

tran los indicios de los Baños y del Rebollar; el primero a unos 2 km. del pueblo, al sur del mismo; y el segundo a unos 9-10 km., hacia el oeste del pueblo (Hoja 768/27-30).

4) *Indicio de Zarra*. Se encuentra en la Rambla del Rasmal, a unos 2 km. del pueblo, hacia el SE. (Hoja 768/27-30).

5) *Indicio de Teresa de Cofrentes/Cofrentes*. Este indicio se encuentra en el paraje de la Dehesa, a unos 2 km. de Teresa, hacia el N-NW (Hoja 768/27-30).

6) *Indicio de Jarafuell/Xarafull*. El indicio se encuentra a unos 2 km. al norte del núcleo de la población, en el paraje de la Mearra (Hoja 768/27-30).

7) *Indicio de Jalancel/Xalans*. Se encuentra en el Cerro de Alcarroya, a unos 3 km. del pueblo hacia el N-NE, al otro lado del río Júcar (Hoja 645/27-29).

8) *Indicio de los Hervideros* (pertenece al municipio de Cofrentes/Cofrentes). Se encuentra en el Barranco de los Hervideros, a unos 3,5 km. de la cabecera municipal hacia el oeste. (Hoja 745/27-29).

#### Carácter general de los indicios

La totalidad de los indicios, se localizan sobre unos afloramientos de

areniscas triásicas, pertenecientes al Keuper (Orti, 1973), ubicándose sobre zonas que presentan un elevado contenido orgánico, confiriendo un aspecto grisáceo, muy local, a las areniscas pardo-rojizas. Se trata de mineralizaciones asociadas a «red-beds».

En todos los casos, el mineral de cobre más abundante es siempre la Malaquita, especialmente en el indicio de los Hervideros (el más importante de todos). Asimismo, también es observable la presencia de la Azurita.

En ningún caso, hemos observado la presencia de sulfuros de cobre.

#### Conclusión

Estos indicios, claramente asociados a «red-beds», tienen unas características muy similares a otros indicios estudiados por nosotros en la comarca del Bages (Cataluña) entre los materiales terciarios de la Formación Artés de la Depresión Geológica del Ebro (Mata 1990) y también los estudiados en la Tierra de Cameros (La Rioja) entre los materiales secundarios que se presentan en Facies Purbeck-Weald, en Sistema Ibérico (Mata y Puche, 1991).

Independientemente de sus diferencias estratigráficas, en todos los casos los indicios se encuentran aso-

ciadas a niveles ricos en materia orgánica, reductores, insertos en conjuntos terrígenos. A esos ambientes habrían llegado los aportes cupríferos en forma de sulfatos, reduciéndose a sulfuros, y posteriormente (en presencia de carbonato cálcico) oxidándose a carbonatos de cobre que son los únicos minerales de cobre presentes en los indicios valencianos. Por otra parte se habría formado yeso eliminándose por lixiviación.

#### Referencias

- Mata-Perelló, J. M. (1990): *Geogaceta*, 8, (1990) 52. Madrid.
- Mata-Perelló, J. M. y Puche Riart, O. (1991): Introducción al estudio de diversos indicios cupríferos situados en la Sierra de Cameros (Cordillera Ibérica (La Rioja)). *III Coloquio del Cretácico de España (1991)*. Resúmenes. Morella.
- Orti Cabo, F. (1973): *El Keuper del Levante español. Litoestratigrafía, petrología y paleografía de la cuenca*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. Barcelona.
- Riba, O. et altri (1976): *Geografía Física dels Països Catalans*. Pub. Centenari del Centre Excursionista de Catalunya. Edit. Ketres, 260 pp. Barcelona.

