queda restringida a algunos niveles de los perfiles de Vizcuerno y Sástago. El carácter de estos minerales en el último de los perfiles es claramente de neoformación.

La tabla 4 resume los análisis químicos de ilitas. Las composiciones de éstas oscilan desde términos próximos a moscovita hasta otros en los que existen sustituciones de tipo celadonítico que las sitúan en el campo de las fengitas. La lámina I, fotografías a y b, incluye cristales de ambos grupos. No obstante, es necesario destacar que en los niveles del perfil de Vizcuerno la composición de las ilitas analizadas es

Tabla 4.—Análisis químicos de ilitas.

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	FeO	K ₂ O
SAS-9	48,04	34,51	—	5,09	4,39	7,97
	53,10	26,97	—	—	9,98	9,95
	51,94	27,56	1,61	2,63	5,55	10,71
	50,52	30,96	—	2,74	5,15	10,63
VCN-41	54,36	22,75	—	6,35	7,95	8,59
	42,04	31,78	0,97	2,07	14,55	8,59
VCN-37	48,61	32,93	—	3,25	7,03	8,18
	46,76	33,64	—	5,54	5,22	8,83
	47,93	24,22	—	—	15,47	12,37
VCN-44	43,88	32,61	—	6,77	8,65	8,08
	54,11	30,79	—	—	5,01	10,09
	53,21	29,91	—	—	3,85	13,03
	49,86	33,29	—	—	6,80	10,05
ALÑ-21	48,95	35,68	—	—	2,23	13,14
NNP-7	50,65	30,20	—	—	8,61	10,54
NNP-2	51,59	34,05	—	—	—	14,36
	54,62	28,21	—	—	8,43	8,74

claramente fengítica, lo que está de acuerdo con el elevado valor medio del parámetro b₀ (9.035 Å).

La composición química de los interestratificados de tipo ilita-esmectita se recoge en la tabla 5, destacando el alto componente celadonítico de la fase no hinchable y la tendencia hacia composiciones beidelítico-nontroníticas de las capas hinchables. La mor-

Tabla 5.—Composición química de los interestratificados I-Sm.

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	FeO	K ₂ O
VCN-37	52,02	31,81	—	3,97	5,14	7,06
	50,32	30,12	2,45	3,63	5,81	7,67
ALÑ-2	49,46	28,75	—	7,42	6,81	7,56
	49,98	32,96	—	—	10,31	6,76
	43,39	32,63	—	8,49	7,58	7,92
NNP-7	45,52	35,27	—	11,52	—	7,69
NNP-2	52,41	30,40	0,68	3,39	5,11	6,02
	47,63	35,00	0,96	3,56	6,14	6,71
	49,44	32,61	—	—	11,95	6,01
	48,74	32,83	1,82	3,41	6,22	6,99

Tabla 6.—Análisis químico medio (EDAX).

Minerales	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	K ₂ O
Fengitas	49,37	29,91	2,87	8,42	9,43
Moscovita	51,54	32,74	—	3,58	12,13
Interest.	51,89	33,03	4,54	6,51	7,04

Tabla 7.—Análisis químicos de cloritas.

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	K ₂ O
SAS-11	38,38 47,64	24,94 12,47	29,70 32,39	2,43 3,25	4,55 4,25
VCN-37	36,67	32,38	27,59	1,71	1,65
ALÑ-2	38,73	33,64	11,92	12,82	2,89

El contenido en K debido a presencia de mica.

fología de estos minerales se presenta en la lámina I (c).

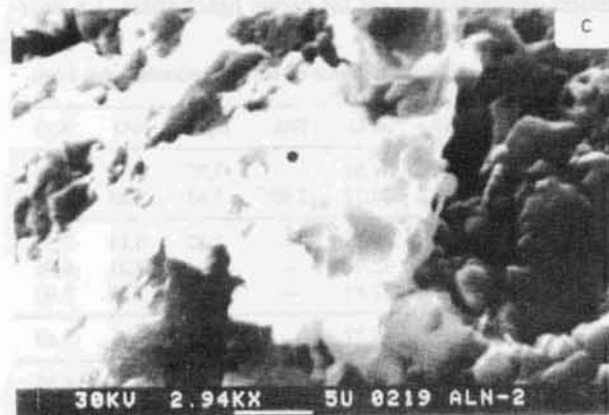
La diferenciación entre ilitas e interestratificados I-Sm se ha realizado de forma combinada, teniendo en cuenta los resultados de difracción de rayos X, los análisis químicos y en algunos casos la morfología en SEM.

De lo anterior se deduce que las ilitas se agrupan en dos poblaciones claramente diferenciadas, mientras que los interestratificados ilita-esmectita presentan una composición más homogénea (tabla 4).

Por otra parte, la presencia de cloritas en DRX permite suponer que los contenidos en Fe y Mg de los análisis químicos de ciertos cristales se corresponden con ellas; no obstante, el contenido en K es asimismo importante, no pudiéndose desestimar la posibilidad de que los cristales de clorita estén intercrecidos con otros de mica, o bien que los análisis puntuales puedan haber afectado a cristales de este último mineral, dada la irregularidad de la superficie de la muestra. Los resultados de estos análisis se recogen en la tabla 7.

