

TEMA DEL DÍA

HISTORIA GEOLÓGICA DE LA RIOJA ⁽¹⁾

Rioja Geological History

Alfonso Meléndez (*)

RESUMEN

En la presente exposición se pretende realizar, de manera concisa, una reconstrucción de la Historia Geológica de La Rioja, a través de los datos e interpretaciones más recientes. En la primera parte, revisaremos sobre el mapa geológico las distintas unidades estructurales, y las series estratigráficas aflorantes. En la segunda parte, analizaremos la evolución geológica desde el Precámbrico hasta la actualidad, haciendo hincapié en los procesos paleogeográficos y estructurales que condicionaron la sedimentación y su transformación en una cadena plegada.

ABSTRACT

The aim of this exposition is briefly, to make a reconstruction of the Rioja Geological History, through the data and newest interpretations. Firstly, we will see the different structural units and the stratigraphic series exposed in the area. By other hand, it will be analysed the geological evolution from the Precambrian until nowadays, regarding the palaeogeographical and structural processes which influenced the sedimentation and transformation in this range.

Palabras clave: Historia Geológica, La Rioja.

Keywords: Geological History, La Rioja.

UNIDADES GEOLÓGICAS DE LA RIOJA

1.-Sierra de la Demanda. Situada en el extremo Suroccidental. Constituida por materiales precámbricos y paleozoicos fundamentalmente, y materiales mesozoicos en menor medida.

2.-Sierra de Cameros. Situada en la parte central y Sur de la Región. Afloran materiales mesozoicos, fundamentalmente del Jurásico terminal y Cretácico Inferior. Estos depósitos continentales constituyen el conjunto de la sierra que se encuentra bordeada por materiales del Triásico y Jurásico.

3.-Montes Obarenes y Sierra de Cantabria. Situada al Norte, se encuentran representados los depósitos del Cretácico Superior.

4.-Valle del Ebro. Se extiende de Oeste a Este entre las anteriores y está constituido por sedimentos terciarios.

GEOLOGÍA DE LA RIOJA

Los materiales más antiguos, pertenecientes al Precámbrico afloran en el anticlinal de Anguiano, en el borde NE de la Sierra de la Demanda, y están constituidos por una sucesión de areniscas grises y

azuladas, y una alternancia de areniscas y esquistos satinados. Colchen (1974)

Discordantemente sobre los materiales precámbricos y constituyendo la mayor parte de la Sierra de la Demanda se sitúan las series paleozoicas estudiadas por Colchen (1974). La sucesión paleozoica se inicia con los depósitos del Cámbrico, constituido por una sucesión de materiales terrígenos de conglomerados, cuarcitas y pizarras en donde están representados el Cámbrico inferior, medio y superior. (Fig. 1)

Concordantemente con los materiales cámbricos, y aflorando en los núcleos de algunas estructuras sinclinales, se sitúan las unidades cuarcíticas atribuidas al Ordovícico inferior (Tremadoc).

En la parte occidental de la Sierra de la Demanda afloran discordantemente sobre los materiales cámbricos, unas sucesiones también terrígenas constituidas por conglomerados, areniscas, pizarras y esquistos. Estos conjuntos pertenecen al Carbonífero (Westfaliense C y D), y afloran al Sur de Fresneda, entre Valmala y Alarcia y a lo largo del valle del río Arlanzón entre Pineda y Villasur.

Bordeando al conjunto de la Demanda por su extremo Norte desde Garganchón y Rábanos has-

(*) Departamento de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. 50009 Zaragoza.

(1) La Rioja es el nombre utilizado para denominar tradicionalmente una comarca de la España interior, formada por las provincias de Álava y Logroño. Hoy en día se identifica con una región uniprovincial, con autonomía política propia, que abarca únicamente la totalidad de la provincia de Logroño. Geomorfológicamente, dos conjuntos configuran su territorio: la depresión del Ebro, al norte, y el sistema Ibérico, en el centro y en el sur.



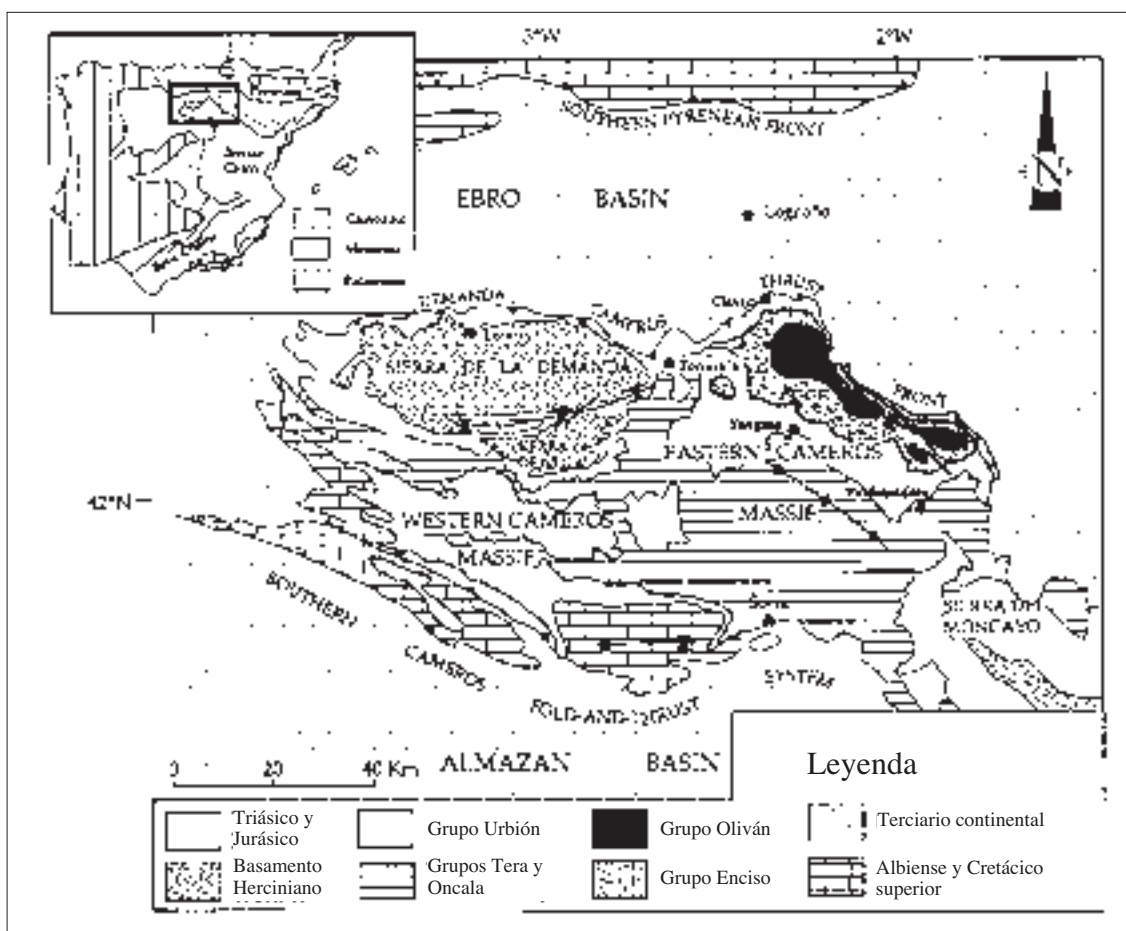


Figura 1: Esquema geológico del macizo de Cameros-Demanda. Tomado de Casas y Gil (1996)

ta unos Kms al Este de Anguiano, por su extremo oriental y por su borde Sur entre Nieva, Viniegra de abajo y Mansilla, afloran discordantemente los materiales triásicos representados por las facies características: Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper. Estos materiales afloran intermitentemente a lo largo del frente norte de la Sierra de Cameros, entre Nestares, Lagunilla y las proximidades de Fitero, ya en Navarra. En la parte occidental, dentro de la Sierra de Cameros, al Sur de su contacto con la Demanda y adentrándose en los Montes de Urbión, afloran también las series terrígenas, carbonatadas y lutítico-evaporíticas del Triás.

