

# Mapa de asociaciones de facies neógenas del sector norte de la Cuenca de Teruel

## *Neogene facies associations map of the northern sector of the Teruel Basin*

L. Ezquerro<sup>1</sup>, A. Luzón<sup>1</sup>, C.L. Liesa<sup>1</sup> y J.L. Simón<sup>1</sup>

1. Dpto. Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza. C. Pedro Cerbuna. 12. 50009, Zaragoza. lope@unizar.es

**Resumen:** El relleno sedimentario mioceno superior-cuaternario del sector norte de la Cuenca de Teruel se caracteriza por asociaciones de facies referibles a abanicos aluviales, medios lacustres, palustres y, menos frecuentes, eólicos y deltaicos. La cartografía de dichas asociaciones de facies y de las estructuras tectónicas muestra una configuración propia de cuencas extensionales asimétricas. Los abanicos aluviales, principalmente procedentes de los márgenes oriental y occidental de la cuenca, presentaban diferentes dimensiones, siendo de mayor extensión los del margen occidental, tectónicamente inactivo durante el depósito de la serie estudiada. Los abanicos aluviales conectaban con lagos poco profundos situados en áreas centrales pero más próximas al margen activo. El espacio de acomodación generado por fallas sinsedimentarias intracuencales favoreció la preservación de asociaciones de facies eólicas y deltaicas, poco frecuentes en este tipo de cuencas continentales.

**Palabras clave:** asociaciones de facies, medios continentales, cuenca asimétrica, tectónica extensional, Cordillera Ibérica, Neógeno.

**Abstract:** *The Upper Miocene-Quaternary sedimentary fill of the northern sector of the Teruel Basin is characterized by facies associations corresponding to alluvial fans, lakes and palustrine areas, as well as less common aeolian and deltaic environments. The map of facies associations corresponding to different sedimentary environments, and tectonic structures, reveals asymmetrical fill architecture. Alluvial fans were mainly sourced from the eastern (tectonically active) and western (passive) basin margins, connected downstream with shallow carbonate or evaporite lakes located in central basinal areas but closer to the active margin. The accommodation space created by synsedimentary intrabasinal faults enabled preservation of aeolian and deltaic associations, not very common in this type of basins.*

**Key words:** *facies associations, asymmetric basin, extensional tectonics, Iberian chain, Neogene.*

## INTRODUCCIÓN

La asimetría estructural de cuencas extensionales de tipo *semigraben* queda también reflejada en los modelos sedimentarios de las mismas, especialmente cuando se trata de cuencas continentales endorreicas (e.g. Frostick y Reid, 1987). En estas cuencas, y como consecuencia de la distinta configuración de los márgenes pasivo y activo, el aporte sedimentario desde cada margen es diferente. La mayor parte de sedimentos son aportados por el margen pasivo (e.g. Leeder y Gawthorpe, 1987) a través de abanicos aluviales de amplio desarrollo longitudinal, mientras que desde el margen activo los sistemas son de corto desarrollo. Ambos confluyen en zonas lacustres centrales, de profundidad variable en función de la relación aporte/subsidencia en cada punto y cuenca considerada (e.g. Frostyck y Reid, 1987; Leeder y Gawthorpe, 1987). Por lo general, la arquitectura estratigráfica se complica debido a la presencia de estructuras tectónicas intracuencales que condicionan las características y evolución de los sistemas sedimentarios en cada punto, la dirección de transporte y la distribución de las asociaciones de litofacies que

encontramos en el campo (e.g. Leeder y Gawthorpe, 1987).

El objetivo de este trabajo es presentar la primera cartografía de asociaciones de litofacies y estructuras tectónicas para el sector norte Cuenca de Teruel. Esta cartografía aporta un mayor detalle en la división del relleno neógeno que las cartografías existentes.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

La Cuenca de Teruel es un graben intramontañoso alargado con orientación NNE-SSO situado en la parte centro-oriental de la Cordillera Ibérica (NE de España) (Fig. 1). Comenzó a formarse durante el Mioceno en relación con la apertura del Surco de Valencia (Simón, 1983), y alberga un relleno Mioceno a Cuaternario con un espesor cercano a 500 m. Predominan los depósitos detríticos y carbonatados, localmente yesíferos, que se disponen discordantes o en contacto mecánico sobre los materiales mesozoicos y paleógenos de los bordes de la cuenca.

