

## GEOQUIMICA

# La edad del volcanismo de las islas Columbrete Grande y Alborán (Mediterráneo occidental).

Por A. APARICIO (1), J. M. MITJAVILA (2), V. ARAÑA (1) e I. M. VILLA (2)

## RESUMEN

Dataciones realizadas en rocas de las islas Columbretes (1 a 0,33 m.a.) y Alborán (18 a 7 m.a.) permiten establecer la relación con el resto del volcanismo peninsular y su significado en el marco geodinámico del Mediterráneo occidental. La isla Columbrete estaría asociada a un proceso de rifting activo desde el Mioceno Inferior. La isla de Alborán se formó durante la distensión que originó la cuenca de Alborán a partir de una corteza continental.

**Palabras clave:** Geocronología, Volcanismo cenozoico, Mediterráneo occidental.

## ABSTRACT

Geochronological data obtained in rocks from Columbrete islands (1 to 0.33 M.a.) and Alborán island (18 to 7 M.a.) suggests the relationship of these volcanic islands with the peninsular volcanism in the geodynamic framework of the western Mediterranean. Columbrete island is associated with a late episod of the rifting process active in the area from the lower Miocene.

Alboran island was formed during the distension that affected the continental crust creating the Alboran through.

**Key words:** Geochronology, Cenozoic volcanism, Western mediterranean.

## INTRODUCCION

Dentro del volcanismo cenozoico mediterráneo, en su extremo occidental, se localizan dos interesantes manifestaciones de este volcanismo que constituyen las islas Columbretes, situadas al este de la ciudad de Castellón, y la isla de Alborán, al sur de Almería, sobre el eje del estrecho de Gibraltar (fig. 1).

Estas islas son representativas, respectivamente, del volcanismo alcalino (Cuaternario) y calco-alcalino (Terciario), que tan ampliamente se encuentra representado en la zona centro-este de la península Ibérica y del norte de Marruecos. Se encuentran situadas sobre una corteza de tipo continental ligeramente adelgazada (15 a 17 kilómetros), en un basamento plutónico-metamórfico donde confluyen grandes sistemas de fractura-

ción característicos del rift occidental mediterráneo. Las características estructurales y composicionales, junto al hecho de encontrarse en un área de intensa actividad cortical, hace especialmente interesante la ubicación geocronológica que se aborda en este trabajo.

### Síntesis geológica y geocronología de las islas Columbretes

Las islas Columbretes constituyen tan sólo la parte visible de un extenso campo volcánico (PAUTOT et al., 1973; MAUFFRET et al., 1978), de composición basáltico-andesítica (HSU y HONOREZ, 1973; WEIBEL y HSU, 1973), que se muestra activo desde el Mioceno Inferior. El origen de este volcanismo puede estar relacionado con un proceso de rifting que desde el Mioceno Inferior actúa en el Mediterráneo Occidental (HSU y RYAN, 1973; BANDA et al., 1980; ARAÑA et al., 1983; BURRUS, 1989; MAUFFRET et al., 1989), según sistemas predominantes de fracturación SO-NE y NO-SE (LLOPIS LLADO, 1954; HERNAN-

(1) Dpto. Geología. MNCN-CSIC. José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid.

(2) Istituto di Geocronologia e Geochimica Isotopica. CNR. Via Maffi, 36. 56127 Pisa (Italia).

## LA EDAD DEL VOLCANISMO DE LAS ISLAS COLUMBRETE GRANDE Y ALBORÁN...

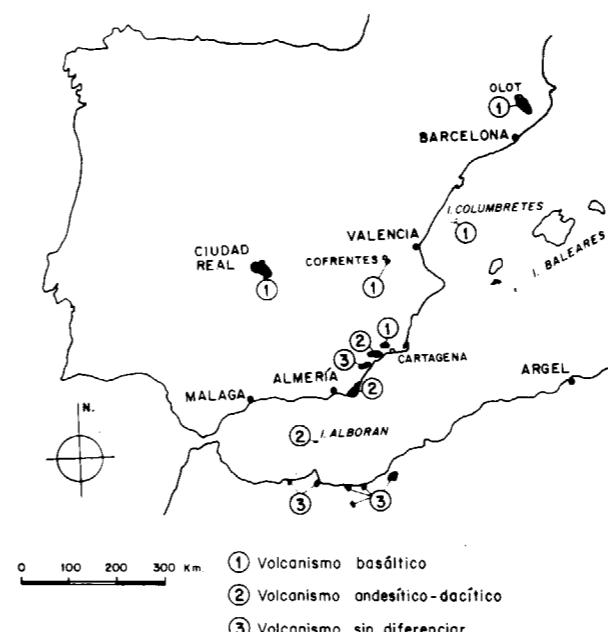


Figura 1.—Esquema de localización de los principales afloramientos volcánicos cenozoicos del sector occidental mediterráneo.

