



CUADERNOS DE CAMPO DEL CUATERNARIO, Nº 7

AEQUA Field-Guide Series, Vol. 7

C³

UJAEN-UA-AEQUA

2026

*Evolución geomorfológica y control tectónico de la cuenca de
Guadix-Baza durante el Cuaternario*

GUÍA DE CAMPO XVI REUNIÓN NACIONAL DE CUATERNARIO
Huéscar (Granada)/Julio 2026



HUÉSCAR 2026

XVI Reunión Nacional de CUATERNARIO

Francisco J. García Tortosa (UJAEN)
Iván Medina Cascales (UA)
Iván Martín Rojas (UA)
Pedro Alfaro García (UA)

Grupo Tectónica Cuaternaria QTECT

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA EL ESTUDIO
DEL CUATERNARIO - AEQUA



Cuadernos de Campo del Cuaternario

Guías de Campo de la Asociación Española para el Estudio del Cuaternario
AEQUA Field-Guide Series

© Los autores

ISSN-electrónico: 2386-8341

Fotografía portada: Paisaje de badlands entre Castellár y Galera desarrollado en el bloque meridional de la falla de Galera sobre materiales lacustres de la cuenca de Guadix-Baza.

Autor de la fotografía / imagen: Iván Medina Cascales (UA)- Vuelo Dron.

Se recomienda citar las partes de esta obra de la siguiente forma:

García-Tortosa et al. (2026). Evolución geomorfológica y control tectónico de la cuenca de Guadix-Baza durante el Cuaternario. *C³ Cuadernos de Campo del Cuaternario*, 7. pp 37.

Edición y Maquetación:

Asociación Española para el Estudio del Cuaternario (AEQUA)

Escuela Politécnica Superior de Ávila (USAL).

Hornos Caleros, 50. 05003-Ávila, ESPAÑA

URL: www.aequa.es

e-mail: aequa@usal.es

Cuadernos de Campo del Cuaternario (C³) es una **iniciativa editorial AEQUA** que pretende recopilar todas las actividades de campo ligadas a los grupos de trabajo de la asociación, así como a los congresos y reuniones científicas que esta organice o en las que colabore.

Editores de la Serie: Pablo G. Silva y Javier Elez (Departamento de Geología, Universidad de Salamanca)

Autores Vol. 7: F.J. García-Tortosa, Iván Medina Cascales, Iván Martín Rojas y Pedro Alfaro García.

Título Vol. 5: Evolución geomorfológica y control tectónico de la cuenca de Guadix-Baza durante el Cuaternario

Congreso / Reunión: XVI Reunión Nacional de Cuaternario. Húscar (Granada), 6-9 julio 2026.

Excursión post-congreso, 9 de Julio 2026

Agradecimientos Vol. 7 (2026): Grupo de Tectónica Cuaternaria AEQUA



ASOCIACION ESPAÑOLA PARA EL
ESTUDIO DEL CUATERNARIO



**EXCURSIÓN POST-CONGRESO
XVI REUNIÓN NACIONAL DE CUATERNARIO
(SEG - AEQUA). AEQUA, JULIO 2026**

*Evolución geomorfológica y control tectónico de la cuenca de
Guadix-Baza durante el Cuaternario*

ÍNDICE

Introducción

Francisco J. García-Tortosa, Iván Medina Cascales, Iván Martín-Rojas y Pedro Alfaro 6

Introducción 6

La cuenca de Guadix-Baza (CGB) 6

Evolución de la cuenca de Guadix-Baza durante el Cuaternario: la captura fluvial 8

¿Cuándo se produjo la captura? 8

Influencia de la tectónica en la cuenca de Guadix-Baza 11

Falla de Baza 12

Falla de Galera 13

Itinerario 15

Parada 1: El Jabalcón: un mirador en el centro de la CGB

Francisco J. García-Tortosa, Pedro Alfaro, Iván Medina Cascales e Iván Martín-Rojas 16

**Parada 2: Transición fluviolacustre (endorreica) y travertinos de Zújar. Del
endorreísmo al exorreísmo**

Francisco J. García-Tortosa, Iván Medina Cascales, Iván Martín-Rojas y Pedro Alfaro 18

Transición fluviolacustre en la desembocadura del Paleofardegas 18

La captura fluvial y los travertinos de Zújar 18

Parada 3: La falla de Baza

Iván Medina Cascales, Pedro Alfaro, Francisco J. García-Tortosa e Iván Martín-Rojas 21

Parada 4: La terraza de Puente Arriba

Francisco J. García-Tortosa, Iván Medina Cascales, Iván Martín-Rojas y Pedro Alfaro 23

Parada 5: La influencia de la falla de Galera en el relieve actual

Iván Medina Cascales, Francisco J. García-Tortosa, Pedro Alfaro e Iván Martín-Rojas 24

Parada 6: Las sismitas de Galera

Pedro Alfaro, Francisco J. García-Tortosa, Iván Medina Cascales e Iván Martín-Rojas 26

**Parada 7: El valle del río Galera y el Castellón Alto: un resumen de la evolución
geológica y geomorfológica de la CGB**

Francisco J. García-Tortosa, Iván Martín-Rojas, Iván Medina Cascales y Pedro Alfaro 29

C³ Referencias. 33

C³

Cuadernos de Campo del Cuaternario
Vol. 7 (2026). AEQUA

*Evolución geomorfológica y control tectónico
de la cuenca de Guadix-Baza durante el
Cuaternario*

Editado Por

*Francisco Juan García-Tortosa (UJAEN), Iván Medina Cascales (UA), Iván Martín Rojas (UA)
y Pedro Alfaro (UA)*

entidades organizadoras



coorganizadores, patrocinadores y colaboradores



Introducción

La presente guía de campo aborda las principales etapas de la evolución geológica y geomorfológica de la cuenca de Guadix-Baza, centrándose especialmente en el Cuaternario. La cuenca de Guadix-Baza, localizada en el sector central de la Cordillera Bética (Fig. 1), es la mayor cuenca intramontañosa del sur de la península Ibérica. Gracias al carácter endorreico de la cuenca durante la mayor parte del Cuaternario, se acumularon centenares de metros de espesor de sedimentos fluviales y lacustres, que, junto a abundantes yacimientos paleontológicos de micro y macro vertebrados, la convierten en una de las cuencas con mejor registro cuaternario continental. La cuenca también ha tenido una evolución geomorfológica extraordinaria durante el Cuaternario. La reciente captura fluvial, con el tránsito de cuenca endorreica a exorreica, supuso un cambio radical en el relieve. La captura desencadenó una intensa etapa erosiva, todavía activa, que es responsable de uno de los principales iconos paisajísticos del Geoparque de Granada: los *badlands* que se desarrollan sobre rocas de diferente naturaleza y edad. Destacan, entre otros muchos, los paisajes de *badlands* de Alicún de Ortega, Guadix, Los Coloraos o los del sector de Castilléjar-Galera, algunos de los cuales se visitarán en esta salida de campo.

Tanto en la evolución geológica como en la geomorfológica, la tectónica ha representado un papel fundamental. Por ello, en la guía también se pondrá especial atención a las principales

estructuras activas del territorio: las fallas de Baza y de Galera.

La escasa cobertura vegetal y el intenso encajamiento fluvial favorecen excelentes condiciones para la observación de estructuras tectónicas, rocas sedimentarias cuaternarias y formas del relieve, convirtiendo este territorio en un laboratorio natural privilegiado para el estudio de procesos geomorfológicos y tectónicos activos. Además, el registro paleontológico cuaternario de la cuenca es considerado, desde un punto de vista cronológico, uno de los más continuos y extensos conocidos hasta el momento para el Pleistoceno y referente internacional para el estudio de la evolución paleoecológica y paleobiogeográfica del sur de Europa. Estas singularidades permitieron que, a principios de la presente década, el territorio fuese incluido en la Red Mundial de Geoparques de la UNESCO con el nombre de Geoparque de Granada.

La cuenca de Guadix-Baza

La cuenca de Guadix-Baza (CGB) (Fig. 2) constituye una de las principales cuencas sedimentarias neógeno-cuaternarias de la Cordillera Bética. Se extiende sobre una superficie superior a 4,500 km², configurando una amplia depresión intramontañosa que, sin

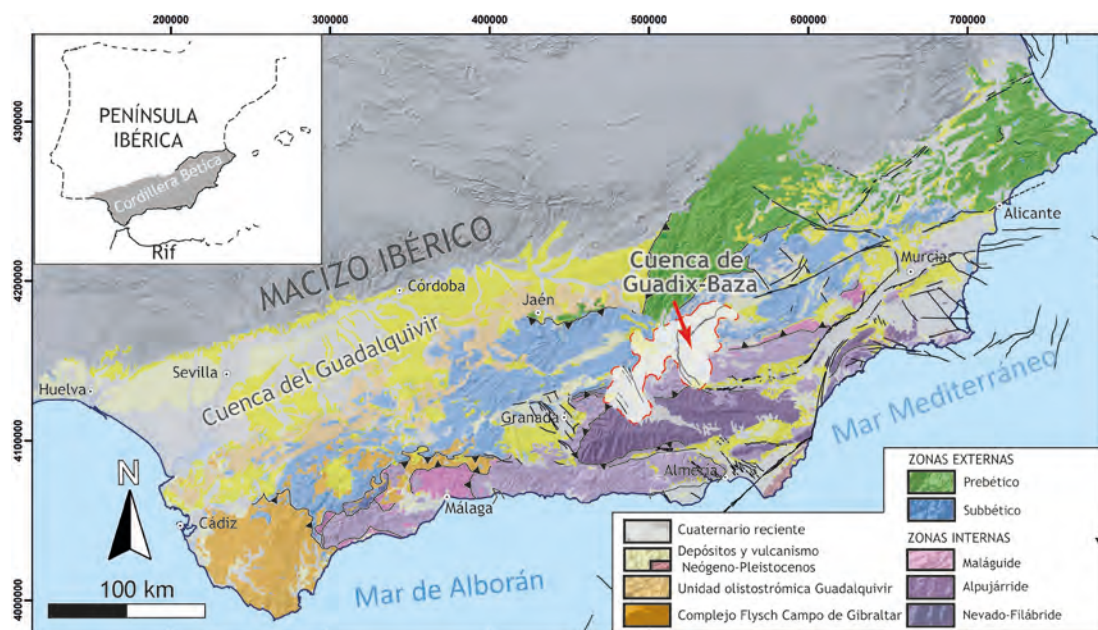


Figura 1. Localización geológica de la cuenca de Guadix-Baza. La cuenca se sitúa en el sector central de la Cordillera Bética, sobre el basamento de las Zonas Externas al norte y las Zonas Internas al sur.

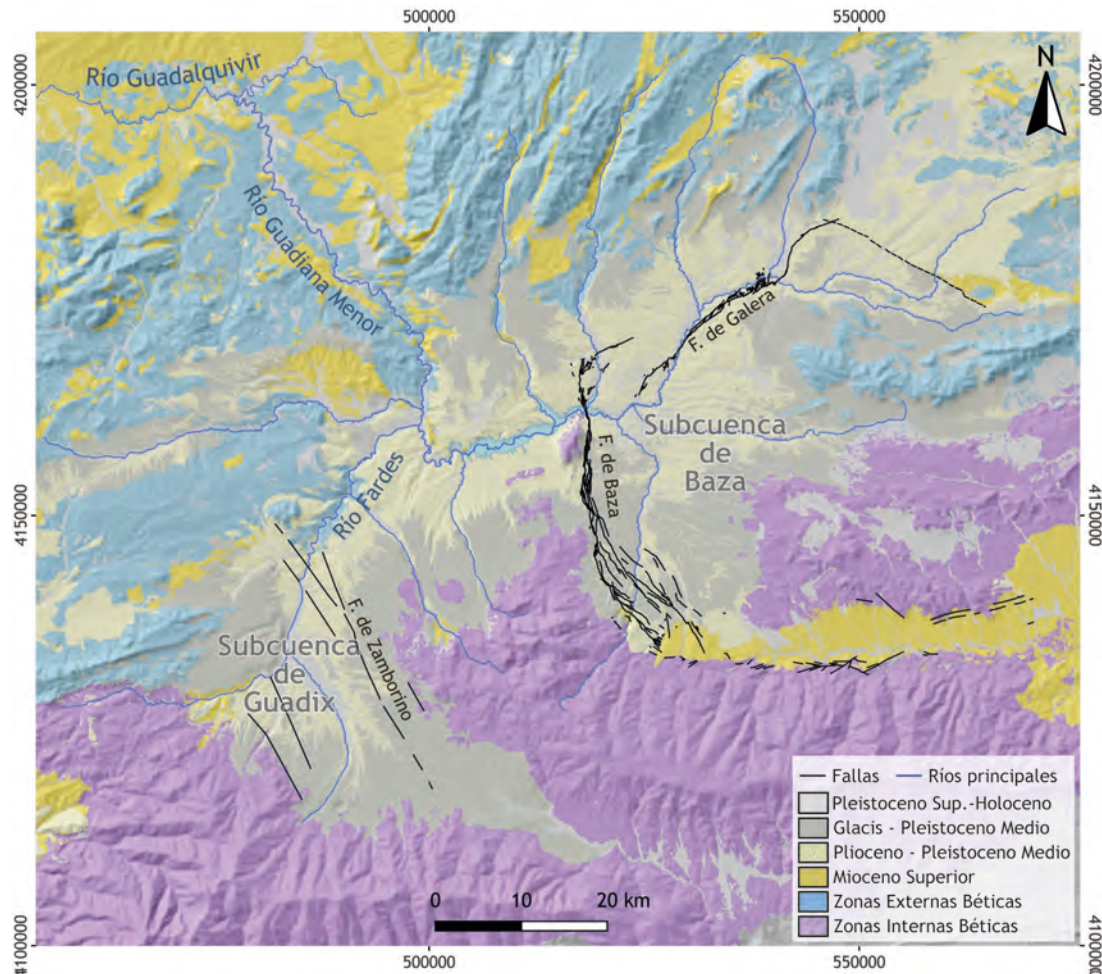


Figura 2. Mapa geológico de la cuenca de Guadix-Baza en el que se ha resaltado la superficie de glacis y las principales fallas.

embargo, representa una de las áreas de mayor altitud media de la península, con cotas superiores a los 1,000 m s.n.m y rodeada por montañas que superan ampliamente los 2000 m de altitud.

En el Mioceno superior, la cuenca de Guadix-Baza tenía un carácter marino, situándose en una zona que conectaba el océano Atlántico y el mar Mediterráneo. El levantamiento tectónico regional asociado al acercamiento continuado entre Nubia y Eurasia (Sanz de Galdeano y Alfaro, 2004), produjo la emersión progresiva de toda la región, lo que provocó a su vez la desconexión de la cuenca con el mar. A finales del Mioceno superior se inició en la cuenca una etapa continental endorreica que perduró durante el Plioceno y gran parte del Cuaternario (Fig. 3).

Durante esta etapa endorreica se desarrolló un amplio sistema lacustre en el sector oriental de la cuenca, conocido como el paleolago de Baza (Vera, 1970; Peña, 1985a; García-Aguilar, 1997; Gibert *et al.*, 2007a; García-Aguilar y Palmqvist, 2011), mientras que en el sector occidental dominaron los sistemas fluviales (Vera,

1970; Peña, 1985b; Calvache *et al.*, 1997; Soria *et al.*, 1999; Gibert *et al.*, 2007) (Fig. 4a). El principal eje de drenaje de la parte occidental fue el Paleofardes, un sistema fluvial que transportaba sedimentos desde los sectores occidentales hacia el este (Calvache y Viseras, 1997), desembocando finalmente en el paleolago de Baza, al que también llegaban los ríos de las sierras orientales. La interacción entre ambos sistemas generó extensas zonas de transición fluvio-lacustre, caracterizadas por la interdigitación de facies detríticas, carbonatadas y evaporíticas. Como se describe más adelante, en la diferenciación de ambos sectores tuvo un papel fundamental la tectónica, y más concretamente la falla activa de Baza (Alfaro *et al.*, 2008). Esta falla actuó como el límite natural entre la subcuenca de Guadix, en la que predominan los sedimentos fluviales, y la subcuenca de Baza, en la que predominan los sedimentos lacustres (García Tortosa *et al.*, 2008).



Figura 3. Evolución paleogeográfica de la cuenca de Guadix-Baza durante la parte final del Mioceno superior, en la que se observa la transición de la cuenca marina a la cuenca continental endorreica. Tomada de Guía geológica del Geoparque de Granada (García-Tortosa, F.J., Ed.).

La evolución de la CGB durante el Cuaternario: la captura fluvial

La etapa endorreica de la cuenca se prolongó durante el Pleistoceno inferior y parte del Pleistoceno medio, permitiendo la acumulación de varios cientos de metros de sedimentos continentales (Vera, 1970; Peña, 1985b; Soria *et al.*, 1999; Calvache *et al.*, 1997; Gibert *et al.*, 2007). Coronando estos sedimentos se desarrolló una extensa superficie geomorfológica de glaciares que ocupó la mayor parte de la cuenca (García Tortosa *et al.*, 2008, 2011). Esta superficie (Fig. 4a), con un carácter mixto deposicional y erosivo, constituye el último vestigio de la etapa endorreica (García-Tortosa *et al.*, 2008, 2011). La cuenca cambió drásticamente durante el Pleistoceno medio, cuando el sistema endorreico fue capturado por la red hidrográfica del Guadalquivir (Fig. 4b). La captura supuso el paso a la etapa exorreica, con la apertura del drenaje interno hacia el océano Atlántico y un descenso de más de 500 m del nivel de base regional. Este cambio desencadenó una intensa etapa de erosión remontante e incisión fluvial que continúa activa en la actualidad (Fig. 4c) (Calvache y Viseras, 1997; Díaz-Hernández y Julià, 2006; García-Tortosa *et al.*, 2008, 2011, 2024; Pérez-Peña *et al.*, 2009). Como consecuencia de esta reorganización del drenaje, los sedimentos acumulados durante más de cinco millones de

años (Plioceno y Pleistoceno inferior) comenzaron a ser rápidamente erosionados. De este modo, se desarrolló una red de valles profundamente encajados y extensas áreas de *badlands*, con restos aun conservados del glacis en la orla marginal de la cuenca (Fig. 5). En esta etapa exorreica, la sedimentación se limita a pequeños sistemas aluviales en el borde de la cuenca, depósitos de fondo de cauces (incluyendo varios sistemas de terrazas) y sistemas travertínicos, como los de Alicún y Zújar (Díaz-Hernández y Julia, 2006; García-Tortosa *et al.*, 2024).

