

# El Sistema de Fallas Extensionales de La Axarquía (Sierras de Tejada y La Almirajara, Cordilleras Béticas)

*La Axarquía Extensional Fault System (Tejada and La Almirajara Sierras, Betic Cordilleras)*

F.M. Alonso-Chaves (\*) y M. Orozco(\*\*)

(\*) Departamento de Geología, Universidad de Huelva, Campus de La Rábida, E-21819 Palos de la Frontera (Huelva).

(\*\*) Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, CSIC-Universidad de Granada, Campus Fuentenueva, E-18002 Granada.

## ABSTRACT

The faults of La Axarquía Extensional System show a listric geometry. They cut across the uppermost alpujarride units and strongly contribute to the NW-SE mountain trend defined by the Tejada-Almirajara sierras. The main fault can be followed for over 30 km, the hanging wall being displaced toward the SW or WSW. The Venta de Palma tectonic unit, which belongs to La Axarquía Extensional System, is an arched wedge-shaped unit decreasing its thickness in the direction of the hanging wall relative movement. The tectonic omission caused by the basal fault of the Bentomiz unit is over 3500 m. From mapping criteria and the study of minor structures the internal structure of the Venta de Palma unit is inferred. It consists of (parts of) recumbent folds which were dismembered during the brittle extension. Faults of La Axarquía Extensional System have been active since the Tortonian to Quaternary times.

**Key words:** brittle extensional systems, listric faults, active tectonics, Betic Cordilleras.

Geogaceta, 24 (1998), 15-18

ISSN: 0213683X

## Introducción

La exhumación tectónica del Dominio de Alborán (Cordilleras Béticas) se inició en el Mioceno inferior, y desde entonces hasta la actualidad, se han sucedido diferentes episodios de extensión que han condicionado la evolución geodinámica del extremo occidental del Mar Mediterráneo (Comas *et al.*, 1992; García Dueñas *et al.*, 1992). Los límites entre los complejos tectónicos de orden mayor (Nevado-Filábride/Alpujarride y Alpujarride/Maláguide) han sido interpretados como despegues extensionales que han producido omisiones tectónicas muy significativas a escala cortical (García-Dueñas y Martínez-Martínez, 1988; Galindo-Zaldívar *et al.*, 1989; Aldaya *et al.*, 1991). La evolución tectónica de estos despegues ha tenido lugar de manera preferente durante el Mioceno inferior y medio. Por otra parte, en la terminación occidental de Sierra Nevada se ha constatado la reactivación de despegues extensionales antiguos, formándose fallas de alto ángulo de dirección NW-SE desde el Mioceno superior (Galindo-Zaldívar *et al.*, 1996).



Fig. 1- Esquema geológico de las unidades tectónicas en las sierras de Tejada y La Almirajara.

Fig. 1- Geological scheme of the tectonic units at Tejada and La Almirajara mountains.

