

Fig. 5.—Sample of dissolution cavity (v) filled with asphalt.

Fig. 5.—Ejemplo de muestra de mano de una cavidad de disolución (v) rellena de asfalto.

#### References

- Achauer, C. W. (1985): In: Roehl, P. O. & Choquette, P. W. eds., *Carbonate Petroleum Reservoirs*: 487-494. Springer, New York.
- Burruss, R. C.; Cercone, K. R. and Harris, P. M. (1985): In: Schneidermann, N. & Harris, P. M. eds., *Carbonate Cements*: 277-289. SEPM, Spec. Pub. 36.
- Halley, R. B. (1985): In: Roehl, P. O. & Choquette, P. W. eds., *Carbonate Petroleum Reservoirs*: 445-454. Springer, New York.
- Reijers, T. J. A. & Bartok, P. (1985): In: Roehl, P. O. & Choquette, P. W. eds., *Carbonate Petroleum Reservoirs*: 409-423. Springer, New York.
- Rosales, I.; Fernández-Mendiola, P. A. y García-Mondéjar, J. (1991): *Geogaceta*, 10, 124-127, Madrid.
- Rosales, I.; Fernández-Mendiola, P. A. y García-Mondéjar, J. (1991): *Dolomieu Conference on Carbonate Platforms and Dolomitization*, Ortisei, Abstracts, p. 227.

Recibido el 1 de octubre de 1991  
Aceptado el 25 de octubre de 1991

## Una zona de cizalla sinmetamórfica de importancia regional al SW de Sierra Albarrana (zona de Ossa Morena)

### *Regional syn-metamorphic shear zone at the SW of the Sierra Albarrana (Ossa Morena zone)*

A. Azor; F. González Lodeiro y J. F. Simancas

Departamento de Geodinámica e Instituto Andaluz de Geología Mediterránea (C.S.I.C.-Univ. de Granada).  
Avda. Fuentenueva, s/n. 18002 Granada.

#### ABSTRACT

*A subvertical syn-metamorphic shear zone with dextral sense of movement is described. This shear zone is slightly oblique to the metamorphic zonation and the lithological contacts. The south eastern end of the Sierra Albarrana Quartzites is explained by the superposition of the shear zone to the previous folds in the Quartzites.*

**Key words:** *Syn-metamorphic shear zone, Hercynian Orogeny, Sierra Albarana area.*

*Geogaceta*, 11 (1992), 51-54.  
ISSN: 0213683X

#### Introducción

La región de Sierra Albarrana se sitúa en la parte nororiental de la Zona de Ossa Morena (fig. 1). Ocupa una posición intermedia entre la Zona de Cizalla Badajoz-Córdoba (Burg *et al.*, 1981) y el denominado «Dominio de Córdoba-Alanís» por Delgado Quesada *et al.* (1977).

El objetivo de esta nota es precisar la estructura de este área, mostrando la existencia de una importante zona de cizalla dúctil sinmetamórfica herciniana al SW de las Cuarcitas de Sierra Albarrana. La terminación meridional de estas cuarcitas se explica por la superposición de esta zona de cizalla sobre los pliegues previos de las cuarcitas.

#### Descripción y edad de los materiales

La edad y estructura de los materiales de esta región han sido objeto de controversia (ver, entre otros, Delgado Quesada, 1971; Garrote, 1976; Apalategui *et al.*, 1983; Quesada *et al.*, 1990). Recientemente se ha probado la edad paleozoica de las Cuarcitas de Sierra Albarrana a partir de su contenido paleontológico (Azor *et al.*, 1991; Marcos *et al.*, 1991). Estas cuarcitas están plegadas por dos pliegues mayores sinquistosos, un anticlinal y un sinclinal (fig. 2a y 2b) (Azor *et al.*, 1991).

La sucesión estratigráfica de este sector es, de muro a techo (Azor *et al.*, 1991):

— Esquistos y metareniscas con intercalaciones cuarcíticas.

