

La zona de cizalla de Campillo: accidente tectónico a escala continental en el suroeste del Macizo Ibérico

Campillo shear zone: continental tectonic structure in the southwest of the Iberian Massif

L. Eguiluz ⁽¹⁾, O. Apalategui ⁽³⁾, M. Carracedo ⁽²⁾ y F. Sarrionandia ⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Geodinámica de la Universidad del País Vasco, Apdo. 2111, 01006 Vitoria.

⁽²⁾ Departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad del País Vasco, Apdo. 644, 48080 Bilbao.

⁽³⁾ Área de Paleontología de la Universidad de Extremadura, Avenida Elvas s/n, 06071 Badajoz.

ABSTRACT

We describe the main features of the Campillo shear zone, a band of intense deformation made of mylonitic to ultramylonitic rocks bearing a vertical foliation and subhorizontal stretching lineations. The shear zone is more than 2 km thick and extends along more than 100 km representing one of the largest tectonic structures of the Ossa-Morena Zone, comparable to the Badajoz-Córdoba Blastomylonitic Belt. Its long-lasting activity and influence on the paleogeography and stratigraphy of a number of sedimentary sequences allow to consider the Campillo shear zone as an exceptional example of a continental-scale rectilinear high-angle fault zone within the Variscan orogen.

Key words: shear zone, milonites, variscan, Ossa-Morena Zone, Badajoz.

Geogaceta, 37 (2005), 23-26

ISSN: 0213683X

Introducción

Las zonas de falla de alto ángulo ('rectilinear high-angle fault zones') de escala continental son uno de los rasgos característicos de muchos orógenos, en especial de los de tipo cicumpacífico (Moore y Twiss, 1999). Estas zonas, de longitud kilométrica, se extienden a lo largo de los orógenos con buzamientos elevados y anchuras desde cientos de metros a más de 10 km, mostrando una milonitización generalizada con bandas más estrechas de ultramilonitas. Pueden acomodar desplazamientos de gran entidad y llegar a yuxtaponer zonas con evoluciones paleogeográficas o tectonometamórficas contrastadas. Además, constituyen límites estructurales mayores en muchas cadenas orogénicas, siendo frecuente que tengan historias complejas y muy dilatadas en el tiempo, pudiendo representar en ocasiones restos de antiguas suturas (e.g., Línea Insúbrica en los Alpes, Falla Mother Lode en Sierra Nevada, etc.). En consecuencia, su conocimiento es importante para interpretar la evolución geodinámica de los orógenos.

La cadena Varisca está compartimentada por numerosas fallas o bandas de cizalla las cuales han sido utilizadas desde antiguo (e.g., Kossmat,

1927) con fines de subdivisión en 'zonas', caracterizadas éstas por presentar evoluciones tectonometamórficas diferenciadas. Buenos ejemplos de ello son las denominadas zonas de cizalla Nord-Armoricana, Sur-Armoricana o el corredor blastomilonítico de Badajoz-Córdoba, cuya correlación ha permitido definir la existencia del denominado Arco Ibero-Armoricano (Matte y Ribeiro, 1975). No obstante, las posibles correlaciones entre estos accidentes tectónicos adolecen, por lo general, de grandes incertidumbres. En este trabajo se describe por vez primera una banda de cizalla de grandes dimensiones en el sector meridional del Macizo Ibérico y se discute su importancia, así como las relaciones con otras estructuras similares e implicaciones en la estructuración de los principales macizos o afloramientos de zócalo pre-Mesozoico del sector septentrional de la Zona de Ossa-Morena (ZOM).

Encuadre geológico

Siguiendo criterios similares a los utilizados para el caso de la Cadena Hercínica centroeuropea, el Macizo Ibérico ha sido subdividido clásicamente en zonas caracterizadas por poseer secuencias estatigráficas y rasgos tectono-

metamórficos diferentes (Lotze, 1945). La compartimentación en el seno de las zonas mayores así establecidas es más llamativa en el caso de una de ellas, la ZOM situada en el sur de dicho Macizo, lo que llevó en trabajos posteriores a una subdivisión de dicha Zona en múltiples 'dominios' y 'unidades' limitados por fallas (e.g., Delgado-Quesada *et al.*, 1977; Arriola *et al.*, 1984; Apalategui *et al.*, 1990). Sin embargo, pese a las numerosas fallas de desgarre y bandas de cizalla de gran envergadura y complejidad evolutiva (Bandres, 2001), la geología de la ZOM responde a un modelo relativamente simple, condicionado por la superposición de dos ciclos orogénicos, uno cadomiense y otro varisco.

