

Nuevos datos geocronológicos y geoquímicos de las manifestaciones volcánicas de Picasent y Cofrentes (Valencia)

New geochronological and geochemical insight on the volcanic occurrences of Picasent and Cofrentes (Valencia)

E. Ancochea y M.J. Huertas

Departamento de Petrología y Geoquímica. Univ. Complutense - Inst. Geología Económica. C.S.I.C. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid

ABSTRACT

The volcanic region of eastern Spain is badly known, mainly because of lack of subaerial exposures, which are restricted to the Cofrentes and Picasent outcrops. Moreover, these volcanic occurrences show somewhat compositional differences and their ages are clearly distinctive. The Picasent occurrence consists of alkaline rocks which have been dated at 8 Ma. These rocks constitute an onland representation of the volcanic activity developed in the Valencia Gulf during the Miocene. The Cofrentes occurrence is made up of ultra-alkaline volcanic rocks, ranging 1-2 Ma in age, thus evidencing a second phase of volcanic activity in eastern Spain that can be related to the Campos de Calatrava volcanic area.

Key words: alkaline volcanism, Iberia peninsula, Valencia volcanic area, K/Ar age

Geogaceta, 32 (2002), 31-34

ISSN:0213683X

Introducción

La región volcánica del Levante Español (fig.1) está constituida únicamente por dos afloramientos situados en tierra firme (Cofrentes y Picasent) y por numerosos afloramientos situados en el mar, de los que sólo emergen los correspondientes a las islas Columbretes.

El afloramiento de Cofrentes es conocido desde principio del siglo XX (Fernández Navarro y Sabater, 1907), mientras que las primeras citas acerca de Picasent son posteriores y corresponden a San Miguel Arribas (1950) y a San Miguel de la Cámara (1950). En tiempos más recientes estos afloramientos han sido estudiados en algunos de sus aspectos por Sáez Ridruejo y López Marinas (1975), Carbó (1980), Alonso Matilla (1982) y Ancochea et al. (1984).

Mientras que Sáez Ridruejo y López Marinas (1975) han presentado numerosas dataciones radiométricas K/Ar del volcán de Cofrentes, no existían datos geocronológicos del volcán de Picasent. Por el contrario, son varios los autores que han analizado la composición química de ambos afloramientos, de los que los más completos corresponden a Ancochea et al. (1984) que elaboraron un modelo petrogenético a partir de la geoquímica de elementos mayores y menores.

En este trabajo, se data mediante K/Ar el afloramiento de Picasent y se revisa la cronología del vulcanismo de esta región. Se presentan además nuevos análisis

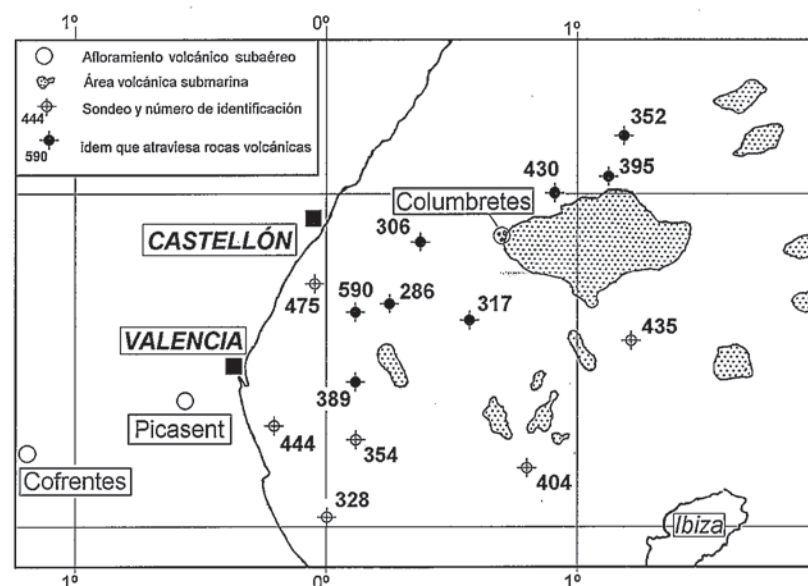


Fig. 1.- Distribución de los afloramientos volcánicos del golfo de Valencia.