En el sector estudiado, desde Teruel hasta Fuentes Calientes, al norte, la cuenca tiene una estructura de *semigraben*, limitada al este por el sistema de fallas normales de la Sierra de El Pobo, de dirección NNE-SSO a NNO-SSE (Fig. 1). El bloque superior está basculado ( $3-6^\circ$ ) hacia el este contra el sistema de fallas, respondiendo a una geometría en *rollover*. El

relleno de este sector de la cuenca se ha dividido previamente en formaciones y unidades estratigráficas informales (Alcalá *et al.*, 2000 y referencias incluidas). Estos trabajos interpretan que el relleno responde al desarrollo de sistemas aluviales en los márgenes pasando hacia el centro a lagos someros, hidrológicamente abiertos durante algunas etapas.

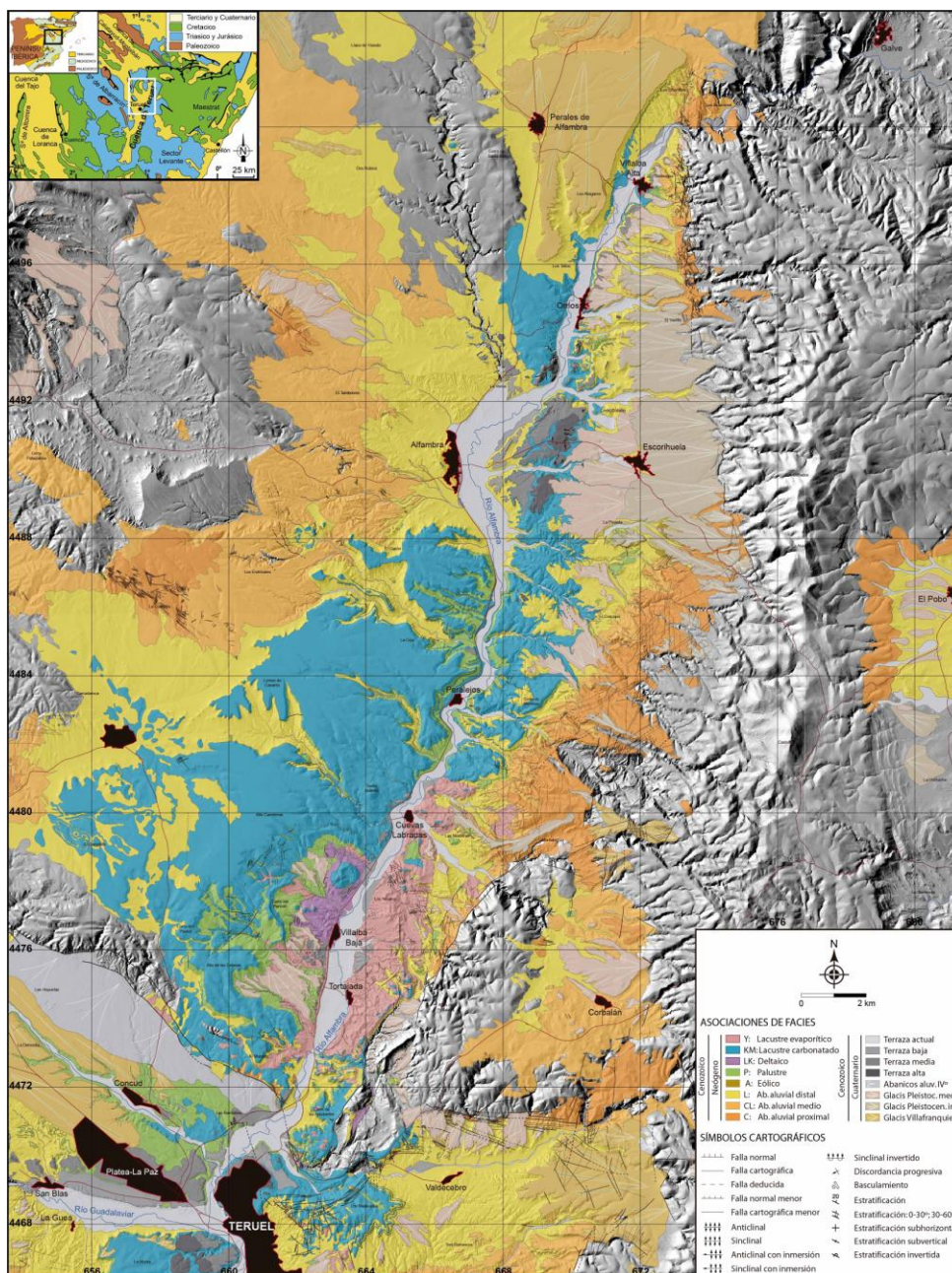


FIGURA 1. Mapa de asociaciones de facies del Mioceno Superior – Cuaternario el sector norte de la Cuenca de Teruel.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cartografía que se presenta (Fig. 1) está basada principalmente en el establecimiento de asociaciones de litofacies a partir de la realización de 72 perfiles estratigráficos. Se han definido ocho asociaciones a partir de la abundancia relativa de cada litología, así como de características texturales y arquitecturales

(Tabla 1). Tienen entidad suficiente para ser el reflejo de una parte o del conjunto de procesos que se desarrollan en un sector concreto de un medio sedimentario, y han sido caracterizadas y referidas a diferentes ambientes o subambientes en trabajos previos (Ezquerro, 2012; Rodríguez-López *et al.*, 2012). Se han cartografiado a partir de fotografías aéreas (escalas 1:18000 y 1:33000) y datos de campo,



mediante los cuales se han identificado igualmente diferentes niveles fotogeológicos que son la base de la correlación entre perfiles y del establecimiento de las relaciones laterales y verticales entre distintas asociaciones. Estas relaciones se recogen en varios

paneles de correlación (Ezquerro, 2012; Rodríguez-López *et al.*, 2012; Ezquerro *et al.*, 2012, 2014, 2015). Los abundantes yacimientos paleontológicos existentes permiten, por su parte, atribuir un marco temporal a dichas unidades.

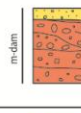
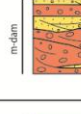
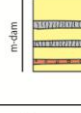