El Jurásico se encuentra representado en su totalidad mediante una potente serie fundamentalmente carbonatada. Aflora por un lado en el frente norte de las Sierras de Demanda y Cameros, con la misma disposición que el Triásico, y por otro lado en el límite entre ambas sierras adentrándose hacia Urbión. En la localidad de Torrecilla en Cameros adquiere su mayor extensión y espesor.

La Sierra de Cameros constituye una gran unidad geológica con características particulares en el contexto de la cuenca Ibérica. Está constituida por potentes series de materiales terrígenos

y carbonatados de origen continental que se extienden desde el Jurásico Superior (Titónico) hasta el Albiense medio. Tischer (1966). Guiraud y Seguret (1976), Casas y Simón (1992), Casas et al. (1995), Mas et al. (1994), Platt (1990), Salomon (1982).

El Cretácico Superior se encuentra representado en el norte de La Rioja en los Montes Obarenes y Sierra de Cantabria. Se trata de una estructura cabalgante hacia el sur y alineada de E a O. Floquet (1992), Alonso et al (1993)

Por último, entre las sierras de la Demanda y Cameros al sur y la Sierra de Cantabria al norte se extiende con orientación E-O, la depresión terciaria del Ebro, en donde se encuentran representados en distintas unidades los materiales pertenecientes al Terciario Inferior (Paleógeno) y Terciario Superior (Neógeno), así como los depósitos aluviales y cuaternarios. Muñoz (1992), Muñoz y Casas (1996)

A partir de estos afloramientos y depósitos vamos a reconstruir la Historia Geológica de La Rioja en el contexto evolutivo del conjunto de la placa Ibérica y de las cuencas sedimentarias desarrolladas en ella a lo largo del tiempo geológico representado.

EL INICIO DE LA HISTORIA DURANTE EL PRECÁMBRICO.

Durante los tiempos precámbricos la península Ibérica no estaba individualizada. Se encontraba constituyendo parte del gran continente de Gondwana junto con otros fragmentos de Europa y de Norteamérica. En los márgenes de este continente tuvo lugar el inicio de la historia sedimentaria de la Sierra de la Demanda. Los materiales terrígenos que constituyen los escasos afloramientos actuales se depositaron en una cuenca marina, en la que se distribuyeron los sedimentos originados por el desmantelamiento de los relieves existentes, resultado de la actividad orogénica a lo largo del Precámbrico. Al final del Precámbrico superior, estos depósitos fueron plegados pasando a constituir parte de los relieves emergidos, sobre los que se formaron nuevas cuencas sedimentarias que tendrían su evolución durante el Paleozoico.

LA EVOLUCIÓN PALEOZOICA

El inicio de la sedimentación paleozoica se desarrolla sobre la superficie de erosión que afecta a los materiales plegados y emergidos durante la etapa anterior. De esta manera, los conglomerados basales del Cámbrico inferior aparecen discordantes sobre los esquistos precámbricos. Durante el Paleozoico Inferior, Cámbrico y Ordovícico, la sedimentación tiene lugar en el mismo contexto del continente de Gondwana. En el margen de este continente se estructura una cuenca de sedimentación marina con importantes aportes detríticos que se distribuyen en ambientes de plataforma, en donde se suceden medios sedimentarios de playas, de plataforma submareal bajo la influencia del oleaje y de las tormentas en los que se depositan gran parte de las series de areniscas (cuarcitas), y medios más distales y profundos con sedimentación de lutitas (pizarras).

Durante este tiempo (Cámbrico, Ordovícico, y Silúrico) los sedimentos y las facies son similares a los de Gondwana. A partir del Devónico la península Ibérica, junto a la parte occidental de Francia, que incluye la Bretaña, se individualizan del gran continente desgajándose y constituyendo la placa de Armórica, comenzando durante el Paleozoico Superior una historia propia que la aproxima al resto de Europa.

Del Paleozoico Superior sólo quedan algunos afloramientos Carboníferos (Westfaliense C-D) constituidos por series terrígenas, de conglomerados, areniscas y lutitas. Estas series aparecen discordantes sobre las series correspondientes del Cámbrico y Ordovícico.

A lo largo del Devónico y Carbonífero inferior la placa de Armórica migra hacia el norte en una carrera que la llevará a chocar con el continente Euro-americano. Este se había formado previamente al final del Silúrico debido al choque de Laurencia y Báltica, siendo este choque la causa de la orogenia Caledónica. Durante este viaje, la placa de Armó-

rica sufre grandes tensiones internas que producen etapas de actividad tectónica cuyo resultado es, en el caso de La Rioja, la falta de sedimentos del Ordovícico superior, Devónico, Silúrico y Carbonífero inferior, debido en parte a la falta de depósito y en parte a la erosión posterior a cada una de las etapas de actividad tectónica.

Durante el Carbonífero superior se instalan en el conjunto de la placa de Armórica, cuencas sedimentarias cercanas a áreas de relieves emergidos, subsistentes, y conectadas intermitentemente con el mar. Es en una de éstas cuencas donde tuvo lugar la sedimentación del Westfaliense C-D de La Demanda, donde sólo faltaría el gran desarrollo de las capas de carbón para que fueran totalmente equiparables a las de otras cuencas carboníferas como las de la Cantábrica.

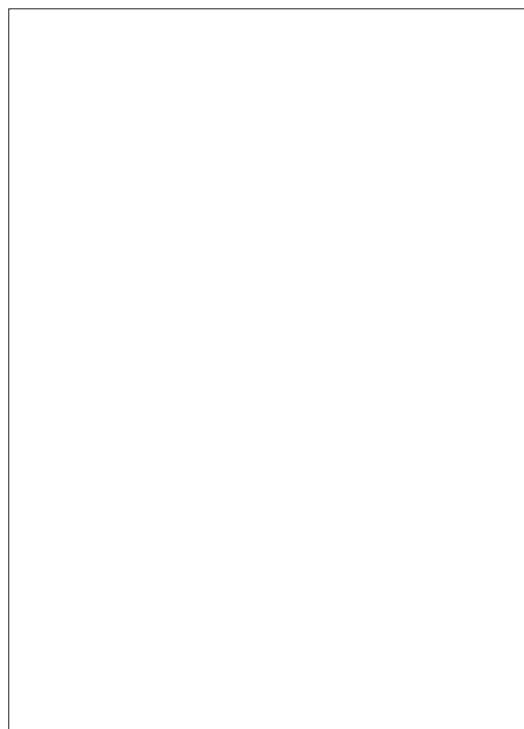


Figura 2: Esquema que muestra la situación de la placa de Armórica durante el Carbonífero inferior (A), y durante la colisión y plegamiento al final del Carbonífero (B). Tomado de Volker y Nicholls (1984).