El corredor blastomilonítico (Burg *et al.*, 1981), el rasgo más conocido de la ZOM, se caracteriza por una deformación milonítica generalizada y sus límites han sido ubicados en diferentes fallas (Apalategui *et al.*, 1985; Azor *et al.*, 1994; Abalos *et al.*, 1991).

En la ZOM se pueden reconocer tres áreas principales que, de norte a sur, son (Eguiluz *et al.*, 2000): (i) un dominio de arco volcánico, coincidente a grandes rasgos con el 'Dominio de Obejovalsequillo-Puebla de la Reina' (DOVPR) de Apalategui *et al.*

(1985), (ii) un dominio de tipo retro-arco que comprendería principalmente a los materiales del corredor blastomilonítico de Badajoz-Córdoba (CBBC), y (iii) un dominio intraplaca que abarcaría la mayor extensión de la Zona de Ossa-Morena en sus sectores central y meridional. Este dispositivo está afectado por un gran número de fallas que, en su mayoría, incluyen un componente de desplazamiento en dirección importante. Estas fallas, muchas de las cuales aparecen en la actualidad como accidentes frágiles, muestran variaciones en el buzamiento, lineaciones y trazado, dibujando estructuras cartográficas con geometría sigmodal (Pereira, 1999, Bandres, 2001). Además, las relaciones entre las diferentes litologías afectadas indican una evolución muy dilatada en el tiempo. Como indica la presencia de materiales del zócalo cadomiense y de la cobertera paleozoica cuyo depósito ha estado condicionado por la propia zona de cizalla.

Los estudios realizados en los últimos años nos han permitido poner de manifiesto la existencia en el norte de la Zona de Ossa-Morena de un elevado número de dichos accidentes tectónicos que, en conjunto, pueden agruparse como una estructura única. Así, desde la falla de San Pedro de Mérida, en el límite norte con la Zona Centro-Ibérica, hasta la falla de Azuaga o incluso hasta la de Malcocinado, por el sur, se puede considerar que existe una gran zona de cizalla intracontinental la cual va cambiando progresivamente en anchura, desde unos 50 km (Eguiluz *et al.*, 1999a, 1999b, 2000) en el sector sector oriental, hasta reducirse a menos de 10 km hacia el oeste, ya en terreno portugués. Uno de los principales accidente geológicos constitutivos de esta gran zona de deformación litosférica y que de modo sumario se describe a continuación es el que hemos denominado la zona de cizalla de Campillo.

La zona de cizalla de Campillo

Abalos y Eguiluz (1989, 1992) estudiaron una zona situada al norte del domo anatético cadomiense de Mina Afortunada en la que aparecen afloramientos de cuarcitas negras con lineaciones de estiramiento y pautas muy complejas que fueron interpretadas como resultado de la deformación de lineaciones asociadas a cabalgamientos cadomienses durante los movimientos de desgarre variscos. Dichos desgarres podrían tener relación con el funcionamiento de la falla que limita la Sierra de Hornachos por el sur y el domo

anatético por el norte, la cual fue considerada por aquellos autores como la continuación de la denominada falla de Hornachos en la literatura previa. Sin embargo, en la cartografía aparecen dos accidentes oblicuos marcados por resaltes de rocas de falla limitando la estructura sinclinal que dibujan las cuarcitas de la Sierra de Hornachos, tanto por el norte como por el Sur (Fig 1). Posteriormente, y como resultado de la rectificación del trazado de la carretera Ex-334 a la altura del puente sobre el río Machel, se pudo observar una sección continua de gneises migmáticos milonitizados y ultramilonitas de más de 300 m de potencia afectando al límite norte del domo de Mina Afortunada, materiales que de nuevo fueron interpretados por Eguiluz *et al.* (1999b) como resultado de una cizalla dúctil asociada a la falla de Hornachos.

