

Datos paleomagnéticos en materiales sin-diapíricos Aptienses-Albienses (cuenca Vasco-Cantábrica, N Iberia)

Paleomagnetic data in Aptian-Albian syn-diapiric rocks (Basque-Cantabrian basin, N Iberia)

E. Beamud^{1,2}, R. Soto³, E. Roca², E. Carola², Y. Almar⁴ y F. Escosa²

1 Lab. Paleomagnetisme CCI-TUB-ICTJA CSIC. ICT "Jaume Almera", Solé i Sabarís, s/n, 08028 Barcelona. betbeamud@ub.edu

2 Grup Geodinàmica i Anàlisi de Conques, Geomodels Research Institute, Univ. de Barcelona, Zona Univ. Pedralbes, 08028 Barcelona.

eioicarola@gmail.com, eduardroca@ub.edu

3 IGME. Unidad de Zaragoza. C/Manuel Lasala 44, 9B, 50006 Zaragoza. r.soto@igme.es

4 ICT "Jaume Almera", CSIC, Solé i Sabarís, s/n, 08028 Barcelona. yleniaalmar@yahoo.es

Resumen: Con el objetivo de obtener un modelo cinemático que relacione la formación de diapiros con la geometría de los sedimentos sin-diapíricos, se ha realizado un estudio paleomagnético en sedimentos sin-diapíricos seleccionados de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Los diapiros estudiados (Bakio, Bermeo, Guernika y Mungia) se desarrollaron durante el Cretácico inferior en relación a la extensión del margen noribérico y fueron posteriormente reactivados durante la contracción pirenaica (Cretácico superior-Mioceno). El núcleo de los diapiros está formado por evaporitas y lutitas rojas triásicas y en sus flancos afloran materiales sincinemáticos carbonatados de plataforma y talud albienses y siliciclásticos aptienses-cenomanienses. El estudio paleomagnético se ha centrado en 29 estaciones obtenidas en los materiales sincinemáticos de la cobertera para identificar y cuantificar rotaciones de eje vertical relacionadas con el crecimiento de los diapiros. Después de obtener las direcciones medias para cada estación se puede concluir que la mayoría de las estaciones están remagnetizadas, ocultando la historia cinemática del crecimiento de los diapiros. La edad de esta remagnetización es difícil de precisar. Podría haber ocurrido, bien en un estadio temprano entre el Albiense y el Maastrichtiense o bien en un estadio tardío relacionado con la compresión pirenaica.

Palabras clave: Diapiro, remagnetización, cuenca Vasco-Cantábrica, Albiense.

Abstract: In order to obtain a kinematic model linking the diapir formation and the geometry of the syn-diapiric sediments, a paleomagnetic study has been conducted in selected syn-diapiric sequences of the Basque-Cantabrian Basin. The studied diapirs (Bakio, Bermeo, Guernika and Mungia) developed during the Early Cretaceous in relation to the North Iberian extensional margin which was subsequently reactivated during the Pyrenean contractional deformation (Late Cretaceous-Miocene). They are cored by Triassic red clays and evaporites and they are flanked by synkinematic Albian shelf and slope carbonates and Upper Albian to Cenomanian siliciclastics. The paleomagnetic study has focused on the synkinematic overburden to detect and quantify vertical axis rotations related to the growth of the diapirs. 29 paleomagnetic sites have been analyzed. After obtaining the site mean directions it can be concluded that most of the sites are remagnetized, hindering the kinematics of the diapirs growth to be deduced. The age of this remagnetization is difficult to assess, it could be either an earlier Albian-Maastrichtian remagnetization or a remagnetization linked to the Pyrenean compression.

Key words: Diapir, remagnetization, Basque-Cantabrian Basin, Albian.

