

Evolución estructural del margen SO de la cuenca Vasco Cantábrica

Structural evolution of the SW margin of the Basco-Cantabrian basin

P.P. Hernaiz (*), A. Serrano (**), J. Malagón (**) y C. Rodríguez Cañas (**)

(*) INYPSA, Gral. Díaz Porlier, 49, 28001 - Madrid

(**) GESSAL, Arturo Soria, 136, 28043 - Madrid

ABSTRACT

The SW margin of the Basco Cantabrian basin (as the whole basin itself) is a clear example of inversion tectonics. During Mesozoic times a main extensional event is recognized. Rifting began in Upper Jurassic triggering an important halokinesis; both progressed until Middle Albian controlling the deposit of synrift sediments which can be grouped in four megasequences separated by major unconformities. The Utrillas Fm. and the overlying Upper Cretaceous carbonate deposits represent the postrift sediments linked with the thermal subsidence subsequent to the aforementioned mechanical stretching. Coaxial Tertiary compression tightened the Mesozoic geometry and allowed the thrusting of the Cantabrian Mesozoic and Tertiary cover over the Duero basin.

Key words: Basco Cantabrian basin, extensional tectonics, salt tectonics, inversion.

Geogaceta, 15 (1994), 143-146

ISSN: 0213683X

La extensión

En el sector meridional de la Cuenca Vasco Cantábrica (Fig. 1) se reconocen dos eventos extensionales mayores de edades Triásico-Jurásico medio (evento extensional triásico) y Jurásico superior-Paleógeno inferior (evento extensional intramesozoico). Cada uno de ellos presenta una etapa de *rifting* (Triásico y Jurásico superior-Albiense inferior, respectivamente) y una etapa de subsidencia térmica (Jurásico inferior y medio, y Albiense superior-Paleógeno inferior, respectivamente) (Fig. 2).

El evento extensional intramesozoico es el que realmente configura la Cuenca Vasco Cantábrica superponiéndose a la extensión triásica y enmascarando la geometría derivada de ésta. Aunque en los afloramientos triásicos de Barruelo de Santullán, Espina (1992) describe una tectónica extensional controlando los depósitos de las facies Buntsandstein, en general es difícil de precisar el grado de control tectónico ejercido por la extensión triásica sobre estos depósitos y más aún sobre los depósitos de las facies Muschelkalk y Keuper. Sin embargo, el carácter *synrift* de los depósitos del Jurásico superior-Albiense inferior, está bien documentado tanto en los estudios de superficie