La revisión cartográfica llevada a cabo recientemente ha permitido poner de manifiesto que, en realidad, los afloramientos descritos en las proximidades del puente sobre el río Machel poseen mucha mayor relevancia de lo que inicialmente se creía. En efecto, se trata de materiales pertenecientes a una importante banda de trazado rectilíneo y anchura kilométrica que aparece jalonada por ultramilonitas cuarcíticas y en la que abundan rocas miloníticas de varios tipos. Dicha banda puede seguirse por el borde norte de la Sierra de Hornachos en dirección NO hasta las inmediaciones de Campillo de Llerena donde limita por el norte afloramientos del Carbonífero. A partir de ese punto, la zona de cizalla, que a partir de ahora denominaremos de Campillo (Fig. 1), queda cubierta por el Terciario continental, aunque se observan asomos aislados de rocas cuarcíticas milonitizadas (Loma del Pinganillo), mientras que hacia el SE se extiende hasta quedar cubierta por el carbonífero de la cuenca del Guadiato.

La zona de cizalla de Campillo constituye por lo tanto un accidente mayor contra el que terminan accidentes menores como la mencionada falla de Hornachos y otras similares, como la que limita por ejemplo la estructura de El Hoyo (Fig. 1). Al igual que sucede en el caso del Corredor Blastomilonítico de Badajoz-Córdoba y zonas de cizalla análogas, en la de Campillo predominan las foliaciones verticales y las lineaciones horizontales aunque, localmente, se han observado áreas en las que la foliación se dispone horizontal. Por otra parte, y aunque no de una forma generalizada, sí es cierto que en esta banda se sitúa el cam-

bio más significativo de las vergencias regionales, las cuales son hacia el norte en el sector septentrional, y hacia el sur en el meridional de dicha banda.

Dentro de la zona de cizalla de Campillo aparecen involucrados diferentes tipos litológicos los cuales, por otra parte, muestran variaciones en la intensidad de la deformación según los sectores considerados de la misma. En el sector occidental (e.g., en el corte del Machel; Eguiluz *et al.*, 1999b), los materiales deformados son las rocas anatéticas del domo de Mina Afortunada, entre los que destacan los gneises migmáticos, leucogneises, liditas (cuarcitas negras), cuarcitas blancas, arcosas, etc., todos con una clara foliación milonítica y una lineación de estiramiento mineral próxima a la horizontal con curvaturas indicativas de la existencia de una deformación heterogénea (Abalos y Eguiluz, 1989). Hacia el este, los afloramientos de mejor calidad se localizan a lo largo de las carreteras Ex-103 y BA-V-4025 en las cercanías de Campillo de Llerena, donde la deformación, con los mismos indicadores cinemáticos, afecta además a metavulcanitas (similares a las de Oliva de Mérida), dioritoides cadomienses (semejantes a los de Palomas y Mérida), calizas, etc. Todas las rocas, pero en especial las arcosas, cuarcitas y calizas, muestran una foliación milonítica penetrativa, sin embargo la presencia de zócalo y el grado metamórfico disminuyen hacia el E donde llega a ser bajo a muy bajo. En conjunto, las estructuras observables (pliegues, cizallas mesoscópicas, etc.) indican desplazamiento de salto en dirección izquierdo.

Las rocas características de la banda de cizalla son de grano fino a muy fino, con texturas miloníticas y ultramiloníticas generalizadas y variables en función de la litología. En las cuarcitas y liditas la matriz muestra una orientación preferente de forma definida por bandas de cuarzo recristalizado en subgranos orientados, oblicuos a las mismas, lo que proporciona criterios cinemáticos compatibles con un movimiento de cizalla izquierda. En las rocas cuarzofeldespáticas (Bandres, 2001) existe una matriz de grano fino en la que pueden aparecer granates subhedrales milimétricos muy fracturados y parcialmente alterados a mica blanca, asociados a lechos de sillimanita fibrosa y moscovita. Los feldespatos, tanto la plagioclasa como la ortosa, constituyen porfiroclastos heterométricos (hasta 4 mm) fracturados y deformados que presentan sombras de presión asimétricas