INTRODUCCION

Estudios paleomagnéticos previos en materiales Cretácicos de la cuenca Vasco-Cantábrica se han centrado en la datación magnetoestratigráfica de las secciones de Zumaya, Sopelana o Trabakua (Mary et al., 1991; Pujalte et al., 1995; Dinarès-Turell et al., 2003), en el estudio de las rotaciones de eje vertical para estudiar el carácter primario o secundario del Arco Vasco-Cantábrico (Calvo et al, 2007) o el movimiento de bloques asociados a fallas (Agirrezabala y Dinarès-Turell, 2013) o en el estudio de los materiales cretácicos para deducir la edad de la rotación de Iberia (Vandenberg, 1980). En este trabajo, con el objeto de

obtener un modelo cinemático para la formación de los diapiros que se desarrollaron durante el Cretácico inferior en la cuenca Vasco-Cantábrica, se realizó un estudio paleomagnético en sedimentos sin-diapíricos cretácicos seleccionados de la parte N del sector central de la Cuenca Vasco-Cantábrica (Fig. 1).

CONTEXTO GEOLÓGICO

La cuenca Vasco-Cantábrica se formó durante el Mesozoico debido a varias etapas extensivas relacionadas con la apertura del Atlántico Norte. A partir del final del Cretácico Superior y hasta el Eoceno, se produjo la inversión de la cuenca Vasco-Cantábrica en el contexto de la orogenia Pirenaica.

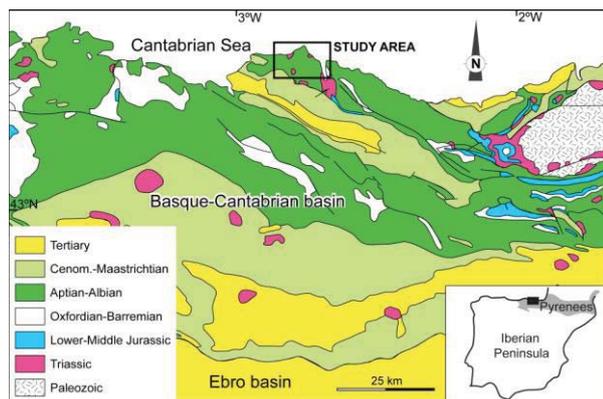


FIGURA 1. Situación de la zona de estudio.

El área de estudio se caracteriza por la presencia de varios diapiros de sales y lutitas triásicas (facies Keuper) flanqueados por materiales Aptienses-Albienses sin-diapíricos (secuencias halocinéticas), que se depositaron de forma contemporánea al crecimiento de los mismos (Ferrer et al., 2014). En concreto se ha estudiado el *overburden* de los diapiros de Bakio, Bermeo, Guernika y Mungia (Fig. 2), formado por una plataforma carbonatada Jurásica (de unos 500 m de potencia) y por una potente sucesión (2-3 km) de margas y debritas carbonatadas del Aptiense-Aptiense inferior y turbiditas del Albiense-Cenomaniense.