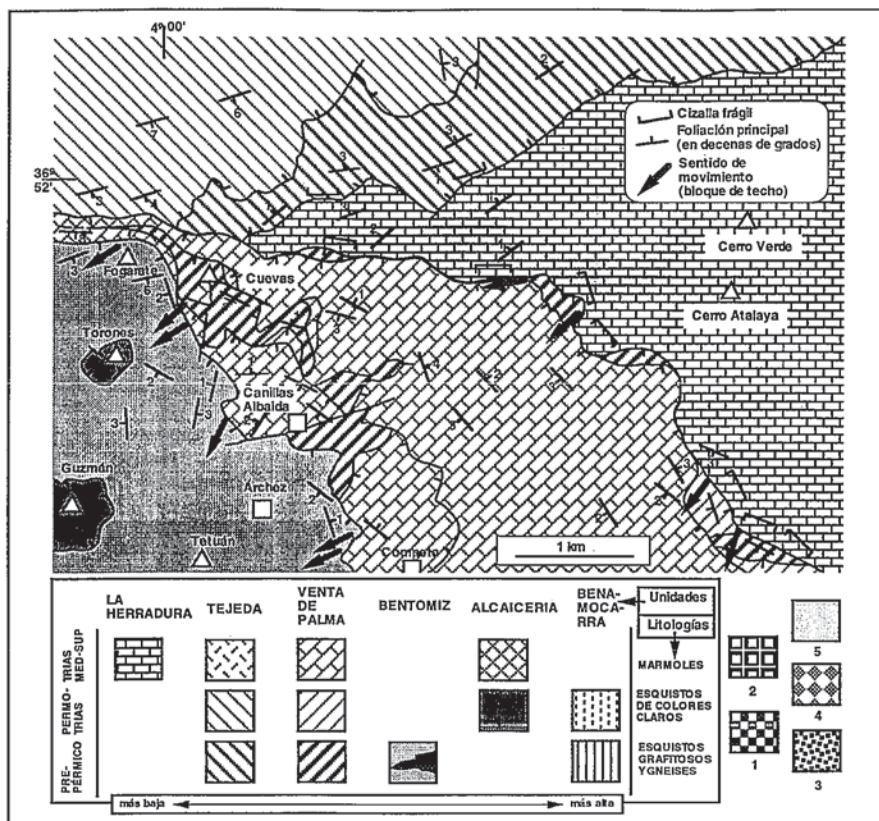


Fig. 2- Mapa geológico del SE de Sierra Tejada. Leyenda 1 y 2, rocas paleozoicas y cobertera mesozoica del Complejo Maláguide, respectivamente; 3, Sedimentos del Mioceno inferior (Formación La Viñuela); 4, Complejo de Alozaina; 5, Sedimentos cuaternarios

Fig. 2- Geological map of SE Sierra Tejada. Legend: 1 and 2, paleozoic rocks and mesozoic cover of Maláguide Complex, respectively; 3, Lower Miocene Sediments (La Viñuela Formation); 4, Alozaina Complex; 5, Quaternary Sediments.

La comarca de La Axarquía está situada en el extremo oriental de la provincia de Málaga. En este sector, afloran diferentes unidades alpujárrides con metamorfismo de grado medio (Avidad y García-Dueñas, 1981; Elorza y García-Dueñas, 1981; Aldaya *et al.*, 1981; Alonso-Chaves *et al.*, 1995), que han sido progresivamente fragmentadas y extendidas en relación con despegues y fallas normales de bajo ángulo (Fernández-Fernández *et al.*, 1992; Alonso-Chaves *et al.*, 1993). Este trabajo se centra en la descripción del Sistema Extensional de La Axarquía y su relación con otros episodios de fracturación más antiguos. La reactivación de fallas de dirección NW-SE, desde el Tortonense a la actualidad han condicionado la evolución del relieve en esta franja del litoral mediterráneo.

**Sistema extensional de La Axarquía.**

El Sistema de fallas normales de La Axarquía está definido en la vertiente meridional de las sierras de Tejada y La

Almijara, y afecta a las unidades extensionales más altas del Complejo Alpujárride (Alonso-Chaves, 1995). La falla basal (también llamada principal), es el límite inferior de los afloramientos más meridionales de la unidad de Venta de Palma, cuya dirección varía desde NW-SE con buzamientos generalizados hacia el SW en Sierra Almijara, hasta la dirección WNW-ESE y buzamientos hacia el SSW en Sierra Tejada. La falla tiene al menos 30 km de longitud, desde La Herradura hasta Alcaucín, y en planta su traza es arqueada (Fig. 1).

El bloque de muro está levantado y en él se encuentran las mayores altitudes de la alineación montañosa. Está formado por diferentes unidades, como las de La Herradura y Tejada, que quedan al norte de dicha falla (Figs. 2 y 3). También pertenecen a este bloque los afloramientos de las unidades de Venta de Palma, Bentomiz y Alcaicería, al norte de Alcaucín (Alonso-Chaves *et al.*, 1993). Al este del meridiano de Canillas de

