

# Evolución rotacional de las Béticas externas occidentales a partir de estudios paleomagnéticos.

*Rotational evolution of the western external Betics from palaeomagnetic studies.*

J. J. Villalaín (\*), M.L. Osete (\*), R. Vegas (\*\*), y V. García-Dueñas (\*\*\*)

(\*) Dpto. de Geofísica. Facultad de C. Físicas, Universidad Complutense. 28040 Madrid.

(\*\*) Dpto. de Geodinámica. Facultad de C. Geológicas, Universidad Complutense. 28040 Madrid.

(\*\*\*) Dpto. de Geodinámica. Facultad de Ciencias, Universidad de Granada. 18071 Granada.

## ABSTRACT

*A paleomagnetic study in Upper Jurassic limestones from the Western Subbetics indicates that these rocks have undergone a widespread and pervasive remagnetization during the Neogene. The original primary Jurassic magnetization can also be recognized. These two palaeodeclinations can be used to separate the rotational movements occurred between the Jurassic and the Neogene and since the Neogene to the present. It is concluded that: (1) The only rotational movement that has undergone this region between the Jurassic and the Neogene is due to the movement of the Iberian plate. (2) Since the Neogene this area was affected by clockwise rotations (between 30 and 80°). (3) The Neogene remagnetization preserves the amount of rotations related to recent deformational events. (4) These results do question the age and the amount of rotations determined in previous, palaeomagnetic studies.*

**Key words.** *palaeomagnetism, Betics, remagnetization, palaeomagnetic rotations.*

*Geogaceta, 17 (1995), 120-123*  
*ISSN:0213683X*

## Introducción

Los trabajos paleomagnéticos realizados en los últimos años en rocas de la cobertera mesozoica del margen Sudibérico han puesto de manifiesto que estas unidades han sido afectadas por importantes movimientos rotacionales (dextrales) alrededor de ejes verticales (Osete *et al.*, 1988; Platzman y Lowrie, 1992). Sin embargo, estos estudios no han podido establecer ni la edad en la que se produjeron estos movimientos ni el mecanismo de deformación. Las últimas investigaciones paleomagnéticas desarrolladas por el grupo de paleomagnetismo de Madrid en calizas de edad Jurásico superior del Subbético Interno occidental (Villalaín *et al.*, 1992; 1994) han aportado nuevos datos que permiten acotar las soluciones de los problemas planteados.

La selección de los afloramientos se ha realizado según un criterio estructural, de modo que cada localidad de muestreo se corresponde con un pliegue, con el fin de realizar una "prueba del pliegue" en cada una de ellas. Esta prueba informa sobre si la imanación fué adquirida antes o después del plegamiento.

## Resultados paleomagnéticos

Los análisis de la magnetización remanente natural (NRM) han puesto de manifiesto que existen tres componentes magnéticas estables (fig. 1): (1) Componente viscosa de baja temperatura de bloqueo (200°-275°C) y dirección del campo magnético actual (Comp. V). (2) Componente responsable de la mayor parte de la imanación y temperatura de bloqueo máxima de 450°-475°C (componente A). Esta componente presenta siempre polaridad normal y su inclinación media es  $I_A = 55^\circ \pm 6.6^\circ$ , valor consistente con el esperado para el Mioceno (Dijksman, 1977). (3) Débil componente de alta temperatura de bloqueo (525°-575°C) que no ha sido posible distinguir en todos los afloramientos debido a que en algunos casos se encuentra por debajo del nivel de sensibilidad del magnetómetro criogénico. Esta componente presenta polaridades normales e invertidas (Componente B) y su inclinación media ( $I_B = 39.9^\circ \pm 4.9^\circ$ ) concuerda con la esperada para el Jurásico Superior (Steiner *et al.*, 1985; Galdeano *et al.*, 1990). De estas tres componentes magnéticas,

son las dos últimas las que presentan interés estructural.

