

Efectos geológicos del terremoto de Used de 1953 (Zaragoza, Cordillera Ibérica)

Geological effects of the 1953 Used earthquake (Zaragoza, Iberian Chain, Spain)

José L. Simón^{1*}, Alba Peiro² y Guillermo Simón-Porcar³

¹ Dpto. Ciencias de la Tierra, grupo Geotransfer-IUCA, Univ. Zaragoza, Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza. jsimon@unizar.es

² Fundación Ibercivis, Edificio I+D-Campus Río Ebro, Univ. Zaragoza, C/ Mariano Esquillor s/n, 50018 Zaragoza. apeiro@ibercivis.es

³ C/ Antares, 21. 50012 Zaragoza. g.simon_12@hotmail.com

* Corresponding author

ABSTRACT

The 1953 Used earthquake, of magnitude 4.7 (based on the duration) and intensity VII (EMS-98 scale), was the last destructive seism in the Aragón region, Spain. Its epicentre was located at the Santa Cruz range, while the focal depth is constrained between 7 and 15 km. The extensional Daroca fault was probably the seismic source. The earthquake was strongly felt in Used, where it caused serious damage to many buildings, and in numerous villages of the Daroca-Calatayud area. Two geological-environmental effects have been evidenced from direct personal testimonies, press reports and field observations: a landslide that cut the N-234 road between Velilla de Jiloca and Maluenda, south of Calatayud, and the fall of large rock blocks in Barranco del Montecillo, south of Aldehuela de Liestos.

Key-words: Daroca fault, intraplate seismicity, historic seismicity, landslide, rock fall.

RESUMEN

El terremoto de Used de 1953, de magnitud 4.7 (basada en la duración) e intensidad VII (escala EMS-98), fue el último seísmo destructivo registrado en Aragón. Su epicentro se localizó en la Sierra de Santa Cruz, y la profundidad del foco se situó entre 7 y 15 km. La falla extensional de Daroca fue probablemente la fuente sísmica. El terremoto se sintió fuertemente en Used, donde causó severos daños en muchas edificaciones, y en numerosas poblaciones de la zona de Daroca-Calatayud. A partir de testimonios personales directos, noticias de prensa y observaciones de campo, se han evidenciado dos efectos geológico-ambientales: un deslizamiento que cortó la carretera N-234 entre Velilla de Jiloca y Maluenda, al sur de Calatayud, y la caída de grandes bloques en el Barranco del Montecillo, al sur de Aldehuela de Liestos.

Palabras clave: falla de Daroca, sismicidad intraplaca, sismicidad histórica, deslizamiento, caída de rocas.

Geogaceta, 75 (2024), 107-110

<https://doi.org/10.55407/geogaceta100853>

ISSN (versión impresa): 0213-683X

ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 7/07/2023

Fecha de revisión: 24/10/2023

Fecha de aceptación: 24/11/2023

Introducción

En 1953 se produjo el último terremoto destructivo registrado en Aragón. Se sintió de forma intensa en toda la Cordillera Ibérica zaragozana y causó daños considerables en Used, la localidad más cercana al epicentro. La información instrumental, los datos macrosísmicos de la época y los testimonios de personas que lo vivieron han permitido reconstruir sus características y consecuencias (Simón *et al.*, 2021, 2022), así como sus efectos geológico-ambientales.

Los daños en personas, enseres domésticos y construcciones son los únicos utilizados para atribuir una intensidad sísmica en la escala de Mercalli y en la actual Escala Macrosísmica Europea (EMS-98). Ambas excluyen los efectos ambientales y sobre el patrimonio histórico-artístico y arqueológico, lo que impide valorar muchos terremotos antiguos. Esta limitación ha tratado

de resolverse mediante la Escala de Intensidad Macrosísmica de Efectos Ambientales (ESI-07; Michetti *et al.*, 2007), aplicable a seísmos anteriores al registro documental, sin importar las condiciones demográficas y urbanísticas de la zona afectada. La adaptación de la ESI-07 a nuestro país ha permitido elaborar el *Catálogo de los efectos geológicos de los terremotos en España* (Silva y Rodríguez Pascua, 2019).

