

Origen epiclástico de estratificaciones cruzadas afectando a materiales volcanoclásticos jurásicos en la Sierra de Javalambre (Teruel)

R. M.^a MARTÍNEZ GONZÁLEZ⁽¹⁾, J. I. VALENZUELA RÍOS⁽¹⁻⁴⁾,
M. LAGO⁽²⁾, J. BASTIDA⁽¹⁾ y R. VAQUER⁽³⁾.

(1): Departament de Geologia, Universitat de València,
46100 Burjassot (València).

(2): Departamento de Ciencias de la Tierra,
Universidad de Zaragoza. 50.009 Zaragoza.

(3): Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica,
Facultat de Geologia. 08071 Barcelona.

(4): Institut für Geowissenschaften, Technische Universität Braunschweig. 38023
Braunschweig (Alemania).

RESUMEN

Los materiales volcanoclásticos en un afloramiento de la Sierra de Javalambre (Camarena-7) de edad pre-Bajociense medio, presentan estratificaciones cruzadas debidas a una superposición de dunas originadas en un ambiente marino, cuya escasa profundidad se infiere a partir de datos sedimentológicos y paleontológicos. Procesos epiclásticos removilizaron estos materiales; se descarta un origen a partir de una oleada piroclástica basal mediante evidencias sedimentológicas y petrológicas que se describen en detalle.

Palabras clave: Cordillera Ibérica, Jurásico, volcanoclástico, fragmentación piroclástica, depósitos de oleada piroclástica basal, procesos epiclásticos.

ABSTRACT

In the Sierra de Javalambre a pre-middle Bajocian volcanoclastic outcrop (Camarena-7) showing cross-bedding is analysed; sedimentological and paleontological data suggest that this structure was formed by piling dunes up in a shallow water marine environment. Epiclastic processes have reworked the primary volcanoclastic material. On the basis of petrological and sedimentological data, which are described in detail, a base surge origin for these volcanoclastic deposits is challenged.

Keywords: Iberian Chains, Jurassic, volcanoclastic, pyroclastic fragmentation, base surge deposits, epiclastic processes.

1. INTRODUCCIÓN

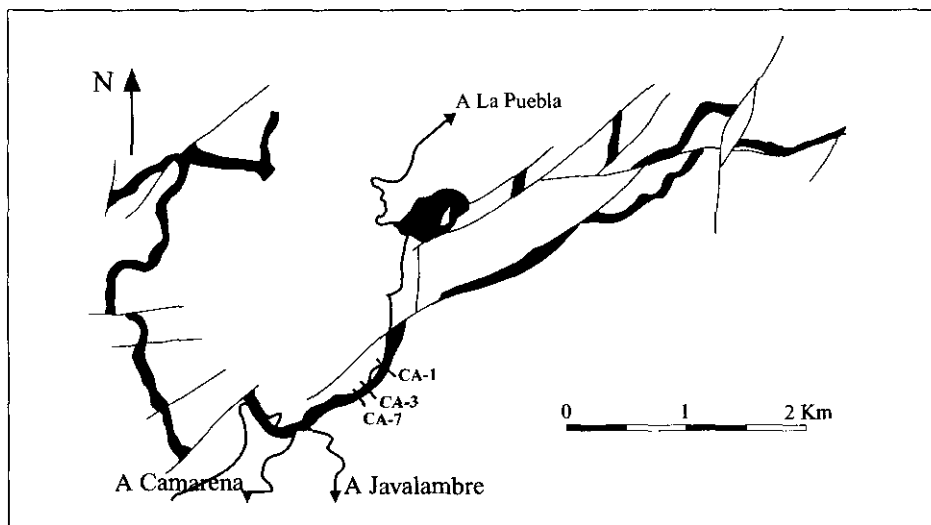
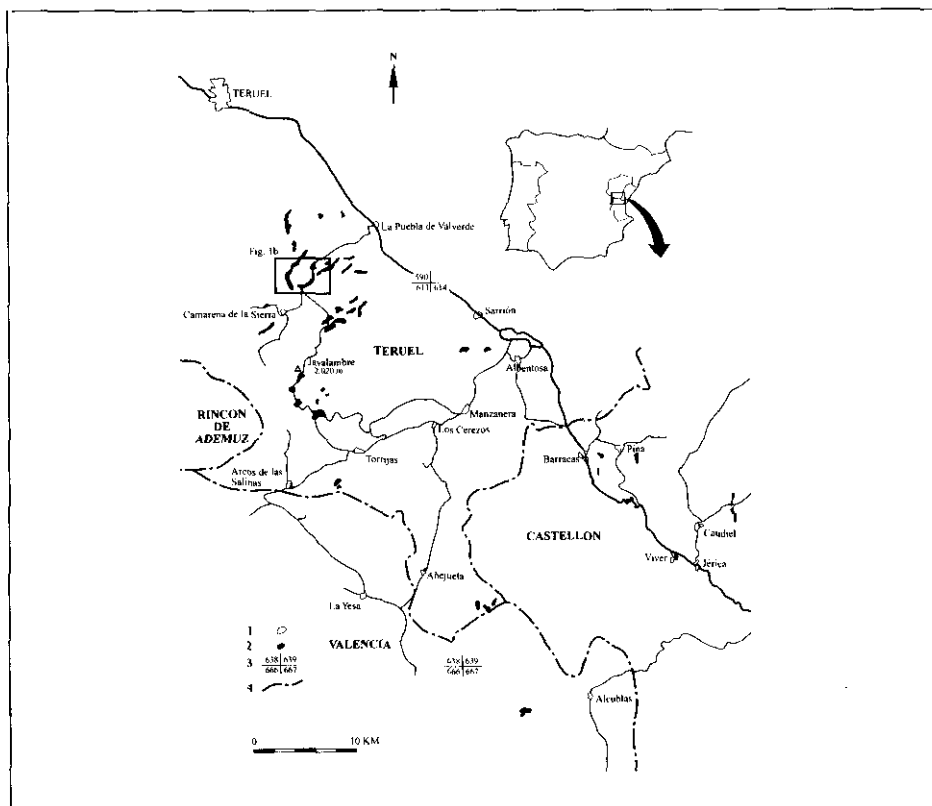
En el sector SE de la Cordillera Ibérica (provincias de Castellón, Valencia y Teruel) se desarrolló durante el Jurásico Inferior y Medio un volcanismo predominantemente volcanoclástico que se encuentra extensamente representado en la Sierra de Javalambre (Teruel) (Fig. 1). Las publicaciones que citan este magmatismo son escasas y tratan diversos aspectos puntuales (situación, edad etc.). Desde las primeras citas de Bakx (1935) y Martín (1936), son importantes los trabajos de: Gautier (1968) quien describe y data dos perfiles en la Sierra de Javalambre; Gómez, Trel & Pérez (1976) son los primeros autores en citar este volcanismo en la provincia de Valencia; Gómez (1979) propone la primera interpretación estructural para este volcanismo sugiriendo que las extrusiones se produjeron a lo largo de la «zona de falla de Caudiel» y «zona de falla de Alcublas». Posteriormente Ortí & Vaquer (1980) aportan nuevos datos espaciales y siguiendo las ideas de Gómez (1979) definen dos alineaciones y un área de mayor amplitud —«Franja volcánica de Caudiel», «Alineación piroclástica de Alcublas» y «Sierras de Javalambre y Camarena»—, en las que se relacionan las fracturas del zócalo hercínico con la actividad ígnea; Fernández López, Gómez & Goy (1985) estudian los cambios de facies que sufrieron los materiales carbonatados a causa del desarrollo de un montículo de materiales volcánicos en Caudiel (Castellón); por último, Ortí (1987) realiza un compendio de datos referentes a observaciones de campo y microscopio, mecanismos de fragmentación y emplazamiento y alteración de los materiales volcánicos.