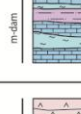

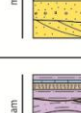
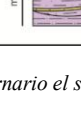
Litofacies	Litología y Textura	Geometría y estructuras	Características	Interpretación
<b>Conglomerados (C)</b> Conglomerados (80-100%) Lutitas (0-20%) Areniscas (0-20%)	Conglomerados granostenidos o en ocasiones soportados por la matriz. Cantos m-dm carbonatados y raros silíceos de angulares a subredondeados. Matriz lutítica o arenosa fina localmente abundante. Lutitas masivas con cantos mm-cm dispersos. Areniscas masivas de grano medio a muy grueso con cantos cm-dm poligénicos dispersos.	Niveles tabulares de espesor métrico con estratificación horizontal y ocasionalmente bases y cicatrices internas canaliformes.  Cuerpos dm tabulares o cuneiformes. Niveles tabulares a cuneiformes de espesor dm.		Corrientes acuosas en canales o desconfinadas. Áreas de inundación escasamente preservadas. Flujos de masas tipo debris flow ocasionales. Sector proximal-medio de abanico aluvial.
<b>Conglomerados y lutitas (CL)</b> Conglomerados (60-70%) Lutitas (20-30%) Areniscas (0-30%)	Conglomerados granostenidos con cantos cm-dm carbonatados y con menos frecuencia silíceos de subangulares a subredondeados y matriz arenosa de grano medio-guiso. Lutitas masivas con cantos mm-cm carbonatados y silíceos dispersos. Areniscas masivas o laminadas, de grano fino a muy grueso con cantos cm-dm poligénicos dispersos.	Cuerpos de geometría canaliforme laxa pero localmente canales de perfil en V acudado. Cicatrices internas canaliformes. Estratificación cruzada en surco, scours y en ocasiones imbricación. Cuerpos tabulares de potencia dm-m. Niveles tabulares o canaliformes de espesor dm-m con estratificación horizontal o cruzada en surco. Ocasionalmente laminación paralela o cruzada		Canales de poca sinuosidad con acreción lateral y barras conglomeráticas. Episódicamente se expandieron sobre llanuras de inundación. Sector medio de abanico aluvial.
<b>Lutitas (L)</b> Lutitas (90-100%) Carbonatos nodul. (0-10%) Calizas (0-10%) Conglomerados (0-5%)	Lutitas masivas con nódulos carbonatados ocasionales. Niveles con nódulos carbonatados a veces con estructura prismática y clastos dispersos. Calizas masivas de textura mudstone-wackestone con gasterópodos a veces abundantes. Conglomerados granostenidos con cantos mm-dm carbonatados o menos frecuente silíceos redondeados. Matriz lutítica.	Niveles tabulares de espesor m-dm. Cuerpos tabulares de espesor m. Niveles tabulares de potencia dm. Cuerpos tabulares o laxamente canaliformes de espesor dm con ocasionales cicatrices internas irregulares.		Flujos desconfinados y localmente canales someros. Charcas carbonatadas y procesos pedogénicos frecuentes. Sector distal-llanura lutítica de abanico aluvial.