Los objetivos de este trabajo son valorar los datos existentes sobre el terremoto de Used, interpretar su fuente y caracterizar sus efectos geológicos y ambientales, con el propósito de incluirlo en el mencionado catálogo.

Situación geográfica y geológica

La zona de estudio se encuentra en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica (Fig. 1A), e incluye tres unidades geográfico-geológicas de

dirección NO-SE: la cuenca neógena de Calatayud, la Sierra de Santa Cruz (formada por materiales paleozoicos) y la depresión de Gallocanta (Fig. 1B,C). Excepto esta última, el resto de la zona está drenada por los ríos Grío, Jiloca y Piedra, afluentes del Jalón. Administrativamente pertenece a las comarcas zaragozanas de Campo de Daroca y Comunidad de Calatayud.

Las unidades de relieve mencionadas están separadas por fallas extensionales de traza NO-SE a NNO-SSE, activadas durante el Plioceno superior y Cuaternario bajo una extensión ENE-OSO, en el contexto del *rifting* del margen oriental de la Península (Simón *et al.*, 2012). Las fallas principales se agrupan en tres grandes alineaciones: Río Grío-Lanzuela, Daroca-Calamocho y Munébraga-Gallocanta (Fig. 1B,C). Sus trazas tienen longitudes de decenas de km (50 km en el caso de Río Grío-Lanzuela), y sus planos buzanan al SO.

