

### Cuestión planteada por R. Campos:

¿En la medición de la susceptibilidad magnética de muestras orientadas, hasta qué punto puede influir en la variación de este parámetro, la magnetización remanente de la roca?

### Respuesta de los autores:

Los métodos de medición de susceptibilidad magnética basadas en la aplicación de campos alternos como es el caso que nos ocupa, tienen precisamente la ventaja de la independencia de la magnetización remanente de las muestras: El instrumento

utilizado es un Kappabridge KLY-2 (Geofyzika Brno) y su operación se basa en la medición de cambios de inductividad en una bobina debidos a la muestra. Este aparato opera a una frecuencia de 920 Hz y las muestras se miden en un campo de 300 A/m (es decir, unas siete veces el valor del campo magnético terrestre).

## Variación del patrón de diaclasas a lo largo de la serie neógena de la Sierra de Sigena (Huesca): Posible relación con el campo de esfuerzos y su perturbación

### *Variation in the joint pattern along the neogene series of the Sierra de Sigena (Huesca): Possible relationships with the stress field and its deflection*

L. E. Arlegui Crespo

Area de Geodinámica, Departamento de Geología. Universidad de Zaragoza. E-50009, Zaragoza

#### ABSTRACT

*Neotectonic joints in the Ebro basin strike uniformly NNW-SSE, perpendicular or near-perpendicular to the direction of  $\sigma_3$  in the moment it developed. Within the Sierra de Sigena there are joints with anomalous strikes. They show a vertical evolution becoming more similar to the regional fracture pattern as higher in the slope they appear. In the middle portion of the slope this set coexists with the regional-striking joints. We interpret this joint distribution as a consequence of stress deflection caused by major faults in the basement, which shows possible attenuation upwards.*

**Key words:** joints, stress field, deflection, Huesca, Ebro basin, Alpine tectonics.

*Geogaceta*, 12 (1992), 25-28.  
ISSN: 0213683X

### Metodología y descripción del fenómeno

Las estructuras más extendidas en el sector central de la Cuenca del Ebro son las diaclasas. Estas alcanzan un desarrollo óptimo en aquellas zonas en que la serie sedimentaria es predominantemente calcárea, como en Los Monegros (Sierras de Alcubierre y Sigena), Las Bardenas, Montes de Castejón, etc. Es en estas áreas donde mejor se pueden estudiar las características del diaclasado.

Resultaría demasiado extenso incluir aquí una descripción completa de la metodología que se ha seguido en la investigación del diaclasado en los Monegros; no obstante debemos incluir un resumen de la misma. Consiste básicamente en la definición de estaciones de toma de datos (afloramientos espacialmente restringidos que se consideran homogé-

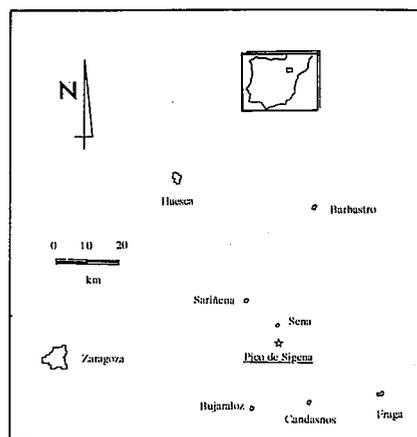


Fig. 1.

neos desde el punto de vista estructural) en los que se mide la orientación de las diaclasas y se anotan características propias de ellas como las relaciones de corte o estilos arquitectónicos (Hancock, 1985), pre-

sencia de marcas plumosas, escalonados (pequeñas fracturas en eche-lon análogas a fracturas de Riedel), grado de lisura de los planos, etc. Todo ello nos permitirá entre otras cosas deducir qué familia de diaclasas es primaria y cual es una familia secundaria o de «crossjoints». Los datos direccionales se procesan trazando histogramas suavizados, cuya técnica de elaboración describen Wise y McCrory (1982). Esta técnica permite eliminar el ruido estadístico introducido por el muestreo.

