

# Análisis del plegamiento al Norte de Biescas (Zona Surpirenaica, Pirineos centrales).

*Folding analysis in a cross-section (North of Biescas, South Pyrenean Zone, Central Pyrenees)*

L. Rodríguez <sup>(1)</sup> y J. Cuevas <sup>(1)</sup>

(1) Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del País Vasco. Apartado 644. 48080 Bilbao. lidia.rodriguez@ehu.es, julia.cuevas@ehu.es.

## ABSTRACT

*This paper provides the first results of a structural study in a cross-section in the Central Pyrenees (South Pyrenean Zone, North of Biescas), bordered on the north by Palaeozoic rocks of the Axial Zone. The geometric features of the folds, their orientations and relationships with the foliation are detailed from the structural analysis. Asymmetric south-verging chevron folds, with an E-W axis gently plunging or subhorizontal, are predominant. They admit the regional foliation as the axial plane foliation, with an E-W of medium strike and dips of 50° northwards. Advanced structural studies will allow a more detailed knowledge of the processes originating the described structures and may specify the alpine deformation in the palaeozoic rocks within this region.*

**Key words:** Chevron folds, South Pyrenean Zone.

Geogaceta, 44 (2008), 51-54  
ISSN: 0213683X

## Introducción y contexto geológico

Los Pirineos constituyen en cartografía una cordillera rectilínea con una doble vergencia, formada por pliegues y cabalgamientos imbricados. En este trabajo se presentan los datos obtenidos a partir de un corte detallado de unos 4,5 Km de longitud, situado al norte de Biescas, con una orientación aproximada norte-sur y cuyo límite septentrional son los materiales de edad Devónica de la Zona Axial. Este estudio se localiza en el tercio central de la Zona Surpirenaica (Fig. 1), al este de Jaca, en el Valle de Tena. Ocupa la parte septentrional de la hoja geológica de Biescas (n° 177) y la porción más meridional de la de Sallent (n° 145). La Zona Surpirenaica se caracteriza por presentar láminas de cabalgamientos imbricados y pliegues asociados con vergencia hacia el sur, producidos durante la orogenia alpina (Séguret, 1972). En el sector estudiado, los materiales que afloran son rocas sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico, que presentan una laguna estratigráfica desde el Triásico al Cretácico inferior, inclusive. La zona norte, denominada como Sierras Interiores, está formada por una serie calcárea de edad Cenomaniense superior a Ilerdiense basal (Ríos *et al.*, 1987); los depósitos mesozoicos comienzan con el Cretácico Superior calcáreo, a continuación aflora el Cretácico Superior

detrítico (areniscas de Marboré) y las calizas y dolomías de edad Paleoceno-Ilerdiense, que normalmente constituyen los relieves más altos de las Sierras Interiores. La sucesión estratigráfica en el corte que hemos estudiado se encuentra detallada en Souquet (1967). Aquí no existe un despegue entre zócalo y cobertera, debido a la inexistencia de Triás. La zona situada en el sector meridional del corte corresponde a la Cuenca de Jaca, formada por el flysch Eoceno.

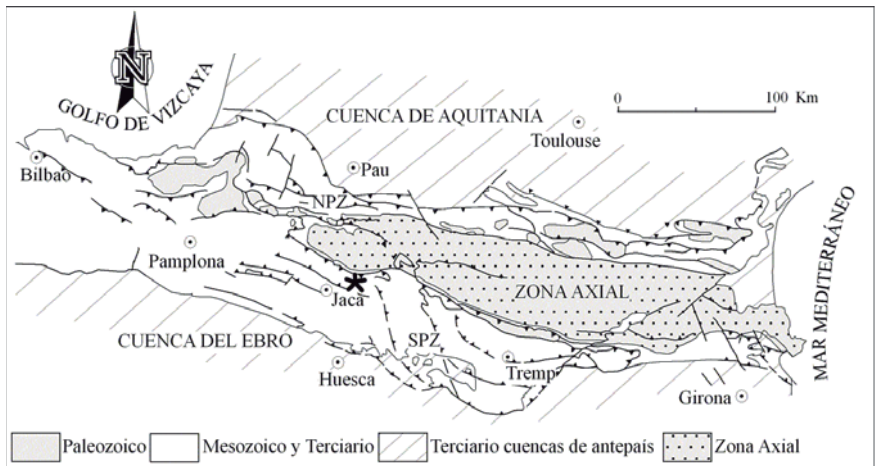
## Características geométricas del plegamiento