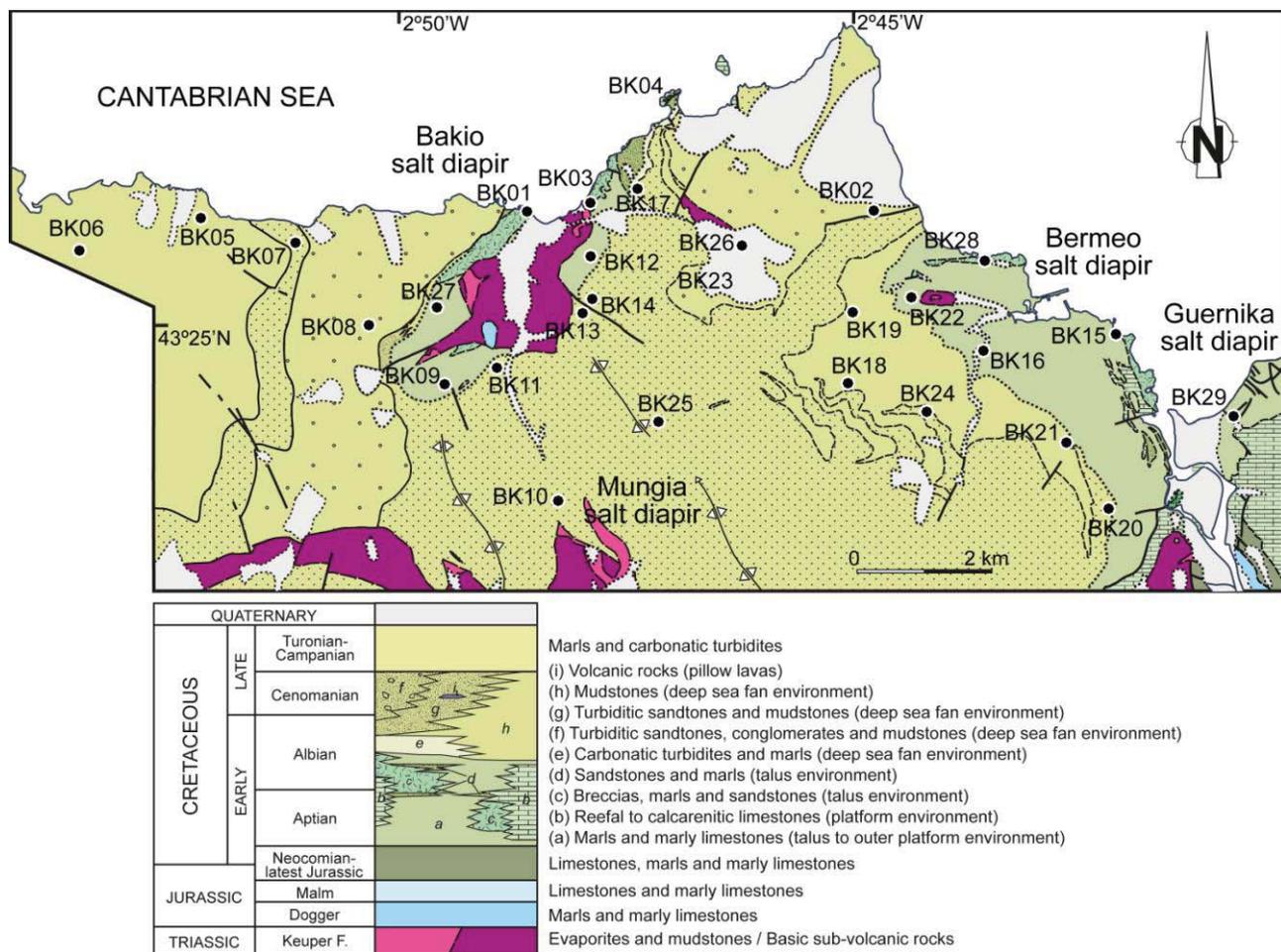


FIGURA 2. Área de estudio con la localización de las estaciones muestreadas. Modificado del Mapa Geológico del País Vasco a escala 1:25.000 (Ente Vasco de la Energía, EVE)

METODOLOGÍA

En este trabajo se han analizado 29 estaciones (Fig. 2). Todas ellas se muestrearon en margas, margas carbonatadas, areniscas finas y lutitas del intervalo Aptiense-Albiense. Del total de estaciones, 11 se muestrearon en las secuencias sin-diapíricas al diapiro de Bakio, 5 en las secuencias sin-diapíricas al diapiro de Bermeo (situado al E del diapiro de Bakio), 2 en las proximidades del diapiro de Guernika y 11 estaciones

en los materiales de la misma edad no afectados por los diapiros (Fig. 2).

Los análisis paleomagnéticos se han realizado en el Laboratorio de Paleomagnetismo de Barcelona (CCiTUB-ICJTA CSIC). Éstos han consistido en la desmagnetización progresiva térmica y por campos alternos y la medida de la Magnetización Remanente Natural (MRN) mediante un magnetómetro superconductor (2G Enterprises). Las direcciones paleomagnéticas se calcularon por ajuste de mínimos

cuadrados después de la inspección visual de los diagramas de desmagnetización (Fig. 3). Las direcciones medias por estación (Fig. 4) con sus parámetros estadísticos k y \square_{95} se calcularon antes y después de la corrección tectónica.