<b>Carbonatos nodulosos (P)</b> Carbonatos nodulosos (90-100%) Calizas (0-10%)	Carbonatos con morfología prismática y ocasionalmente nodular. Encajante lutítico. Calizas masivas. Textura wackestone con gasterópodos.	Niveles tabulares de potencia dm-dm. Niveles tabulares de espesor dm-m con bioturbación y rara brechificación.		Paleosuelos y charcas carbonatadas someras. Llanura lutítica con influencia palustre.
<b>Calizas y margas (KM)</b> Calizas (50-60%) Margas (40-50%) Limos (0-40%) Lutitas (0-10%)	Calizas masivas o con bioturbación vertical. Textura mudstone a packstone con gasterópodos y restos vegetales. Margas y limos masivos o laminados con frecuentes gasterópodos; nódulos carbonatados en margas. Lutitas masivas.	Niveles tabulares o irregulares de espesor dm-m. Cuerpos tabulares de potencia dm-m. Niveles tabulares de potencia dm.		Depósito subacuoso de carbonato. Ocasional entrada de detriticos y de aguas dulces. Abundante vegetación enraizada. Sistema lacustre carbonatado somero con frecuentes oscilaciones de la lámina de agua.
<b>Yesos (Y)</b> Yesos (80-90%) Calizas (0-10%) Margas (0-10%)	Yesos masivos o nodulares. Ocasionalmente con bioturbación vertical y gasterópodos. Calizas masivas con nódulos carbonatados. Margas masivas con gasterópodos.	Niveles tabulares de espesor dm-m. Estratos tabulares de potencia cm-dm. Niveles tabulares de potencia dm.		Precipitación subacuosa de yeso y de carbonato. Aportes de detriticos frecuentes. Abundante vegetación enraizada. Sistema lacustre salino-carbonatado
<b>Areniscas (A)</b> Areniscas (80-90%) Lutitas (0-20%) Calizas (0-10%)	Areniscas de grano fino a grueso con cantos mm-cm carbonatados y silíceos dispersos. Ocasionalmente muestran horizontes de raíces calcificadas. Lutitas masivas o laminadas con bioturbación y nódulos carbonatados. Calizas masivas intensamente bioturbadas.	Niveles tabulares de espesor dm-m con estratificación cruzada en surco, laminación paralela y cruzada. Capas con estratificación de bajo ángulo y ripples. Estratos tabulares de potencia cm-dm. Niveles tabulares de potencia dm.		Migración y acreción de dunas. Áreas interduna (secas o húmedas). Vegetación enraizada ocasional. Sistema eólico
<b>Limos y carbonatos (LK)</b> Limos (80-90%) Areniscas (0-20%) Tobas (0-20%) Calizas (0-10%)	Limos y areniscas masivos o laminados. Ocasionalmente con bioturbación vertical y gasterópodos. Tobas con facies de tallos y tobas detriticas. Calizas masivas con gasterópodos.	Niveles tabulares, canaliformes o convexos de espesor dm-m con laminación paralela y cruzada, estratificación cruzada en surco, planar y de tipo hummocky. Ocasional slumps y otras estructuras de deformación. Cuerpos tabulares y canaliformes de potencia cm-dm. Niveles tabulares de potencia dm.		Depósito de detriticos finos en canales y barras de desembocadura en llanura y frente deltaico. Vegetación enraizada en la zona superior. Sistema deltaico

TABLA 1. Asociaciones de litofacies del Mioceno Superior – Cuaternario el sector norte de la Cuenca de Teruel.

