

Magnetoestratigrafía de la sección de Vilanova de Prades y su implicación en la datación de las estructuras de las cadenas costeras catalanas (Paleógeno, márgenes de la Cuenca del Ebro)

M. López-Blanco, M. Garcés, X. Barberà y L. Cabrera

Departamento de Estratigrafía, Paleontología y Geociencias marinas, Grupo de Geodinámica y Análisis de Cuencas, Facultad de Geología, Universidad de Barcelona, Zona Universitaria, 08028 Barcelona. m.lopezblanco@ub.edu

ABSTRACT

Magnetostratigraphic data have been studied and interpreted along a stratigraphic section on the palaeogene deposits of the SE margin of the Ebro Basin at Vilanova de Prades locality. The ages obtained for the succession range from Bartonian (Eocene) to Rupelian (Oligocene). The results of the study of the sedimentary facies and the evolution of the depositional rates suggest a start of the deformation of the Catalan Coastal Ranges at Bartonian (17n) and an acceleration of this deformation at upper Priabonian (13r). The Vilanova de Prades section has been measured in sediments deformed by an anticline-syncline flexure and those sediments have been correlated to other belonging to magnetostratigraphic sections in undeformed central parts of the Ebro basin. After the isopach geometry of the chronostratigraphic units obtained from the correlation between marginal (folded) and central (unfolded) basin sections we can state that main deformation (folding) took place totally after the sedimentation of the Scala Dei deposits forming La Llena range (after 12n, 32.5 Ma).

Key words: Magnetostratigraphy, syntectonic, Ebro Basin, Catalan Coastal Ranges, Palaeogene.

INTRODUCCIÓN

La evolución sedimentaria de la Cuenca del Ebro está relacionada con la deformación existente en las tres cadenas montañosas que la limitan al N, SE y SW (Pirineos, Cadenas Costeras Catalanas y Cadena Ibérica). La datación de los materiales sintectónicos de la cuenca es de gran utilidad de cara a conocer la evolución de la deformación en dichos sistemas montañosos.

Los sedimentos continentales del Paleógeno del margen SE de la Cuenca del Ebro han sido objeto de datación por varios trabajos (Barberà *et al.*, 2001; Agustí *et al.*, 1994). En el trabajo de Barberà *et al.* (2001) se realiza una datación a partir de una decena de series magnetoestratigráficas que abarcan desde el Eoceno superior hasta el Oligoceno superior. Dicho trabajo constituye un marco cronoestratigráfico detallado para los materiales del sector SE la Cuenca del Ebro. Sin embargo, para establecer la relación con la deformación tectónica que afecta el borde de cuenca, resulta imprescindible datar las sucesiones sintectónicas en los márgenes. Así, se planteó la realización de un estudio magnetoestratigráfico a partir de una serie en las proximidades de Vilanova de Prades (Fig. 1). Sobre la base de ésta y de su correlación con las series de áreas más centrales de la cuenca, se presenta la datación de la deformación asociada a un sector de las Cadenas Costeras Catalanas.

ESTRUCTURA

La estructura tectónica de la zona se caracteriza por un cabalgamiento dirigido hacia el NW, que representa el contacto entre la Cuenca del Ebro y el Dominio Catalano-Valenciano (Sàbat *et al.*, 1995), cuyo bloque superior es una lámina cabalgante de gran espesor constituida por materiales del zócalo paleozoico, cobertera triásica y paleógenos (Figs. 1 y 2). En relación con este cabalgamiento principal, diversos autores (Anadón *et al.*, 1985; Anadón *et al.*, 1986; Colombo y Vergés, 1992) han descrito una serie de estructuras asociadas como cabalgamientos, flexiones y discordancias progresivas.

Las estructuras principales observadas en la zona, de orientación general ENE-WSW y vergencia NNW, son (1) una flexión anticlinal-sinclinal de gran escala (Flexión de La Llena-Montsant) y (2) una falla inversa (Falla de Gandesa-Ulldemolins) cuya traza está afectada por una serie de fallas transversales subverticales (Figs. 1 y 2). La suma de estas estructuras produce más de 2.000 m de levantamiento y de 1500m de desplazamiento hacia el NNW del bloque de Prades (Cadenas Costeras Catalanas) con respecto a la Cuenca del Ebro.