¿Cuándo se produjo la captura?

En las últimas décadas se han realizado diferentes propuestas sobre el momento en el que se produjo la captura (Fig. 6). A la hora de proponer un rango temporal para la captura, hay que tener en cuenta el tamaño de la cuenca y la presencia de fallas activas que la dividen en varios sectores. Por esto, el tránsito del endorreísmo al exorreísmo debió ser temporalmente desigual en algunos de estos sectores, especialmente en los más orientales de la subcuenca de Baza (García Tortosa, F.J., Ed.). La integración de varios datos geológicos, geomorfológicos, paleontológicos y algunas edades radiométricas de materiales exorreicos apuntan a que el proceso de captura es algo

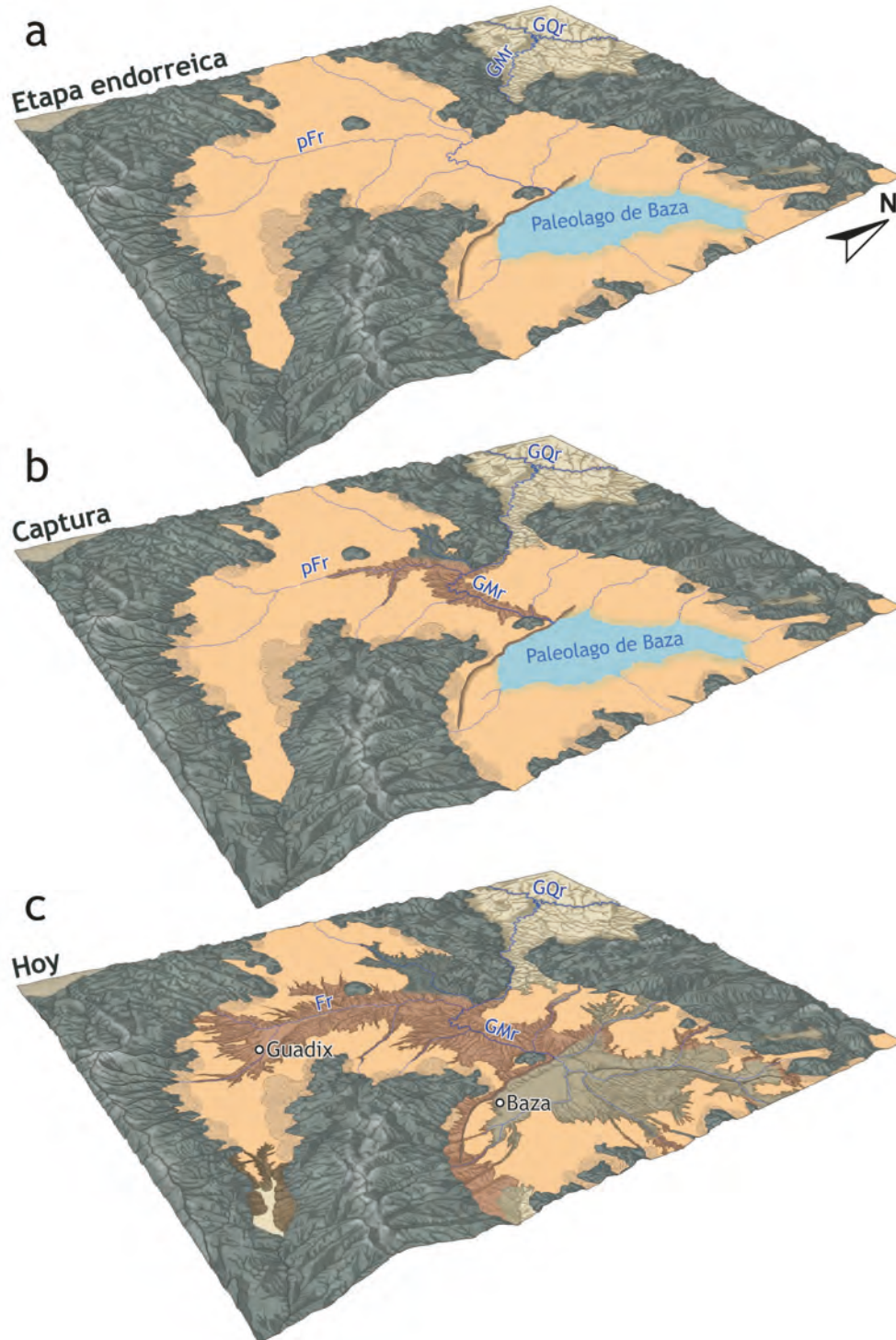


Figura 4. Evolución plio-cuaternaria de la cuenca de Guadix-Baza. Durante la etapa endorreica (a) el glacis cubrió por completo la cuenca. Después de la captura (b), la erosión ha dominado la cuenca y el glacis sólo se preserva en las zonas marginales (c). pFR: Río Paleofarides; FR: Río Fardes; GQR: Río Guadalquivir; GMR: Río Guadiana Menor. Tomada de García-Tortosa et al. (2024).

anterior al medio millón de años (García Tortosa et al., 2024). Este rango viene delimitado por la edad de los depósitos exorreicos más antiguos y la de los depósitos endorreicos más modernos.

Los materiales exorreicos más antiguos datados hasta ahora se encuentran en el sistema de plataformas travertínicas de Zújar, que han

sido datadas radiométricamente con $^{234}\text{U}/^{230}\text{Th}$ (Fig. 6) (García-Tortosa et al., 2024). De acuerdo con estas dataciones, la plataforma más antigua tendría una edad de $240.8 \pm 29.27/-24.04$ ka. Esta plataforma está situada a 250 ± 10 m bajo la superficie de glacis, por lo que cuando esta se formó, el río ya se había encajado hasta esa



Figura 5. Panorámica del paisaje de badlands de la Cuenca de Guadix-Baza en el que se reconoce la superficie de glacis más elevada. Tomada de García-Tortosa *et al.* (2024).

profundidad. Esto nos marca un límite por arriba para calcular la edad de la captura. Es decir, la captura tuvo que ocurrir antes de la suma de la edad de este travertino (ca. 240 ka) más el tiempo requerido para que la red de drenaje se encajara 250 m (Fig. 6). Díaz-Hernández y Julià (2006) hicieron un estudio similar en los travertinos de Alicún de las Torres. Estos autores dataron la plataforma más alta, situada a 190 ± 10 m bajo el glacis, con una edad de 220-190 ka, y propusieron una edad para la captura más antigua de la que se había publicado hasta la fecha (Fig. 6).

Por otro lado, el límite inferior de la edad de la captura ha sido establecido a partir de la edad de los sedimentos endorreicos más recientes. La inversión magnética del límite Matuyama-Brunhes (aproximadamente 781 ka) ha sido identificada en varias secciones de materiales endorreicos (Botella *et al.*, 1976; Viseras *et al.*, 2006; Scott y Gibert, 2009; Arribas *et al.*, 2009; Pla-Pueyo *et al.*, 2011; Álvarez-Posada *et al.*, 2017;). En todas esas secciones, el límite Matuyama-Brunhes se encuentra varios metros por debajo de la superficie de glacis que representa el final de la etapa endorreica. Así pues, el límite inferior del proceso de captura vendría dado por la edad del límite Matuyama-Brunhes (ca. 781 ka) menos el tiempo requerido para sedimentar el espesor de depósitos situado sobre este (entre 9 y 17 m según el lugar donde se realizaron los estudios de paleomagnetismo (Fig. 6). También habría que

considerar, especialmente en los lugares más alejados de la zona de captura, que la sedimentación pudo continuar durante un tiempo una vez que la cuenca había sido capturada. Medina Cascales (2021) y García Tortosa *et al.* (2022, 2024) proponen una doble captura. Según estos autores, primero se produjo la captura del Paleofardes y de sus tributarios del sector occidental. Posteriormente, con cierto retraso, se produjo la captura del sistema lacustre que, al perder las aguas provenientes del Paleofardes, quedó individualizado durante algún tiempo.

Por tanto, teniendo en cuenta, por un lado, la edad del depósito exorreico más antiguo datado (ca. 240 ka) más el tiempo necesario para que se encaje la red fluvial, y por otro lado la posición del límite Matuyama-Brunhes (ca. 781 ka) menos el tiempo requerido para sedimentar el espesor de depósitos situado sobre este, la captura de la cuenca de Guadix-Baza tuvo que haber sido en torno a los 600 ka (García-Tortosa *et al.*, 2024) (Fig. 6). Esta aproximación a la edad de la captura tiene ciertas limitaciones. El cálculo del tiempo necesario para el encajamiento de la red es complicado debido a la variabilidad de las tasas de incisión en intervalos largos en respuesta a cambios tectónicos, climáticos y del nivel de base. Lo mismo ocurre con el cálculo del tiempo necesario para el depósito del espesor de sedimentos entre el límite Matuyama-Brunhes y el techo de la serie endorreica, que se complica por las diferencias que pudieron existir en las tasas

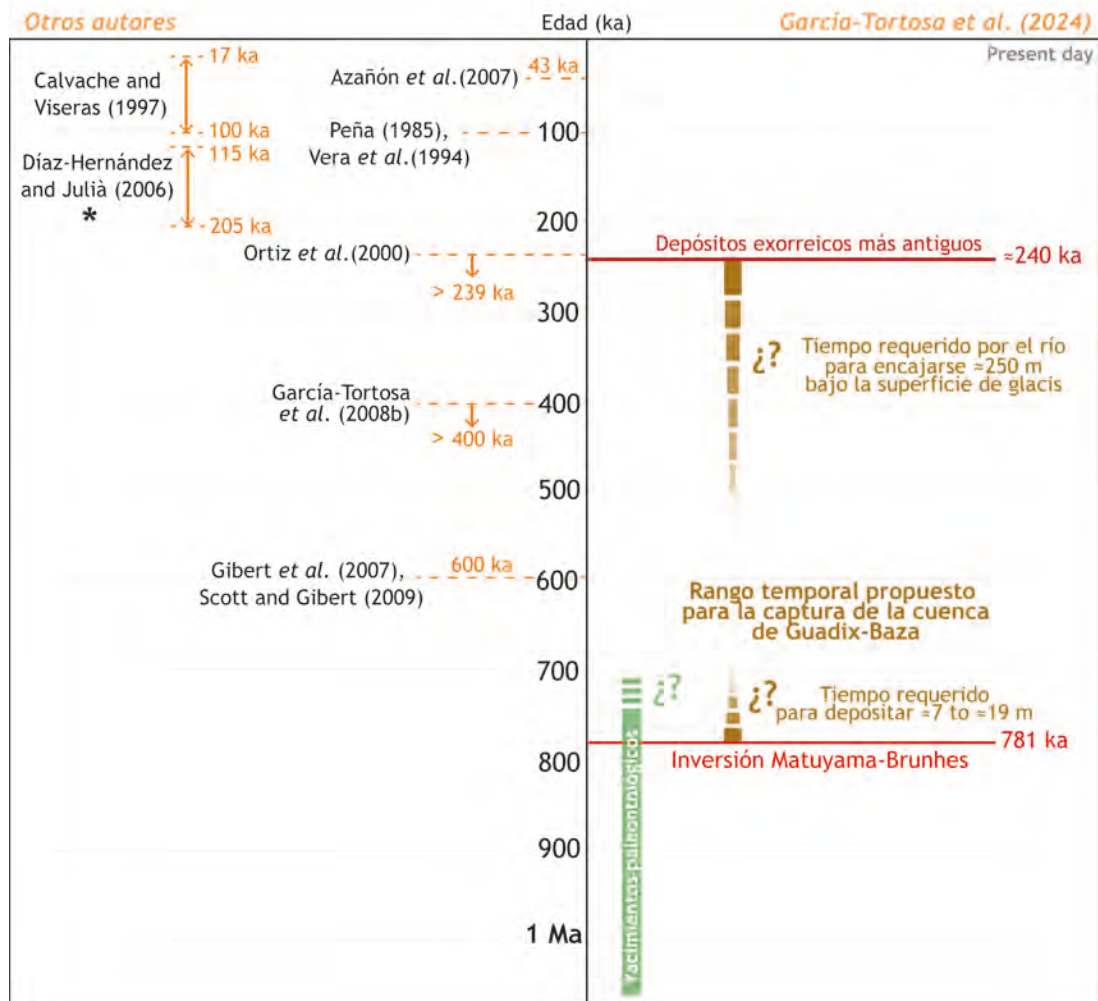


Figura 6. Esquema cronológico del evento de captura de la cuenca de Guadix-Baza, comparando la última propuesta de García-Tortosa et al. (2024) con propuestas anteriores (Peña, 1985; Vera et al., 1994; Calvache y Viseras, 1997; Ortiz et al., 2000; Azañón et al., 2006; Díaz-Hernández y Julià, 2006; Gibert et al., 2007b; García-Tortosa et al., 2008; Scott y Gibert, 2009). El rango temporal propuesto está situado entre: i) un límite superior dado por la edad de la plataforma más antigua de los travertinos de Zújar (ca. 240 ka) más el tiempo requerido para que el río se encaje 250 m; y ii) un límite inferior dado por la inversión Matuyama-Brunhes (ca. 781 ka) menos el tiempo requerido para depositar el espesor de sedimentos endorreicos entre este límite y la superficie de glaciares. Este límite inferior está reforzado por las dataciones paleontológicas en la cuenca (barra verde).

de sedimentación entre diferentes puntos de la cuenca.

Influencia de la tectónica en la CGB

La evolución geológica y geomorfológica de la cuenca no se puede comprender sin el papel de la tectónica. La cuenca de Guadix-Baza se sitúa en un límite de placas convergente entre Eurasia y Nubia (África), que se aproximan unos 5 mm/año (DeMets et al., 1994; Nocquet, 2012; Pérez-Peña et al., 2010; Moral y Balanyá, 2020; Madarieta-Txurruka et al., 2026). Este acortamiento produjo un engrosamiento cortical en el sector central de la Cordillera Bética y una elevación tectónica regional desde el Mioceno superior. Una de las consecuencias de este levantamiento tectónico fue, tal y como se ha comentado anteriormente, la emersión

progresiva de relieves y la desconexión entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo (Sanz de Galdeano y Vera, 1992; Soria et al., 1999; Braga et al., 2003). En estos momentos, la cuenca de Guadix-Baza experimentó un cambio muy importante en la sedimentación, que cambió de marina a continental (Fig. 3).

A pesar de que la zona de estudio se encuentra en un límite de placas convergente, desde finales del Mioceno superior, el sector central de la cordillera ha estado sometido a una extensión regional ENE-WSW. Esta extensión ha dado lugar a la formación de fallas activas normales con orientación NNO-SSE, las cuales son responsables de la configuración y geometría reciente de las cuencas de Granada y de Guadix-Baza (Fig. 7a) (Alfaro et al., 2001, 2008; Galindo-Zaldívar et al., 1999; Medina-Cascales et al.,

2020). Esta situación geodinámica se mantiene actualmente con una extensión total de unos 2 mm/año en ambas cuencas (Martin-Rojas *et al.*, 2023) (Fig. 7b).

En la cuenca de Guadix-Baza, esta extensión está siendo acomodada mayoritariamente por la falla de Baza al este y, en menor medida, por la falla de Zamborino en el sector de Guadix (Fig. 7) (Alfaro *et al.*, 2008; García-Tortosa *et al.*, 2011; Sanz de Galdeano *et al.*, 2012; Castro *et al.*, 2018; Medina-Cascales *et al.*, 2020). Asociadas a estas fallas normales existen fallas sinistrorsas de dirección ENE-WSW como la de Galera (Figs. 7 y 8) (Sanz de Galdeano *et al.*, 2012; Medina-Cascales *et al.*, 2021; Martin-Rojas *et al.*, 2024).

Falla de Baza

La falla de Baza es una falla normal con orientación N-S y buzamiento hacia el E (Alfaro *et*

al., 2008) (Figs. 7, 8). Con una longitud de 37 km, se trata de una de las fallas con mayor actividad del sector central de la Cordillera Bética, con un desplazamiento vertical acumulado de entre 2,000 y 3,000 m desde el Mioceno superior (Alfaro *et al.*, 2008; Haberland *et al.*, 2017). El desplazamiento vertical de la falla de Baza puede ser observado también en la superficie de glaciares pleistocenos que marca el fin de la etapa endorreica de la cuenca de Guadix-Baza (Fig. 9). En este caso, el salto vertical de este marcador varía entre 100 y 200 m (Fig. 10) (García-Tortosa *et al.*, 2008; 2011).

