

# Movimientos verticales de las fallas alpinas NE-SO del Macizo Ibérico en la región de Lugo

F. Martín-González<sup>1,2</sup>, R. Capote<sup>2</sup>, J.M. Insua<sup>2</sup> y J.J. Martínez-Díaz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Área de Geología-ESCET, Universidad Rey Juan Carlos, c/ Tulipán s/n, 28933 Móstoles. fmgonzalez@escet.urjc.es

<sup>2</sup> Dpto. de Geodinámica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, c/ José Antonio de Novais s/n, 28040 Madrid.

## ABSTRACT

*The vertical component of the movement associated to a fault system striking NE-SW has been determine using geomorphic and structural observations. These faults are located in the Iberian Massif in the Lugo region. The results of both kind of observations have coincided in characterising these faults as hinge and pivotal faults. Moreover, considering the different periods of time recorded by these methods, we can establish that these faults are Tertiary and it is very difficult to explain a previous origin because of the structure complexity and the coincidence of the measures. In addition, and according to the results obtained from this area, we believe that the measures taken from the geomorphic markers, can be used alone as reliable indicators of the vertical component in this kind of faults, especially in areas where there are no others indicators.*

**Key words:** Alpine tectonic, rotational faults, NW Spain, Iberian Massif.

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El estudio de la actividad alpina en Galicia presenta grandes dificultades debido a que estas zonas del Macizo Ibérico son terrenos variscos polideformados de estructura compleja, y a que la sedimentación posthercínica es muy escasa. Por este motivo la actividad alpina en estas zonas ha sido abordada habitualmente por medio de estudios indirectos como el análisis de superficies de erosión y de los retazos de materiales terciarios. A pesar de ello, sigue siendo habitual en la literatura de la región denominar "fallas tardihercínicas que han rejugado en el terciario" a los conjuntos de fallas que segmentan el zócalo varisco. En este trabajo se combinan metodologías de estudio de superficies de erosión y relieves geomorfológicos, con técnicas de análisis de la cartografía estructural para cuantificar la actividad alpina de un conjunto de fallas del NO peninsular, comparándose los resultados. La posibilidad de comparar los resultados permite acotar los periodos en los que fueron activas las fallas. Se ha seleccionado una zona en la que se encuentran marcadores tanto geológico-estructurales, que componen el sinclinal de Baralla, como superficies de erosión y relieves diferenciales afectados por la deformación de este conjunto de fallas.

La zona seleccionada para realizar este estudio comparado esta situada en la provincia de Lugo y tiene como población más importante Baralla. Se encuentra en las estribaciones noroccidentales de las sierras del Caurel y los Ancares, donde los abruptos relieves de las sierras se arti-

culan con la llanura Lucense. Los materiales forman parte del zócalo varisco polideformado de la Zona Asturoccidental-Leonesa. Se encuentra en una zona de transición entre los materiales metamórficos de edad precámbrica y paleozoica, situados al Este, y un área al oeste, caracterizada por la existencia gran cantidad de plutones graníticos y granodioríticos (Fig. 1).

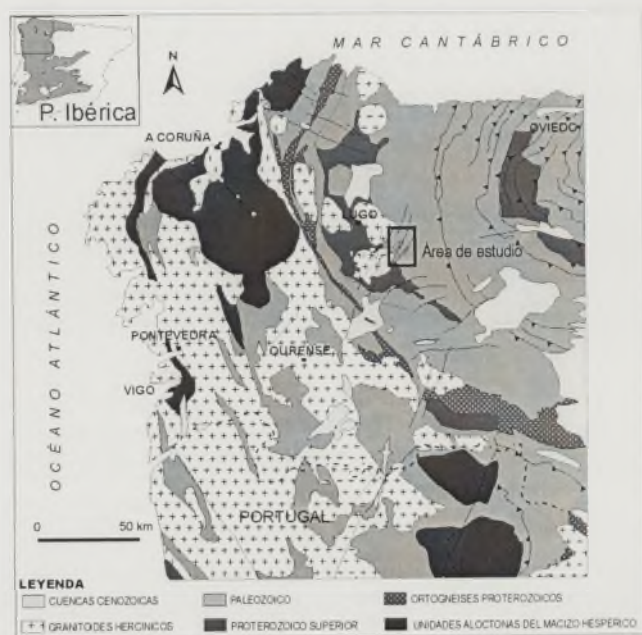


FIGURA 1. Esquema geológico del Noroeste peninsular con la situación del área de estudio.

