

El levantamiento Tortoniense-Cuaternario de Sierra Nevada (Granada, España): Fenómenos de tectónica gravitatoria en su borde occidental

The Tortonian-Quaternary uplift of Sierra Nevada (Granada, Spain): Gravity tectonics phenomena in its western margin

C. Sanz de Galdeano y A.C. López-Garrido.

Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-Univ. Granada). Facultad de Ciencias. 18071 Granada (Spain). Tel: 34 958 246267, fax: 34 958 243384, e-mail: csanz@goliat.ugr.es

ABSTRACT

The former Alpujarride nappes at the western margin of Sierra Nevada are strongly affected by gravitational collapse phenomena, with significant thinning of their original thickness, creation of new detachment surfaces and folds and faults, all forming approximately a fan-like pattern that flank this border of the sierra. These types of deformations disappear immediately out of the W border of Sierra Nevada and consistently are in a good part attributable to the considerable uplift that Sierra Nevada undergone, especially since the late Tortonian.

Key words: gravitational collapse, tectonic thinning, Tortonian-Quaternary uplift, Betic Cordillera.

Geogaceta, 28 (2000), 129-132
ISSN: 0213683X

Introducción

En el borde occidental de Sierra Nevada existen varias unidades de los complejos Nevado-Filábride y Alpujarride (Fig. 1). El cabalgamiento de estas unidades tuvo lugar hacia finales del Oligoceno y comienzos del Mioceno inferior. Existen además sedimentos del Mioceno superior al Cuaternario que descansan discordantemente sobre el Alpujarride. Todos estos materiales están afectados por importantes fallas.

Esta área fue estudiada por Fontboté (1957) quien distinguió una etapa de cabalgamientos de mantos, seguida por plegamiento y la formación del gran domo de Sierra Nevada, durante el Mioceno, y una tectónica de fractura producida desde el Neógeno superior al Cuaternario. García-Dueñas y Comas (1971) estudiaron el sector del SO de Sierra Nevada, en Nigüelas y señalaron que el contacto entre las unidades estaba afectado por estructuras de colapso. Galindo-Zaldívar *et al.* (1989 y 1996) enfatizaron la importancia de los despegues que se produjeron entre el Alpujarride y el Nevado-Filábride, ocurridos desde el Burdigaliense, aunque continuados posteriormente. Johnson *et al.* (1997) indicaron que el levantamiento de la parte occi-

dental de Sierra Nevada comenzó hace unos 8 o 9 m.a., durante el Tortoniense. Finalmente, Sanz de Galdeano y López-Garrido (1999 a y b) citan que las unidades alpujarrides de este sector han sufrido un importante proceso de colapso gravitatorio, pero destacan en el primer caso la estratigrafía y estructura de estas unidades y en el segundo caso el proceso de levantamiento de Sierra Nevada.

El objetivo de la presente nota es mostrar los rasgos específicos de esta tectónica gravitatoria que afectó, a partir del Mioceno superior, al borde occidental de Sierra Nevada.

Principales características de los sedimentos cenozoicos en este sector

Los sedimentos neógenos más antiguos son conglomerados, arenas y margas del Serravallense. Los depósitos tortonienses se inician con conglomerados y calcarenitas marinos, discordantes sobre el Alpujarride o sobre el Serravallense. Encima existen margas que llegan al Messiniense y que pasan a ser lacustres. Inter-calados entre las margas hay potentes niveles de conglomerados que contienen los primeros restos heredados de la erosión del Nevado-Filábride. Restos de depósitos marinos tortonienses existen en

este borde de Sierra Nevada hasta 1755 m y 1830 m de altura entre el pico Trevenque y la localidad de Nigüelas (Fig. 1). Sedimentos del Plioceno y Cuaternario forman diversos abanicos aluviales en los bordes de la sierra.

Tectónica

En esta área hay tres unidades alpujarrides, llamadas de base a techo, Víboras, Trevenque y Fuente-Piedra (Gallegos, 1975). La unidad de Víboras descansa tectónicamente sobre el Nevado-Filábride. Los cabalgamientos iniciales existentes entre las unidades, y éstas mismas, fueron posteriormente afectados por procesos de adelgazamiento, despegues, pliegues y fallas.