Esta metodología, junto a la elaboración de mapas de detalle de afloramientos selectos nos ha llevado a la caracterización del patrón regional de diaclasado. Este patrón consiste, a grandes rasgos, en una familia de diaclasas verticales muy sistemáticas de dirección NNW contra la que se corta de forma aproximadamente perpendicular otra familia menos sistemática

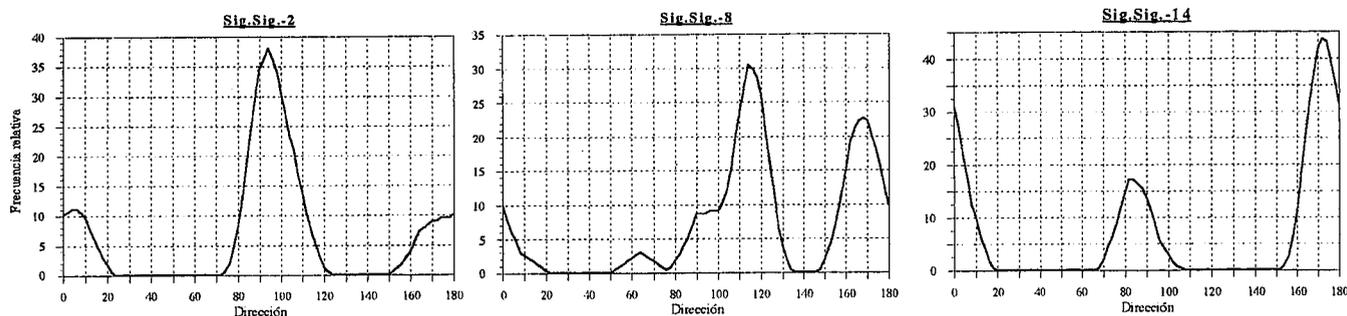


Fig. 2.

(«crossjoints»). Este sistema de diaclasas presenta la disposición en «H» de los estilos arquitectónicos de Hancock (1985). Los trazos largos de la «H» (familia NNW) corresponden a fracturas tensionales asociadas a un estado de esfuerzos con  $\sigma_3$  en dirección E-W. Esta interpretación se ve apoyada por la presencia, en algunas diaclasas de esta familia, de estructuras plumosas (Pocoví *et al.*, 1991).

Este patrón se puede reconocer en todo el ámbito del sector de la Cuenca del Ebro (Hancock y Engelder, 1989; Simón, 1989; Hancock, 1991), por lo que podemos considerar que el estado de esfuerzos descrito corresponde al campo de esfuerzos regional presente en el momento de formación de las diaclasas. Hancock y Engelder (1989), Hancock (1991) y Arlegui y Hancock (1991) atribuyen a este campo un carácter de neotectónico.

No obstante, hay áreas donde las diaclasas presentan una orientación que no se corresponde con el diaclasado regional. Una de estas zonas es la abrupta vertiente norte de la Sierra de Sigena o de Ontiñena (ver figura 1). Los materiales aflorantes en el área son de probable edad Aragoniense (Mioceno medio), una alternancia de lutitas y calizas lacustres con ocasionales intercalaciones de niveles margosos. En foto aérea (Simón, 1991) se puede apreciar un ligero basculamiento de estos materiales hacia el WSW o SW, el buzamiento de las capas es de dos a cinco grados. Este basculamiento alcanza una extensión considerable, afectando también, por ejemplo, a los materiales de la Sierra de Alcubierre. Los niveles competentes, calizas y las margas más carbonatadas, se ven afectadas por un intenso diaclasado que localmente presenta una dirección anómala respecto al patrón

regional. Las diaclasas sólo aparecen en estas capas y terminan en los límites litológicos.

Se situaron quince estaciones en el camino que, partiendo de la carretera Huesca-Fraga entre Sena y Sigena, asciende a las inmediaciones del Pico de Sigena, en la figura 2 se muestran tres histogramas suavizados correspondientes a otras tantas estaciones del perfil. En la estación Sig.Sig.-2, situada cerca de la base del perfil levantado, se observa la presencia de una familia dominante de dirección E-W a ESE-WNW (095 como moda de la población). Las diaclasas que aparecen centradas en la dirección N-S han sido caracterizadas en campo como «crossjoints» de las anteriores. En la estación Sig.Sig.-8, cincuenta metros por encima de la anterior, aparecen dos máximos correspondientes a dos familias diferentes, una centrada en la dirección 115 y la otra en la 165. Cuarenta y dos metros más arriba, en la estación Sig.Sig.-14, sólo aparece una familia primaria, la de dirección NNW. Las diaclasas de la población de dirección E-W son «crossjoints» de las anteriores. Este fenómeno fue ya detectado por Hancock (1991) quién señaló que la familia NW dadas las relaciones de corte vistas en el campo, es posterior al menos a la de dirección NNW, observación esta que hemos podido corroborar en la estación Sig.Sig.-9, donde mejor se puede apreciar.

