

Geometría de las fallas inversas de la zona de Sepúlveda (borde norte del Sistema Central) a partir de modelos de pliegues de propagación de falla

Reverse fault geometry in the Sepulveda area (Spanish Central System northern border) by means of fault-propagation fold models

D. Gómez Ortiz y R. Babín Vich

Dpto. de Geodinámica, Fac. Ciencias Geológicas, U.C.M., Avda. Complutense s/n. 28040 Madrid
E-mail: dgomez@eumos.sim.ucm.es

ABSTRACT

Deep geometry of two reverse faults, that originate monoclinical folds on the overlying sedimentary cover, has been carried out from mapping and field data in the Sepulveda area (Spanish Central System northern border). Two NNW-SSE geological cross-sections, perpendicular to the general strike of the structures (E-W), have been constructed. By means of surface data (dip and strike) and fold geometry (dip limbs, interlimb angle, etc.) different fault-propagation fold models have been applied. These models allow to determine the deep geometry of the reverse fault that originate the observed folds. Different methods provide similar solutions, showing a 35° S dip value for the fault related to the Sepulveda fold and a 55° S dip value in a northern reverse fault.

Key words: fault-propagation fold models, cross-sections, deep geometry, Spanish Central System

Geogaceta 23 (1998), 67-70
ISSN: 0213683X

Introducción

El Sistema Central es una cadena alpina formada como consecuencia de la actuación de la fase Guadarrama principalmente (Capote *et al.*, 1990; De Vicente y González Casado, 1991), con una dirección de compresión N 155° E. Está constituido por un basamento precámbrico y paleozoico sobre el que se depositaron materiales del Cretácico superior constituyendo una delgada cobertera. La presencia de importantes fallas de desgarre originadas durante la tectónica tardihercínica, así como la existencia de planos de esquistosidad o foliación hercínica bien desarrollados, han constituido superficies potenciales capaces de actuar como fallas inversas durante la compresión alpina (De Vicente y González Casado, 1991; Sánchez Serrano *et al.*, 1993; De Vicente *et al.*, 1994).

En el borde norte del Sistema Central (Fig. 1) se encuentran cartografiadas numerosas fallas inversas que afectan a los materiales del basamento, que en algunos casos llegan a superponerse a los de la cobertera cretácica y terciaria. Estas estructuras presentan una dirección general NE-SO en la mayor parte de las sierras de Guadarrama y Somosierra, como se obser-