Recibido el 30 de enero de 1992  
Aceptado el 21 de febrero de 1992

## Neotectónica y morfología en la región de Muñico (Avila)

### *Neotectonics and morphology in the region of Muñico (Avila)*

C. García Blanco, A. García Palacios, L. A. Hernando Laosa, J. Gallego Abellán y I. Temiño Gordo\*

\* Dpto. de Geodinámica. UCM. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

#### ABSTRACT

The studied area shows morphological characteristics reflecting the local tectonics and the Alpine fracturation patterns, which might be related to the reactivation of previous tardihercinian trends. The deformation affect both the basement and the tertiary cover resulting in "Cuesta"-type landscapes, whose analysis allows us to establish the age of the movements corresponding to the last Alpine tectonic pulses.

**Key words:** Sistema Central Español, Muñico, morphology, morphotectonics, basement blocks, Alpine tectonics.

*Geogaceta*, 12 (1992), 83-86.  
ISSN: 0213683X

#### Introducción

El presente trabajo tiene como fin abordar la tectónica Post-Miocena en el Sistema Central Español, un aspecto sobre el que no hay demasiados estudios, en base al análisis de la

morfología del sector de la fosa de Muñico, con referencias a aspectos cinemáticos.

El área se encuentra situada al NO de la provincia de Avila, en el borde S de la cuenca del Duero. Se trata de una depresión terciaria de

origen tectónico rellena de sedimentos arcósicos y que constituye un entrante de la cuenca principal en el macizo paleozoico del Sistema Central (fig. 1).

Los depósitos terciarios están constituidos por facies medias a dista-



Fig. 1.—Mapa Geomorfológico simplificado del área del Muñico. 1. Zócalo Metamórfico.—2. Zócalo Granítico.—3. Areas deprimidas.—4. Dirección de la vertiente en las cuevas.—5. Cursos fluviales.—6. Escarpe de las cuevas.—7. Cauce abandonado por captura.

Fig. 1.—Simplified Geomorphological map of the area of Muñico. 1. Metamorphic basement.—2. Granitic basement.—3. Lowlands.—4. Slope dip direction.—5. Streams.—6. Slope's scarps.—7. Capture-related abandoned riverbed.

les de abanico aluvial (Pol, C. *et al.*, 1977). Los paleozoicos están formados por granodioritas y materiales metamórficos de edad precámbrica a ordovícica todos ellos afectados por un importante episodio de fracturación tardihercínica (Ubanell, A. G., 1977). El contacto entre paleozoicos y terciarios en la fosa de Muñico coincide con una zona de fracturas inversas o inverso-direccionales (Ubanell, A. G., 1982. Portero García *et al.*, 1982).

La fisiografía e hidrografía presentan unas características muy notables, cuyo estudio sistemático mediante fotografía aérea permite deducir que, tanto el relieve como la red fluvial, no se encuentran distribuidos al azar sino que presentan claras pautas de ordenación geométrica. El estudio de esta fisiografía, por una parte, y por otra de las características tectónicas de la propia depresión de Muñico (que presenta una cobertera sedimentaria m-

nima) permite proponer la existencia de una clara relación entre ciertos rasgos tectónicos y su expresión morfológica superficial.

### Rasgos morfológicos

#### Relieve

La región estudiada presenta una morfología característica con relieves en cuevas, los cuales se han labrado sobre depósitos previos de abanicos aluviales miocenos. Estos presentan una pendiente de deposición hacia el N (fig. 1).

Por tanto, Puede decirse que existía una superficie de abanico que fue homogeneizada durante el Plio-cuaternario, con erosión y deposición locales (Rañas s.l.) hasta constituir el piedemonte del Sistema Central. Posteriormente, ésta se erosionó generándose el sistema de escarpes actual.

El rasgo esencial del paisaje en cuevas es que aparece organizado según tres direcciones fundamentales (N-S, NO-SE y NE-SO) que coinciden con las principales directrices de fracturación tardihercínicas (Ubanell, A. G., 1977).

a) El sistema NE-SO es muy denso, con largas cuevas de poca anchura, coincidiendo en dirección con la red de fracturas que afecta al zócalo metamórfico. Sus depósitos antiguos se presentan muy retocados. Los escarpes tienen una orientación hacia el S-SE. Dicho sistema se localiza en la depresión de Muñico y transversalmente a ella. Bordeando al macizo metamórfico por el E, existen cuevas de este sistema que constituyen claramente una prolongación de la directriz de fracturas de esa misma dirección. Estas aparecen en el macizo de Muñico, y son de edad tardihercínica, muy posiblemente reactivadas en el alpino. Las características morfoes-

estructurales parecen demostrar la relación entre la génesis de las cuestras y las fracturas en la depresión de Muñico.

