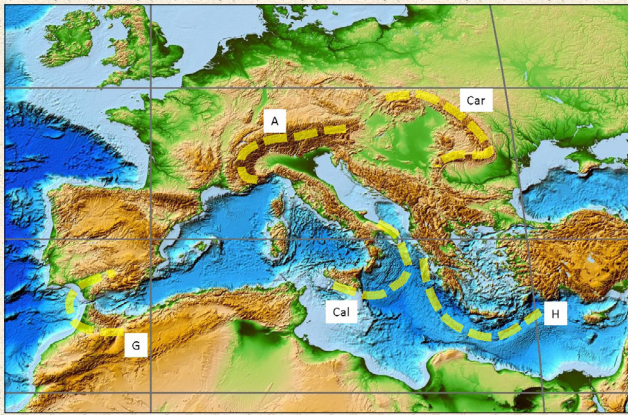


LA GEOLOGÍA ES NOTICIA



EL ARCO DE GIBRALTAR: Un poco más cerca de entender su evolución tectónica

Ana Crespo-Blanc, Menchu Comas
y Juan Carlos Balanyá

(p. 244)

COSTA GADITANA

Esos temibles temporales costeros

María Puig,
Juan Montes,
Laura del Río,
Javier Benavente
y F. Javier Gracia

(p. 247)



Trilobites de conservación excepcional en el Ordovícico de Marruecos

Juan Carlos Gutiérrez-Marco (p. 250)



EL ARCO DE GIBRALTAR: Un poco más cerca de entender su evolución tectónica

ANA CRESPO-BLANC^{1,2},
MENCHU COMAS^{1,2} Y
JUAN CARLOS BALANYÁ³

¹ *Departamento de Geodinámica, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Fuentenueva s/n, 18071 Granada*

² *Instituto Andaluz Ciencias de la Tierra, Consejo Superior de Investigación Científica, Avenida de las Palmeras 4, 18100 Armilla (Granada)*

³ *Departamento de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales, Universidad Pablo de Olavide, Ctra. de Utrera km. 1, 41013 Sevilla*

Las cordilleras arqueadas, tales como las que aparecen en la zona de contacto entre las placas Euroasiática y Africana (Fig. 1) han fascinado desde siempre a los geólogos. Intentar descifrar su evolución tectónica desde sus inicios hasta sus formas actuales ha sido un reto permanente desde los trabajos pioneros de principios del siglo XX en donde ya aparecen identificados algunos de los aspectos cinemáticos principales: las evidencias de grandes desplazamientos horizontales, el desarrollo de estructuras

de acortamiento (pliegues y fallas) con direcciones de transporte divergentes, y el probable alargamiento del arco conforme este evoluciona (Argand, 1916).

Los autores de esta nota, investigadores de las Universidades de Granada y Pablo de Olavide, y del Instituto Andaluz de las Ciencias de la Tierra, hemos estudiado la formación del Arco de Gibraltar, que no solo incluye las cordilleras Béticas y del Rif sino que incorpora también el Mar de Alborán y el Golfo de Cádiz. Siguiendo una aproximación esen-



Fig. 1. Cordilleras arqueadas en la zona de contacto entre las placas Euroasiática y Africana. G: Cordilleras bético-rifeñas. A: Alpes. Cal: Arco de Calabria. Car: Cárpatos. H: Arco helénico.

