

El Cabalgamiento de El Ibor: una falla cuaternaria a 20 km de la Central Nuclear de Almaraz

The Ibor Thrust: a quaternary fault 20 km from the Almaraz Nuclear Power Plant

Gerardo de Vicente^{1,2} y Rubén Díez Fernández³

¹ GEODESPAL, Facultad de C.C. Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. gdv@geo.ucm.es

² Instituto de Geociencias IGEO. CSIC-UCM. Madrid.

³ Instituto Geológico y Minero de España. r.diez@igme.es

ABSTRACT

A Quaternary overthrust is described, intersecting a sedimentary breccia covering the +5 m terrace of the Ibor River, at the western end of the Montes de Toledo. The resulting thrusting system has conditioned the location of fini-neogene alluvial fans ("raña"), so it has to be considered as active during the last 9 Ma. The associated, superficial earthquake is estimated to range between M 6-6.5 in magnitude. The rupture is located less than 20 km from the Almaraz Nuclear Power Plant (Cáceres).

Key-words: Thrust, Quaternary, Toledo Mountains, Almaraz Nuclear Power Plant.

Geogaceta, 69 (2021), 3-6
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Introducción

Son numerosas las evidencias de actividad tectónica fini-neógena en borde S del Sistema Central Hispano-Portugués (SC), desde las Sierras de La Estrela, Gata, y Guadalupe; así como a lo largo de la falla de Messejana-Plasencia, en relación a la reactivación "Bética" de estructuras previas "Pirenaicas" (de Vicente *et al.*, 2018). En los Montes de Toledo, la deformación fini-oligocena fue menos intensa que en el SC (Vegas *et al.*, 2004). Sin embargo, son numerosos los abanicos aluviales fini-neógenos (rañas) que indican una mayor actividad reciente. Especialmente, los cabalgamientos de la Sierra de Guadalupe, con direcciones E-O a NE-SO, buzamiento hacia el NO y salto vertical acumulado de más de 1000 m, afectan a abanicos aluviales fini-neógenos bien desarrollados (Álvarez *et al.*, 2004). La zona estudiada se encuentra situada en el bloque norte de dicha estructura, donde aparecen retrocabalgamientos subsidiarios con un salto vertical menor, pero que también aparecen en los ápices de

abanicos aluviales asociados de la misma edad.

Sistema de cabalgamientos del Ibor

Se trata de una serie de cabalgamientos imbricados con basamento implicado y transporte tectónico al N-NE que afectan a la "raña" fini-neógena de Valdecañas, que presenta un transporte sedimentario hacia el N y una pendiente hacia el N. Su ápice se localiza en este sistema de cabalgamientos a los que onlapa parcialmente (Fig.1). Los cabalgamientos parecen condicionados por la estructuración varisca, aunque son ligeramente oblicuos a la misma. Se trata, probablemente, de una secuencia normal de imbricación con propagación hacia el N, hacia la cuenca cenozoica de Campoarañuelo (O de la cuenca de Madrid). La traza de los cabalgamientos afecta al curso del río Ibor, de manera que en sus tramos más E-O, la acumulación de terrazas es mayor, apareciendo más encajado (y con menos terrazas) entre el cabalgamiento

RESUMEN

Se describe un cabalgamiento cuaternario, que corta a una brecha sedimentaria que recubre la terraza de +5 m del río Ibor, en el extremo occidental de los Montes de Toledo. El sistema de cabalgamientos descrito ha condicionado la localización de abanicos aluviales fini-neógenos ("raña"), por lo que ha de considerarse como activo durante los últimos 9 Ma. El sismo asociado, superficial, se estima de una magnitud entre M 6-6.5. La rotura se localiza a menos de 20 km de la Central Nuclear de Almaraz (Cáceres).

Palabras clave: Cabalgamiento, Cuaternario, Montes de Toledo, Central Nuclear de Almaraz.

Fecha de recepción: 04/06/2020
Fecha de revisión: 23/10/2020
Fecha de aceptación: 27/11/2020

más frontal y el inmediatamente hacia el S. Este bloque constituye el de techo en el cabalgamiento cuaternario que estudiamos aquí (Fig. 1).