En casi toda la sección estudiada afloran secuencias de tipo flysch, bastante regulares, con alternancia de calcarenitas y margas, donde, debido al contraste de competencia entre los materiales, se desarrollan pliegues que presentan morfologías angulares con charnelas apuntadas y flancos rectos. Los pliegues son asimétricos vergentes al sur, con un flanco largo poco buzante, pudiendo llegar a encontrarse subhorizontal, y un flanco corto con buzamientos mayores, que varían entre 60 y 90°, localmente invertido. En general, la longitud de onda es de aproximadamente 800 m., por lo que normalmente, a escala de afloramiento, lo más habitual es ver pliegues de segundo orden asociados a los flancos de los pliegues mayores. Desde el punto de vista

morfológico, cabe destacar que los flancos cortos de los pliegues mayores quedan reflejados en el relieve de la zona ya que generan salientes topográficos fácilmente identificables en el paisaje y reconocibles también en la foto aérea y en el mapa topográfico.

Los pliegues de orden menor presentan morfologías muy similares a las descritas anteriormente: son pliegues angulares vergentes hacia el sur y con una orientación de los ejes aproximada de 10°/070 y un ángulo entre flancos variable entre 40 y 70°. Una característica común es que el estilo del plegamiento queda definido por el comportamiento de las capas competentes, mientras que el material incompetente simplemente se adapta (Ramsay y Huber, 1987). Un ejemplo es la presencia de material incompetente en la charnela para rellenar el espacio dejado por las capas más competentes. También es frecuente encontrar zonas de charnela que no son perfectamente paralelas, sino que se encuentran ligeramente desplazadas unas con respecto a otras, por problemas de espacio durante el plegamiento (Fig. 2A). En aquellas zonas donde es escasa la presencia de material incompetente, es decir, donde la sucesión está dominada por capas de calcarenitas, es posible ver pliegues menores de morfología más redondeada y mayor ángulo entre flancos.

Cuando el pliegue involucra un número importante de capas, se aprecian



**Fig. 1.-** Mapa geológico simplificado de los Pirineos, con la localización del área de estudio, señalada con un asterisco, al noreste de Jaca. NPZ: Zona Norpirenaica, SPZ: Zona Surpirenaica.

*Fig. 1.- Simplified geological map of the Pyrenees. Asterisk shows the location of the study area to the NE of the Jaca city. NPZ: North Pyrenean Zone, SPZ: South Pyrenean Zone.*