La falla de Baza presenta una notable variación en la anchura de su zona de falla a lo largo de su traza: mientras que en el sector sur esta tiene más de 6 km de anchura, hacia el norte se adelgaza progresivamente hasta quedarse en

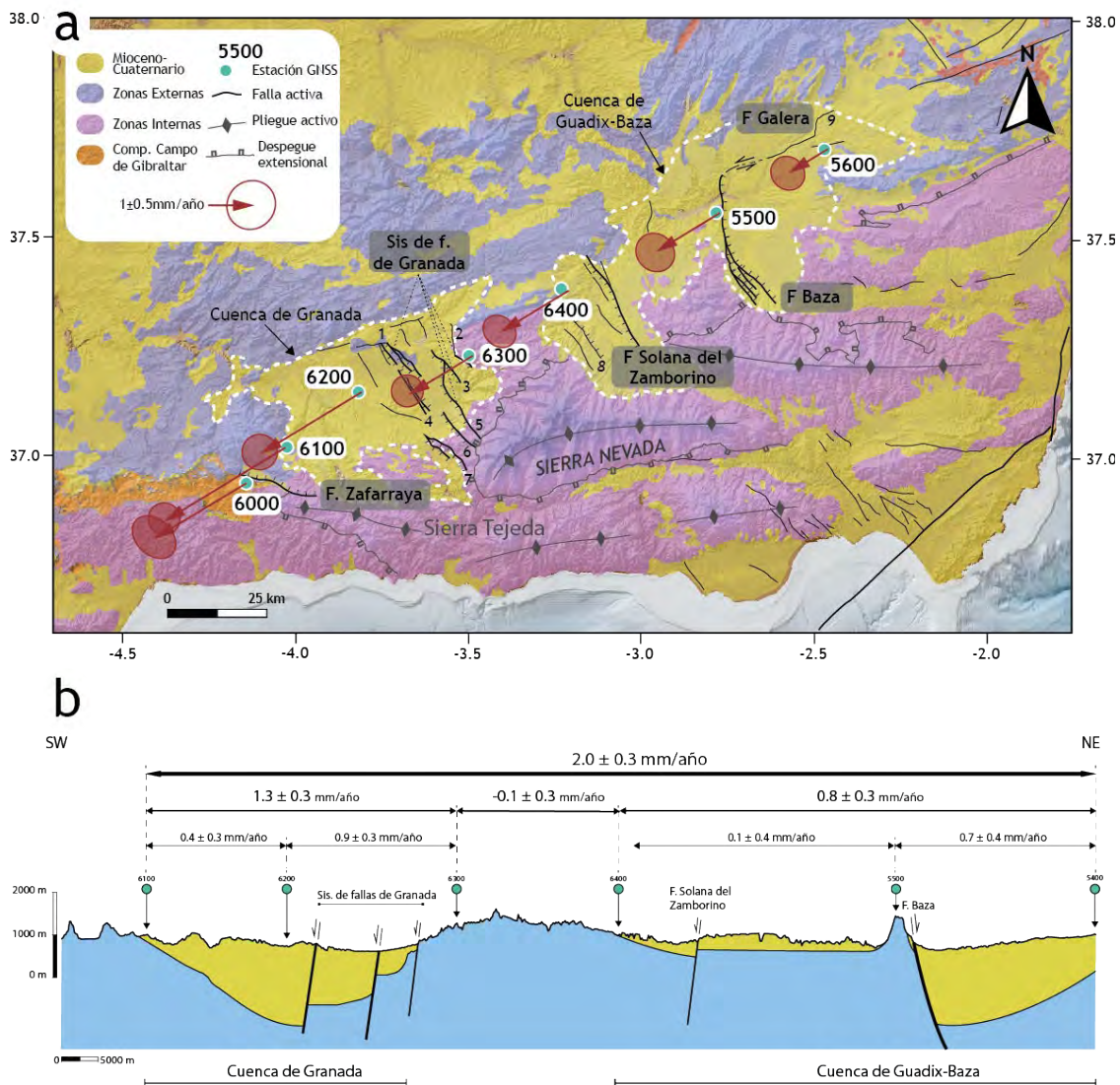


Figura 7. (a) Velocidades residuales GNSS del sector central de la Cordillera Bética proyectadas a lo largo de la dirección N60E, que muestran la extensión regional en esta dirección. (b) Corte geológico simplificado en las tasas de deformación de cada uno de los sectores. La escala vertical está exagerada. Modificado de Martin-Rojas *et al.*

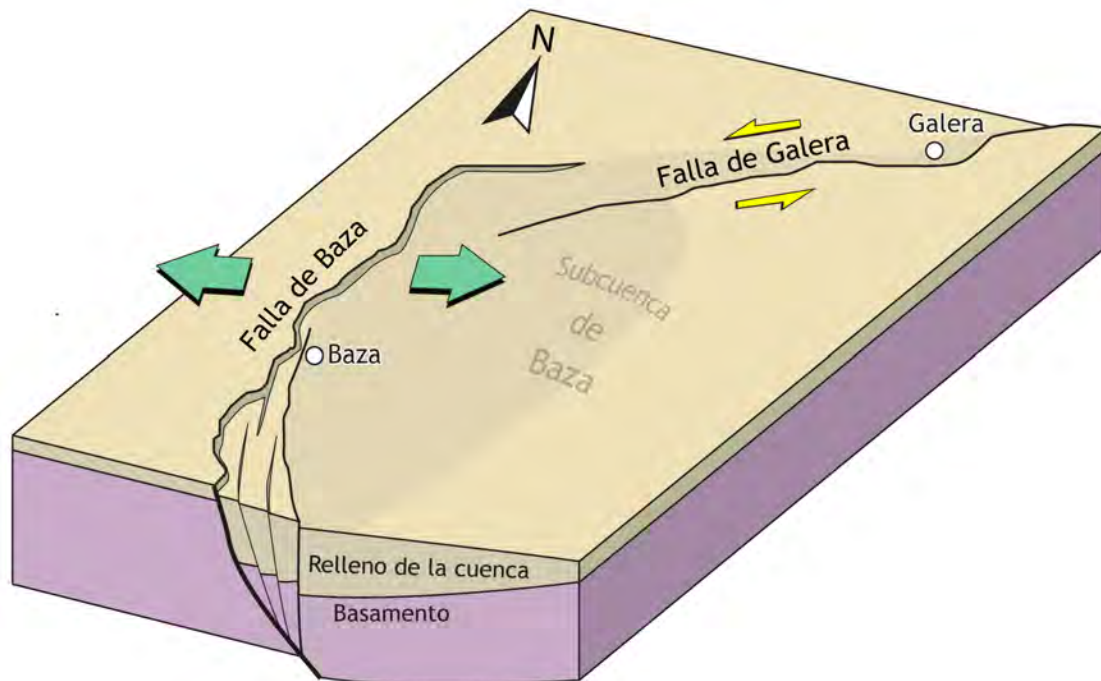


Figura 8. Bloque diagrama simplificado que muestra la relación entre la falla de Baza y de Galera.

unos 30 m en su terminación septentrional (Fig. 8) (Medina-Cascales *et al.*, 2020).

Los datos geodésicos indican que la falla tiene una tasa de deformación horizontal *short term* de 0.9 ± 0.2 mm/año en su sector septentrional y de 0.3 ± 0.2 mm/año en el meridional (Alfaro *et al.*, 2021). Estos valores son superiores a las tasas de deformación *long-term* calculadas a partir del desplazamiento del glacis, cuya componente vertical se sitúa en el rango de 0.2-0.5 mm/año (García-Tortosa *et al.*, 2011).

La falla de Baza tiene una escasa sismicidad instrumental. Sin embargo, fue la estructura responsable de uno de los mayores terremotos históricos producidos en nuestro país: el terremoto de Baza de 1531. Este sismo, de

intensidad VIII-IX MMI (Martínez-Solares y Mezcuá, 2002) y de una magnitud estimada en torno a 6 (Sanz de Galdeano *et al.*, 2012), produjo varios centenares de víctimas mortales en las poblaciones de Baza y Benamaurel. Además de este evento, los estudios paleosismológicos han permitido reconstruir una historia de rupturas en superficie para los últimos 45,000 años que incluyen entre 8 y 9 eventos (Castro *et al.*, 2018).

Falla de Galera

La falla de Galera es una falla oblicua, con una orientación ENE-OSO y unos 30 km de longitud (García Tortosa *et al.*, 2011; Sanz de Galdeano *et al.*, 2012; Medina-Cascales *et al.*, 2021;) (Fig. 8). La componente principal de la falla de Galera es

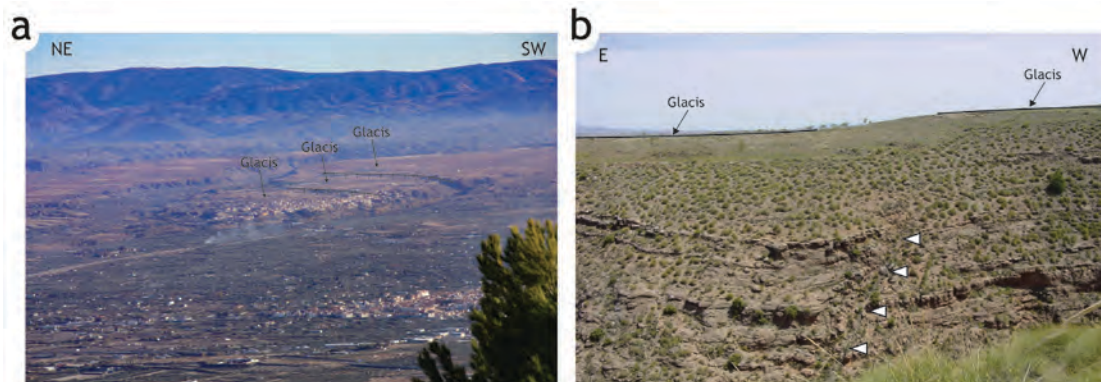


Figura 9. Fotografías de la zona de falla de Baza en las que se observa el glacis desplazado por ramas de la falla.

sinistrosa, mientras que la componente vertical levanta el bloque meridional (García-Tortosa *et al.*, 2011; Sanz de Galdeano *et al.*, 2012; Medina-Cascales *et al.*, 2021). La componente horizontal ha sido cuantificada a partir de datos geodésicos en 0.5 ± 0.3 mm/año (Alfaro *et al.*, 2021); mientras que la vertical ha sido estimada a partir de datos geológicos en 0.08–0.24 mm/año (García-Tortosa *et al.*, 2011).

Desde el punto de vista estructural, la falla de Galera se caracteriza por presentar una zona de falla en superficie cuyo espesor varía entre unas pocas decenas de metros y 1,500 m. La falla presenta un *right-stepping bend* que da lugar a una zona de transtensión en la que aparecen

fallas normales secundarias con orientación N-S (Medina-Cascales *et al.*, 2021a).

La componente vertical de la falla de Galera, a pesar de ser minoritaria, es la que ha dejado una impronta geomorfológica más marcada. Así, por ejemplo, esta componente ha provocado un desplazamiento vertical del glacis que alcanza los 90 m (García-Tortosa *et al.*, 2011; Medina-Cascales *et al.*, 2021). Además, el desplazamiento vertical de la falla de Galera también influye en la geometría e incisión de la red de drenaje, dando lugar a notables diferencias geomorfológicas entre los dos bloques de la falla (Medina-Cascales *et al.*, 2021).

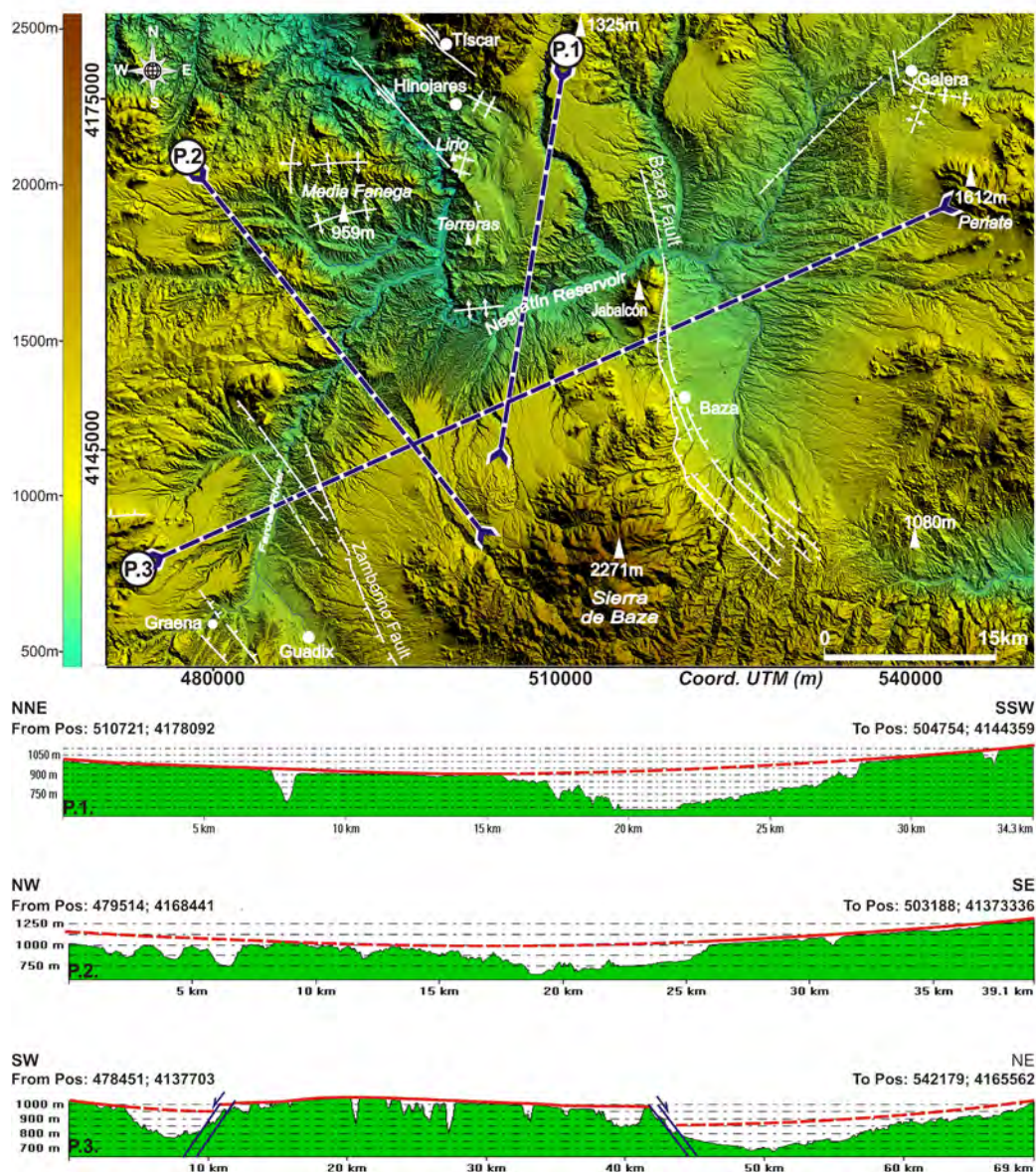


Figura 10. MDT de la zona central de la cuenca con varios perfiles topográficos que reconstruyen la superficie de glacis (envolvente con una línea roja). El perfil 3 es perpendicular a las fallas de Zamorino y Baza. Obsérvese el desplazamiento del glacis generado por la falla de Baza. Tomado de García-Tortosa *et al.* (2011).

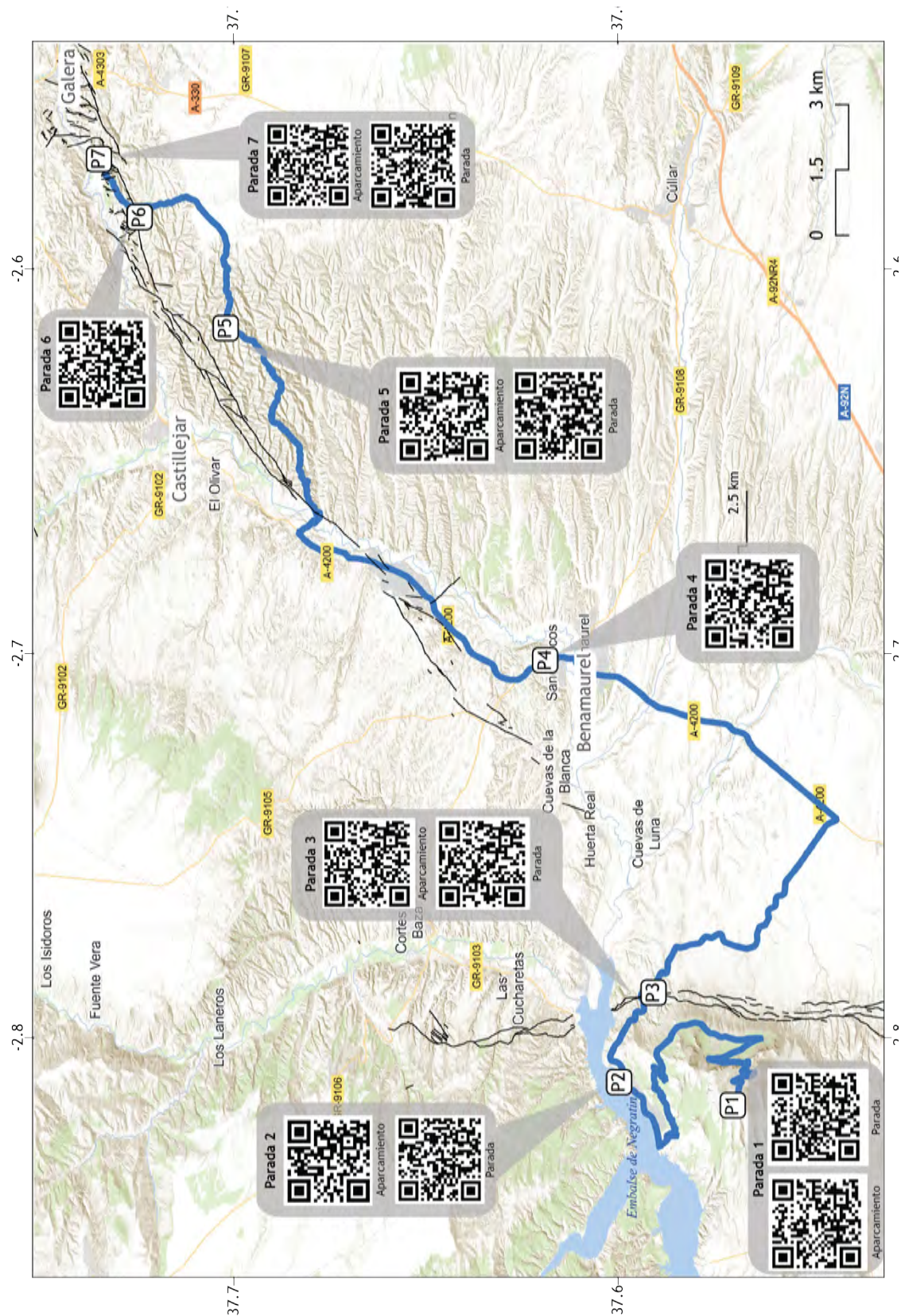


Figura 11. Itinerario de la excursión con la localización de las paradas entre el cerro Jabalcón y Galera.

