

# Estudio paleomagnético del volcanismo de Campos de Calatrava

## *Paleomagnetic study of the volcanism in Campos de Calatrava*

M.F. Bogalo (\*), M.L. Osete (\*), E. Ancochea (\*\*) y J.J. Villalain (\*)

(\*) Departamento de Geofísica. Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense. Madrid 28040.

(\*\*) Departamento de Petrología y Geoquímica. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. 28040 Madrid.

### ABSTRACT

*A first systematic paleomagnetic study has been carried out in the upper Miocene-Pliocene volcanism of the Campos de Calatrava region. 18 localities have been sampled and 14 of them yielded useful paleomagnetic results. A Pliocene paleomagnetic pole has been obtained for the Iberian Plate (Lat.= 82.1°N, Long.= 171.6°E,  $A_{95}$ = 6.9). On the basis of the magnetic polarity results a zoning of the volcanism may be recognized which could be explained by a NE-ward migration of the volcanism in this region.*

**Key words:** *paleomagnetism, Campos de Calatrava, volcanism, Iberian Plate.*

*Geogaceta, 15 (1994), 109-112*

*ISSN: 0213683X*

### Introducción

La región volcánica central española se encuentra situada en la Meseta Meridional, entre los Montes de Toledo y Sierra Morena, toda ella en la provincia de Ciudad Real. Los afloramientos volcánicos se distribuyen en un área de unos 80 Km de diámetro, aproximadamente 5000 Km<sup>2</sup> (fig.1). Geográficamente puede enmarcarse entre los paralelos 38°20'N y 39°10'N y los meridianos 3°25'W y 4°35'W. Los volcanes se concentran sobre todo en la comarca de Campos de Calatrava. Se trata de un vulcanismo puntual y disperso, constituido normalmente por aparatos de pequeño tamaño y estructura relativamente sencilla. La región no tiene una excesiva variedad petrológica, quedando ésta siempre restringida a términos de naturaleza básica y ultrabásica sin productos diferenciados. La edad de este vulcanismo se sitúa entre 8.7 y 1.75 Ma (Ancochea, 1983).

Este trabajo constituye el primer estudio paleomagnético sistemático llevado a cabo en la región de Campos de Calatrava. El objetivo principal del estudio es obtener un polo paleomagnético plioceno para la Placa Ibérica, ya que hasta el momento no se contaba con datos paleomagnéticos de esta edad. Por otra parte, un segundo objetivo de este estudio es determinar la polaridad magnética de cada edificio volcánico. En estudios anteriores (Ancochea, 1979) se determinó la polaridad magnética de diversos edificios con medidas directas en

el campo. Este tipo de estudios puede dar resultados erróneos puesto que las componentes magnéticas secundarias de origen viscoso o químico pueden tener mayor intensidad que la primaria (original) y, por tanto, alterar los resultados.

### Metodología

El número de afloramientos muestreados ha sido 18, de los cuales han sido válidos 14 (fig.1). Se realizaron dos campañas de muestreo, la primera en noviembre de 1987 y la segunda en marzo de 1992 en la que se completó el muestreo anterior. Las localidades estudiadas se pueden dividir en dos grupos de acuerdo con la edad de los mismos: a) El afloramiento del Morrón de Villamayor, de edad miocena superior (8.7-6.4 Ma), constituye la formación más antigua de la región, siendo su composición leucitita olivínica, única en el área. Se han muestreado 4 sitios (CAB1M, CAB3M, CAB4M y CAB5M) que corresponden probablemente a un mismo episodio volcánico y, puesto que no se ha promediado la variación secular del campo magnético terrestre, no se ha calculado el polo paleomagnético mioceno. b) En el segundo grupo, de edad pliocena (4.7-1.75 Ma), se han muestreado 10 afloramientos diferentes, número suficiente para promediar la variación secular.

La extracción de las muestras en el campo (entre 9-12 testigos por aflora-

miento) se realizó con una taladradora portátil. La orientación de los testigos se realizó mediante inclinómetro, brújula magnética y solar. La utilización de la brújula solar es necesaria debido a que estas rocas presentan una imanación remanente natural (NRM) muy intensa, que puede perturbar en algunos casos las medidas realizadas con la brújula magnética y, por tanto, introducir errores en la determinación de las direcciones.