b) El sistema N-S, predominante al E de la zona, es el menos denso, presentando escarpes hacia el O. Sus cuestras parecen constituir la prolongación de las fracturas N-S que afectan a las rocas paleozoicas del S. A diferencia del sistema anterior, el basculamiento es hacia el E y existe una ligera inclinación hacia el N del eje longitudinal de las cuestras (fig. 1). Por otro lado, estas cuestras son amplísimas y mantienen una buena conservación de la superficie plio-cuaternaria. El control de la morfología e hidrografía por la red de fracturas N-S es evidente en Arévalo, al N de la zona estudiada. Un dato interesante observable en el sector NE de la zona es la existencia de una serie de navas o lagunas desecadas situadas en pequeñas zonas deprimidas. Estas depresiones coinciden con el área límite entre las familias de cuestras N-S y NE-SO, a lo largo del curso del río Arealillo.

c) Por último, al NO de la zona de estudio se encuentra el sistema NO-SE, que presenta un grado de paralelismo muy acusado, controlando claramente la red hidrográfica. No presenta una relación tan clara con los sistemas de fracturación regionales, de los que no parece ser continuación directa. En efecto, hay que destacar que el macizo metamórfico no presenta fracturas NO-SE, las cuales sólo aparecen en el sector granítico. La distribución de las familias de fracturas en la región es muy irregular, como se puede ver en el área entre los materiales metamórficos y graníticos del macizo de Muñico. El zócalo no aflorante en el área al SE de Vita podría volver a presentar la orientación NO-SE.

A todo el proceso de formación de las cuestras se superpone el efecto de elevación del Sistema Central, producto del reajuste isostático tras los movimientos Alpinos. Esto ocasiona un basculamiento centrífugo generalizado hacia el N a partir del eje de la cadena montañosa. En este sector es hacia el N, lo que produce interferencias con algunas cuestras (fig. 1, al S de Aveinte) y la ya mencionada inclinación hacia el N de los ejes de alguna de ellas.

### La red fluvial

El segundo rasgo definitorio de la morfología es la red hidrográfica, que presenta un patrón muy significativo, no sólo por la evidente relación entre cuestras y red fluvial, sino también por los frecuentes fenómenos de captura observables. Ejemplos de ello los tenemos en el Río Almar a su paso por el macizo metamórfico de Muñico, nuevamente en el área al SE de Vita, al S de Brabos y al N de Muñogrande. En el caso del río Almar, se encauza en principio a lo largo de la fosa de Muñico, pero tuerce brusca-mente hacia el NO atravesando el macizo metamórfico con un profundo tajo, en vez de desaguar por la fosa, que sería lo más normal. Las diferencias de cota respecto a la divisoria de la misma son de sólo 30-40 metros. Posteriormente, el río Almar se integra en el sistema de cuestras NO-SE, volviendo a producirse fenómenos de capturas en el área de Vita. Aquí se observa una curiosa disposición reticulada de sus afluentes, con numerosas inflexiones en ángulo recto que deben constituir, sin duda, capturas menores. Algo similar ocurre en Brabos y en Muñogrande, donde se ven afectados cauces de escaso desarrollo (fig. 1).

En el sector NO, la red NO-SE captura a la NE-SO (la cual parece ser anterior). Al N, entre las redes NO-SE y N-S, es visible este mismo fenómeno de interferencias y codos de captura, siendo estos últimos más amplios que el resto. Estaríamos ante la modificación de la antigua red de drenaje de la superficie plio-cuaternaria, por una nueva red de dirección menos acorde con la de desagüe natural del Sistema Central (N-S).