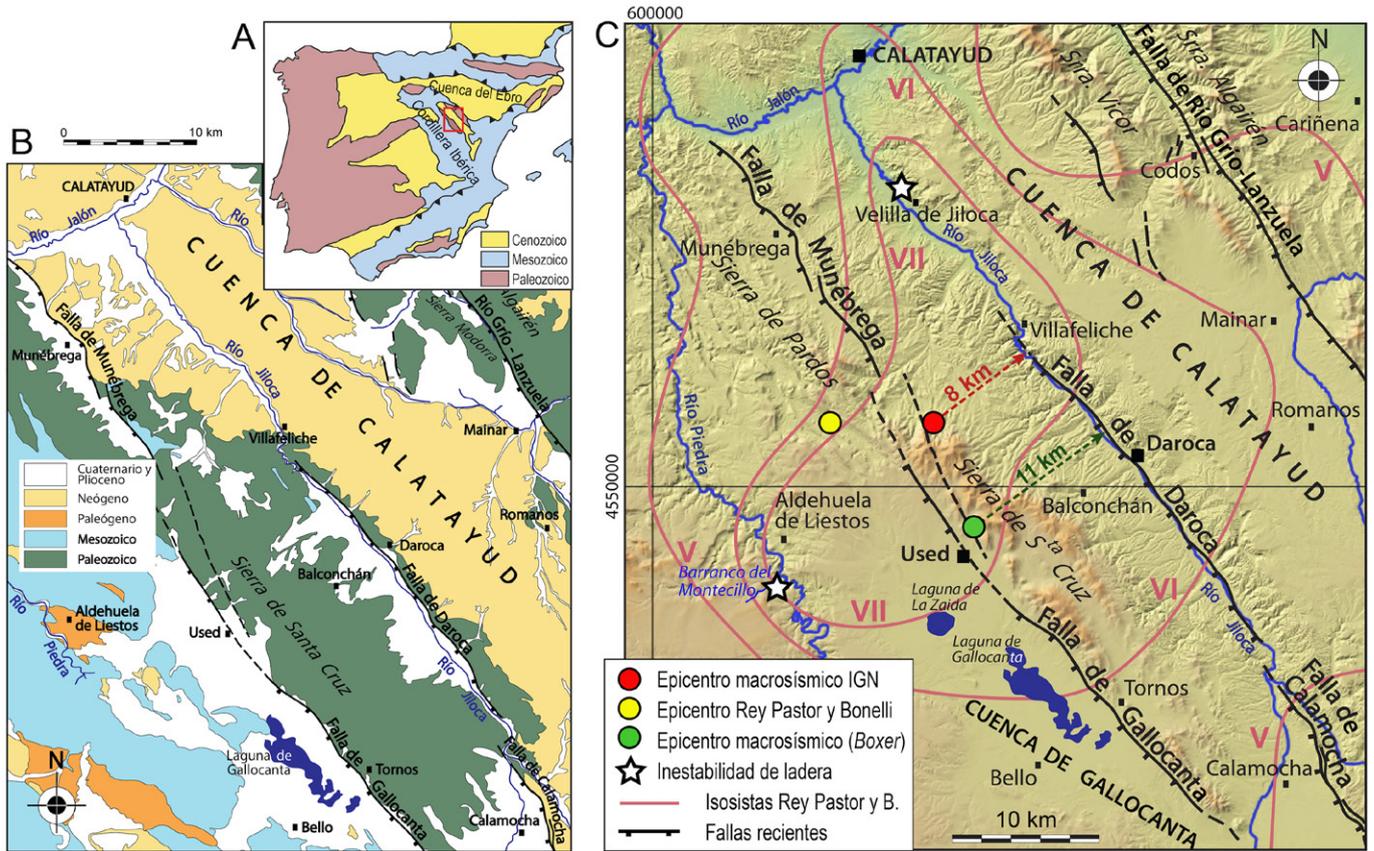


Fig. 1.- (A) Situación del área de estudio. (B) Esquema geológico. (C) Mapa sismotectónico de síntesis; análisis de compatibilidad entre las distintas localizaciones propuestas para el epicentro y las posibles fallas responsables del sismo. Ver figura en color en la Web.

Fig. 1.- (A) Location of the study area. (B) Geological sketch. (C) Synthetic seismotectonic map; analysis of compatibility between locations proposed for the epicentre and possible faults responsible for the earthquake. See color figure in the Web.

El terremoto y su impacto en la zona epicentral

El terremoto de Used ocurrió el 28 de septiembre de 1953 a las 22:41 horas. En esa localidad prácticamente todos los edificios de mampostería sufrieron daños en paredes, aleros o chimeneas. En el barrio de Berrueco, algunos de peor calidad constructiva (mampostería pobre y tapial) llegaron a derrumbarse. Se agrietó un muro lateral de la iglesia parroquial y cayó parte de la espadaña que coronaba la fachada. En cuanto a daños personales, ha de destacarse el fallecimiento de la joven Victorina Liarte, de 19 años, como consecuencia indirecta del sismo (Simón *et al.*, 2021).

Los efectos se extendieron a toda la zona entre Daroca y Calatayud (Fig. 1C). En Daroca, el corresponsal del diario zaragozano El Noticiero afirmó haber visto las paredes temblar “como si hubiesen sido de papel” y “...el suelo firme ondularse repetidas veces, haciendo el efecto de un gato gigante rastreándose bajo una alfombra”.

Ayuntamientos y particulares realizaron un interesante ejercicio de “cien-

cia ciudadana” proporcionando valiosos testimonios escritos. Muchos de ellos fueron recogidos por el Observatorio Fabra de Barcelona, a partir de un llamamiento publicado en la prensa catalana. Con esa información macrosísmica y con los datos instrumentales, Fontseré (1954) redactó un primer informe situando el epicentro en Used y atribuyéndole inicialmente una intensidad VIII en la escala de Mercalli.

Posteriormente, el IGN publicó una monografía basada en datos recabados por el Observatorio de Toledo (Rey Pastor y Bonelli, 1957): localizó el epicentro en la Sierra de Santa Cruz, calculó una profundidad focal de 7,3 km, rebajó a VII la intensidad epicentral y elaboró un detallado mapa de isosistas (Fig. 1C). El actual catálogo oficial del IGN (<https://www.ign.es/web/ign/portal/sis-catalogo-terremotos>) le asigna una magnitud 4,7 (basada en la duración) y una intensidad VII (escala EMS-98).