Los resultados de las pruebas del pliegue indican que la componente B se adquirió antes del plegamiento en todos los casos, mientras que la componente A es pre-pliegue en algunos casos, post-pliegue en otros y se ha adquirido durante el plegamiento en la mayoría de las localidades (Villalaín *et al.*, 1994). Estos resultados junto con las características que presentan las componentes magnéticas expuestas anteriormente (inclinación y polaridad) permiten concluir que la componente A es una reimanación de edad neógena, mientras que la componente B es la imanación primaria de edad jurásica.

## Discusión

Esta doble impresión de magnetización remanente durante el Jurásico y el Neógeno permite llevar a cabo una reconstrucción de los eventos rotacionales más importantes que ha experimentado la región desde el Jurásico (edad de la componente B) hasta el Neógeno (edad de la reimanación, componente A) y desde el Neógeno hasta la actualidad. Es

decir, la reimanación aporta una referencia temporal que permite separar los movimientos que sufrió esta zona desde el Jurásico. La figura 2 muestra las paleodeclinations de las componentes jurásica y neógena obtenidas en la región investigada junto con las paleodeclinations esperadas para ambos periodos. Se puede observar que las dos paleodeclinations se encuentran fuertemente desviadas hacia el Este, lo que indica que la región ha estado sometida a rotaciones dextrales. También cabe destacar que la desviación que se observa en la dirección neógena es mayor que la de la jurásica, lo que indica una rotación sinistral desde el Jurásico superior hasta el Neógeno. Este resultado es coherente con la rotación de la placa Ibérica durante el Cretácico (VanderVoo, 1969; Galdeano *et al.*, 1989; Srivastava, 1990). La componente Jurásica muestra por tanto la suma de la rotación sinistral que ha sufrido el Subbético de forma solidaria con la placa Ibérica más las rotaciones dextrales neógenas cuyo valor neto (entre 30° y 80°) viene dado por el vector neógeno. La secuencia de adquisición de las componentes y