El tratamiento magnético de las muestras se llevó a cabo en el Laboratorio de Paleomagnetismo de la U.C.M. La magnetización remanente natural se midió con un magnetómetro spinner (MOLSPIN). Los especímenes se desimanaron térmicamente y por campos alternos decrecientes, utilizando los equipos TSD-1 y GSD-5 (Schonstedt), respectivamente. Por cada afloramiento se seleccionaron 4 muestras piloto, de las cuales 2 fueron desimanadas por campos alternos decrecientes (en intervalos de 2.5mT hasta un campo máximo de 100mT) y 2 térmicamente (en intervalos de 50°C hasta una temperatura máxima de 675°C). En cada paso de desimanación térmica se midió la susceptibilidad magnética con el objeto de determinar los posibles cambios mineralógicos ocurridos durante el calentamiento. Una vez conocido el comportamiento de las muestras piloto de cada afloramiento, se eligió tanto el proceso de desimanación más adecuado, como los intervalos de desimanación idóneos. El resto de las muestras fueron desima-

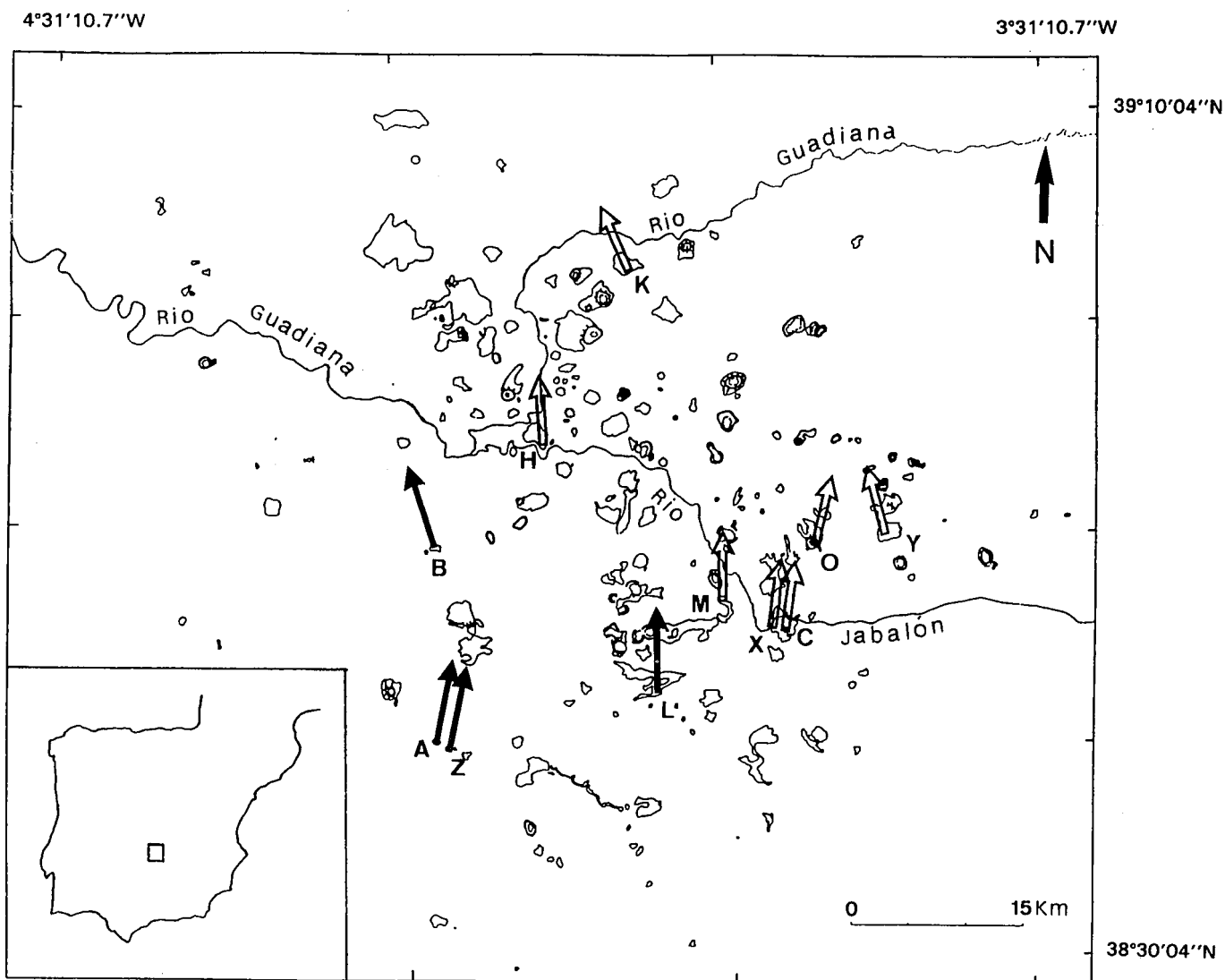


Fig. 1.— Mapa del vulcanismo de Campos de Calatrava en el que se indican las localidades investigadas y las direcciones de las paleodeclinaciones obtenidas. Las flechas llenas (vacías) indican polaridad normal (inversa). En el Morrón de Villamayor se ha representado el valor medio de la paleodeclinación de las cuatro localidades muestreadas.