Samardjieva *et al.* (1999) recalculan la profundidad del foco y la sitúan en 15 km. En un informe inédito, el IGN (J.V. Cantavella y J. Fernández Fraile, com. personal; en Simón *et al.*, 2021) utiliza el método

Boxer a partir de la información original del Observatorio Fabra y relocaliza el epicentro muy cerca de Used (Fig. 1C).

Contexto tectónico y fuente sísmica

La actividad de las fallas extensionales NO-SE es responsable de los sismos que ocasionalmente afectan a la región. La mayoría de ellos tienen su epicentro en las zonas de tránsito de la Rama Aragonesa a la Cuenca del Ebro (sierras de Algairén-Herrera-Oriche) y a la Meseta Castellana (parameras de Gallo-canta-Molina de Aragón), alcanzando intensidades de VI-VII (Cimballa, 1912; Calatayud, 1944) y magnitudes algo superiores a 4. Aunque esta actividad sísmica se considera entre baja y moderada, algunas de las fallas (Calamocha, Daroca, Munébrega) han evidenciado actividad durante el Cuaternario y pueden considerarse capaces de producir sismos de magnitud superior a 6 (Simón *et al.*, 2012; Gutiérrez *et al.*, 2012).

Debido a las incertidumbres en la localización del epicentro y el foco, no resulta fácil atribuir el terremoto de 1953

a una falla en concreto. Las ubicaciones más fiables del epicentro son la macro-sísmica (oficial) del IGN y la recalculada mediante el método *Boxer* (J. V. Cantavella, com. personal). Las profundidades asignadas al foco sísmico están entre 7 y 15 km (Rey Pastor y Bonelli 1957; Samardjieva *et al.*, 1999), y son compatibles con el contexto tectónico (corteza superior frágil, por encima del nivel de despegue regional situado a 13-19 km; Roca y Guimerà, 1992; Ezquerro *et al.*, 2020).

Teniendo en cuenta esos parámetros, y contando con un buzamiento de las fallas de 65-75° en su parte superior que disminuye progresivamente en profundidad, puede estimarse geoméricamente que el epicentro de 1953 se situaría a una distancia de entre 2 y 15 km al SO de la traza de la falla causante del mismo. Los epicentros más fiables se sitúan a distancias dentro de ese rango (8-11 km) respecto a la falla de Daroca, que puede considerarse por tanto la fuente más probable (Fig. 1C).

Efectos geológico-ambientales

Los efectos geológico-ambientales conocidos del terremoto de 1953 se vinculan a la inestabilidad de laderas y taludes, y han sido constatados en Velilla de Ebro y en el barranco del Montecillo. Algunos indicios documentales de otros fenómenos (grietas del terreno, cambios del nivel freático) no han podido ser verificados (Simón *et al.*, 2021).

Junto a Velilla de Jiloca (Fig. 1C) se produjo un gran derrumbe del talud de la carretera N-234, que quedó cortada durante cuatro días a lo largo de unos 80 m (Fig. 2). Los diarios ABC y Heraldo de Aragón lo describían como "el desprendimiento de tierras de un monte próximo, cayendo más de 800 Tm de tierra y piedras. Algunos bloques eran de más de 2 Tm, y varios de ellos fueron a parar al río Jiloca, mientras que otros cortaron la carretera de Valencia". El desprendimiento afectó a un escarpe abrupto que sigue la margen derecha del Jiloca, formado por yesos y margas del Mioceno con estratificación subhorizontal y cortados por una red de fracturas de direcciones dominantes NNO-SSE y ENE-OSO.