ESTRATIGRAFÍA

La estratigrafía del terciario de la zona está constituida por una sucesión de unidades continentales (Figs. 2 y 3) que se inicia con las facies aluviales distales del Complejo de Ulldemolins (Thanetiense-Luteciense) a las que se superpo-

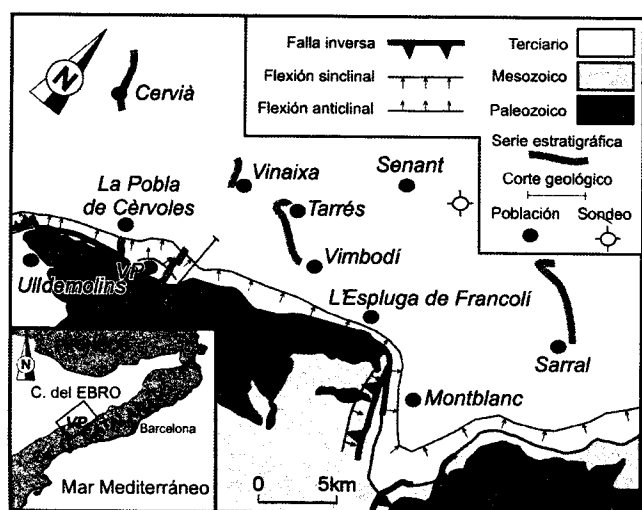


FIGURA 1. Esquema geológico del área estudiada. Los materiales paleozoicos y mesozoicos configuran el Macizo de Prades (Cadenas Costeras Catalanas) mientras que los terciarios pertenecen a la Cuenca del Ebro. VP = Vilanova de Prades.

nen las calizas lacustres y palustres, de edad Luteciense-Bartoniense, de la Formación Morera del Montsant. Sobre estas unidades yacen los depósitos del Grupo Scala Dei (Eoceno/Oligoceno), constituido por facies conglomeráticas aluviales proximales (Formación Montsant) que, rápidamente hacia la cuenca, pasan a formaciones aluviales distales (Margalef, Blancafort, Albi, Cogul, Rauric y Gavatxa) y lacustres y evaporíticas (Formaciones Pira, Sarra, Tarrega y Marqueses) (Colombo 1986 y Colldeforns *et al.*, 1994).

MAGNETOESTRATIGRAFIA DE LA SERIE DE VILANOVA DE PRADES

El perfil de Vilanova de Prades tiene una potencia total de 800 metros, y está realizado sobre una sucesión de sedimentos aluviales de edad Eoceno-Oligoceno, que yacen discordantes sobre el Paleozoico de la Sierra de Prades. El estudio magnetoestratigráfico se realizó a partir de un total de 120 estaciones de muestreo repartidas a lo largo del perfil. No pudieron ser muestreados los 50 metros inferiores del perfil, correspondientes a las lutitas del Complejo Ulldemolins, debido a condiciones de afloramiento poco favorables. El análisis de laboratorio consistió en la desmagnetización progresiva térmica de una o dos muestras por estación, con la finalidad de aislar la magnetización estable de cada muestra. De las 184, tan solo 72 fueron consideradas de calidad suficiente para calcular la dirección de magnetización. Una vez restituidas las direcciones de magnetización por el buzamiento de las capas, se calculó la latitud del polo geomagnético virtual y se estableció la secuencia de polaridad magnética (Fig. 3).

La correlación de la magnetoestratigrafía local con la Escala de Tiempo de Polaridad Geomagnética (Fig. 3) ha sido posible gracias a la correlación cartográfica con el perfil de Sarra (Barberà *et al.*, 2001), donde existen datos magnetoestratigráficos previos (Fig. 4). En base a esta información, la correlación de las magnetozonas normal e inversa N4-R5 del techo de la serie con los crones 13n y 12r del Oligoceno Inferior resulta directa. De aquí se deduce que R3-N3-R4 se corresponden por su parte con los crones 15r-15n-

