

El magmatismo alcalino jurásico del sector SE de la Cadena Ibérica: composición y estructura

The alkaline jurassic magmatism in the SE area of Iberian Chain: composition and structure

R. M^a. Martínez Gonzalez (*), M. Lago San José (**), J. I. Valenzuela Ríos (*) (****), R. Vaquer Navarro (***) y R. Salas (***)

(*) Departament de Geologia, Universitat de Valencia, c/Dr. Moliner 50, 46.100 Burjassot (Valencia);

(**) Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, 50.009 Zaragoza;

(***) Departament de Geològica, Petrologia i Prospecció Geològica, Facultat de Geologia, 08071 Barcelona;

(****) Institut für Geowissenschaften, Technische Universität Braunschweig, 38023 Braunschweig (Alemania)

ABSTRACT

Jurassic volcanic rocks are well exposed in the Sierra de Javalambre (Teruel). This multiepisodic volcanism is mainly volcanoclastic, showing a large variety of fragmentation and emplacement mechanisms, and it is intercalated between carbonatic rocks spanning from Pliensbachian through Bajocian. The mineral and chemical composition indicates a volcanism with alkaline affinity and little magmatic differentiation. From a geotectonic point of view, this volcanism corresponds to a late-volcanism within the postrift thermal subsidence (lower and middle Jurassic) that took place during the mesozoic development of the Iberian Basin (Iberian Chains).

Key words: *multiepisodic volcanism, Lower and Middle Jurassic, alkaline affinity, Sierra de Javalambre, Iberian Chains.*

Geogaceta, 20 (7) (1996), 1687-1690
ISSN: 0213683X

Introducción.

El propósito del presente trabajo es sintetizar el estado de conocimientos actual acerca del paleovolcanismo jurásico de afinidad alcalina de la Sierra de Javalambre (Cordillera Ibérica), y ofrecer los primeros resultados de composición química en lavas. Las primeras citas sobre este volcanismo aparecen en los trabajos de carácter general de Bakx (1935) y Martí (1936). Gautier (1968), describe y data dos perfiles en la Sierra de Javalambre asignando una edad Toarciense superior para el momento de máxima actividad volcánica. Gómez (1979) menciona la existencia de volcanismo jurásico en el sector levantino de la Cordillera Ibérica, y ofrece la primera interpretación estructural del mismo. Ortí y Vaquer aportan nuevos datos temporales y espaciales sobre este volcanismo y amplían la interpretación estructural de Gómez (1979). Mediante dataciones absolutas (K/Ar) Gautier y Odin (1983) obtienen unas edades de 132-138 Ma para los materiales volcánicos de varios afloramientos. Este rango de edad contrasta con las dataciones anteriores obtenidas mediante Ammonites (unos 185 Ma). Ortí (1987) realiza un compendio de datos referentes a observaciones de campo y microscopio, mecanismos de fragmentación y emplazamiento y altera-

ción de los materiales volcánicos. Los recientes trabajos de Aurell *et al.*, (1992), Salas y Casas (1993) y Roca *et al.*, (1994) completan mediante datos estratigráficos, geofísicos y cálculos de subsidencia la información sobre la evolución geotectónica del ciclo Alpino para la Cordillera Ibérica (Alvaro *et al.*, 1979).

Desde 1995, las Universidades de Valencia, Zaragoza y Barcelona están realizando una investigación más detallada sobre estas manifestaciones volcánicas: Martínez-González *et al.*, (en referee) y Valenzuela Ríos *et al.*, (1996) presentan datos temporales de afloramientos concretos; Martínez-González *et al.*, (en referee) y Martínez-González *et al.*, (1996 b) describen algunas de las variadas modalidades de fragmentación y emplazamiento que se encuentran representadas en el área; por último Martínez-González *et al.*, (en referee) y Martínez-González *et al.*, (1996 a) ofrecen los primeros datos de composición mineral (Camebax SX-50) en lavas. Los resultados recientes que se integran y actualizan en este trabajo indican que el volcanismo jurásico de la Sierra de Javalambre es mayoritariamente volcanoclástico con escasas manifestaciones lávicas, de carácter multiepisódico y afinidad alcalina, comprendiendo un espacio temporal que va del Pliensbachien al Bajociense.

Localización de los afloramientos

Los afloramientos considerados en este trabajo, así como todos los conocidos hasta el momento en el sector SE de la Cordillera Ibérica, aparecen situados en la Fig. 1. El mayor número de afloramientos y la mayor representación de materiales de distinto origen (lavas, material de fragmentación piroclástica y autoclástica, depósitos epiclásticos etc.) se da en la Sierra de Javalambre.