Fig. 1.- Map showing the distribution of the main volcanic features in the Valencia Gulf.

de estas rocas, en los que se incluyen, por primera vez, determinaciones completas de Tierras Raras y otros elementos traza, que permiten realizar una mejor caracterización composicional de los afloramientos y precisar sus aspectos petrogenéticos.

Edad de los afloramientos

Cofrentes: Sáez Ridruejo y López Marinas (1975) presentan los resultados de 11 determinaciones K/Ar realizadas en muestras del volcán de Cofrentes, con motivo de los estudios realizados para el

emplazamiento de la central nuclear de esa localidad. Se trata de rocas jóvenes y con escaso contenido en potasio, por lo que la precisión del método K/Ar es escasa y, dado que los autores no publicaron los datos analíticos de las determinaciones, resulta muy difícil valorar la precisión de la edad obtenida en cada muestra y de los resultados en conjunto.

Analizaron las muestras en dos laboratorios: Universidad de Coimbra y Krueger Enterprises (U.S.A.) y en ningún caso se analizó la misma roca en los dos centros. Las edades obtenidas en los dos laboratorios son diferentes, siendo en ge-

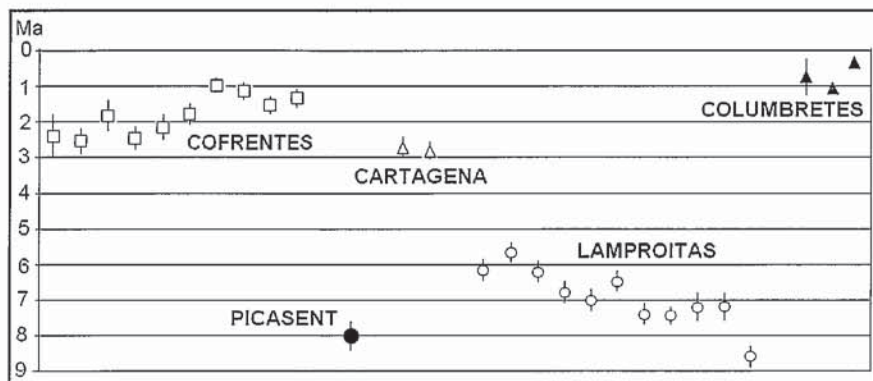


Fig. 2.- Edades radiométricas K/Ar de las manifestaciones volcánicas del Levante español.

Fig. 2.- K/Ar radiometric ages of the Eastern Spain volcanic rocks.

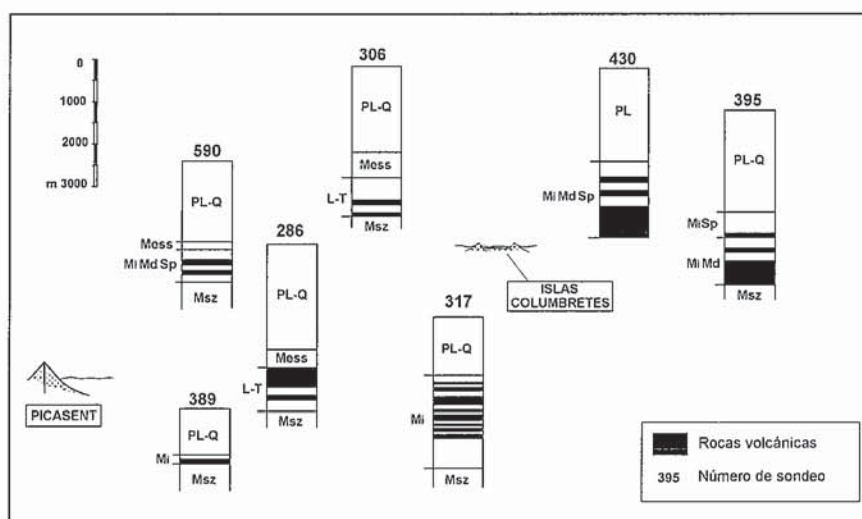


Fig. 3.- Perfiles estratigráficos de los sondeos realizados en el área del golfo de Valencia.

Fig. 3.- Stratigraphic logs of drillings in the Valencia area.

neral más jóvenes las del norteamericano. Eliminando una muestra que tiene un grado de error muy elevado y que desechan los propios autores, podemos ver que las edades obtenidas en Coimbra varían entre 1,8 Ma y 2,6 Ma, con un valor medio de 2,3 Ma, mientras que en las obtenidas USA lo hacen entre 1 Ma y 1,8 Ma, con un valor medio de 1,5 Ma (fig.2).