El aspecto general del escarpe de Velilla-Maluenda es marcadamente inestable. Algunos de los bloques delimitados por fracturas se han separado dejando pasillos paralelos (lo que sugiere un deslizamiento traslacional sobre niveles ba-

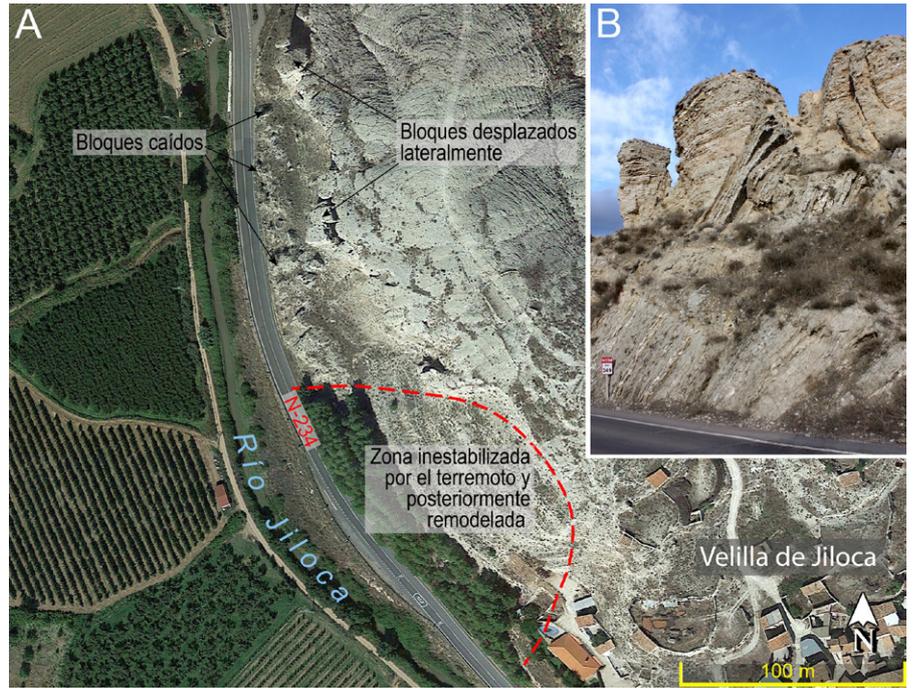


Fig. 2.- (A) Imagen vertical de Google Earth que muestra la ladera inestable en la que se produjo el desprendimiento que cortó la carretera N-234. (B) Aspecto actual del talud. Ver figura en color en la Web.

Fig. 3.- (A) Vertical Google Earth image showing the unstable slope where a landslide cut the N-234 road. (B) Current appearance of the slope. See color figure in the Web.

sales de margas). A pie de carretera se reconocen otros bloques desprendidos por vuelco que presentan su estratificación interna muy inclinada. La zona del derrumbe se saneó y acondicionó posteriormente, modelando un perfil escalonado y haciendo una plantación de pinos para estabilizarlo.

El Barranco del Montecillo (Fig. 1C) es un afluente del Río Piedra, que dibuja

sucesivos meandros encajados en las calizas del Cretácico Superior entre Torralba de los Frailes y Aldehuela de Liestos. El testimonio de Santiago Muñoz, que de muchacho trabajaba como pastor en la zona, nos puso en la pista de una caída de bloques procedentes de las cornisas cretácicas relacionadas con el seísmo. El informante aseguró que antes de 1953 existía en la ladera un bloque suelto de grandes