Para expresar gráficamente esta variación vertical del patrón de diaclasado se realizó una adaptación del método de los diagramas A.V.T.D. propuesto por Wise y McCrory (1982). En este método, a partir de los histogramas suavizados se sitúa la densidad de diaclasas, en términos de frecuencia relativa, según un gráfico en el que en abscisas se encuentra la dirección y en ordenadas la situación

de las estaciones. Este método fue concebido para ser utilizado en superficies horizontales, pero aplicado a una sucesión vertical resulta muy expresivo al mostrar la evolución del diaclasado al ascender en la serie. Se puede apreciar que la familia de dirección E-W presente en la parte baja del perfil muestra un giro en sentido horario en un tránsito gradual. En la parte superior del perfil y durante unos 25-30 metros coexiste con la familia NNW (orientación regional) para desaparecer posteriormente dejando a aquélla como única familia primaria.

**Interpretación**

La explicación de este fenómeno no resulta sencilla. No obstante, podemos aventurar una posible interpretación en términos de perturbación de esfuerzos.

Simón (1991) encontró en zonas cercanas familias de diaclasas de dirección ESE que interpretó como posible producto de una desviación de las trayectorias de esfuerzos por efecto de fallas mayores presentes en el sustrato. Estas darían lugar a que las fracturas se dispusieran paralelas y perpendiculares a las fallas (modelo de Simón *et al.*, 1988). Por otra parte, la presencia de fracturas mayores ESE a SE parece consustancial a la estructuración de la Cuenca del Ebro (Simón, 1991) por lo que tal interpretación no resulta descabellada. De hecho, podríamos relacionar el débil basculamiento de los materiales de la Sierra de Sigena con la presencia de una de estas fracturas. Siguiendo esta línea argumental resulta lógico pensar que la influencia de la perturbación decrece al ascender en la serie hasta desaparecer dando paso al campo regional intacto. El que la familia

NNW, de carácter neotectónico (Hancock y Engelder, 1989; Hancock, 1991; Arlegui y Hancock, 1991), sea anterior a la inducida por el campo perturbado indicaría que la actividad de las fallas de sustrato tendría también un carácter neotectónico, y la propagación de la perturbación, y por tanto de las diaclasas a él asociadas, se realizaría desde los niveles profundos cercanos a la falla hacia los niveles superficiales, perdiendo entidad progresivamente la perturbación en ese mismo sentido, por lo que las fracturas que se crean en niveles sucesivamente más altos van teniendo una orientación cada vez más cercana a la regional. Debemos subrayar que la disposición vertical del patrón de diaclasado no guarda, por tanto, una relación directa con la evolución temporal del mismo.

Una incógnita adicional es por qué las diaclasas NNW no se encuentran en la parte baja del perfil. Una posible explicación es la propuesta por Hancock (1991), quien sugiere que las diaclasas de la Cuenca del Ebro pertenecen a la categoría de «unloading joints» de la clasificación de Engelder (1985), afirmación que compartimos. Si esto es así, las diaclasas de la familia NNW habrían necesitado un sustancial desenterramiento y levantamiento para alcanzar el punto de extensión lateral que las habría propiciado. De este modo, el diaclasado se propagaría de arriba hacia abajo en la serie sedimentaria a medida que la exhumación progresa, apareciendo exclusivamente en un tramo que reúne las condiciones propicias para la formación de las diaclasas («channel» para Hancock, 1991). La situación en que coexisten ambas familias de diaclasas representaría entonces la zona inferior de este canal.

**Conclusiones**

En la Sierra de Sigena aparecen familias de diaclasas de orientación anómala respecto a un patrón regional de fracturación que consiste en una familia sistemática de dirección NNW con sus correspondientes «crossjoints».

La anomalía evoluciona en la vertical. Los niveles inferiores presentan diaclasas de orientación E-W a ESE-WNW. En tránsito gradual pasan en