Al final del Westfaliense se produce una importante fase de plegamiento, la Astúrica, provocada por el choque y aprisionamiento de la placa armoricana entre Gondwana, que se aproximaba por el sur y el conjunto euroamericano. (Figs. 2 y 3) El resultado de este choque es la orogenia Hercínica que pliega todos los sedimentos acumulados en las cuencas del centro de Europa y que incluye a los de la península Ibérica. Esta fase orogénica debida a la compresión entre las placas, se prolonga durante el Carbonífero terminal y Pérmico, y culmina con la formación de un supercontinente conocido como Pangea.



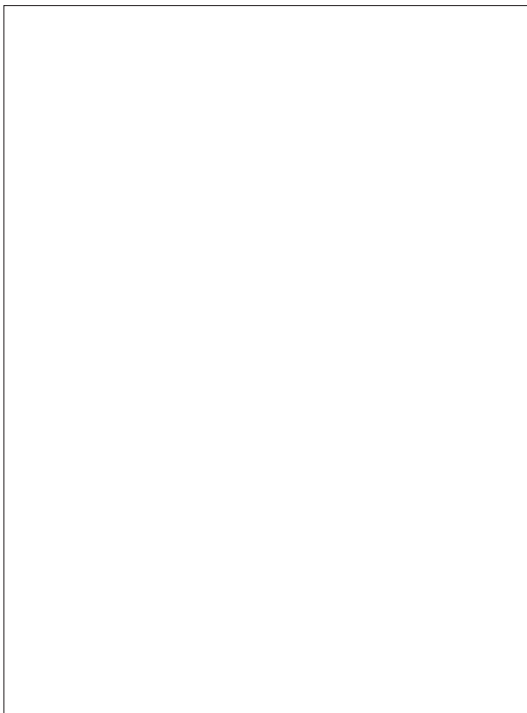


Figura 3: Diagrama esquemático que muestra la colisión de la placa de Armórica entre Norteamérica-Europa y África (Godwana). De Volker y Nicholls (1984).

LA ROTURA DE PANGEA Y EL INICIO DE LA DISTENSIÓN MESOZOICA. EL TRIAS.

Una vez culminado el proceso compresivo que reunió a todos los continentes durante el Pérmico, del que no quedan restos en La Rioja, se inicia durante el Pérmico superior y Trías inferior un proceso distensivo que fragmentará la Pangea y que llevará a la individualización de Iberia como una placa independiente. (Fig. 4)

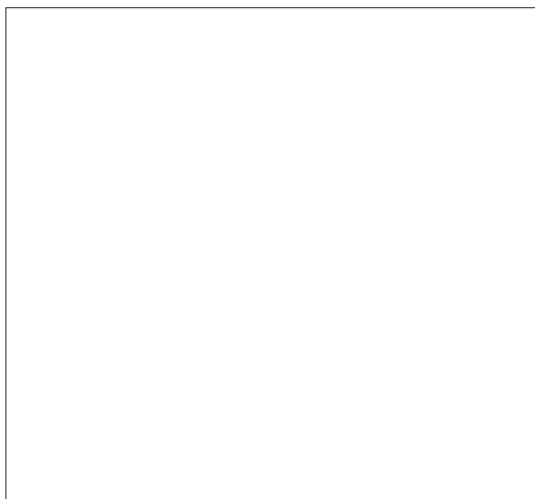


Figura 4: Situación de la Placa Ibérica durante el Triásico, que indica el sistema de fallas de desgarre tardihercínicas. Modificado de Sopena et al, (1988).

En esta placa y como resultado de la extensión, se formarán nuevas cuencas sedimentarias que rápidamente serán rellenadas por los productos de la erosión sobre los relieves hercínicos, Sopena et al. (1988), Alvaro et al. (1979).

La sedimentación se realiza inicialmente, durante el Trías inferior en cuencas continentales bajo climas áridos y configurando amplios sistemas aluviales, que sistemáticamente pasan a sistemas fluviales que van rellenando las cuencas a la vez que se arrasan los relieves emergidos, el resultado son las facies Buntsandstein.

Durante el Trias medio tiene lugar una importante subida del nivel del mar que provoca por primera vez en el Mesozoico, la inundación de la cuenca Ibérica creada durante el proceso distensivo. Esta transgresión marina deja un conjunto de sedimentos carbonatados, depositados en ambientes de plataforma somera, se trata de las facies Muschelkalk.

A este episodio transgresivo le sucede una importante etapa de retirada del mar. En este proceso de avance de la línea de costa tiene lugar el depósito de las facies Keuper durante el Triásico superior. Esta unidad se depositó en extensas llanuras lutíticas y sebkhas costeras bajo un clima muy árido que facilitó la acumulación de importantes series evaporíticas, de sales y yesos.

Por último, al final del Trías tiene lugar una nueva transgresión que recubre las facies Keuper, generando una sucesión de calizas tableadas depositadas en una plataforma marina muy somera bajo condiciones de llanura mareal.

EL TRÁNSITO TRIÁSICO-JURÁSICO. REACTIVACIÓN DEL RIFT IBÉRICO.

Al final del Trías y comienzos del Jurásico tiene lugar una nueva etapa distensiva, se reactiva el rift iniciado al final del ciclo hercínico y las fracturas que habían generado las cuencas triásicas vuelven a actuar produciendo unas nuevas cuencas de semi-graben. Aurell et al. (1992). A favor de estas fracturas tiene lugar la emisión de basaltos alcalinos que conocemos como "ofitas".

Las partes elevadas en el movimiento de bloques, constituidas por los materiales paleozoicos y triásicos son parcialmente erosionadas, y sus productos van a rellenar las depresiones generadas (Fig. 5). Son las brechas de la base del Jurásico, que en algunos puntos mas subsidentes se intercalan con depósitos de dolomías y yesos. La posterior disolución de las evaporitas provoca el colapso de los materiales dando lugar a las carnioles que aparecen igualmente en la base de la serie jurásica.