Nuestro propósito es ampliar la información existente sobre este volcanismo, en especial en lo referente a mecanismos de fragmentación y emplazamiento, y datación. Para ello estudiamos un afloramiento volcanoclástico de la Sierra de Javalambre (Camarena-7) que presenta estratificaciones cruzadas de gran escala; Ortí (1987) sugirió un origen del tipo «base surge» para estas estructuras. En contraste con esta opinión, aportamos datos que permiten inferir la actuación de procesos epiclásticos que resedimentaron los volcanoclastos.

Fig. 1.—1a: Situación de los materiales volcánicos jurásicos aflorantes en el sureste de la Cordillera Ibérica; basada en Abril et al. (1978); Gautier (1974); Godoy et al. (1983); Hernández et al. (1985) y datos propios. 1b: Localización de detalle de los cortes CA-1, CA-3, CA-7.

1) núcleos urbanos; 2) materiales volcánicos; 3) hojas MAGNA 1:50.000; 4) límite de provincia.
 Fig. 1.—1a: Location of Jurassic volcanic outcrops of the southeastern Iberian Chain; partially based on Abril et al. (1978); Gautier (1974); Godoy et al. (1983); Hernández et al. (1985) and own data. 1b: Location of sections CA-1, CA-3 and CA-7.

1) population centers; 2) volcanic rocks; 3) geological sheets of MAGNA, 1:50.000; 4) province lines.



El interés del estudio radica en la aportación de nuevos datos sobre la composición y procesos que afectaron a las rocas volcánicas de este área, así como en demostrar la importancia de la influencia de fenómenos epiclásticos en terrenos volcánicos antiguos. Adicionalmente se presentan datos geoquímicos (microsonda), lo que contribuye a la integración precisa de esta actividad magmática en el contexto geoestructural de la zona sudoriental de la Cordillera Ibérica.

2. MARCO GEOLÓGICO

La Fig. 1 muestra la localización de los materiales volcánicos de edad jurásica del sector SE de la Cordillera Ibérica. El Jurásico de este área, está constituido fundamentalmente por calizas y dolomías con algunas intercalaciones margosas. Gómez (1979), subdivide la secuencia sedimentaria en una serie de unidades litológicas (Fig. 2). La sedimentación de estas facies se realizó, en general, en ambiente de plataforma.

Los materiales volcánicos aparecen en las siguientes unidades: Fm. Calizas bioclásticas de Barahona, Fm. Alternacia de margas y calizas de Turmiel, Mb. Calizas nodulosas de Casinos y parte media (informal) de la Fm. Carbonatada de Chelva.

Tanto las emisiones volcanoclásticas como las basálticas masivas abarcan desde el Pliensbachense hasta el Bajociense (Ortí, com. personal). El contacto basal no siempre está expuesto; en algunos afloramientos se observan hasta tres pulsos volcánicos, separados por la deposición de carbonatos marinos que contienen siempre lechos y/o nódulos de sílex.

Dentro de las facies volcánicas predominan las rocas volcanoclásticas; las lavas únicamente afloran como coladas discontinuas de pocos decímetros a un metro de espesor, aunque en algún caso se han medido hasta 24 m. La disyunción bolar suele ser habitual. La mayoría de afloramientos volcanoclásticos presentan laminación planar incipiente, y ocasionalmente disposiciones masivas, y estratificaciones y laminaciones cruzadas de bajo ángulo. Se han reconocido volcanoclastos de fragmentación piroclástica e hialoclástica. Los mecanismos finales de deposición no han sido evaluados en su totalidad en cada uno de los casos, pero puede afirmarse que la mayoría de los materiales han sido removilizados por procesos epiclásticos en distinto grado, como en el ejemplo que aquí presentamos.

3. DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO CAMARENA-7

El afloramiento volcanosedimentario Camarena-7, se sitúa en las proximidades del Km 6 de la carretera que va de Camarena de la Sierra a La Puebla de Valverde (Teruel); tiene una extensión lateral de unos 30 m y se orien-