Los materiales volcánicos se encuentran intercalados en la serie carbonática marina de edad Jurásico inferior y medio, afectando a las unidades siguientes: Fm. Calizas bioclásticas de Barahona (Domerense), Fm. Alternancia de margas y calizas de Turmiel (Toarciense inferior-Toarciense superior parte), Mb. Calizas nodulosas de Casinos (Toarciense medio-Aalenense) y parte media «informal» de la Fm. Carbonatada de Chelva (Aalenense-Calloviense), definidas por Gómez (1979). La deposición de estas unidades se dió en general en ambiente de plataforma submareal, en ocasiones somera, con etapas de mayor oceaneidad durante la deposición de las margas de Turmiel (Gómez, 1979).

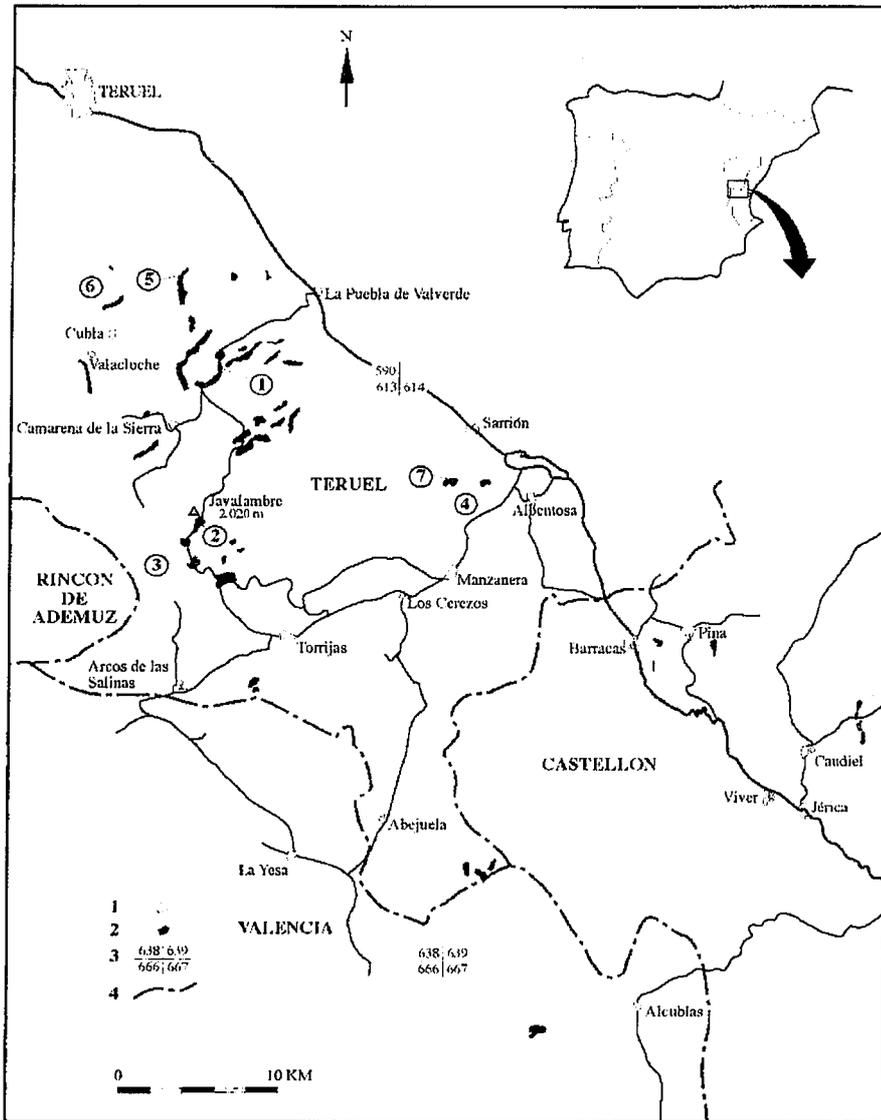


Fig. 1.- Situación de los afloramientos volcánicos jurásicos en el SE de la Cadena Ibérica. 1: Núcleos urbanos; 2: Afloramientos volcánicos; 3: hojas MAGNA 1: 50.000; 4: Límite de provincia (modificada de Martínez-González et al., en prensa). Las muestras analizadas 1 y 2 provienen del afloramiento nº 1; las muestras 3 y 4 provienen del afloramiento nº 5.