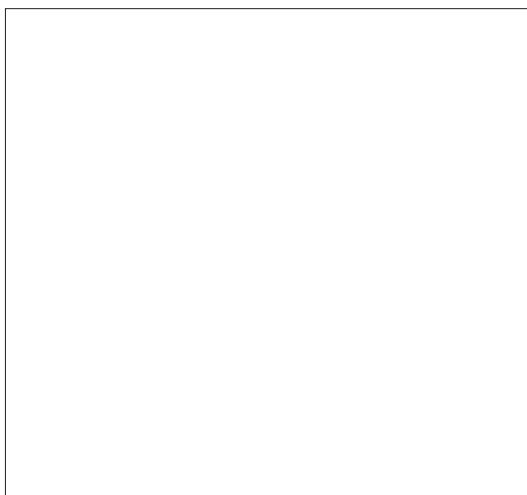


Figura 5: Evolución sedimentaria durante el límite Triásico-Jurásico en la cuenca Ibérica. A: Rhetien- se, B: Hettangiense inferior, C: Hettangiense supe- rior, D: Sinemuriense. 1: Paleozoico, 2: Bunt- sandstein, 3: Muschelkalk medio, 4: Muschelkalk superior, 5: Keuper, 6: Fm Imón, 7: Fm. Cortes de Tajuña, 8: Fm Cuevas Labradas, 9: Basaltos alcali- nos. Tomado de Aurell et al (1992)

IMPLANTACIÓN DE PLATAFORMAS ESTABLES DURANTE EL LIAS

Una vez atenuada la etapa de rift, durante el Lias, se produce una etapa caracterizada por las invasiones marinas. Estos episodios, caracterizados por la instalación de distintas plataformas carbonatadas cuyos depósitos constituyen las diferentes unidades litoestratigráficas o formaciones reconocidas a escala de cuenca Ibérica, pueden dividirse en tres secuencias de depósito separadas por discontinuidades sedimentarias. En cada una de ellas es posible reconocer sedimentos depositados durante los períodos de avance del mar correspondientes a las unidades margosas con fauna de ammonites, que representan las facies transgresivas de mayor profundidad, y sedimentos más someros, de calizas con fósiles de bivalvos, gasterópodos, y braquiópodos correspondientes a los eventuales momentos de somerización en las condiciones de la plataforma Comas et al (1988), Ureta (1988).

LA COMPARTIMENTACIÓN DE LAS PLATAFORMAS DURANTE EL DOGGER

Las condiciones de estabilidad que dominaron durante gran parte del Lias se interrumpen durante el Jurásico medio, al manifestarse nuevamente la distensión provocando la fragmentación de las plataformas y generando fondos irregulares con zonas de umbral menos subsidentes y de surcos de mayor profundidad y subsidencia.

Con esta nueva configuración de las plataformas, continúan las invasiones marinas durante las

que tiene lugar el depósito de potentes series calcáreas, en las que se identifican frecuentes cambios de facies. En La Rioja destaca la presencia de un potente miembro oolítico correspondiente a la parte media del Dogger, depositado en ambientes de plataforma somera muy energética bajo la influencia del oleaje.

La parte superior corresponde a una sucesión alternante de margas y calizas bioclásticas finas y arenosas depositadas en ambientes de plataforma abierta o rampa media-distal. Esta etapa culmina con una importante discontinuidad durante el Calloviense-Oxfordiense caracterizada por un nivel de oolitos ferruginosos con una importante acumulación de fauna, durante un intervalo temporal amplio con escasa sedimentación. Fernández et al. (1988).

LAS ÚLTIMAS PLATAFORMAS JURÁSICAS. LOS ARRECIFES Y LA REGRESIÓN.

Durante el Jurásico Superior, sobre la superficie definida por el nivel de oolitos, se desarrolla, durante una nueva invasión marina y en condiciones de depósito de rampa media submareal, el depósito de una sucesión de calcarenitas y calizas arenosas que terminan en una discontinuidad sedimentaria caracterizada por un cambio litológico brusco, que da paso a la construcción durante un nuevo episodio sedimentario de un complejo arrecifal franjeante, (Fig. 6) del que es un buen ejemplo el corte de Torrecilla, que da nombre a la Formación. Alonso et al (1988), Alonso et al. (1989), Mas y Alonso (1988)

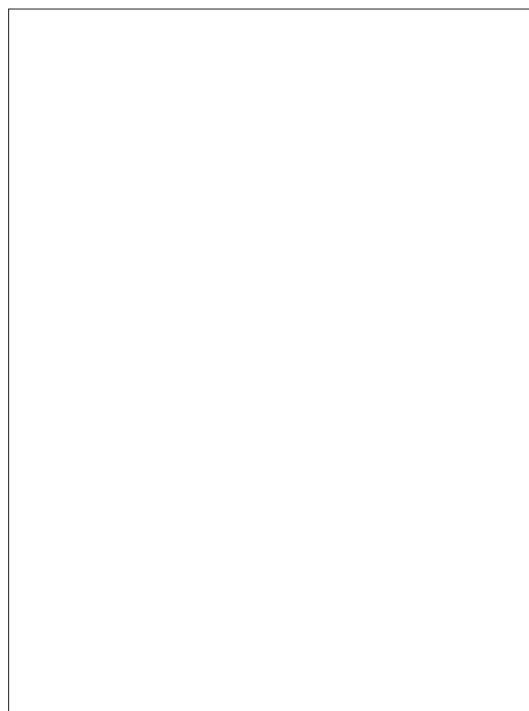


Figura 6: El estrecho de Soria durante la sedimentación de la Fm. Torrecilla (Kimmeridgiense inferior). Los asteriscos señalan la situación de los complejos arrecifales principales. Tomado de Alonso et al. (1987), y Mas y Alonso (1988).



Tras este episodio y mediante una superficie de discontinuidad se pasa durante el Jurásico terminal a un episodio de sedimentación continental que caracterizará la regresión finijurásica desarrollada en la cuenca ibérica y que en Cameros alcanzará dimensiones e importancia excepcionales.

ETAPA DE DISTENSIÓN JURÁSICO-CRETÁCICO INFERIOR. LA CUENCA DE CAMEROS.

Al final del Jurásico, y en relación con la rotación y traslación de la placa Ibérica que tuvo lugar durante la apertura del golfo de Vizcaya, se produce una situación de distensión en el interior de la placa, que se va a traducir, en el área de Cameros, en una nueva etapa de rift con la formación de la cuenca de los Cameros individualizada del resto de la cuenca ibérica, (en donde se generan otras cuencas como la Ibérica meridional y del Maestrazgo). En esta nueva cuenca los sedimentos se acumularán a lo largo del Jurásico Superior y Cretácico Inferior con espesores que alcanzan los 9.000 m,

En la evolución de la cuenca de Cameros pueden distinguirse tres etapas fundamentales:

etapa de extensión (sin-rift).-que tiene lugar durante el Jurásico Superior y el Cretácico Inferior, con relleno sincrónico sedimentario.

etapa de metamorfismo post-rift.- durante el inicio del Cretácico Superior (Albiense).

etapa compresiva e inversión tectónica.- durante el Terciario.

El relleno de la cuenca sedimentaria se produjo en condiciones continentales, con una gran subsidencia, y dejando una potente sucesión de depósitos fluviales y lacustres. Estratigráficamente el depósito fué dividido por Tischer en cinco grupos que de base a techo son Tera, Oncala, Urbión, Enciso y Oliván, atendiendo a las características litológicas. Recientemente Mas et al. (1993) han diferenciado seis secuencias de depósito atendiendo a criterios de evolución sedimentaria.