Fig. 1.— Volcanic area of Campos de Calatrava showing the sampled sites and paleodeclinations obtained. The solid (open) arrow indicate normal (reversed) polarity. In Morrón de Villamayor the mean value of paleodeclinations from the four sampled sites is shown.

nadas de forma sistemática. El cálculo de la dirección media y de la dispersión de los vectores magnéticos se realizó por medio de la estadística de Fisher (Fisher, 1953).

**Resultados**

La mayoría de las muestras poseen dos componentes con espectros de temperaturas de desbloqueo y coercitividades relativamente solapados. Como se puede observar en las fig.2(a) y (b), la primera componente tiene la dirección del campo geomagnético actual y se elimina completamente por encima de los

400-450°C, fig. 2(a), o al superar los 12.5 mT en la desimánación por campos alternos decrecientes, fig. 2(b). El origen de esta componente actual puede ser termoviscoso o químico. La segunda componente observada, más estable que la anterior, que es la que se ha considerado componente característica y de origen primario, posee una temperatura de desbloqueo máxima del orden de 575°C y un rango de coercitividades entre 10 y 100mT. Después de someter a las muestras a un campo máximo de 100mT esta componente prácticamente se ha desimánado, por lo que los minerales de alta coercitividad no contribuyen a la magnetización primaria. Te-

niendo en cuenta las características señaladas, podemos considerar que los minerales portadores de la imanación son titanomagnetitas con bajo contenido en titanio.

De los 18 afloramientos muestreados, se han obtenido resultados paleomagnéticos satisfactorios en 14. En ellos, la componente característica presenta polaridades en unos casos normales y en otros invertidas. En la tabla 1 se muestran las direcciones medias de la componente característica para cada afloramiento, así como los parámetros estadísticos observados.

Los resultados paleomagnéticos que hemos obtenido son los siguientes:

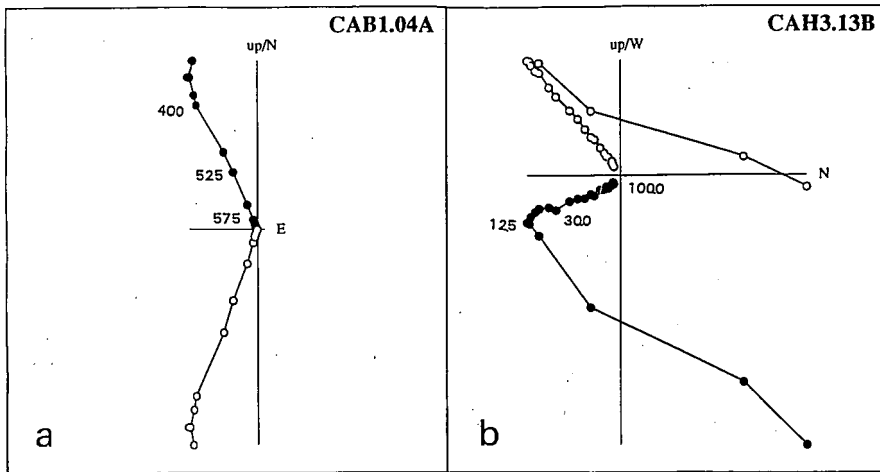


Fig. 2.— Proyección ortogonal de la magnetización remanente durante (a) desimanación térmica y (b) desimanación por campos alternos. Los círculos llenos (abiertos) indican las componentes en el plano horizontal (vertical).