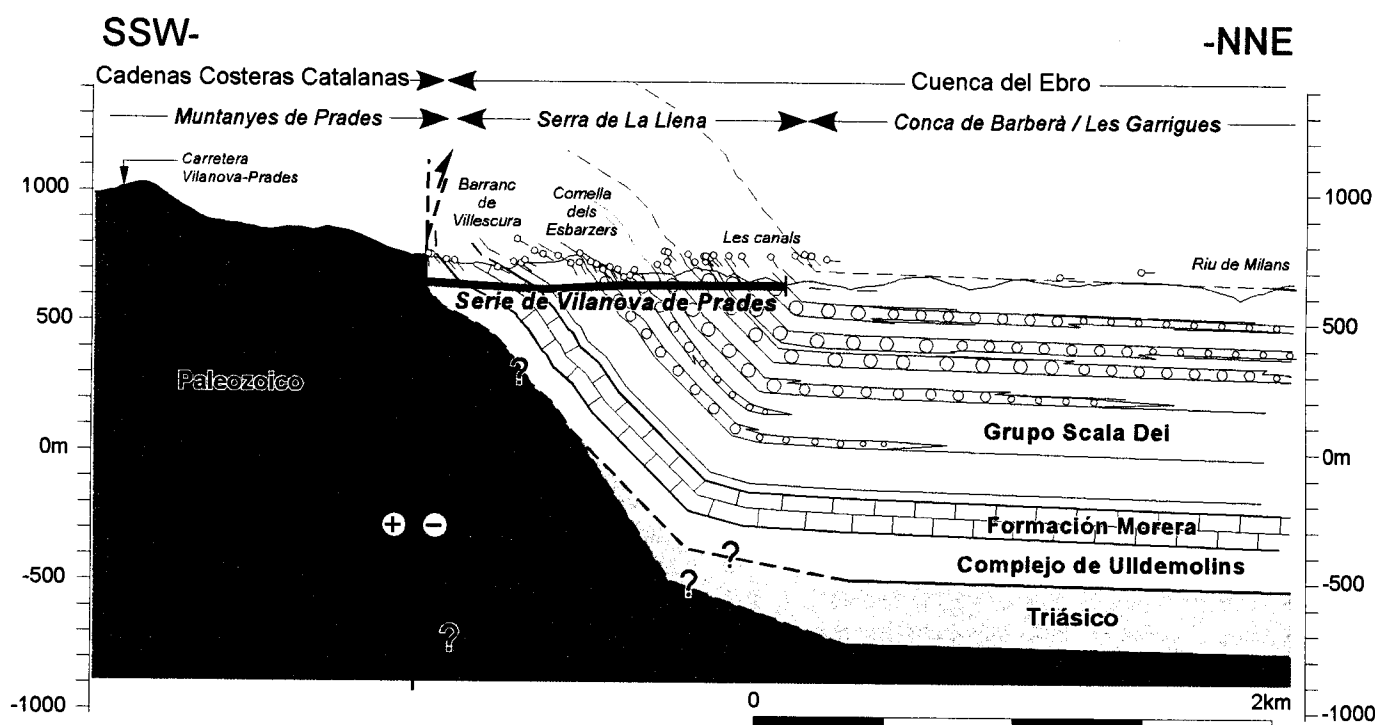


FIGURA 2. Corte geológico al E de Vilanova de Prades.