Las asociaciones de facies predominantemente terrígenas son: i) Conglomerados (C), ii) Conglomerados y Lutitas (CL), iii) Lutitas (L). Fueron descritas e interpretadas por Ezquerro (2012) y Ezquerro *et al.* (2014) como propias de los sectores proximal, medio y distal, respectivamente, de abanicos aluviales. Se reconocen en materiales que van desde el Vallesense al Villafranquiense. La asociación Limos y Carbonatos (LK) fue descrita por Ezquerro *et al.* (2015) e interpretada como deltaica. Esta asociación aparece sólo en tránsito lateral con ambientes palustres y lacustres salinos; se localiza exclusivamente en la zona de Villalba Baja y su edad es Turolense. Las asociaciones dominadas por carbonatos se encuentran representadas en materiales que abarcan desde el Vallesense al Villafranquiense; se distinguen dos: Carbonatos Nodulosos (P) y Calizas y Margas (KM). Han sido interpretadas como facies palustres y lacustres carbonatadas (Ezquerro, 2012; Ezquerro *et al.*, 2014). La asociación predominantemente evaporítica (Y) presenta un buen desarrollo en la parte central de la

cuenca. Abarca desde el Turolense al Rusciniense, y se ha interpretado como resultado de la sedimentación en un sistema lacustre salino (Ezquerro *et al.*, 2015). Localmente aflora al este de Teruel, donde tiene una edad Vallesense-Turolense. La asociación Areniscas (A) fue descrita por Rodríguez-López *et al.* (2012) e interpretada como resultado de la actuación de procesos eólicos en relación con vientos cuya dirección era transversal al eje de la fosa; su edad es Villafranquiense.

Los materiales analizados presentan la distribución característica de cuencas de *semigraben*, con depósitos aluviales en las zonas más próximas a los márgenes y depósitos lacustres centrales. La subsidencia tectónica en este tipo de cuencas genera un surco que limita el desarrollo longitudinal de los sistemas aluviales procedentes del margen activo, y conlleva un desplazamiento de los depocentros lacustres hacia el mismo (Leeder y Gawthorpe, 1987). Todo ello se refleja en la Cuenca de Teruel, de modo que a partir de

la cartografía realizada se constata que las asociaciones referibles a sectores aluviales proximales se encuentran en los bordes de la cuenca, pasando a sectores medios y distales hacia áreas más centrales. En el margen activo dominaron abanicos cortos con un rápido tránsito entre sectores proximales y distales, procedentes de la Sierra de El Pobo. En relación con el margen pasivo se reconocen exclusivamente los sectores medios y distales de abanicos que, con mayor desarrollo longitudinal, procedían de la Sierra de Albarracín o de algún relieve situado actualmente en la Fosa del Jiloca. Las asociaciones de facies lacustres carbonatadas y evaporíticas se distribuyen por la zona central de la cuenca, si bien se encuentran ligeramente desplazadas hacia el margen activo, donde muestran mayor desarrollo y continuidad vertical; hacia el margen pasivo se interdigitan ampliamente con litofacies aluviales. En el área de Tortajada su composición yesífera se relaciona con aportes de aguas que drenarían evaporitas triásicas. Las relaciones laterales entre facies permiten establecer que en el margen occidental del lago salino somero que existió durante el Turoliense se desarrolló un delta de tipo hipopícnico, debido al contraste de densidad entre las aguas. Las fallas intracuencales localizadas al noroeste de Villalba Baja, facilitaron el ascenso de aguas subterráneas carbonatadas y generaron espacio de acomodación para alojar y preservar las facies deltaicas, predominantemente detríticas finas y tobáceas. Los depósitos eólicos están exclusivamente ligados al borde activo en la zona norte; se desarrollaron en zonas interabanico y se preservan debido a la actuación sinsedimentaria de fallas en el interior de la cuenca (Rodríguez-López *et al.*, 2012).