Fig. 2.— Orthogonal projection plots of the remanent magnetization path during (a) Thermal and (b) alternating field demagnetization. Solid (open) symbols indicate components in the vertical (horizontal) planes

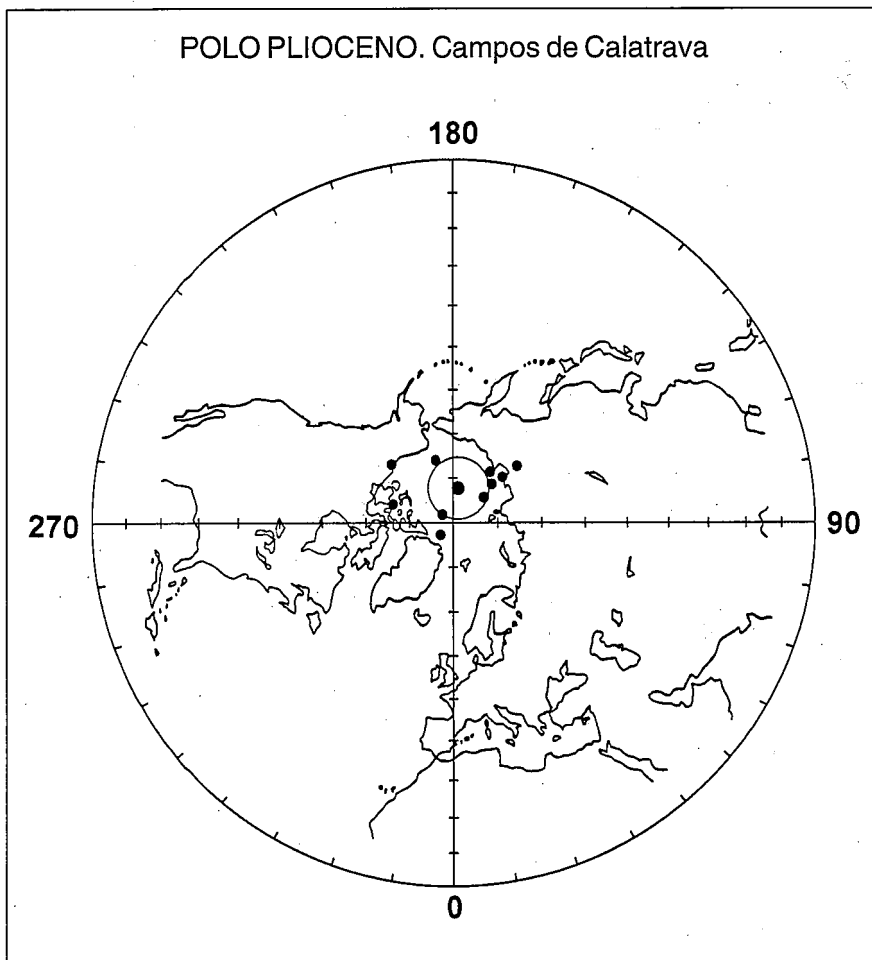


Fig. 3.— Polo Paleomagnético Plioceno para la Placa Ibérica a partir de las investigaciones en la región de Campos de Calatrava.

Fig. 3.— Pliocene Paleomagnetic Pole for the Iberian Plate from Campos de Calatrava region.

– En primer lugar, se ha determinado el polo paleomagnético de edad pliocena para la Placa Ibérica (Tabla 1). En la fig.3, se muestra la distribución de los polos paleomagnéticos de los diferentes afloramientos investigados, la pequeña dispersión que se observa está producida por la variación secular del campo magnético terrestre. El polo calculado es próximo al polo mioceno superior calculado por Dijkstra (1977).

– En segundo lugar, se ha reconocido una cierta correlación entre la polaridad magnética y la localización geográfica de los afloramientos. Es decir, las localidades que presentan polaridad normal son las que se encuentran al SW de la región investigada y aquellas que tienen polaridad invertida se localizan en el NE de la misma (ver fig.1). Para un modelo sencillo, las rocas pliocenas de polaridad normal corresponderían a la época Gauss y son, por tanto, más antiguas que las de polaridad invertida, que corresponderían a la época Matuyama. La mencionada zonación magnética podría ser interpretada entonces, como una posible migración del vulcanismo hacia el NE. Para confirmar esta hipótesis es necesario una mayor densidad de datos paleomagnéticos en esta región. En la actualidad se están realizando nuevas investigaciones en esta línea.

– Se ha observado, en estas rocas, además, una posible correlación edad-composición ya apuntada por Ancochea (1983), de forma que en la actividad pliocena se formarían, en primer lugar, únicamente rocas ultraalcalinas generadas por menor grado de fusión parcial, es decir melilititas olivínicas, para en una segunda fase formarse rocas alcalinas (básaltos y basanitas), de mayor grado de fusión parcial, al tiempo que seguirían formándose términos ultraalcalinos. Los datos paleomagnéticos hasta ahora obtenidos, aún con la representatividad parcial que suponen, no contradicen dicho esquema: las rocas más antiguas (de polaridad normal) corresponden a melilititas olivínicas, mientras que las más recientes (de polaridad inversa) son de todos los tipos litológicos.