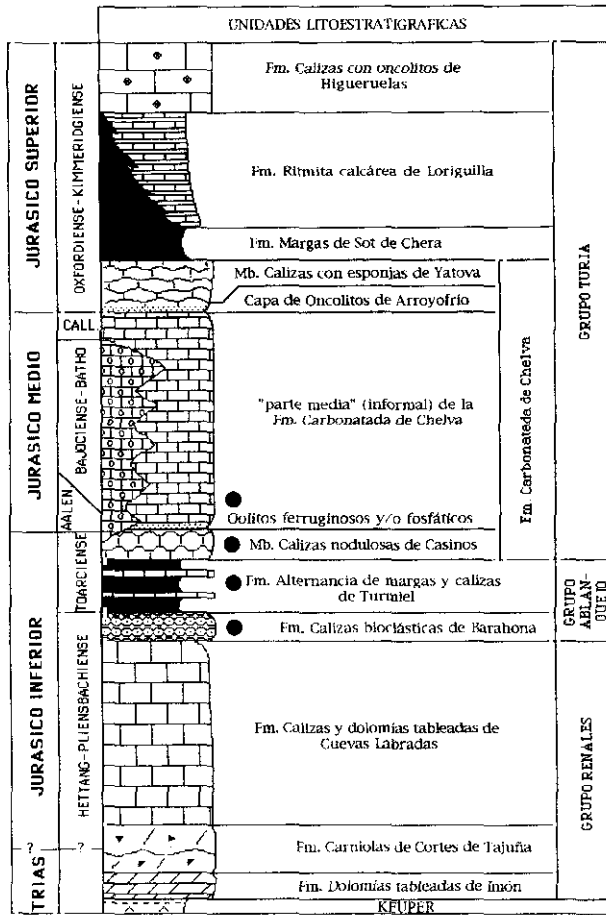
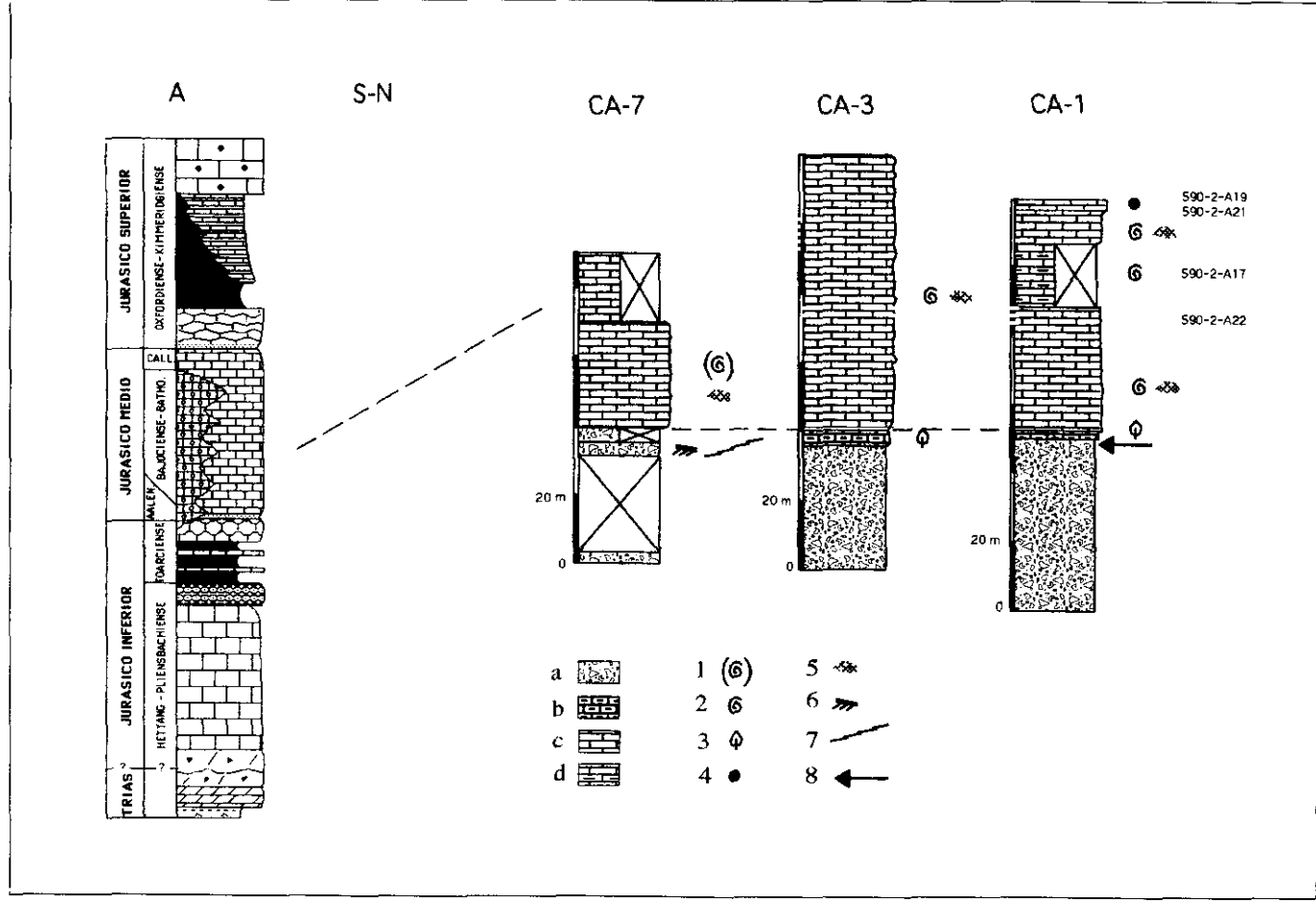


Fig. 2.—Unidades litoestratigráficas del Jurásico de la Cordillera Ibérica en el sector levantino, basado en datos de Gómez (1979). Los puntos negros indican la aparición en la serie de manifestaciones volcánicas jurásicas.

Fig. 2.—Jurassic lithologic units of the levantine area, Iberian Chain, based on Gómez (1979). Black dots are volcanic materials of Jurassic age.

ta sur-norte. Lateralmente hacia el S se termina por falla. Hacia el N este material se interdigita con una alternancia de margas y margocalizas que contienen restos de plantas (ver abajo).

La base sedimentaria no aflora y las dataciones se han realizado mediante Ammonites obtenidos en varios niveles de la unidad carbonática suprayacente al material volcánico en el corte CA-1 (Fig. 3). Unos 40 m por encima del techo de la unidad volcánica se reconoce *Stephanoceras* sp.



(muestra 590-2-A22). En niveles sucesivos por encima de este hallazgo se han identificado varios ejemplares pertenecientes a la familia Parkinsoniidae (muestras 590-2-A17 y A19) cuyo estado de conservación e intensa deformación no permite precisar si se trata de *Parkinsonia* sp. o *Garantiana* sp. En la muestra 590-2-A21 se han registrado perisfíntidos asignados a la Subfamilia Leptosphinctinae. Esta sucesión faunística indicaría que el hallazgo más bajo, *Stephanoceras* sp. en A22, pertenecería al Bajociense medio. El Bajociense superior estaría representado por los parkinsonídeos y perisfíntidos. Se concluye así, que la extrusión de estos materiales volcánicos se realizó antes del Bajociense medio.