DEZ PACHECO y ASENSIO, 1966; ARAÑA et al., 1983; ALONSO, 1985). Los materiales volcánicos se emplazan en un basamento de carácter continental (BERRY y KNOPOFF, 1967; HINZ, 1972; HSU, 1977; BIJU-DUVAL et al., 1978; MAUFFRET et al., 1989). Sondeos próximos a la isla (CAÑADA, 1971) indican la existencia de sedimentos recientes con abundantes minerales metamórficos (sillimanita, andalucita, estaurolita, granate..., etc.).

Columbrete Grande es la mayor de este conjunto de islotes y está constituida por los restos de un edificio cónico (fig. 2) construido en diferentes ciclos volcánicos. Los niveles basales corresponden a depósitos tobáceos de emisión inicialmente submarina (oleadas piroclásticas-surgencias). Posteriormente, se identifica un episodio subaéreo de piroclastos con bombas y, finalmente, vuelve a manifestarse una interacción agua-magma en la erupción (surge wet-dry).

A pesar del indudable interés geológico de estas islas para el conocimiento de la evolución geodinámica en el Mediterráneo occidental, hasta ahora, no había sido realizada datación alguna de sus materiales. Para cubrir este vacío se seleccionó una muestra de basalto (basanita) en líticos

del wet-surge (episodio D) y bombas de los episodios C y F, cuya composición y la de los minerales principales que incluyen son expresados en las tablas 1 y 2. Las dataciones fueron realizadas por el método K-Ar según el método y correcciones de DEL MORO et al. (1982).

**TABLA 1**  
Análisis químico de las rocas datadas en la isla Columbrete Grande

Muestra	2094	2120	2086
SiO <sub>2</sub>	46.94	46.40	39.60
TiO <sub>2</sub>	2.33	2.36	2.99
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.25	15.25	13.20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.97	4.65	5.33
FeO	6.10	5.27	4.81
MnO	0.15	0.15	0.15
MgO	7.25	7.51	9.98
CaO	9.23	9.66	11.45
Na <sub>2</sub> O	4.11	4.11	3.23
K <sub>2</sub> O	2.40	2.30	1.32
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.75	0.74	0.84
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1.24	1.25	6.71
TOTAL	99.72	99.65	99.61
V	281	289	276
CS	11	9	10
RB	32	41	17
BA	838	879	967
PB	12	10	14
SR	839	838	1.123
LA	68	—	65
CE	140	148	155
Y	23	24	21
TH	16	6	5
ZN	70	86	86
CU	30	39	22
NB	7	6	3
NI	128	123	135
CR	207	221	177
GA	16	16	16
ZR	105	106	103
AN	47	49	78
Q	0.00	0.00	0.00
or	14.18	13.59	7.80
ab	18.35	17.02	5.06
an	16.08	16.37	17.62
ne	8.90	9.62	12.06
di	19.75	21.05	26.23
ol	9.30	7.81	8.89
mt	5.76	6.74	7.33
il	4.43	4.48	5.68
hem	0.00	0.00	0.28
ap	1.74	1.71	1.95
SUMA	98.48	98.40	92.90
I. D.	41.43	40.23	24.93

Analista: R. García (elementos menores), M. I. Ruiz y M. Vallejo.