Discusión

Los autores de este artículo en los trabajos previos ya citados pusieron de manifiesto, a partir del estudio por DRX, que la herencia es el mecanismo de depósito dominante, de acuerdo con el carácter detrítico de estas series. Las variaciones cualitativas y cuantitativas de la composición mineralógica y de los



Lamina I.—a) *Cristal heredado de ilita de composición próxima a moscovita*; b) *ilita de composición fengítica*; c) *Interestratificado ilita-esmectita con textura en panal* y d) *Cristales de calcita heredados y cemento carbonatado con marcas de redisolución.*

parámetros cristaloquímicos de algunos minerales de la arcilla, permitieron establecer la posición relativa de los distintos perfiles en el sistema de abanicos aluviales.

Como es conocido los procesos diagenéticos en niveles de diferente granulometría tienen un desarrollo distinto, por ello es conveniente considerar separadamente los niveles groseros y finos. En este caso los niveles de areniscas no contienen prácticamente minerales de la arcilla, por lo que sólo se considera el cemento carbonatado. La observación en el SEM pone de manifiesto la existencia de dos tipos de cristales de carbonatos, unos de carácter claramente heredado y otros que constituyen el cemento (lámina I, fotografía d). La disolución y reprecipitación son bastante frecuentes, y posiblemente son las responsables de la cementación de estos niveles, constituyendo los únicos procesos diagenéticos observables. No obstante, en el perfil de Sástago la presencia mayoritaria de dolomita junto con yeso permite suponer la existencia de procesos diagenéticos relacionados con etapas de bombeo evaporítico, desarrollados en relación con ambientes lacustres someros. En cualquier caso, los procesos diagenéticos responden a una precipitación de carácter evaporítico más o menos acentuada, en la que los escasos minerales de la arcilla sufren modificaciones poco significativas.

Respecto a los niveles finos, la composición mineralógica media indica que se trata de margas lutíticas, si bien en cada perfil se pueden diferenciar niveles claramente lutíticos. Entre los minerales de la arcilla, la illita es dominante, observándose diferencias significativas entre el parámetro b_0 de las pertenecientes al perfil de Vizcuerno y las restantes. Desde un punto de vista químico, existen dos poblaciones composicionales diferenciadas, moscovitas y fengitas, con claro predominio de las segundas en el perfil de Vizcuerno. Aunque no se ha podido realizar un análisis modal de estas composiciones, los valores medios del parámetro b_0 , parecen ajustarse bien a este hecho. En los trabajos previos (op. cit.) se interpretaron estas diferencias como resultado de la existencia de un área fuente de diferente naturaleza y/o localización, lo que supondría la imbricación de distintos abanicos aluviales en sus zonas más distales.

La presencia de interstratificados al azar illita-esmectita con un contenido en capas hinchables que oscila entre el 50 y el 60 % ha sido previamente considerada como resultado de procesos degradantes, lo que implica que apenas ha comenzado una etapa diagenética que se corresponde, en los niveles más groseros, con fenómenos incipientes de disolución y reprecipitación del cemento carbonatado y, en algunos

casos, de otras sales como sulfatos e incluso algún cloruro.

Desde un punto de vista químico, las fases más implicadas en el proceso de degradación son las illitas de carácter fengítico, observándose que los interstratificados se encuentran en diferentes etapas de evolución. Solamente en el perfil de Sástago, de carácter claramente más distal, aparecen esmectitas de neoformación, posiblemente relacionadas con etapas lacustres someras, que representarían también una etapa diagenética precoz.

Como conclusión final hay que indicar que los procesos diagenéticos son poco significativos en el área seleccionada y que, consecuentemente, no enmascaran la herencia como mecanismo fundamental de depósito, por lo que en este caso es posible utilizar la mineralogía como técnica complementaria en el análisis tectosedimentario de esta cuenca, según las premisas establecidas por López-Aguayo (1988).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de la CAICYT n.º 826/84.

Referencias

- Fernández-Nieto, C.; González, A.; González López, J. M.; González Martínez, J., y López-Aguayo, F. (1988). El análisis mineralógico aplicado a la evolución paleogeográfica del Terciario en el sector SE de la Depresión del Ebro. *Bol. Soc. Esp. Mineral*. (En prensa).
- Galán, E. (1986). Las arcillas como indicadores paleoambientales. *Bol. Soc. Esp. Mineral*, 9, 11-22.
- González, A.; Pardo, G., y Villena, J. (1988). El análisis tectosedimentario como instrumento de correlación entre cuencas. *II Congr. Esp. Geología*. Simposios, 175-184.
- González Martínez, J.; Fernández-Nieto, C.; González López, J. M.; González, A., y López-Aguayo, F. (1986). Mineralogía del perfil de Sástago (Terciario del sector central de la Depresión del Ebro, Prov. de Zaragoza). *Bol. Soc. Esp. Mineral*, 9, 53-61.
- López-Aguayo, F. (1988). Aplicación de la mineralogía de arcillas al análisis de cuencas. *Ed. Espec. Soc. Esp. Arcillas*. (En prensa).
- Hurst, A., y Irwin, H. (1982). Geological modelling of clay diagenesis in sandstones. *Clay Minerals*, 17, 5-22.
- Reynolds, R. C. (1980). Interstratified clay minerals. In: Brindley G. W. and Brown, G. (Eds.). *Crystal structures of clay minerals and their x-ray identification*. *Min. Soc. London*, 249-303.
- Singer, A. (1984). The paleoclimatic interpretation of clay minerals in sediments. A review. *Earth-Sci. Rev.*, 21, 251-293.

Recibido el 29 de julio de 1989
Aceptado el 12 de marzo de 1990