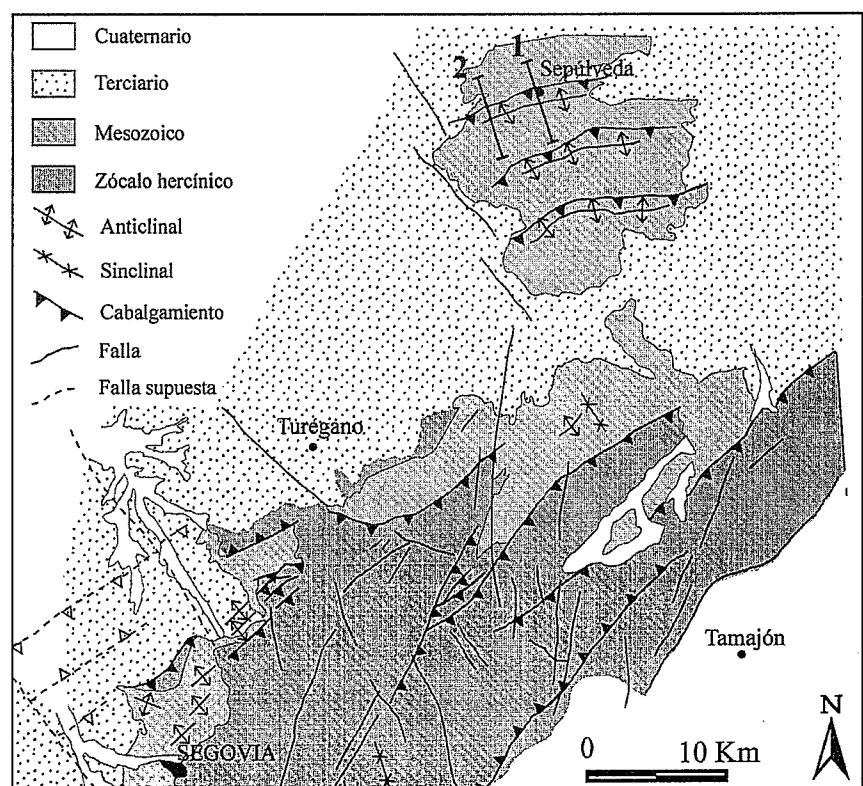


Fig. 1.- Mapa geológico del área de estudio donde se indica la situación de los cortes.

Fig. 1.- Geological map of the study area showing the location of the geological cross-sections.

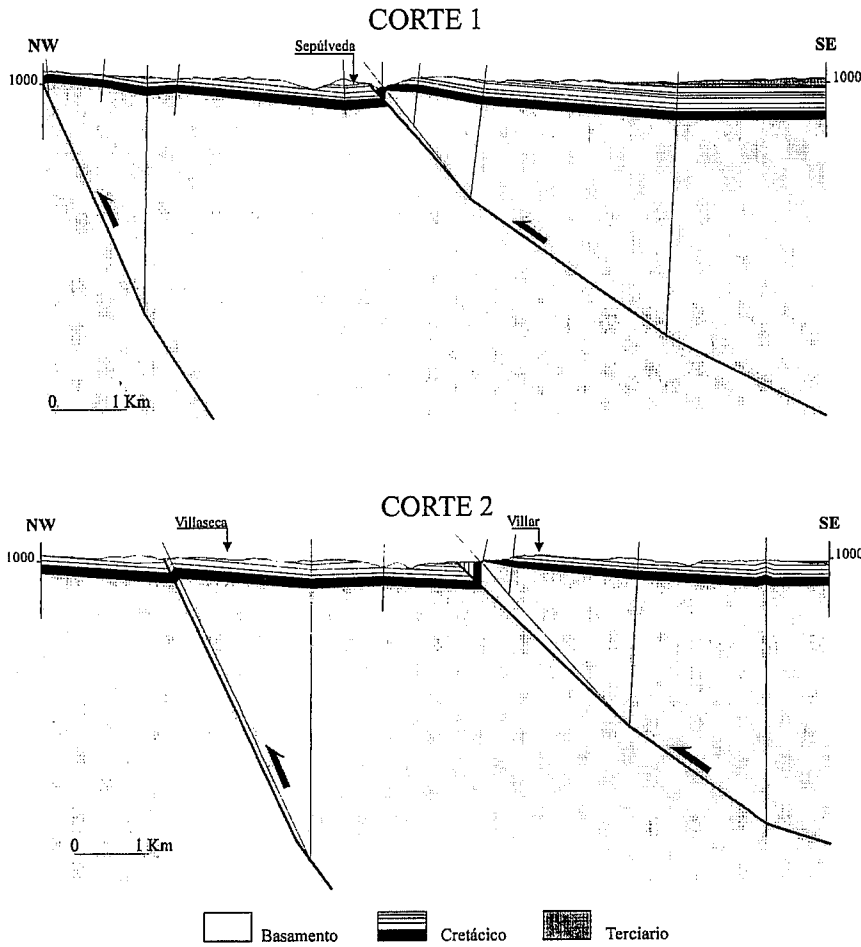


Fig. 2.- Cortes geológicos con la geometría de los pliegues y fallas asociados.