La pérdida de espesor producida en las unidades Alpujarrides. El espesor original de las series de cada una de estas unidades es superior a 1000 m. En las áreas que rodean hacia el NO, O y SO a Sierra Nevada, el espesor de la unidad de Trevenque suele estar bien conservado y lo mismo ocurre con la unidad de Víboras. La unidad de Fuente-Piedra, en la posición tectónica superior, es la peor conservada debido a la erosión. Sin embargo, en el mismo borde occidental de Sierra Nevada, las unidades alpujarrides

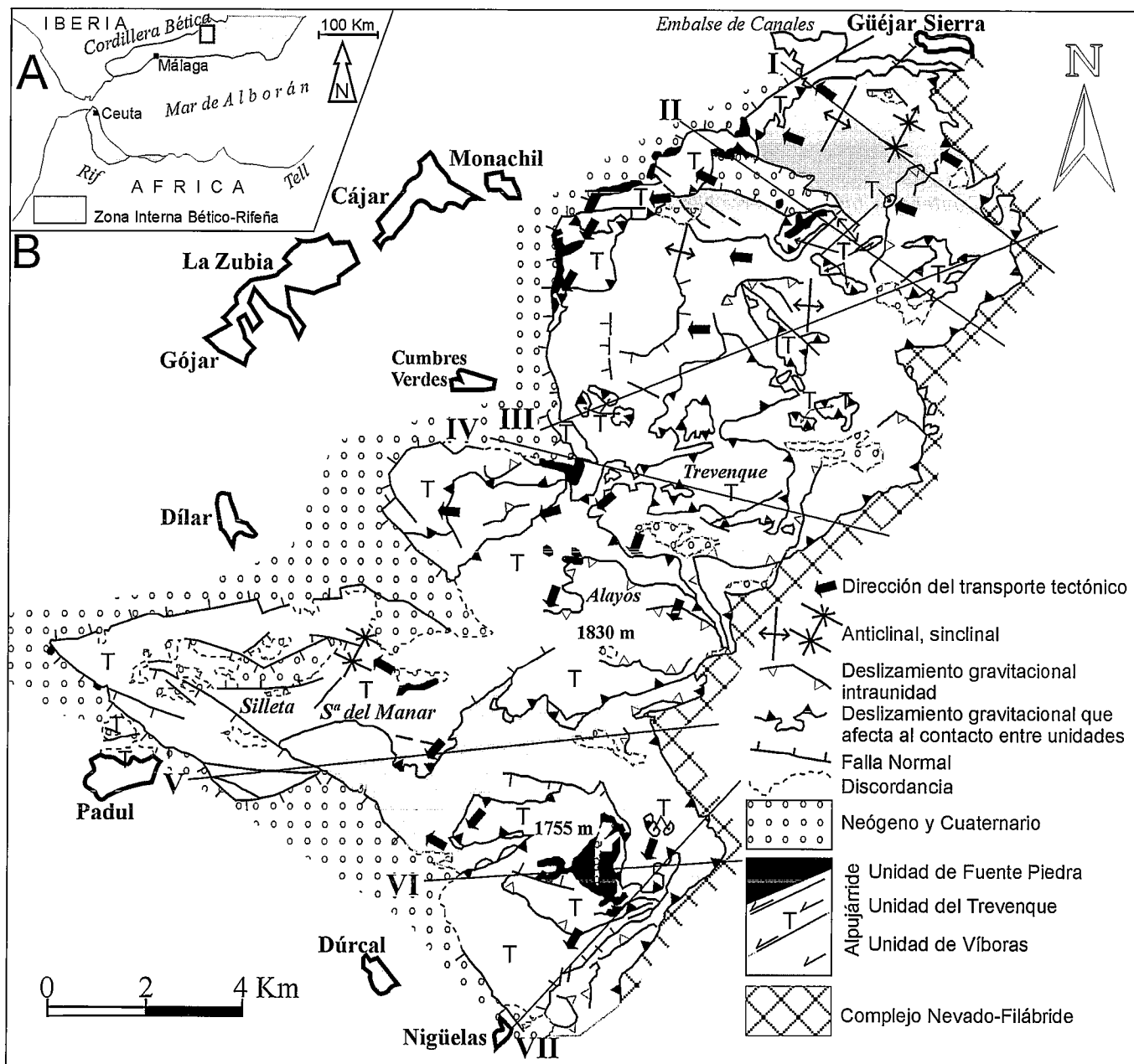


Fig. 1.- A: Situación del área estudiada en la Cordillera Bética. B: Estructuras que afectan al borde occidental de Sierra Nevada. Se señala la posición de los cortes de la figura 2.