Fig. 1.- Location of Jurassic volcanic outcrops in the southeastern Iberian Chain. 1: Population-centers; 2: Volcanic outcrops; 3: Geological Sheets (MAGNA) 1: 50,000; 4: Province-lines (modified from Martínez-González et al., in press). Samples 1 and 2 come from outcrop 1; samples 3 and 4 are from outcrop 5.

Edad del volcanismo

Las manifestaciones volcánicas jurásicas del área de Javalambre comprenden desde el Pliensbachiense al Bajociense, con un máximo de actividad de edad Toarciense (Gautier, 1968). El carácter disperso de los afloramientos y la frecuente falta de exposición de la base sedimentaria dificulta la datación exacta en cada punto. En la mayoría de los casos la edad puede acotarse superiormente mediante los hallazgos fósiles a techo de los materiales volcánicos, o se puede dar un rango temporal cuando estos materiales se interdigitan lateralmente con ma-

teriales sedimentarios atribuibles a las formaciones definidas por Gómez (1979) para el jurásico en facies carbonatadas del sector levantino de la Cadena Ibérica. Recientes muestreos en el encajante sedimentario ponen de manifiesto la heterocronía de los depósitos. Así, en la localidad 1 (Fig. 1), Martínez-González et al. (en referee) dan una edad pre-Bajociense medio; para dos afloramientos en las inmediaciones del pico de Javalambre (localidades 2 y 3, Fig. 1) se obtiene una edad pre-Toarciense superior (Valenzuela Ríos et al., 1996); por último, en la localidad 4 (Fig. 1) la edad inferida es Toarciense medio y superior (Martínez-

González et al., 1996 b).

Los materiales volcánicos

El volcanismo jurásico, multiepisdódico, de la Sierra de Javalambre es mayoritariamente volcanoclástico. No obstante, en algunos puntos aparecen pequeñas coladas discontinuas y de espesor decimétrico. Coladas basálticas más potentes (≈ 20 m) se han encontrado en las localidades 5, 6 y 7 (Fig. 1). En los afloramientos estudiados no se han observado "pillow lavas" ni otras evidencias que aseguren que el emplazamiento de las coladas fue exclusivamente subacuático.

En las rocas volcanoclásticas se han reconocido mecanismos de fragmentación y emplazamiento muy variados. La potencia de estos materiales oscila entre los pocos decímetros y decenas de metros, con una potencia máxima observada de 120 m, y hasta tres pulsos bien diferenciados. En general se trata de materiales de fragmentación piroclástica de explosiones freatomagmáticas y deposición subacuática, subaérea o una combinación de ambos. Los modos de deposición mayoritarios resultan de procesos piroclásticos y/o epiclásticos, destacando en volumen los depósitos emplazados mediante caída de piroclastos de dispersión horizontal. Un buen ejemplo de removilización epiclástica de materiales fragmentados piroclásticamente se describe en Martínez-González et al., (en referee). Además, en la Sierra de Javalambre también se han descrito materiales volcánicos de fragmentación autoclástica (Martínez-González et al., 1996 b).

Composición mineral

La composición de las lavas es característica en olivino, Ti-augita y plagioclasa, con proporciones variables de Ti-magnetita e ilmenita. La espinela (picotita) puede estar presente. La textura es porfídica con variaciones de fluidalidad, y de la proporción fenocristal-microcristal, en las distintas lavas. Las condiciones deficientes de exposición de los afloramientos, con alteración meteórica intensa en general, no permiten obtener pruebas seguras acerca de las posibles variaciones modales entre la base y el techo de las lavas.

Los olivinos presentan cierta zonación y un rango composicional en Fe_{83-76} y las plagioclasas, claramente zonadas, presentan un valor promedio en Anso. El rasgo más interesante es la presencia de Ti-augita, cuya zonación patente se manifiesta por un aumento del Ti desde el centro del cristal hacia sus bordes. En Martínez-González et al., (1995 a) se aportan datos composicio-

nales (Cameca SX-50, Universidad de Barcelona), destacando tres aspectos: 1) el rango de variación está situado para la Ti-augita entre $En_{46.77}-Wo_{43.56}-Fs_{9.67}$ y $En_{41.10}-Wo_{45.05}-Fs_{13.85}$ (Tabla 1), es decir, existe un enriquecimiento en Fe. 2) El enriquecimiento de Ti en los bordes está directamente relacionado con el del Al^{IV} y el parámetro $fe [(Fe+Mn)/(Fe+Mn+Mg)]$; este aumento en fe indica un cambio para las condiciones iniciales (centro del cristal) con mayor aumento en Si y Mg respecto a las finales (borde del cristal) con mayor aumento en Al^{IV} , Fe y Na. 3) El aumento de Ti respecto al valor constante de la relación (Ca+Na) corresponde típicamente, a la afinidad alcalina (Letierrier *et al.*, 1982).