### Sedimentos

Sobre las cuestras aparecen unos depósitos de edad Plio-cuaternaria, que han sido descritos por Portero García *et al.* (1982). Estos parecen constituir los restos del antiguo piedemonte del Sistema Central. Pertenecen a paleovertientes desarrolladas sobre la superficie terciaria de abanicos aluviales. Actualmente, los afloramientos se encuentran desconectados entre sí a causa de la erosión producida por la red fluvial actual, cuyo desarrollo refleja el proceso de modificación de la fisiografía de este

sector del Sistema Central. Esto no implica que se produzcan efectos a mayor escala en este área geográfica (Martín Serrano, A., 1991). Basándonos en la edad de estos sedimentos en la zona, sugerimos que los procesos de deformación del relieve han actuado desde el Plio-cuaternario hasta la actualidad.

### Conclusiones

Durante el Plio-cuaternario, se genera un piedemonte al N del Sistema Central, que homogeneiza la antigua superficie de abanicos aluviales terciarios. Posteriormente se producen una serie de movimientos de bloques del sustrato que se reflejan en la cobertera como varios sistemas de cuestras con diferentes direcciones, deformando la superficie y la red fluvial Plio-cuaternaria. Esto sería producido por la escasa potencia de los sedimentos terciarios, que no deben superar unos pocos cientos de metros aunque aumenta hacia el norte, disminuyendo la definición y claridad de las cuestras. En cuanto al encuadre de la actividad de la zona en los movimientos alpinos, concuerda con la etapa Torrelaguna de Capote *et al.* (1991), coincidiendo en la edad (del Mioceno Superior a la actualidad) y en la dirección de las fracturas principales del borde de los bloques (N 180-235 y N 135). Según estos autores, esta etapa de deformación presenta una dirección de distensión predominante E-O, desplazando fallas de direccio-

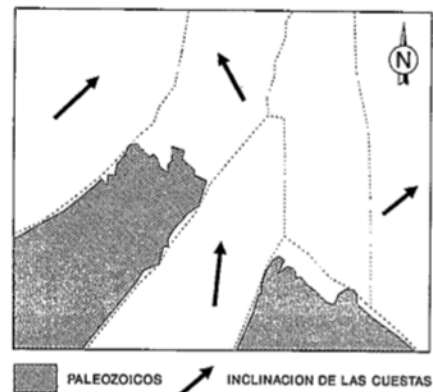


Fig. 2.—Bloques de basamento deducidos a partir del análisis de los datos morfológicos de las cuestras.

Fig. 2.—Basement blocks deduced from the analysis of the morphological data.

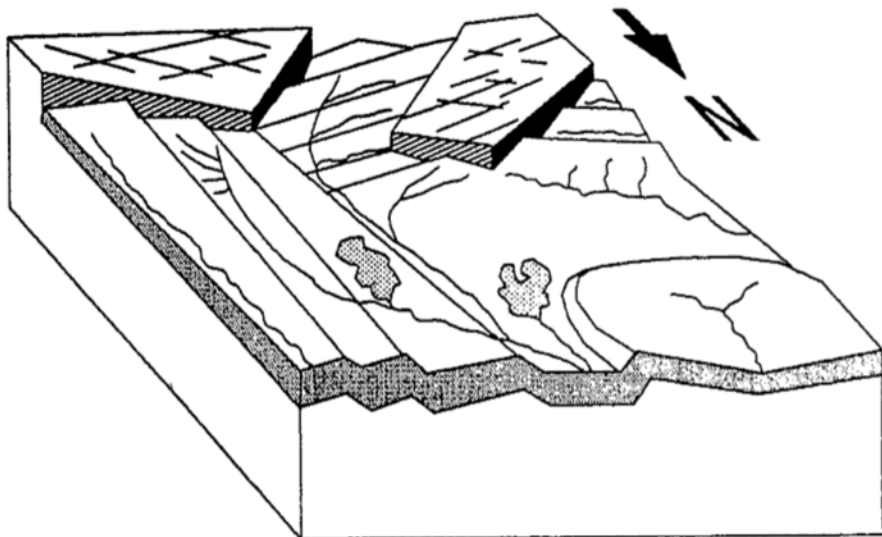


Fig. 3.—Bloque diagrama esquemático propuesto para la zona de estudio.