Fig. 2. Geological cross-sections showing the geometry of the reverse faults and related folds.

va claramente cerca de Segovia, Turégano o Tamajón, mientras que más al norte, en el extenso afloramiento cretácico próximo a Sepúlveda, las fallas y los pliegues asociados presentan una orientación más próxima a E-O. En ocasiones, la traza de las fallas inversas en los materiales del basamento

queda oculta bajo la cobertera, originándose en la misma pliegues monocinales con vergencia generalmente al NO o N. Las características geométricas de dichos pliegues parecen indicar que se trata de pliegues de propagación de falla (Gómez y Babín, 1996), cuya geometría en superficie está

directamente relacionada con la geometría en profundidad de la falla inversa que los ha originado. Un claro ejemplo de este tipo de pliegues es el que se puede observar en la localidad de Sepúlveda, el cual a pesar de presentar unas buenas condiciones de afloramiento no ha sido objeto de muchos estudios de carácter estructural (Cadauid *et al.*, 1971; Warburton y Álvarez, 1989 ; De Vicente *et al.*, 1991).

Metodología

Existen diferentes modelos que relacionan la geometría de los pliegues con la de las fallas que los han originado, las cuales generalmente no son visibles. Para el caso de pliegues de propagación de falla, los modelos utilizados han sido los de Jamison (1987), Suppe y Medwedeff (1990) y Chester y Chester (1990). En general, este tipo de modelos permiten determinar el buzamiento de la falla a partir de una serie de parámetros geométricos del pliegue asociado, generalmente el ángulo interflancos del anticlinal y la relación de espesores de los flancos del pliegue. Este tipo de pliegues suelen ser monocinales y con geometría de tipo "kink" (flancos rectos y charnelas angulares). A partir de una cartografía detallada de la zona de estudio se pueden determinar las zonas que presentan buzamientos homogéneos, situando los planos de "kink" en los límites entre bandas con buzamientos diferentes. La posición de estos planos de "kink" nos va a marcar, generalmente, los puntos en profundidad donde la geometría de la falla cambia (aumenta o disminuye su buzamiento).

Resultados

En la zona de estudio, se han escogido dos pliegues monocinales con vergencia al N para determinar la geometría de la falla en

	Buzamientos del anticlinal		Ángulo interflancos	Buzamiento de la falla		
	Flanco frontal	Flanco trasero		Suppe	Jamison	Chester
Pliegue de Sepúlveda	87° N	10° S	83°	35°	36°	36°
Pliegue de Villar	90°	20° S	70°	35°	27°	28°
Pliegue de Villaseca	55° N	5° S	120°	54°	-----	55°

Tabla I.- Elementos geométricos utilizados en la aplicación de los modelos de pliegue-falla y resultados obtenidos de buzamientos de la falla.

Table I.- Geometric elements used in the fault-propagation fold models and dip values obtained for the reverse faults.