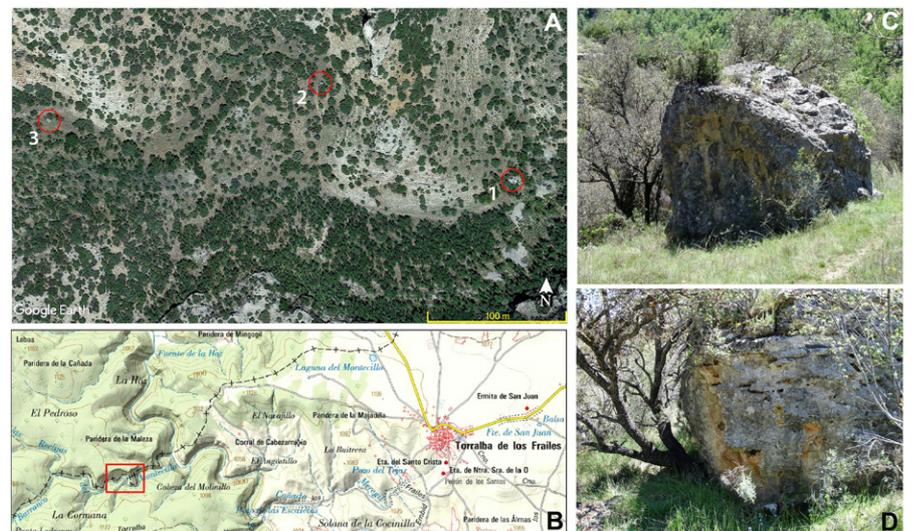


Fig. 3.- (A) Imagen vertical de Google Earth con la ubicación de tres bloques de roca desprendidos en el Barranco del Montecillo. Los bloques 2 y 3 cayeron probablemente durante el terremoto de 1953. (B) Situación en el mapa topográfico del IGN. (C) Bloque 2. (D) Bloque 3. Ver figura en color en la Web.

Fig. 3.- (A) Vertical Google Earth image showing the location of three rock blocks that fell in the Barranco del Montecillo. Blocks 2 and 3 probably fell during the 1953 earthquake. (B) Location on the IGN topographic map. (C) Block 2. (D) Block 3. See color figure in the Web.

dimensiones, que después del terremoto había caído al fondo del valle sobrepasando ligeramente el curso del barranco.

Las imágenes de *Google Earth* de la zona muestran tres grandes bloques caídos, que fueron visitados y confirmados sobre el terreno en 2021. Uno de ellos (1 en Fig. 3A) se observa ya en su posición actual en fotografías aéreas de 1947, anteriores al terremoto. El bloque 2 (Fig. 3C) es compatible con la descripción de Santiago Muñoz. Tiene unos 3 m de altura y 15-20 m³ de volumen. Presenta la estratificación interna en posición vertical, lo que sugiere que se volteó en la caída y, con la inercia, remontó 1 m de desnivel respecto al fondo del barranco. De los tres bloques analizados, es el más "diáfano", el que menos vegetación tiene a su alrededor, lo que sugiere una caída más reciente. El bloque 3 (Fig. 3D) es algo más pequeño (2 m de altura), y de su base crece una carrasca cuyo tronco aparenta haber sido doblado por la caída de la roca y haber crecido después buscando la vertical. Ese bloque habría caído desde la margen derecha, y no coincidiría por tanto con el descrito por el informante. Pero, dado que no aparece tampoco en la fotografía aérea de 1947 y sí en la de 1957, su caída también sería cronológicamente compatible con el temblor de 1953.

En resumen, al menos uno de los tres bloques analizados (el número 2) podría ser el que describió Santiago Muñoz, y es verosímil que ése y otro más (el número 3) fuesen movilizados por el terremoto de 1953.

En la Escala de Intensidad Macrosísmica de Efectos Ambientales (ESI-07), los desprendimientos de laderas son valorados de acuerdo con su abundancia y tamaño, y pueden producirse a partir del grado VI. La masa de rocas y tierra desprendida en Velilla fue cuantificada en su momento en más 800 Tm, que equivaldrían a unos 300-400 m³ tras su caída sobre la carretera. Los dos bloques caídos en el Barranco del Montecillo han sido cubicados en unos 15-20 m³ cada uno. Ambos fenómenos, con los datos disponibles, pueden ser calificados como puntuales (en el caso del escarpe de yesos de Velilla-Maluenda no se produjeron desprendimientos o caídas en otros lugares). Así, por su número y magnitud, estas desestabilizaciones de laderas sugieren una intensidad sísmica más cercana a VI, pero hay que tener en

cuenta que los dos puntos afectados se hallan relativamente alejados del epicentro, en el límite o fuera ya de la isosista VII de Rey Pastor y Bonelli (1957) (Fig. 1C). En cambio, las condiciones litológicas y topográficas en el entorno inmediato del epicentro no debieron de propiciar la inestabilidad de ninguna vertiente.