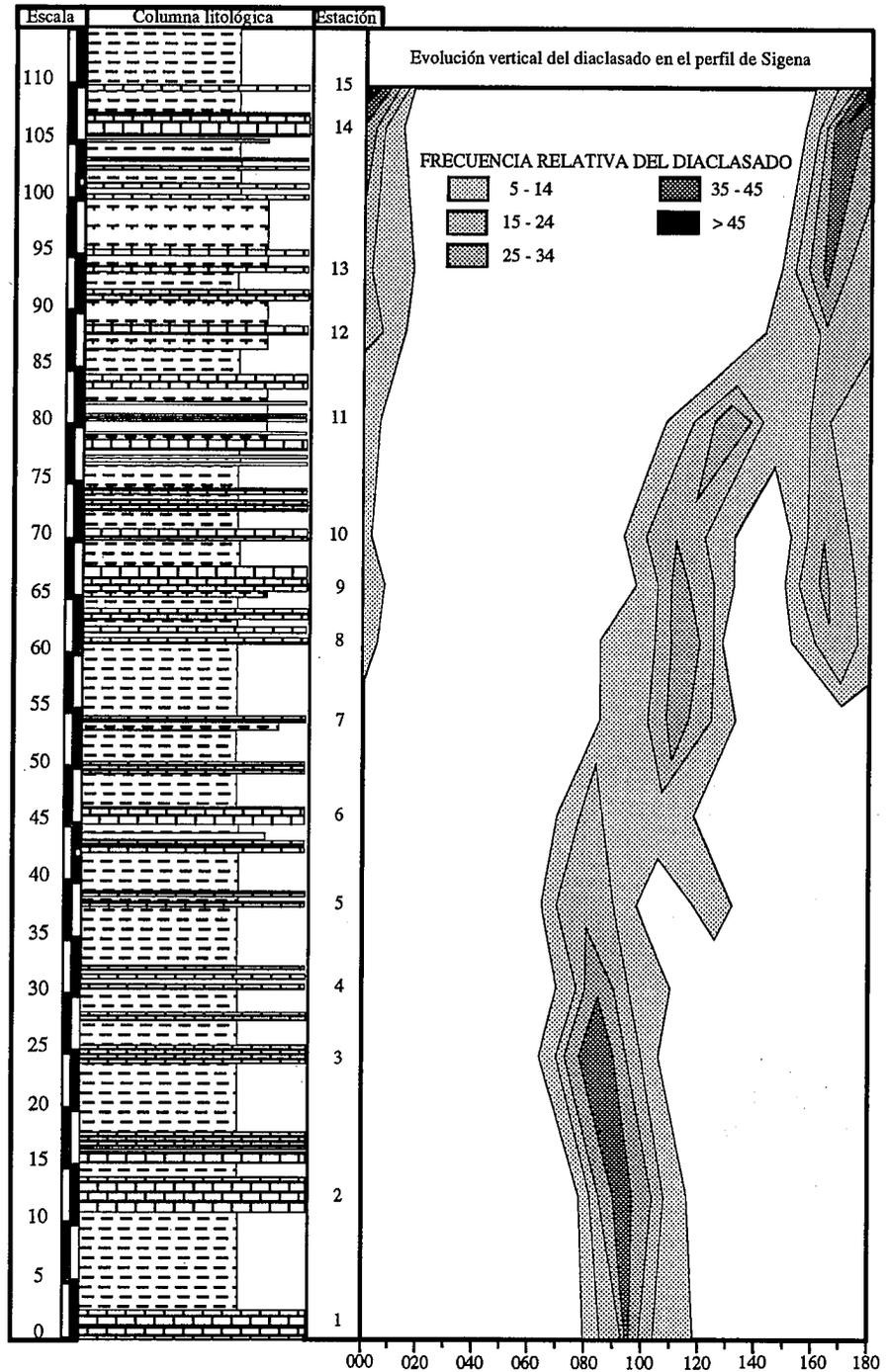


Fig. 3.

la parte media del perfil a una orientación NW, y en los últimos 25-30 metros en que aparece coexiste con la familia de dirección regional, inexistente en la parte baja.

Se puede relacionar este fenómeno con la posible presencia de fallas de orientación ESE o SE en el sustrato, que perturbarían el campo regional de esfuerzos propiciando la aparición de fracturas paralelas a ellas y dando lugar a un ligero basculamiento de la serie Miocena.

La propagación de las fracturas relacionadas con el campo desviado sería en dirección ascendente, y a medida que la perturbación pierde entidad las diaclasas se disponen en orientaciones progresivamente más cercanas al campo regional. La zona de coexistencia de las diaclasas anómalas y de las regionales sería probablemente la parte inferior del tramo de formación de diaclasas neotectónicas, que se propagarían desde las partes superiores hacia las inferiores.

## Agradecimientos

Quiero agradecer a Paul Hancock y José Luis Simón sus interesantes discusiones y sugerencias. La geóloga Concepción Gonzalvo me asistió en el campo y en el tratamiento informático de los datos. El autor es becario del Instituto de Estudios Altoaragoneses y este trabajo ha sido también financiado por el proyecto CICYT GEO91-0924.

## Referencias

- Arlegui, L. C. and Hancock, P. L. (1991): *22nd Annual Meeting Tectonic Studies Group*, Edinburgh.  
 Engelder, T. (1985): *Jour. Struct. Geol.*, 7(34), 459-476.  
 Hancock, P. L. (1985): *Jour. Struct. Geol.*, 7(34), 437-457.  
 Hancock, P. L. (1991): *Roy. Soc. London Phil. Trans.*, A, 337, 29-40  
 Hancock, P. L. and Engelder, T. (1989): *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 101, 1197-1208.