Elementos traza

En la Tabla 2 se exponen resultados (en ppm) en trazas y algunas REE (espectrómetro ICP-MS Perkin Elmer Sciex Elan 5000 de los Servicios técnicos de la Universidad de Granada) de 4 rocas procedentes de dos localidades, cuya posición se indica en la Fig. 1. Destacan dos aspectos: 1) la naturaleza alcalina de las lavas con bajo grado de diferenciación y provenientes de la cristalización de líquidos generados con baja tasa de fusión del manto, lo que sugiere una ascensión rápida y fraccionación poco intensa y 2) composición bastante homogénea, si bien pueden apreciarse diferencias entre las lavas de las muestras 3 y 4 que presentan contenidos distintos en varios elementos y una mayor afinidad alcalina respecto a las muestras 1 y 2 (tablas 2 y 3). Estas diferencias pueden explicarse por pequeñas variaciones en los porcentajes de olivino, augita, plagioclasa y magnetita o en la relación fenocristales/matriz o bien por provenir de magmas que han sufrido separación de proporciones algo distintas de fases sólidas (esencialmente olivino, clinopiroxeno, feldespato y magnetita), siendo el magma original idéntico o muy parecido.

Significado geotectónico

La extrusión de los materiales volcánicos se ha relacionado con zonas de fallas supuestas por varios autores. Así, Gómez (1979) propone, por primera vez, que la extrusión de estos materiales se produjo a lo largo de la "Zona de Falla de Caudiel" y la "Zona de Falla de Alcublas". Ortí y Vaquer (1980) definen dos alineaciones - "Franjavolcánica de Caudiel" y "Alineación piroclástica de Alcublas"- y un área de

mayor amplitud -"Sierras de Javalambre y Camarena"-, que se relacionan con supuestas fracturas del zócalo hercínico que controlarían esta actividad ígnea. Si bien el carácter extensional de todas estas supuestas fallas que controlarían el volcanismo se enmarca dentro de la distensión generalizada que tuvo lugar durante el Mesozoico en la Cordillera Ibérica (Alvaro *et al.*, 1979), es difícil reconocer estas fallas en el campo o a partir del análisis cartográfico.

Las manifestaciones volcánicas de Javalambre serían de tipo tardío y se produjeron durante el estadio de subsidencia térmica postrift, jurásica inferior y media, de Salas y Casas (1993). Esta etapa de subsidencia térmica sucedió a la importante etapa de subsidencia por rift pérmica superior-hettangiense, durante la cual tuvo lugar volcanismo sinrift de afinidad toleítica y luego alcalina en los márgenes SW (zona de

	1	2	3	4
Wo	43.56	43.86	45.96	45.05
En	46.77	45.18	41.86	41.10
Fs	9.67	10.96	12.17	13.85

Tabla 1.- Rango de variación composicional para la Ti-augita. Muestras 1 y 2 centro del cristal; muestras 3 y 4 borde del cristal (Martínez-González *et al.*, 1996 a).

Table 1.- Ti-augite compositional variation range. Samples 1 and 2 crystal core; samples 3 and 4 crystal rim (Martínez-González *et al.*, 1996 a).

	1	2	3	4
V	171.2	167.7	173.1	179.7
Cr	223.1	217.5	185.9	188.1
Ni	170.4	165.7	170.4	174.4
Y	21.99	21.61	24.12	24.20
Nb	39.31	38.63	51.83	52.33
Ta	2.622	2.714	3.755	3.470
Zr	152.0	149.5	184.3	185.2
Hf	3.895	3.787	4.562	4.478
Th	3.720	3.552	4.518	4.718
La	27.40	25.94	32.94	34.25
Tb	0.890	0.797	0.947	0.997
Yb	1.558	1.543	1.664	1.674

Tabla 2.- Valores de los elementos traza y REE en los afloramientos considerados (muestras 1 y 2: afloramiento 1 en la figura 1; muestras 3 y 4: afloramiento 5 en la figura 1).