Las observaciones de campo de estas litofacies carbonáticas que han librado los fósiles indican que se trata de la «parte media» (informal) de la Fm. Carbonatada de Chelva de Gómez (1979). Nuestros datos paleontológicos coinciden con las edades asignadas a esta formación por Gómez (1979). Según este autor la deposición de la «parte media» (informal) de la Fm. Carbonatada de Chelva tuvo lugar en «una plataforma somera de alta a moderada energía, con frecuencia dentro de la zona fótica, y con episodios intermareales locales» (*sic.*)

Los materiales volcanoclásticos del afloramiento CA-7 corresponden a una sección transversal de un complejo de dunas superpuestas donde están expuestos cinco sets de morfología convexa cuya potencia máxima individual varía entre 1-1,5 m (Fig. 4); los sets se apilan formando estratificaciones cruzadas con buzamientos suaves ($\approx 20^\circ$) (Fig. 5). En el interior de los sets los materiales se disponen predominantemente en capas de 5 cm que en ocasiones presentan cierta laminación milimétrica planoparalela, y siempre se acunñan tangencialmente. El set mejor representado es el II, donde se distinguen tres subsets (Fig. 5). El central presenta lóbulos de avalancha con una pendiente máxima de los foresets de 40° .

Los límites entre los sets son netos y están constituidos por capas de 5 a

Fig. 3.—Perfiles realizados (CA-7, CA-3, CA-1), referenciados a la columna estratigráfica del Jurásico del sector levantino de la Cordillera Ibérica (A). La correlación entre CA-1 y CA-3 se realiza mediante criterios litológicos y faunísticos. Los materiales volcánicos de CA-7 se interdigitan hacia el N. 1: fauna escasa; 2: Ammonites; 3: restos vegetales; 4: oolitos; 5: lechos y nódulos de siliceo; 6: estratificación cruzada; 7: interdigitación; 8: restos de colada basáltica, de donde se han obtenido los datos mineralógicos y químicos; a: volcanoclástico; b: margas y margocalizas; c: calizas; d: calizas y margas.

Fig. 3.—Columnar sections (CA-7, CA-3, CA-1) showing their correspondence to the Jurassic columnar section of the levantine area, Iberian Chain, (A). Correlation between CA-1 and CA-3 is established by means of lithic and faunistic criteria. The volcanic materials show interfingering towards north. 1: fossils sparse; 2: Ammonites; 3: plants; 4: oolites; 5: Siliceous beds and nodules; 6: cross-bedding; 7: interfingering; 8: location of basaltic rocks samples from which mineralogical and chemical data have been obtained; a: volcanoclastic; b: marl and marly-limestone; c: limestone; d: limestone and marl.

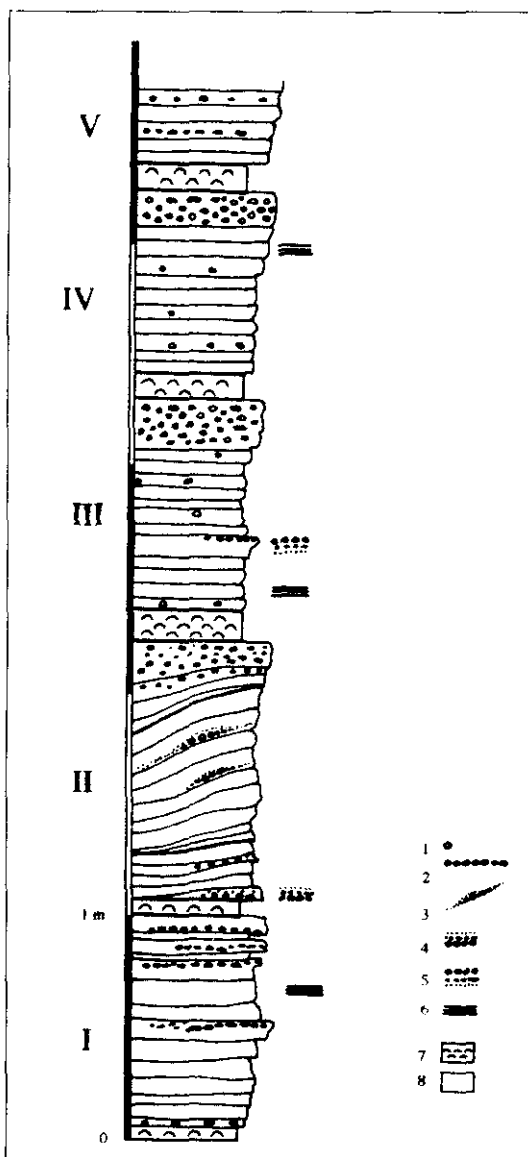


Fig. 4.—Esquema sintético mostrando la estructura interna en cada uno de los cinco sets (I-V). 1: clastos aislados; 2: pasadas de clastos; 3: lóbulos de avalancha; 4: granoclasificación normal; 5: granoclasificación inversa; 6: laminación planar milimétrica; 7: niveles de bivalvos resedimentados; 8: volcanoclástico.

Fig. 4.—Composite scheme showing the inner structure for each set (I-V). 1: isolated clast; 2: interbedded clasts; 3: avalanche lobes; 4: normal graded bedding; 5: reverse graded bedding; 6: millimetric planar lamination; 7: reworked bivalve beds; 8: volcanoclastic.

25 cm de potencia compuestas mayoritariamente por una acumulación de bivalvos resedimentados y por volcanoclastos de 0,5 a 8 mm de diámetro cementados por calcita espartita; minoritariamente hay gasterópodos, restos de equinodermos y macroflora mal preservada. A veces existe granoclasificación normal encima de las capas limitantes. Lateralmente hacia el N tanto el espesor del nivel de bivalvos como el tamaño de grano de los volcanoclastos disminuye (Fig. 5).

La litología, composición y petrología sedimentaria de los sets son similares (Fig. 4). Predominan los clastos de 0,3 a 1 mm de diámetro, con pasadas centimétricas de material más grueso de 2 a 5 mm. Algunos bioclastos, fragmentos de caliza y de sílex pueden alcanzar 1,5 cm de diámetro. En general el material volcanoclástico está bien clasificado, observándose granoclasificación normal e inversa; la primera se aprecia en los lóbulos de avalancha reconocidos en el set II. La forma de los fragmentos es de subangulosa a subredondeada, a excepción de los carbonatos y sílex que son siempre redondeados, y de los fragmentos más finos (≤ 1 mm) que pueden ser de angulosos a subangulosos. La fábrica de todo el depósito es clasto-soportada.

