

En el momento actual continúan las investigaciones en la zona de emergencias, centradas, principalmente, en el estudio hidrobiológico de los distintos sistemas hidrológicos con el objetivo de precisar el conocimiento de su funcionamiento y estructura.

Referencias

- Andrieux, C. (1972): *Ann. Spéléol.*, 27, 525-541.
- Bekalowicz, M. (1979): *Contribution de la géochimie des eaux a la connaissance de l'aquifère karstique et de la karstification*. Univ. Paul Sebatier, Toulouse.
- Freixes, A. (1986): *El carst conglomeràtic experimental de Rellinars: un enfocament sistèmic i hidrogeològic en la recerca del medi càrstic*. Tesis Lic. Univ. de Barcelona.
- Mangin, A. (1975): *Contribution a l'étude hydrodynamique des aquifères karstiques*. Thèse doct, in *Ann. Spéol.*, 29 (3), 283-332; 29 (4), 496-601; 30 (1), 21-124.
- Mangin, A. (1984): *Journal of Hydrology*, 67, 25-34.
- Schoeller, H. (1962): *Les eaux souterraines*. Masson, París, 642 pp.
- Schuster, E. T. y White, W. B. (1971): *J. Hydrol.*, 14, 93-128.

Recibido el 10 de febrero de 1987

Aceptado el 17 de febrero de 1987

Generaciones de cabalgamientos y pliegues recumbentes en los Mantos Alpujárrides entre Ronda y Almería. Cordilleras Béticas

J. C. Balanyá. Dpto. de Geodinámica. Instituto And. Geología Mediterránea, CSIC-Universidad, 18071 Granada.

J. Campos. Dpto. de Geodinámica. Instituto And. Geología Mediterránea, CSIC-Universidad, 18071 Granada.

V. García-Dueñas. Dpto. de Geodinámica. Instituto And. Geología Mediterránea, CSIC-Universidad, 18071 Granada.

M. Orozco. Dpto. de Geología. Universidad de Sevilla, 41012 Sevilla.

J. F. Simancas. Dpto. de Geodinámica. Instituto And. Geología Mediterránea, CSIC-Universidad, 18071 Granada.

ABSTRACT

Synmetamorphic thrust nappes, related to the Los Reales Crustal Thrust within the Alpujarride Nappes, moved in an ENE or NE direction. A subsequent movement took place in a northerly direction and large fold nappes were formed. Finally N and NW brittle thrusting occurred, consistent with the Gibraltar Crustal Thrust and the N-S convergence of Iberia and Africa.

Balanyá, J. C.; Campos, J.; García-Dueñas, V.; Orozco, M., y Simancas, J. F. (1987): Generaciones de cabalgamientos y pliegues recumbentes en los Mantos Alpujárrides entre Ronda y Almería. Cordilleras Béticas. *Geogaceta*, 2, 51-53.

Key words: *Thrust nappes, fold nappes, shear zone, Alpine belts, Betic Cordilleras.*

Los Mantos Alpujárrides constituyen la mayor parte del Dominio de Alborán (García-Dueñas y Balanyá, 1986) y suponen un importante apilamiento alpino de elementos tectónicos corticales. Se conocen los principales mantos y grandes unidades (Aldaya *et al.*, 1981; Navarro-Vilá y Tubía, 1983) y se han establecido varias etapas de corrimiento con sus direcciones de traslación predominantes (Campos *et al.*, 1984, 1986; Tubía y Cuevas, 1986; Cuevas *et al.*, 1986).

Sin embargo, es necesario valorar la influencia de las sucesivas generaciones de cabalgamientos y pliegues recumbentes en la evolución geométrica de la pila alpujárride. Con este propósito hemos acotado tres áreas, representativas de una franja de 30 km

de anchura extendida desde Ronda hasta Almería. Varios mantos, situados a distintos niveles de la pila, se encuentran en cada área, estando al W los superiores; también la organización estructural varía de un caso a otro.

