

# Deformaciones recientes en el frente de la Cordillera Rifeña (Prerif, Marruecos)

*Recent deformations in the front of the Rif Cordillera (Prerif, Morocco)*

A. Chalouan (\*), J. Galindo-Zaldívar(\*\*), K. Bargach(\*), A. Jabaloy(\*\*), M. Ahmamou(\*), P. Ruano(\*\*), M. Benmakhlouf(\*\*\*) y M. Akil(\*)

(\*) Département des Sciences de la Terre. Faculté des Sciences. Université Mohammed V, B.P. 1040. Rabat. Marruecos.

(\*\*) Departamento de Geodinámica. Universidad de Granada. 18071- Granada.

(\*\*\*) Département de Géologie. Faculté des Sciences de Tétouan. Marruecos.

(\*\*\*\*) Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra. C.S.I.C.-Universidad de Granada. 18071- Granada.

## ABSTRACT

*The Prerif ridges form part of the foreland of the Rif Mountains. They are formed by superposed slices, with folds and faults, originated during the late Miocene WSWwards displacement of the Prerif units. At present, they thrust over the Plio-Quaternary formations of the Saïss and Charb basins. The analysis of the deformations in the Prerif ridges and the Plio-Quaternary lacustrine formations of the Saïss basin, as well as the thrust structures, indicates a recent tectonics with a N-S to NW-SE compression, subparallel to the trend of the present Iberian-Africa convergence.*

**Key words:** Prerif, Saïss basin, S-SEwards thrusting, Plio-Quaternary.

*Geogaceta*, 29 (2001), 40-42

ISSN: 0213683X

## Introducción

Las Crestas Prerifeñas o Sudrifeñas ('Rides pré-rifaines') están compuestas principalmente por calizas jurásicas y forman relieves arqueados en el frente su-occidental de la cadena del Rif (Fig. 1). Constituyen los afloramientos más septentrionales del antepaís rifeño y emergen del olistostroma tortoniense del manto del Prerif y de las margas del Mioceno superior posterior a los mantos. Las crestas se subdividen en dos grandes grupos. El grupo occidental, arqueado en forma de herradura, es convexo hacia el Oeste y está formado por las crestas de Bou Draa y Outita, orientadas NE-SO, Ari y Kanse-rra, orientadas N-S, y Kheloua y Kefs, orientadas ONO-ESE. El grupo oriental, que forma un arco menos acentuado que el primero, está compuesto por crestas orientadas N-S (Tselfat y Bou Kenn-foud) y crestas orientadas ONO-ESE (Dehar en Sour, Zerhoun-Nesrani y Kannoufa). Entre ambos grupos existe un sinclinal bajo la Depresión de Volu-bilis relleno por rocas del Manto Prerifeño y margas del Mioceno Superior post-mantos (Zizi, 1996a, 1996b). Las Crestas Prerifeñas han sido interpreta-das generalmente como una zona com-primida y expulsada hacia el SO entre

dos zonas de falla de salto en dirección con orientación NE-SO.

Tanto los datos de superficie como los de subsuelo (perfiles sísmicos y son-deos, Zizi, 1996a, 1996b) indican que las crestas corresponden generalmente a las charnelas de anticlinales, general-mente de vergencia SO y S, y están aso-ciadas a cabalgamientos que llegan a afectar a las cuencas neógenas del Saïss y del Gharb. Las unidades meso-zoicas y terciarias tienen una deforma-ción mucho más intensa que el zócalo paleozoico ya que existe un despegue a nivel de los materiales triásicos de fa-cies Keuper, tal y como se observa en los perfiles sísmicos (Zizi, 1996a, 1996b).

Las Crestas Prerifeñas se han defor-mado desde el Mioceno Superior al Plio-Cuaternario en un campo de es-fuerzos que sufrió una rotación antiho-raria. La dirección de contracción fue NE-SO en el Tortoniense inferior- Mes-siniense, rotó a NNE en el Messiniense-Plioceno medio y a NNO-SSE en el Plioceno Superior-Cuaternario (Aït Brahim y Chotin, 1984; Morel, 1989). El único mecanismo focal situado en la proximidad de las Crestas Prerifeñas, en Moulay Yakoub, indica un eje P orientado prácticamente E-W (Medina

y Cherkaoui, 1992) aunque es insufi-ciente para determinar el estado actual de esfuerzos en la región.

El objetivo de este trabajo es deter-minar las características de las defor-maciones recientes y activas (pliegues, deformaciones frágiles, cantos estria-dos, entre otras) en el borde meridional de las Crestas Prerifeñas y en las for-maciones plio-cuaternarias lacustres de la cuenca de Saïss. El estudio de estas deformaciones contribuye a caracteri-zar la evolución reciente del campo de esfuerzos en esta región.