RESULTADOS

En todas las muestras se observa una componente viscosa que se elimina por debajo de los 200 ° C. La componente característica se define generalmente entre 280 y 490 ° C (Fig. 3), sugiriendo que la titanomagnetita es la portadora de la remanencia.

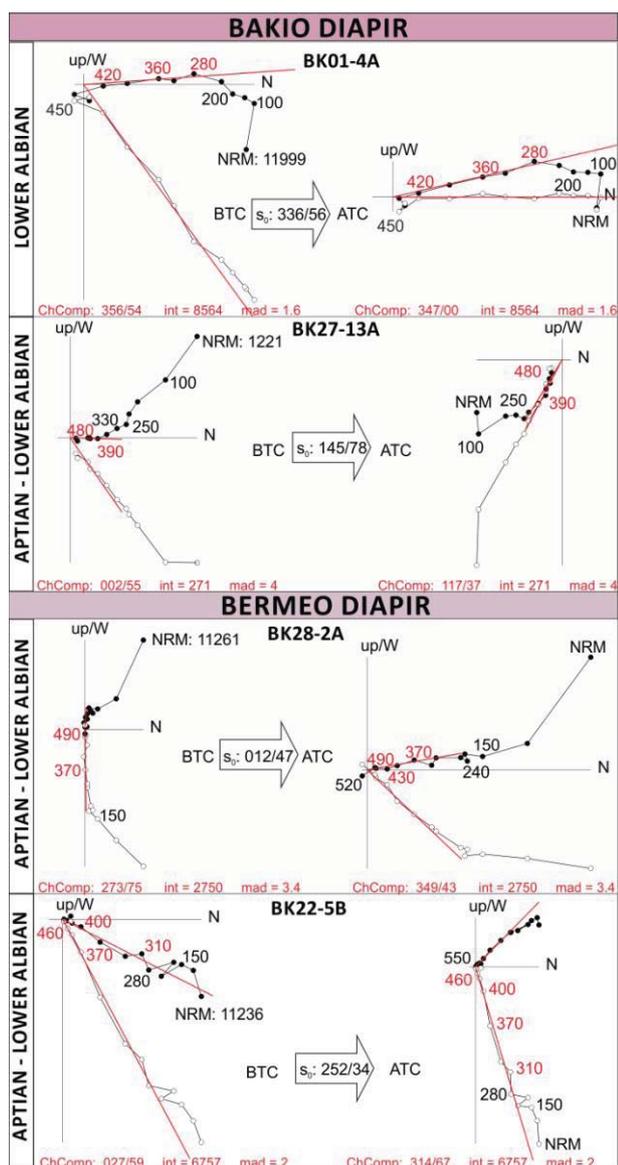


FIGURA 3. Diagramas de desmagnetización de muestras representativas de los materiales sin-diapíricos de Bakio y Bermeo. BTC: before tectonic correction, ATC: after tectonic correction, ChComp: Componente característica, representada por la línea roja en los diagramas. Temperaturas en ° C, en rojo están indicadas las temperaturas seleccionadas para calcular la ChComp. NRM: magnetización remanente natural ($\times 10^6$ A/m).

En todas las muestras esta componente presenta polaridad normal. Las direcciones medias por estación (Fig. 4) muestran un mayor agrupamiento en coordenadas geográficas que en coordenadas estratigráficas, sugiriendo que en la mayoría de los casos se adquirió la magnetización cuando las capas ya estaban basculadas y que, por lo tanto, se trata de una remagnetización. Tan solo algunas estaciones, como la BK29, localizada cerca del diapiro de Guernika, podrían tener una magnetización primaria y mostrar rotaciones significativas relacionadas con el crecimiento diapírico o tratarse de una componente secundaria rotada con posterioridad al evento de remagnetización. Los *fold tests* realizados agrupando las estaciones para los diairos de Bakio y Bermeo son negativos en ambos casos corroborando esa remagnetización. La remagnetización de las secuencias sindiapíricas impide, por tanto, deducir parte de la historia cinemática asociada al crecimiento de los diairos.