Area de Estepona-Marbella

Al sur de Ronda, Navarro-Vilá y Tubía (1983) han diferenciado tres mantos: M. de Ojén, M. de Guadaiza y M. de Los Reales (en orden ascendente) (fig. 1).

Un cabalgamiento dúctil a escala cortical separa el M. de Los Reales (a techo) de los otros dos. En la zona de cizalla (espesor ~0,5 km) se genera

foliación milonítica (Fm) y lineación de estiramiento (Le), entre otras estructuras. La dirección media de Le es N 60-70 E y el sentido de cabalgamiento es ENE (Tubía y Cuevas, 1986). Un gran sinclinal recumbente se sitúa en el bloque de muro del cabalgamiento. El M. de Guadaiza, que no existe al E de Sierra Bermeja, es una repetición del flanco inverso del sinclinal, cuyos dos flancos constituyen el M. de Ojén.

El M. de Los Reales se compone de varios elementos estructurales: 1) lámina basal de peridotitas (Un. de Bermeja); 2) sucesión de gneises y metapelitas (Un. de Jubrique), y 3) Zona de Imbricaciones de Benarrabá-Casares. Entre las Un. de Bermeja y Jubrique existe una zona de cizalla

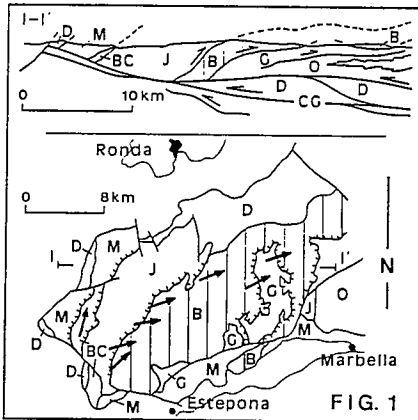


Fig. 1.—Area Estepona-Marbella (Málaga). O) M. de Ojén. G) M. de Guadaiza; M) M. de los Reales; B) Un. de Bermeja; J) Un. de Jubrique; BC) Imbricaciones de Benarrabá-Casares; M) Maláguides; D) Un. de Dorsal; CG) Cabalgamiento de Gibraltar; Flechas: Lineación de estiramiento y sentido de cizalla.

dúctil con idénticas características y espesor que la basal del M. de Los Reales. Criterios estructurales y de fábrica indican la traslación hacia el ENE de la Un. de Jubrique. Por su parte, las imbricaciones de Benarrabá-Casares (alguna de traslación > 10 km) están relacionadas con cizallamientos dúctiles hacia el N (máximo de Le, N10E); Le de la misma dirección existe en la Un. de Jubrique, especialmente en su parte alta.

El desarrollo de la zona imbricada de Benarrabá-Casares estaría en probable relación con el cabalgamiento de las unidades maláguides, en este área derivadas de un solo manto principal.

Tanto en la Un. de Jubrique como en alguna de las imbricaciones de Benarrabá existen estructuras de aspecto S-C, con reorientación de foliaciones previas; en general, son poco penetrativas y de vergencia N.

El M. de Guadaiza cabalga a la Un. de Bermeja en el S del área, repitiendo las peridotitas. Este cabalgamiento, junto con pliegues vergentes al N que crenulan Fm, está enmascarado por una importante falla extensional (Balanyá y García-Dueñas, 1986).

Area de Almuñecar-Motril

Dos sectores (figs. 3 y 4) son representativos de la estructura de los Mantos de Alcázar, La Herradura y

Salobreña (Avidad y García-Dueñas, 1981).

Las sucesiones metamórficas paleozoicas y triásicas de La Herradura y Salobreña poseen localmente una Fm con pliegues rotados y Le asociados, de dirección NE-ESE (fig. 2A).