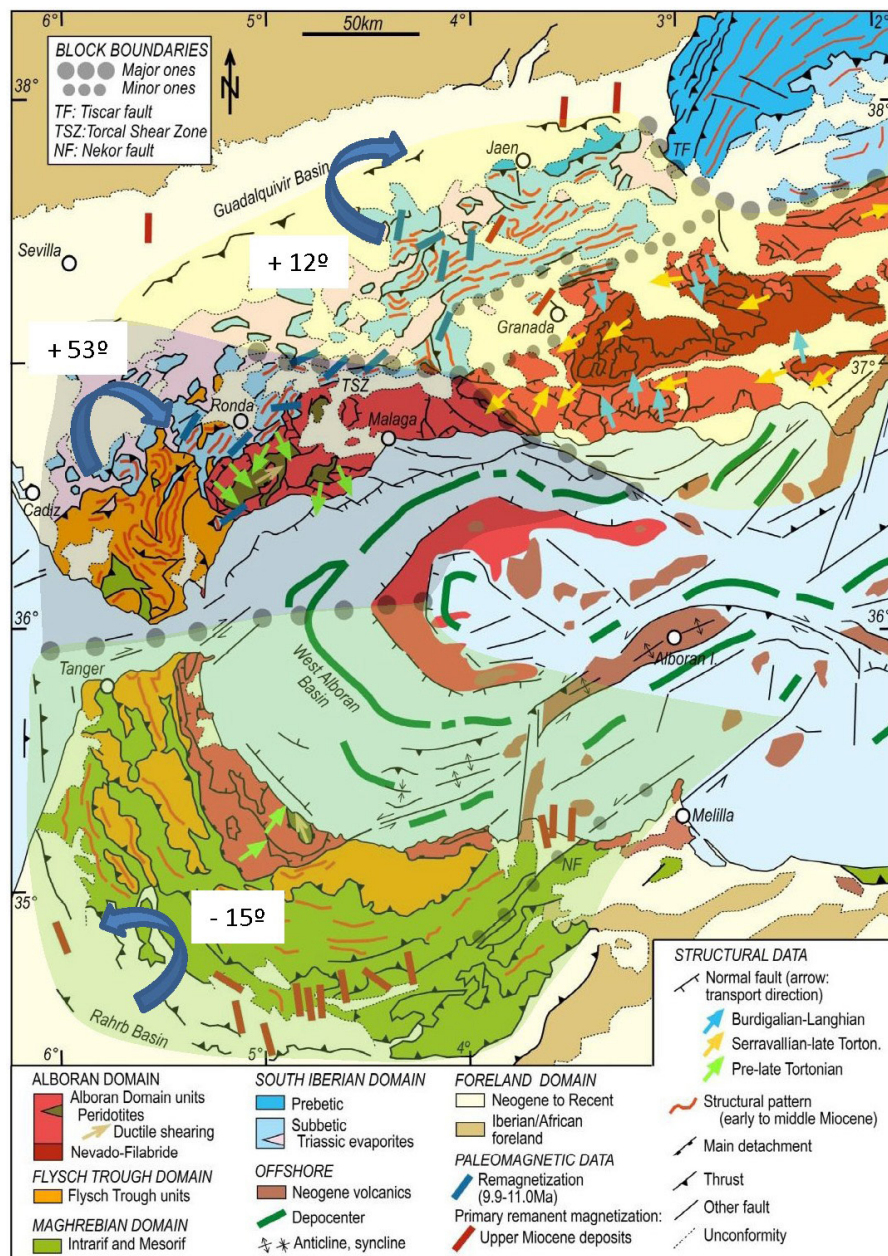


Fig. 2. Distribución de los bloques que han rotado desde hace 9 millones de años en el Arco de Gibraltar. Se indica la cuantía y sentido de rotación (+ horario, - antihorario). Modificado de Crespo-Blanc et al. 2016. Se recomienda consultar la versión digital.

cialmente cinemática, se ha logrado recomponer por primera vez cómo estaba el Arco de Gibraltar hace unos 9 millones de años y, de esta manera, dar un paso más en el conocimiento de la evolución tectónica de este Arco, uno de los más cerrados de cuantos se pueden observar en la Tierra. Los resultados de esta investigación han sido publicados en la revista *Tectonophysics* (Crespo-Blanc et al., 2016).

A partir de datos estructurales y paleomagnéticos se ha podido mostrar que desde hace 9 millo-

nes de años grandes bloques, con dimensiones del orden de 300 km de largo y 150 km de ancho han rotado de manera horaria (Béticas) y antihoraria (Rif). El referente que se ha utilizado para mostrar estas rotaciones es el norte magnético, que queda registrado en las rocas a través de los minerales ferromagnéticos que contienen, durante su formación o en épocas posteriores. Con medidas de ese magnetismo del pasado, el paleomagnetismo, se puede determinar si el bloque de roca analizada ha rotado o no con

respecto a ese referente externo (se recomienda consultar el número 24.3 de Enseñanza de Ciencias de la Tierra, dedicado a las aplicaciones del Paleomagnetismo).

Así, las relaciones entre los distintos episodios de deformación que han sufrido las cadenas montañosas de las Béticas y Rif, entre ellos pliegues y cabalgamientos, así como los datos de paleomagnetismo de publicaciones anteriores han permitido: a) determinar el momento en el que se ha grabado el norte magnético en las rocas, b) caracterizar los límites de los bloques que contienen orientaciones homogéneas de vectores paleomagnéticos y c) cuantificar las rotaciones de esos vectores (Fig. 2).