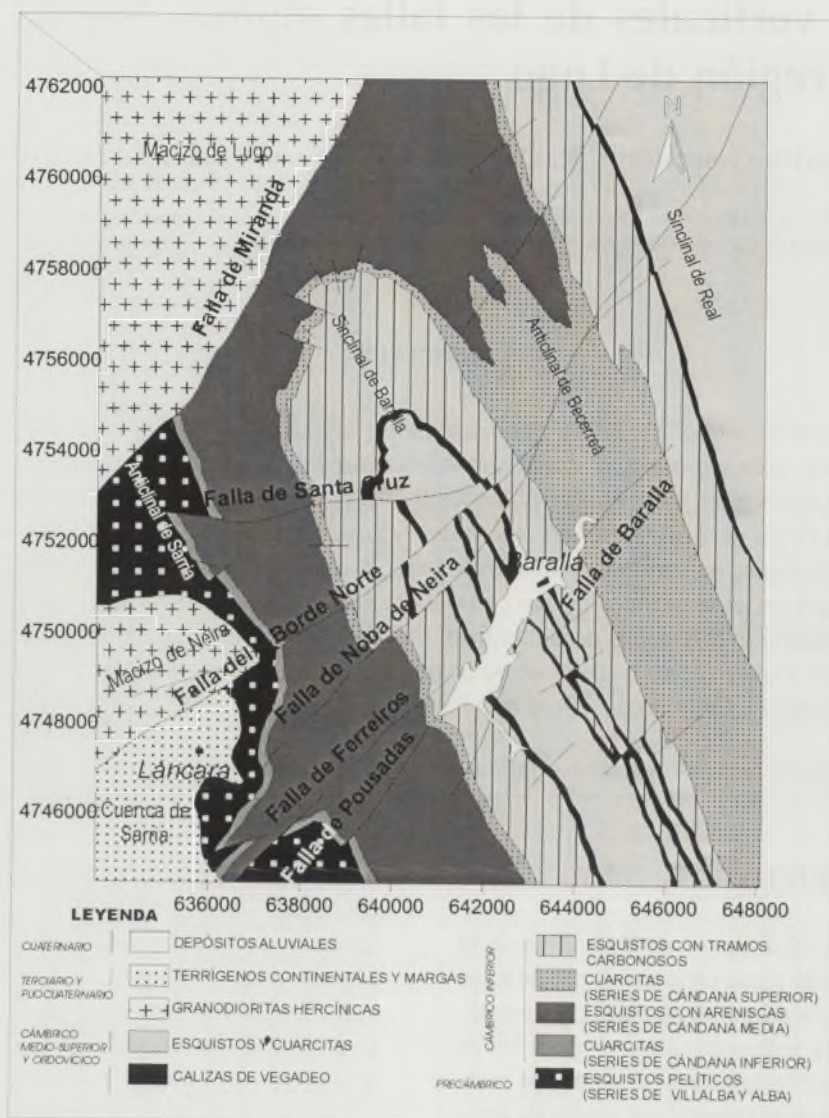


FIGURA 2. Mapa geológico del área estudiada en el que se observan las principales litologías y estructuras, así como el grupo de fallas estudiado. Basado en Apalategui y Corretgé, (1976) y datos propios.

## ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y GEOMORFOLÓGICO

Este estudio se ha centrado en el análisis de la estructura cartográfica varisca y de ciertos marcadores geomorfológicos como son las superficies de erosión y los relieves residuales que son afectados y deformados por un conjunto de fallas de dirección NE-SO, situadas al Este de la Cuenca de Sarria. El objetivo es por tanto cuantificar los saltos verticales y establecer el tipo de movimiento.

La estructura hercínica es un sinclinorio que forma parte del pliegue acostado de Mondoñedo y que en la zona aparece representado por una serie de anticlinales y sinclinales de segundo orden de entre los que se distinguen, el anticlinal de Sarria, el sinclinal invertido de Baralla, el anticlinal de Becerreá y el sinclinal de Real (Apalategui y Corretgé, 1976; Martínez Catalán, 1980) (Fig. 2). Los materiales que forman estas estructuras son el precámbrico de las Series de Villalba y Alba (núcleo del anticlinal de Sarria), las formaciones de las Series

de Cándana y las calizas de Vegadeo de edad cámbrico inferior (sinclinal de Baralla). Estas formaciones aparecen intruidas por rocas plutónicas variscas de tipo granodiorítico (Macizo de San Julián y Castroverde). Finalmente y discordante sobre los materiales anteriores se encuentran retazos de terciarios indiferenciados, formaciones tipo "raña" y depósitos cuaternarios.