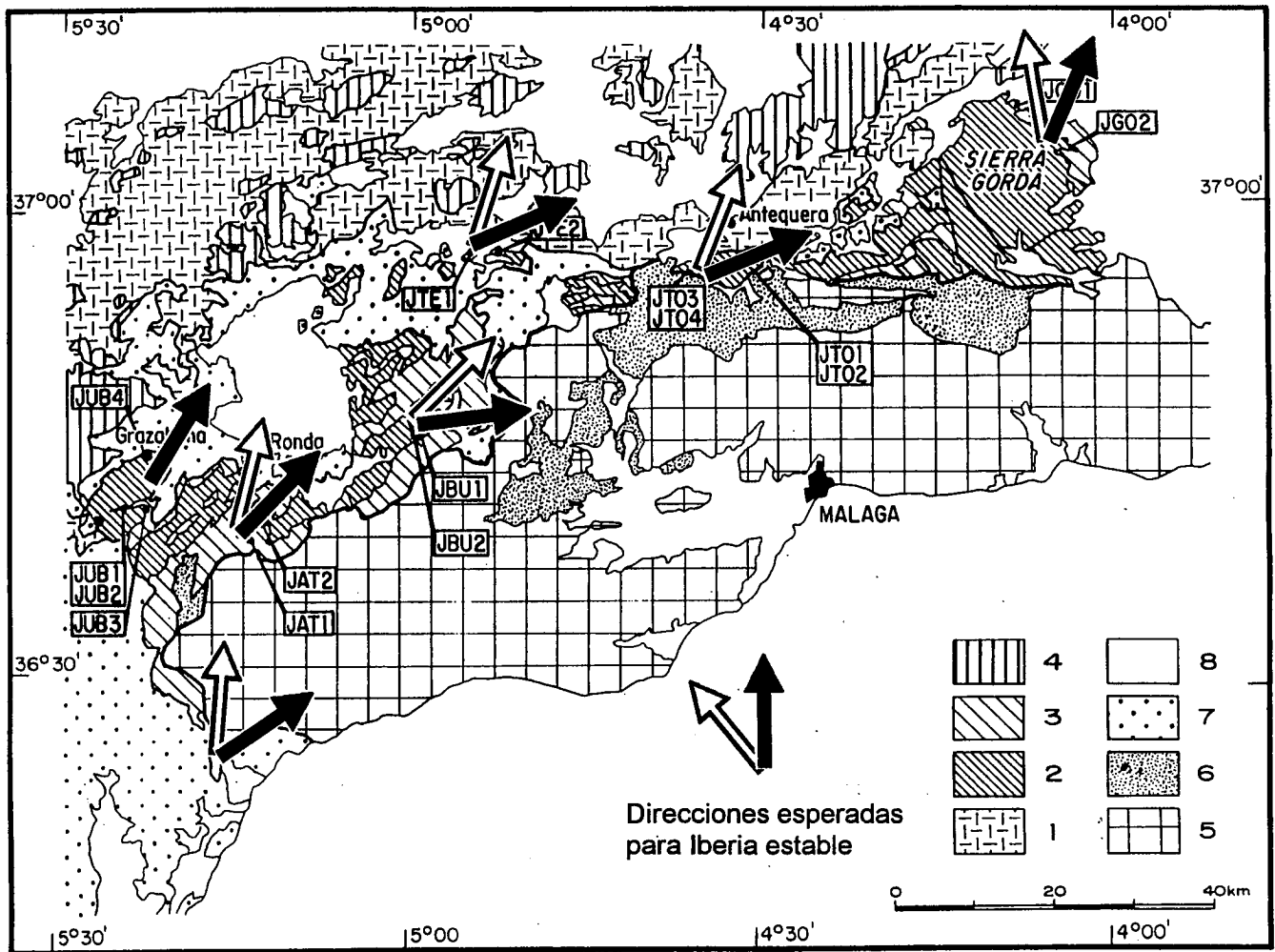


Fig. 1.- Mapa geológico del área estudiada con las direcciones paleomagnéticas: la componente A neógena (flechas negras) y la componente B de edad Jurásico superior (flechas blancas). Se representan también las direcciones esperadas para el Jurásico y el Neógeno en Iberia estable. (1) Rocas triásicas del Subbético. Penibético, Subbético Interno y unidades asociadas; (2) Jurásico; (3) Cretácico-Paleógeno. (4) Subbético medio. (5) Complejos del Dominio de Alborán. (6) Complejo de Alozaina. (7) Flysch. (8) Neógeno y Cuaternario.

Fig. 1.- Geological map of the studied area, showing the paleomagnetic directions: the Neogene A component (solid arrows) and Upper Jurassic B component (open arrows). The expected directions for Upper Jurassic and for Neogene in stable Iberia are also given. (1) Subbetic triassic rocks. Penibetics, Internal Subbetics and kindred units; (2) Jurassic; (3) Cretaceous-Paleogene; (4) Middle Subbetic; (5) Alborán Domain complexes; (6) Alozaina complexes; (7) Flysch, (8) Neogene and Quaternary sediment

movimientos rotacionales desde el Jurásico hasta la actualidad está expresada de forma esquemática en la figura 3.

Es necesario resaltar que la reimanación observada en el Subbético no ha sido identificada por otros autores que han estudiado previamente la zona (Platzman, 1992; Platzman y Lowrie, 1992; Platzman, 1994). Al contrario, muy probablemente algunas de las direcciones consideradas por ellos como jurásicas corresponden a la reimanación neógena pues, como ya hemos indicado anteriormente, algunas litologías están completamente

reimanadas. Es por esto necesario llevar a cabo una revisión cuidadosa de los estudios previos realizados en el área Bética. Esta revisión e interpretación de los trabajos anteriores no es inmediata, es decir no es válido simplemente cambiar la edad de la imanación Jurásico por Neógeno puesto que la reimanación en la mayor parte de las localidades investigadas se ha producido durante la deformación por plegamiento y es necesario tener algún elemento indicativo de cuál era la paleohorizontal durante la adquisición de la componente secundaria.