Los datos vulcanológicos (Ancochea et al., 1984) excluyen que la actividad volcánica se haya prolongado mucho en el tiempo o que haya habido varias fases, por lo que, con todos los datos existentes, podemos dar como aproximada una edad

en el rango entre 1 Ma y 2,6 Ma con un valor medio de 1,8 Ma.

Picasent: Sobre la edad de Picasent no existían datos de edad radiométrica. San Miguel de la Cámara (1950) señala que las rocas volcánicas atraviesan margas pliocenas, por lo que sitúan su edad entre el final del Plioceno y el Cuaternario. Esta edad sería similar a la del resto del vulcanismo alcalino próximo. Sin embargo, en la hoja geológica 747 Rios Aragües et al. (1980) indican que los materiales que aparecen en contacto con las rocas volcánicas son (según los datos de microfauna) de edad

tortonense, no pliocena, y que, incluso, existe un conglomerado de base de esa edad que incluye fragmentos de la roca volcánica. Por lo tanto, según ellos, las rocas volcánicas serían pre-Tortonenses.

Los resultados obtenidos para las rocas de Picasent (tabla 1) son fiables e indican una edad de $8,0 \pm 0,4$ Ma, es decir, aproximadamente Tortonense medio - superior.

Esta edad es coherente con los datos de campo de Rios Aragües et al. (1980), pero proporciona un resultado novedoso e inesperado, pues, como hemos indicado, todas las manifestaciones volcánicas alcalinas próximas son de edad pliocena o cuaternaria, no sólo las más cercanas como Cofrentes o Columbretes (Aparicio et al., 1991), sino también las más alejadas como Campos de Calatrava (Ancochea et al., 1979) o Cartagena (Bellon et al., 1983).

En esa época (8 Ma) dentro de la península existe actividad volcánica en dos áreas. Por un lado en la región del Sureste, tanto en Cabo de Gata como en la zona de Mazarrón - Cartagena (fig. 2). Sin embargo, el carácter calcoalcalino-shoshonítico de esta actividad no guarda relación con la de Picasent. En Murcia el comienzo de la actividad lamproítica tiene lugar, a grandes rasgos, en ese momento, pero es mayoritariamente más joven (Nobel et al., 1981; Bellon et al., 1983; Turner et al., 1999).

Es en la región volcánica peninsular más alejada, en la de Girona, y concretamente en el Ampurdán, donde podemos encontrar una actividad volcánica coetánea y también de carácter alcalino. En el Alto Ampurdán las rocas son de edad similar, aunque en general algo más antiguas: entre 10,6 Ma y 7,5 Ma, con un valor medio de 8,9 Ma. En cambio las del Bajo Ampurdán son análogas: entre 8,79 Ma y 6,6 Ma con un valor medio de 7,9 Ma (Donville, 1973 a,b,c).

En el golfo de Valencia son frecuentes las referencias a la existencia de rocas volcánicas. Afloran en las islas Columbretes, de las que la más importante, Columbrete Grande, ha sido datada entre 0,3 Ma y 1 Ma (Aparicio et al., 1991), por lo tanto mucho más joven que Picasent e incluso que Cofrentes. Pero estas islas son una mínima expresión del vulcanismo de esta zona, que aparece con frecuencia en sondeos profundos (Lanaja, 1987) y ha sido detectado por métodos geofísicos en muchos sectores (fig.3).

En las zonas próximas a la isla de Mallorca son rocas calcoalcalinas de edad Mioceno inferior o medio (Ryan et al., 1973; Riviere et al., 1981), mientras

Nº de Muestra	Coordenadas (UTM)	^{40}Ar (scc/grx10-5)	% ^{40}Ar	%K	Edad (Ma)
Pi-1	4354.000 N 716.600 E	0,056	80,8	1,82	$8,0 \pm 0,4$

Tabla I.- Edad K/Ar de las rocas de Picasent.

Table I.- K/Ar age of the Picasent rocks.