Debido a la heterogeneidad de los volcanoclastos del afloramiento, su fragmentación inicial debió ser piroclástica por lo que nos referimos a ellos como fragmentos juveniles esenciales, «líticos esenciales (?)», elementos accesorios y accidentales. Los primeros constituyen entre el 30 y el 40% de la roca; las vesículas son redondeadas llegando a constituir hasta el 30% del fragmento y están rellenas de calcita, a veces esferulítica, zeolitas, calcedonia y cloritas. La matriz original, vítreo o microlítica, está totalmente reemplazada por una mezcla de sílice, cloritas y zeolitas y cubierta por una pátina de hematites. Se reconocen cristales de olivino y piroxenos totalmente alterados, identificables por sus contornos. Dado que la mayoría de los fragmentos en los que no se aprecia una vesiculación aparente, aparecen recubiertos por una película de óxidos de hierro, resulta difícil saber si se trata de líticos esenciales s.s. o si en realidad son juveniles esenciales; a ellos nos referimos como «líticos esenciales (?)». Los elementos accesorios y accidentales son fragmentos y ejemplares completos de bivalvos, gasterópodos, estructuras cilíndricas abiertas de 0,7 mm de diámetro y 1-2 cm de longitud y clastos de caliza y sílex redondeados. El cemento de la roca es fundamentalmente de calcita, a veces «blocky» ocasionalmente sustituido por silicatos fibrosos.

Astarte sp., *Pteriaceas*, *Pteriomorpha* y *Anisocardia* son algunos de los bivalvos resedimentados encontrados en los niveles de acumulación que limitan los sets (A. Márquez-Aliaga, com. personal 1995). Su diámetro antero-posterior oscila entre 7-20 mm, y el umbo-paletal entre 7 y 18 mm. La preservación es en general bastante buena indicando que no han sido transportados muy lejos de su nicho ecológico, en un habitat marino submareal.

Se han hallado fragmentos de fanerógamas en dos afloramiento adyacentes (CA-1 y CA-3, Fig. 3) que corresponden mayoritariamente a restos de ho-

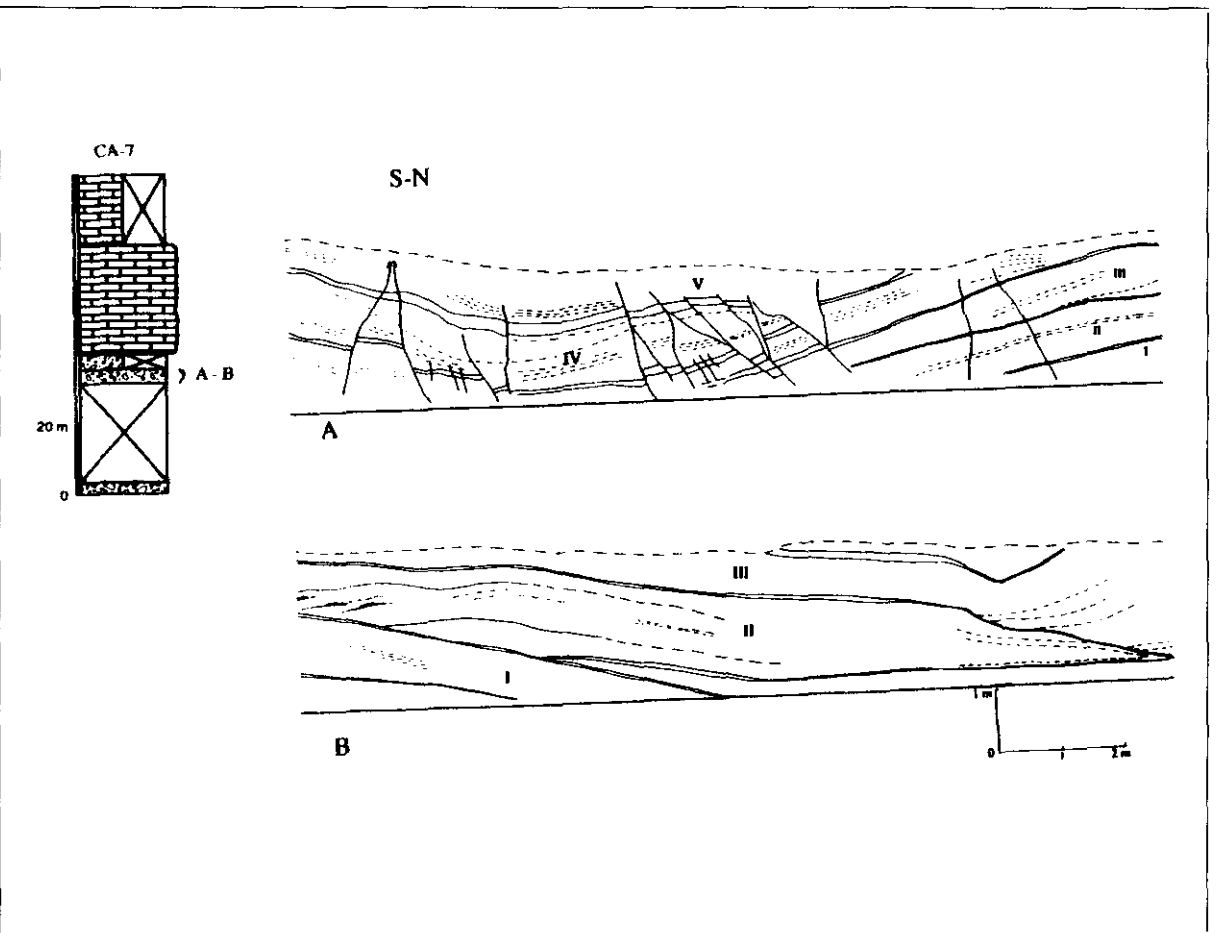


Fig. 5.—Esquema del afloramiento Camarena-7 (CA-7) mostrando la geometría de los sets (I-V) y otros aspectos geológicos relevantes.

Fig. 5.—Diagrammatic section of the outcrop Camarena-7 (CA-7) showing the geometry of sets (I-V) and other geologic features.

jas de Gimnospermas cicadales de origen continental (J. Ferrer, com. personal 1995). En el afloramiento CA-1 se han encontrado hojas enteras, que indican una deposición en un ambiente tranquilo, mientras que en el afloramiento CA-3 los restos están muy rotos indicando una deposición en un ambiente más energético. La presencia de estos restos vegetales de origen continental en los materiales volcanosedimentarios y en sus equivalentes laterales (Fig. 3) sugieren que estas estructuras sedimentarias se originaron cerca del dominio continental.