- Pocovi, A., Arlegui, L. C. y Simon, I. L. (1991): *Geogaceta*, 11, 94-97.  
 Simon, J. L. (1991): In: *Mapa y Memoria explicativa de la Hoja 357 (Sariñena) del Mapa geológico Nacional a escala 1: 50000.*, ITGE. En prensa.  
 Simon, J. L., Seron, F. J., and Casas, A. (1988): *Annales Tectonicae*, II(1), 21-32.  
 Wise, D. U., and McCrory, T. A. (1982): *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 93, 889-897.

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

## La erupción del volcán Taco (Tenerife, Canarias)

### *The Taco volcano eruption (Tenerife, Canary Islands)*

J. J. Alonso (\*); J. de la Nuez (\*\*) y M. L. Quesada (\*\*)

(\*) E. I. S. Añastro, 19, 28033 Madrid.

(\*\*) Dpto. de Edafología y Geología. Fac. de Biología. U. de La Laguna. 38204 La Laguna, Tenerife.

#### ABSTRACT

*We consider Taco volcano as a simple strombolian eruption without hydromagmatic characteristics by its volcano-stratigraphic, petrological and geochemical features. Trachytic pyroclastic deposits from «Cañadas volcano» are lying above a soil bed formed in pyroclast and lava flows of Taco volcano.*

**Key words:** *Taco volcano, trachybasalt, Tenerife, Canary Islands.*

*Geogaceta*, 12 (1992), 28-30.  
 ISSN: 0213683X

#### Introducción

El volcán Taco, situado al NO. de Tenerife fue considerado primeramente como un centro de emisión de la Serie Traquítica-tranquibasáltica (Fuster *et al.*, 1968), posteriormente ha sido incluido en las erupciones finales de la Serie III, como un centro eruptivo con interacción agua-magna (Araña *et al.*, 1986; Bellido y Gómez, 1988), de variación composicional poco habitual desde traquibasaltos a traquitas.

#### Características de los materiales

Existen varios datos en contra de la idea de que este volcán sea un edificio hidromagmático con esas características, como son las siguientes:

— Hay un centro eruptivo traquibasáltico de escorias y lapilli cuya morfología es la típica de un volcán monogenético estromboliano (Fig. 1). Las relaciones volumen/altura y volumen diámetro del edificio indican que se trata de un volcán de estas características (De la Nuez *et al.* in litt.)

Previamente dicho centro eruptivo emitió carias coladas también de carácter traquibasáltico. Sobre el cono de escorias y lapillis y las coladas se forma un suelo característico de dichos materiales (capa masiva palagónica de Araña *et al.*, 1986) como una alteración progresiva de las escorias hacia la superficie, en una matriz arciloso-arenosa, y con una potencia variable de 1 a 2 metros (Fig. 2).

— Existen varios niveles de piroclastos de caída y cineritas de composición sálica (capa a de Araña *et al.*, 1986) en este área. Hemos realizado cinco columnas para caracterizar las variaciones de estos materiales sálicos por toda la zona (Fig. 2), y no se aprecian diferencias significativas en ninguna de ellas en cuanto a espesores, granulometría, etc., a pesar de que tres de dichas columnas se han realizado a más de 2 km., del posible centro de emisión (volcán de Taco).

— En los materiales de composición sálica no se puede distinguir entre facies proximales ni alejadas, los espesores permanecen constantes en todos los niveles, la variación de ta-

maño de la granulometría es inapreciable, no hay bombas de caída (bomb sags). En todas las columnas estos materiales sálicos se apoyan sobre el suelo antes citado.

— Hemos realizado cinco análisis químicos, tres correspondientes a escorias de distintos niveles del volcán de Taco dos de coladas de dicho volcán. Todos ellos se agrupan en torno al límite entre los campos subsaturado y saturado y entre tefrita fonolítica-fonolita tefrítica del diagrama TAS (fig. 3). No hemos encontrado rocas en el campo de las «benmoreitas» (Araña *et al.*, 1986) y el análisis de la traquita de estos autores pertenece a los niveles pumfíticos en nada relacionados con las rocas del volcán de Taco. Ello abunda más en el carácter monogenético de este centro eruptivo.

#### Discusión

Por todo lo dicho, creemos que los materiales sálicos superpuestos al volcán de Taco, no pertenecen al mismo, sino que forman parte de los materia-