Entre los marcadores geomorfológicos destacan los relieves diferenciales y las superficies de erosión. Los relieves diferenciales se encuentran sobre litologías de cuarcitas y esquistos paleozoicos, no apareciendo sobre los granitos que se encuentran al Oeste de la zona a estudio. Se originan asociados a un posible manto de paleoalteración ya erosionado sobre una superficie preterciaria. El desarrollo de estas superficies está en función de la naturaleza del sustrato y de la facilidad de sufrir los procesos de alteración. Para la génesis de estas superficies han sido planteados varios modelos (García-Abad y Martín-Serrano, 1980; Molina, 1991; Martín Serrano, 1991), los cuales contemplan largos periodos de estabilidad

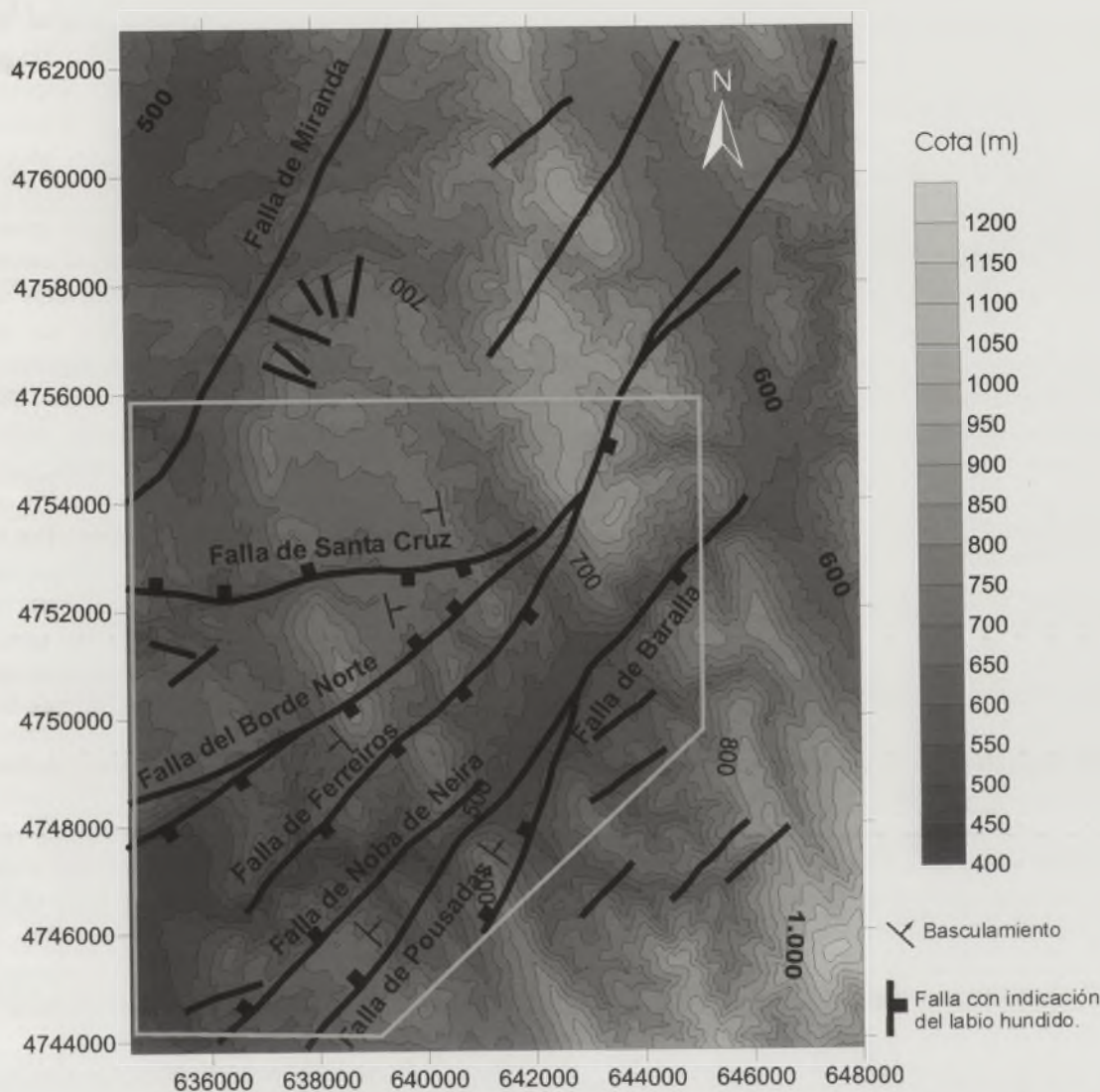


FIGURA 3. Mapa topográfico donde se observa el basculamiento de los diferentes bloques y el movimiento relativo en la vertical de las fallas que los separan. Equidistancia de las curvas de nivel: 50 m.

seguidos de ciertos periodos de actividad tectónica regional que permiten la progresión del manto de alteración.

Estos relieves son anteriores al depósito de las cuencas terciarias ya que aparecen fosilizados por los sedimentos continentales cenozoicos que las rellenan, como es el caso de la cuenca de Monforte de Lemos. En la zona de estudio se encuentran bien representados estos relieves residuales debido al contraste que producen los dos niveles cuarcíticos de la Serie de Cándana inferior y superior (Fig. 3).