La combinación de los datos paleontológicos indicaría que este complejo de dunas se generaría en un ambiente marino poco profundo.

4. COMPOSICIÓN MINERALÓGICA Y QUÍMICA DEL VOLCANISMO

Los materiales volcánicos del área de Javalambre son basaltos de textura porfídica, con matriz de microlitos de plagioclasa, olivino y clinopiroxeno minoritarios, y fenocristales de olivino y titanaugita zonados concéntricamente y en «reloj de arena», frecuentemente en asociaciones glomeroporfídicas.

Esta asociación mineral indica una afinidad alcalina, confirmada por los datos obtenidos mediante microsonda en las muestras procedentes de la sección Camarena-1 (Fig. 3). La plagioclasa presenta un rango de composición An_{49-37} (Tabla 1) y el olivino toma un rango Fo_{83-79} (Tabla 2). La composición de clinopiroxeno (diópsido-augítico, Fig. 6 A) es más significativa, con un rango de enriquecimiento en f_e ($Fe+Mn/Fe+Mn+Mg$) entre 16.2 a 21.08 (Tabla 3); tiene como rasgo característico un aumento del Ti desde el centro al borde del cristal y su composición [Ti-(Ca+Na): Fig. 6 B] se sitúa claramente en el campo de la afinidad alcalina (Leterrier et al., 1982).

5. DISCUSIÓN

Las estructuras en facies *sandwaves* observadas en este afloramiento, podrían ser atribuidas *a priori* a depósitos proximales de oleadas piroclásticas basales; sin embargo, pensamos que no existen pruebas que apoyen esta posibilidad en base a los siguientes argumentos:

1) No se ha encontrado ninguna evidencia de un estado caliente de emplazamiento, como soldadura (deformación plástica y aplanamientos de los fragmentos, vitroclastos angulosos recocidos con los muros entre vesículas rotos, vesículas aplanadas), lapilli acrecional y/o armado, estructuras de segregación gaseosa, juntas columnares etc., sino que por el contrario, los fragmentos presentan morfologías irregulares y vesículas redondeadas; también se han encontrado bivalvos y gasterópodos perfectamente conservados en el interior de los sets, lo que constituye una prueba clara de la deposición epiclás-

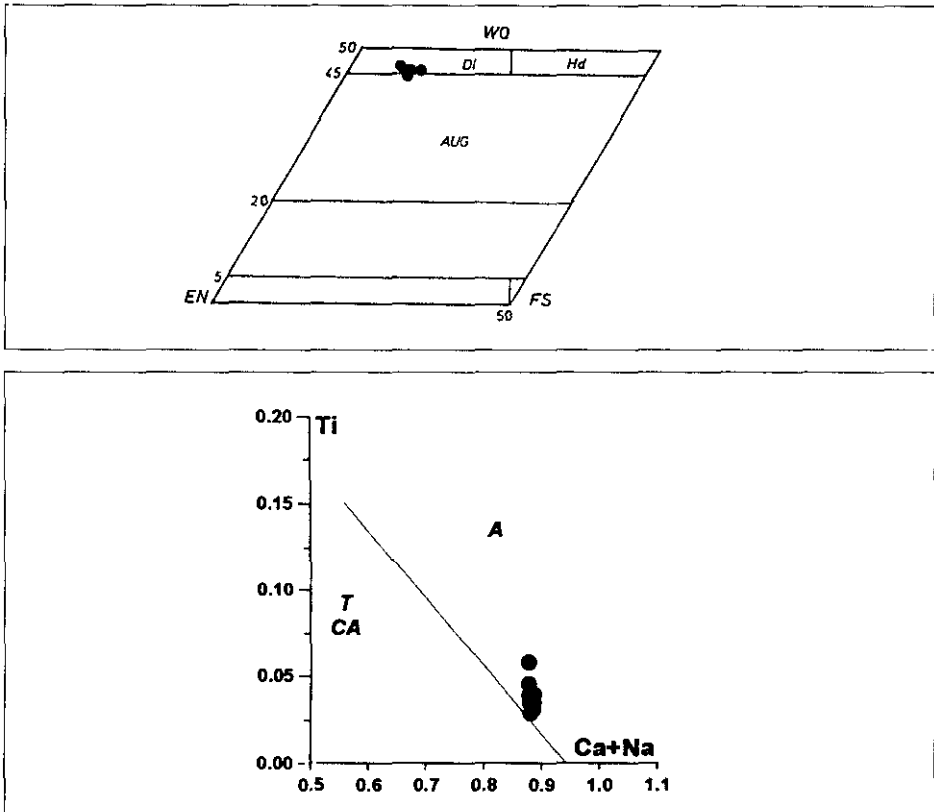


Fig. 6.—(A) Representación de la composición de los piroxenos (Morimoto et al., 1989); (B) Diagrama Ti vs. (Ca+Na)

Fig. 6.—(A) Graph showing the composition of pyroxenes (Morimoto et al., 1988); (B) Diagram Ti vs. (Na+Ca).

tica en medio marino somero de estos materiales. Si la deposición se hubiera dado a partir de un flujo piroclástico generado por la actividad primaria del volcán, sin la participación de ningún proceso epiclástico, deberíamos encontrarnos con tales evidencias. Además, Cas & Wright (1987) entre otros autores, cuestionan que los flujos piroclásticos soportados por gas subaéreamente puedan mantener su integridad y calor bajo el agua, e incluso que los flujos piroclásticos calientes puedan ser generados por erupciones piroclásticas sub-acuáticas.

2) No existen pruebas, como por ejemplo «bomb-sags», indicativas de una deposición cercana al centro emisor, que según Sheridan & Wohletz (1981) sería el lugar donde se originarían las facies de *sandwave* correspondientes a depósitos de oleadas piroclásticas basales.