Los cabalgamientos que separan a los mantos referidos cortan a pliegues recumbentes kilométricos que deforman la Fm y las isogradas metamórficas. El mejor ejemplo es el del sinclinal recumbente del M. de La Herradura, cuyo flanco inverso termina contra el M. de Salobreña; el Klippe del Rescate (M. de Salobreña) llega a descansar sobre el flanco normal del sinclinal (fig. 3).

La estructura es más compleja al NW de Motril (fig. 4), donde el M. de La Herradura constituye el Dúplex de Motril (8 horses entre los Mantos de Alcázar y Salobreña); cada horse está formado por un par anticlinal/sinclinal con gran desarrollo del flanco largo normal. El Dúplex de Motril se

apoya sobre una rampa de muro en el M. de Alcázar, rampa modificada por fallas normales indicando extensión hacia el SW. También el M. de Alcázar constaría de imbricaciones, causantes, al NE de Motril, de la posible repetición de términos carbonáticos y del inusual espesor de filitas por encima del M. de Lújar.

Por su parte, el M. de Salobreña consiste en un gran flanco normal con imbricaciones y un sinclinal conservado en el S (corte fig. 4). Por encima, la Un. de Alberquillas (fig. 3) es otro sinclinal recumbente limitado por cabalgamientos.

Los pliegues recumbentes citados poseen clivaje de crenulación (Fc) con bandeado mineral y blatesis de biotita posteriores al pico metamórfico; la orientación de ejes de pliegues menores y crenulación (Lc) se muestra en la figura 2B. Los cabalgamientos posteriores a Fc reorientan este clivaje junto con la Fm, dando lugar a estructuras de aspecto S-C.

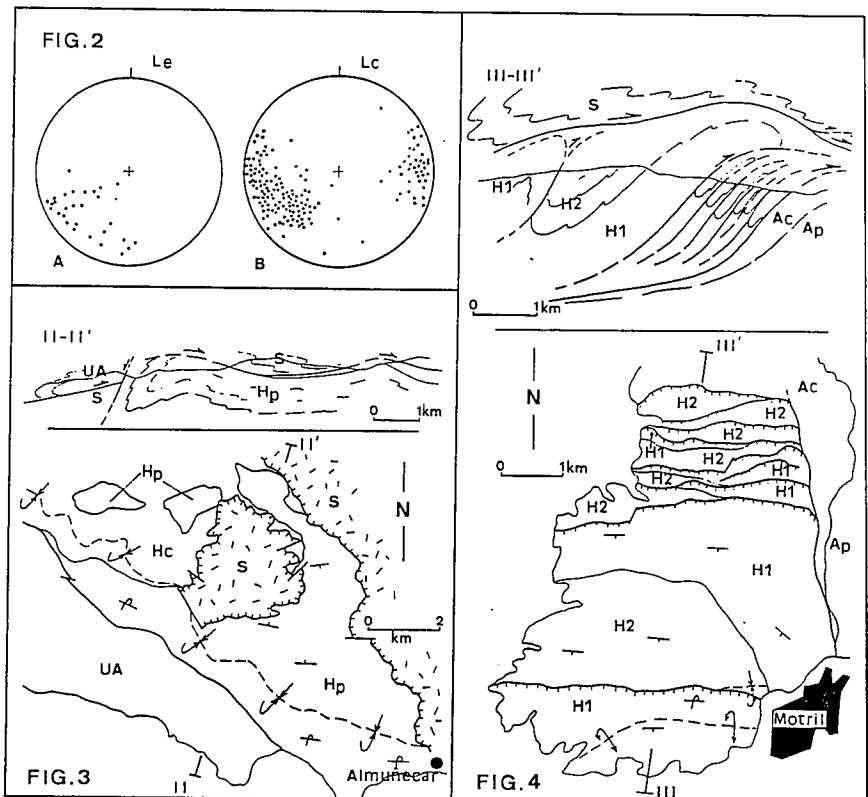


Fig. 2.—A) Lineación de estiramiento y B) ejes de micropliegues y crenulación, en el M. de La Herradura.