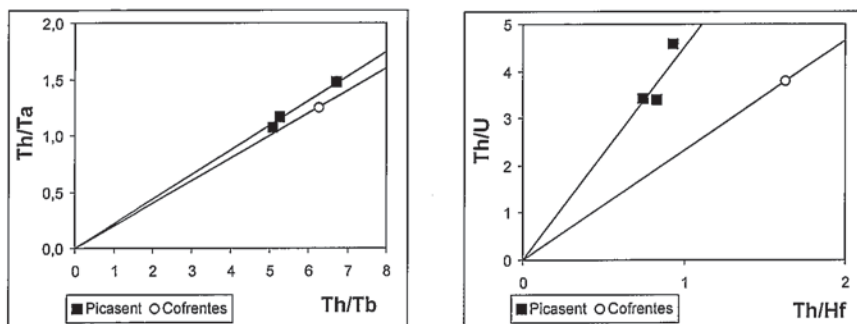


Fig. 4.- Diagramas Th/Ta vs Th/Tb y Th/U vs Th/Hf.

Fig. 4.- Th/Ta vs Th/Tb and Th/U vs Th/Hf diagrams.

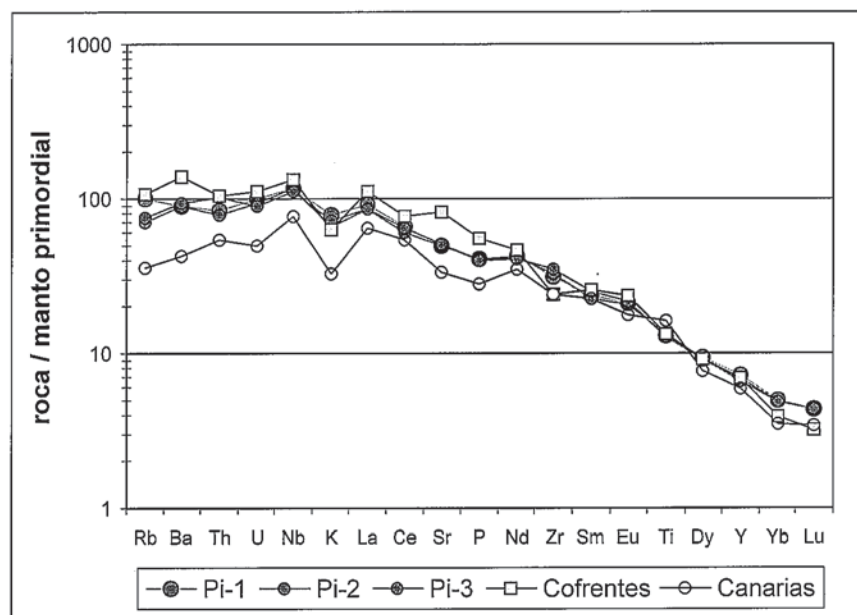


Fig. 5.- Diagrama multielemental normalizado al manto primitivo.

Fig. 5.- Multi-element diagram normalize to primitive mantle.

que hacia la costa valenciana son más jóvenes y, cuando se conoce la composición, alcalinas. Además están asociadas al proceso de rifting que en el Mioceno inferior afecta a este sector del Mediterráneo.

Así (fig.3), en los sondeos situados al NE de Columbretes (Lanaja, 1987), bajo 3000m de sedimentos recientes, se cortan unos 1000m de rocas esencialmente volcánicas de edad Mioceno (sondeo 430) o Mioceno medio-superior (sondeo 395). Al SE de las islas, en el sondeo 317, se cortan más de 1200 metros de rocas volcánicas miocenas bajo 1500m de sedimentos plio-cuaternarios. Toda esta unidad volcánica está relacionada con las Columbretes y es detectada también en los perfiles sísmicos (Maillard et al., 1992) al Sur y Este de las islas y al NE del sondeo 352 (fig.1). En todos los casos las rocas volcánicas aparecen por debajo de los depósitos messinienses. En el único punto en el que se detecta actividad volcánica post-Miocena es en las islas Columbretes.

En el sondeo 286, algo alejado de la estructura anterior, bajo otros 3000m de sedimentos Messinienses-Pliocuatnarios se cortan casi 700m de rocas volcánicas Langhiense-Tortonienenses, descritas como traquitas. Se trata de la única referencia en los sondeos a rocas alcalinas evolucionadas, aunque este tipo de rocas se encuentra también en las Columbretes.

En otras zonas, más alejadas de estas islas, los sondeos atraviesan espesores menores de rocas volcánicas, del orden de 100 m intercalados en sedimentos de edad Mioceno inferior - medio en el sondeo 590, otros tantos de edad Langhiense-Tortonienense en el 306, y pocos metros de lava miocena en el 389 y de cenizas terciarias en el 352 (fig. 1).