Desde el punto de vista estructural la cuenca de Cameros ha sido descrita recientemente por diversos autores (Fig. 7), Guiraud y Seguret (1985), Ca-

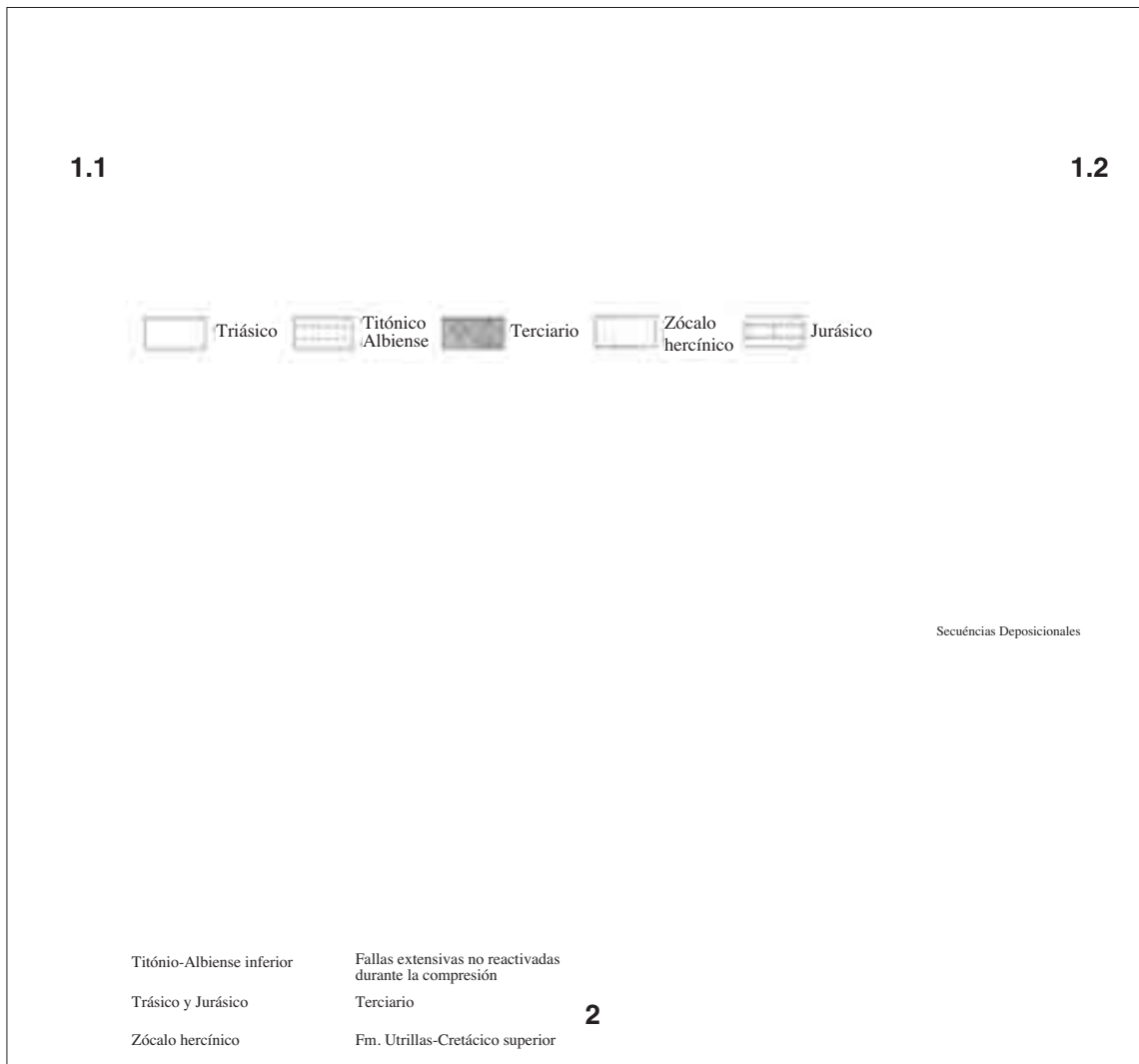


Figura 7: Esquemas de las distintas hipótesis estructurales propuestas sobre la evolución de la cuenca de Cameros. 1.1 Guiraud y Seguret (1985). 1.2 Casas y Simón (1992). 2 evolución propuesta por Mas et al (1993).



sas y Simón (1992) y Mas et al.(1993), quienes variando en matices de interpretación proponen un modelo genético de cuenca extensional provocada por el desplazamiento a favor de una falla con buzamiento hacia el sur. En este modelo el movimiento de la falla provoca el desplazamiento del depocentro hacia el norte con la consiguiente migración de los sistemas deposicionales en esa dirección. Por último y durante el Terciario, el movimiento de choque de la placa Ibérica con la europea crea una situación de compresión que se traduce en una inversión tectónica, con movimiento contrario en la falla que generó la cuenca y que lleva asociado un acortamiento de la misma de hasta 30 Km, con desarrollo de un frente cabalgante sobre el valle del Ebro. Casas y Gil (1996).

EL RELLENO SEDIMENTARIO DE LA CUENCA DE CAMEROS.

Como hemos visto, el registro estratigráfico puede dividirse en seis episodios sedimentarios o secuencias de depósito limitados por discontinuidades estratigráficas, y que son correlacionables con las otras cuencas de la placa Ibérica, (Fig. 8). Mas et al. (1993). Todos ellos presentan una sedimentación de carácter continental, fundamentalmente en ambientes aluviales y lacustres quedando en muchas ocasiones impresas las huellas de los dinosaurios que vivieron en esta época, y están relacionados con la evolución estructural de la cuenca.

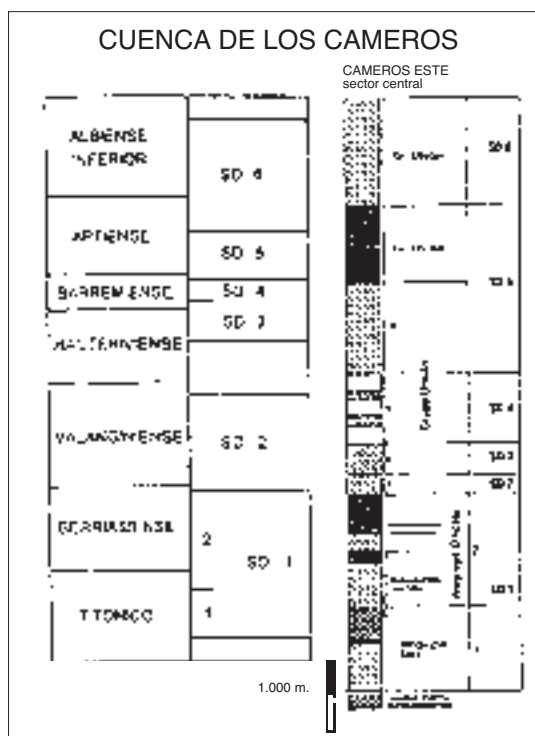


Figura 8: Estratigrafía del Jurásico Final y Cretácico Inferior de la cuenca de Cameros. Edades, Grupos y Secuencias de depósito (S.D). Columna sintética del sector oriental. Según Mas et al.(1993).

Secuencia de depósito 1.- Tithónico-Berriasiense.

Representada en toda la cuenca de Cameros, con importantes surcos subsidentes en donde se alcanzan los 3.000 m de espesor. Esta secuencia agrupa a los grupos Tera y Oncala de Tischer (1965, 1966). Está constituida por varios episodios sedimentarios de carácter aluvial y lacustre. A lo largo de este intervalo temporal se producen algunos momentos de invasión marina. Está limitada por dos discontinuidades que se manifiestan como discordancias.