DISCUSIÓN

En el Albiense, la zona de estudio formaba parte de la placa europea por lo que las direcciones medias obtenidas se compararán con la dirección para Europa estable durante el Albiense: 354/42 (Van der Voo, 1993) (Fig. 4).

La edad de la magnetización *postfolding* es difícil de precisar. Los pliegues estudiados que afectan a los materiales aptienses-albienses responden a dos mecanismos distintos:

- 1) Origen sinsedimentario asociado al crecimiento de los diairos (Aptiense-Albiense)
- 2) Pliegues asociados a la formación del edificio pirenaico (Santoniense superior-Mioceno medio)

Por lo tanto, la magnetización *postfolding* podría haberse adquirido durante o después de cualquiera de estas dos etapas de deformación.

Sin embargo, dado que en secciones magnetoestratigráficas cercanas como Sopelana, Zumaya o Trabakua (Mary et al., 1991; Pujalte et al., 1995; Dinarès-Turell et al., 2003) realizadas en materiales más modernos pero de facies similares a las analizadas en este trabajo, se encuentran direcciones primarias, por lo menos a partir del cron 31n (Maastrichtiense), la edad de la remagnetización podría quedar acotada entre el Albiense y el Maastrichtiense. Esta podría estar relacionada con la alta subsidencia experimentada en estas cuencas, la intensa actividad magmática entre el Albiense superior y el Turoniense (105–89 My) (Lamolda et al. 1983) que estuvo acompañada de circulación de fluidos hidrotermales (Agirrezabala y Dinarès-Turell, 2013) e incluso a la generación de hidrocarburos (García-Mondéjar, 1989). Finalmente, cabe destacar que no se observa la rotación horaria regional de 37° identificada por Calvo et al (2007) para este sector del Arco Vasco-Cantábrico o por el contrario, los 18-33° de rotación antihoraria

deducidas para el sector de Deba (Agirrezabala y Dinarès, 2013), asociadas ambas a la inversión tectónica terciaria.