Edad de los materiales afectados

En la actualidad, la parte oriental del orógeno bético no es capaz de transmitir esfuerzos compresivos hacia su antepaís (de Vicente *et al.*, 2008). Los datos geodésicos GNSS (Palano *et al.*, 2015) evidencian una baja transmisión actual de esfuerzos hacia el antepaís. No obstante, la estructuración de las zonas externas de dicho orógeno evidencia que, durante un corto período de tiempo, estas posibilitaron el acortamiento hacia el interior de Iberia. El volumen de sedimentos asociados fue mucho menor que en la etapa previa "pirenaica". Sin embargo, los sedimentos de la base de los abanicos aluviales fini-neógenos, aparecen sistemáticamente fallados por cabalgamientos NE-SO y E-O. Por tanto, la edad de la reactivación puede estimarse entre el Tortoniense Superior y el Zancliense

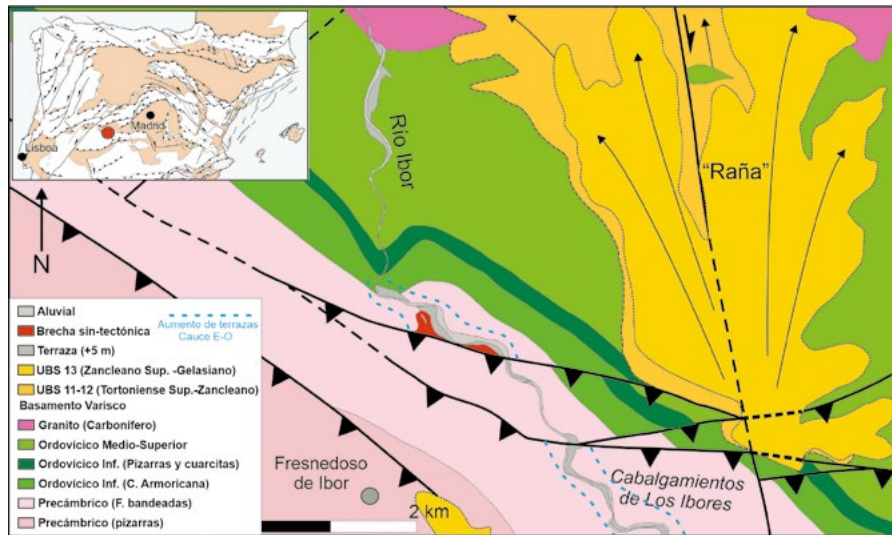


Fig. 1.- Localización y mapa geológico de la zona de estudio. Sistema de Cabalgamientos de Los Ibore al N de Fresnedoso de Ibor. La brecha cuaternaria afectada por el más frontal viene marcada en rojo. Ver figura en color en la web.

Fig. 1.- Location and geological map of the study area. Los Ibore Thrust System to the N of Fresnedoso de Ibor. The Quaternary sedimentary breccia affected by the frontal thrust is marked in red. See color figure in the web.

Inferior (9-4 Ma), donde las unidades aloestratigráficas (Cunha, 1992) UBS 11-12 aparecen sistemáticamente falladas, mientras que la UBS 13 (Zancliense superior Gelasiano, 3-1.8 Ma), que es la típica "raña" con cantos redondeados de cuarcitas, onlapa a los abanicos anteriores y sobrepasa la traza de los cabalgamientos (e.g. de Vicente et al., 2018). No obstante, estas edades son diacrónicas; siendo más recientes hacia el O. El SC es aún una cadena con cabalgamientos activos en Portugal (e.g. Stich et al., 2005). En la zona de estudio, los materiales de las "rañas" inferiores (UBS 11-12) aparecen fallados por el sistema de cabalgamientos del Ibor (Fig. 1), condicionando su localización. El río Ibor muestra un sistema de terrazas (+5-10 m) formado por materiales detríticos con grandes bloques redondeados e imbricados de cuarcita. A 2 km hacia el O del ápice de la "raña", y por encima de la terraza, aparece una brecha grano decreciente con cantos angulosos de filitas cámbricas. Estos materiales conforman el basamento cristalino del cauce del Ibor (Fig. 2). La proximidad de este tipo de roca, junto con la inmadurez textural del depósito, sugieren un transporte sedimentario muy escaso. Las terrazas más altas del río Tajo (+ 25-30 m) se han datado en 292 ± 17 Ka, mientras que algunas formaciones aluviales que las recubren sólo tienen 11 ± 0.9 Ka (López-Recio et al., 2013). Sólo podemos concluir que la brecha superior podría tener menos de 10.000 años.