## CONCLUSIONES

Se han cartografiado ocho asociaciones de facies en el sector norte de la Cuenca de Teruel. Su interpretación sedimentológica permite establecer la existencia de medios sedimentarios aluviales, lacustre-palustres, deltaicos y eólicos interrelacionados.

La actual estructura en *semigraben* de la cuenca es esencialmente la misma que tuvo desde el inicio de su desarrollo a comienzos del Mioceno superior. El relleno se corresponde con sistemas aluviales que gradaban hacia el centro a zonas lacustres-palustres. Los sistemas aluviales adosados al borde oriental activo son más cortos que los procedentes del margen occidental. Esta distribución se corresponde con los modelos sedimentarios descritos para cuencas extensionales asimétricas. Como consecuencia del control estructural y de factores climáticos e hidrogeológicos, se desarrollaron localmente dos sistemas sedimentarios diferentes: deltaico y eólico. Sus facies se preservan debido a la actuación sinsedimentaria de fallas intracuencales.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los grupos de investigación *Geotransfer* y *Análisis de Cuencas Sedimentarias Continentales* del Gobierno de Aragón.

## REFERENCIAS

- Alcalá, L., Alonso-Zarza, A.M., Álvarez Sierra, M.A., Azanza, B., Calvo, J.P., Cañaveras, J.C., van Dam, J.A., Garcés, M., Krijgsman, W., van der Meulen, A.J., Morales, J., Peláez, P., Pérez González, A., Sánchez Moral, S., Sancho, R. y Sanz Rubio, E. (2000): El registro sedimentario y faunístico de las cuencas de Calatayud-Daroca y Teruel. Evolución paleoambiental y paleoclimática durante el Neógeno. *Rev. Soc. Geol. Esp.*, 13, 323-343.
- Ezquerro, L. (2012). Las unidades estratigráficas del sector norte de la cuenca neógena de Teruel-Alfambra: relaciones tectónica-sedimentación. *Rev. Teruel*, 94, 7-46.
- Ezquerro, L., Luzón, M.A., Liesa, C.L. y Simón, J.L. (2012). Evolución megasecuencial del relleno mioplioceno del sector norte de la cuenca de Teruel: interacciones entre tectónica y sedimentación, en: Fernández, L.P., Fernández, A., Cuesta, A., Bahamonde, J.R. (Eds.), *GeoTemas*, 13. Resúmenes extendidos del VIII Congreso Geológico de España, Oviedo, p. 171-174.
- Ezquerro, L., Luzón, A., Navarro, M., Liesa, C.L. y Simón, J.L. (2014). Climatic vs. tectonic signal in the Neogene extensional Teruel basin (NE Spain), based on stable isotope ( $\delta^{18}O$ ) and megasequential evolution. *Terranova*, 26 (5), 337-346.
- Ezquerro, L., Luzón, M.A., Liesa, C.L. y Simón, J.L. (2015). A Miocene delta body developed in a shallow saline lake: The control of the tectonic activity on the stratigraphic architecture (Teruel Basin, Spain), en: *Abstracts of 31st IAS Meeting of Sedimentology held in Krakow on 22<sup>nd</sup>-25<sup>th</sup> of June 2015*. Polish Geological Society, Kraków, p. 169.
- Frostick, L.E. y Reid, I. (1987): A new look at rift. *Geology Today*, 1987, 122-126.
- Leeder, M. R. y Gawthorpe, R. L. (1987): Sedimentary models for extensional tilt-block/half-graben basins, en: Coward, M.P., Dewey, J.F. y Hancock, P.L. (Eds.), *Continental Extensional Tectonics*, Spec. Publ. Geol. Soc. London, p.139-152.
- Rodríguez-López, J.P., Liesa, C.L., van Dam, J., Lafuente, P., Arlegui, L., Ezquerro, L. y De Boer, P.L. (2012): Aeolian construction and alluvial dismantling of a fault-bounded intracontinental aeolian dune field (Teruel Basin, Spain): a continental perspective on Late Pliocene climate change. *Sedimentology*, 59, 1536-1567.
- Simón, J.L. (1983): Tectónica y neotectónica del sistema de fosas de Teruel. *Teruel*, 69, 21-97.