En definitiva, en este sector del golfo de Valencia, el vulcanismo ha sido muy importante en el Mioceno medio-superior, y en los puntos en los que se tienen datos composicionales, ha sido de carácter alcalino. El afloramiento de Picasent podría pues, tanto por edad como por

Cofrentes	C-1 (1)	C-2 (1)	Col-1* (2)	Col-5 (2)	Col-6 (2)	Col-9* (2)	Col-10 (2)	Col-3 (3)	CF-1 (4)
SiO ₂	41,53	41,16	38,70	40,02	39,72	39,83	40,71	40,10	39,72
Al ₂ O ₃	12,64	13,07	12,16	12,54	12,71	12,16	12,53	12,55	12,25
Fe ₂ O ₃	13,76	13,70	12,78	13,27	13,35	12,90	13,06	11,98	12,79
MnO	0,21	0,21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,21	0,20
MgO	10,49	10,31	7,97	9,91	10,08	9,74	9,82	11,73	9,98
CaO	10,79	10,82	11,87	11,68	10,48	11,63	11,25	12,58	11,31
Na ₂ O	5,01	5,28	3,81	5,25	4,37	4,14	4,81	4,6	4,40
K ₂ O	1,91	2,30	1,50	1,00	1,91	1,82	1,06	1,77	1,83
TiO ₂	2,97	2,90	3,19	2,94	3,21	2,94	2,84	2,37	2,80
P ₂ O ₅	1,21	1,27	1,11	1,40	1,43	1,03	1,39	1,31	1,21
LOI / H ₂ O	0,30	0,41	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,5	2,18
TOTAL	100,82	101,43	93,09	98,01	97,28	96,19	97,47	100,70	98,67

Picasent	P3 (1)	P4 (1)	Pic-1 (2)	Pic-2 (2)	Pi-1 (4)	Pi-2 (4)	Pi-3 (4)
SiO ₂	49,47	48,54	46,25	45,49	46,58	45,55	46,79
Al ₂ O ₃	14,78	14,65	15,56	15,86	15,41	15,10	15,59
Fe ₂ O ₃	11,48	8,02	11,57	12,17	11,56	11,49	11,69
MnO	0,15	0,17	0,16	0,16	0,17	0,16	0,17
MgO	5,30	5,68	5,93	6,79	6,00	5,57	5,46
CaO	6,98	6,56	7,54	7,59	7,34	8,22	7,51
Na ₂ O	4,30	4,16	3,67	3,83	3,90	4,30	3,89
K ₂ O	1,24	1,33	1,75	1,44	2,30	1,50	2,18
TiO ₂	2,70	2,87	2,79	2,63	2,73	2,69	2,78
P ₂ O ₅	0,74	0,71	0,60	0,75	0,86	0,85	0,83
LOI / H ₂ O	3,95	3,60	n.d.	n.d.	2,37	3,60	2,98
TOTAL	101,07	96,29	95,82	96,71	99,21	99,03	99,96

	CF-1	Pi-1	Pi-2	Pi-3		CF-1	Pi-1	Pi-2	Pi-3
Ba	989	638	625	686	La	76,7	62,4	58,9	59,0
Rb	68	63	19	48	Ce	136	116	107	114
Sr	1750	1050	1070	1000	Pr	15,6	14,4	14	14
Y	31,6	32,6	31,3	30,3	Nd	62,8	57,5	56,3	55,5
Zr	250	344	371	407	Sm	11,5	10,5	10,1	11,1
Sc	19	13	13	14	Eu	3,96	3,52	3,48	3,59
V	185	155	158	148	Gd	10,2	9,76	9,75	8,91
Cr	181	108	103	107	Tb	1,43	1,34	1,32	1,33
Co	45	34	33	30	Dy	6,79	6,89	6,65	6,77
Ni	172	114	95	98	Ho	1,13	1,18	1,17	1,12
Cu	42	31	36	23	Er	2,72	3	2,97	3,07
Zn	125	120	140	101	Tm	0,327	0,405	0,404	0,376
Ga	22	26	25	22	Yb	1,92	2,46	2,39	2,43
Ge	1,1	1,2	1,1	1,2	Lu	0,238	0,32	0,323	0,325
Nb	95,1	82,8	83,4	79,5	Hf	5,5	8,5	9,0	9,4
Mo	11	4	4	4,3	Ta	7,17	6,08	6,22	5,91
Sn	4	4	3	2,7	Th	8,94	7,07	6,7	8,7
Cs	2	1,6	1,3	0,7	U	2,36	2,08	1,95	1,92

(1): Ancochea et al.(1984); (2) Alonso Matilla (1982); (3): Martí et al.(1992); (4): este trabajo. *: toba.