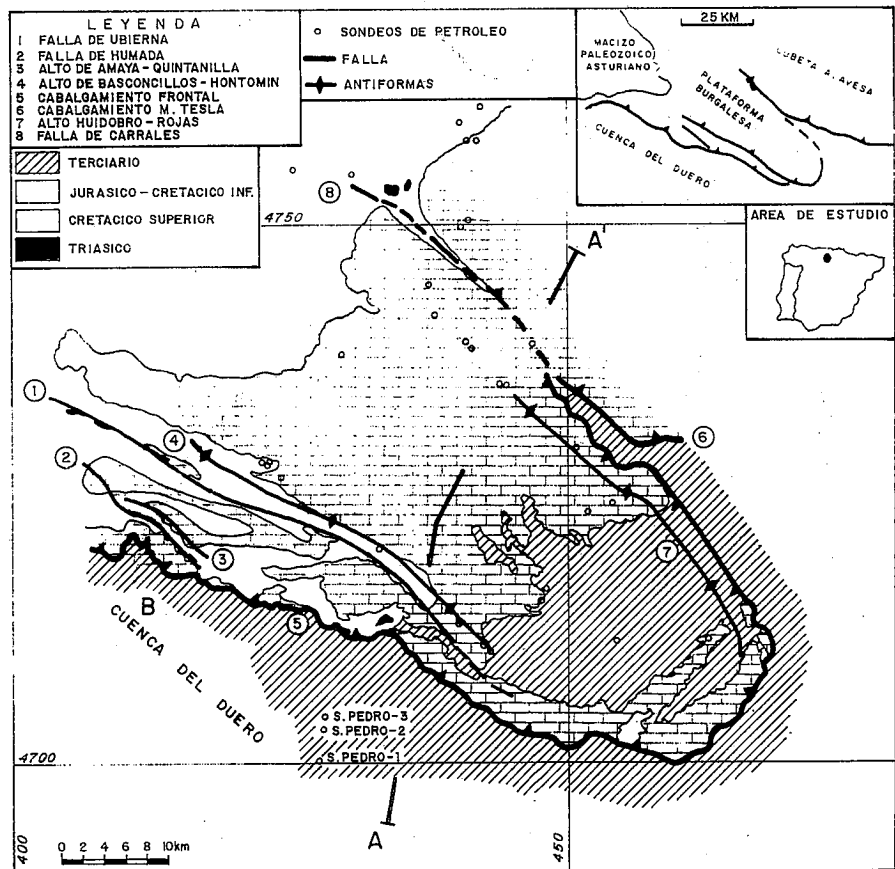


Fig. 1.— Esquema geológico del area de estudio. A-A' indica la dirección de la transversal de la figura 2

Fig. 1.— Geological sketch of the studied area. The section A-A' is the one presented in fig. 2.

como del subsuelo. Se identifican cuatro macrosecuencias principales (Grupo deposicional Malm-Berriasiense o Fm. Aguilar, Grupo deposicional Berriasiense-Valanginiense o Grupo Cabuerniga, Macrosecuencia Valanginiense superior-Barremiense o Facies Weald y Complejo Aptiense-Albiense) cada una de ellas asimilable a un impulso dentro del estiramiento mecánico continuado. Con frecuencia, los dos primeros son difíciles de separar tanto en superficie como en las líneas sísmicas, agrupándose ambas en las facies Purbeck. Desde el punto de vista paleogeográfico, la Fm. Aguilar implica una ruptura radical con el infrayacente puesto que se trata de la superposición de depósitos continentales (lacustres con influencias de terrígenos fluviales) sobre marinos de plataforma, existiendo entre ambos una acusada discordancia angular. Sin embargo las mayores variaciones de espesores controladas por fallas sinsedimentarias se observan a partir del depósito del Grupo Cabuerniga y en las macrosecuencias suprayacentes.

Los materiales carbonatados del Jurásico marino tienen el carácter de depósitos *postrift* respecto al primer evento extensional y la Fm. Utrillas y las series carbonatadas del Cretácico Superior tienen el mismo carácter respecto al segundo; se puede decir que estas últimas formaciones constituyen una «tapadera» que oculta una estructuración extensional compleja solamente reconocible en su integridad mediante el estudio de líneas sísmicas.

Las curvas de subsidencia obtenidas a partir de la descompactación de columnas litológicas de sondeos de petróleo (Owen, inédito) reconocen para el evento extensional intramesozoico las mismas fases de estiramiento mecánico y subsidencia térmica descritas en el presente trabajo; no obstante este autor señala el Aptiense como el momento inicial del estiramiento mecánico para el conjunto de la cuenca, circunstancia que desde luego no es cierta en el sector meridional donde es evidente que el inicio del *rifting* es bastante anterior, como se ha especificado en párrafos procedentes.

Las estructuras derivadas de la extensión intramesozoica presentan una dirección predominante E-O a NO-SE. Se trata de fallas normales generalmente con geometría lítrica, que permitieron la acumulación de depósitos *sinrift* en los bloques norte y dieron lugar, en los sectores más meridionales (Banda

Plegada), a pequeñas cuencas con forma de semigraben (Serrano *et al.*, este volumen). Los bloques así generados no tienen demasiada continuidad lateral y pueden estar interrumpidos por fallas NE-SO con movimiento en dirección (fallas de transferencia del movimiento). Más al norte, en el seno de la Plataforma Burgalesa, las fallas normales sirvieron para articular surcos subsidentes de mayor extensión (surco de Polientes-Sedano) y bloques elevados con ausencia de sedimentación o sedimentación reducida (zonas del Pantano del Ebro y Ayoluengo-Pozancos).

La extensión «disparó» una tectónica salina que funcionó esencialmente durante el período de *rifting* del Jurásico Superior-Albiense (Serrano *et al.*, este volumen). Los anticlinales salinos y las almohadillas son las estructuras salinas más comunes. La formación evaporítica que produjo los movimientos halocinéticos es el Keuper (y techo del Muschelkalk). En esta formación enraza buena parte de las fallas lítricas que acomodaron la fragmentación de la cobertera mesozoica. Una vez puesta en marcha, la tectónica salina es un proceso que se autoalimentó y produjo estructuras con carácter propio, prolongándose en el tiempo más allá de la extensión mecánica; así ocurre en la estructura de Poza de la Sal donde los materiales del Cretácico Superior sufrieron un adelgazamiento puntual impuesto por el movimiento ascendente de la masa salina.