Albaida (Fig. 2), la falla principal corta oblicuamente a los mármoles bandeados con intercalaciones de calcoesquistos, pertenecientes a la unidad de La Herradura (que es la unidad más baja de las que afloran en el área estudiada). A lo largo de dicho contacto hay jirones de metapelitas pre-pérmicas y permotriásicas. Al oeste del meridiano citado, la falla basal corta a la estructura interna de la unidad de Tejada (Fig. 3), formada por un anticlinal recumbente vergente al norte, que afecta a la zonación metamórfica regional (Azañón y Alonso-Chaves, 1996). Su geometría es la de una rampa descendente para el bloque de muro hacia el W, ya que en tal dirección y sentido corta a términos geoméricamente cada vez más bajos del flanco inverso kilométrico del citado pliegue (véase en la figura 3, que el tramo más occidental de la falla, entre Canillas de Aceituno y Sedella, corta a las metapelitas de edad Permo-Trías que están sobre la secuencia carbonatada de la unidad de Tejada). Hacia el este, desde el sector de Canillas de Albaida, la falla es igualmente descendente y corta a los niveles estructurales más bajos de la unidad de La Herradura. En las figuras 4 a y b se han proyectado las orientaciones de fallas extensionales de bajo ángulo y estrías, respectivamente, medidas en el límite inferior de la unidad de Venta de Palma. La dirección de extensión de la falla principal varía entre NE-SW y ENE-WSW, y el sentido de transporte tectónico para el bloque de techo es hacia el SW y el WSW (véase también las figuras 2 y 3). La falla basal tiene una geometría lítrica, de tal manera que forma una rampa para el bloque de muro.

En el bloque de techo hay fallas secundarias de geometría lítrica que convergen en la falla basal. En la Fig. 3 se observa que la dirección de las estructuras es N130°E, y buzamientos generalizados hacia el SW, con un ángulo medio de 30°. Una de las más importantes es el límite superior de la unidad de Venta de Palma, al S del eje Sierra Tejada-Sierra Almijara. Otras fallas secundarias, como las que hay en las proximidades de Canillas de Albaida (Fig 2), delimitan pequeñas escamas tectónicas en extensión pertenecientes a la unidad de Venta de Palma. Cada escama está formada por rocas de distintas edades, que forman parte de un pliegue recumbente de dimensiones kilométricas. En una transversal de la unidad de Venta de Palma (Fig. 2), desde los niveles estructuralmente más bajos -situados al NE de Canillas de Albaida- hasta los más altos -al SW de dicho pue-