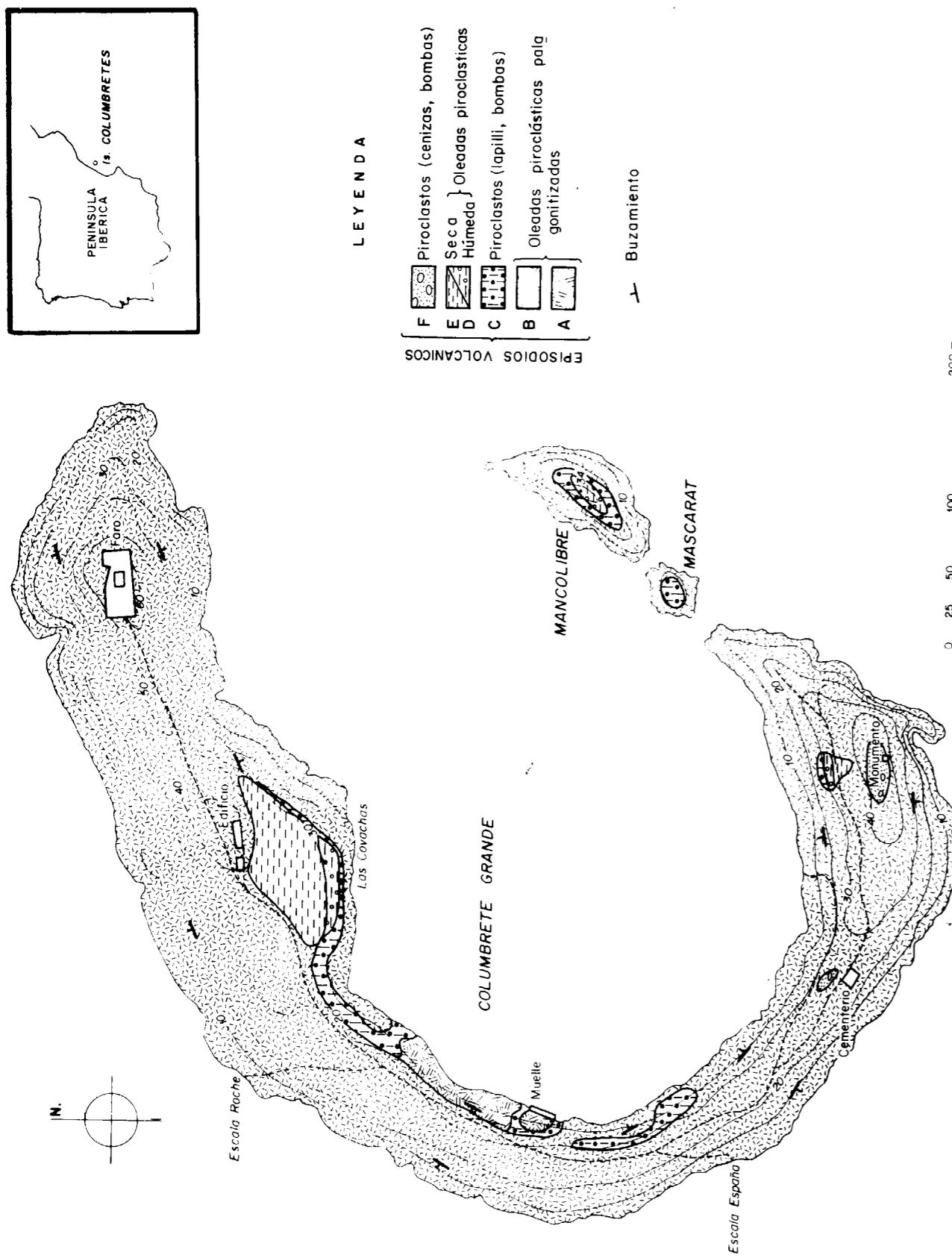


Figura 2.—Mapa geológico de la isla Columbrete Grande.

**TABLA 2**

Análisis químico de los minerales representativos de las rocas datadas en la isla Columbrete Grande

Muestra	CLINOPIROXENO			OLIVINO		
	2120	2094	2086	2086	2120	2094
SiO <sub>2</sub>	48.84	47.42	47.79	38.40	39.98	39.03
TiO <sub>2</sub>	1.33	1.70	1.86	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.69	7.06	7.77	—	—	—
FeO	7.32	8.01	5.92	12.97	11.31	16.16
MnO	—	0.10	—	—	—	0.14
MgO	14.29	13.33	13.52	49.32	48.21	45.40
CaO	21.21	21.36	22.14	—	—	—
Na <sub>2</sub> O	0.74	0.57	0.85	—	—	—
TOTAL	100.42	99.60	99.88	100.70	99.50	100.74
Si	1.804	1.778	1.772	0.953	0.991	0.979
Al <sup>4</sup>	0.196	0.222	0.228	—	—	—
Al <sup>6</sup>	0.095	0.091	0.113	—	—	—
Ti	0.037	0.048	0.051	—	—	—
Fe	0.226	0.251	0.183	0.269	0.234	0.339
Mn	—	0.003	—	—	—	0.003
Mg	0.787	0.745	0.747	1.824	1.782	1.698
Ca	0.839	0.858	0.879	—	—	—
Na	0.053	0.041	0.061	—	—	—

Analista: J. de la Puente.

En la tabla 3 se reflejan los resultados con variación temporal entre 0.33 a un millón de años, es decir, edades correspondientes al Pleistoceno Inferior y que, a su vez, resultan similares o próximas a las encontradas en otras zonas volcánicas basálticas del este-centro de la Península

Ibérica, Olot (Gerona) (ARAÑA et al., 1983); Cofrentes y Picassent (Valencia) (SAENZ y LOPEZ, 1975); Campos de Calatrava (C. Real) (ANCOCHEA et al., 1979); Cartagena (Murcia) (BELLON y BROUSE, 1977; BELLON et al., 1983).

**TABLA 3**  
Dataciones realizadas sobre las formaciones en la isla Columbrete Grande

Muestra	°	Episodio	% K	40 Ar*	Edad ± 1 σ
				(10 <sup>-7</sup> ml. STP/g.)	
2120	RT	D	1.93	0.56	0.046    0.754 ± 0.57 m.a.
2086	RT	C	1.14	0.48	0.030    1.090 ± 0.13 m.a.
2094	RT	F	1.99	0.44	0.070    0.332 ± 0.01 m.a.

RT=Roca total.

m.a.=Millones de años.

Análisis de K realizados en Madrid por Absorción Atómica.

Analistas: M. Vallejo, M. I. Ruiz.

Determinaciones de Ar realizadas en Pisa por A. Giuliani, J. Mitjavila, Dr. I. M. Villa.