Fig. 1.-A: Situation of the study area in the Betic Cordillera. B: Structures affecting the western Border of Sierra Nevada. The position of the cross-sections of Figure 2 is marked.

han sufrido un enorme adelgazamiento, más importante cuanto más cerca se encuentran del contacto con el complejo Nevado-Filábride (Fig. 2). Así, en algunos puntos, la unidad de Víboras se ha laminado casi completamente y la de Trevenque llega a estar en contacto directo con el Nevado-Filábride. En la unidad de Trevenque es igualmente importante este adelgazamiento, de forma que localmente el espesor es inferior a 200 m.

Despegues a diferentes niveles. El adelgazamiento señalado se logró en par-

te por la formación de nuevas superficies tectónicas que afectaron a las unidades. Su apariencia es de cabalgamientos que repiten parte de una unidad, la unidad entera o que incluso cambian el orden de superposición de los cabalgamientos originales, situando, por ejemplo, la unidad de Víboras sobre la de Trevenque o duplicando Víboras, como ocurre en puntos próximos al contacto con el Nevado-Filábride. Estos despegues desaparecen a medida que aumenta la distancia al borde de Sierra Nevada, especialmente las referi-

das a las duplicaciones que se producen dentro de una misma unidad (Fig. 2).

La dirección de desplazamiento de parte de los despegues fue indicada por Galindo-Zaldívar *et al.* (1996), con el bloque de techo moviéndose hacia el SSO con pequeñas variaciones. Esta dirección y sentido, obtenidos generalmente a partir de estrías, se ha observado a partir del pico Trevenque hacia el S. El contacto entre las unidades de Trevenque y Víboras se observa bien al SSO del pico Trevenque. Esta superficie presenta estria-

ciones bien desarrolladas y buza unos 20° hacia el S, pero localmente alcanza unos 45°, generalmente debido a nuevas fallas normales. Un sentido de desplazamiento similar se ha observado al N de Dúrcal en el mismo contacto, pero aquí coexiste con otros movimientos de la unidad de Trevenque hacia el O (Fig. 1).

El sentido de desplazamiento es más difícil de determinar en la unidad de Trevenque dado que las superficies de deslizamiento internas lo hacen en muchos casos entre dolomías, que dan poco contraste litológico. Cuando se ha observado es también hacia el SSO, aunque al N de Dúrcal también es hacia el O. El buzamiento de estas superficies es muy bajo generalmente, 5° a 15° hacia el S o SO.

Tan sólo el contacto con la unidad de Fuente-Piedra preserva localmente su carácter original de cabalgamiento, pero generalmente ha sufrido desplazamientos posteriores hacia el SSO.

Al N del pico Trevenque el sentido de desplazamiento es hacia el O o incluso hacia el ONO, mientras que los desplazamientos hacia el SSO no se observan, salvo en el área de Monachil, en el contacto con la cuenca de Granada.

Pliegues en la unidad de Víboras. En el sector norte existen anticlinales y sinclinales N-S a NNE-SSO (Fig. 1). Estos pliegues son congruentes con el sentido de desplazamiento hacia el O o ONO antes señalado (la dirección de estos pliegues es aproximadamente perpendicular a la de la mayoría de los pliegues que existen en la Zona Interna Bética). Aunque los ejes de los pliegues de este sector son aproximadamente horizontales, aquellos situados en el borde más septentrional, cerca del río Genil, buzan unos 15°, de acuerdo con la actual la ladera de la sierra.

Interpretación de la disposición abanico de las estructuras. Tanto el sentido de desplazamiento de los despegues gravitatorios, como las direcciones de los pliegues así como el adelgazamiento de las unidades, presentan una disposición centrífuga con respecto al núcleo de Sierra Nevada (Fig. 1), aunque el sentido hacia el SSO es el más fuertemente marcado. Todo sugiere que, en conjunto, las unidades Alpujarrides situadas sobre el Nevado-Filábride, se han deslizado gravitatoriamente conforme Sierra Nevada se elevaba.