Conclusiones

El terremoto de Used de 1953, con epicentro en la Sierra de Santa Cruz y foco a una profundidad de entre 7 y 15 km, estuvo probablemente causado por la falla extensional de Daroca. Causó daños en muchas edificaciones de Used y, en menor medida, en otras poblaciones de la zona de Daroca-Calatayud.

El seísmo produjo al menos dos efectos geológico-ambientales: un deslizamiento que cortó la carretera N-234 entre Velilla de Jiloca y Maluenda, al sur de Calatayud, y la caída de grandes bloques en el Barranco del Montecillo, al sur de Aldehuela de Liestos. Estos efectos son coherentes con la intensidad macrosísmica (VII) asignada oficialmente a la zona epicentral.

Contribución de los autores

J. L. Simón: Estructura del trabajo, metodología, edición, figuras, revisión del manuscrito, coordinación. A. Peiro y G. Simón-Porcar: adquisición de datos, figuras, revisión del manuscrito, investigación/análisis.

Agradecimientos y financiación

Este trabajo ha sido financiado por el Gobierno de España (proyecto PID2019-108705GB-I00), el Gobierno de Aragón (proyecto LMP127_18 y grupo Geotransfer E32-20R) y el Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA). Agradecemos las inestimables aportaciones de los informantes, la documentación sísmológica original del Observatorio Fabra y la ayuda de Josep Batlló, el informe inédito del IGN facilitado por Juan V. Cantavella y Javier Fernández, así como las valiosas sugerencias de Miguel Á. Rodríguez Pascua (IGME), Álvaro González, Jesús Causapé y Antonio Aretxabala. Luis Arlegui preparó la imagen DEM de la Fig. 1C.

Referencias

- Ezquerro, L., Simón, J.L., Luzón, A. y Liesa, C.L. (2020). Journal of Structural Geology 135, 104043. <https://doi.org/kz3t>
- Fontseré, E. (1954). Los temblores de tierra catalanes de los años 1952 y 1953. Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona-Observatorio Fabra.
- Gutiérrez, F., Gracia, F.J., Gutiérrez, M., Lucha, P., Guerrero, J., Carbonel, D. y Galve, J.P. (2012). Journal of Iberian Geology 38, 145-160. <https://doi.org/kz3v>
- Michetti, A.M., Esposito, E., Guerrieri, L., Porfido, S., Serva, L., Tatevossian, R., Vittori, E., Audemard, F., Azuma, T., Clague, J., Commerci, V., Gurbinar, A., Mc Calpin, J., Morner, N., Ota, Y. y Roghoshin, E., (2007). Intensity Scale ESI 2007. En: Memorie Descrittive Carta Geologica d'Italia, 74 (Guerrieri, L. y Vittori, E., Eds.). Servizio Geologico d'Italia-Dipartimento Difesa del Suolo, APAT, Roma.
- Rey Pastor, A. y Bonelli, J. (1957). El sismo de Daroca-Used de 28 de septiembre de 1953 y su relación con la línea sismotectónica del Jiloca. Instituto Geográfico y Catastral, Madrid.
- Roca, E. y Guimerà, J. (1992). Tectonophysics 203, 203-218. <https://doi.org/dhfvzdb>
- Samardjieva, E., Payo, G. y Badal, J. (1999). Natural Hazards 19, 189-204. <https://doi.org/fntkfk>
- Silva, P., Rodríguez Pascua, M.A. (Eds.) (2019). Catálogo de los Efectos Geológicos de los Terremotos en España (2ª Edición). Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Simón, J.L., Arlegui, L.E., Lafuente, P. y Liesa, C.L. (2012). Journal of Iberian Geology 38, 127-144. <https://doi.org/kz3w>
- Simón, J.L., Simón-Porcar, G. y Peiro, A. (2021). El terremoto de Used de 1953: ciencia y memoria. Dpto. Ciencias de la Tierra, Univ. Zaragoza-CEJ-CED, Teruel, 78 p.
- Simón, J.L., Simón-Porcar, G. y Peiro, A. (2022). Memory of the Earth and human memory of natural disasters: the 1953 earthquake in western Aragón (Spain). Geoheritage 14, 123. <https://doi.org/kz3x>