Este trabajo es el primero que pone de manifiesto la homogeneidad –por bloques– y rapidez de las rotaciones. En efecto, estos movimientos, que por otra parte han remodelado totalmente la forma del Arco de Gibraltar, fueron de aproximadamente 6° por millón de años (en total, 53° para el bloque de las Béticas occidentales).

Se propone finalmente una reconstrucción a 9 millones de años del conjunto del Arco de Gibraltar, en un momento clave de la historia tectónica de la colisión entre África e Iberia, poco antes del cierre de la conexión entre el Atlántico y el Mediterráneo (Fig. 3). Se observa que, en esa época, el Arco de Gibraltar se situaba más al Este que en la actualidad y estaba más abierto.

Las rotaciones de bloques de gran talla son compatibles tanto con la apertura del Estrecho de Gibraltar hace unos 5 millones de años como con los movimientos actuales en distintas zonas del extremo occidental del Mediterráneo medidos con GPS. Además, esa reconstrucción permite reconciliar muchos datos contradictorios, en particular en relación con las direcciones de transporte sobre zonas de cizallas frágiles y dúctiles anteriores a 9 millones de años.

A día de hoy, se está modelizando en el laboratorio la formación del arco de Gibraltar (Jiménez-Bonilla et al., 2016; Crespo et al., 2017 en prensa), para indagar en su de-

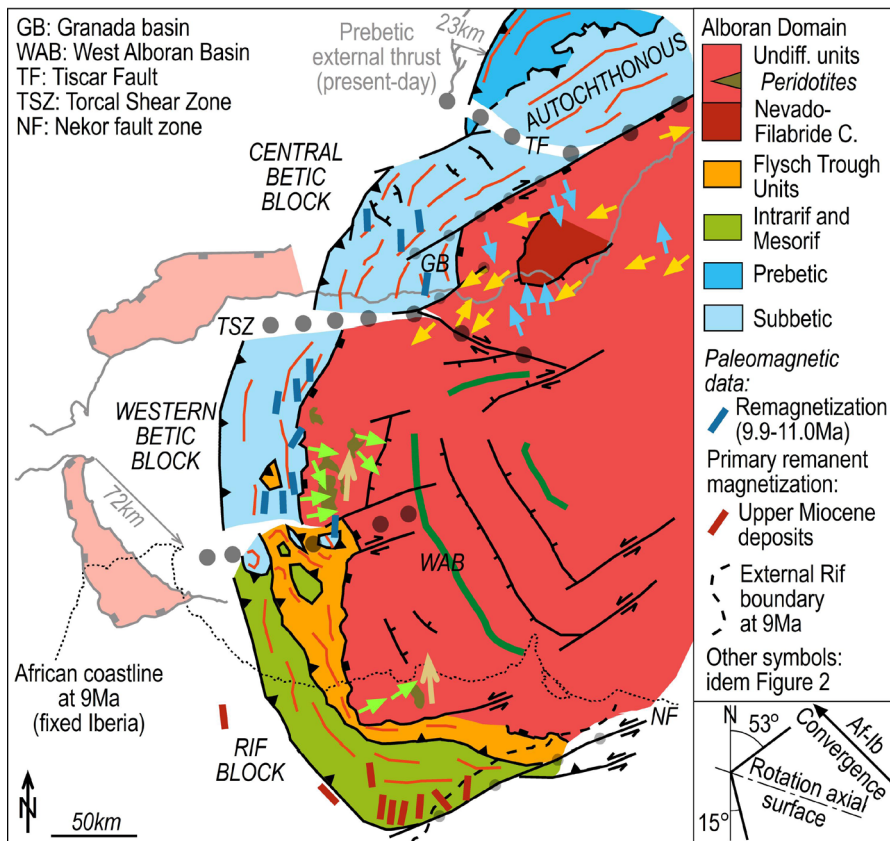


Fig. 3. Reconstrucción del Arco de Gibraltar hace 9 millones de años. En la parte izquierda de la figura, en tonos pasteles, se muestra la posición actual del Dominio de Alborán así como la línea de costa (modificado de Crespo-Blanc et al. 2016). Se recomienda consultar la versión digital.

formación progresiva (Fig. 4). Consideramos que los resultados de estos trabajos y de otros actualmente en curso serán de interés para toda la comunidad científica que trabaja tanto en el Mediterráneo occidental como en otras cordilleras arqueadas con patrones cinemáticos similares.