En áreas próximas y en materiales volcánicos submarinos de composición andesítico-dacítica se determinaron edades de 20,79-21,93 m.a. (FERRARA et al., 1973) (\*) o de 19,4-24,4 m.a. (RIVIERE et al., 1981) y que son ligeramente superiores a las riolitas de Mallorca de edad 18,6-19,0 m.a. (MITJAVILA et al., 1990), edades que, por otro lado, coinciden con los valores determinados en las rocas calcoalcalinas del SE peninsular (BELLON et al., 1983; DI BATTISTINI et al., 1987).

El conjunto de datos estructurales y cronológicos está de acuerdo con la hipótesis que asocia el conjunto del volcanismo basáltico-andesítico del Mediterráneo occidental y este-centro peninsular con el proceso de rifting sobre una corteza adelgazada (MARTIN y SURIÑACH, 1988) de tipo continental que se presenta activo desde el Miocene Inferior a la actualidad.

#### Síntesis geológica y geocronología de la isla de Alborán

La isla de Alborán es el único afloramiento superficial de los materiales volcánicos que constituyen parte de la cordillera de Alborán, que en una extensión de 180 kilómetros se extiende de este a oeste entre las estructuras en arco determinadas por las cordilleras Bética y Rifeña (fig. 1) (GIERMAN et al., 1968). La estructura de estos materiales volcánicos sigue las fracturas distensivas de dirección NE-SO y E-SE: O-SO (HERNANDEZ, 1983, 1984), que actúan sobre un basamento paleozoico de carácter plutónico y metamórfico similar al Paleozoico de las cordilleras circundantes (KORNPROBST, 1973; HSU y RYAN, 1973). La edad de estas fracturas no es más antigua que el Miocene Superior, como lo confirma la serie de sedimentos asociados encontrados en la propia cuenca de Alborán (NESTEROFF, 1973).

La existencia de este basamento paleozoico bajo la isla ha sido confirmada por el hallazgo de claves de esquistos y cuarcitas moscovíticas que descartan la generación de corteza oceánica en la zona y su consideración de eje o dorsal en un proceso de expansión entre las placas europea y africana. Los materiales volcánicos sondeados hasta ahora en la cuenca de Alborán tienen com-

(\*) Valores recalcados con las nuevas constantes (STEIGER y JAGER, 1977).

posiciones andesíticas (GIERMAN et al., 1968), al igual que los de la isla de Alborán (HERNANDEZ-PACHECO e IBARROLA, 1970), constituida por materiales piroclásticos de emisión subárea, con depósitos de surges que incluyen fragmentos lávicos esféricos (<1 m. de diámetro) (fig. 3). Las capas de piroclastos presentan una estructura monoclinal, con direcciones de 70°-90° y buzamientos de 25°-40° hacia el norte, y están arrasadas y cubiertas por una terraza marina de edad Tirreniense II (HERNANDEZ-PACHECO y ASENSIO, 1968). Las únicas dataciones hasta ahora realizadas sobre las andesitas de esta isla fueron publicadas por BELLON (1976), que obtiene una edad de 20-25 m.a. En nuestro caso fueron seleccionadas para su datación tres muestras correspondientes a los fragmentos lávicos. En las tablas 4 y 5 se especifican las composiciones químicas de la roca y de sus minerales principales.

Las determinaciones de edad se hicieron sobre roca total por el método K/Ar con la metodología y cálculo de errores descrita en DEL MORO et al., 1982). En la tabla 6 se muestran los valores obtenidos con intervalos de 7 a 16 m.a., lo que hace bastante amplio el período de emisión volcánica que se manifiesta en la isla de Alborán (Miocene Medio-Superior).

Estos datos coinciden con la datación realizada en muestras del basamento paleozoico esquistoso próximo a la isla de Alborán (STEIGER y FRICK, 1973), que dio una edad de 16 m.a., y que, según estos mismos autores, reflejaría la edad del metamorfismo de contacto que experimentaron estas rocas durante su inclusión en los materiales volcánicos.

Estos datos geocronológicos muestran una fácil correlación con el comienzo de la sedimentación en la cuenca de Alborán (NESTEROFF, 1973), así como con las manifestaciones volcánicas del SE de la Península Ibérica (BELLON et al., 1983; DI BATTISTINI et al., 1987), norte de Marruecos (HERNANDEZ y BELLON, 1985), y que son a su vez correlacionables con el proceso distensivo, que genera la cuenca de Alborán, desde el Miocene Medio hasta la actualidad, a partir de una corteza de marcado carácter continental (BONINI et al., 1973; HSU y RYAN, 1973; HSU, 1977; MARILLIER y MUELLER, 1982; WEIJERMANS, 1987..., etc.).