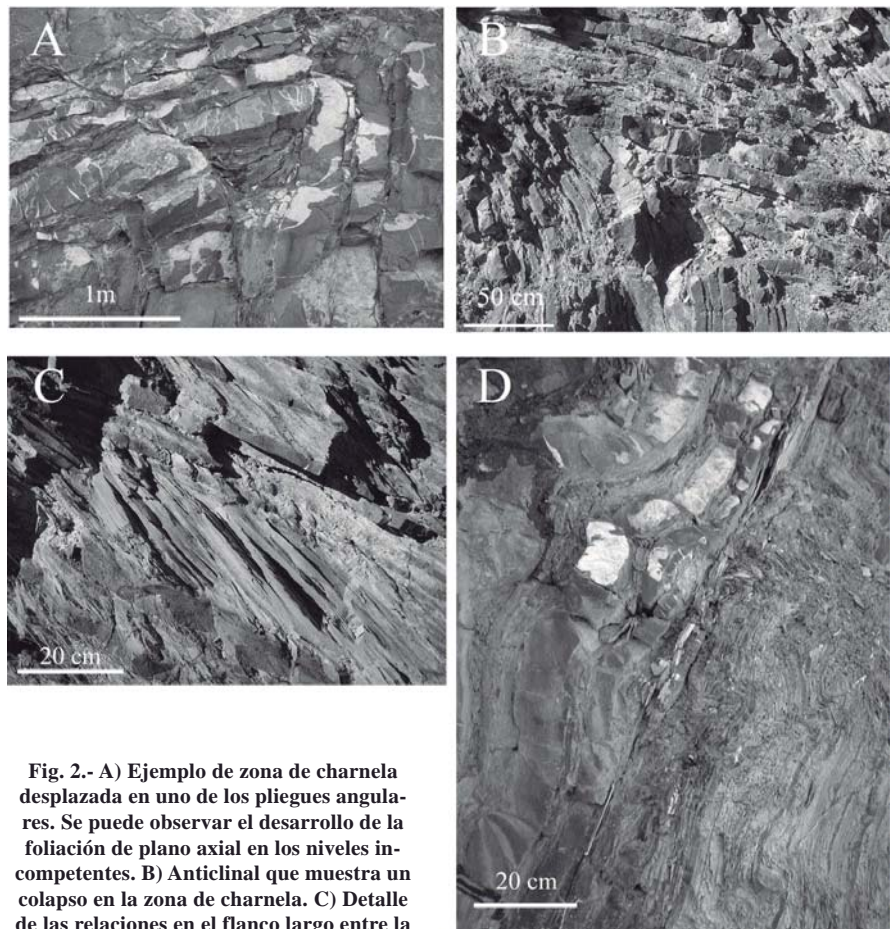
estrangulamientos de la zona de charnela (Fig. 2B). En otros sectores, se reconocen pliegues conjugados, en caja, cuyas superficies axiales se unen en un punto a partir del cual el pliegue presenta una única superficie axial. Localmente, en los flancos cortos de los pliegues angulares, con un buzamiento más elevado, se observan ondulaciones de las capas más competentes.

En el diagrama A de la figura 3 se han representado 100 medidas de los polos de la estratificación, recogidas en el corte estudiado. En dicho diagrama se observa que las medidas quedan dispuestas definiendo un círculo máximo de dirección norte-sur. Esta distribución, tan constante, nos confirma que existe una única fase de plegamiento, hecho reconocido también a partir del trabajo de campo. La mayor concentración de polos (>7%) está en la parte inferior del diagrama dando dos máximos: uno de ellos situado cerca del borde del diagrama y el otro por encima. Esta disposición se corresponde con las medidas tomadas en los flancos cortos, con valores de buzamiento elevados y, por tanto situados en una posición más cercana al borde de la proyección y, con las medidas de los flancos normales, que presentan menor buzamiento y se sitúan cerca del centro del diagrama. El diagrama muestra que la orientación media de la estratificación en el corte es cercana a este-oeste, con buzamientos predominantes al norte.

**Estructuras asociadas**

A lo largo de todo el corte, se ha observado una foliación de plano axial de

los pliegues angulares con una dirección este-oeste y buzamiento hacia el norte. En general, está bien desarrollada (Fig.



**Fig. 2.-** A) Ejemplo de zona de charnela desplazada en uno de los pliegues angulares. Se puede observar el desarrollo de la foliación de plano axial en los niveles incompetentes. B) Anticlinal que muestra un colapso en la zona de charnela. C) Detalle de las relaciones en el flanco largo entre la estratificación y la foliación de plano axial de los pliegues angulares. Obsérvese la penetratividad de la misma en los niveles margosos. D) Falla que limita los pliegues abiertos en las calcarenitas.

*Fig. 2.- A) Displaced hinge zone in a chevron fold. B) Anticline fold with a hinge collapse zone. C) Detailed bedding and axial plane cleavage relationship at the long limb of a chevron fold. D) Open folds in calcarenites limited by a fault.*

2C) a lo largo de todo el corte; en los niveles más incompetentes da lugar a una pizarrosidad que puede llegar a borrar, a escala de afloramiento, la estratificación y que al afectar a las capas más competentes, se refracta con ángulos elevados, originando un cleavage de fractura que puede llegar a desaparecer (a escala de afloramiento) en los niveles más gruesos.