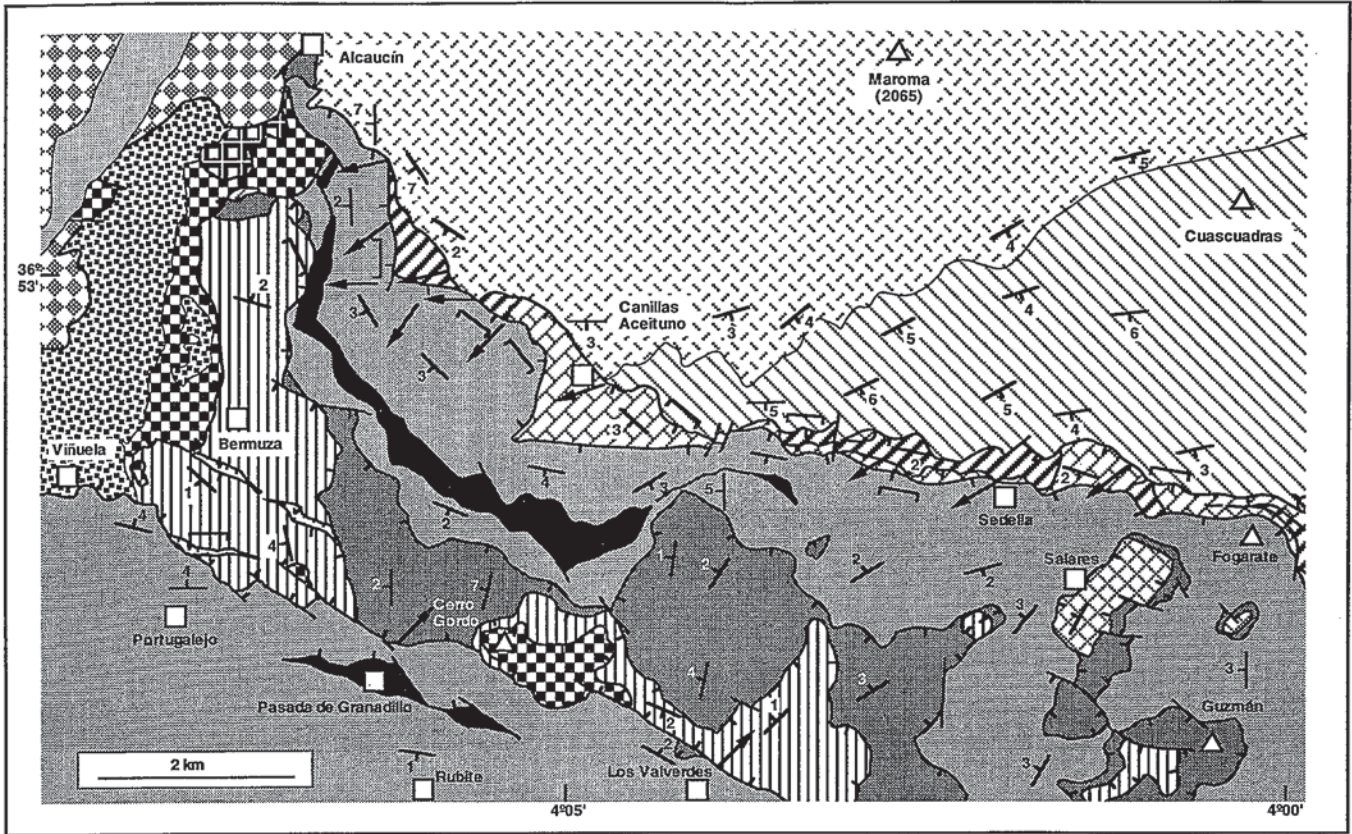


Fig. 3- Mapa geológico del S y SW de Sierra Tejeda, (ver leyenda en la figura 2)

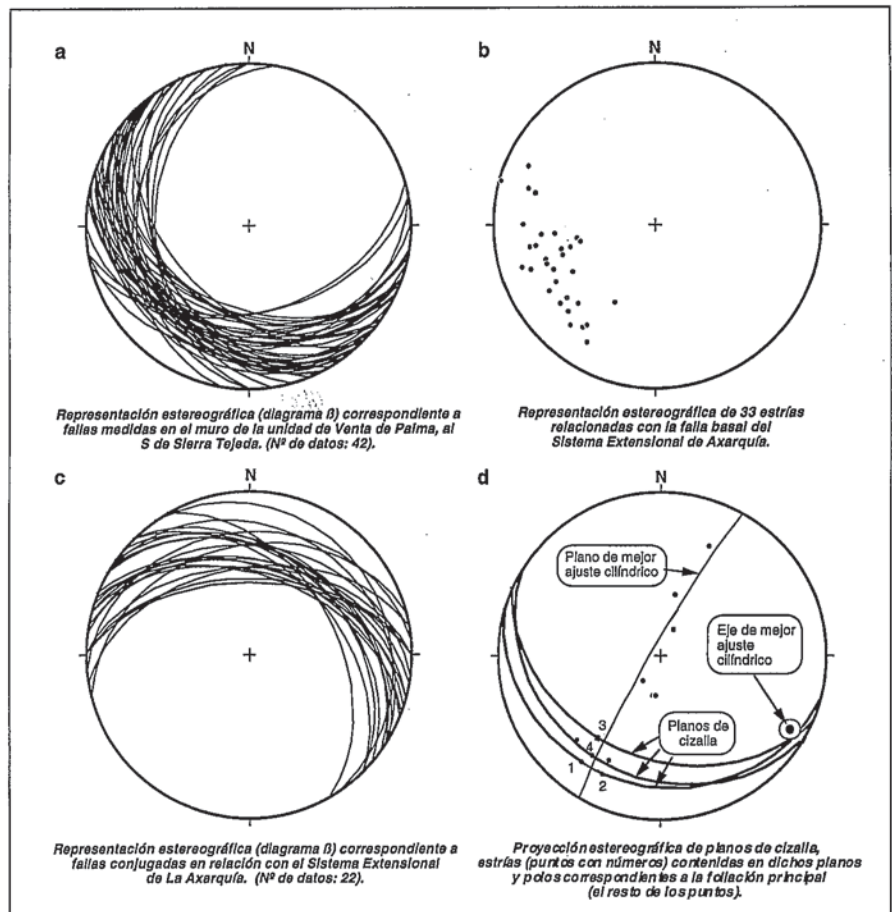
Fig. 3- Geological map of S and SW Sierra Tejeda, (see legend of the figure 2)