Fallas normales que afectan al borde occidental de Sierra Nevada. Además de los despegues mencionados, el borde de Sierra Nevada está afectado por importantes fallas, distribuidas en dos juegos. Las fallas NO-SE son fun-

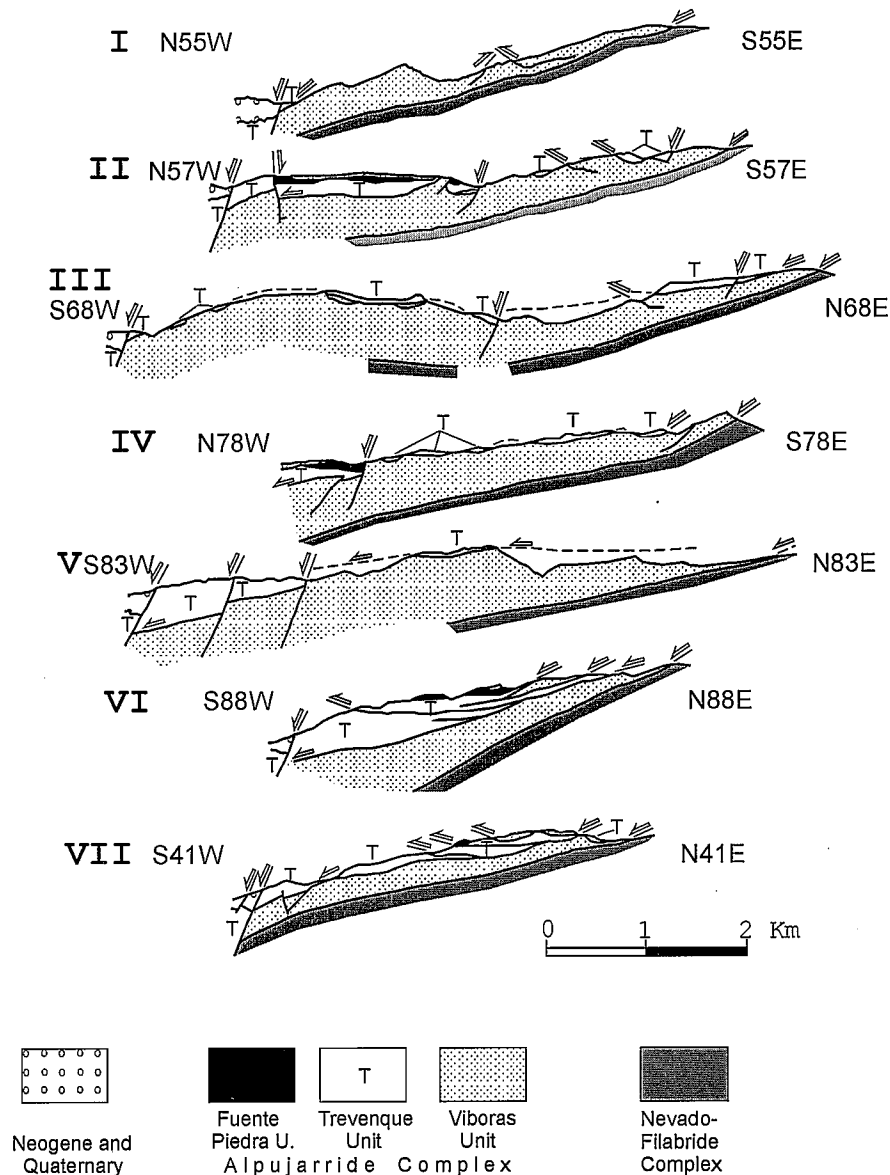


Fig. 2.- Cortes geológicos simplificados mostrando los deslizamientos gravitatorios hacia el exterior de Sierra Nevada. Su posición se marca en la figura 1.

Fig. 2.- Simplified geological cross-sections showing the gravitational collapse phenomena outward of Sierra Nevada. Their position is marked in figure 1.

damentalmente normales con saltos verticales de varios centenares de metros. Su sentido de desplazamiento es hacia el SSO, en coincidencia con buena parte de los despegues. Otras fallas tienen direcciones que varían desde N-S a NNE-SSO y muestran dos movimientos, normal y sinistrorso oblicuo, dando en conjunto un sentido de desplazamiento similar, hacia el SSO. Existen otras fallas E-O, generalmente normales.