Parada 1: El Jabalcón: un mirador en el centro de la cuenca de Guadix-Baza

Francisco J. García-Tortosa. Dpto. de Geología, Universidad de Jaén UJAEN. gtortosa@ujaen.es

Pedro Alfaro. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. pedro.alfaro@ua.es

Iván Medina Cascales. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. ivan.medina@ua.es

Iván Martín Rojas. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. ivan.martin@ua.es

El Cerro Jabalcón es un monte isla que sobresale en mitad de la cuenca de Guadix-Baza, con una visión única y panorámica de 360°. Desde este punto se observan todas las montañas que rodean la cuenca (Fig. 12), tanto los relieves de las Zonas Externas al norte como los de las Zonas Internas al sur.

Desde aquí se pueden apreciar las diferencias entre el sector occidental de la subcuenca de Guadix y el oriental de la subcuenca de Baza. El sector occidental está caracterizado por rocas sedimentarias de tonos ocres y rojizos que corresponden mayoritariamente a sedimentos fluviales. En el sector oriental dominan los colores

blanquecinos de los sedimentos lacustres (Figs. 13 y 14).

Otro aspecto visible desde el mirador es la marcada incisión de la red de drenaje desarrollada durante la etapa erosiva en la que se encuentra actualmente toda la cuenca. Asimismo, también se reconoce en las zonas marginales de la cuenca, la superficie geomorfológica de glacia que marca el final de la etapa endorreica (Fig. x). Por último, al oeste de la terminación de la sierra de Pozo Alcón-Cazorla, es posible reconocer la zona por la que la cuenca fue capturada (Fig. 14).

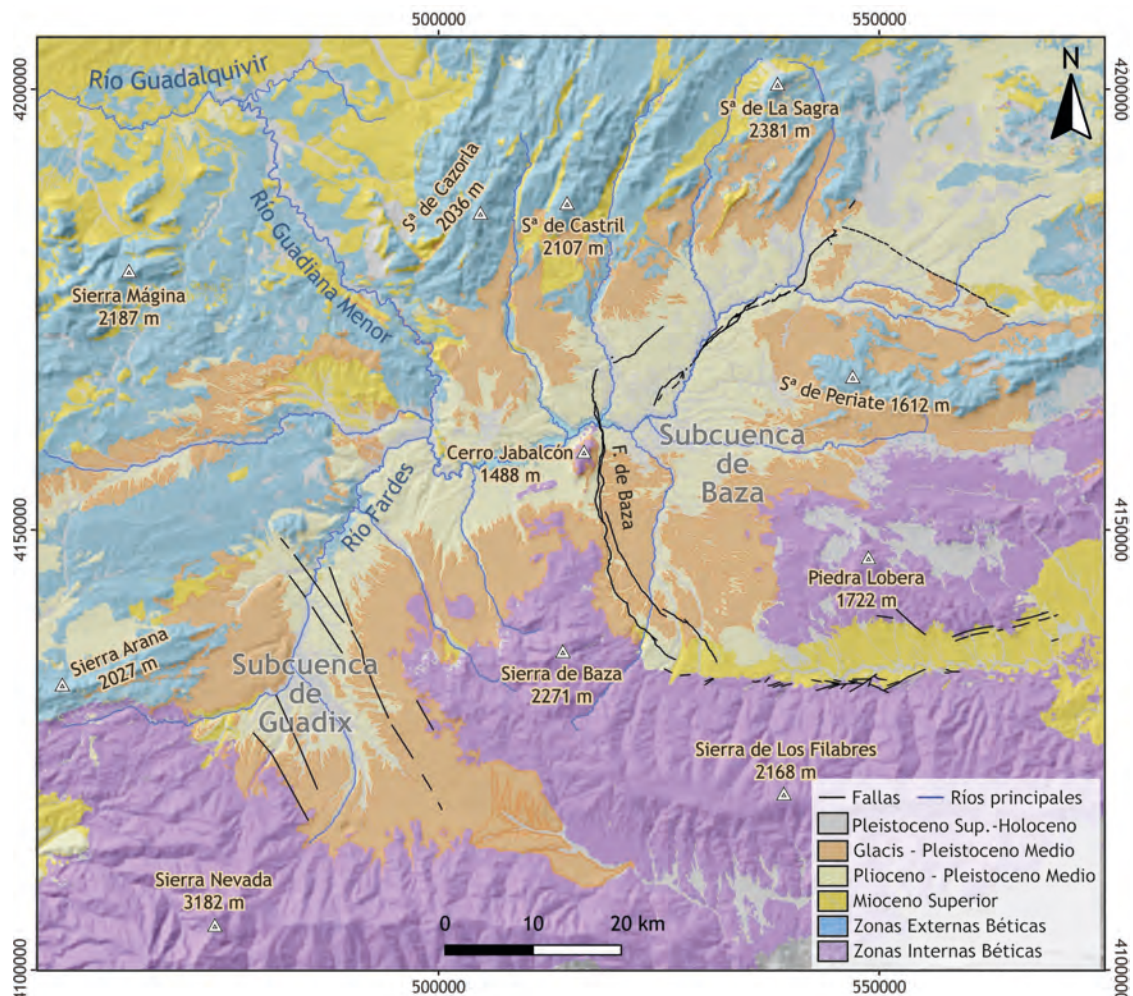


Figura 12. Mapa de la cuenca de Guadix-Baza en el que se han señalado los principales relieves que la rodean y la superficie de glacia.

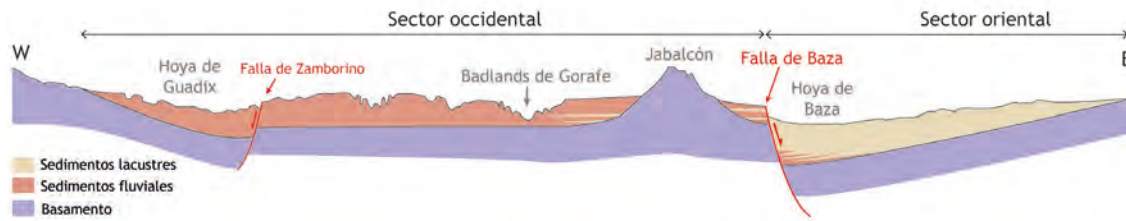


Figura 13. Corte geológico simplificado de la cuenca de Guadix-Baza en el que se distingue el sector occidental (fluvial) del oriental (lacustre). Tomado de la Guía geológica del Geoparque de Granada (García-Tortosa, F.J., Ed.).



Figura 14. Imagen de Google Earth con la situación del Jabalcón y la panorámica de las subcuencas de Guadix y la de Baza, el glacis y la zona captura.

Parada 2: Transición fluviolacustre y travertinos de Zújar. Del endorreísmo al exorreísmo

Francisco J. García-Tortosa. Dpto. de Geología, Universidad de Jaén UJAEN. gtortosa@ujaen.es

Iván Medina Cascales. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. ivan.medina@ua.es

Iván Martín Rojas. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. ivan.martin@ua.es

Pedro Alfaro. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. pedro.alfaro@ua.es



Figura 15. Panorámica desde la parada 2 hacia el Norte, en la que se observa la transición entre la sedimentación fluvial y lacustre.

Transición fluviolacustre en la desembocadura del Paleofardes

Al norte del cerro Jabalcón se situaba una amplia zona de transición entre los sistemas fluviales del sector occidental de la cuenca y los sedimentos lacustres del paleolago de Baza. En este entorno, las variaciones en el nivel del lago provocaban continuos desplazamientos de la línea de costa, de modo que los ambientes fluviales y lacustres se sucedían lateral y verticalmente. Como resultado se generó una alternancia de sedimentos detríticos, aportados por los ríos, y depósitos carbonatados y evaporíticos, asociados al lago. De este modo, se constituyó una zona de transición lateral entre

ambos ambientes a lo largo de toda la etapa endorreica (Fig. 15).

Desde esta parada podemos observar una panorámica de dicha zona de transición entre los dos sistemas sedimentarios de la etapa endorreica de la cuenca de Guadix-Baza (Fig. 15).

La captura fluvial y los travertinos de Zújar

Como ya se indicó en la parada anterior, el evento geológico más importante en la cuenca de Guadix-Baza en el Cuaternario es la captura del sistema fluvial del Paleofardes por parte de un tributario del río Guadalquivir. Este tributario se convertiría en el actual río Guadiana Menor. Durante este proceso, se pasó de una cuenca endorreica, dominada por la sedimentación fluvial

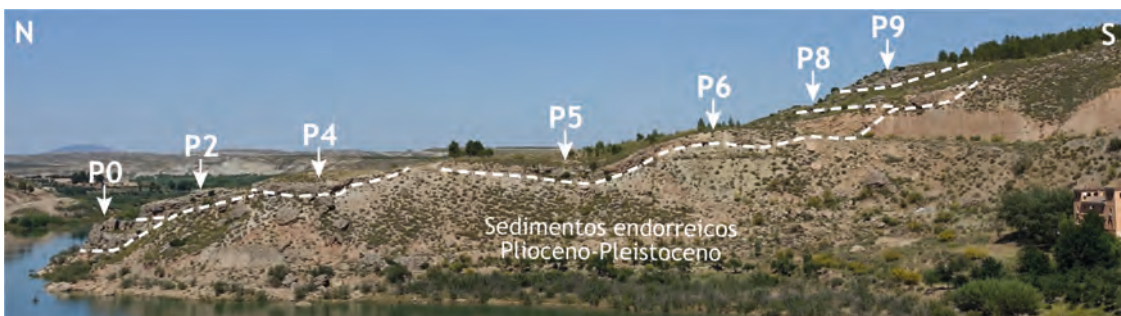


Figura 16. Panorámica de varias plataformas de travertinos de Zújar que se apoyan sobre los sedimentos endorreicos de la cuenca.

y lacustre, y coronada por la superficie geomorfológica de glacia, a una cuenca exorreica, dominada por la erosión y el encajamiento de los ríos en los sedimentos previos (Fig. 4).

A partir de la captura fluvial, la sedimentación quedó restringida a depósitos aluviales en los bordes de cuenca, terrazas fluviales en el fondo de los valles y travertinos en las proximidades de manantiales termales. En esta parada podemos observar los travertinos de Zújar, un ejemplo de estos sedimentos exorreicos que aportan valiosa información sobre la edad de la captura (Fig. 16).

Los travertinos de Zújar se encuentran a más de 30 km aguas arriba del punto donde el Guadalquivir capturó la red de drenaje endorreica. Estos travertinos están relacionados con la presencia de manantiales de aguas

termales asociados a fallas que afectan a las calizas del Jabalcón.

En este afloramiento de Zújar podemos observar hasta 10 plataformas carbonatadas dispuestas de forma escalonada a diferentes alturas (Figs. 16 y 17), con una ligera pendiente hacia el thalweg del valle actual. Algunas de estas plataformas se mantienen como cuerpos individualizados, aunque otras se solapan entre sí (Figs. 16 y 17). Sin embargo, lo más interesante de estas es su posición geomorfológica, ya que se encuentran dentro del actual valle del Guadiana Menor, encajadas unos 250 metros por debajo de la superficie de glacia endorreica (Fig. 17). Además, aunque la mayoría de estos travertinos yacen sobre sedimentos endorreicos plio-pleistocenos, algunos precipitaron sobre depósitos exorreicos previos, como terrazas

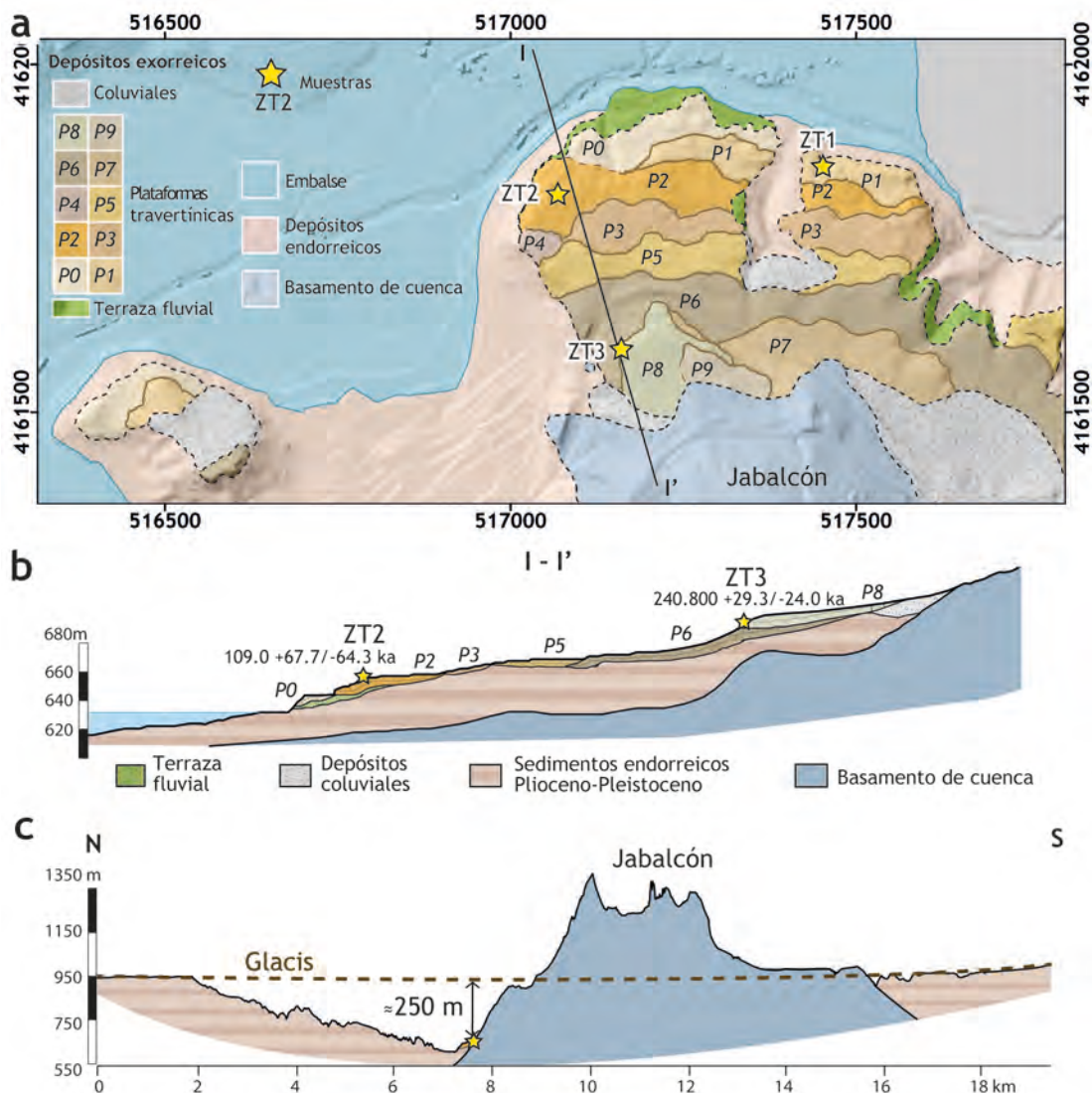


Figura 17. (a) Mapa geológico de las plataformas de travertinos. (b) Corte geológico de las plataformas de travertinos en el que se han localizado dos muestras datadas con U/Th. Especialmente relevante es la posición de la muestra ZT3, que ha proporcionado la edad más antigua de un depósito exorreico. (c) Posición topográfica de los travertinos de Zújar en relación con el thalweg actual y al glacis. En García-Tortosa et al. (2024).

fluviales formadas durante el encajamiento del Guadiana Menor. Todo esto evidencia que los travertinos de Zújar se formaron ya avanzada la etapa exorreica de la cuenca.