— Gneises migmatíticos con intercalaciones de cuarcitas, metareniscas y anfibolitas.

— Cuarcitas feldespáticas con intercalaciones de esquistos, metareniscas y paragneises (Cuarcitas de Sierra Albarrana).

— Esquistos, paragneises y metareniscas con intercalaciones cuarcíticas.

El tramo más alto es de edad paleozoica al situarse estratigráficamente encima de las Cuarcitas de Sierra Albarrana. En cuanto a los dos tramos inferiores, su edad es por el momento desconocida, al no disponer de ningún dato paleontológico.

Estos materiales están afectados

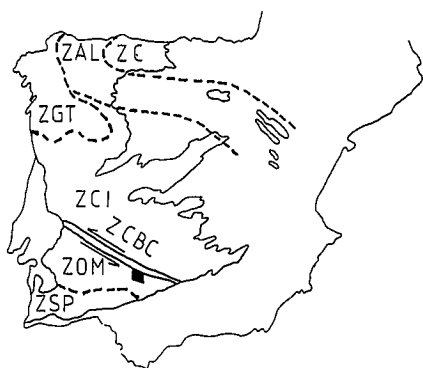


Fig. 1.—Situación geográfica y geológica del sector de Sierra Albarrana. ZC: Zona Cantábrica; ZAL: Zona Astur-Occidental Leonesa; ZGT: Zona de Galicia-Tras-Os-Montes; ZCI: Zona Centroibérica; ZOM: Zona de Ossa Morena; ZSP: Zona Sudportuguesa; ZCBC: Zona de Cizalla Badajoz--Córdoba.

Fig. 1.—Geographic and geological situation of the Sierra Albarrana area. ZC: Cantabrian Zone; ZAL: West Asturian-Leonese Zone; ZGT: Galicia-Tras-Os-Montes Zone; ZCI: Central Iberian Zone; ZOM: Ossa Morena Zone; ZSP: South-Portuguese Zone; ZCBC: Badajoz-Córdoba Shear Zone.

por un metamorfismo intermedio de baja presión, que da lugar a una zonación concéntrica centrada en las Cuarcitas de Sierra Albarrana. En la parte central se llega a condiciones de alto grado (Sill-Fd K), mientras que los materiales situados al NE y SW se encuentran en la zona de la And-St (fig. 2a) (Garrote, 1976; González del Tanago y Peinado, 1990; Azor *et al.*, 1992).

### Descripción de la zona de cizalla

El trazado cartográfico de la zona de cizalla se ha representado en la figura 2a. Se trata de una banda, actualmente subvertical, de dirección NW-SE, con un espesor de unos 1.250 metros. Está situada al SW de las

Cuarcitas de Sierra Albarrana y coincide en gran parte con el tramo de gneises migmatíticos con intercalaciones de metareniscas, cuarcitas y anfibolitas.

La zona de cizalla es ligeramente oblicua a los contactos litológicos. Hacia el SE, lamina el sinclinal de las Cuarcitas de Sierra Albarrana. Esta banda corta también la isograda de la Sill+ al NE de Sierra Albarrana (fig. 2a).

Los materiales de la zona de cizalla tienen generalmente fábrica plano-linear, aunque en las anfibolitas ésta llega a ser, a veces, de tipo linear. La foliación milonítica ( $S_m$ ) tiene una dirección media NW-SE y un buzamiento cercano a  $90^\circ$ . La lineación de estiramiento ( $L_e$ ) varía desde subhorizontal en la parte NW, hasta inmersiones de  $40-60^\circ$  hacia el SE en la parte SE.  $S_m$  y  $L_e$  son subparalelas a la foliación principal y a la lineación de estiramiento de los materiales situados fuera de la zona de cizalla (fig. 2a y 2b).  $S_m$  está marcada por la alternancia de bandas micáceas y cuarzo-feldespáticas. En las anfibolitas  $S_m$  está definida por la orientación preferente de los cristales de hornblenda y de plagioclasa. El anfíbol define además la  $L_e$  sobre el plano de la  $S_m$ . En ocasiones, las anfibolitas son tectónicas L.