## Deformaciones en las Crestas Prerifeñas y en la cuenca de Saïss

En este trabajo estudiamos en deta-lle algunas de las crestas más signifi-cativas. El Jbel Kefs forma parte de un grupo occidental de crestas. Es una es-structura anticlinal en pliegue-falla alar-gado ONO-ESE y vergente hacia el SO. La cresta cabalga sobre las formaciones del Mioceno Superior y del Plioceno de la cuenca de Saïss. En el cabalgamiento hemos observado estrías de dirección N170°E (Fig. 1) y estructuras en almen-dra que indican desplazamiento del blo-que de techo hacia el SE. En el bloque de muro, las arenas del Plioceno están

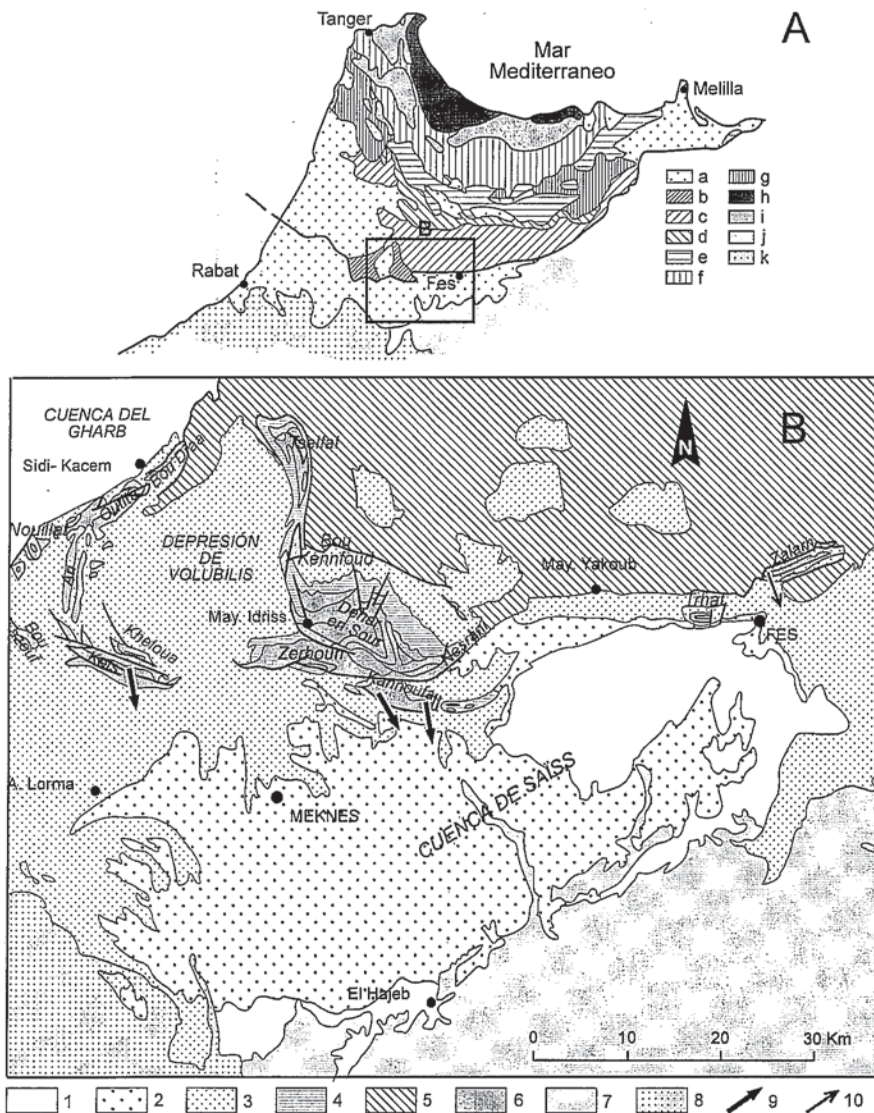


Fig. 1.- Localización geológica general (A) y mapa de detalle (B) de las Crestas Prerifeñas. a, materiales neógenos y cuaternarios. b, Crestas Prerifeñas. c, Prerif Externo. d, Prerif interno. e, Mesorif. f, Intrarif. g, mantos de origen intrarifañeo. h, Zonas Internas. i, Flysch. j, Atlas. k, Meseta. Rocas sedimentarias de las cuencas de Saïss y del Gharb (1, Cuaternario; 2, Plioceno; 3, Mioceno superior; 4, Mioceno medio); 5, Olistostromas del Prerif Externo; 6, Crestas Prerifeñas; 7, Atlas; 8, Meseta; 9, dirección de desplazamiento de los bloques de techo en los cabalgamientos de los bordes meridionales de las Crestas Prerifeñas; 10, dirección de desplazamiento de los bloques de techo en fallas de bajo ángulo.