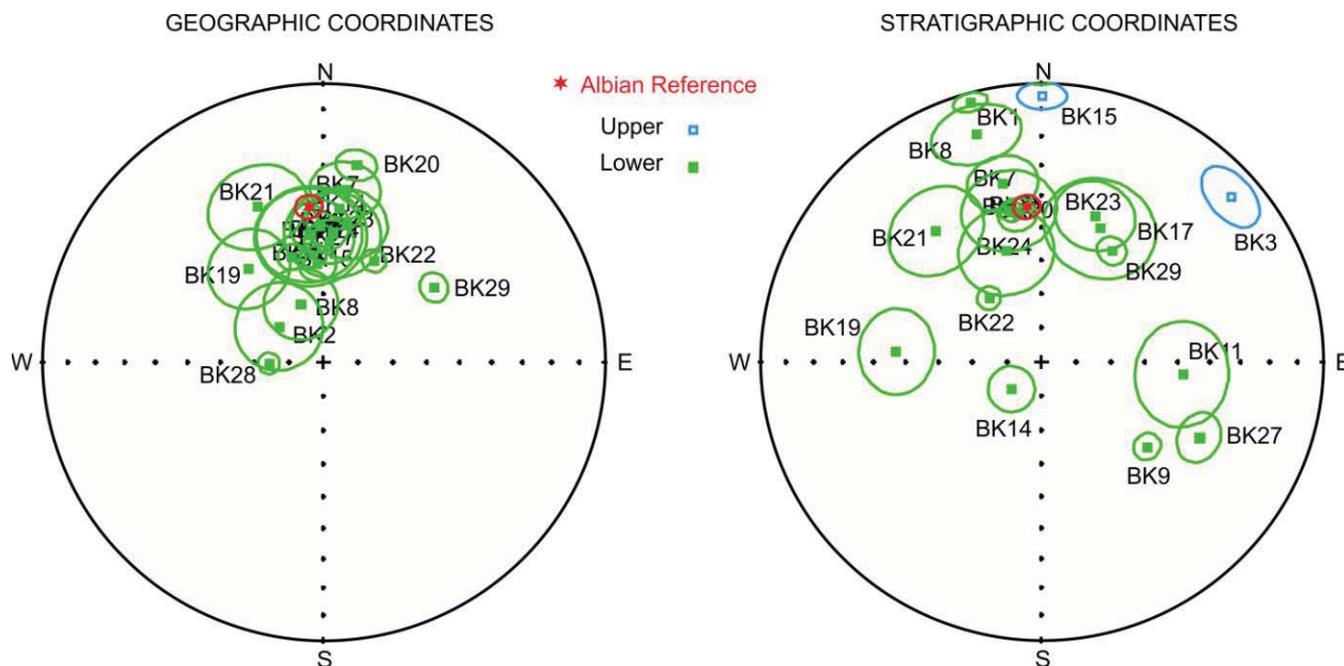


FIGURA 4. Direcciones medias por estación en coordenadas geográficas y estratigráficas. Puede observarse una mayor agrupación de las direcciones en coordenadas geográficas, sugiriendo que, en la mayoría de los casos, la magnetización se adquirió cuando las capas ya estaban deformadas.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado gracias a los proyectos coordinados CGL2014-54118-C2-1-R y CGL2014-54118-C2-2-R y al GGAC 2014SGR467.

REFERENCIAS

- Agirrezabala y Dinarès-Turell (2013): Albian syndepositional block rotation and its geological consequences, Basque-Cantabrian Basin (western Pyrenees). *Geological Magazine*, 150(6): 986–1001.
- Calvo-Rathert, M., Cuevas, J., Tubía, J.M., Bógalo, M.F. y Gogichaishvili, A. (2007): A paleomagnetic study of the Basque Arc (Basque-Cantabrian Basin, Western Pyrenees). *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)* 96: 1163–1178.
- Dinarès-Turell, J., Baceta, J.I., Pujalte, V., Oure-Etxebarria, X., Bernaola, G. y Lorito, S. (2003): Untangling the Paleocene climate: an astronomically calibrated Lower Paleocene magnetostratigraphy and biostratigraphy at Zumaia (Basque basin, Northern Spain). *Earth and Planetary Science Letters*, 216(4): 483-500.
- Ferrer, O., Arbués, P., Roca, E., Giles, K., Rowan, M.G., de Matteis, M. y Muñoz, J.A. (2014): Effect of Diapir Growth on Synkinematic Deepwater Sedimentation: The Bakio Diapir (Basque Cantabrian Basin, Northern Spain). *AAPG 2014*

Annual Convention and Exhibition, Search and Discovery Article #41385.

- García-Mondéjar, J. (1989): Strike-slip subsidence of the Basque-Cantabrian Basin of Northern Spain and its relationship to Aptian-Albian opening of Bay of Biscay. En: *Extensional Tectonics and Stratigraphy of the North Atlantic Margins*, (A. J. Tankard y H. R. Balkwill, eds.), 395–409 p. American Association of Petroleum Geologists, Memoir no. 46.
- Pujalte, V. Baceta, J.I., Dinarès-Turell, J., Oure-Etxebarria, X., Parés, J.M. y Payros, A. (1995): Biostratigraphic and magnetostratigraphic intercalibration of latest Cretaceous and Paleocene depositional sequences from the deep-water Basque basin, western Pyrenees, Spain. *Earth and Planetary Science Letters*, 136: 17-30.
- Mary, C., Moreau, M.G., Oure-Etxebarria, X., Apellaniz, E. y Courtillot, V. (1991): Biostratigraphy and magnetostratigraphy of the Cretaceous/Tertiary Sopelana section (Basque Country). *Earth and Planetary Science Letters*, 106:133-150.
- Lamolda, M.A., Mathey B., Rossy, M. y Sigal J. (1983): La edad del vulcanismo de Vizcaya y Guipúzcoa. *Estudios Geol*, 39:151– 155.
- Van der Voo, R. (1993): Paleomagnetism of the Atlantic, Tethys and Iapetus Oceans. Cambridge University Press, 411 p.
- Vandenberg, J. (1980): New Paleomagnetic data from the Iberian Peninsula. *Geol Mijnbouw*, 59(1): 49–60