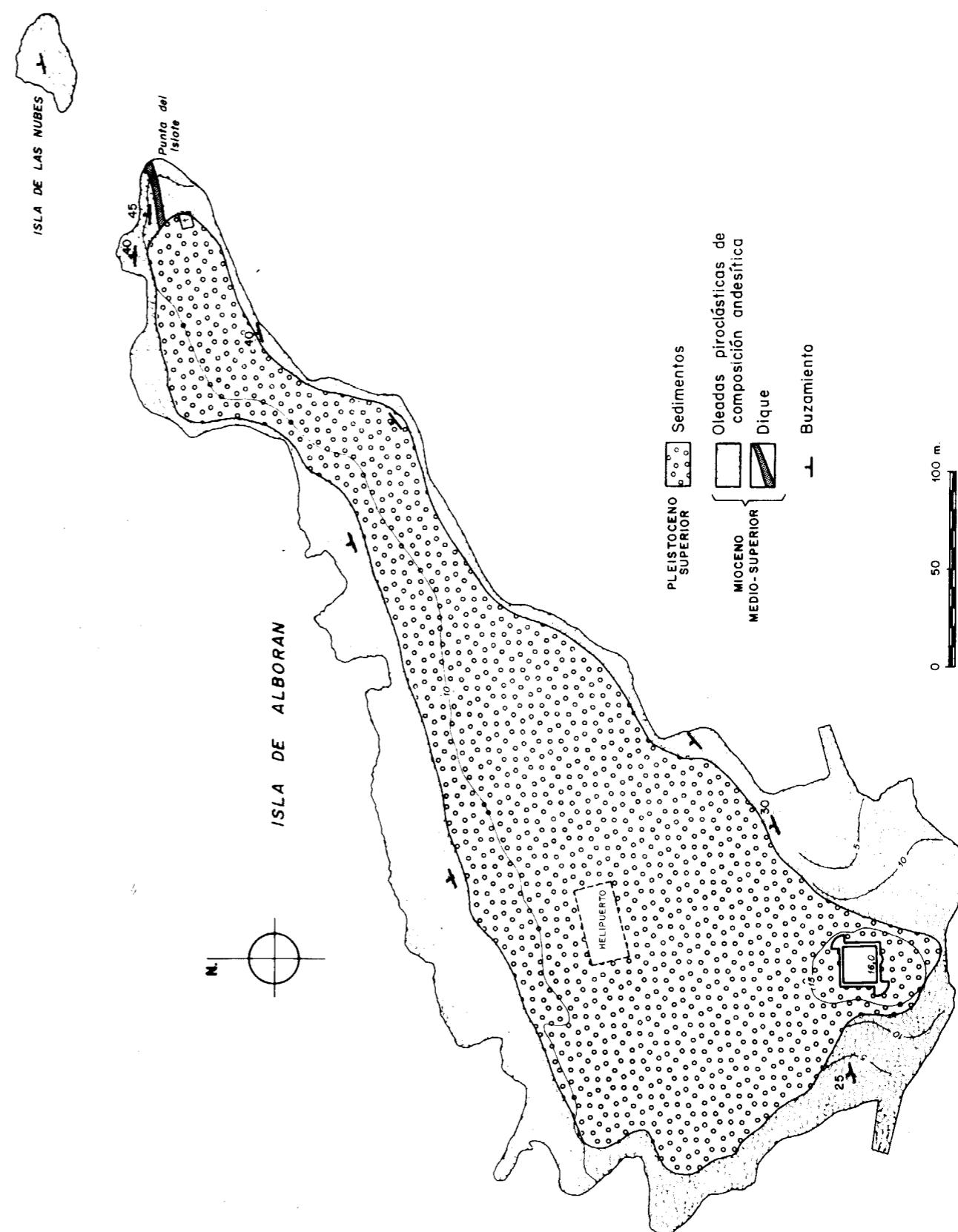


Figura 3.—Mapa geológico de la isla de Alborán.

**TABLA 4**  
Análisis químico de las rocas datadas  
en la isla de Alborán

Muestra	2004	2005
SiO <sub>2</sub>	54.64	54.32
TiO <sub>2</sub>	0.61	0.19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.68	16.11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.32	2.77
FeO	4.84	6.41
MnO	0.15	0.17
MgO	3.43	6.22
CaO	10.05	10.42
Na <sub>2</sub> O	2.55	1.92
K <sub>2</sub> O	0.41	0.28
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.26	0.13
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1.80	0.39
<b>TOTAL</b>	<b>99.74</b>	<b>99.33</b>
V	230	264
CS	1	0
RB	14	0
BA	137	92
PB	23	8
SR	105	23
LA	14	79
Y	23	24
TH	14	1
ZN	100	108
CU	40	30
NB	6	0
NI	1	9
CR	9	56
BA	17	0
ZR	99	22
AN	62.25	67.99
Q	12.57	10.05
or	2.42	1.65
ab	21.58	16.25
an	35.59	34.51
di	10.25	13.30
hy	8.96	18.49
wo	0.00	0.00
mt	4.81	4.02
il	1.16	0.36
ap	0.60	0.30
<b>SUMA</b>	<b>97.94</b>	<b>98.94</b>
I. D.	36.57	27.96

Analistas: R. García (elementos menores), M. J. Ruiz y M. Vallejo.