blo-, hay una repetición simétrica de la secuencia litoestratigráfica característica de las unidades alpujarrides. Al núcleo de la estructura pertenecen los esquistos grafitosos y los gneises (pre-pérmicos). El flanco inverso está formado por mármoles (Trías medio-superior) y esquistos de colores claros (Permo-Trías), que ocupan una posición infrayacente respecto al citado núcleo. El flanco normal, situado estructuralmente sobre las rocas pre-Pérmicas, está formado igualmente por esquistos de colores claros y mármoles, atribuidos al Permo-Trías y Trías medio-superior, respectivamente. Las fallas secundarias tienen características cinemáticas similares a las descritas anteriormente en relación con la falla basal (Figs. 2 y 3).

El sistema de fallas tiene una geometría lístrica y produce basculamientos hacia el NE en el interior de las escamas tectónicas, ya que se reorientan las

Fig. 4- Proyecciones estereográficas en el hemisferio inferior de datos estructurales correspondientes al Sistema Extensional de La Axarquía.

Fig. 4- Lower hemisphere stereographic projections of structural data of La Axarquía Extensional System.



foliaciones previas e incluso otras fallas más antiguas. También es frecuente el desarrollo de pliegues de tipo «roll-over». Se ha comprobado que, en el caso de rampas frontales y estrías según la dirección de buzamiento del plano de cizalla, el eje del «roll-over» es subparalelo a la dirección de la falla y el pliegue es de tipo cilíndrico (Fig. 4 d).

Al sur de Sierra Tejada (Fig. 3), en el bloque de techo, hay fallas antitéticas del sistema principal que forman un dispositivo en relevo. La dirección predominante es WNW-SSE y los buzamientos hacia el NNE (Fig. 4 c). Las inclinaciones medias de las superficies de cizalla antitéticas son más altas que los buzamientos medidos en la falla principal. Las fallas antitéticas cortan a fallas extensionales de bajo ángulo que fueron activas durante el Burdigaliense inferior y Mioceno medio. Tales fallas son los límites inferiores de las unidades de Alcaicería, Benamocarra y del Complejo Maláguide.

#### Secuencia de fracturación

La falla basal del Complejo Maláguide, al Sur de Sierra Tejada, está fosilizada por sedimentos del Burdigaliense inferior, pertenecientes a la Formación de La Viñuela (Fig. 3). Alonso-Chaves y Rodríguez-Vidal (1998) han propuesto una dirección de extensión N-S para la etapa de *rifting* más antigua que se reconoce en la zona. En el norte de Sierra Tejada los límites entre las unidades tectónicas han sido interpretadas como despegues extensionales activos durante el Serravalliense y el Tortoniense inferior, y la dirección de transporte tectónico para el bloque de techo es hacia el SW (Alonso-Chaves *et al.*, 1993 y 1995). Estas fallas se encuentran actualmente buzando hacia el Norte, ya que forman parte del flanco septentrional de un anticlinal de gran radio que se generó durante el Messiniense. En las vertientes meridionales de las sierras de

Tejada y La Almirajara, la falla basal del sistema extensional de La Axarquía corta al flanco sur del pliegue del Mioceno superior.