Secuencia de depósito 2.- Berriasiense-Valanginiense.

Representada en cubetas aisladas, alcanza en el sector oriental los 200 m de espesor. Corresponde a depósitos aluviales y lacustres pertenecientes al grupo Urbión. Se dispone discordantemente sobre las anteriores, y su límite superior es una discontinuidad sedimentaria asociada a una laguna estratigráfica.

Secuencia de depósito 3.- Hauteriviense superior-Barremiense.

Aparece bien representada en el sector oriental (La Rioja) por materiales siliciclásticos aluviales y carbonatados lacustres, con una potencia de hasta 500 m. Se apoya sobre la secuencia anterior, o localmente sobre cualquiera de las anteriores indicando la continuada actividad tectónica. Su límite superior es nuevamente una discordancia, que supone una nueva reactivación tectónica.

Secuencia de depósito 4.- Barremiense.

Presenta una disposición en surcos subsidentes que alcanzan los 800 y 900 m de espesor, y está representada por depósitos terrígenos aluviales, y carbonatados lacustres, pertenecientes al grupo Urbión. Su límite inferior es una discordancia que lleva asociada una importante laguna estratigráfica. El límite superior es una nueva discordancia, identificable en toda la Cordillera Ibérica, que supone una reactivación de la cuenca con llegada de terrígenos producto de la erosión y migración del depocentro de la cuenca de Cameros. Lleva asociada una laguna importante en el sector oriental.

Secuencia de depósito 5.- Barremiense superior-Aptiense inferior.

Se extiende por toda la cuenca, alcanzando su máximo desarrollo en el sector oriental con 1900 m de espesor. Corresponde a un conjunto detrítico de carácter aluvial perteneciente a la parte superior del grupo Urbión, y a una sucesión carbonatada de origen lacustre que se corresponde con el grupo Enciso. Su límite inferior es la discordancia intrabarremiense, y el límite superior es una nueva discordancia que implica una nueva llegada de terrígenos a la cuenca.

Secuencia de depósito 6.- Aptiense superior-Albense inferior.

Está constituida por una sola unidad terrígena predominantemente aluvial que aflora en la parte oriental



de Cameros. Es el grupo Oliván del que se han medido potencias de hasta 1.500 m. Sus límites son discordancias erosivas por lo que queda enmarcada entre diferentes eventos de reestructuración de la cuenca.

Ultima fase extensiva durante el Albiense y el episodio metamórfico.

Con el depósito del grupo Oliván culmina el relleno de la cuenca de los Cameros. Sobre estos materiales tiene lugar una entrada marina, probablemente de procedencia norte, que deja unos depósitos de calizas en facies "Urgon" localizadas en las proximidades de Grávalos, Muñoz et al (1995). Inmediatamente después tiene lugar una fase distensiva que reactiva el relieve, cuya erosión dará lugar a la implantación de un importante sistema fluvial responsable del depósito de las arenas de Utrillas, formación extendida por toda la cordillera Ibérica durante el Albiense.

En esta misma época tiene lugar un episodio metamórfico de muy bajo grado que afecta a parte de la serie de Cameros. Su explicación se ha atribuido a metamorfismo dinamo-térmico coetáneo con el desarrollo de la cuenca (Guiraud y Seguret, 1985). Hidrotermal (Casquet *et al.* 1992, Barrenechea, 1994), o relacionado con la evolución geotérmica consecuencia del adelgazamiento cortical du-

rante la extensión, (Mas et al. 1993). Mata *et al.* (1996) le atribuyen un origen por enterramiento con gradiente geotérmico no anómalo. Golberg et al. (1988), lo datan mediante K/Ar entre 108 y 86 m.a.

EL DESARROLLO DE LAS PLATAFORMAS MARINAS DURANTE EL CRETÁCICO SUPERIOR.

Sobre los depósitos fluviales de las arenas de Utrillas tiene lugar durante el Cenomaniense el inicio de la invasión marina procedente del Atlántico, a través de la cuenca Vasco-Cantábrica, estas incursiones marinas convertirán a partir del Cenomaniense superior la cuenca Ibérica en una plataforma marina con doble vergencia Atlántica y Mediterránea. Su depósito en varios ciclos transgresivos quedará registrado en diversas secuencias de depósito descritas por Alonso et al. 1993. (Fig. 9)

En la Rioja, el Cretácico Superior se encuentra representado en el extremo norte en los montes Obarenes que se extienden hacia Burgos y la Sierra de Cantabria que es limítrofe con Alava. Estos relieves se encuentran cabalgando hacia el sur constituyendo el frente de cabalgamiento surpirenaico que se extiende hacia el oeste hasta la cordillera Cantábrica oriental.

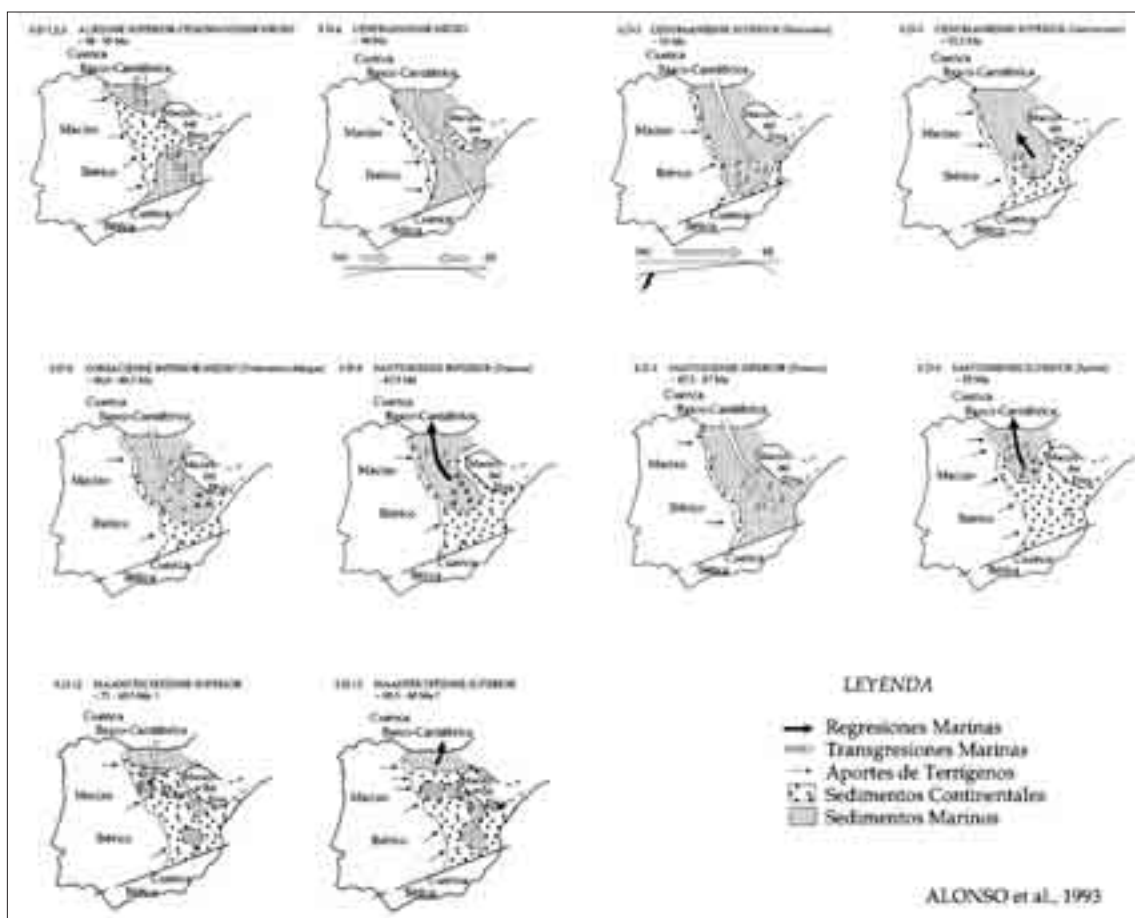


Figura 9: Reconstrucciones paleogeográficas que muestran los distintos episodios transgresivos y regresivos durante el Cretácico Superior. De Alonso et al. (1993).