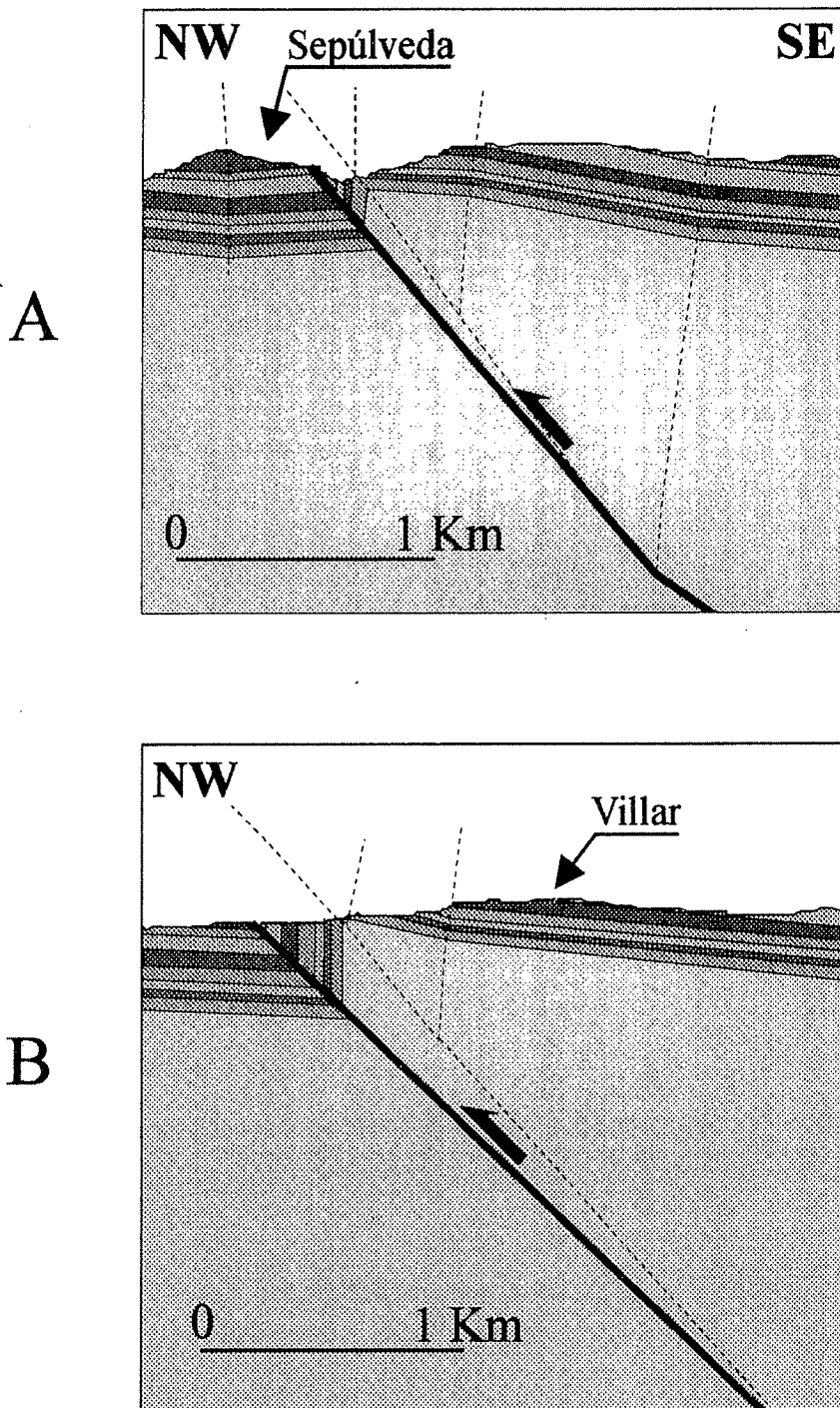


Fig. 3.- Detalle de la reconstrucción del pliegue de a) Sepúlveda y b) Villar.

Fig. 3.- Detailed scheme displaying the reconstruction of the a) Sepúlveda fold and b) Villar fold.

profundidad (Fig. 2). Uno de ellos es el situado en la localidad de Sepúlveda, con una traza de varios kilómetros de longitud y con un flanco frontal entre vertical y ligeramente volcado. El otro pliegue tiene una dirección paralela al anterior, también con una longitud de varios kilómetros pero con un flanco frontal cuyo buzamiento varía lateralmente entre 15° y 55° N. Para comparar la variación en la geometría obtenida a lo

largo de la dirección de las estructuras, se han realizado dos cortes geológicos con dirección NNO-SSE separados entre sí 6 kilómetros. En estos cortes se ha representado la estructura de los pliegues que afectan a los materiales cretácicos y terciarios, delimitando los dominios de buzamiento homogéneos separados por planos de "kink". A partir de los datos obtenidos en campo de los buzamientos de los flancos, el

ángulo interflancos del anticlinal y las relaciones de espesores de los flancos se han obtenido los datos sobre el buzamiento teórico que presentan las fallas inversas, que quedan recogidos en la tabla I. Mediante estos datos y la posición de los planos de "kink" se ha reconstruido la geometría de las fallas en profundidad.