La herramienta que ha resultado ser fundamental para la correcta detección y utilización de la reimanación es la prueba del pliegue sistemática, por lo que es especialmente aconsejable la realización de este test en cualquier trabajo paleomagnético con fines tectónicos en la Cordillera Bética.

#### Conclusiones

1) A lo largo de toda la región investigada se ha observado la existencia de una reimanación muy intensa de edad neógena, cuyas característi-

cas permanecen invariables en todo el área.

2) Desde el Jurásico hasta el Neógeno el único movimiento rotacional importante que ha experimentado el Subbético Occidental es la rotación antihoraria cretácica de forma solidaria con Iberia.

3) Las fuertes rotaciones de bloques dextrales que ha experimentado el Subbético se han producido a partir del Neógeno, por lo que la dirección de la reimanación contiene toda la información sobre estas rotaciones.

4) Es necesario llevar a cabo una revisión de los trabajos paleomagné-

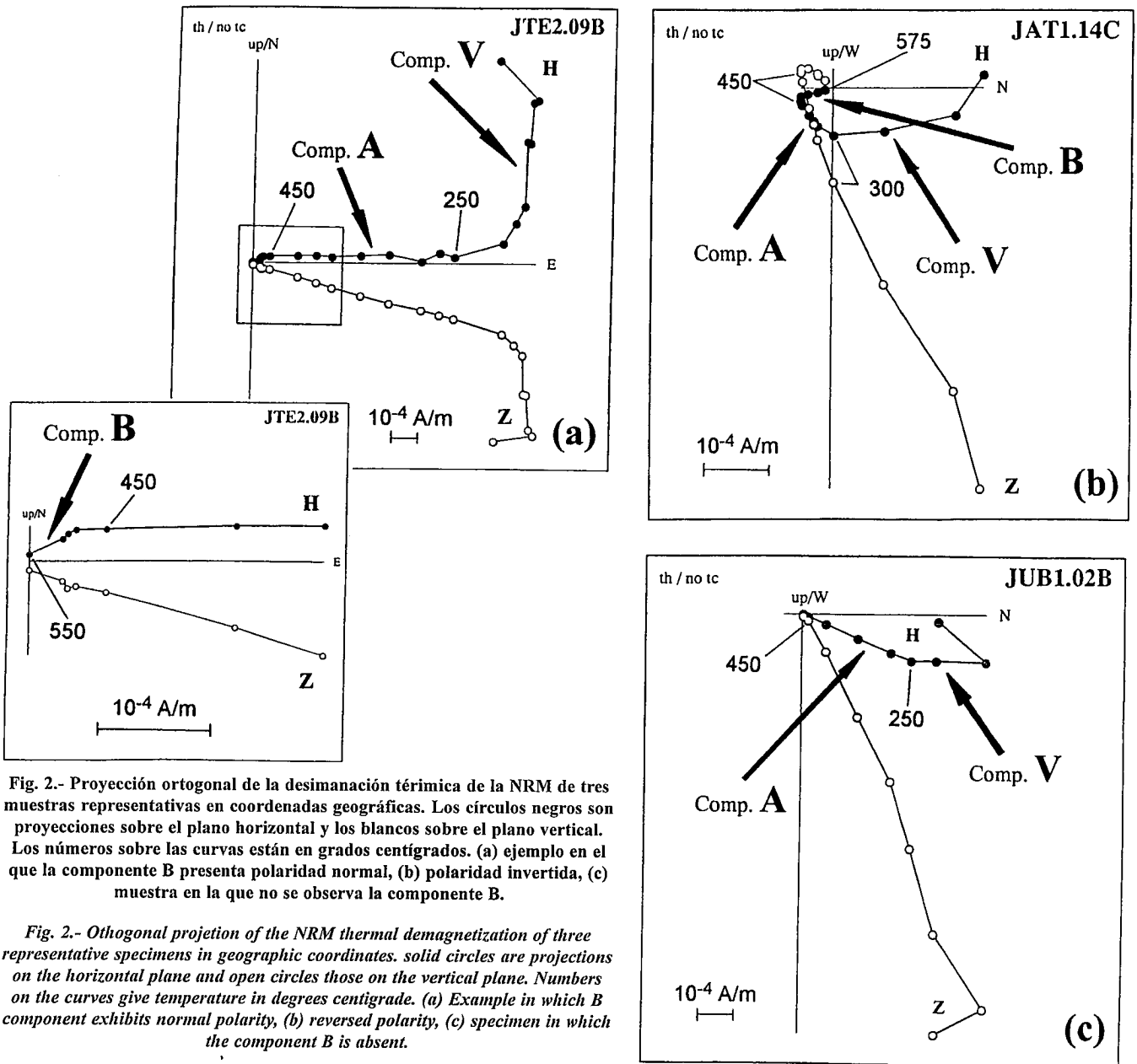


Fig. 2.- Proyección ortogonal de la desimantación térmica de la NRM de tres muestras representativas en coordenadas geográficas. Los círculos negros son proyecciones sobre el plano horizontal y los blancos sobre el plano vertical. Los números sobre las curvas están en grados centígrados. (a) ejemplo en el que la componente B presenta polaridad normal, (b) polaridad invertida, (c) muestra en la que no se observa la componente B.