Las fallas estudiadas forman un conjunto dirección N-30°, que se ramifican en forma de cola de caballo (*horse tail*) en fallas con direcciones desde N-20° hasta N-70°. Estas fallas han sido recientemente interpretadas como responsables de la sismicidad en la región de Lugo (Martínez Díaz *et al.*, 2002). Por lo general tienen una componente de desgarre de tipo sinistorsor, con importante componente en la vertical. En este trabajo prestamos precisamente, especial atención a esta componente vertical del movimiento. Las fallas cortan claramente

la estructura varisca así como a los granitos tadihercánicos, y forman los límites que articulan la cuenca terciaria de Sarria (Vergnolle 1985; Martín-González *et al.* 2003)

## RESULTADOS

La observación de los saltos producidos por las fallas en los relieves residuales y en la estructura varisca de pliegues, ha permitido establecer valores de los movimientos de las fallas en la vertical. Estos valores pueden variar de manera significativa en una misma falla, e incluso, se observa en varios casos que un mismo labio hace de bloque levantado y de hundido (Fig. 3). Este esquema de saltos se detecta mediante las variaciones de cota medidas en los marcadores geomorfológicos al ser cortadas por las fallas, como es el caso de las fallas de Noba de Neira y del Borde Norte de la Cuenca de Sarria. Así en la Falla del Borde Norte se pueden medir saltos en los que el labio norte es el levantado, como

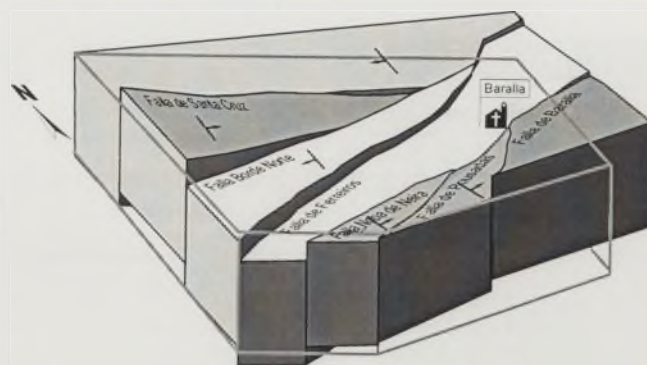


FIGURA 4. Bloque diagrama esquemático representando el conjunto de movimientos en tijera de las fallas de la zona (Localización del bloque en figura 3).