Parte de estas terrazas travertínicas han sido datadas radiométricamente con $^{234}\text{U}/^{230}\text{Th}$ (Fig. 17) (García-Tortosa *et al.*, 2024). La plataforma más antigua tiene una edad de $240.8 \pm 29.27/-24.04$ ka, lo que la convierte en el depósito exorreico más antiguo datado y publicado hasta el momento en la cuenca de Guadix-Baza. Esta plataforma está situada a 250 ± 10 m bajo la superficie de glacis (Fig. 17), por

lo que cuando se produjo el depósito de esta plataforma el río ya se había encajado hasta esa profundidad. Esto nos marca un límite por arriba para calcular la edad de la captura de la cuenca de Guadix-Baza. Es decir, la captura tuvo que ocurrir antes de la suma de la edad de este travertino (ca. 240 ka) más el tiempo requerido para que la red de drenaje se encajara 250 m (Fig. 6).

Parada 3: La falla de Baza

Iván Medina Cascales. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. ivan.medina@ua.es

Pedro Alfaro. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. pedro.alfaro@ua.es

Francisco J. García-Tortosa. Dpto. de Geología, Universidad de Jaén UJAEN. gtortosa@ujaen.es

Iván Martín Rojas. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. ivan.martin@ua.es

El afloramiento de la cañada del Gallego se localiza en el sector norte de la falla de Baza, muy cerca de su terminación. En este punto, la zona de falla tiene una anchura de unas pocas decenas de metros (Fig. 18) y está constituida por dos planos de deslizamiento principales que delimitan la zona de daño (Figs. 19 y 20). Descendiendo a un nivel de detalle mayor, tanto en la zona de falla como en los planos de falla, es posible observar diferentes indicadores cinemáticos que corroboran el carácter de falla normal, como estrías o estructuras pseudo S-C (Fig. 20).

En este afloramiento de la cañada del Gallego podemos observar evidencias de la influencia que tuvo la falla de Baza en la sedimentación de la cuenca de Guadix-Baza durante el Plioceno y buena parte del Cuaternario. El bloque occidental de la falla, correspondiente al bloque levantado, está compuesto por materiales detríticos rojizos del Plioceno, de origen fluvial (Fig. 19). Por el contrario, el bloque oriental, el bloque hundido, lo componen depósitos carbonatados lacustres de colores blanquecinos del Pleistoceno (Fig. 19). Durante la etapa endorreica, el hundimiento del bloque de techo (el bloque oriental) generaba una zona deprimida hacia la que se dirigían los sistemas fluviales, incluyendo el río Paleofardes, que drenaban el sector occidental de la cuenca, situado en el bloque de muro. Así, en la zona oriental hundida se generó un gran lago, el paleolago de Baza (Fig. 21). Esta configuración del relieve generada por la falla de Baza hizo que en el sector occidental predominase la sedimentación fluvial y en el sector oriental la sedimentación lacustre.

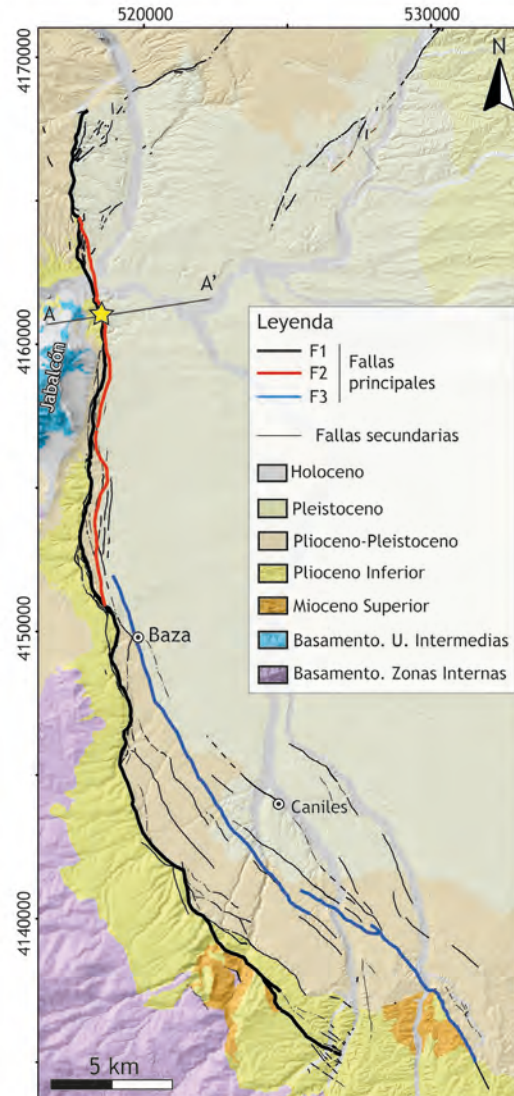


Figura 18. Mapa geológico de la falla de Baza.

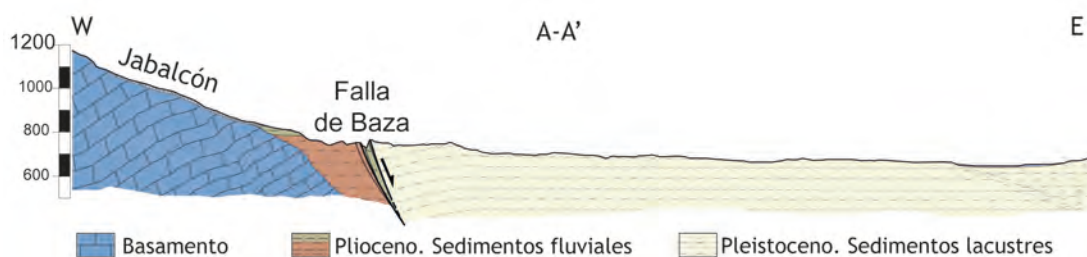


Figura 19. Corte geológico de la Falla de Baza en el sector de Cañada Gallego. Modificado de Medina-Cascales et al. (2020).

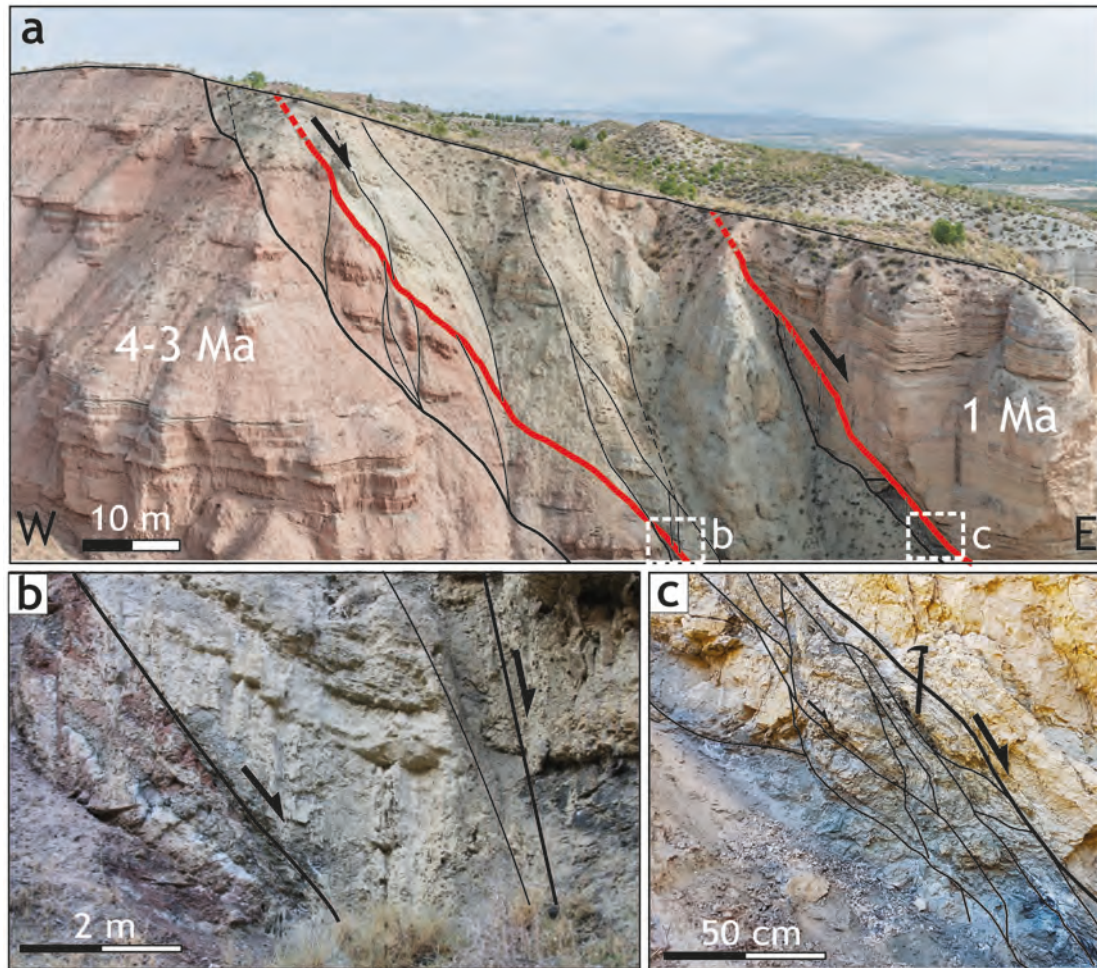


Figura 20. Fotografías de la zona de falla de Baza en el sector de cañada del Gallego. (b) Detalle de la falla principal occidental. (c) Detalle de la falla principal oriental.

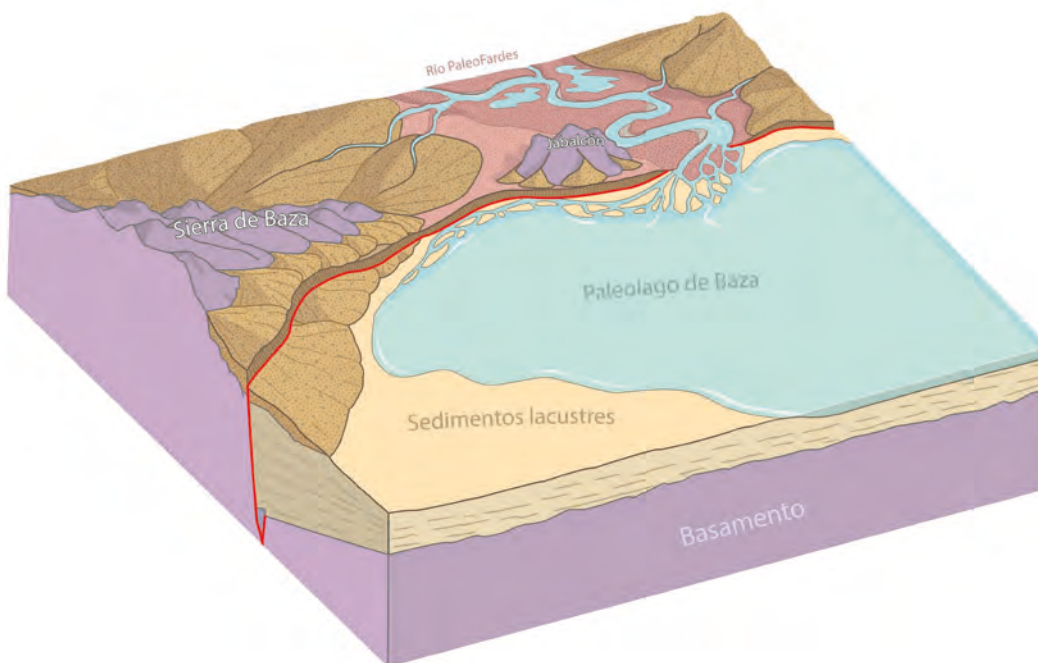


Figura 21. Bloque diagrama simplificado de la Falla de Baza que muestra su papel esencial en la formación del paleolago de Baza y en la distribución de la sedimentación fluvial en su bloque levantado y lacustre en su bloque hundido. Tomado de la Guía geológica del Geoparque de Granada (García-Tortosa, F.J., Ed.).

Parada 4: La terraza de Puente Arriba

Francisco J. García-Tortosa. Dpto. de Geología, Universidad de Jaén UJAEN. gtortosa@ujaen.es

Iván Medina Cascales. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. ivan.medina@ua.es

Iván Martín Rojas. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. ivan.martin@ua.es

Pedro Alfaro. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. pedro.alfaro@ua.es

En esta parada se observa parte del sistema de terrazas fluviales del río Guadiana Menor. Se trata de un conjunto de cuatro terrazas deposicionales escalonadas situadas, respectivamente, a unos 50 m (T1), 30 m (T2), 20 m (T3) y 10 m (T4) sobre el thalweg actual del río (Fig. 22). En concreto, en la parada podemos observar la terraza T2. Se trata de una terraza de unos 10 m de espesor formada por gravas clasto-soportadas con pasadas esporádicas de arenas.

La terraza T2 es un depósito exorreico que yace discordantemente sobre materiales

endorreicos del Pleistoceno Inferior, a unos 185 m por debajo del glacis. Esta terraza, se encuentra a unos 65 km aguas arriba desde la zona de captura. Las arenas de esta terraza han sido datadas mediante OSL, dando como resultado una edad de 89.5 ± 5.3 ka (García-Tortosa *et al.*, 2024). La edad de este depósito exorreico implica que la captura fluvial de la cuenca de Guadix-Baza tuvo que ocurrir antes de la suma de la edad de la terraza (ca. 90 ka) más el tiempo requerido para que la red de drenaje se encajara 185 m.

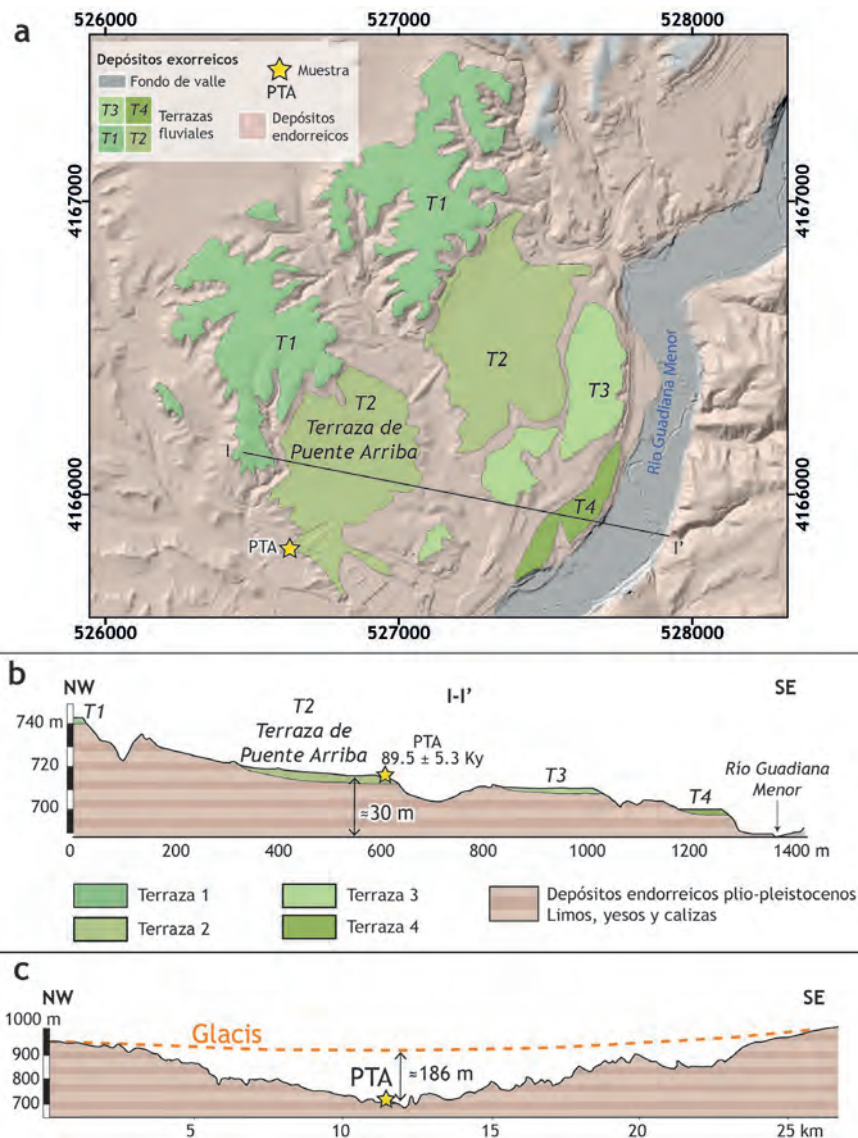


Figura 22. (a) Mapa geológico de las terrazas fluviales de Puente Arriba. (b) Corte geológico de las terrazas de Puente Arriba. (c) Perfil topográfico que muestra la posición de la terraza datada (T2) respecto al thalweg actual y el glacis. Tomado de García-Tortosa *et al.* (2024).

Parada 5: La influencia de la falla de Galera en el relieve actual

Iván Medina Cascales. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. ivan.medina@ua.es

Francisco J. García-Tortosa. Dpto. de Geología, Universidad de Jaén UJAEN. gtortosa@ujaen.es

Pedro Alfaro. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. pedro.alfaro@ua.es

Iván Martín Rojas. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. ivan.martin@ua.es

Desde este punto se observa una panorámica que permite analizar cómo la falla de Galera ha condicionado el relieve de la zona que la circunda. La falla de Galera es una falla oblicua, con una componente principal sinistrorsa que es un orden de magnitud mayor que la componente vertical (García-Tortosa *et al.*, 2011; Alfaro *et al.*, 2021). Se trata de una falla con una actividad moderada, con una tasa de deformación horizontal de 0.5 ± 0.3 mm/año (Alfaro *et al.*, 2021) y vertical de 0.08–0.24 mm/año (García-Tortosa *et al.*, 2011). Una característica de la falla de Galera es que es intracuencal, es decir, a ambos lados de la falla encontramos materiales del relleno de la cuenca de Guadix-Baza, los cuales presentan una alta erosionabilidad. Este motivo, sumado a la baja tasa de desplazamiento de la falla, hace que gran parte de la impronta geomorfológica ligada a su componente de salto en dirección quede rápidamente borrada. Sin embargo, su componente de salto vertical sí que genera impacto en el relieve.