Fig. 3.—Sector de Almuñecar (Granada). M. de La Herradura: Hp) metapelitas, Hc) formación carbonática; S) M. de Salobreña; UA) Un. de Alberquillas.

Fig. 4.—Sector de Motril (Granada). M. de Alcázar: Ap) metapelitas, Ac) formación carbonática; M. de La Herradura: H1) esquistos oscuros, H2) esquistos claros; S) M. de Salobreña.

Como resultado de la secuencia estructural establecida consideramos a los Mantos de La Herradura y Salobreña y a la Un. de Alberquillas como derivados de una hoja de manto primera que se habría movido hacia el NE. Grandes pliegues recumbentes y un sistema de cabalgamientos hacia el N, oblicuos a los pliegues, originaron la estructura del área.

Area de Adra-Dalías

Existen, de inferior a superior (fig. 5), los Mantos de Lújar, Alcázar, Murtas y Adra, diferenciados por Aldaya (1969) y Orozco (1972), que

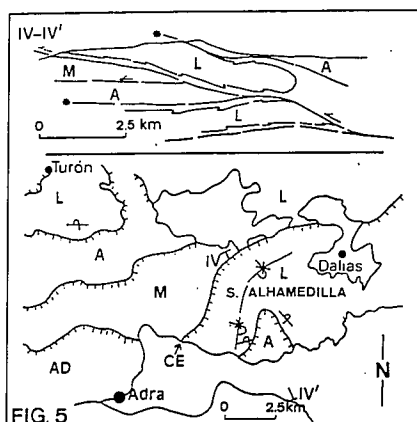


Fig. 5.—Area de Adra-Dalías (Almería). L) M. de Lújar; A) M. de Alcázar; M) M. de Murtas; AD) M. de Adra; CE) Cabalgamiento de Estanquera.

indicaron su desplazamiento hacia el N. Una etapa de cabalgamiento dúctil anterior, hacia el NE, ha sido establecida por Cuevas *et al.* (1986), Aldaya *et al.* (1983) y Gerville *et al.* (1985); han localizado sucesiones invertidas en el M. de Lújar.

Nosotros hemos constatado que las Le asociadas a cizallas dúctiles y a Fm se agrupan en dos máximos de frecuencia, indicando sentidos de movimiento al NE y al N, respectivamente. Estas Le están relacionadas con pliegues menores de charnela curva y estructuras S-C y repartidas entre las metapelitas paleozoicas de los M. de Adra y Murtas.

La estructura del M. de Lújar es la de un sinclinal recumbente en la Sierra de Alhamedilla, en donde el flanco inverso supera los 7 km de

amplitud. El clivaje y la lineación de crenulación (Fc y Lc) están bien desarrollados en el sinclinal, la Fm se halla plegada y el eje es E-W. La sucesión de la ventana de Turón debe formar parte del flanco inverso del Sinclinal de Alhamedilla, que se prolonga hasta cerca de Almería por el E. También las inversiones de Sierra de Lújar (Estévez *et al.*, 1985) pueden considerarse ligadas al mismo pliegue mayor.

El flanco inverso de Alhamedilla incluye una parte de las filitas asignadas al M. de Alcázar, el cual queda reducido a una sucesión metapelítica y carbonática en posición normal.

Es posible que la Le de dirección N-S esté relacionada con los pliegues recumbentes, pero esto no está bien fundamentado. En cambio, es seguro que otra generación de cabalgamientos, dirigidos hacia N35OE y desarrollados en condiciones frágiles, han ocurrido después del plegamiento. El Cabalgamiento de Estanquera (fig. 5), probablemente hacia el NW, es aún más reciente.