**TABLA 5**  
Análisis químico de minerales representativos  
de las rocas datadas en la isla de Alborán

Muestra	CLINOPIROXENO		ORTOPIROXENO	
	2004	2005	2004	2005
SiO <sub>2</sub>	52.41	53.86	54.03	53.43
TiO <sub>2</sub>	0.16	0.36	0.11	0.24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.75	2.55	1.60	1.20
FeO	8.74	9.91	18.48	18.15
MnO	0.21	0.30	0.49	0.47
MgO	15.24	13.64	23.64	25.01
CaO	19.89	18.84	1.85	1.68
<b>TOTAL</b>	<b>99.40</b>	<b>99.46</b>	<b>100.2</b>	<b>100.18</b>
Si	1.948	1.997	1.975	1.955
Al <sup>4</sup>	0.052	0.003	0.025	0.045
Al <sup>6</sup>	0.069	0.109	0.044	0.007
Ti	0.004	0.010	0.003	0.007
Fe <sup>2</sup>	0.272	0.307	0.565	0.555
Mn	0.007	0.009	0.015	0.015
Mg	0.844	0.754	1.288	1.364
Ca	0.792	0.748	0.072	0.066

Analista: J. de la Puente.

#### AGRADECIMIENTOS

A las Comandancias de Marina de Castellón y Cádiz, y en especial a los comandantes y tripulaciones de la patrullera «Alcanada» y corbeta «Princesa», que en el verano de 1984 nos facilitaron el acceso a las islas de Columbrete Grande y Alborán, respectivamente.

La estancia en Pisa (Italia) de uno de los autores (J. M. MITJAVILA) fue financiada mediante una beca del Ministerio de Educación y Ciencia.

A J. Arroyo y M. C. Sendra, que realizaron la delineación y mecanografía, y a A. Viloria, y M. Casillejo por los trabajos de laboratorio.

**TABLA 6**  
Dataciones realizadas sobre las formaciones volcánicas en la isla de Alborán

Muestra	%	K	40 Ar*	40 Ar*	Edad ± 1 σ
			(10 <sup>-7</sup> ml. STP/g.)	40 Art	
2004	RT	0.34	0.99	0.092	7.49 ± 0.25 m.a.
2005	RT	0.23	1.63	0.128	18.18 ± 0.46 m.a.

RT=Roca total.

m.a.=Millones de años.

Análisis de K realizados en Madrid por Absorción Atómica.

Analistas: M. Vallejo, M. I. Ruiz.

Determinaciones de Ar realizadas en Pisa por A. Giuliani, J. Mitjavila, Dr. I. Villa.

#### REFERENCIAS

- ALONSO, L. A. (1985): *Geología estructural del archipiélago de Las Columbretes (Castellón)*. Pub. Cat. Geología aplicada a las Obras Públicas. Univ. Politécnica Valencia. «Estudios petrológicos de la Comunidad Valenciana», 25-101.
- ANCOCHEA, E.; GIULIANI, O., y VILLA, I. (1979): *Edades radiométricas K-Ar del vulcanismo de la región central española*. Est. Geol., 35, 131-135.
- ARAÑA, V.; APARICIO, A.; MARTIN ESCORZA, C.; GARCIA CACHO, L.; ORTIZ, R.; VAQUER, R.; BARBERI, F.; FERRARA, G.; ALBERT, J., y GASSIOT, X. (1983): *El vulcanismo Neógeno-Cuaternario de Catalunya. Caracteres estructurales, petrológicos y geodinámicos*. Acta Geológica Hispánica, 18, 1-17.
- BANDA, E.; ANSORGE, J.; BOLOIX, M., y CORDOBA, D. (1980): *Structure of the crust and upper mantle beneath the Balearic Islands (Western Mediterranean)*. Earth and Planetary Sci. Lett., 49, 219-230.
- BELLON, H. (1976): *Séries magmatiques néogènes et quaternaires du pourtour de la Méditerranée occidentale comparées dans leur cadre géochronométrique; implications géodynamiques*. Thèse Univ. Paris Sud (Orsay), 367 pp.
- BELLON, H., y BROUSSE, R. (1977): *Le magmatisme péri-méditerranéen occidental. Essai de synthèse*. Bull. Soc. Geol. Fr., 19, 469-480.
- BELLON, H.; BORDET, P., y MONTENAT, C. (1983): *Le magmatisme néogène des Cordillères bétiques (Espagne). Chronologie et principaux caractères géochimiques*. Bull. Soc. Geol. Fr. (7), 25, 205-218.
- BERRY, M. J., y KNOPOFF, L. (1967): *Structure of the upper mantle under the Western Mediterranean basin*. J. Geophys. Res., 72, 3613-3626.
- BIJU-DUVAL, B.; LETOUZEY, J., y MONTADERT, L. (1978): *Structure and evolution of the Mediterranean basins*. Drilling Project 42, Part 1, 951-984.
- HERNANDEZ PACHECO, A., e IBARROLA, E. (1970): *Nuevos datos sobre la petrología y geoquímica de las rocas volcánicas de la isla de Alborán (Mediterráneo occidental, Almería)*. Est. Geol., 26, 93-103.
- HERNANDEZ PACHECO, F., y ASENSIO AMOR, I. (1966): *Datos fisiográfico-sedimentológicos de la Columbrete Grande*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), 64, 179-186.
- DI BATTISTINI, G.; TOSCANI, L.; IACCARINO, S., y VILLA, J. M. (1987): *K/Ar ages and the geological setting of calc-alkaline volcanic rocks from Sierra de Gata, SE Spain*. N. Jb. Miner. Mh., 8, 369-383.
- FERRARA, G.; BIGAZZI, G.; BONADONNA, F. P., y GIULIANI, O. (1973): *Radiometric dating of the Valencia volcanic rocks*. Drilling Project, vol. 13, part 2, 773.
- GIERMANN, G.; PTANNENSTIEL, M., y WIMMENAUEER, W. (1968): *Relations entre morphologie, tectonique et volcanisme en mer d'Alboran (Mediterráneo occidental). Resultats préliminaires de la campagne J. Charcot (1967)*. C. R. Somm. S. G. F., 4, 116.