El funcionamiento de la banda de cizalla se produjo a temperaturas correspondientes a la zona de la Sill. Las paragénesis que definen el pico metamórfico (Sill-Mosc, Sill-Fd K) son sincinemáticas respecto a la  $S_m$ . No obstante, en su evolución final la zona de cizalla acaba cortando a las isogradas.

Los materiales situados dentro de la zona de cizalla presentan en secciones XZ numerosas evidencias de una componente no coaxial de la deformación finita. Las estructuras más abundantes son colas asimétricas en

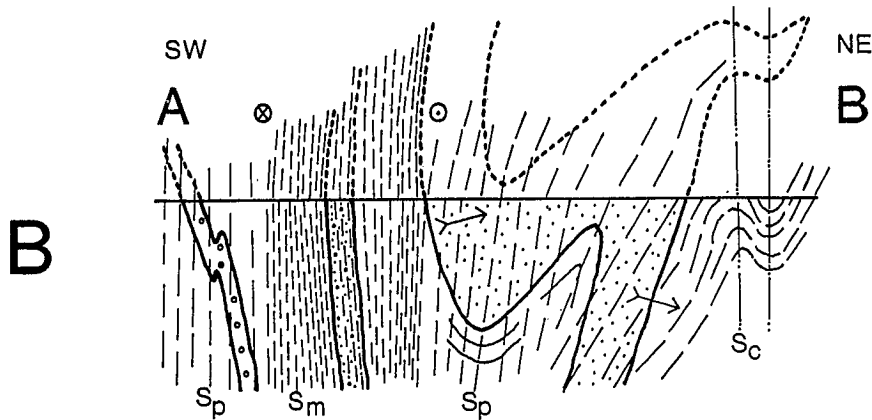