La geometría extensional descrita permite considerar una dirección aproximada de estiramiento máximo NNE-SSO, perpendicular a la traza de las estructuras principales. Sin embargo no se descarta que en los estadios finales del *rifting* el estiramiento máximo se produjera según una dirección NNO-SSE o NO-SE, dando lugar al movimiento en dirección (sinistral) de fallas anteriormente generadas; en este caso, la sedimentación asociada se produciría en un régimen transtensional consecuencia del desplazamiento hacia el SE de la Placa Ibérica respecto a la Europea. Este hecho podría explicar algunas variaciones de espesor observadas en las series *sinrift* a lo largo de la traza de la falla de Ubierna aunque éstas también se pueden atribuir a los importantes movimientos salinos que se concentraron a lo largo de la misma.

La extensión se debe explicar como el resultado de un estiramiento cortical de tal forma que es de suponer que el

zócalo participó en la deformación atenuándose a favor de superficies intracrustales de despegue. A la espera de perfiles sísmicos profundos que permitan comprobar su validez, esta hipótesis se sustenta al considerar la enorme acumulación de sedimentos en zonas septentrionales (centrales) de la cuenca y la existencia de bloques contiguos con una fuerte subsidencia diferencial (Sánchez Ferrer 1991). En los sectores más meridionales de la cuenca, objeto del presente trabajo, la tectónica salina pudo acomodar determinadas variaciones de espesores aunque, en general, se puede decir que los ensayos de restitución realizados en diversas transversales imponen la necesidad de involucrar al zócalo en la tectónica extensional. No obstante hay que precisar que estos ensayos chocan con el inconveniente de desconocer el espesor original del horizonte salino (Fig.2).

La compresión

La compresión terciaria produjo la inversión de la geometría extensional según un modelo de deformación coaxial, es decir la dirección de acortamiento máximo coincide aproximadamente con la de extensión máxima (Fig. 2).

Toda la configuración extensional sufrió un apretamiento que se repartió de forma desigual: las zonas de surco acentuaron ligeramente su estructura sinclinal heredada de la etapa extensional, mientras que las altas estructurales (especialmente los altos salinos) y las zonas adyacentes a las fallas acusaron la mayor parte de la deformación (Malagón *et al.*, este volumen). Las fallas normales se reactivaron como inversas aunque es frecuente que la reactivación no compense el salto normal acumulado durante el depósito de los terminos *sinrift* del Jurásico superior Cretácico-inferior. En otros casos se ha observado la rotación de los planos de las fallas de crecimiento facilitando el retrocabalgamiento parcial del alto salino sobre su semigraben contiguo al norte. La compresión volvió a poner en marcha la tectónica salina, dirigida por los esfuerzos regionales. Ciertos cabalgamientos se localizaron a favor de la ruptura por halocinesis de estructuras salinas intramesozoicas (Fig.2).

Se reconoce el solapamiento de una cobertera autóctona «de tipo Duero» (poco potente, con un Cretácico inferior y superior adelgazados, Jurásico mari-