Fig. 2.- Orthogonal projection of the NRM thermal demagnetization of three representative specimens in geographic coordinates. solid circles are projections on the horizontal plane and open circles those on the vertical plane. Numbers on the curves give temperature in degrees centigrade. (a) Example in which B component exhibits normal polarity, (b) reversed polarity, (c) specimen in which the component B is absent.

ticos previos realizados en esta región, puesto que algunas direcciones neógenas no han sido correctamente identificadas y corregidas.

**Agradecimientos**

Este trabajo ha sido financiado por la Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica (Proyecto PB92-0193). Publicación N° 360 del

Departamento de Geofísica, Universidad Complutense de Madrid.

**Referencias**

Dijkman, A. A. (1977). Ph. D. Thesis. Universidad de Utrecht, pp. 1-156.  
 Galdeano, A.; Moreau, M. G.; Pozzi, J. P.; Berthou, P. Y. y Malod, J. A. (1989). *Earth Planet. Sci. Lett.*, 92:95-106.  
 Osete, M. L.; Freeman, R. y Vegas, R.

(1988). *Phys. Earth Planet. Inter.*, 52:283-300.  
 Platzman E. (1992). *Geology*, 20:311-314.  
 Platzman E. y Lowrie W. (1992). *Earth Planet. Sci. Lett.*, 108:45-60.  
 Platzman E. (1994). *J. Struct. Geol.* 16 11-20.  
 Srivastava, S.P. ; Roest, W.R.; Kovacs, L.C.; Oakey, G.; Lévesque, S.; Verhoef, J. y Macnab, R. (1990). *Tectonophysics*, 184: 229-260.  
 Steiner, M.B; OGG, J.G; Melendez,

G y Sequeiros, L.(1985). *Earth planet. Sci.Lett.*, 76:151-166  
 Van der Voo, R., (1969). *Tectonophysics*, 7:5-56.  
 Villalain, J. J.; Osete, M. L.; Vegas, R. y García-Dueñas, V. (1992). *Física de la Tierra-Universidad Complutense de Madrid*, 4:165-184  
 Villalain, J.J.; Osete, M.L.; Vegas, R.; García-Dueñas, V. y Heller, F. (1994). *Phys. Earth Planet. Inter.* 85: 15-33.