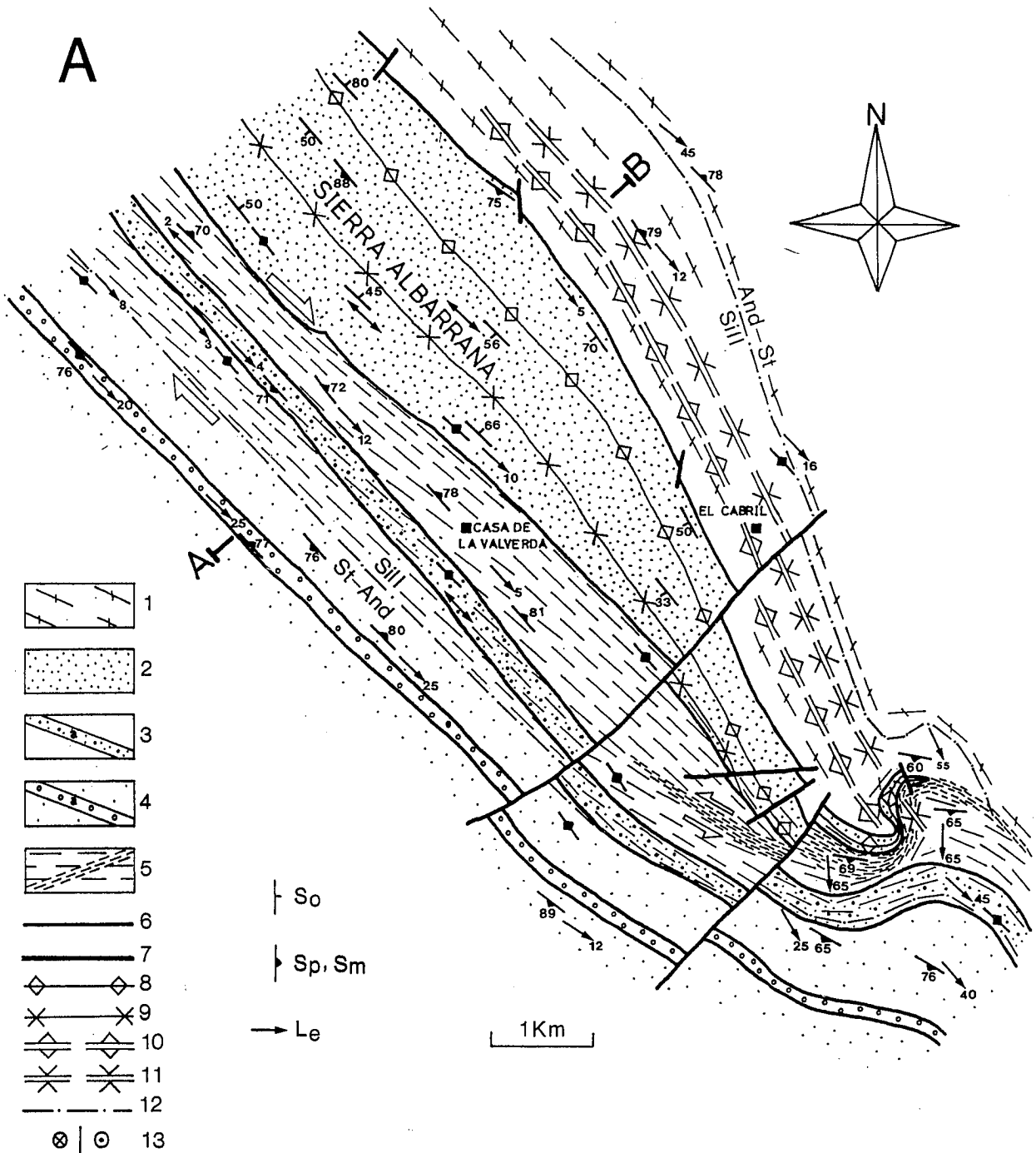
venas cuarzo-feldespáticas de segregación metamórfica. Las venas cuarzo-feldespáticas y los niveles anfibólicos intercalados en los gneises migmatíticos suelen tener boudinage asimétrico (Hanmer, 1986). El plegamiento asimétrico de las venas cuarzo-feldespáticas da generalmente el mismo sentido de movimiento que los demás criterios. En las litologías más pelíticas existen algunas estructuras S-C (Lister y Snoke, 1984), que, por lo general, parecen algo más tardías que las estructuras descritas anteriormente.