En el corte 1 se puede observar la diferencia entre la falla situada más al sur, responsable del pliegue aflorante en Sepúlveda, que presenta un buzamiento de 35° S disminuyendo a 26° S a medida que la falla se hace más profunda, y la falla que da lugar a un pliegue localizado más al norte del anterior, cerca de Villaseca, que presenta un buzamiento más alto, de unos 55° S. Esta diferencia se mantiene en el corte 2, que representa la continuación de estas estructuras hacia el oeste. Puede observarse que la estructura general de las dos fallas se mantiene, aunque hay una variación en la anchura de los dominios separados por planos de "kink". En ambos cortes, el tramo superior de las fallas representa la rotura del pliegue a favor de su plano axial sinclinal ("Synclinal breakthrough", según Suppe y Medwedeff (1990)). Este es un proceso frecuente cuando el acortamiento no puede resolverse mediante plegamiento a partir de cierto momento por razones mecánicas, progresando la deformación mediante la fractura del pliegue a favor del plano axial sinclinal que es una superficie de debilidad, y de esta manera la falla se propaga directamente hacia la superficie.

Existen algunas diferencias entre la geometría del pliegue observado en Sepúlveda y la continuación de la misma estructura hacia el oeste observada cerca de la localidad de Villar, como se representa en la figura 3. En primer lugar, el pliegue de Sepúlveda (Fig. 3a) presenta un flanco trasero con menor buzamiento (5°) que el mismo pliegue cerca de Villar (10°) (Fig. 3b) aunque con una anchura de la banda de "kink" similar, mientras que la anchura de la siguiente banda de "kink", más al sur, es menor en el pliegue de Sepúlveda que en el de Villar, siendo el buzamiento semejante en ambos casos (7° - 10°). Esto determina que la profundidad a la que se produce el cambio de buzamiento de la falla sea algo mayor en la zona occidental de esta estructura. Por último, el desplazamiento calculado en los cortes sobre el plano de falla para el techo del basamento es diferente en ambos casos, de unos 150 m en el caso de Sepúlveda y de 75 m en Villar, lo que podría indicar una disminución en el acortamiento que ha producido el pliegue hacia el oeste, o bien que

dicho acortamiento se haya acomodado en mayor medida mediante plegamiento que por fracturación en las proximidades de Villar.

Conclusiones

A partir de datos detallados de superficie y mediante la aplicación de modelos de pliegues asociados a fallas, puede estimarse la posible geometría en profundidad de estructuras no visibles en superficie. Estos modelos permiten hacer estimaciones sobre el grado de acortamiento y comparar la evolución de las estructuras lateralmente. De esta manera, se ha obtenido una posible solución para la geometría de alguna de las fallas del borde norte del Sistema Central. Los resultados obtenidos deberán ser comprobados cuando esté disponible otro tipo de información como sondeos o datos geofísicos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al proyecto de la DGICYT PB-94/0242.

Referencias

- Cadavid, S., Corral, A. y Portero, J. M. (1971): *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 69: 145-173
- Capote, R., De Vicente, G. y González Casado, J. M. (1990): *Geogaceta*, 7:20-22.
- Chester, S. J. y Chester, F. M. (1990): *Jour. Struc. Geol.*, 12(7): 903-910.

- De Vicente, G. y González Casado, J. M. (Eds.) (1991): *III Reun. Comisión de Tectónica SGE*, Guadalajara. 140 págs.
- De Vicente, G., Muñoz, A., Giner, J., Rodríguez, M. A., González Casado, J. M. y Calvo, J. P. (1994): *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 13: 43-45.
- Gómez, D. y Babín, R. (1996): *Rev. Soc. Geol. de España*, 9(3-4): 297-309.
- Jamison, W. R. (1987): *Jour. Struc. Geol.*, 9(2): 207-219.
- Sánchez Serrano, F., De Vicente, G. y González Casado, J. M. (1993): *Rev. Soc. Geol. de España*, 6: 7-14.
- Suppe, J. y Medwedeff, D. A. (1990): *Ecllogae Geol. Helv.*, 83(3): 409-454.
- Warburton, J. y Álvarez, C. (1989): *Libro homenaje a Rafael Soler, Asoc. Geol. Geof. Esp. del Petróleo*: 147-155.