La falla cuaternaria de El Ibor

El afloramiento del cabalgamiento que afecta a la brecha por encima de la terraza del río Ibor se localiza en el corte de la CC-79 a 1.5 Km al N de Fresnedoso de Ibor (Fig. 3). El bloque de techo lo constituyen las filitas cámbricas que suministran los cantos angulosos de la brecha. La foliación varisca parece condicionar la orientación de la falla, que tiene una dirección de $N98^\circ E$ con buzamiento de 45° al S y transporte tectónico hacia el N. Tiene un *tip point* intra brecha, con los sedimentos del muro buzando ligeramente hacia el S con los cantos reorientados en las proximidades de la ruptura, mientras que por encima buzando hacia el N, lo que indica una clara componente tectónica (Fig. 3). Algo más hacia el N, la brecha muestra una sinforma de muro, indicando también que la base está afectada por el cabalgamiento. Dado que el salto observable es algo superior a 1 m,

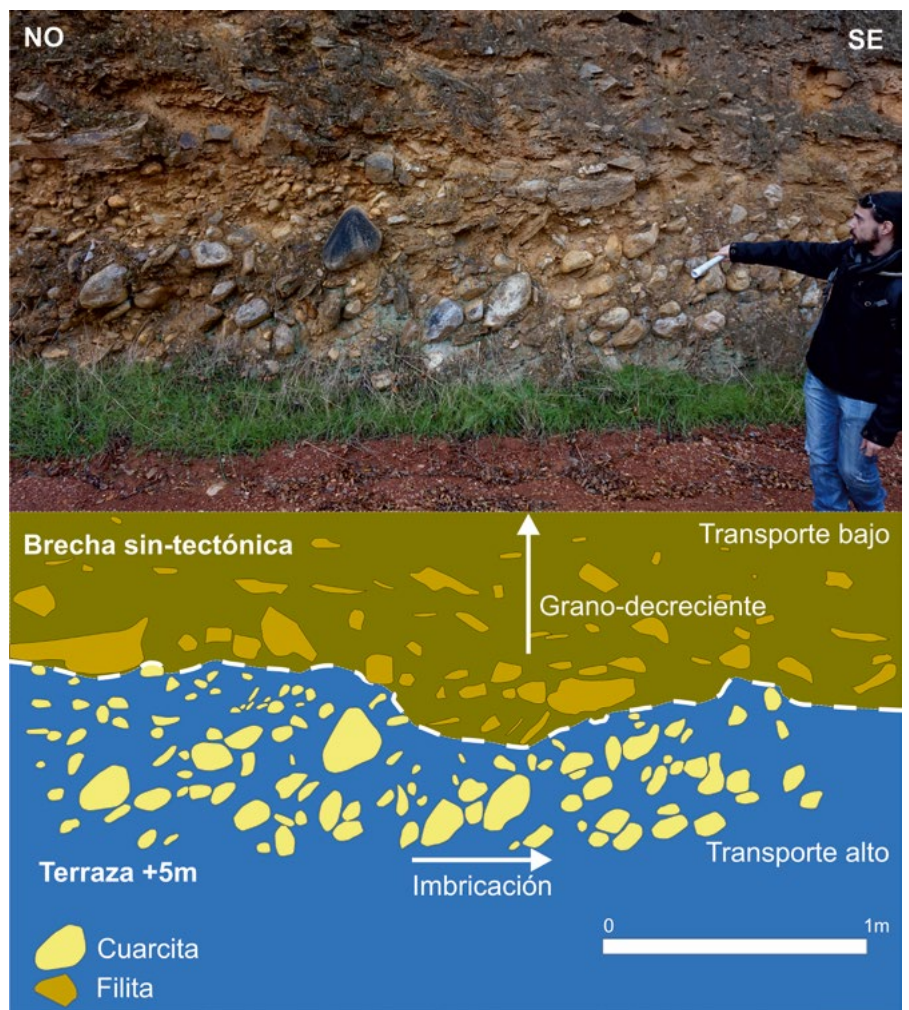


Fig. 2.- La terraza + 5 m del río Ibor (parte inferior) cubierta por la brecha angulosa sintectónica (parte superior) en el corte de la CC-79. Ver figura en color en la web.