Tabla II.- Composición química de las rocas de Cofrentes y Picasent

Table II.- Chemical composition of Cofrentes and Picasent rocks

composición, ser la única expresión en tierra firme de la principal fase de actividad volcánica de la región volcánica levantina.

Composición

La composición mineralógica de Cofrentes y Picasent ha sido descrita en detalle por San Miguel Arribas (1950), San Miguel de la Cámara (1950) y Ancochea et al. (1984).

Parga Pondal (1935) es el primero en presentar datos de la composición química de Cofrentes, mientras que en el caso de Picasent es San Miguel Arribas (1950). Ambos autores sólo presentan datos de elementos mayores que, como consecuencia de la metodología analítica empleada en la época, tienen algunos errores analíticos importantes.

Los análisis posteriores (Ancochea et al., 1984; Alonso Matilla, 1982 y Martí et al., 1992) son bastante homogéneos. Las nefelinitas olivínicas de Cofrentes se pro-

yectan en el diagrama TAS en el límite entre basanitas y foiditas. Las rocas de Picasent, petrográficamente basaltos olivínicos, se proyectan en el TAS en el campo de los traquibasaltos, independientemente de los autores de los análisis. Los nuevos análisis (tabla 2) se sitúan en el límite con las basanitas-tefitas indicando una tendencia fuertemente alcalina.

Los datos sobre elementos traza eran escasos y parciales (Ancochea et al., 1984 y Martí et al., 1992). Se han realizado ahora nuevos análisis completos (tabla 2), que confirman el modelo petrogenético de Ancochea et al. (1984). Tanto las rocas de Cofrentes, como las de Picasent, presentan un notable enriquecimiento en tierras raras. Los espectros no muestran anomalía de Eu y sí un marcado enriquecimiento en tierras raras ligeras, con relaciones $(La/Yb)_N$ mayores en el caso de Cofrentes (27) que en Picasent (16). Todo ello parece confirmar que los magmas que dieron lugar a estas rocas se formaron a partir de un manto con granate y con menores grados de fusión parcial en el caso de las nefelinitas olivínicas de Cofrentes.

Las relaciones entre pares de elementos traza fuertemente incompatibles no varían a lo largo de los procesos de cristalización fraccionada y dan idea de las características composicionales de la fuente de los magmas. Relaciones como Th/Ta-Th/Tb, Th/U-Th/Hf (fig. 4), y otras similares, ponen de manifiesto que la fuente mantélica de procedencia es diferente.

Los contenidos en elementos inmóviles permiten aproximarnos al ambiente tectónico de formación. Sus elevadas relaciones Ti/Y ($>> 500$) y Zr/Y (> 9) son características de basaltos intraplaca y su elevada relación Nb/Y ($> 2,5$) y baja relación Hf/Ta (< 2) de basaltos alcalinos intraplaca (Wood, 1980; Pearce, 1982; Meschede, 1986). Por otra parte, sus contenidos relativos de Y-Nb-La corresponden, según Cabanis and Lecomte (1989) a basaltos alcalinos de rift intercontinental.

La composición de estas rocas normalizadas al manto primordial (fig. 5) refleja enriquecimientos importantes en los elementos más incompatibles, similar a los que presentan los basaltos de islas oceánicas (OIB), por ejemplo, los de Canarias. Con respecto a éstos presentan mayores

enriquecimientos en los elementos más incompatibles, pero no evidencian contaminación con corteza continental.

Conclusiones

Los nuevos datos geocronológicos y geoquímicos permiten precisar las ideas existentes acerca del vulcanismo del Levante español. El volcán de Picasent representa un período de actividad volcánica alcalina de edad Tortoniense que no se conocía en la península, a excepción del área volcánica del Ampurdán. Su actividad se debe de correlacionar con la existente en el Golfo de Valencia, cuyo afinidad alcalina se ve así confirmada. En ese mismo momento, existen importantes manifestaciones volcánicas de carácter calcoalcalino en el Sureste. Cofrentes representa, en cambio, una segunda fase de actividad volcánica pliocena y de afinidad alcalina – ultraalcalina, correlacionable con la actividad de similar composición y edad de Campos de Calatrava y de Cartagena.