Esta parada se sitúa en el bloque levantado de la falla de Galera (bloque meridional), si bien permite observar en panorámica el bloque hundido (bloque septentrional). Desde este punto es posible observar algunos de los rasgos del paisaje que han sido generados por la componente vertical de la falla (Medina-Cascales *et al.*, 2021). Por un lado, lo más evidente es el desplazamiento diferencial que ha producido la falla en el glacis, de hasta un máximo de unos 90 m. Por otro lado, el levantamiento del bloque meridional ha provocado que los cauces de la red de drenaje en este bloque sean más cortos y presenten una mayor pendiente e incisión, dando lugar a un intenso desarrollo de *badlands* (Figs. 23 y 24). Además, el levantamiento producido por la falla de Galera ha influido en la geometría en planta de la red de drenaje, dando lugar a un patrón radial en el bloque levantado (Fig. 25).



Figura 23. Panorámica del espectacular paisaje de badlands de Castellér-Galera.



Figura 24. Corte esquemático que ilustra cómo el levantamiento del bloque meridional de la falla de Galera influye en el relieve y la red de drenaje, especialmente en el desarrollo del paisaje de badlands al sur de la falla. Tomado de Medina Cascales et al. (2021).

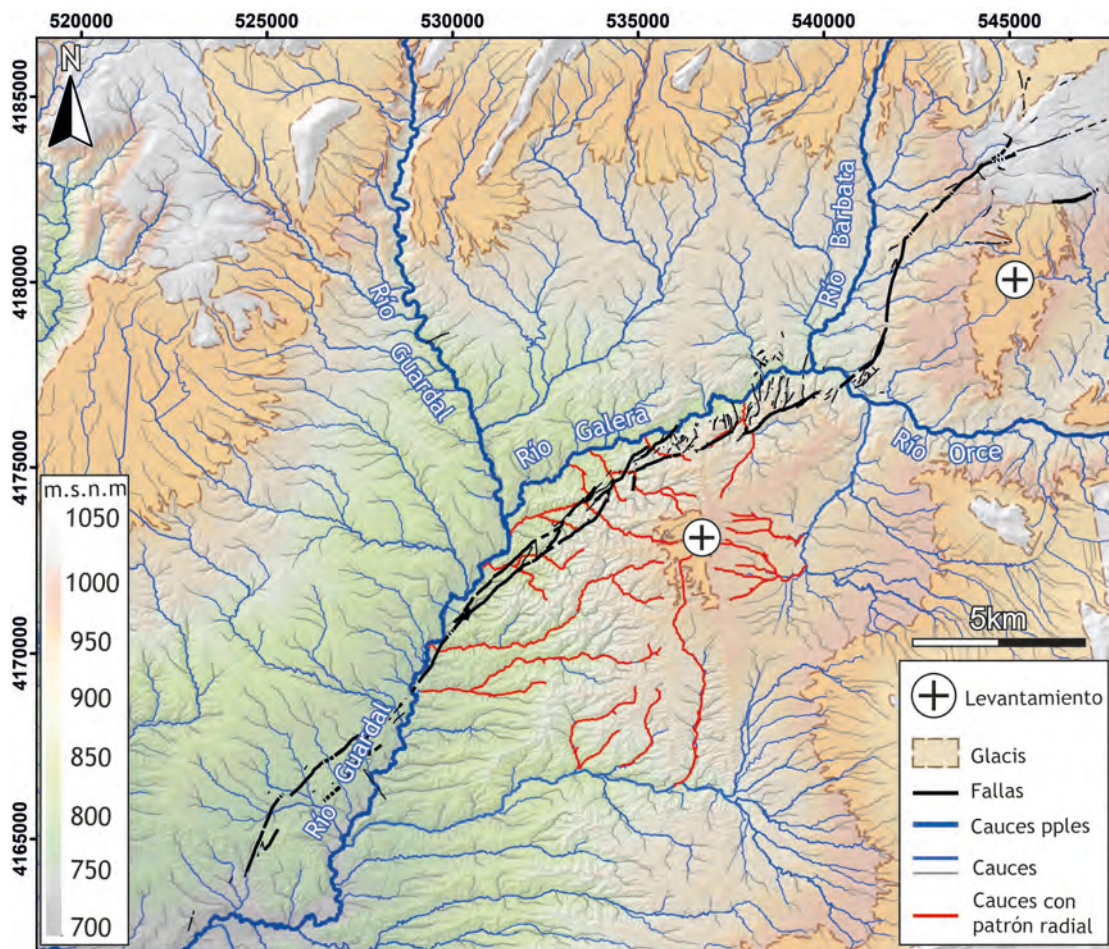


Figura 25. Red de drenaje del entorno de la falla de Galera. El patrón radial observado al sur del río Galera (cauces de color rojo) refleja la mayor elevación de este sector. Modificado de Medina Cascales et al. (2021).

Parada 6: Las sismitas de Galera

Pedro Alfaro. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. pedro.alfaro@ua.es

Francisco J. García-Tortosa. Dpto. de Geología, Universidad de Jaén UJAEN. gtortosa@ujaen.es

Iván Medina Cascales. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. ivan.medina@ua.es

Iván Martín Rojas. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. ivan.martin@ua.es

Aproximadamente a 3 km al SO de Galera, en la pista forestal que conecta esta localidad con Castilléjar, se localiza “La ruta de las Sismitas”, una infraestructura geoturística acondicionada para el visitante del Geoparque de Granada (García-Tortosa, F.J., Ed.). A lo largo de este itinerario, de 1 km de longitud, se observan estructuras sedimentarias de deformación (SSDS, por sus siglas en inglés) de gran espectacularidad, desarrolladas en sedimentos lacustres del Pleistoceno inferior. Estas estructuras han sido interpretadas como sismitas (Alfaro *et al.*, 2010).

La excelente calidad de conservación y exposición de las sismitas de Galera, Cúllar y Castilléjar las convierte en uno de los mejores ejemplos mundiales de estructuras sedimentarias de deformación. Su gran interés internacional se sustenta en: (1) sus grandes dimensiones, poco habituales en el registro geológico, (2) la continuidad lateral de los niveles deformados a lo largo de centenares de metros (Fig. 26) y (3) la existencia de afloramientos en los que es posible observar las sismitas en tres dimensiones (Fig. 27).

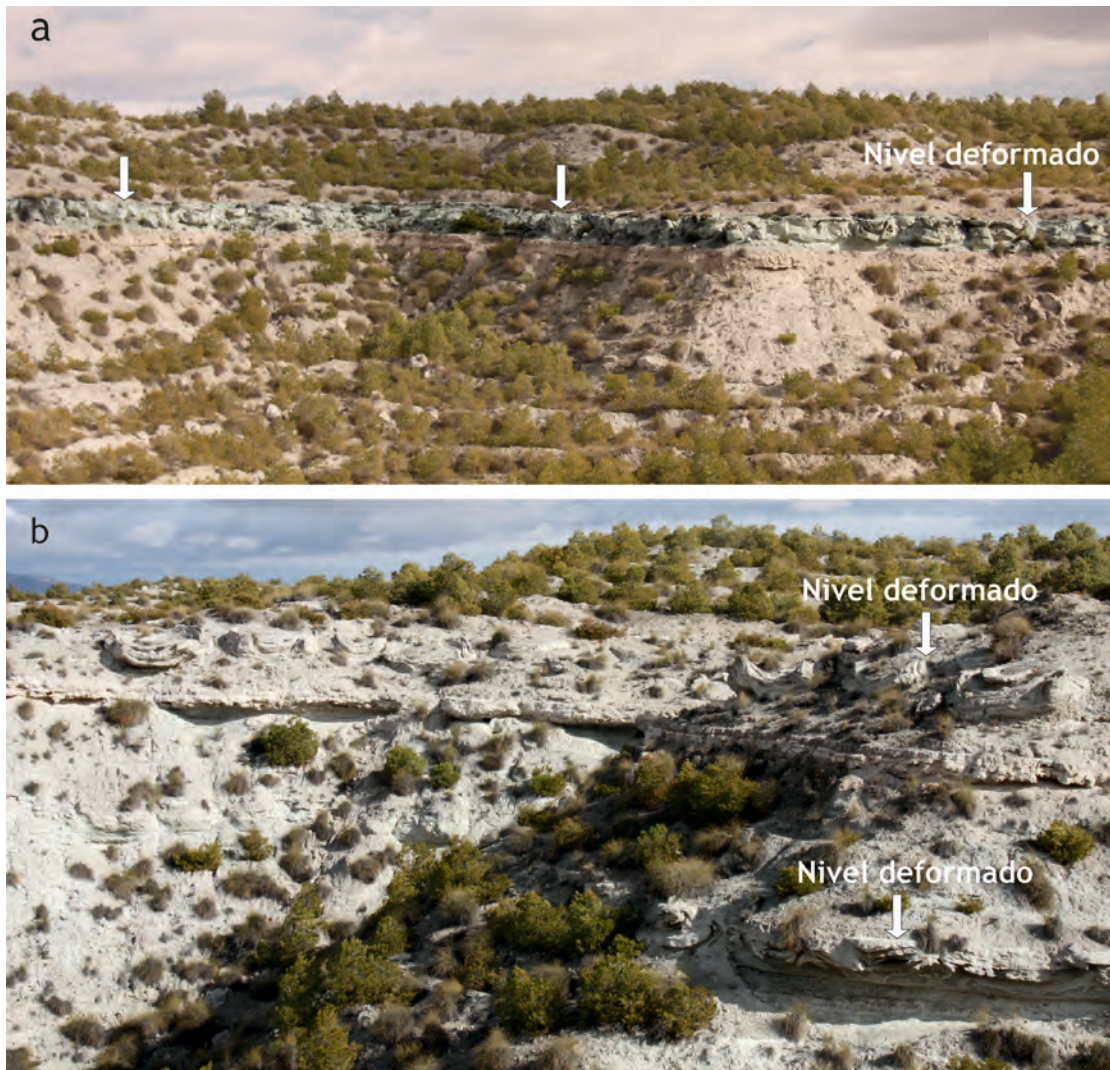


Figura 26. (a) En el entorno de “La ruta de las Sismitas” se observan varios niveles deformados con una gran continuidad lateral. (b) Es habitual observar varios niveles superpuestos con estructuras sedimentarias de deformación de grandes dimensiones.

Descripción de las estructuras

En el entorno de “La ruta de las Sismitas” hay varios niveles superpuestos de estructuras sedimentarias de deformación, limitados a techo y a muro por horizontes no deformados. De ellos destacan 3 niveles por las enormes dimensiones de las estructuras: el superior (no es visible desde la ruta), el intermedio (sobre el que discurre la ruta), y el inferior (visible en varias panorámicas) (Fig. 26).

Las SSDS que se observan a lo largo de la ruta son estructuras de carga de tipo almohadillado (*pillows*) (Fig. 27). Los tres niveles de mayores dimensiones alcanzan espesores de entre 1.5 y 2 m. Están caracterizados por cuerpos aislados con una morfología elipsoidal en planta (de 2 a 4 m de anchura) sin una orientación preferente. Estas almohadillas muestran una base convexa hacia el muro y un techo plano, con una laminación interna concéntrica que dibuja pliegues sinformes que en algunos casos llegan a

verticalizarse o incluso invertirse en sus flancos. Las almohadillas están separadas entre sí por conductos verticales de escape de fluidos (de algo menos de 1 m de espesor) que se conocen como canales de fluidificación.

Mecanismos de formación

Estas estructuras de carga se generan en sistemas sedimentarios que presentan un gradiente de densidad invertido, es decir, con una capa (o conjunto de capas) de mayor densidad que se apoyan sobre otra de menor densidad (sensu Anketell *et al.*, 1970). En Galera el sistema está constituido por un conjunto de láminas de arena de diferente granulometría apoyadas sobre un nivel de lutitas.

Estos sedimentos se licuefactaron en el pasado convirtiendo al sedimento en un líquido viscoso. En ese momento se produjo un reajuste gravitacional en el sistema, que presentaba un gradiente de densidad invertido. La capa superior, más densa, se hundió de forma local

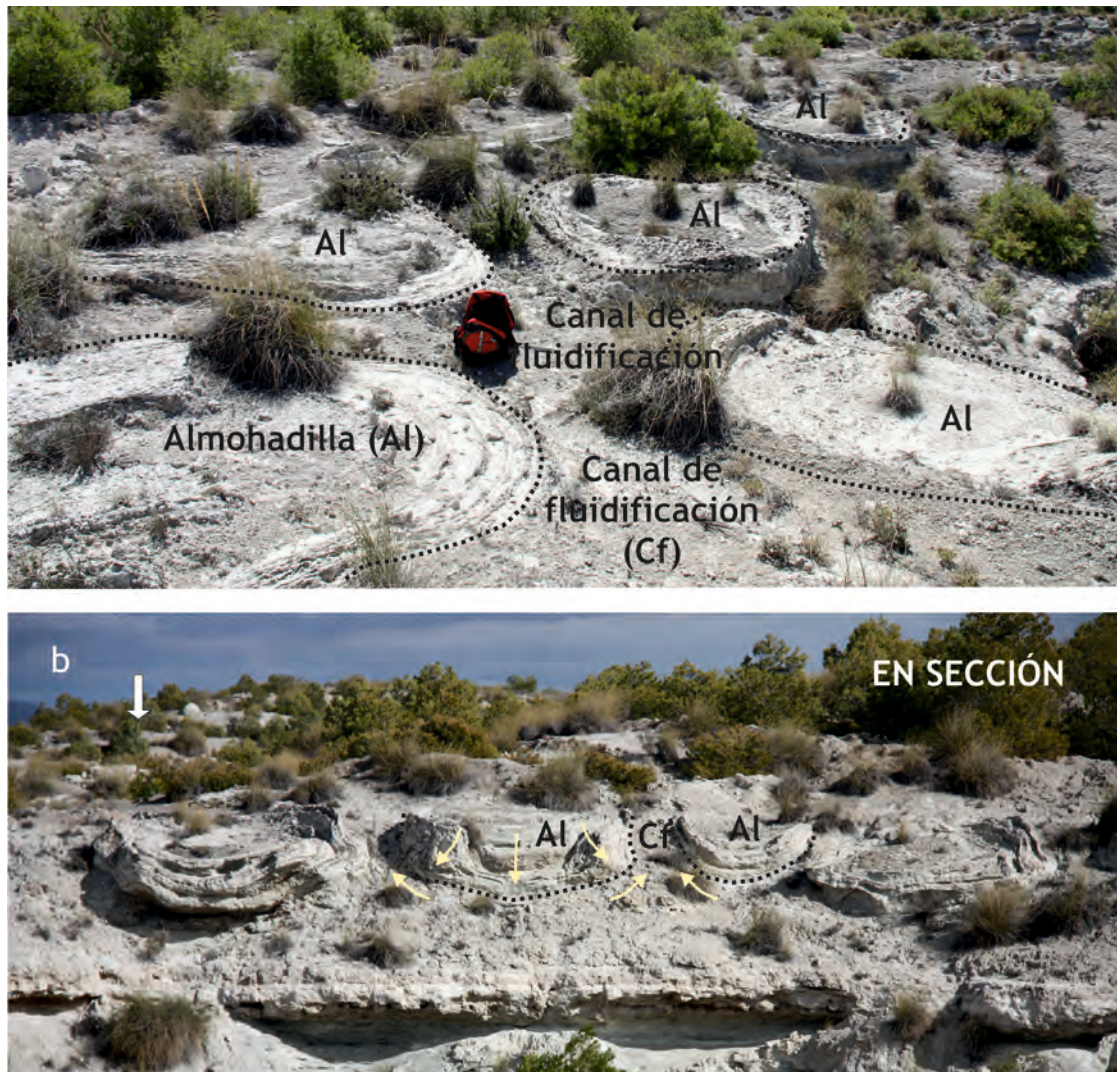


Figura 27. Afloramientos de gran espectacularidad que muestran las estructuras sedimentarias de deformación tanto en planta (a) como en sección (b).

produciendo las almohadillas mientras que los sedimentos de la capa inferior ascendieron de forma simultánea entre las almohadillas a través de los canales de fluidificación.

Hay varios procesos naturales capaces de producir la licuefacción del sedimento. Después de un análisis detallado de los posibles mecanismos responsables, Alfaro *et al.* (2010)

interpretan estas estructuras como resultado de terremotos de magnitud moderada a alta. Es difícil deducir cuál pudo ser la falla responsable, ya que la licuefacción se puede producir a unas pocas decenas de kilómetros del epicentro, pero las candidatas más probables son la falla de Galera y la de Baza.

Parada 7: El valle del río Galera y el Castellón Alto: un resumen de la evolución geológica y geomorfológica de la cuenca de Guadix-Baza

Francisco J. García-Tortosa. Dpto. de Geología, Universidad de Jaén UJAEN. gtortosa@ujaen.es

Iván Martín Rojas. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. ivan.martin@ua.es

Iván Medina Cascales. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. ivan.medina@ua.es

Pedro Alfaro. Dpto Ciencias Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Universidad de Alicante UA. pedro.alfaro@ua.es

Este mirador ofrece una excelente panorámica para comprender la evolución geológica y geomorfológica de la cuenca de Guadix-Baza. La vista permite reconocer los tres grandes paisajes de la cuenca: las sierras que la delimitan, la extensa llanura o glacis sobre la que se asienta Huéscar y los valles fluviales, representados aquí por el valle del río Galera. Este paisaje es relativamente reciente y muy diferente al que existía cuando el territorio ya estaba habitado por los primeros grupos humanos documentados en los yacimientos de Orce.