Fig. 2.- + 5 m Ibor river terrace (lower part) covered by syn-tectonic sedimentary breccia with angular clasts (upper part) along a section in the CC-79 road. See color figure in the web.

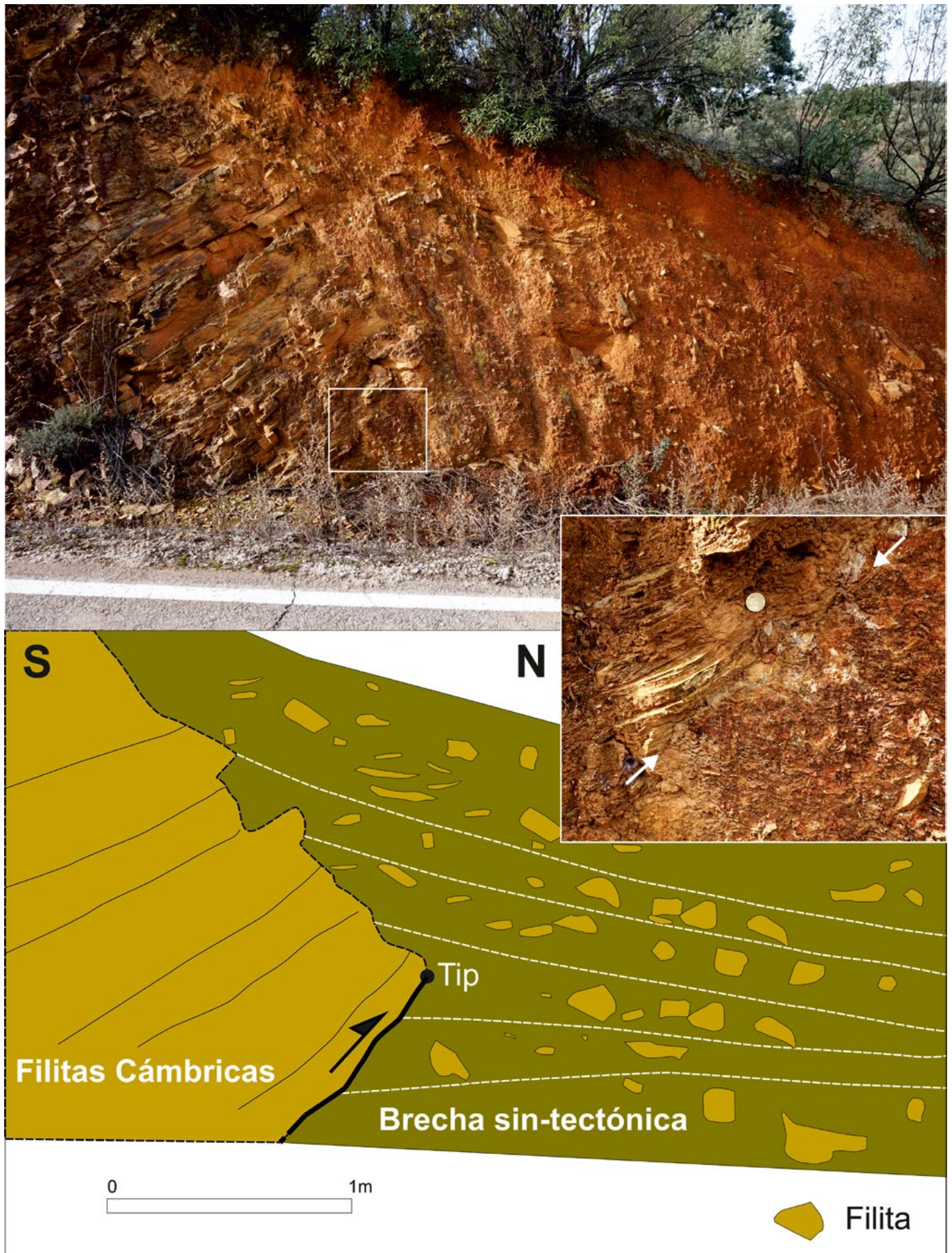


Fig. 3.- El Cabalgamiento cuaternario de El Ibor. El recuadro de la fotografía superior aparece ampliado a la derecha. Corte de la CC-79. Ver figura en color en la web.