En el diagrama B de la figura 3 se han representado los polos de 31 medidas de la foliación y se observa que un número elevado de las mismas se disponen en la parte inferior del diagrama, en torno a un máximo bien definido. Esto indica que la orientación de la foliación es bastante constante, con una dirección cercana a este-oeste y un buzamiento del orden de 50° hacia el norte. Si comparamos los diagramas A y B, se comprueba que las medidas corresponden a la foliación de plano axial de los pliegues angulares, descritos en el apartado anterior. Debido a que en este sector sólo se ha

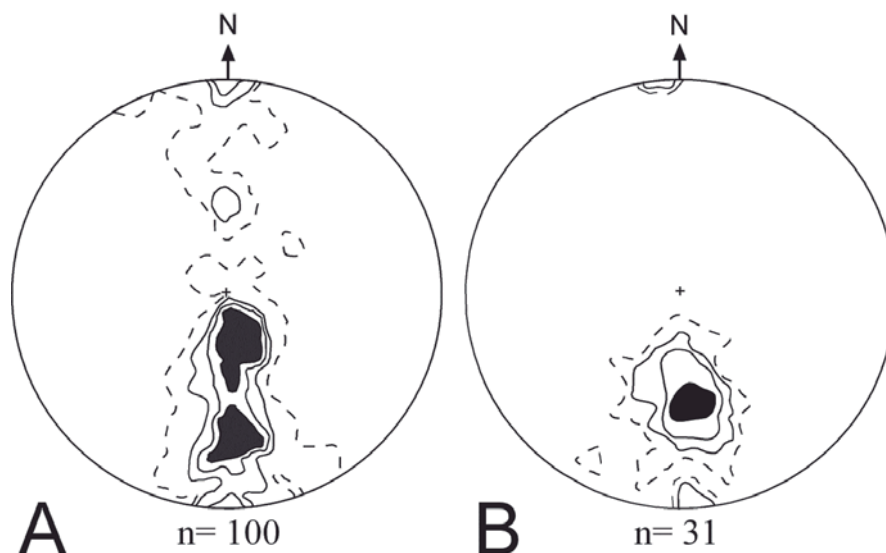


Fig. 3.- Diagramas de densidad de polos. Proyección equiareal, hemisferio inferior; n es el número de medidas. A) Polos de la estratificación. Contornos para valores de 1, 3, 5 y 7 %. B) Polos de la foliación. Contornos para valores del 3, 6, 10 y 16 %.

Fig. 3.- Stereographic plots of the bedding and foliation. Equal area projection and lower hemisphere; n, is the number of measurements. A) Poles to the bedding. Contours at 1, 3, 5 and 7 %. B) Poles to the foliation. Contours at 3, 6, 10 and 16%.

reconocido una fase de plegamiento y a que la foliación es de plano axial, se puede utilizar como un criterio de polaridad adicional, la relación entre la estratificación y la foliación.

En algunas zonas del corte se observan fallas, con un desplazamiento poco importante. Suelen ser paralelas a la estratificación de las capas competentes en el flanco largo, que desplazan a las capas del flanco opuesto. Representan, probablemente, estructuras de acomodación para alojar capas anormalmente potentes o flancos excesivamente largos (Ramsay, 1974) en una estructura regular sin generar variaciones en el buzamiento de los flancos. De hecho, en uno de los casos se observa una sucesión de calcarenitas y margas, relativamente poco potentes, plegadas con capas de calcarenitas más potentes a techo, donde se observa una ruptura de la serie como la descrita anteriormente. Se trata de una pequeña falla inversa con desplazamiento del bloque de techo hacia el sur, que se atenúa a los pocos metros, generando pequeñas ondulaciones en las capas pero sin llegar a romperlas.