3) El depósito presenta una ritmicidad que es difícilmente explicable si el

	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5
SiO ₂	57,1238	54,6294	58,1931	55,3660	54,9357
Al ₂ O ₃	26,3192	28,0221	25,6654	27,2559	27,5556
CaO	8,5508	9,8583	7,7724	9,7956	10,3538
FeO(t)	0,5666	0,7549	0,5497	0,5454	07006
Na ₂ O	6,3532	6,1806	6,8855	5,7088	5,7530
K ₂ O	0,4669	0,2323	0,6442	0,4173	0,3670
TOTAL	99,3803	99,6776	99,7103	99,0890	99,6657
Fórmula con base 8 O ⁻					
Si	2,5838	2,4813	2,6208	2,5214	2,4960
Al	1,4030	1,5001	1,3623	1,4629	1,4756
Fe(t)	0,0214	0,0287	0,0207	0,0208	0,0266
Ca	0,4144	0,4798	0,3750	0,4780	0,5040
Na	0,5572	0,5443	0,6012	0,5041	0,5068
K	0,0269	0,0135	0,0370	0,0242	0,0213
TOTAL	5,0067	5,0475	5,0171	5,0113	5,0303
Or	2,70	1,30	3,65	2,41	2,06
Ab	55,80	52,46	59,34	50,09	49,10
An	41,50	46,24	37,01	47,50	48,84

Tabla 1: Composición de plagioclasa y feldespato potásico (selección de análisis).
Table 1: Potassium feldspar and plagioclase composition (selected analyses).

mecanismo de depósito se hubiera debido a un flujo piroclástico, ya que cada set correspondería a diferentes y sucesivos pulsos eruptivos que deberían de haber sido idénticos en cuanto a condiciones de velocidad, densidad, etc., hecho poco probable.

4) En los depósitos de oleadas piroclásticas basales las capas son generalmente de espesor milimétrico, la granulometría es muy fina, y son comunes las siguientes estructuras sedimentarias: laminación cruzada, estratificación festoneada, ripples, «shoot-and-pool» y antidunas. La ausencia de estas características en el afloramiento estudiado es un dato adicional que impide su asignación a depósitos de oleadas piroclásticas basales.

5) Por último hay que resaltar que la simple presencia de clastos de fragmentación piroclástica no indica que el depósito se formara a partir de flujos piroclásticos.

	OL1	OL2	OL3	OL4
SiO ₂	39,5946	39,7710	39,8122	39,8747
Al ₂ O ₃	0,0248	0,0137	0,0000	0,0173
MgO	41,2853	43,5941	44,0228	43,0933
CaO	0,2100	0,2516	0,2126	0,2659
MnO	0,2763	0,2346	0,2279	0,2130
FeO(t)	18,7887	16,3738	16,6257	16,3871
TOTAL	100,1797	100,2387	100,9011	99,8514
Fórmula con base 4 O ⁻				
Si	1,0092	1,0024	0,9980	1,0083
Al	0,0007	0,0004	0,0000	0,0005
Mg	1,5684	1,6377	1,6449	1,6242
Ca	0,0057	0,0068	0,0057	0,0072
Mn	0,0060	0,0050	0,0048	0,0046
Fe	0,4005	0,3451	0,3485	0,3465
TOTAL	2,9905	2,9974	3,0020	2,9914
<i>f_e</i>	20,58	17,61	17,68	17,77
<i>m_o</i>	0,29	0,34	0,29	0,37
<i>f_o</i>	79,65	82,67	82,55	82,53
<i>f_a</i>	20,34	17,42	17,49	17,61
<i>l_i</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>t_e</i>	0,30	0,25	0,24	0,23

Tabla 2: Composición de olivino (selección de análisis).

Table 2: Olivine composition (selected analyses).

6. CONCLUSIONES

Se describe en detalle un afloramiento volcanoclástico pre-Bajociense medio que presenta una estructura de dunas superpuestas. El proceso de fragmentación primario que originó los clastos fue piroclástico, como lo indica su heterogeneidad.

Pensamos que estas estructuras se deben a procesos de resedimentación

	CPX1	CPX2	CPX3	CPX4	CPX5	CPX6	CPX7	CPX8
SiO ₂	49,5278	51,6072	51,8621	50,4337	50,5170	51,3320	52,6625	51,6720
Al ₂ O ₃	4,4179	2,6174	2,5314	3,7085	3,7810	3,3611	2,2394	3,3959
TiO ₂	2,0578	1,2399	1,1179	1,4203	1,6325	1,4281	1,0516	1,2512
Cr ₂ O ₃	0,2175	0,6202	0,5733	0,3605	0,5585	0,6068	0,2935	0,3886
FeO	7,3130	6,5000	6,0050	7,0700	6,6520	6,2440	6,1080	6,3370
MgO	14,1168	15,5974	15,6558	15,0899	14,7216	15,0592	15,6098	15,0352
CaO	21,1441	21,6725	21,8671	21,5317	21,3214	21,8101	21,7660	21,7950
MnO	0,1890	0,0631	0,1833	0,1902	0,0000	0,1944	0,1675	0,1578
Na ₂ O	0,4538	0,3553	0,3206	0,4072	0,4193	0,3701	0,3401	0,3995
TOTAL	99,525	100,379	100,180	100,440	99,634	100,437	100,238	100,450
(*) Recálculo del Fe ³⁺ según el método de Droop (1987); Base 6 O ⁻								
Si	1,8462	1,8980	1,9084	1,8579	1,8744	1,8878	1,9340	1,8991
AlIV	0,1538	0,1020	0,0916	0,1421	0,1256	0,1122	0,0660	0,1019
AlVI	0,0403	0,0115	0,0182	0,0189	0,0397	0,0335	0,0309	0,0451
Ti	0,0577	0,0343	0,0309	0,0393	0,0456	0,0395	0,0290	0,0346
Cr	0,0064	0,0180	0,0167	0,0105	0,0164	0,0176	0,0085	0,0113
Fe ³⁺ (*)	0,0224	0,0293	0,0177	0,0631	0,0086	0,0084	0,0000	0,0048
Fe ²⁺	0,2035	0,1706	0,1671	0,1547	0,1978	0,1836	0,1876	0,1899
Mg	0,7844	0,8550	0,8587	0,8286	0,8142	0,8255	0,8544	0,8232
Ca	0,8445	0,8540	0,8621	0,8498	0,8476	0,8594	0,8564	0,8578
Mn	0,0060	0,0020	0,0057	0,0059	0,0000	0,0061	0,0052	0,0049
Na	0,0328	0,0253	0,0229	0,0291	0,0302	0,0264	0,0242	0,0285
TOTAL	4	4	4	4	4	4	3,9964	4
fe	21,08	16,80	16,75	16,24	19,55	18,68	18,41	19,13
Wo	45,94	45,39	45,53	46,21	45,58	45,85	44,99	45,73
En	42,67	45,55	45,35	45,05	43,78	44,04	44,88	43,89
Fs	11,40	9,17	9,12	8,74	10,64	10,12	10,13	10,38

Tabla 3: Composición de clinopiroxeno (selección de análisis).