El sentido de movimiento que se deduce de estas estructuras es dextrorso (bloque NE hacia el SE) en la mayor parte de la zona de cizalla. Sin embargo, en la terminación meridional de las Cuarcitas de Sierra Albarrana existe una banda de entre 100 y 200 metros de potencia, en donde los criterios de movimiento son mayoritariamente sinistrorsos (fig. 2a). El ángulo que forma esta banda de cizallamiento sinistrorso con la zona mayor de cizalla dextrorsa es muy bajo. El funcionamiento de las estructuras sinistrorsas es, al menos en parte, simultáneo con el de las dextrorsas. El cizallamiento sinistrorso puede interpretarse como conjugado del dextrorso (Ramsay, 1980); probablemente el ángulo original se ha reducido notablemente a causa de la superposición de una componente de cizalla pura a la cizalla simple (Ramsay y Huber, 1987; Gapais *et al.*, 1987). No obstante, en algunos afloramientos las estructuras sinistrorsas son menos dúctiles que las dextrorsas, lo que podría indicar que el cizallamiento sinistrorso fuese en parte posterior al dextrorso.

Fuera de la zona de cizalla, los materiales predominantemente esquistos situados al SW de ella y al NE de las Cuarcitas de Sierra Albarrana tienen fábrica plano-linear, aunque la li-

Fig. 2.—a) Mapa geológico del sector de Sierra Albarrana. 1: Esquistos, paragneises y metareniscas con intercalaciones cuarcíticas; 2: Cuarcitas de Sierra Albarrana; 3: Gneises migmatíticos con intercalaciones de cuarcitas, metareniscas y anfibolitas; a: Cuarcitas feldespáticas miloníticas; 4: Esquistos y metareniscas con intercalaciones cuarcíticas; a: nivel cuarcítico; 5: Zona de cizalla; 6: Contacto litológico; 7: Contacto por falla; 8: Traza axial de antifor de primera fase; 9: Traza axial de sinfor de primera fase; 10: Traza axial de antifor de crenulación; 11: Traza axial de sinfor de crenulación; 12: Isograda de Sill+; A-B: Corte geológico;  $S_0$ : Estratificación;  $S_p$ : Foliación principal;  $S_m$ : Foliación milonítica;  $L_e$ : Lineación de estiramiento. b) Corte geológico A-B. Las flechas indican la polaridad estratigráfica en las Cuarcitas de Sierra Albarrana.  $S_c$ : Foliación de crenulación. 13: Movimiento dextrorso en sección transversal.

Fig. 2.—a) Geological map of the Sierra Albarrana area. 1: Schists, paragneisses and metasandstones with minor quartzites; 2: Sierra Albarrana Quartzites; 3: Migmatitic gneisses with intercalated quartzites, metasandstones and amphibolites; a: Milonitized feldspathic quartzites; 4: Schists and metasandstones with quartzitic intercalations; a: Quartzitic bed; 5: Shear zone; 6: Lithological contact; 7: Fault contact; 8: Axial trace of  $F_1$  antiform; 9: Axial trace of  $F_1$  synform; 10: Axial trace of crenulation antiform; 11: Axial trace of crenulation synform; 12: Sill+ isograde; A-B: Geological cross section;  $S_0$ : Bedding;  $S_p$ : Principal foliation;  $S_m$ : Mylonitic foliation;  $L_e$ : Stretching lineation. b) A-B geological cross section. Arrows show younging in the Sierra Albarrana Quartzites.  $S_c$ : Crenulation cleavage. 13: Dextral movement in cross section.



neación de estiramiento es menos patente que dentro de la zona de cizalla. En secciones XZ también se reconocen estructuras que indican una componente no coaxial de la deformación finita: la foliación externa sufre, al penetrar en los porfiroblastos de St y And, una rotación sistemáticamente dextrorsa (bloque NE hacia el SE). Por ello, creemos que la fase de deformación principal en el sector de Sierra Albarrana tiene una componente importante de cizalla simple. La zona de cizalla representada en la figura 2a es una banda en la que se intensifica esta componente de cizalla simple.

### Conclusiones

Al SW de las Cuarcitas de Sierra Albarrana existe una zona de cizalla dúctil, actualmente subvertical, de dirección NW-SE, de unos 1.250 metros de espesor, que funcionó inicialmente en condiciones termobáricas correspondientes a la zona de la Sill. La lineación de estiramiento varía desde subhorizontal hasta inclinaciones de 40-60° hacia el SE. El sentido de movimiento es dextrorso. Existe una banda de entre 100 y 200 metros de potencia en la terminación meridional de las Cuarcitas de Sierra Albarrana en la que el sentido de movimiento es sinistrorso. Esta banda

sinistrorsa se interpreta como conjugada del cizallamiento mayor dextrorso. No obstante, el cizallamiento sinistrorso puede ser en parte posterior al dextrorso, ya que algunas de las estructuras que indican movimiento sinistrorso son menos dúctiles que las dextrorsas.