En algunos sectores se observan estructuras que indican que algunos de los pliegues están limitados a techo y a muro por fallas. Por ejemplo, en la fig. 2D se pueden diferenciar claramente dos tipos de materiales: en la parte inferior derecha afloran capas de margas finamente estratificadas y en la parte superior iz-

quierda, capas de calcarenitas mucho más potentes. Ambas presentan pliegues asimétricos de amplitud y longitud de onda muy diferente: las calcarenitas muestran pliegues con una mayor amplitud y longitud de onda, que se generan a partir de una falla localizada en el techo de las margas. En otras zonas se pueden observar un determinado número de anticlinales y sinclinales limitados a techo y muro por capas de la misma litología sin deformar, es decir, el plegamiento queda restringido a un determinado número de capas dentro de la serie, separadas del resto mediante fallas.

Aunque no se ha realizado, por el momento, un estudio sistemático de las numerosas estructuras asociadas a procesos de diaclasado, se observa que muchas están relacionadas con el plegamiento, reconociéndose el sistema longitudinal, transversal y los dos diagonales. Las diaclasas presentan diferentes morfologías (estructuras plumosas en niveles competentes, fracturas complejas en escalón, etc.) y con frecuencia se encuentran rellenas de calcita, lo que facilita su reconocimiento en el afloramiento.

### Discusión y conclusiones

La estructura general del corte estudiado es un sinclinal asimétrico, vergente al Sur y cuyo límite septentrional son los materiales paleozoicos de edad Devónica. Los materiales afectados

por el desarrollo de los pliegues angulares y la foliación de plano axial restringen la deformación descrita en este trabajo a un episodio alpino post-Eoceno medio (Ríos *et al.*, 1987). Aunque por el momento no se han reconocido cabalgamientos plegados en el corte estudiado, en sectores más orientales de las Sierras Interiores como al sur del Ibón de Sabocos, en la Sierra de Tendeñera Ríos *et al.* (1985) han descrito cabalgamientos que afectan al Cretácico Superior y que se encuentran plegados.

Uno de los resultados interesantes de este trabajo es que la foliación reconocida en el corte analizado, de unos 4,5 km de longitud, es muy penetrativa y corresponde a la foliación de plano axial de los pliegues angulares. Si bien podría ser tentador asociar el plegamiento descrito a un proceso de pliegues de propagación por fallas, no hemos encontrado pruebas de que esto sea así. Para discutir algunas de estas cuestiones en este sector, nos faltan datos estadísticos relativos a orientaciones de estrías sobre planos de cizalla y al crecimiento de las venas en escalón. La geometría en caja de algunos pliegues angulares podría corresponder a anticlinales de bloque de techo, con retrocabalgamientos menores o retropliegues asociados.

Una cuestión interesante en el corte estudiado es que el contacto con los materiales paleozoicos no presenta pruebas de un despegue importante, máxime si tenemos en cuenta que no afloran materiales triásicos en esta zona. En este sentido, Matte (2002) interpreta que una parte importante de la deformación del Paleozoico en esta transversal podría ser de edad alpina, lo cual trataremos de dilucidar con el fin de elaborar un modelo tectónico más preciso en este sector de los Pirineos.

### Agradecimientos

Este trabajo forma parte de una beca de FPU (L.R., referencia AP2006-00648). La financiación del trabajo se debe a los proyectos del MEC CGL 2004-00701, CGL2007-600030/BTE y Grupos de Investigación del Sistema Universitario Vasco IT-270-07.

### Referencias

- Matte, Ph. (2002). *Comptes Rendues Geoscience*, 334, 773-779.  
 Ramsay, J. G. (1974). *Geological Society of America Bulletin*, 85, 1741-1754.  
 Ramsay, J.G. y Huber, M.I. (1987). *The techniques of Modern Structural Geo-*

- logy, volume 2: Folds and Fractures.* Academic Press, 700 p.
- Ríos, L.M., Galera, J.M. y Baretino, D. (1987). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja n° 145 (Sallent).*
- IGME.
- Séguret, M. (1972). *Étude tectonique des nappes et séries décollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées.* Tesis Doctoral, Univ. de Montpellier, 155 p.
- Souquet, P. (1967). *Le Crétacé supérieur sud-pyrénéen en Catalogne, Aragon et Navarre.* Tesis Doctoral, Univ. de Toulouse, 529 p.