Discusión y conclusiones

La pila de mantos alpujárrides, ahora muy adelgazada por accidentes extensionales, es el resultado de la superposición de sucesivas estructuras a gran escala. El primer sistema de cabalgamientos alpinos, dirigidos hacia el ENE o NE, está asociado al Cabalgamiento Cortical del M. de Los Reales; la dirección de movimiento cambia después hasta hacerse al N. Pliegues recumbentes mayores de dirección E-W y vergencia N, quizá asociados a este último episodio, constituyen el siguiente evento de formación de mantos, con fuerte reorganización de la geometría anterior. Finalmente, otros cabalgamientos frágiles hacia el N y NW modifican el conjunto.

Los primeros cabalgamientos desarrollan Fm y Le sinmetamórficas según el cizallamiento repartido. Estas estructuras están deformadas por los pliegues recumbentes E-W, de mayor tamaño en la parte baja de la pila, aunque su existencia es general. El pliegue-manto del Aguilón (en Sierra Alhamedilla, Platt, 1982) no se ajusta a

la secuencia deformacional establecida, pues ha sido interpretado como una estructura de emplazamiento y origen correlativos con su deformación interna principal.

Los cabalgamientos frágiles dirigidos al N y NW son compatibles con el desplazamiento hacia el W del Dominio de Alborán (Cabalgamiento Cortical de Gibraltar, de Balanyá y García-Dueñas, 1987) y la convergencia N-S de Iberia y Africa.

Proyecto número 2-461-2. C.S.I.C. y C.A.Y.C.I.T.

Referencias

- Aldaya, F. (1969): *Bol. Geol. Min.*, 80, 212-217.
- Aldaya, F.; Baena, J., y Ewert, K. (1983): Adra (1057). *Mapa Geol. España* 1:50.000 (2.ª serie), IGME, 1-60.
- Aldaya, F.; García-Dueñas, V., y Navarro-Vila, F. (1981): *Acta Geológica Hispanica*, 14, 154-166.
- Avidad, J. y García-Dueñas, V. (1981): Motril (1055). *Mapa Geol. España* 1:50.000 (2.ª serie), IGME, 1-36.
- Balanyá, J. C. y García-Dueñas, V. (1986): *Geogaceta*, 1, 19-21.
- Balanyá, J. C. y García-Dueñas, V. (en prensa): *C. R. Acad. Sci. París*.
- Campos, J.; García-Dueñas, V.; González-Lodeiro, F., y Aldaya, F. (1984): *El Borde Mediterráneo Español: Evolución del Orógeno Bético y geodinámica de las depresiones neógenas*. Univ. Granada, 15-17.
- Campos, J.; García-Dueñas, V., y Simancas, J. F. (1986): Maleo, *Bol. Inf. Soc. Geol. Portugal*, 2, 13, 14.
- Cuevas, J.; Aldaya, F.; Navarro-Vila, F., y Tubía, J. M. (1986): *C. R. Acad. Sci. París*, 302, 1177-1180.
- Estévez, A.; Delgado, F.; Sanz de Galdeano, C., y Martín Algarra, A. (1985): *Mediterránea (Ser. Geol.)*, 4, 5-31.
- García-Dueñas, V. y Balanyá, J. C. (1986): Maleo. *Bol. Inf. Soc. Geol. Portugal*, 2, 13, 23.
- Gervilla, F.; Torres-Ruiz, J.; Martín, J. M., y Fenoll Hach-Ali, P. (1985): *Bol. Soc. Esp. Min.*, 8, 219-228.
- Navarro-Vila, F. y Tubía, J. M. (1983): *C. R. Acad. Sci. París*, 296, 111-114.
- Orozco, M. (1972): *Los Alpujárrides en Sierra de Gádor occidental*. Tesis Univ. Granada, 1-379.
- Platt, J. P. (1982): *Geology*, 10, 97-102.
- Tubía, J. M. y Cuevas, J. (1986): *Jour. Struct. Geol.*, 8, 473-482.

Recibido el 10 de febrero de 1987
Aceptado el 17 de febrero de 1987