La terminación meridional de las Cuarcitas de Sierra Albarrana se debe a la superposición de la zona de cizalla dúctil a los pliegues mayores de primera fase que las afectan. La zona de cizalla lamina hacia el SE el sinclinal de las cuarcitas dejando sólo el anticlinal contiguo (fig. 2a); éste interfiere con un plegamiento subvertical posterior de dirección NW-SE, que lleva asociado un clivaje de crenulación ( $S_c$ ). De NW a SE, el eje del anticlinal de  $F_1$  y la  $L_c$  pasan, de tener una inmersión de 5-10° hacia el SE a otra de 40-60° hacia la misma dirección. El fuerte hundimiento del eje del anticlinal da lugar al cierre, afectado por pliegues posteriores, que se observa en cartografía.

### Referencias

- Apalategui, O.; Borrero, J. e Higuera, P. (1983): *5ª Reunión del Grupo de Ossa Morena, Temas Geol. Mineros, IGME*, 73-80.
- Azor, A.; González Lodeiro, F.; Marcos, A. y Simancas, J. F. (1991): *Geogaceta*, 10, 119-124.
- Azor, A.; González Lodeiro, F.; Marcos, A. y Simancas, J. F. (1992): *C. R. Acad. Sci. Paris, Sér. II*, 314, 195-201.
- Burg, J. P.; Iglesias, M.; Laurent, Ph.; Matte, Ph. y Ribeiro, A. (1981): *Tectonophysics*, 78, 161-177.
- Delgado Quesada, M. (1971): *Bol. Geol. Min.*, 82, 277-286.
- Delgado Quesada, M.; Liñán, E.; Pascual, E. y Pérez Lorente, F. (1977): *Stv. Geol. Salm.*, 12, 75-90.
- Gapais, D.; Balé, P.; Choukroune, P.; Cobbold, P. R.; Mahjoub, Y. y Marquer, D. (1987): *J. Struct. Geol.*, 9, 635-646.
- Garrote, A. (1976): *Memórias e Notícias, Univ. Coimbra*, 82, 17-39.
- González del Tanago, J. y Peinado, M. (1990): *Bol. Geol. Min.*, 101, 678-700.
- Hanmer, S. (1986): *J. Struct. Geol.*, 8, 111-122.
- Lister, G. S. y Snoke, A. W. (1984): *J. Struct. Geol.*, 6, 617-638.
- Marcos, A.; Azor, A.; González Lodeiro, F. y Simancas, J. F. (1991): *Scripta Geologica*, 97, 47-53.
- Quesada, C.; Apalategui, O.; Eguiluz, L.; Liñán, E. y Palacios, T. (1990): In: «*Pre-Mesozoic Geology of Iberia*» (Eds.: R. D. Dallmeyer y E. Martínez), Springer-Verlag, 252-258.
- Ramsay, J. G. (1980): *J. Struct. Geol.*, 2, 83-89.
- Ramsay, J. G. y Huber, M. I. (1987): *The techniques of modern structural geology. Volume 2: folds and fractures*. Academic Press, 700 p.

Recibido el 1 de octubre de 1991  
Aceptado el 25 de octubre de 1991

## Mejoras en la separación de minerales pesados usando politungstato sódico

### *Heavy mineral separations using Sodium Polytungstate. Several advances in laboratory procedure*

F. Pérez Mazarío; R. Rincón y S. Hernando

Dpto. Estratigrafía. U.C.M. Inst. Geol. Económica. C.S.I.C. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid

### ABSTRACT

*Sodium polytungstate is a new product that can be used for purposes of separation of heavy minerals. The solution is nontoxic and it is recommended as a substitute for tetrabromoetane (TBE) and bromoform, considered as hazardous substances to handle in laboratory.*

*In this paper we point out the advantages and disadvantages observed in its use as well as the laboratory procedures for its management. We also present advances that allow us to avoid the problems coming from the slow filtration rates of sodium polytungstate.*

**Key words:** Heavy minerals, sodium polytungstate

*Geogaceta*, 11 (1992), 54-56.  
ISSN: 0213683X