- HERNANDEZ PACHECO, F., y ASENSIO AMOR, I. (1968): *Depósitos cuaternarios de la Isla de Alborán*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), 66, 381-392.
- HERNANDEZ, J. (1983): *Le volcanisme miocene du Rif oriental (Maroc). Géologie, petrologie et mineralogie d'une province shoshonitique*. These Univ. Paris VI (P. et M. Cu-rie), 2 vols., 590 pp.
- HERNANDEZ, J. (1984): *Implications structurales de l'étude petrologique des laves du Rif Oriental (Maroc)*. 10.<sup>a</sup> RAST. Bordeaux. Soc. Geol. Fr., ed., 285.
- HERNANDEZ, J., y BELLON, H. (1985): *Chronologie K-Ar du volcanisme miocene du Rif oriental (Maroc): Implications tectoniques et magmatologiques*. Rev. Géologie Dynamique et Géographie Physique, 26, 85-94.
- HINZ, K. (1972): *Results of seismic refraction investigations (Project Anna) in the western Mediterranean sea South and North of the Island of Mallorca*. Centre Rech. Pau SNPA Bull., 6, 405-426.
- HSU, K. J., y HONNOREZ, J. (1973): *Petrography of the Valencia through volcanic rocks*. Drilling Project, vol. 13, part 2, 767-771.
- HSU, K. J. (1977): *Tectonic evolution of the Mediterranean basins*. En: *The Ocean Basins and Margins. The Eastern Mediterranean*. Edit.: A. E. N. Nairn, W. K. Kane, F. G. S. STEHLI. Plenum Press, N. York, 29-75.
- HSU, K. J., y RYAN, W. B. F. (1973): *Summary of the evidence for extensional and compressional tectonics in the Mediterranean*. Drilling Project, vol. 13, part 2, 1011-1019.
- KORNPROBST, J. (1973): *Petrographical study of «Acoustic basement» and associated breccia at site 121. Western Alboran basin: a comparison with the Betic-Rifean basement*. Drilling Project, vol. 13, part. 2, 759-761.
- LLOPIS LLADO, N. (1954): *Types de chaînes alpidiques du littoral méditerranéen franco-espagnol et leurs rapports avec les Alpes françaises*. C. R. XIX Congrès Geol. Intern. Argel, 1953, sect 13, 14, 261.
- MARILLIER, F., y MUELLER, St. (1982): *Structure of the upper mantle in the northeastern Atlantic close to the Azores-Gibraltar Ridge from surface-wave and body-wave observations*. Tectonophysics, 90, 195-215.
- MARTIN, P., y SURIÑACH, E. (1988): *Estructura de la cor-teza en la zona entre Ibiza y Castellón. Primeros resulta-*
- dos. En: Xarxes sísmiques instrumentació i aplicació a la sísmotectònica*. CIRIT. Generalitat de Catalunya, 521-537.
- MAUFFRE, A.; MONTADERT, L.; LAVERGNE, M., y WILLM, C. (1978): *Geological and geophysical setting of DSDP site 372 (Western Mediterranean)*. Drilling Project, vol. 42, part 1, 889-897.
- MAUFFRET, A.; BUHL, P.; CHARVIS, P.; CIAIS, G.; GENNESSEAUX, M.; JURADO, M. P.; ORTIGOSA, F.; PASCAL, G.; CHARCOT, R. V. J.; WATTS, A. B.; MUTTER, J.; PINET, B.; JEN BRICK, U. T.; TORNE, M., y CONRAD, R. V. R. (1989): *Preliminary results of the Valsis 2 Cruise. XIV Assembly European geophysical Society*, Barcelona, Libro de Abstracts, 18.
- MITJAVILA, J.; RAMOS-GUERRERO, E., y MARTI, J. (1990): *Les roches pyroclastiques du puig de l'Ofre (Serra de Tramuntana, Majorque): position géologique et K-Ar datation*. C. Rend. Acad. Sci. Paris (in press).
- NESTEROFF, W. D. (1973): *The sedimentary history of the Mediterranean area during the Neogene*. Drilling Project, vol. 13, part 2.
- PAUTOT, G.; AUZENDE, J. M., y OLIVET, J. L. (1973): *Valencia Basin*. Drilling Project, vol. 13, part 2, 1430-1441.
- RIVIERE, M.; BELLON, H., y BONNOT-COURTOIS, C. (1981): *Aspects geoquímicos et geochronologiques du volcanisme pyroclastique fore dans le Golfe de Valence site 123 DSDP Leg 13 (Espagne) — Consequences géodynamiques*. Marine Geology, 41: 295-307.
- SAENZ RIDRUEJO, C., y LOPEZ MARINAS, J. M. (1975): *La edad del Vulcanismo de Cofrentes (Valencia)*. Tectonite, 6, 8-14.
- STEIGER, R. H., y FRICK, V. (1973): *Isotopic dating of Alboran «Basement»*. Drilling Project, vol. 13, part 2, 762.
- STEIGER, R. H., y JAEGER, T. (1977): *Subcommission of geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmochemistry*. Earth Plan. Sci. Lett., 36: 359-362.
- WEIBEL, M., y HSU, K. J. (1973): *Chemistry of the Valencia through volcanic rocks*. Drilling Project, vol. 13, part 2, 767-771.
- WEIJERMARS, R. (1987): *A revision of the Eurasian-African plate boundary in the western Mediterranean*. Geol. Rund., 76, 667-676.