La historia sedimentaria del Cretácico Superior para esta región se inicia a partir de la discontinuidad pre-Utrillas, que rejuvenece los relieves y genera un importante episodio de erosión cuyos materiales son distribuidos en un amplio sistema fluvial, y transicional que conocemos bajo el nombre de Fm. Utrillas. La sedimentación de estas facies persistirá en el tiempo desde el Albiense superior hasta el Cenomaniense medio-superior en los márgenes de los relieves emergidos. Durante ese tiempo tiene lugar el desarrollo de un gran ciclo sedimentario con el que se va instalando progresivamente en el espacio y en el tiempo, mediante sucesivos impulsos transgresivos, una plataforma marina carbonatada que alcanzará su máximo en el Cenomaniense medio-superior.

Un segundo gran ciclo sedimentario se desarrolla desde el Cenomaniense superior hasta el Coniaciense inferior. En esta región durante el Cenomaniense y Turoniense se depositan sobre la plataforma las facies más profundas, de carácter transgresivo, mientras que durante el Coniaciense inferior se superponen calcarenitas y calizas bioclásticas depositadas en una plataforma somera de mayor energía hidrodinámica, que representan un episodio regresivo de somerización en la cuenca.

Por último el tercer ciclo sedimentario se desarrolla desde el Coniaciense hasta el Maastrichtiense. En este ciclo las facies transgresivas, de mayor profundidad de depósito en la plataforma se sitúan en la base del ciclo durante el Coniaciense y Santoniense, para dar paso durante el Santoniense superior y Campaniense al depósito de las facies de plataforma somera de mayor energía hidrodinámica con las que se inicia el proceso regresivo, que culminará durante el Maastrichtiense mediante los depósitos continentales, terrígenos y carbonatados con los que culmina la regresión y se anuncia el inicio de las primeras fases compresivas con relieves emergidos resultado del choque de la placa Ibérica con la europea.

LA EVOLUCIÓN TERCIARIA. EL RELLENO DE LA CUENCA DEL EBRO.

La configuración actual de la cuenca del Ebro en la Rioja es la de una cuenca molásica limitada en sus extremos norte y sur por los relieves de la Sierras de Cantabria y de Cameros respectivamente. (Fig. 10)

Esta disposición se corresponde con una estructura en la que los extremos cabalgan sobre los depósitos paleógenos y neógenos, y son recubiertos y fosilizados por los materiales del Mioceno superior. El cabalgamiento de la Sierra de Cameros hacia el norte y de la Sierra de Cantabria hacia el sur sobre los materiales eocenos, oligocenos y miocenos muestra claramente la relación sintectónica del relleno del Paleógeno y una parte del Neógeno en una clara situación compresiva. Al contrario la disposición de recubrimiento de los materiales del Mioceno superior sobre ambos frentes muestra la relación posttectónica en la última fase del relleno, Muñoz, (1992), Muñoz y Casas (1996).

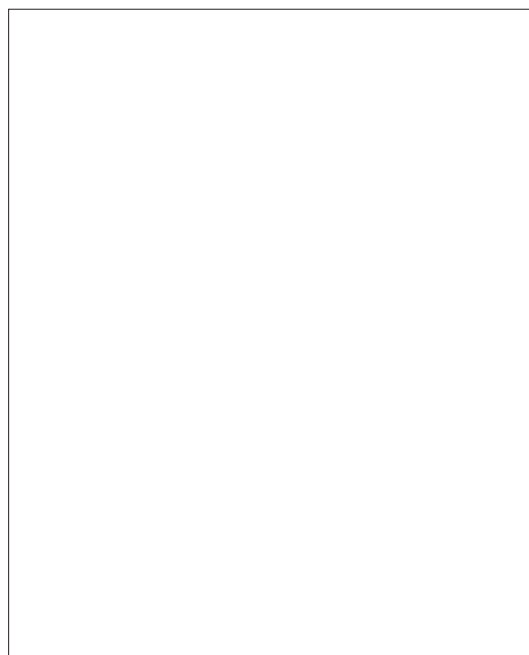


Figura 10: Esquema evolutivo de la tectónica y sedimentación terciarias en el surco riojano de la cuenca del Ebro. Tomado de Muñoz y Casas (1996).

La última invasión marina durante el Paleoceno

El comienzo de la historia terciaria tiene lugar con una etapa transgresiva durante el Paleoceno. En esta época el extremo sur de la cuenca del Ebro (Sierra de Cameros) se hallaba ya emergida, iniciando su cabalgamiento hacia el norte, cuyos relieves aportaban materiales detríticos. En el norte, el cabalgamiento surpirenaico aun no emergido, permitía la entrada del mar depositando las series salinas de Navarra, a la vez que la plataforma adquiría desarrollo hacia el surco pirenaico.

El final de los depósitos marinos durante el Eoceno.

Durante el Eoceno asistimos a un momento importante en la actividad del frente de cabalgamiento de Cameros, con la emersión de un relieve, cuya erosión provocó la instalación de abanicos aluviales. Mientras tanto el frente surpirenaico todavía no emergido, permitió los depósitos de las últimas series marinas en el sector norte de la cuenca del Ebro.

La emersión del frente surpirenaico durante el Oligoceno

La actividad de desplazamiento en el cabalgamiento surpirenaico, que se manifiesta en la Sierra de Cantabria, cierra el paso a las entradas marinas constituyéndose la cuenca del Ebro como una cuenca de depósito continental, endorreica, de carácter molásico, cuyo relleno es el producto de la erosión de los importantes relieves que la delimitan. Los aportes de materiales terrígenos provenientes del desmantelamiento de las Sierras de Cameros y de



Cantabria origina amplios sistemas de abanicos aluviales, desarrollándose en las partes centrales de la cuenca importantes sistemas evaporíticos. Durante el Mioceno, los sistemas fluviales serán drenados por una red jerarquizada que se instala O-E.

Cese de la actividad tectónica. El relleno durante el Mioceno.

Al final del Mioceno ha cesado la actividad tectónica con el emplazamiento definitivo de las láminas cabalgantes. La erosión de los macizos emergidos continúa produciendo, desde las Sierras de Cameros y de Cantabria, abanicos aluviales que continúan en una red fluvial organizada que drena todo el sistema. Los últimos depósitos miocenos aparecen claramente superpuestos a los frentes de cabalgamiento, que los fosilizan y señalan el final del régimen compresivo.