ocurre en el contacto entre el granito de San Julián y los terciarios de la cuenca de Sarria y a su paso por los relieves de cuarcitas de la Serie de Cándana inferior. En estos puntos se puede calcular un salto de 80 m, mientras que hacia el Este el labio levantado es el Sur, con un salto de 50 m. Igualmente en la Falla de Noba de Neira se puede calcular un hundimiento del labio Norte en torno a 100 m a su paso por las cuarcitas de la Serie de Cándana inferior, mientras hacia al Este, al paso de la traza por las cuarcitas de la Serie de Cándana superior, el salto vertical apenas es medible. Este movimiento rotacional en tijera de las fallas levanta y pivota bloques que al bascular generan una estructura compleja (Fig. 4). Los saltos máximos en la vertical medidos en estas fallas han sido de 120 m (falla de Noba de Neira) y los saltos de dirección más importantes han sido registrados en la falla de Ferreiros con casi 1.000 m. Esta estructura en tijera provoca importantes variaciones en el salto de las fallas en apenas unos kilómetros. Los saltos y la estructura interpretada concuerdan con los datos por nosotros obtenidos con métodos gravimétricos para este conjunto de fallas a su paso por la cuenca de terciaria Sarria (Oeste de la zona estudiada) (Martín-González *et al.*, 2003)

La cuantificación de los saltos en los relieves residuales se ha podido realizar donde estos son claramente reconocibles. Por el contrario, en las zonas donde no es así como en la falla de Miranda no puede ser cuantificado el salto ya que pone en contacto los materiales paleozoicos con el Macizo granítico de Castroverde, en el que la erosión ha dado lugar a una morfología diferente.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La combinación de observaciones de carácter geomorfológico y estructural, se ha demostrado muy útil para cuantificar la componente vertical del movimiento de este conjunto de fallas de dirección NE-SO del Macizo Ibérico, si bien, el valor de los desplazamientos en dirección no ha podido ser determinado en todas las fallas debido a la complejidad de la estructura y a la imposibilidad de obtener

estos datos mediante el desplazamiento de las superficies de erosión. El estudio de las superficies de erosión, sin embargo, sí ha permitido cuantificar los desplazamientos en la vertical, de las fallas que dividen en bloques la zona.

Tanto el estudio de estas superficies geomorfológicas como el análisis estructural de la cartografía indican un movimiento complejo tipo en tijera para estas fallas. Por otro lado los movimientos en la vertical calculados tanto sobre las superficies como en las estructuras variscas, son coincidentes. Teniendo en cuenta que los movimientos medidos sobre las estructuras variscas registran toda la historia del movimiento de las fallas, mientras que los movimientos registrados en los relieves residuales son exclusivamente terciarios, se puede concluir que estas fallas son terciarias y difícilmente se puede explicar un origen heredado de etapas tectónicas anteriores. Por otro lado, y según los resultados obtenidos en esta zona consideramos que los saltos medidos en los relieves diferenciales pueden por sí mismo constituir indicadores fiables para la cuantificación de los movimientos en vertical de este tipo de fallas, en zonas donde no se encuentren marcadores de otro tipo.

## REFERENCIAS

- Apalategui, O. y Corretgé, C. (1976): *Mapa Geológico de España E. 1:50.000, Segunda serie, Hoja nº 98 (Baralla)*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, 40 p.
- García-Abbad F. J. y Martín-Serrano, A. (1980): Precisiones sobre la génesis y cronología de los relieves apalachianos del Macizo Hespérico (Meseta central española). *Estudios Geológicos*, 36 (5-6): 391-401.
- Martín-Serrano, A. (1991): El relieve del Macizo Hespérico y sus sedimentos asociados. *Sociedad Española de Geomorfología*. Monografía 6: 9-26.
- Martínez-Díaz, J. J., Capote, R., Tsige, M., Martín-González, F., Villamor, P., e Insua, J.M. (2002): Interpretación sismotectónica de las series sísmicas de Lugo (1995 y 1997): Un caso de *triggering* en una zona continental estable. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 15: 195-209.
- Martín-González, F., Insua, J. M., Capote, R., & Martínez-Díaz, J. J. (2003): Estudio gravimétrico de la cuenca terciaria de Sarria. (Lugo-España). *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 28: 329-341.
- Martínez Catalán, J. R. (1981): *Estratigrafía y estructura del domo de Lugo. Sector Oeste de la zona Asturoccidental-Leonesa*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca, 317 p.
- Molina Ballesteros, E. (1991): Paleoalteraciones y evolución del relieve: El caso del Zócalo Hercínico Ibérico. *Sociedad Española de Geomorfología*. Monografía 6: 27-43.
- Vergnolle, C. (1985): Geometrie du remplissage sédimentaire des bassins de Sarria et Monforte (Galice, Espagne) et evolution geomorphologique regionale. *Melanges de la casa de Velásquez*, 21: 331-346.