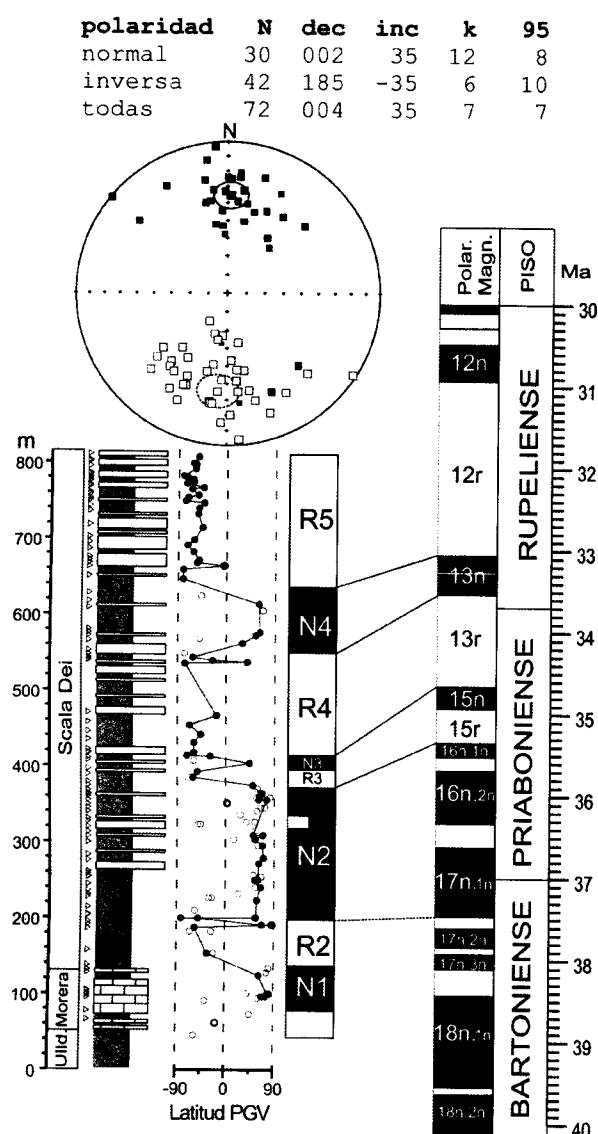


FIGURA 3. Magnetoestratigrafía de la serie de Vilanova de Prades y su correlación con la escala de tiempo de polaridad magnética. Arriba, proyección estereográfica de las direcciones de magnetización y estadística de las direcciones medias obtenidas.

13r del Priaboniense Superior. La correlación de la parte inferior de la serie con la ETPG resulta menos definida, ya que no existe proporcionalidad entre la potencia de las magnetozonas y la duración de los crones de la escala de tiempo. Es posible que la parte inferior de la serie registre tasas de sedimentación bajas y que el registro de todas las inversiones haya sido enmascarado por procesos postdeposicionales. Teniendo en cuenta este posible escenario, se sugiere que la extensa magnetozona normal N2 pueda representar desde la base de 17n.1n al techo 16n.1n. Siguiendo esta propuesta, la N1, registrada en las calizas de la Fm Morera, se correlacionaría con 17n.2n / 17n.3n, de acuerdo con su atribución bioestratigráfica al Bartonense (Anadón *et al.*, 1992; Colombo *et al.*, 1995).

CORRELACION MARGEN-CUENCA

La serie magnetoestratigráfica de Vilanova de Prades (Fig. 3) está levantada en los materiales afectados por la flexión de La Llena-Montsant en el margen SE de la Cuenca del Ebro (Figs. 1 y 2). Esta serie no es del todo completa, ya que no incluye todo el espesor de materiales de la Serra de la Llena afectada por la flexión de La Llena-Montsant. Este hecho condujo a la necesidad de levantar un par de series estratigráficas adicionales (La Carretera y La Pobla de Cèrvoles), correlacionables físicamente con la de Vilanova de Prades y que incluyeran toda la serie afectada por la flexión (Figs. 1 y 4). Dichas series se han correlacionado entre sí y con las series de Sarra, Tarrés, Vianaixa y Cervià (Figs. 1 y 4), situadas en zonas más centrales de la cuenca, que presentan una deformación apenas apreciable. Estas cuatro series poseen una datación magnetoestratigráfica precisa y están correlacionadas entre sí (Barberà *et al.*, 2001).

Al existir dentro del Grupo Scala Dei una importante variabilidad de facies sedimentarias y la rápida interdigitación de las mismas, la correlación entre los materiales de la Serra de La Llena y las series de centro de cuenca no es directa ni se puede establecer en base a criterios litoestratigráficos.

La utilización de datos previos (Colldeforns *et al.*, 1994; Barberà *et al.*, 2001), y el seguimiento de niveles fotogeológicos ha permitido correlacionar el cron N4 de Vilanova de Prades con el N2 de la serie de Sarra (13n). A posteriori, la serie de La Pobla de Cèrvoles se correlacionó físicamente con la base de Cervià (techo de Vianaixa); la base de la serie de La Carretera se pudo correlacionar física y fotogeológicamente con la base de Tarrés y su techo con la base de la serie de Vianaixa. En esta correlación se aprecia que los espesores estratigráficos para los sedimentos depositados entre los 34,5 y 31,4 Ma son similares tanto en la zona deformada (Serra de La Llena) como en el centro de la Cuenca del Ebro (Cervià, Vianaixa, Tarrés y Sarra).