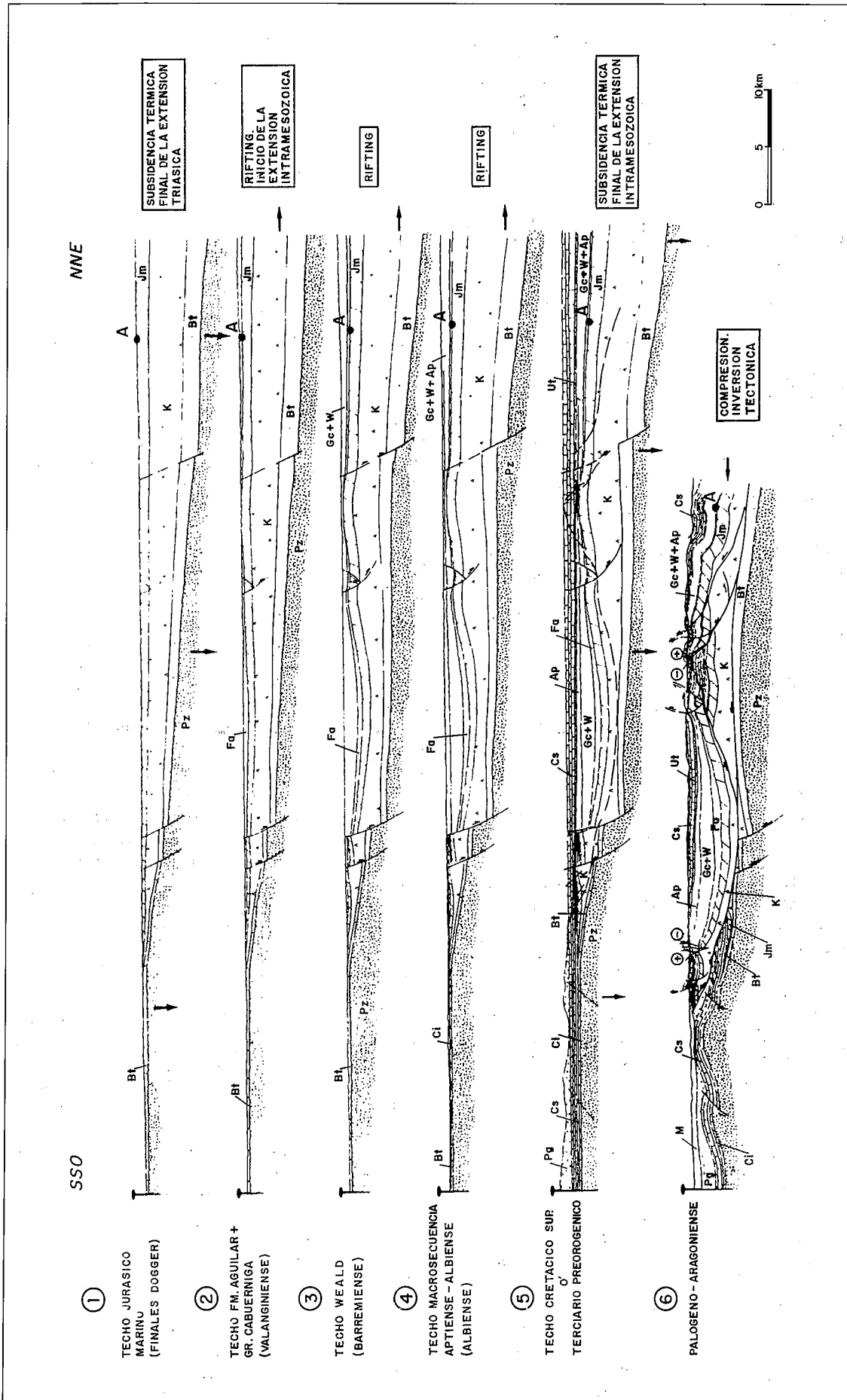


Fig. 1.— Modelo de evolución estructural del sector meridional de la región Cantábrica según la transversal A-A' de la figura 1. Pz, indica Paleozoico; Bt, Buntsandstein y parte baja del Muschelkalk; K, Keuper y parte alta del Muschelkalk; Jm, Jurásico marino; Fa, Fm. Aguilar, Gc, Grupo Cabuerniga; W, Weald; Ap, Complejo Aptiense-Albiense; Ut, Fm. Utrillas; Ci agrupa a W, Ap y Ut en el autóctono; Cs, Cretácico superior; Pg, Paleógeno-Ageniense; M, Mioceno; + y -, movimientos en dirección (supuestos) tardicompresivos hacia aduera y hacia adentro del papel, respectivamente; A, punto de referencia.

Fig. 2.— Model of structural evolution of the Cantabrian Basin for the section A-A' of fig. 2. Pz means Paleozoic; Bt, Buntsandstein and lower part of Muschelkalk; K, Keuper and upper part of Muschelkalk; Jm, marine Jurassic; Fa, Aguilar Fm.; Gc, Cabuerniga Group; W, Weald; Ap, Aptian-Albian Complex; Ut, Utrillas Fm.; Ci, is W, Ap and Ut in the autochthonous; Cs, Upper Cretaceous; Pg, Paleogene-Agenian; M, Miocene; + and -, supposed late-compressive strike-slip movements out and inwards the paper, respectively; A, reference point