Deformaciones en el Nevado-Filábride. Sus unidades más altas están también afectadas por despegues, pero el rasgo más importante a señalar es que el eje del anticlinal de Sierra Nevada, de dirección

E-O, se curva hacia el SO en la parte occidental de la sierra. Esta curvatura puede interpretarse como debida a un pliegue independiente N-S (Martínez *et al.*, 1997) o como un importante arrastre. En este caso significaría que el borde occidental de Sierra Nevada está controlado por una importante falla sinistrorsa y normal.

Importancia y edad del levantamiento de Sierra Nevada

Actualmente la altura máxima de Sierra Nevada es de 3482 m en el pico Mulhacén situado no lejos de su borde occidental. Antes del Mioceno superior

los relieves de este sector de Sierra Nevada prácticamente no existían como se deduce de los siguientes hechos:

1) Cantos erosionados del Nevado-Filábride aparecen por primera vez en los sedimentos tortonienses, es decir, hasta entonces ese complejo no estuvo expuesto a la erosión (más al E, en Filabres, los primeros cantos de este tipo aparecen algo antes). La existencia de conglomerados del Serravallense superior, formados por cantos del Maláguide y del Alpujárride, indica un cierto levantamiento previo, pero dado que los sedimentos tortonienses son marinos al menos en su base, hasta esa edad buena parte de Sierra Nevada no daba ningún relieve. Si consideramos, además, el gran volumen de conglomerados con restos del Nevado-Filábride que hay en los sedimentos del Tortoniense superior, Sierra Nevada inició una notable elevación en esa edad, lo que concuerda bien con los datos de Johnson *et al.* (1997), quienes sitúan el comienzo del levantamiento hace unos 8-9 m.a.

2) Hay sedimentos marinos tortonienses a 1830 m de altura. Sin duda, otros más altos existieron pero habrán desaparecido por efecto de la erosión. Además, los afloramientos tortonienses situados sobre las unidades alpujárrides, han deslizado gravitatoriamente,

junto con éstas, cientos de metros en la vertical. Por esta razón, si estas unidades no hubieran deslizado, estimamos que los sedimentos tortonienses se situarían a unos 2500-3000 m.

Con estos datos y teniendo en cuenta que los despegues que afectan a las unidades alpujárrides están estrechamente ligados al levantamiento de Sierra Nevada, concluimos que al menos una parte importante de los referidos procesos de adelgazamiento y despegues de las unidades ocurrió desde el Tortoniense en adelante.

Conclusiones

Las unidades alpujárrides originales del borde occidental de Sierra Nevada han sido muy afectadas por un proceso de colapso gravitatorio, tanto entre ellas como en su interior, cambiando localmente su posición relativa original. Este hecho, junto con el importante adelgazamiento de las unidades, es tanto más notorio cuanto más próximas están las unidades al contacto con el complejo Nevado-Filábride. De acuerdo con la geometría de estas estructuras, distribuidas en forma aproximada de abanico, interpretamos que se formaron a causa del importante levantamiento de Sierra Nevada, ocurrido a partir del Tortoniense superior.

Agradecimientos

Esta nota se ha financiado por el proyecto PB97-1267-C03 de la DGESIC y por los grupos de la Junta de Andalucía RNM 0163 y 0217.

Referencias

- Fontboté, J.M., (1957): *C.R.Ac.Sci. Paris*, 245, 1324-1326.
- Galindo-Zaldívar, J., González-Lodeiro, F. y Jabaloy, A., (1989): *Geodinamica Acta*, 3, 73-85.
- Galindo-Zaldívar, J., Jabaloy, A. y González-Lodeiro, F., (1996): *C.R.Ac.Sci. Paris*, 323, IIa, 615-622.
- Gallegos, J.A., (1975): *Tesis Univ. Granada*, n1 111, 494 pp.
- García-Dueñas, V. y Comas, M.C., (1971): *Bol. Geol. Min.*, LXXXII, 507-511.
- Johnson, C., Harbury, N. y Hurford, A.J., (1997): *Tectonics*, 16, 2, 189-204.
- Martínez-Martínez, J.M., Soto, J.I. y Balanyá, J.C., (1997): *Terra Nova*, 9, 223-227.
- Sanz de Galdeano, C. y López-Garrido A.C., (1999a): *Rev. Soc. Geol. España*, 12/2, 187-198.
- Sanz de Galdeano, C. y López-Garrido A.C., (1999b): *Geomorphology*, 30/3, 259-272