EDAD DE LA DEFORMACIÓN

El carácter sintectónico de los materiales del grupo Scala Dei ha sido ampliamente estudiado por Anadón *et al.*, 1985; Anadón *et al.*, 1986; Colombo y Vergés, 1992.

A partir de la datación magnetoestratigráfica de la serie de Vilanova de Prades y la correlación de las series de la Serra de La Llena con las de centro de cuenca se puede tener una idea aproximada de la edad de las principales estructuras presentes.

La implantación de una sedimentación de tipo aluvial (grupo Scala Dei) que comenzaría en el Bartonense superior (17n) indica el inicio de la creación de relieves fuertes en las cadenas costeras catalanas al S de la zona estudiada. Durante el Priaboniense superior las tasas de deposición, al igual que la granulometría de las facies aluviales, aumentan, lo que nos indica la existencia de una mayor denudación en el área fuente y subsidencia en la cuenca, probablemente ligadas a un incremento de la actividad tectónica en las Cadenas Costeras Catalanas.

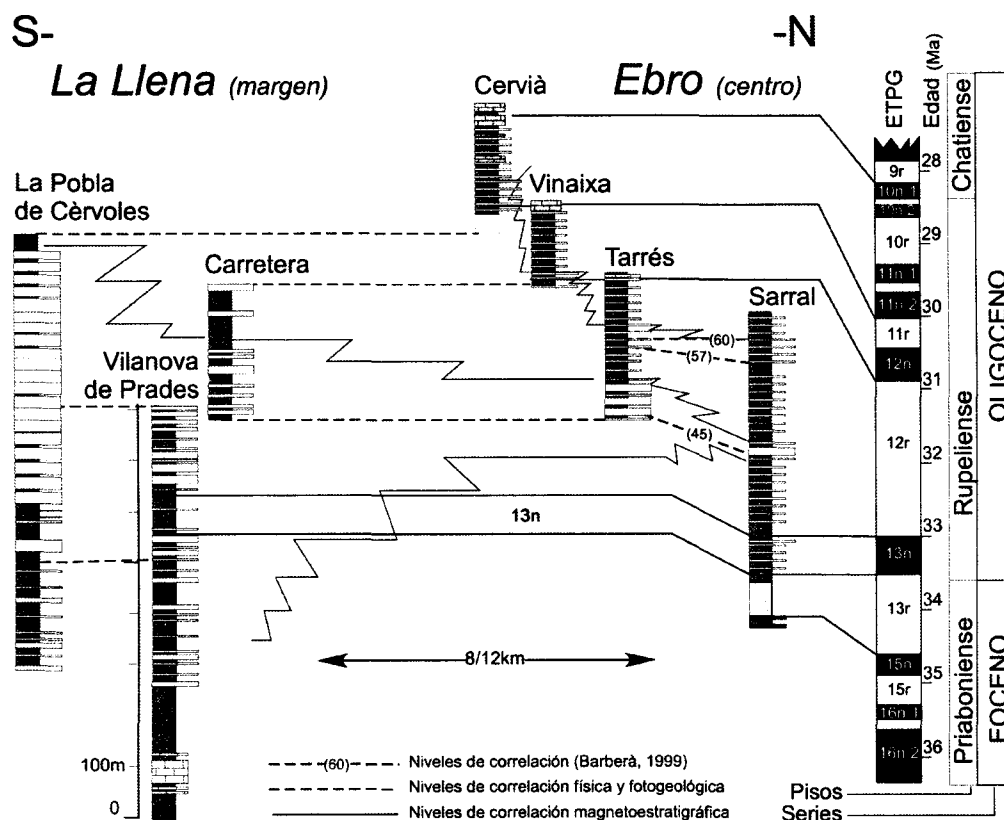


FIGURA 4. Correlación entre las series de la Serra de La Llena (margen de cuenca) y las de Cervià, Vinaixa, Tarrés y Sarral (centro de cuenca).