Desde aquí pueden observarse los sedimentos que se acumularon en el antiguo paleolago de Baza gracias al encajamiento del río Galera (Fig. 28). Este mirador constituye además un lugar privilegiado para observar las terrazas fluviales, especialmente bien desarrolladas y conservadas en este tramo del valle (Fig. 29), y comprender cómo la evolución geomorfológica ha condicionado la ocupación humana del territorio durante la etapa exorreica. Entre las diferentes terrazas destaca la terraza del Llano Gálvez, cuyos depósitos comenzaron a acumularse hace unos 10,300 años (Fig. 29) (Wolf *et al.*, 2021). Esta superficie permaneció

activa durante varios milenios y fue abandonada por el río hace aproximadamente 4,700 años, cuando el cauce inició una nueva fase de encajamiento.

La terraza del Llano Gálvez constituye uno de los registros continentales holocenos más completos del sureste de la península ibérica (Wolf *et al.*, 2021). Sus más de 15 metros de sedimentos (Fig. 29) permiten reconstruir la evolución del clima, los ríos y los paisajes de este territorio durante los últimos 10,000 años, convirtiéndola en un archivo excepcional para comprender la historia ambiental de la cuenca durante el Holoceno.

Sobre esta amplia vega se desarrolló una de las áreas agrícolas más antiguas de Europa occidental, cultivada desde hace cerca de 4.000 años por las comunidades prehistóricas asentadas en los “castellones”, entre ellos el poblado argárico del Castellón Alto, visible desde este mirador (Fig. 30). Las terrazas situadas a cotas más bajas son más recientes y han continuado siendo aprovechadas para la agricultura desde época romana hasta la actualidad.

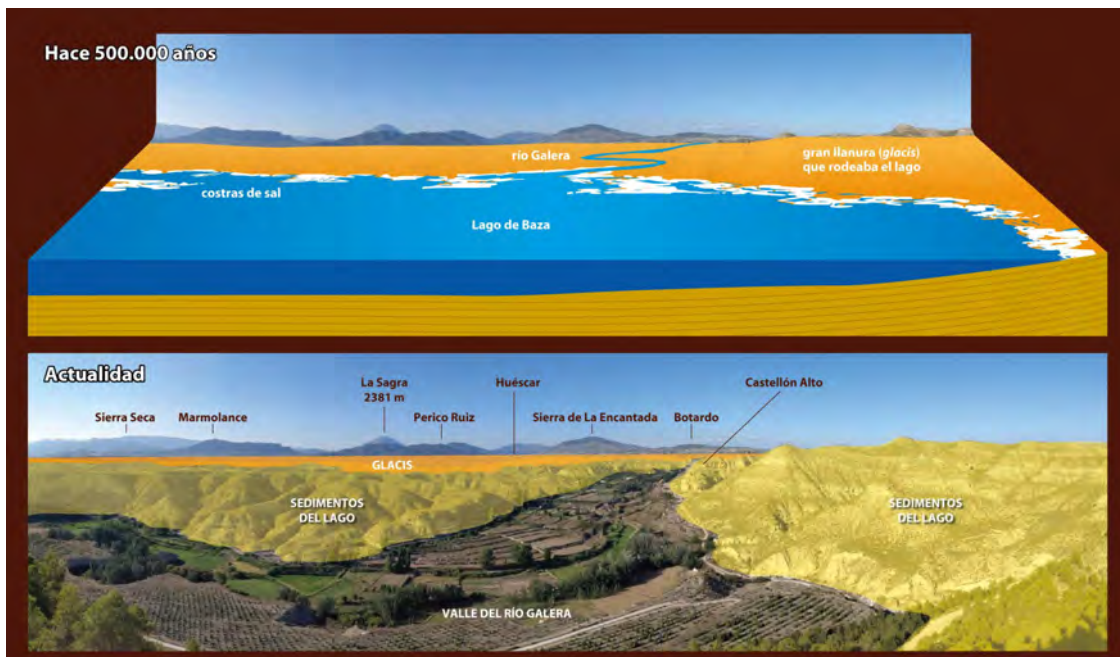


Figura 28. Reconstrucción simplificada de la paleogeografía del sector próximo a la parada 7 durante el Plioceno y buena parte del Pleistoceno (etapa endorreica).

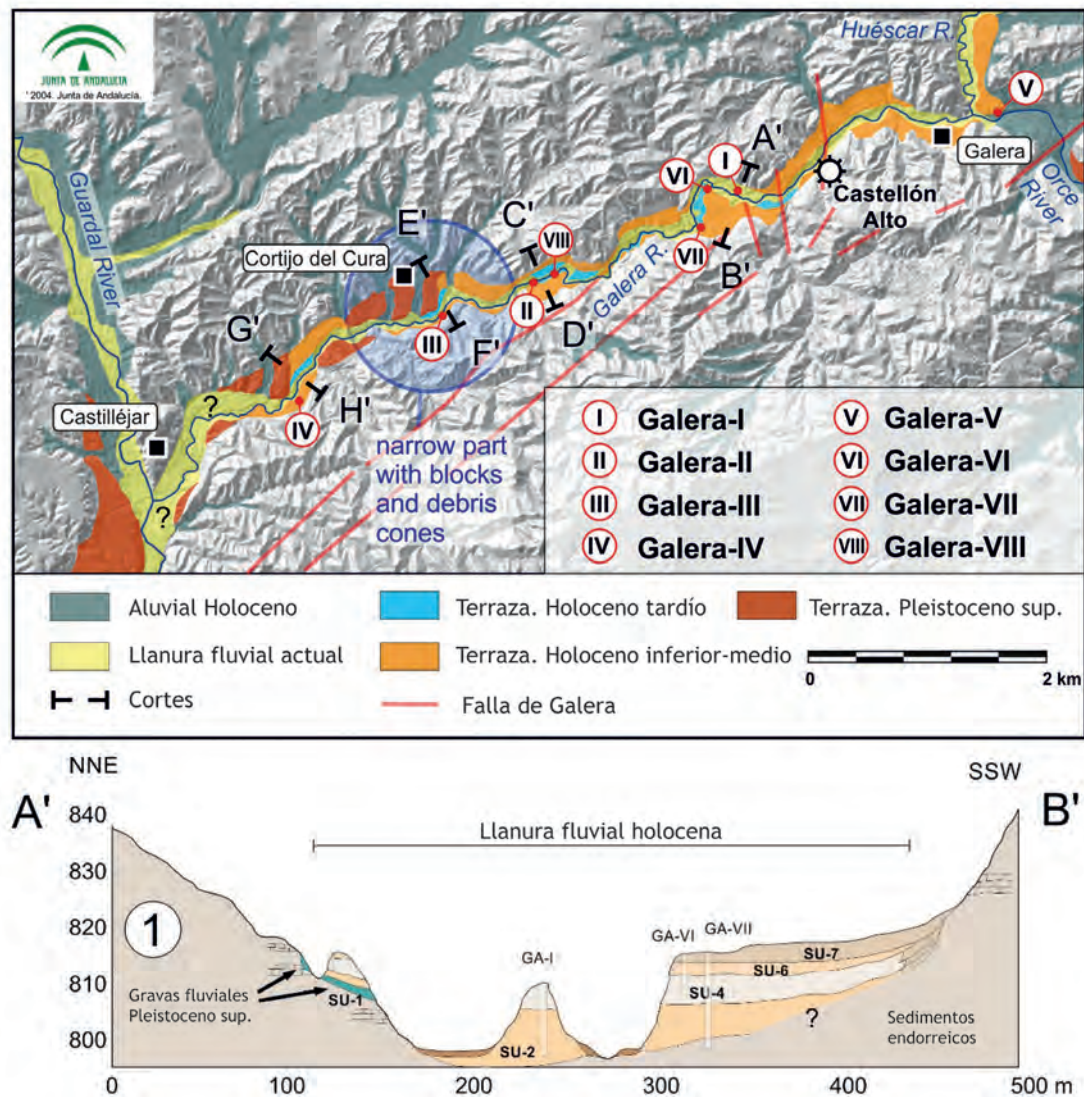


Figura 29. (a) Mapa geomorfológica con las terrazas de edad Holoceno del río Galera. (b) Corte geológico de la terraza próximo al yacimiento del Castellón Alto. Modificado de Wolf *et al.* (2021).

El Castellón Alto alberga un yacimiento de la Edad del Bronce tardía. Se trata de un poblado perteneciente a la cultura del Argar; cultura que ocupó buena parte del SE peninsular. Además del Castellón Alto, en las proximidades de la falla de Galera existe otro yacimiento de la misma época, el Cerro de la Virgen (Orce) (Fig. 31). A pesar de tratarse de asentamientos de cierta relevancia en su época, ambos fueron abandonados de forma prematura unos 200 años antes que otros poblados argáricos, sin que se conocieran los motivos para este abandono temprano (Aranda y Molina, 2006; Cámara Serrano y Molina, 2009; Lull *et al.*, 2013; Molina Hernández, 2016; Risch y Meller, 2015; Schubart *et al.*, 2000).

A lo largo de la falla de Galera se han llevado a cabo estudios de paleosismicidad que incluyen la excavación de cuatro zanjas en dos

localizaciones distintas (Martin-Rojas *et al.*, 2024). Estas zanjas han permitido establecer que en los últimos 24,000 años se han producido un mínimo de entre 7 y 8 rupturas en superficie (Fig. 32). Esta historia de rupturas paleosísmicas cuenta con una peculiaridad: si tenemos en cuenta no solo los eventos de alta magnitud (con ruptura en superficie), sino también los terremotos de magnitud moderada, vemos que la falla de Galera pudo dar lugar a una crisis sísmica compuesta por al menos 5 paleoterremotos en tan sólo 400 años (1536–1126 BCE) (Fig. 32).

Esta crisis sísmica coincide parcialmente en el tiempo con el periodo de abandono de los asentamientos argáricos del Castellón Alto y del cerro de la Virgen (Martin-Rojas *et al.*, 2024). Además, los modelos de la deformación cosísmica de un potencial terremoto característico de la falla de Galera indican que

ambos asentamientos se sitúan en puntos en los que esa deformación sería significativa (Fig. 31). Estos dos hechos han llevado a proponer la hipótesis de que el abandono de ambos poblados habría estado en parte motivado por la crisis

sísmica antes mencionada, la cual pudo haber supuesto un escollo insalvable para unas poblaciones que ya se encontraban en una fase de declive.



Figura 30. Vista aérea del yacimiento argárico del Castellón Alto.

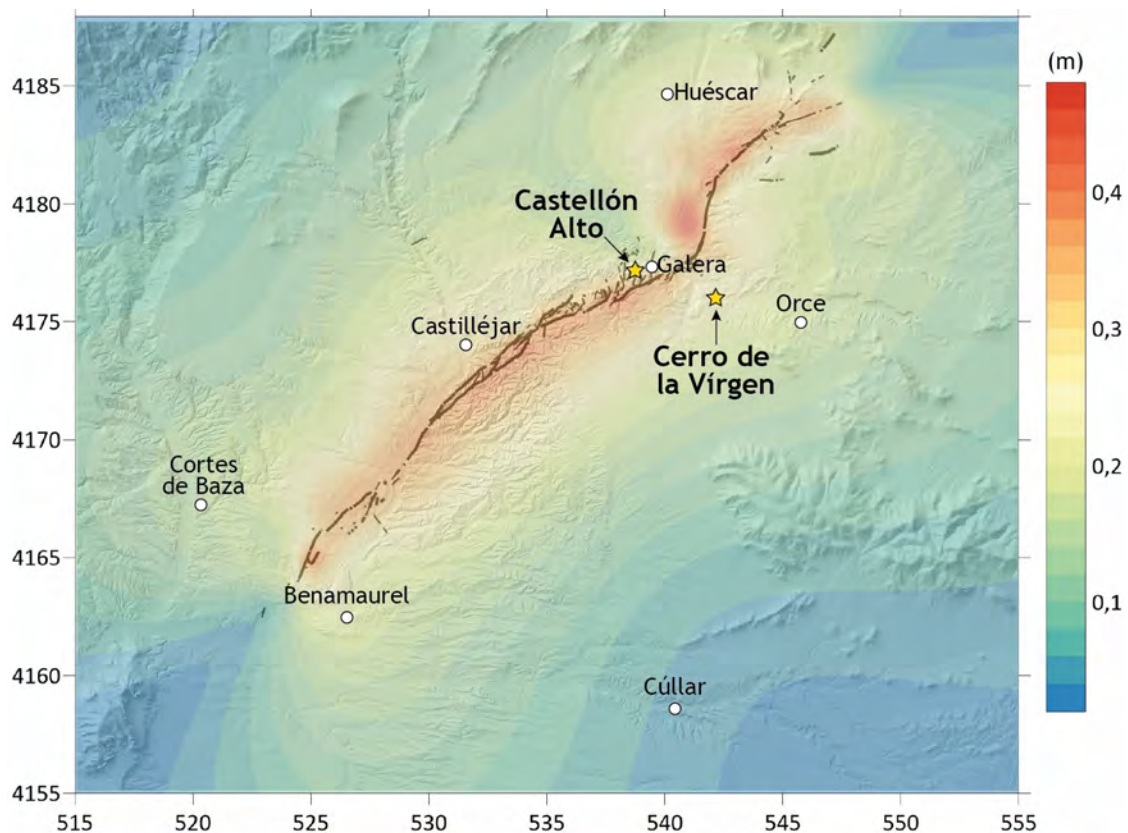


Figura 31. Modelo que muestra un escenario de los desplazamientos producidos por el terremoto de mayor magnitud esperable en la falla de Galera ($M_w=6.7$). Las estrellas muestran la localización de los asentamientos humanos durante la Edad del Bronce. Modificado de Martín-Rojas et al. (2024).

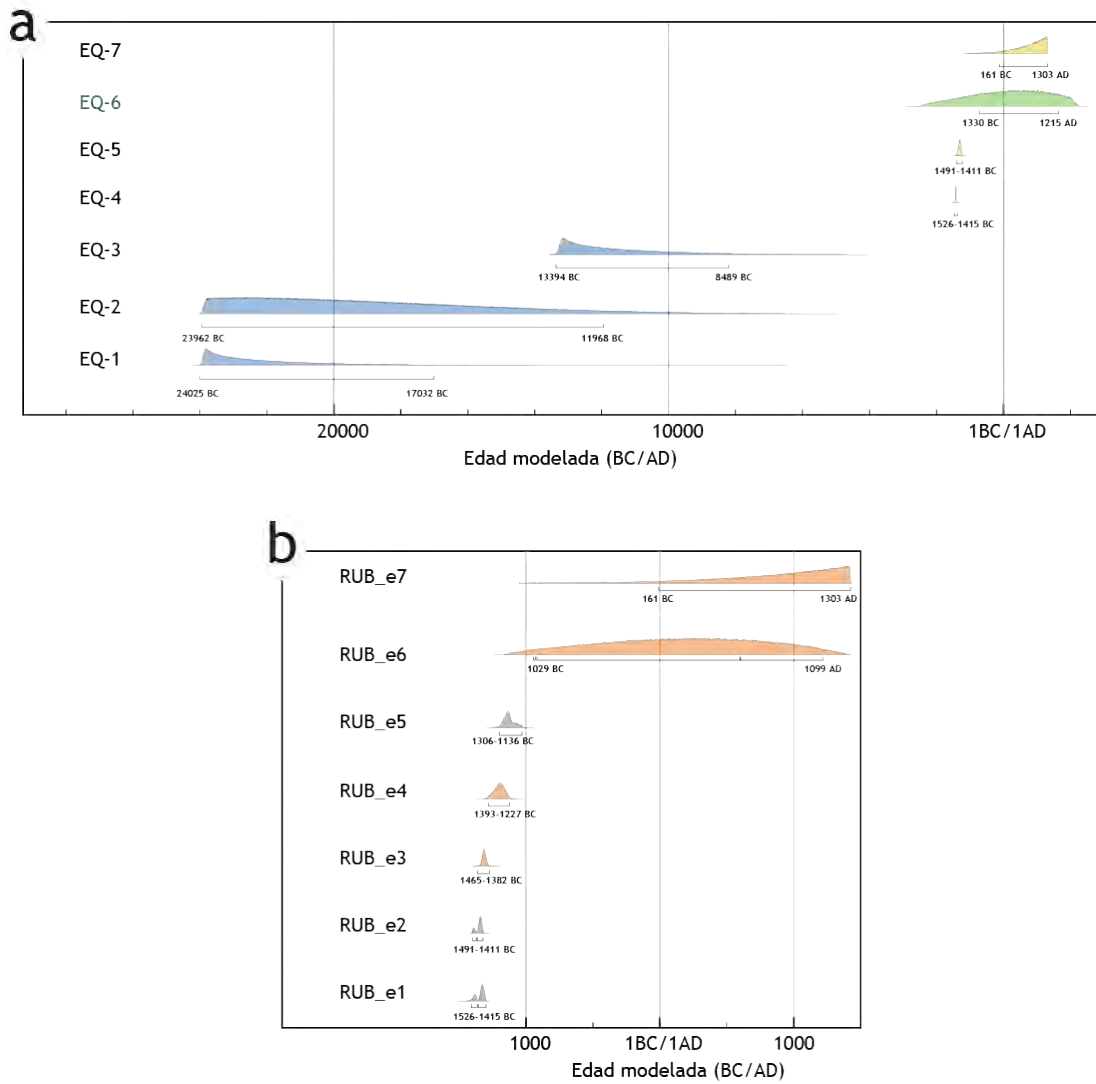


Figura 32. a) Funciones de distribución de probabilidad de la historia de rupturas en superficie de la falla de Galera que incluye el mínimo número de eventos con ruptura en superficie. b) Funciones de distribución de probabilidad de la localidad del barranco del Rubio. Se incluyen los eventos con (en color rosa) y sin (en color verde) ruptura en superficie. Se observa la crisis sísmica ocurrida entre 1536 y 1126 BCE. Modificado de Martín-Rojas et al. (2024).