Original recibido: Junio de 1990.  
Original aceptado: Enero de 1991.

## ESTUDIO DE MINERALES Y ROCAS

## El análisis RPE (Resonancia Paramagnética Electrónica) en la discriminación de cuarzos de génesis distinta.

Por J. M. TENA (\*) y J. MATEO (\*)

### RESUMEN

La técnica de Resonancia Paramagnética Electrónica ha sido utilizada para intentar discriminar entre cuarzos constituyentes de distintas rocas paleozoicas. Se han presentado múltiples inconvenientes por tratarse de un nuevo campo de aplicación para esta técnica (aunque es ampliamente utilizada en investigaciones de Física del Estado Sólido), pero, a pesar de éstos y de la exigua cantidad de muestras analizadas, el estudio ha mostrado la validez del método para distinguir entre cuarzos con distinto origen o diferente grado evolutivo de diagénesis, y puede ser utilizada en Geología con muy distintos fines.

**Palabras clave:** Resonancia Paramagnética Electrónica, RPE, Cuarzo, Génesis, Diagénesis.

### ABSTRACT

Electron Paramagnetic Resonance (EPR) has been used to discriminate among different paleozoic rock-forming quartzes. New application of this technique (usually utilized in Solid State Physics) to geological materials has displayed several obstacles. And in spite of the scarce analytical samples considered, this study has shown that EPR technique is useful to differentiate among quartzes in rocks of several origins and/or diagenetic degrees, and it can be used in Geology with very different purposes.

**Key words:** Electron Paramagnetic Resonance, EPR, Quartz, Genesis, Diagenesis.

### 1. INTRODUCCIÓN

El análisis de la Resonancia Paramagnética Electrónica (RPE) es una técnica ampliamente utilizada en el campo de la Física del Estado Sólido, basada en la modificación que se produce en un campo magnético cuando se introduce en él un elemento paramagnético y que, por tanto, permite advertir la presencia de tales elementos en estructuras cristalinas. Las únicas aplicaciones de este método en el campo de la Geología de las que tenemos noticia son las realizadas por MARCHAND et al. (1968, 1969) y MARCHAND (1976) que investigan las características de la señal RPE en kerógenos, sin que conozcamos que se hayan realizado investigaciones de este

tipo en cristales naturales y, más concretamente, en cuarzos.

La utilización de esta técnica en el análisis e identificación de granos de cuarzo distintos ha partido de la premisa de que, incluidos en la red cristalográfica de los cristales naturales, existen elementos ajenos a los de su fórmula estioquiométrica. La presencia y proporciones de los elementos extraños dependerán de la cantidad y calidad de todos los iones presentes en el momento de la formación del cristal, de sus coeficientes de reparto y de las condiciones fisicoquímicas y termodinámicas del medio en el momento de su formación o a lo largo del proceso de crecimiento. De este modo, si es posible determinar el tipo y cantidad de iones presentes, o lo que es igual, son identificables por la respon-

(\*) Área de Petrología y Geoquímica. Dpto. Geología. Fac. Ciencias. Univ. Zaragoza. 50009 Zaragoza.