no inexistente y un Triás exclusivamente detrítico) por una cobertera alóctona «de tipo Cantábrica» (series potentes de Jurásico superior-Cretácico inferior, Jurásico marino bien representado y Triás evaporítico) (Malagón *et al.*, este volumen). El solapamiento, estimado en 10-15 km, se produjo a favor del Keuper que de nuevo actuó como superficie general de despegue durante la compresión. El frente Cantábrico se trasladó desde los Montes Cantábricos, Obarenes y de Tesla hasta el borde de la Banda Plegada a favor de un accidente transversal (falla de transferencia o rampa lateral) que coincide aproximadamente con la estructura arqueada de Rojas (Figs 1 y 2) (Rodríguez-Cañas *et al.*, este volumen). En estadios finales de la compresión la traza de este frente debió sufrir un desplazamiento sinistral a la altura del entrante terciario de Padrones de Bureba que estaría relacionado con el movimiento en dirección de la falla de Carrales (o de accidentes asociados). Simultáneamente, la falla de Ubierna funcionó como falla dextral facilitando el desplazamiento hacia el SE de la Plataforma Burgalesa. Este desplazamiento justificaría la ausencia (comprobada en las líneas sísmicas de la zona) de serie mesozoica alóctona («de tipo Cantábrica») en la vertical del mencionado entrante terciario (Rodríguez-Cañas *et al.*, este volumen).

Tanto la cuenca del Ebro como la del Duero se pueden definir como cuencas antepaís de la Cordillera Cantábrica y acumularon buena parte de los depósitos producidos simultáneamente al desplazamiento de ésta hacia el sur. No obstante en los sectores más septentrionales de la cuenca del Duero se observan espesores reducidos de depósitos terciarios sintectónicos, hecho éste que

se explica por la posición elevada del zócalo en estos sectores (Malagón *et al.*, este volumen). Esta posición elevada del zócalo tiene que ver con su participación en la deformación por compresión, de tal forma que ésta no cesó en el mismo Frente Cantábrico sino que se propagó hacia el antepaís. La estructura de San Pedro, oculta bajo el Mioceno superior del Duero escasos km. al sur del frente de la Banda Plegada, y el cabalgamiento de la Sierra de la Demanda-Sierra de Cameros podrían tener este significado. Sobre la cobertera alóctona se generaron algunas cuencas internas cuyo desplazamiento pasivo simultáneo y posterior a su relleno permite definir las como cuencas *piggy-back*.

La edad de las deformaciones por compresión es la siguiente. El relleno fundamental de la Cuenca del Duero, de edad Paleógeno-Ageniense, está ampliamente cobijado por el Cabalgamiento Frontal, circunstancia que permite datar como Ageniense el final de la traslación de la cobertera alóctona durante la fase compresiva principal. El inicio de esta fase es difícil de precisar aunque muy bien pudo situarse en el Oligoceno a tenor del carácter sintectónico de los depósitos de esta edad aflorantes en el extremo NO de la Banda Plegada. En sectores más septentrionales el inicio de la compresión sería ligeramente anterior (Eoceno medio?....). El ciclo Dueñas, de edad Ageniense-Astaraciense agrupa series continentales discordantes sobre el Paleógeno del Duero (y de la Bureba) o sobre la propia cobertera mesozoica de la Banda Plegada y Plataforma Burgalesa, y por lo tanto son depósitos que fosilizan la fase compresiva principal aunque sus facies más proximales están parcialmente cobijadas en el frente de la Banda

Plegada. Asimismo, se estima que dentro de este ciclo se resuelve la traslación hacia el SE de la Plataforma Burgalesa a favor de las fallas de Ubierna y de Carrales (y accidentes asociados). Por último, parece que en algunos puntos del frente de la Banda Plegada se han observado pinzaduras de los términos inferiores del ciclo del Páramo inferior (de edad Astaracinese-Vallesiense inferior) siendo éstos los depósitos terciarios más modernos que aparecen afectados por la compresión en el borde de la Cuenca del Duero. Durante el resto del Mioceno superior y Plioceno se instaló un régimen distensivo que puede corresponder tanto a una situación de colapso por el ajuste isostático subsecuente a la compresión o a una nueva fase extensional.

Agradecimientos

Mi agradecimiento a INYPSA por las facilidades dadas para la publicación del presente trabajo. La delineación ha sido gentileza de Casto Camazón y la mecanografía, de Yolanda Hernandez.

Referencias

- Espina, R.G. (1992) : III Congr. Geol. Esp. SGE. Salamanca. Tomo I.
- Malagón, J., Hernaiz, P.P., Rodríguez-Cañas, C. y Serrano A. : Geogaceta, este volumen.
- Rodríguez-Cañas, C., Hernaiz, P.P., Malagón, J. y Serrano, A: Geogaceta, este volumen.
- Sánchez Ferrer (1991) Tesis. Universidad Politécnica de Madrid.
- Serrano, A., Hernaiz, P.P., Malagón, J. y Rodríguez-Cañas, C.: Geogaceta, este volumen.