La composición de las rocas confirma los modelos petrogenéticos de Ancochea et al. (1984), e indica que las áreas fuente de los magmas de Cofrentes y de Picasent eran también diferentes. Sus composiciones son características de magmas alcalinos intraplaca, similares a los de islas oceánicas, con posibles rasgos de áreas de rift intercontinental.

Agradecimientos

Investigación financiada por el Proyecto PB:98-0759.

Referencias

- Alonso Matilla, L.A. (1982): Tesis Doctoral. *Univ. Salamanca*. 640 pp.
- Ancochea, E.; Giuliani, A. y Villa, I. (1979): *Estud. Geol.*: 35, 131-135.
- Ancochea, E.; Muñoz, M. y Sagredo, J. (1984): *I^{er} Congr. Español Geol.*: T.II, 1-13.
- Aparicio, A.; Mitjavila, J.M.; Araña, V. y Villa, I.M. (1991): *Bol. Geol. Min.*: 102-4, 562-570.
- Bellon, H.; Bordet, P. et Montenat, Ch. (1983): *Bull. Soc. Geol. France*: T.XXV, 205-217.
- Cabanis, B. et Lecomte, M. (1989): *C. R. Acad. Sci. Paris Ser. II*: 309, 2023-2029.
- Carbó, A. (1980): Tesis Doctoral. *Ed. Univ. Complutense, Madrid*. 179 pp.
- Donville, B. (1973 a): *C. R. Acad. Sci. Paris*: 276, 2497-2500.
- Donville, B. (1973 b): *C. R. Acad. Sci. Paris*: 276, 3253-3256.
- Donville, B. (1973 c): *C. R. Acad. Sci. Paris*: 277, 1-4.
- Fernández Navarro, L. y Sabater Diano, G. (1907): *Bol. Real Soc. España H^a Nat.*: 368-378.
- Lanaja, J.M. (1987): Contribución de la exploración petrolífera al conocimiento de la geología de España. IGME: *Serv. Publ. Min. Indus. Energ.*: Madrid, 465 pp.
- Maillard, A.; Mauffret, A.; Watts, A.B.; Torné, M.; Pascal, G.; Buhl, P. And Pinet, B. (1992): *Tectonophysics*: 203, 57-75.
- Martí, J.; Mitjavila, J.; Roca, E. and Aparicio, A. (1992): *Tectonophysics*: 203, 145-165.
- Meschede, M. (1986): *Chem. Geol.*: 56, 207-218.
- Nobel, F.A.; Anddriessen, P.A.M.; Hebeda, E.H.; Priem, H.N.A. and Rondeel, H.E. (1981): *Geologie Minjnbouw*: 60, 209-214.
- Parga Pondal, I. (1935): *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. Ser. Geol.*: 39, 174 pp.
- Pearce, J.A. (1982): En: Thorpe, R.S. (Ed.). *Andesites*. Wiley: 525-548.
- Rios Aragües, L.M.; Beltrán, F.J. y Zapatero, M.A. (1980): Mapa Geológico de España, 1:50.000. Hoja 747 (Sueca). IGME.
- Riviere, M.; Bellon, H. and Bonnot-Courtois, C. (1981): *Mar. Geol.*: 41, 295-307.
- Ryan, W.B.F.; Hsu, K.I. et al., (1973): Initial report of the Deep Sea Drilling Project. U.S. Government. Vol. 13.
- San Miguel Arribas, A. (1950): *Estud. Geol.*: 10, 311-325.
- San Miguel de la Cámara, M. (1950): *Bull. Vulcanol.*: 10, 89-116.
- Saéz Ridruejo, C. y López Marinas, J.M. (1975): *Tecniterrae*: 6, 8-14.
- Turner, S.P.; Platt, J.P.; George, R.M.M.; Kelley, S.P.; Pearson, D.G. and Nowell, G.M. (1999): *Jour. Petrol.*: 40, 1011-1037.
- Wood, D.A. (1980): *Earth Planet. Sci. Lett.*: 50, 11-30.