Fig. 3.—Schematic block diagram proposed for the studied area.

nes N 150-160 y N 180-200 que actúan como desgarres normales.

En la zona diferenciamos seis bloques en base a la disposición de las cuestras y de la red fluvial (figs. 2 y 3):

1) Un bloque con materiales ígneos (*bloque I*); 2) El macizo metamórfico de Muñico (*bloque II*), que ha sufrido una elevación y un basculamiento hacia el N-NO, como lo demuestra el encajamiento del río Almar y la disposición de las cuestras al N del mismo; 3) El bloque occidental (*bloque III*) es el más grande, alcanzando un mayor desarrollo fuera de la zona de estudio. Las características son similares en ambos casos: cuestras amplias inclinadas al NE, que indican un basculamiento con esta misma componente; 4) El bloque central (*bloque IV*) se encuentra dentro de la

fosa de Muñico limitado por dos fallas prácticamente paralelas de carácter inverso-direccional (Portero García, J. M. *et al.*, 1982). Se presenta basculado al N y muy fracturado, como lo demuestra la densidad de las cuestras y su continuación con respecto a las fracturas del basamento visible; 5) El bloque oriental (*bloque V*) muestra un basculamiento hacia el E y tiene cuestras amplias que presentan esta misma disposición; 6) El último (*bloque VI*) se localiza entre los bloques oriental y central, presentando una serie de zonas deprimidas ocupadas por lagunas. Este área posiblemente funcionó como un pequeño graben que acomodó el movimiento de los bloques cercanos.

Estas conclusiones constituyen una hipótesis sobre la evolución morfológica

de este sector del Sistema Central español. Una comprobación de lo aquí expuesto se obtendría mediante la realización de trabajos adicionales orientados al estudio de la geología del subsuelo, tales como la realización de líneas sísmicas, gravimetría, etc., llevadas a cabo en el marco de una campaña geofísica.

#### Agradecimientos

Agradecemos a los Dres. D. Javier de Pedraza, D. Miguel de las Doblas, D. Alfonso G. Ubanell y D. José Luis Hernández Enrile su apoyo, su estímulo y sus valiosos consejos a la hora de la lectura, corrección y puesta a punto de este trabajo. Esto no quiere decir que estén completamente de acuerdo con todo lo expuesto en el mismo. Este trabajo ha sido realizado gracias al proyecto PB 0544/87 de la D.G.I.C.Y.T.

#### Bibliografía

- Capote, R.; de Vicente, G. y González Casado, J. M. (1990): *Geogaceta*, 7, 20-22.
- Martín Serrano, A. (1991): *Rev. Soc. Geol. España*, 4, (3-4), 337-351.
- Pol, C.; Corrales, I.; Corrochano, A.; Carballeira, J. (1977): *VII Congreso Nacional de Sedimentología* Oviedo-León.
- Portero García, J. M.; Aguilar Tomas, M. J. (1982): *Hoja 505, Mirueña de los Infanzones*. I.G.M.E.
- Ubanell, A. G. (1977): *Boletín Geológico y Minero*, 88, pp. 508-512.
- Ubanell, A. G. (1982): *Colección Tesis Doctoral nº 160/82*, U.C.M., 217 p.

Recibido el 30 de enero de 1992  
Aceptado el 21 de febrero de 1992

## Metodología de investigación geotécnica de la inestabilidad de Ladera de Boó (Asturias)

L. Miguel Laguna Megal y J. Mulas de la Peña (\*)

(\*) ITGE. C/ Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid.

#### ABSTRACT

Here is commented the research countryside applied in the geotechnical study of a slope instability in Boó, a little village in Asturias. The quick progresion of such instability, and the high doubts in the geological model at the beggiming, forced to carry out a dynamic research.

**Key words:** Slope instability, Research countryside, Boó, Asturias.

*Geogaceta*, 12 (1992), 86-89.

ISSN: 0213683X