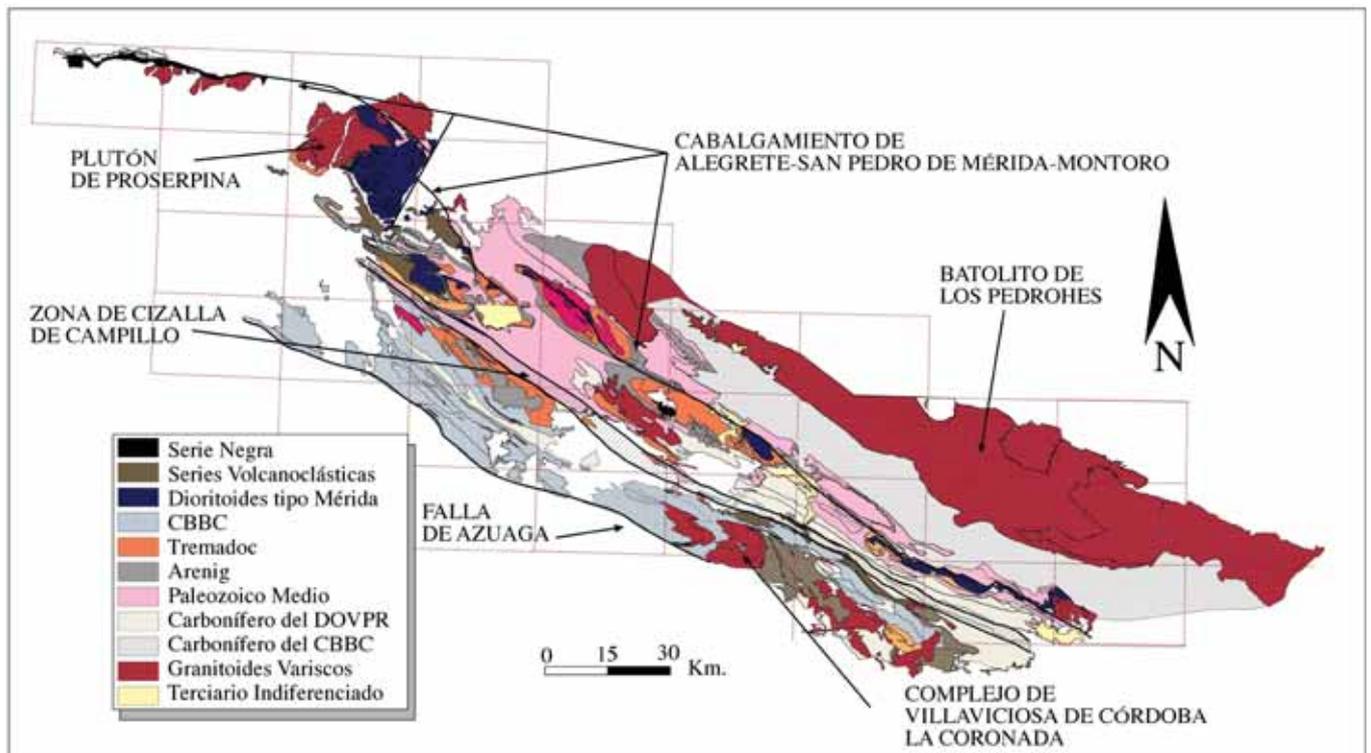


Fig. 1.- Esquema cartográfico del sector septentrional de la ZOM. Rayado: zona de cizalla de Campillo

Fig.1.- Cartographic sketch of the septentrional area of the ZOM. The shear zone of Campillo is shaded.

(sistemas porfiroclásticos) indicativos de una cinemática de salto en dirección izquierda. Las metavulcanitas dan lugar con frecuencia a ultramilonitas, aunque las condiciones de deformación predominantes corresponden a temperaturas relativamente bajas. Finalmente, las metabasitas (dioritoides) aparecen milonitizadas, con anfíboles elongados y parcialmente alterados, aunque se conservan zonas sigmoidales alargadas relativamente preservadas de la deformación.

Significado de la zona de cizalla de Campillo

La banda de intensa deformación de Campillo de Llerena representa una zona de cizalla intracontinental producida por una cinemática con importantes componentes de salto en dirección. La gran variedad de litotipos observados a lo largo de dicha banda y las diferencias en el grado de deformación y metamorfismo registrados indican que la zona de cizalla ha tenido una actividad muy prolongada en el tiempo. Esto explicaría la presencia de materiales de alto grado metamórfico correspondientes al zócalo cadomiense (dioritas y vulcanitas de arco; domos anatecticos en materiales de la Serie Negra, etc.) junto con materiales de la co-

bertera de edades diferentes cuyo depósito ha estado condicionado por la propia zona de cizalla. Así, las cuarcitas, arcosas y calizas representarían materiales post-orogénicos cambro-ordovícicos pinzados entre los materiales del zócalo por movimientos posteriores, con lo que su deformación y grado metamórfico serían notablemente inferiores a los del resto, llegando el control cartográfico ejercido por la banda de cizalla a afectar incluso a los afloramientos de materiales carboníferos. En cualquier caso, y pese a su dilatada historia, la cinemática a lo largo de la banda se mantuvo aproximadamente constante, al igual que sucede en otras áreas de la ZOM (e.g., Pereira, 1999).