El hecho de que el espesor de los materiales del Rupeliense inferior y medio (13n, 12r, 12n y 11r), sea similar en las zonas afectadas por la flexión de La Llena-Montsant y las zonas alejadas del margen de cuenca, nos indica que las tasas de sedimentación y subsidencia fueron similares, por lo que la estructura de plegamiento que las afecta no fue coetánea con la deposición, sino posterior. Así la flexión de La Llena-Montsant tendría una edad posterior al Rupeliense medio (post-12n). La falla inversa (Gandesa-Ulldemolins) es posterior a la flexión ya que ésta está cortada por la primera, quedando su edad, también, posterior al Rupeliense medio.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos CENOCRON CGL2004-00780/BTE y MARES 3D CGL2004-05816-C02-02/BTE del Ministerio de Educación y Ciencia y por la Generalitat de Catalunya, dentro del Grupo de Investigación: Geodinàmica i Anàlisi de Conques CIRIT 2005 SGR 00397. Agradecemos a Esmeralda Lacunza su colaboración durante el trabajo de campo.

REFERENCIAS

- Agustí, J., Barberà, X., Cabrera, L., Parés, J.M. y Llenas, M. (1994): Magnetobiostratigraphy of the Oligocene-Miocene transition in the Ebro basin (NE Spain): State of the art. *Müchner Geowiss. Abh. (A)*, 26: 162-172.
- Anadón, P., Cabrera, L., Guimerà, J. y Santanach, P. (1985): Palaeogene strike-slip tectonics and sedimentation along the southeastern margin of the Ebro basin. En: Biddle K.T., Christie-Blick N. (eds.) *Strike-slip Tectonics and sedimentation*. Soc. Econ. Paleontol. and Mineralogists, Spec. Publ., 37: 303-318.
- Anadón, P., Cabrera, L., Colombo, F., Marzo y M., Riba, O. (1986): Syntectonic intraformational unconformities in alluvial fan deposits, eastern Ebro basin margins (NE-Spain). En: *Foreland basins* (P Allen y P.Homewood, Eds.). Spec. Publs. Int. Ass. Sediment., 8: 259-271.
- Anadón, P., Cabrera, L., Choi, S.J., Colombo, F., Feist, M. y Sáez, A. (1992): Biozonación del Paleógeno continental de la zona oriental de la Cuenca del Ebro mediante carófitas: implicaciones en la biozonación general de carófitas de Europa occidental. *Acta Geologica Hispanica*, 27 (1-2): 69-94.
- Barberà, X., Cabrera, L., Marzo, M., Parés, J. M. y Agustí, J. (2001): A complete terrestrial Oligocene magnetobiostratigraphy from the Ebro Basin, Spain. *Earth and Planetary Science Letters*, 187 (1-2): 1-16.
- Colldeforns, B., Anadón, P. y Cabrera, L. (1994): Nuevos datos sobre la litoestratigrafía del Eoceno-Oligoceno inferior de la zona suroriental de la Cuenca del Ebro (Sector de Pontils-Montblanc, Provincias de Tarragona y Barcelona). *Geogaceta*, 16: 98-101.
- Colombo, F. (1986): Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno continental del borde meridional occidental de los

- Catalánides (Provincia de Tarragona, España). *Cuadernos de Geología Ibérica*, 10: 55-115.
- Colombo, F. y Vergés, J. (1992): Geometría del margen SE de la Cuenca del Ebro: discordancias progresivas en el grupo Scala Dei, Serra de la Llena, Tarragona, España. *Acta Geologica Hispanica*, 27: 241-286
- Colombo, F., Moya, S., Checa, L., Agustí y J., Köhler, M., (1995): Yacimientos de vertebrados en los materiales Paleógenos de la zona de Ulldemolins y Conca de Barberà, (Cuenca del Ebro, Tarragona): significado Estratigráfico. *Geogaceta*, 17: 31-34
- Sàbat, F., Roca, E., Muñoz, J.A., Vergés, J., Santanach, P., Sans, M., Massana, E., Estevez, A. y Santisteban, C. M. (1995): Role of extension and compression in the evolution of the eastern margin of Iberia: the ESCI-València Trough seismic profile. En: ESCI, Estudios sísmicos de la corteza ibérica (P. Santanach, Ed., 1997). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 8 (4): 431-448.