Fig. 3.- The quaternary El Ibor Thrust. A zoom into the thrust (white square in upper picture) is shown in an inset to the right. Cross-section along the CC-79 road. See color figure in the web.

y considerando el contexto tectónico, la magnitud del sismo asociado debe superar el valor de 6.5 (Anderson *et al.*, 1996; Stirling *et al.*, 2013). No obstante, dadas las características del afloramiento (el talud de una carretera, no una trinchera *ad hoc*), no podemos asegurar que la ruptura visible se corresponda con un único evento, ni que la falla no se conecte en profundidad con otra más al S, ya que no se observa el escarpe relacionado con la brecha sintectónica.

Discusión

La falla descrita se localiza 20 km al SE de la Central Nuclear de Almaraz. Cuando ésta se construyó, se pensaba que la zona era "estable" desde el punto de vista sismológico, por lo que su diseño no está preparado para resistir un sismo como el descrito. Desde entonces, las evidencias de actividad reciente en fallas próximas a la Central (Plio-Cuaternarias) son numerosas. Resulta, por tanto, necesaria la datación de los materiales afectados (terrazza y brecha sin-tectónica), así como un rediseño urgente de las medidas antisísmicas de Almaraz.

Conclusiones

Se ha localizado, descrito y cartografiado una falla cuaternaria en el sector occidental del borde N de los Montes de Toledo.

El cabalgamiento corta a un depósito sintectónico que recubre la terraza de +5 m del río Ibor, lo que implica que su edad podría ser de sólo unos 10.000 años.

La magnitud del sismo asociado, dada la aparente longitud de su traza y su desplazamiento, sería mayor a 6.5 con rotura superficial. En el caso de que no se tratase de un único evento, y dado que la ruptura alcanza la superficie, la magnitud seguiría siendo superior a 6.0.

Agradecimientos

Los autores agradecen las correcciones y comentarios de los Prof. J.L. Simón-Gómez y J.J. Martínez-Díaz que han contribuido a mejorar sustancialmente el trabajo.

Referencias

Anderson, J. G., S. G. Wesnousky, y M. W. Stirling (1996). *Bull. Seismol. Soc. Am.* 86, no. 3, 683–690.
 Álvarez, J., Muñoz-Martín, A., Vegas, R. y

de Vicente, G. (2004). *Geología de España Vera*, J.A. (editor). SGE-IGME, Madrid, 627-628. ISBN: 84-7840-546-1.
 Cunha, P.P. (1992). Ph.D. Thesis, Univ. Coimbra, 262 pp.
 de Vicente, G., Cloetingh, S., Muñoz-Martín, A., Olaiz, A., Stich, D., Vegas, R., Galindo-Zaldívar, J. y Fernández-Lozano, J. (2008). *Tectonics*, 27, TC 1009, 1-22.
 de Vicente, G., Cunha, P.P., Muñoz-Martín, A., Cloetingh, S. A. P. L., Olaiz, A., y Vegas, R. (2018). *Tectonics*, 37, 4444–4469.
 López-Recio, M., Silva, P.G., Cunha, P.P., Tapias, F., Roquero, E., Morín, J., Carrolles, J., Murray, A.S. y Buylaert, J.P. (2013). VIII Reunión de Cuaternario Ibérico, La Rinconada, Sevilla, 17–21.
 Palano, M., González Méndez, P.J. y Fernández Torres, J. (2015) *Earth and Planetary Science Letters* 430, 439-447.
 Stich, D., Batlló, J., Macià, R., Teves-Costa, P. y Morales, J. (2005). *Geophys. J. Int.* 162, 850-858.
 Stirling, M.W., Goded, T., Berryman, K.R. y Litchfield, N.J. (2013). *Bulletin of the Seismological Society of America* 103(6), 2993-3011.
 Vegas, R., de Vicente, G., Andriessen, P. y Martín Velázquez, S. (2004). *Geología de España Vera*, J.A. (editor). SGE-IGME, Madrid, 626-627. ISBN: 84-7840-546-1.