Fig. 1.- General geological setting (A) and detailed map (B) of the Prerif Ridges. a, Neogene and Quaternary rocks. b, Prerif Ridges. c, External Prerif. d, Internal Prerif. e, Mesorif. f, Intrarif. g, thrust nappes of Intrarif origin. h, Internal Zones. i, Flysch. j, Atlas. k, Meseta. Sedimentary rocks of Saïss and Gharb basins (1, Quaternary; 2, Pliocene; 3, Upper Miocene; 4, Middle Miocene); 5, Olistostromes of the External Prerif; 6, Prerif Ridges; 7, Atlas; 8, Meseta; 9, displacement trend of the hanging walls in the southern borders of the Prerif Ridges. 10, displacement trend of the hanging walls in low-angle faults.

deformadas por numerosas fallas normales de dirección ENE-OSO.

El Jbel Zerhoun y el Jbel Kannoufa pertenecen al grupo oriental de crestas. Están formadas por anticlinales con ejes E-O a ESE-ONO y vergencia S. En el núcleo de los anticlinales afloran las formaciones jurásicas que cabalgan sobre las

formaciones lacustres plio-cuaternarias de la cuenca de Saïss. Las estructuras observadas en varios afloramientos de la falla inversa situada en el borde meridional del Jbel Kannoufa indican desplazamientos del bloque de techo hacia el S o SSE (N150°E a N170°E). Además se desarrolla un pliegue sinclinal que llega a poner

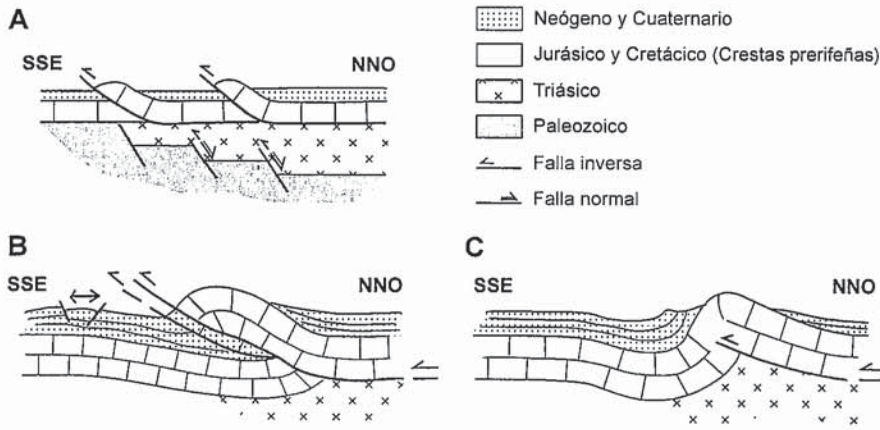
verticales las capas de los conglomerados del Plioceno.

El Jbel Trhat y el Jbel Zalarh son dos crestas aisladas situadas a una veintena de kilómetros al Este entre las crestas de Zerhoun y Kannoufa (Fig. 1). Describen estructuras anticlinales elongadas E-O y vergentes al Sur, con un núcleo jurásico que emerge entre las margas del Mioceno Superior del Prerif. Aunque no hemos observado estructuras de cabalgamiento en su vertiente meridional, los conglomerados y las calizas lacustres plio-cuaternarias de la cuenca de Saïss se disponen verticales o invertidas por las deformaciones asociadas a la elevación de la cresta. Al N de Fez y en la vertiente meridional del Jbel Trhat, los paleoesfuerzos determinados sobre cantos estriadados de conglomerados plio-cuaternarios indican una compresión con un elipsoide de esfuerzos prolato y un eje de máxima compresión vertical. Si se deshace el basculamiento de las capas, se obtiene una dirección de compresión N-S, aproximadamente perpendicular al eje del pliegue que deforma a estos materiales.

#### Discusión y conclusiones

La posición de las Crestas Prerifeñas y su estructura actual está determinada por la distribución de materiales triásicos de la región y las deformaciones recientes a la que ha estado sometida. Aunque la estructura de las Crestas Prerifeñas es típica de una tectónica de mantos de despegue, las crestas se localizan en los bordes de una antigua cuenca triásica. Bajo las fallas inversas y pliegues de la estructura en escamas de los materiales jurásicos, los datos sísmicos indican la existencia de fallas normales que afectan a materiales paleozoicos y determinan los límites de la sedimentación de materiales triásicos (Zizi 1996a, 1996b). Por ello podemos deducir que las fallas normales triásicas de la región tendrían direcciones comprendidas entre ENE-OSO y NE-SO, coincidiendo con las orientaciones de las crestas y de los bordes de la cuenca triásica. Las crestas se formaron por la propagación hacia la superficie de los despegues entre las calizas jurásicas sobre los materiales triásicos (Fig. 2).