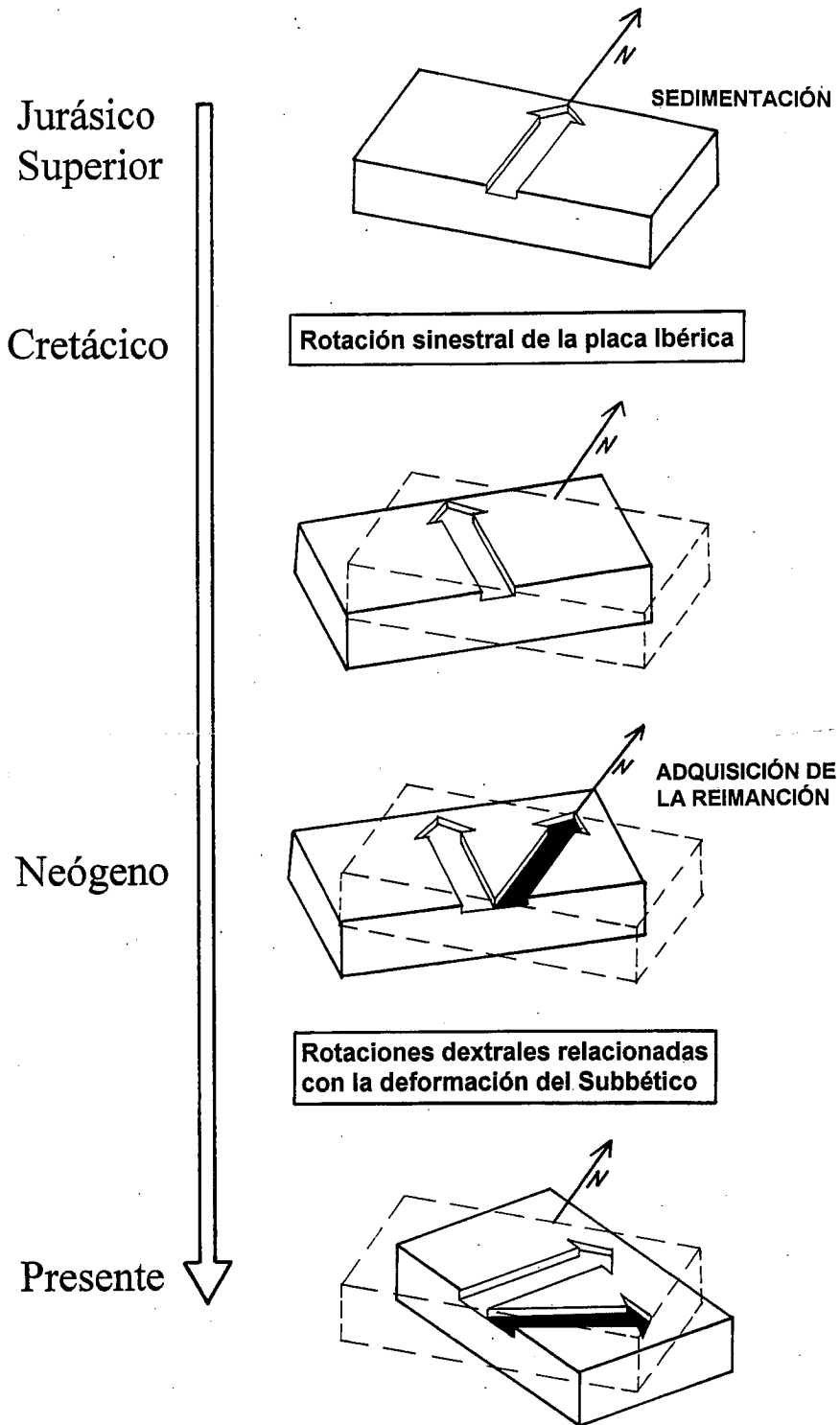


Fig. 3.- Modelo esquemático que representa la secuencia de adquisición de las componentes paleomagnéticas y movimientos rotacionales en el Subbético desde el Jurásico hasta la actualidad. La flecha negra representa la reimanación neógena y la blanca la componente Jurásica original.

Fig. 3.- Schematic model showing the sequence of acquisition of palaeomagnetic component and the rotational movements in the Subbetics since the Jurassic to the present. Black arrow represents the Neogene remagnetization and white arrow the original Jurassic component.