La zona de cizalla descrita presenta grandes similitudes con el sector meridional y más deformado del CBBC. Además, su traza cartográfica, paralela a la de dicho Corredor, y el hecho de que se encuentren litologías semejantes y evoluciones cinemáticas equiparables, aunque con diferente grado metamórfico, sustentan una evolución paralela de ambas zonas de cizalla. En este sentido, cabe considerar que estas dos grandes zonas de deformación dúctil forman parte de una banda de cizalla de mayor escala que abarcaría desde el cabalgamiento de San Pedro de Mérida hasta la falla de

Malcocinado, reforzando el carácter transcurrente de los procesos orogénicos acaecidos en la ZOM a lo largo de su historia.

Conclusiones

Se describe por primera vez la zona de cizalla de Campillo cuyas dimensiones cartográficas son ca. 1-3 km de anchura y más de 100 km de longitud. Esta zona de cizalla constituye, junto con la correspondiente al CBBC, una banda de deformación intracontinental a escala regional que afectó a una porción considerable del suroeste del Macizo Ibérico. Accidentes como el descrito permitieron la estructuración de la ZOM como un orógeno transcurrente con una gran proliferación de fallas de desgarre y la yustaposición de estructuras cartográficas sigmoidales. Asimismo, habrían condicionado la sedimentación a lo largo del Paleozoico, en particular la de los sedimentos carboníferos, así como los rasgos cartográficos de los principales afloramientos de estos materiales.

Referencias

Abalos, B. y Eguiluz, L. (1989). *Revista de la Sociedad Geológica de España*,

- 2, 95-102.
- Abalos, B. y Eguiluz, L. (1992). *Boletín Geológico y Minero*, 103, 3-41.
- Abalos, B., Gil-Ibarguchi, J. I. y Eguiluz, L. (1991). *Tectonophysics*, 199, 51-72.
- Apalategui, O., Borrero, J. D. e Higuera, P. (1985). *Temas Geológico Mineros* 73-80
- Apalategui, O., Eguiluz, L. y Quesada, C. (1990). En: *Pre-Mesozoic Geology of Iberia* (R.D. Dallmeyer y E. Martínez-García, Eds.). Springer-Verlag, 280-292.
- Arriola, A., Eguiluz, L., Fernández Carrasco, J. y Garrote, A. (1984). *Cuadernos Laboratorio Geológico de Laxe*, 8, 17-46.
- Azor, A., González Lodeiro, F. y Simancas, J.F. (1994). *Tectonics*, 13, 45-61.
- Bandrés, A. (2001). *Evolución geodinámica poliorogénica de los dominios septentrionales de la Zona de Ossa-Morena*. Tesis Doctoral, Univ. País Vasco, 377 p.
- Burg, J.P., Iglesias, M., Laurent, Ph., Matte, Ph. y Ribeiro, A. (1981). *Tectonophysics*, 78, 161-177.
- Delgado-Quesada, M., Liñán, E. y Pérez-Lorente, F. (1977). *Studia Geologica Salmanticensis*, 12, 75-99
- Eguiluz, L. Casas, A., Bandrés, A. y Pinto, V. (1999a). *Journal of Conference Abstracts*, 4, 1009.
- Eguiluz, L. Gil Ibarguchi, J.I. Ábalos, B. y Bandrés, A. (1999b). *Journal of Conference Abstracts*, 4, 1009.
- Eguiluz, L., Gil Ibarguchi, J.I., Ábalos, B. y Apraiz, A. (2000). *Geological Society of America Bulletin*, 112, 1398-1413.
- Kossmat, F. (1927). *Abb. Sachs. Geol. Landesamt*, 1-39.
- Lotze, F. (1945). *Goteckt. Forsch.*, 6, 78-92.
- Matte, Ph. y Ribeiro, A., 1975. *Contes Rendues Academie Sciences Paris*, 280, 2825-2828
- Moore, E. M. y Twiss, R. J. (1999). *Tectonics*. W. H. Freeman and Company, 415 p.
- Pereira, M. F. (1999). *Caracterização da estrutura dos domínios setentrionais da Zona de Ossa-Morena e sue limite a Zona Centro-Ibérica, no nordeste Alentejano*. Tesis Doctoral, Univ. Evora, 114 p.