Los pequeños sistemas lacustres del Plioceno.

La deceleración de los procesos tectónicos provoca el retraimiento de los sistemas aluviales. Localmente en el sector nororiental de la Sierra de Cameros se forma una pequeña cubeta tectónica en la que se instala un pequeño sistema lacustre, que representa los últimos depósitos terciarios en las proximidades de Villarroja.

La configuración actual durante el Cuaternario.

A lo largo de los últimos tiempos, el valle del Ebro sufre un proceso de encajamiento de la red fluvial, iniciada al final del Plioceno y desarrollada durante el Cuaternario como consecuencia de la apertura hacia el Mediterráneo. Esta nueva disposición provoca la erosión de los materiales depositados anteriormente y configura la actual disposición de los afloramientos y el modelado que se observa hoy día.

BIBLIOGRAFÍA:

- Alonso, A. Mas, R. Meléndez, N.- (1987). Los arrecifes corales del Malm en la Sierra de Los Cameros (La Rioja, España): *Acta Geológica Hispánica*. 21-22: 293-306.
- Alonso, A. Floquet, M. Mas, R. Meléndez, A. (1993). Late Cretaceous Carbonate Platforms: Origin and evolution, Iberian Range, Spain. in *A.A.P.G. Memoir n°56* p. 297-313.
- Alonso, A. Aurell, M. Mas, R. Meléndez, A. Nieva, S. (1989). Estructuración de las plataformas del Jurásico superior en la zona de enlace entre la cubeta ibérica y el estrecho de Soria: *XII Congreso español de Sedimentología, Bilbao 1989 Comunicaciones*: 175-178
- Aurell, M. Meléndez, A. Sanromán, J. Guimerá, J. Roca, E. Salas, R. Alonso, A. Mas, R. (1992). Tectónica sinsedimentaria distensiva en el límite Triásico-Jurásico en la Cordillera Ibérica: *III Congreso Geológico de España y VIII Latinoamericano de Geología*, 1: 50-54.
- Alvaro, M. Capote, R. Vegas, R. (1979). Un modelo de evolución geotectónica para la Cadena Ibérica Oriental: *Acta Geológica Hispánica*, 14: 172-177.
- Casas, A. (1990). *El frente norte de la Sierra de Cameros: estructuras cabalgantes y campo de esfuerzos*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza: 250
- Casas, A. Simón J.L. (1992). Stress field and thrust kinematics: a model for the tectonic inversión of the Cameros Massif (Spain): *Journal of Structural Geology*, 14: 521-530.
- Casas, A. Gil-Imaz, A. (1996). Extensional subsidence, burial metamorphism and subsequent inversion of the Cameros basin, northern Spain, *Geological Society of America Bulletin* (En revisión).
- Casas, A. Cortés, A. Gil, A. Maestro, A. Muñoz, A. Poci, A. Martínez, B. Oliva, B. Liesa, C. Castillo, E. Pueyo, E. Millán, H. Simón, J.L. Aurell, M. Mata, P.M. Tena, S. Roman, T. (1995). Estructura y evolución mesozoico-terciaria de las Sierras de Cameros-Demanda (Cordillera Ibérica). *VII Reunión de la Comisión de Tectónica de la Sociedad Geológica de España. guía de Campo*. Dpto. Geología. Univ. Zaragoza: 113
- Casquet, A. Galindo, C. González, J.M. Alonso, A. Mas, R. Rodas, M. García, E. Barrenechea, J.F. (1992). El metamorfismo en la cuenca de los Cameros. Geocronología e implicaciones tectónicas: *Geogaceta*, 11: 22-25.
- Colchen, M. (1974). Géologie de la Sierra de la Demanda. *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*: I.G.M.E. (Madrid): 436.
- Comas M.J. Goy, A. Yébenes, A. (1988). El Lias en el sector suroccidental de la sierra de la Demanda. *III Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España. Libro-guía de Excursiones*, : 119-142. I.E.R. Logroño.
- Fernández-López, S. Gómez, J.J. Ureta, S. (1988). Características de la plataforma carbonatada del Dogger en el sector meridional de la Sierra de la Demanda. *III Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España. Libro-guía de Excursiones*, : 197-216. I.E.R. Logroño.
- Guiraud, M. Séguret, M. (1984). Releasing solitary overstep model for the Late Jurassic-Early Cretaceous (Wealdian) Soria strike-slip basin (North Spain) in Biddle, K.T. & Christie-Blick, N. (eds): *Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication . 37: 159-175.
- Mas, R. Alonso, A. (1988). El complejo arrecifal progradante de Torrecilla en Cameros (Kimmeridgiense inferior) *III Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España. Libro-guía de Excursiones*, : 315-329. I.E.R. Logroño.
- Mas, R. Alonso, A. Guimerá, J. (1994). Evolución tectono-sedimentaria de una cuenca extensional intraplaca: La cuenca finijurásica-eocretácica de Los Cameros (La Rioja-Soria). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 6: 129-144.
- Mata, M.P. Gil, A. Casas, A. Poci, A. Canals, A. (1996). La extensión cretácica en la cuenca de Cameros: resultados del análisis estructural de grietas de cuarzo y del estudio de inclusiones fluidas. *Geogaceta*, 23: 137-140.
- Muñoz, A. (1992). Análisis tectosedimentario del Terciario del sector occidental de la cuenca del Ebro (La Rioja): *Ciencias de la Tierra 15. Instituto de Estudios Riojanos*: 347.
- Muñoz, A. Soria, A.R. Canudo, J.I. Casas, A. Gil, A. (1995) Las facies Urgon del borde norte de la sierra de Cameros (La Rioja). Implicaciones paleogeográficas y cronoestratigráficas. *XIII Congreso Español de Sedimentología. Teruel 1995. Comunicaciones* : 89-90
- Muñoz, A. Casas, A. (1996). The Rioja trough: tecto-sedimentary evolution of a foreland symmetric basin. *Basin Research*. (en revisión)
- Platt, N. (1990). Basin evolution and fault reactivation in the Western Cameros Basin, Northern Spain: *Journal of the Geological Society of London*, 147: 165-175.
- Salomon, J. (1982). Les formations continentales du Jurassique supérieur-Cretacée inférieur en Espagne du Nord (Chaîne Cantabrique et Nord-Ouest Ibérique: *Memoires de l'Université de Dijon*, 228.
- Sopeña, A. López, J. Arche, A. Pérez-Arlucea, M. Ramos, A. Virgili, C. Hernando, S. (1988).- Permian and Triassic rift basins of the Iberian Peninsula, in: Manspeizer, W. (ed) *Triassic-Jurassic Rifting, Continental breakup and the origib of the Atlantic ocean and passive margins*. Developments in Geotectonics, 22. Elsevier.B. 757-786.
- Ureta, S. (1988). El Aalenense en el borde nororiental de la Sierra de los Cameros. *III Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España. Libro-guía de Excursiones*, 299-308. I.E.R. Logroño.
- Tischer, G. (1966). El delta Wealdico de las montañas Ibéricas occidentales y sus enlaces tectónicos: *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 81: 53-78. ■