La estructuración principal de las crestas se produjo como consecuencia de desplazamientos hacia el SO relacionados con las contracciones procedentes de las zonas más internas de la cordillera, aunque posteriormente, la dirección de compresión rotó hasta N-S en el Cuaternario (Ait Brahim y Chotin, 1984; Morel, 1989). El estudio detallado de los



**Fig. 2.- Modelo de formación de las Crestas Prerifeñas. A.** Las crestas se localizan en el borde de una antigua cuenca triásica probablemente sometida a inversión tectónica. **B.** La estructura de la mayor parte de las crestas corresponde a pliegues-falla con vergencia hacia el S-SSE. En el bloque de muro se puede producir extensión por la flexión de los materiales del basamento durante el emplazamiento de las crestas. **C.** Algunas crestas (tales como Jbel Trhat y Jbel Zalarh ) son probablemente pliegues asociados a fallas ciegas. El desarrollo de los pliegues afecta hasta materiales plio-cuaternarios que llegan a estar verticales.

**Fig. 2.- Development model of the Prerif Ridges. A.** The ridges are located along the border of a Triassic basin that has undergone tectonic inversion. **B.** Most of the ridges are formed by S-SSE vergent folds related faults. Extensional deformation in footwall may be a consequence of the flexure of the basement during the ridge emplacement. **C.** Several ridges (as Jbel Trhat and Jbel Zalarh) are probably formed by folds related to blind faults. Folds deform up to Plio-Quaternary rocks that become locally vertical.

bordes meridionales de las crestas indica que su estructura corresponde a pliegues asimétricos de vergencia S que a veces están asociados a cabalgamientos con desplazamientos del bloque de techo hacia el S-SSE (Fig. 2). En las crestas de Jbel Trhat y de Jbel Zalarh no se han observado en superficie fallas, por lo que podría tratarse de pliegues asimétricos con fallas ciegas en profundidad (Fig. 2). Así mismo, las fallas inversas a veces llegan a afectar a los sedimentos situados en la cuenca de Saïss. Sin embargo, no parece probable que las deformaciones se pro-

paguen fácilmente hacia esta cuenca frontal de la cordillera debido al acunamiento de los materiales triásicos que facilitan la tectónica de despegue. Las deformaciones extensivas N-S a NNO-SSE que hemos detectado en los materiales de la cuenca de Saïss (Fig. 2) pueden estar asociadas a la flexión en el zócalo por el emplazamiento de las Crestas Prerifeñas.

Estas estructuras compresivas y extensivas (Fig. 2) son recientes e incluso podrían ser activas en la actualidad ya que los materiales plio-cuaternarios están cabalgados y plegados y sus cantos

estriados. La restitución a la horizontal de la estratificación de los cantos estriados de conglomerados indica que hubo una compresión N-S prolata que produjo los pliegues vergentes y los cabalgamientos.

El acortamiento N-S a NNO-SSE en la cobertera mesozoica probablemente ha producido una tectónica de inversión en las antiguas fallas triásicas que afectan a las rocas paleozoicas, aunque los datos sísmicos indican que su salto acumulado es de falla normal (Zizi, 1996a, 1996b). El acortamiento N-S a NNO-SSE es compatible con la dirección regional de máxima compresión actual en esta región (Zoback y Burke, 1993) y a la dirección de aproximación entre Eurasia y Africa (de Meets *et al.*, 1990).

### Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto 'Deformaciones tectónicas recientes y actuales en una transversal de la Cordillera Rifeña' cofinanciado por la A.E.C.I.

### Referencias

Aït Brahim, L. y Chotin, P. (1984): *Bull. Soc. géol. France*, 26, 681-691.  
 DeMets, C., Gordon, R.G., Argus, D.F. y Stein, S. (1990): *Geophys. J. Int.*, 101, 425-478.  
 Morel, J.L. (1989): *Geodinamica Acta*, 3, 283-294.  
 Medina, F. y Cherkaoui, T.E. (1992): *Ecolgae geol. Helv.*, 85, 433-457.  
 Zizi, M. (1996a): Tesis, Univ. Houston, Texas, 206 p.  
 Zizi, M. (1996b): *Mém. Mus. nat. Hist. Nat.*, 170, 87-101.  
 Zoback, M. L. y Burke, K. (1993): World Stress Map. *EOS*.