Table 3: Clinopyroxene composition (selected analyses).

epiclásticos en un ambiente marino somero cuya profundidad mínima sería aproximadamente 1,5 m, que es la potencia máxima medida en uno de los sets.

Este estudio resalta la importancia que tienen los procesos epiclásticos afectando a materiales fragmentarios volcánicos y que han sido infravalorados en muchos trabajos sobre paleovolcanismo, por considerar que la simple presencia de material volcanoclástico implicaba un modo de fragmentación y emplazamiento piroclástico. De esta manera, muchas estructuras observadas, como, p. ej., la descrita aquí, se han atribuido erróneamente a depósitos de flujos piroclásticos.

Por último se aportan datos acerca de la composición química de este volcanismo, demostrando su afinidad alcalina.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo desarrolla objetivos previstos en un proyecto de investigación del Instituto de Estudios Turolenses y del Programa AMB 496/93 (DGICYT). Agradecemos a J. Ferrer (Universidad de Zaragoza) y a A. Márquez Aliaga (Universidad de Valencia) su ayuda en la clasificación de los restos vegetales y de bivalvos respectivamente. Los comentarios de J.J. Gómez y F. Ortí sirvieron para mejorar este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- ABRIL, J., APALATEGUI, O., PLIEGO, D. V., RUBIO, J., ORTI, F., GONZÁLEZ LODEIRO, F., FERREIRO, E., HERNÁNDEZ, E. y LAGO, E. (1978): *Mapa Geológico de España, E. 1:50.000 MAGNA, Hoja* núm. 613 (Camarena de la Sierra), Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria, Madrid, 51 pp.
- BAKX, L. A. J. (1935): «La Géologie de Cascante del Río et Valacloche, Espagne», *Leids. Geol. Med.* 7 (2), 157-220.
- CAREY, S. y SIGURDSSON, H. (1984): «A model of volcanogenic sedimentation in marginal basins», en B. P. Kokelaar y M. F. Howells (eds.), *Marginal Basin Geology*, Geo. Soc. London, Special Publication, 37-58
- CAS, R. A. F. y WRIGHT, J. V. (1987): «Volcanic successions, modern and ancient. A geological approach to processes, products and successions», Allen & Unwin, Londres, 528 pags.
- DROPP, G. T. R. (1987): «A general equation for estimating Fe³⁺ concentrations in ferromagnesian silicates and oxides from microprobe analyses, using stoichiometric criteria», *Mineral. Magazine*, 55, 431-435.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S., GÓMEZ, J. J., y GOY, A. (1985): «Sedimentologie des carbonates developpes sur un «monticule» de materiaux volcaniques», *Strata*, 2, 101-115.
- GAUTHIER, F. (1968): «Sur l'existence et l'age d'un paléovolcanisme dans le Jurassique sud-aragonais (Espagne)», *Compte Rendu Soc. Géol. France*, 3, 74-75.
- (1974): *Mapa Geológico de España, E. 1:50.000 MAGNA, Hoja* núm. 614 (Manzanera), Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria, Madrid, 24 pp.

- GODOY, A., OIJE, A., MOISSENET, E., GUTIÉRREZ, M., AGUILAR, M. J., RAMÍREZ, J., ARAGONÉS, E., GINER, J. y PORTERO, J. M. (1983): *Mapa Geológico de España, E. 1:50.000 MAGNA, Hoja* núm. 590 (La Puebla de Valverde), Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 68 pp.
- GÓMEZ, J. J. (1979): «El Jurásico en facies carbonatadas del Sector Levantino de la Cordillera Ibérica», *Seminarios Estratigrafía (Monogr.)*, 4, 1-683.
- TRELL, A. y PÉREZ, P. (1976): «Presencia y edad de vulcanitas en el Jurásico del Norte de Valencia (Cordillera Ibérica, España)», *Acta Geol. Hisp.* 11 (1), 1-7.
- HERNÁNDEZ, A., CAPOTE, R., ANADON, P., ALONSO, A., MAS, R., GÓMEZ, J. J., YEBENES, A., ORTI, F. y DÍAZ, M. (1985): *Mapa Geológico de España, E. 1:200.000 MAGNA, Hoja* núm. 55 (Lliria), Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria, Madrid. 125 pp.
- GODOY, A., ÁLVARO, M., RAMÍREZ, J. I., LEAL, M. C., AGUILAR, M., ANADON, P., MOISSENET, E., MELÉNDEZ, A., GÓMEZ, J. J., MARTÍN, J. M., GARCÍA, J. C., ARAMBURU, C., ORTI, F. y SOLE, N. (1985): *Mapa Geológico de España, E. 1:200.000 MAGNA, Hoja* núm. 47 (Teruel), Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 192 pp.
- LETERRIER, J.; MAURY, R. C.; THONON, P.; GIRARD, D. y MARCHAL, M. (1982): «Clinopyroxene composition as a method of identification of the magmatic affinities of paleovolcanic series», *Earth & Planetary Sci. Letters*, 59, 139-154.
- MARTÍN, R. (1936): «Die Geologie von Camarena de la Sierra und Riodeva (Provinz Teruel, Spanien)», *Leids. Geol. Mededel*, 8, 55-154.
- MORIMOTO, N., FABRIES, J., FERGUSON, A. K., GINZBURG, I. V., ROSS, M., SEIFERT, F. A., ZUSSMAN, J., AOKI, K. y GOTTARDI, G. (1988): «Nomenclature of pyroxenes», *Am. Mineral*, 73, 1123-1133.
- ORTI, F. (1987): «La zona de Villel-Cascante-Javalambre. Introducción a las formaciones evaporíticas y al volcanismo Jurásico», en *XXI Curso Geo. práct. Teruel*, M. Gutierrez Elorza, A. Meléndez Hevia (eds.), 53-92.
- y VAQUER, R. (1980): «Volcanismo Jurásico del sector valenciano de la Cordillera Ibérica. Distribución y trama estructural», *Acta Geol. Hisp.*, 15 (5), 127-130.
- SHERIDAN, M. F. y WOHLITZ, K. H. (1981): «Hydrovolcanic explosions: the systematics of water-pyroclast equilibration», *Science*, 212, 1387-1389.

Manuscrito recibido: 29 de junio 1996

Manuscrito aceptado: 1 febrero 1996