Table 2.- REE and trace elements values from the studied outcrops (samples 1 and 2: outcrop in figure 1; samples 3 and 4: outcrop 5 in figure 1)

	1	2	3	4
Nb/Y	1.78	1.79	2.15	2.16
Zr/Y	6.91	6.92	7.64	7.65
Th/Yb	2.39	2.30	2.71	2.82
Ta/Yb	1.68	1.76	2.26	2.07
La/Yb	30.79	32.55	34.78	34.35
Nb/La	1.43	1.49	1.57	1.53
Ni/V	0.99	0.99	0.98	0.97
Ni/Cr	0.76	0.76	0.92	0.93

Tabla 3.- Relaciones discriminantes en la caracterización de la afinidad alcalina, para las muestras consideradas.

Table 3.- Discriminant ratios showing alkaline affinity for the studied rocks.

Valencia) y NE (zona del Baix Ebre) de la Cuenca Ibérica. En resumen, el volcanismo tardío de edad jurásica de la Sierra de Javalambre sería la continuación del volcanismo sinrift triásico y se desarrollaría durante la etapa de contracción y relajación térmica de la corteza que sucedió al estadio de rift triásico.

Conclusiones

Las emisiones volcánicas jurásicas de la Sierra de Javalambre son de tipo tardío y tuvieron lugar durante la etapa de postrift de subsidencia térmica jurásica inferior-media definida por Salas y Casas (1993).

La composición mineral de las lavas y la composición química de los clinopiroxenos (Camebax SX-50) ha puesto de manifiesto la afinidad alcalina de este volcanismo (Martínez-González *et al.*, 1996 a). Los contenidos de 4 muestras de lava en trazas y REE corroboran su carácter alcalino y el bajo grado de diferenciación a partir de un magma generado con baja tasa de fusión mantélica y revelan una composición bastante homogénea, atribuible a un origen común.

Agradecimientos

Este trabajo desarrolla objetivos en los programas AMB 496t93 (DGICYT) y del IVEI (Convocatoria de Ayuda a la Investigación de 1996). También es una contribución a los proyectos PB92-0862-C02-01 (DGICYT) y IGCP-369. La investigación necesaria para desarrollar este trabajo ha sido parcialmente financiada por el Comissionat per Uníversitats i Recerca de la Generalitat de Catalunya (1995 SGR 00195).

Referencias

- Alvaro, M.; Capote, R.; Vegas, R. (1979). *Acta Geológica Hispánica*. Llibre Homenatge a Lluís Soler Sabarís, 14, 172-177.
- Aurell, M.; Meléndez, A.; San Román, J.; Guimera, J.; Roca, E.; Salas, R.; Alonso, A. y Mas, R. (1992). *II Congreso Geol. de España*. Salamanca.
- Bakx, L. A. J. (1935). *Leids. Geol. Med.*, 7 (2), 157-220.
- Gautier, F. (1968). *C. R. Soc. Géol. Fr.*, 3, 74-75.
- Gautier, F.; Odin, G. S. (1983). *Compte Rendu Soc. Géol. France*, 2: 73-77.
- Gómez, J.J. (1979). *Sem. Estratigrafía* (Monograf.), 4, 1-683.
- Leterrier, J.; Maury, R.C.; Thonon, P.; Giraud, D. y Marchal, M. (1982). *Earth Planet. Sci. Letters.*, 59, 139-154.
- Martín, R. (1936). *Leids. Geol. Med.*, 8, 55-154.
- Martínez González, R.Ma; Lago, M.; Vaquer, R.; Valenzuela-Ríos, J.I. y Arranz, E. (1996 a). *Geogaceta*, 19, 41-44.
- Martínez González, R.Ma; Valenzuela-Ríos, J.I.; Lago, M.; Vaquer, R. y Arranz, E. (1996 b). *Geogaceta*, 19, 45-46.
- Martínez González, R.M.; Valenzuela-Ríos, J.I.; Lago, M.; ERastida, J. y Vaquer, R. (en referee). *Cuad. Geol. Ibérica*, 21.
- Ortí, F. (1987). *XXI Curso Geol. Práctica*. Teruel., 53-92.
- Ortí, F. y Vaquer, R. (1980). *Acta Geol. Hisp.*, 15 (5), 127-130.
- Roca, E.; Guimera, J. & Salas R. (1994). *Geol. Mag.* 131 (2), 115-168.
- Salas, R. & Casas, A. (1993). *Tectonophysics*, 228: 33-55.
- Valenzuela-Ríos, J.I.; Martínez González, R.Ma. y Lago, M. (1996). *Geogaceta*, 19, 39-40.