Además, estos resultados de investigación, que han tenido una gran repercusión mediática (entre ellos, El País, Radio Nacional de España Radio 1 y Canal Sur Televisión), constituyen un excelente recurso para acercar al alumnado la Tectónica de Placas. ●

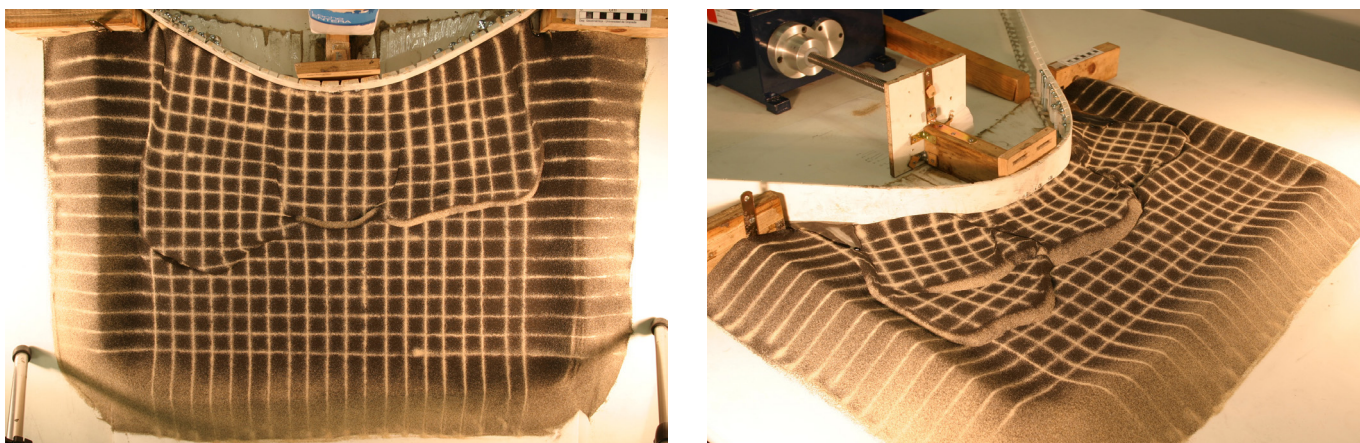


Fig. 4. Estadios intermedios (izquierda) y final (derecha) de un modelo analógico que simula la formación el arco de Gibraltar. Las fotografías corresponden a uno de los ensayos realizados en el trabajo de Jiménez-Bonilla et al. (2016). Obsérvese la formación de bloques homogéneos desde el principio del experimento (foto izquierda) que rotan de manera horaria y antihoraria con respecto al eje del arco progresivo (empujado por un motor en la esquina superior izquierda de la foto derecha).

Bibliografía

- Ana Crespo-Blanc, Menchu Comas y Juan Carlos Balanyá (2016). Clues for a Tortonian reconstruction of the Gibraltar Arc: Structural pattern, deformation diachronism and block rotations. *Tectonophysics*, 683, 308-324. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2016.05.045>
- Ana Crespo-Blanc, Alejandro Jiménez-Bonilla, Juan Carlos Balanyá, Inmaculada Expósito y Manuel Díaz-Azpiroz (2017, en prensa). Influence of diapirs on the development of non-cylindrical arcuate fold-and-thrust belts: Results from analogue models of progressive arcs. *Geogaceta*, 61.
- Alejandro Jiménez-Bonilla, Ana Crespo-Blanc, Inmaculada Expósito, Juan Carlos Balanyá y Manuel Díaz-Azpiroz (2016). An analogue modeling approach of progressive arcs: preliminary results. *Geotemas*, 14.
- Emile Argand (1916): Sur l'arc des Alpes Occidentales. *Eclogae Geologicae Helveticae*, 14, 145-191.
- El País. Así se creó el Estrecho de Gibraltar hace seis millones de años. <http://elpais.com/elpais/2016/10/14/ciencia/1476443229_571759.html>.
- Radio Nacional de España Radio 1. Esto me suena. Las tardes del ciudadano García. 07/11/2016. <http://www.rtve.es/alcarta/audios/esto-me-suena-las-tardes-del-ciudadano-garcia/esto-suena-tardes-del-ciudadanogarcia-cuarta-hora-07-11-16/3790081/>
- Canal Sur Televisión. Geología, cuando el pasado se mide en millones de años. Programa Tesis. 19/11/2016. <<http://www.canalsur.es/television/programas/tesis/detalle/62.html?video=1116095&sec=>>>.