**Conclusiones**

- 1) Los minerales responsables de la imanación característica son titanomagnetitas con bajo contenido en titanio.
- 2) La dirección característica presenta po-

DIRECCIONES PALEOMAGNETICAS												
Volcán (Fig.1)	Afloramiento	Latitud (°N)	Longitud (°W)	Tipo roca	N	D	I	K	$\alpha_{95}$	Lat.polo (°N)	Lon.polo (°E)	
Morrón de V.	CAB1M*	38.82	4.12	L.O.	13	338.7	51.3	269.4	2.5	71.4	250.8	
«	CAB3M*	38.82	4.12	L.O.	10	342.8	50.6	358.6	2.6	74.1	243.0	
«	CAB4M*	38.82	4.12	L.O.	12	337.1	53.0	516.0	1.9	70.8	257.0	
«	CAB5M*	38.82	4.12	L.O.	12	338.5	54.1	184.1	3.2	72.3	258.9	
La Balona	CAA1M	38.67	4.10	M.O.	11	11.5	45.9	352.4	2.4	75.1	132.3	
La Vaqueriza	CAL1S	38.72	3.90	M.O.	13	356.2	60.7	108.7	4.0	85.8	313.0	
Asdrúbal	CAZ1S	38.65	4.10	M.O.	7	9.1	48.2	174.5	4.6	77.9	134.6	
La Columba	CAC1M	38.77	3.77	B.	14	188.3	-45.2	27.1	7.8	76.1	143.8	
Co Segura	CAH1M	38.90	4.01	B.	13	174.4	-43.4	26.3	8.2	75.6	196.8	
Co Plata	CAK1M	39.04	3.93	M.O.	12	155.4	-57.9	12.6	12.7	70.9	272.4	
Los Frailes	CAM1S	38.77	3.82	B.	12	176.7	-56.7	41.2	6.8	87.0	237.3	
Cerro Gordo	CAO1S	38.43	3.74	N.O.	9	194.7	-41.8	84.8	5.6	71.0	130.9	
La Columba	CAX1S	38.76	3.77	B.	14	187.7	-51.9	170.2	3.1	81.2	128.9	
La Yezosa	CAY1S	38.85	3.69	M.O.	9	162.9	-54.0	11.0	16.3	75.7	254.1	
	N'	D	I	K	$\alpha_{95}$					Lat. (°N)	Long. (°E)	
Dirección media	10	0.8	51.2	61.2	6.2	Polo Paleomagnético Plioceno				82.1	171.6	6.9

Tabla 1.— Parámetros de la magnetización remanente y posición del Polo Paleomagnético Plioceno. N = número de muestras, N' = número de localidades, D = declinación, I = inclinación, K = parámetro de precisión,  $\alpha_{95}$  y  $A_{95}$  = radio del círculo de confianza 95%. El asterisco indica las localidades investigadas en el Morrón de Villamayor, que no se han tenido en cuenta para el cálculo del Polo Plioceno. B: Basalto, N.O.: Nefelinita olivínica, M.O.: Melilitita olivínica, L.O.: Leucitita olivínica.

Table 1.— Remanent magnetization parameters and Pliocene Paleomagnetic Pole position. N = number of samples, N' = number of localities, D = declination, I = inclination, K = precision parameter,  $\alpha_{95}$  and  $A_{95}$  = radius of 95% confidence circle. The stars denoted the localities investigated from El Morrón de Villamayor which has been not considered in the computation of the Pliocene Paleomagnetic Pole. B: Basalt, N.O.: Olivine nephelinite, M.O.: Olivine melilitite, L.O.: Olivine leucitite.

laridades tanto normales como invertidas. 3) Se ha obtenido un polo paleomagnético plioceno para la Placa Ibérica. 4) La disposición de las direcciones paleomagnéticas presenta una zonación del vulcanismo según su polaridad magnética, observándose, también, una relación polaridad magnética-composición.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de la DGICYT PB89-0141.

Publicación n° 352 del Departamento de Geofísica.

#### Referencias

- Ancochea, E. (1979). Pub. III Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica, 1593-1604.
- Ancochea, E. (1983). Evolución espacial y temporal del vulcanismo reciente de España Central. Tesis U. Complutense de Madrid.
- Dijksman, A.A. (1977). Geomagnetic reversals as recorded in the Miocene redbeds of the Catalayud-Teruel basin, Central Spain. Thesis. Utrecht.
- Fisher, R.A. (1953). Proc. R. Soc. London Ser. A, 217: 295-305.