#### Conclusiones

En el bloque de techo del Sistema Extensional de La Axarquía hay fallas normales que tienen una dirección de extensión NE-SW y ENE-WSW. Las directrices estructurales de dicho sistema son oblicuas respecto a la estructura interna de las unidades alpujarrides pertenecientes al bloque de muro. La unidad de Venta de Palma está limitada por fallas de geometría lítrica que pertenecen al sistema extensional de La Axarquía, y definen una gran escama tectónica con forma de cuña. El espesor de la misma disminuye según la dirección y sentido de movimiento relativo para el bloque de techo, es decir, la potencia de la unidad de Venta de Palma disminuye hacia el W. En el borde suroccidental de Sierra Tejada la omisión tectónica directamente asociada a las fallas secundarias es de 3500 m, ya que éste es el espesor de la unidad de Venta de Palma en la zona de Frigiliana. Sobre esta unidad se han elaborado superficies erosivas formadas durante el Tortoniense (Lhenaff, 1977), que han sido posteriormente cortadas por otras superficies morfológicas más recientes (Rodríguez-Vidal y Cáceres Puro, 1993). Los niveles de arrasamiento pueden interpretarse como terrazas erosivas, en el sentido que propone Gibbs (1984). Las fallas del sistema extensional han tenido distintos periodos de funcionamiento, siendo especialmente activas desde el Tortoniense a la actualidad.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen los comentarios de J. Rodríguez-Vidal al manuscrito original. Este trabajo ha sido financiado por los proyectos DGICYT: PB92-0020-CO2 y PB95-1219-A

#### Referencias

- Aldaya, F., García-Dueñas, V. y Navarro Vilá, F. (1981): *Acta Geol. Hisp.*, 14, 154-166.
- Aldaya, F., Alvarez, F., Galindo-Zaldívar, J., González-Lodeiro, F., Jabaloy, A. y Navarro-Vilá, F. (1991): *C.R. Acad. Sci. París*, 313, 1443-1457.
- Alonso-Chaves, F.M., García-Dueñas, V. y Orozco, M. (1993): *Geogaceta*, 14, 116-118.
- Alonso-Chaves, F.M., Orozco, M., García-Dueñas, V. y Mayoral, E. (1995): *Gegaceta*, 17, 131-132.
- Alonso-Chaves, F.M. (1995): *Tesis Doctoral*, Univ. Granada, 265 pp (inédita)
- Alonso-Chaves, F.M. y Rodríguez Vidal, J. (1998): *C.R. Acad. Sci. París*, 326, 51-56.
- Avidad, J. y García-Dueñas, V. (1981): *Mapa y Memoria explicativa de la Hoja de Motril (1055), del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000, IGME*, 1-36.
- Azañón, J.M. y Alonso-Chaves, F.M. (1996): *C.R. Acad. Sci. París*, 322, 47-54.
- Comas, M.C., García-Dueñas, V. y Jurado, M.J. (1992): *Geo-Mar. Lett.*, 12, 157-164.
- Elorza, J.J. y García-Dueñas, V. (1981): *Mapa y Memoria explicativa de la Hoja de Vélez-Málaga (1054), del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000, IGME*, 1-59.
- Fernández-Fernández, E., Campos, J. y González-Lodeiro, F. (1992): *Geogaceta*, 12, 13-16.
- Galindo-Zaldívar, J., González-Lodeiro, F. y Jabaloy, A. (1989): *Geodinámica Acta*, 3 (1), 73-85.
- Galindo-Zaldívar, J., Jabaloy, A. y González-Lodeiro, F. (1996): *C.R. Acad. Sci. París*, 323, 615-622.
- García-Dueñas, V., Balanyá, J.C. y Martínez-Martínez, J.M. (1992): *Geo-Mar. Lett.* 12, 88-95.
- García-Dueñas, V. y Martínez-Martínez, J.M. (1988): *Geogaceta*, 5, 53-55.
- Gibbs, A.D. (1984): *Jour. Geol. Soc. (London)*, 141, 621-628.
- Lhenaff, (1977): *Thèse d'Etat*, Univ. Paris, 713.
- Rodríguez-Vidal, J. y Cáceres Puro, L.M. (1993): *Geogaceta*, 14, 49-51.