Agradecimientos

Trabajo financiado por el proyecto PID2021-127967NB-I00 del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

C³ Referencias.

- Alfaro, P., Moretti, M. y Soria, J.M. (1997). Soft-sediment deformation structures induced by earthquakes (seismites) in Pliocene lacustrine deposits (Guadix-Baza basin, Central Betic Cordillera). *Eclogae Geologica Helvetica*, 90, 531–540.
- Alfaro, P., Sanz de Galdeano Equiza, C., López Garrido, A.C., Galindo Zaldívar, J. y Jabaloy Sánchez, A. (2001). Evidence for the activity and paleoseismicity of the Padul fault (Betic Cordillera, southern Spain). *Acta Geologica Hispanica*, 36(3–4), 283–295.
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=143741>
- Alfaro, P., Delgado, J., Sanz de Galdeano, C., Galindo-Zaldívar, J., García-Tortosa, F.J., López-Garrido, A.C., López-Casado, C., Marín-Lechado, C., Gil, A. y Borque, M.J. (2008). The Baza Fault: a major active extensional fault in the central Betic Cordillera (south Spain). *International Journal of Earth Sciences: Geologische Rundschau*, 97(6), 1353–1365.
<https://doi.org/10.1007/s00531-007-0213-z>
- Alfaro, P., Gibert, L., Moretti, M., García-Tortosa, F.J., Sanz de Galdeano, C., Galindo-Zaldívar, J. y López Garrido, A.C. (2010). The significance of giant seismites in the Plio-Pleistocene Baza palaeolake (S Spain). *Terra Nova*, 22, 172–179. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.2010.00930.x>
- Alfaro, P., Sánchez-Alzola, A., Martín-Rojas, I., García-Tortosa, F.J., Galindo-Zaldívar, J., Avilés, M., López Garrido, A.C., Sanz de Galdeano, C., Ruano, P., Martínez-Moreno, F.J., Pedrera, A., Lacy, M.C., Borque, M.J., Medina-Cascales, I. y Gil, A.J. (2021). Geodetic fault slip rates on active faults in the Baza sub-Basin (SE Spain): Insights for seismic hazard assessment. *Journal of Geodynamics*, 144, 101815.
<https://doi.org/10.1016/j.jog.2021.101815>
- Álvarez-Posada, C., Parés, J.M., Sala, R., Viseras, C. y Pla-Pueyo, S. (2017). New magnetostratigraphic evidence for the age of Acheulean tools at the archaeo-palaeontological site “Solana del Zamborino” (Guadix – Baza Basin, S Spain). *Scientific Reports*, 7(1), 13495.
<https://doi.org/10.1038/s41598-017-14024-5>
- Anketell, J.M., Cegla, J. y Dzulinsky, S. (1970). On the deformational structures in systems with reversed density gradients. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 1, 3–30.
- Aranda, G. y Molina, F. (2006). Wealth and power in the Bronze Age of the south-east of the Iberian Peninsula: the funerary record of Cerro de la Encina. *Oxford Journal of Archaeology*, 25(1), 47–59.
<https://doi.org/10.1111/j.1468-0092.2006.00248.x>
- Arribas, A., Garrido, G., Viseras, C., Soria, J.M., Pla, S., Solano, J.G., Garcés, M., Beamud, E. y Carrión, J.S. (2009). A Mammalian Lost World in Southwest Europe during the Late Pliocene. *PLoS ONE*, 4(9), e7127. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007127>
- Azañón, J.M., Tuccimei, P., Azor, A., Sánchez-Almazo, I. M., Alonso-Zarza, A.M., Soligo, M. y Pérez-Peña, J.V. (2006). Calcrete features and age estimates from U/Th dating: Implications for the analysis of Quaternary erosion rates in the northern limb of the Sierra Nevada range (Betic Cordillera, southeast Spain). En: *Paleoenvironmental Record and Applications of Calcretes and Palustrine Carbonates*. Geological Society of America. [https://doi.org/10.1130/2006.2416\(14\)](https://doi.org/10.1130/2006.2416(14))
- Botella, M., Vera, J.A. y Porta, J. (1976). El yacimiento Achelense de la Solana de Zamborino. Fonelas. Granada (Primera campaña de excavaciones). *Cuadernos de Prehistoria de La Universidad de Granada*, 1, 1–45.
- Calvache, M.L. y Viseras, C. (1997). Long-term Control Mechanisms of Stream Piracy Processes in Southeast Spain. *Earth Surf. Process. Landforms*, 22, 93–105.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9837\(199702\)22:2<93::AID-ESP673>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9837(199702)22:2<93::AID-ESP673>3.0.CO;2-W)
- Calvache, M. L., Viseras, C. y Fernández, J. (1997). Controls on fan development — evidence from fan morphometry and sedimentology; Sierra Nevada, SE Spain. *Geomorphology*, 21(1), 69–84.
[https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(97\)00035-4](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(97)00035-4)
- Cámara Serrano, J.A. y Molina, F. (2009). *El análisis de la ideología de emulación. El caso de El Argar*. <http://hdl.handle.net/10481/14999>
- Castro, J., Martín-Rojas, I., Medina-Cascales, I., García-Tortosa, F.J., Alfaro, P. e Insua-Arévalo, J.M. (2018). Active faulting in the central Betic Cordillera (Spain): Palaeoseismological constraint of the surface-rupturing history of the Baza Fault (Central Betic Cordillera, Iberian Peninsula). *Tectonophysics*, 736, 15–30.
<https://doi.org/10.1016/j.tecto.2018.04.010>
- DeMets, C., Gordon, R. G., Argus, D. F. y Stein, S. (1994). Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions. *Geophysical Research Letters*, 21(20), 2191–2194. <https://doi.org/10.1029/94GL02118>
- Díaz-Hernandez, J. y Julia, R. (2006). Geochronological position of badlands and geomorphological patterns in the Guadix–Baza Basin (SE Spain). *Quaternary Research*, 65(3), 467–477.
<https://doi.org/10.1016/j.yqres.2006.01.009>
- Galindo-Zaldívar, J., Jabaloy, A., Serrano, I., Morales, J., González-Lodeiro, F. y Torcal, F. (1999). Recent and present-day stresses in the Granada Basin (Betic Cordilleras): Example of a late Miocene-present-day extensional basin in a convergent plate boundary. *Tectonics*, 18(4), 686–702.
<https://doi.org/10.1029/1999TC900016>
- García-Aguilar, J.M. (1997). *La cuenca de Guadix-Baza (Granada): evolución geodinámica y sedimentaria de los depósitos lacustres entre el Turoliense superior y el Pleistoceno*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, 558 pp.
- García-Aguilar, J.M. y Palmqvist, P. (2011). A model of lacustrine sedimentation for the Early Pleistocene deposits of Guadix-Baza basin (southeast Spain). *Quaternary International*, 243(1), 3–15.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.02.008>
- García-Tortosa, F.J. (Ed.) (2022). *Guía Geológica del Geoparque de Granada*. 332 pp. ISBN: 978-84-7807-707-6
- García-Tortosa, F.J., Alfaro, P., Galindo-Zaldívar, J., Gibert, L., López-Garrido, A.C., Sanz de Galdeano, C. y Ureña, M. (2008). Geomorphologic evidence of the active Baza Fault (Betic Cordillera, South Spain). *Geomorphology*, 97(3), 374–391.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.08.007>
- García-Tortosa, F.J., Alfaro, P., Sanz de Galdeano, C. y Galindo-Zaldívar, J. (2011). Glacis geometry as a geomorphic marker of recent tectonics: The Guadix–Baza basin (South Spain). *Geomorphology*, 125(4), 517–529.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.10.021>
- García-Tortosa, F.J., Alfaro, P., Martín-Rojas, I., Medina-Cascales, I. y Giral, S. (2024). Understanding the fluvial capture of the Guadix-Baza Basin in SE Spain through its oldest exorheic deposits. *Quaternary Research*, 122, 106–121.
<https://doi.org/10.1017/qua.2024.23>

- Gibert, L., Ortí, F. y Rosell, L. (2007a). Plio-Pleistocene lacustrine evaporites of the Baza Basin (Betic Chain, SE Spain). *Sedimentary Geology*, 200, 89-116.
- Gibert, L., Scott, G., Martin, R. y Gibert, J. (2007b). The Early to Middle Pleistocene boundary in the Baza Basin (Spain). *Quaternary Science Reviews*, 26(17), 2067-2089.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2007.06.012>
- Haberland, C., Gibert, L., Jurado, M.J., Stiller, M., Baumann-Wilke, M., Scott, G. y Mertz, D.F. (2017). Architecture and tectono-stratigraphic evolution of the intramontane Baza Basin (Béticos, SE-Spain): Constraints from seismic imaging. *Tectonophysics*, 709, 69-84.
<https://doi.org/10.1016/j.tecto.2017.03.022>
- Lull, V., Micó, R., Rihuete, C. y Risch, R. (2013). Political collapse and social change at the end of El Argar. En: H. Meller, F. Bertemes, H. R. Bork y R. Risch (Eds.), *Kultureller Umbruch im Schatten des Thera-Ausbruchs?* 283-302. Landesmuseum für vorgeschichte.
- Madarieta-Txurruka, A., Prieto, J.F., Escayo, J., Pietrolungo, F., Peláez, J.A., Galindo-Zaldívar, J., Henares, J., Sparacino, F., Ercilla, G., Fernández, J. y Palano, M. (2026). New insights on active geodynamics of Iberia and Northwestern Africa from seismic stress and geodetic strain-rate fields. *Gondwana Research*, 149, 314-336.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gr.2025.08.020>
- Martínez-Solares, J. M. y Mezcuca, J. (2002). *Catálogo sísmico de la Península Ibérica* (Vol. 18). Instituto Geográfico Nacional.
- Martin-Rojas, I., Alfaro, P., Galindo-Zaldívar, J., Borque-Alarcón, M.J., García-Tortosa, F.J., Sanz de Galdeano, C., Avilés, M., Sánchez-Alzola, A., González-Castillo, L., Ruano, P., Medina-Cascales, I., Tintero-Salmerón, V., Madarieta-Txurruka, A., Pedrosa-González, M.T. y Gil-Cruz, A.J. (2023). Insights of Active Extension Within a Collisional Orogen From GNSS (Central Betic Cordillera, S Spain). *Tectonics*, 42(7),
<https://doi.org/10.1029/2022TC007723>
- Martin-Rojas, I., Medina-Cascales, I., García-Tortosa, F.J., Rodríguez-Ariza, M.O., Molina González, F., Cámara Serrano, J.A. y Alfaro, P. (2024). Palaeoseismic crisis in the Galera Fault (southern Spain): consequences in Bronze Age settlements? *Solid Earth*, 15(7), 837-860.
<https://doi.org/10.5194/se-15-837-2024>
- Medina-Cascales, I. (2021). *Geometry, kinematics and palaeoseismology of the Baza and Galera fault zones (Guadix-Baza Basin, Betic Cordillera)*. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante, 376 pp.
- Medina-Cascales, I., Martín-Rojas, I., García-Tortosa, F.J., Peláez, J.A. y Alfaro, P. (2020). Geometry and kinematics of the Baza Fault (central Betic Cordillera, South Spain): insights into its seismic potential. *Geologica Acta*, 18(1), 1-25.
<https://doi.org/10.1344/GeologicaActa2020.18.11>
- Medina-Cascales, I., García-Tortosa, F.J., Martín-Rojas, I., Pérez-Peña, J.V. y Alfaro, P. (2021). Tectonic geomorphology of an active slow-moving, intrabasinal fault: The Galera Fault (Guadix-Baza Basin, central Betic Cordillera, southern Spain). *Geomorphology*, 393, 107941.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.107941>
- Molina Hernández, F.J. (2016). Estudio geoarqueológico de entornos sedimentarios fluvio-lacustres y endorreicos con industrias del Paleolítico medio en el norte de la provincia de Alicante (España). *Recerques del Museu d'Alcoi*, 25, 7-30.
- Moral, F. y Balanyá, J.C. (2020). Recent fault-controlled glacial deformation and its role in the fluvial capture of the Guadix-Baza basin (Betic Cordillera, southern Spain). *Geomorphology*,
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107226>
- Nocquet, J.M. (2012). Present-day kinematics of the Mediterranean: A comprehensive overview of GPS results. *Tectonophysics*, 579, 220-242.
<https://doi.org/10.1016/j.tecto.2012.03.037>
- Ortiz, J.E., Torres, T., Llamas, J.F., Canoira, L., García-Alonso, P., García de la Morena, M.A. y Lucini, M. (2000). Dataciones de algunos yacimientos paleontológicos de la cuenca de Guadix-Baza (sector de Cúllar-Baza, Granada, España. y primera estimación de edad de la apertura de la cuenca mediante el método de racemización de aminoácidos. *Geogaceta*, 28, 109-112.
- Peña, J.A. (1985). La depresión de Guadix-Baza. *Estudios Geológicos*, 41(1-2), 33-46.
<https://doi.org/10.3989/egol.85411-2688>
- Pérez-Peña, J.V., Azañón, J.M., Azor, A., Tuccimei, P., Della Seta, M. y Soligo, M. (2009). Quaternary landscape evolution and erosion rates for an intramontane Neogene basin (Guadix-Baza basin, SE Spain). *Geomorphology*, 106, 206-218.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.10.018>
- Pérez-Peña, A., Martín-Davila, J., Gárate, J., Berrocoso, M. y Buforn, E. (2010). Velocity field and tectonic strain in Southern Spain and surrounding areas derived from GPS episodic measurements. *Journal of Geodynamics*, 49(3), 232-240.
<https://doi.org/10.1016/j.jog.2010.01.015>
- Pla-Pueyo, S., Viseras, C., Soria, J.M., Tent-Manclús, J.E. y Arribas, A. (2011). A stratigraphic framework for the Pliocene-Pleistocene continental sediments of the Guadix Basin (Betic Cordillera, S. Spain). *Quaternary International*, 243(1), 16-32.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.01.028>
- Risch, R. y Meller, H. (2015). Change and Continuity in Europe and the Mediterranean around 1600 BC. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 81, 239-264.
<https://doi.org/10.1017/ppr.2015.10>
- Sanz de Galdeano, C. y Alfaro, P. (2004). Tectonic significance of the present relief of the Betic Cordillera. *Geomorphology*, 63(3-4), 175-190.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.04.002>
- Sanz de Galdeano, C., García-Tortosa, F.J., Peláez, J.A., Alfaro, P., Azañón, J. M., Galindo-Zaldívar, J., Casado, C.L., López Garrido, A.C., Rodríguez-Fernández, J. y Ruano, P. (2012). Main active faults in the Granada and Guadix-Baza Basins (Betic Cordillera). *Journal of Iberian Geology*, 38(1), 209.
<https://search.proquest.com/docview/1095127976>
- Schubart, H., Pingel, V. y Arteaga, O. (2000). Fuente Álamo. Las excavaciones arqueológicas 1977-1991 en el poblado de la Edad de Bronce. Junta de Andalucía. 2000. En: *Arqueología Monografías*, 8.
https://explore.openaire.eu/search/publication?articleId=dedup_wf_001::02ab0f55b8edcf1f115b1f7bd8248512
- Scott, G.R. y Gibert, L. (2009). The oldest hand-axes in Europe. *Nature*, 461(7260), 82-85.
<https://doi.org/10.1038/nature08214>
- Soria, J.M., Fernández, J. y Viseras, C. (1999). Late Miocene stratigraphy and palaeogeographic evolution of the intramontane Guadix Basin (Central Betic Cordillera, Spain): implications for an Atlantic-Mediterranean connection. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 151(4), 255-266.
[https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(99\)00019-X](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(99)00019-X)
- Vera, J.A. (1970). Estudio estratigráfico de la Depresión de Guadix-Baza. *Boletín Geológico y Minero*, 81, 429-462.
- Vera, J.A., Rodríguez, J. y Viseras C. (1994). La cuenca de Guadix-Baza. *Documents et Travaux de l'IGAL*, 14, 1-17.
- Viseras, C., Soria, J.M., Durán, J.J., Pla, S., Garrido, G., García-García, F. y Arribas, A. (2006). A large-mammal site in a meandering fluvial context (Fonelas P-1, Late Pliocene, Guadix Basin, Spain).

Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 242(3-4), 139–168.
<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2006.05.013>

Wolf, D., García-Tortosa, F.J., Richter, C., Dabkowski, J., Roettig, C.B., Faust, D. (2021). Holocene landscape evolution in the Baza Basin (SE-Spain) as indicated by fluvial dynamics of the Galera River. *Quaternary Science Advances*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.qsa.2021.100030>

C³ Cuadernos de Campo del Cuaternario
Vol., 7. 2026, AEQUA, Húscar (Granada). 26 pp.

García-Tortosa, F.J., Medina Cascales, I., Martín-Rojas, I. y Alfaro, P., Eds. (2026). *Evolución geomorfológica y control tectónico de la cuenca de Guadix-Baza durante el Cuaternario.*



XVI Reunión Nacional de CUATERNARIO

HUÉSCAR 2026

Notas

