

**MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA  
ESCALA 1 : 50.000**

**INFORME COMPLEMENTARIO DEL TERCARIO  
DE LAS HOJAS**

- 466 (27 - 18) MOYUELA**
- 440 (28 - 17) BELCHITE**
- 439 (27 - 17) AZUARA**

**PEREZ, A.  
PARDO, G.  
VILLENA, J.**

**SINTESIS SEDIMENTOLOGICA DE  
TERCIARIO DE LAS  
HOJAS 439 (AZUARA), 466 (MOYUELA), 440 (BELCHITE)**

**A. PEREZ, G. PARDO y J. VILLENA**

## SINTESIS ESTRATIGRAFICA Y SEDIMENTOLOGICA DEL TERCARIO DE LAS HOJAS DE MOYUELA, AZUARA Y BELCHITE

### INTRODUCCION

En las Hojas 466 (Moyuela), 439 (Azuara) y 440 (Belchite), E-1:50.000, los materiales terciarios están representados únicamente en facies continentales e integran depósitos tanto Paleógenos como Neógenos.

Los afloramientos forman parte del sector oriental de la depresión Calatayud-Montalbán y del borde meridional de la depresión del Ebro, así como depósitos aislados dentro de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica (Sinclinal de Huesa del Común).

Las litologías presentes consisten principalmente en conglomerados, areniscas y lutitas, con escaso desarrollo de litofacies carbonatadas y yesíferas.

Para realizar una división de los materiales terciarios nos hemos basado en el análisis tectosedimentario, estableciendo un conjunto de Unidades Tectosedimentarias limitadas por rupturas sedimentarias (PEREZ et al., 1983) que se manifiestan como discordancias angulares o bien por saltos granulométricos bruscos y/o cambios de signo en la evolución secuencial.

Tales unidades se han denominado como  $T_1$ ,  $T_2$ , ... etc., siguiendo la nomenclatura establecida por PEREZ et al. (op. cit.) y GONZALEZ et al. (1984) en los sectores de Montalbán y Alloza respectivamente, si bien dentro de las hojas estudiadas no se han reconocido afloramientos atribuibles a la unidad  $T_3$ .

La datación de las mismas resulta difícil realizarla por evidencias propias, pues no existen suficientes yacimientos fósiles dentro de las hojas que permitan deducir una atribución cronoestratigráfica, sin embargo, debido a la posibilidad de correlación con las U.T.S. definidas en las cuencas de Montalbán y Alloza, antes mencionadas, así como con las unidades definidas en el sector del Pantano de Las Torcas (PEREZ et al., 1985), dentro de la Hoja de Azuara, en las que existen yacimientos de Vertebrados y Charáceas, es factible conservar el intervalo temporal establecido para cada una de

las U.T.S. anteriormente definidas dado el significado cronoestratigráfico de las mismas.

Sin embargo, estas U.T.S. no abarcan la totalidad del Terciario de las Hojas, ya que se reconocen pequeñas manchas aisladas cuyas condiciones de afloramiento no permiten su definición como U.T.S. A estos conjuntos cartográficos los denominaremos como paleógeno indiferenciado.

Exponemos a continuación las características litológicas y ambientes de cada una de las U.T.S. y conjuntos cartográficos diferenciados.

### UNIDAD TECTOSEDIMENTARIA T<sub>1</sub>

Aflora exclusivamente en el extremo Sur-occidental de la Hoja de Moyuela (Sector oriental de la depresión Calatayud-Montalbán) y afloramientos muy reducidos en la Hoja de Azuara (Sur de Tosos), correspondientes a la cuenca del Ebro.

La evolución litológica de la misma viene reflejada en los tramos 1 al 13 del perfil nº 10 (Allueva) de la Hoja de Moyuela. Presenta potencias de unos 210 m. y consiste en una alternancia de lutitas anaranjadas y areniscas amarillas con escasas intercalaciones conglomeráticas. Estas litologías se ordenan en la vertical según una evolución granocreciente.

El límite inferior es una ruptura sedimentaria, que se pone de manifiesto por el cambio litológico neto entre el yacente carbonatado cretácico y las areniscas gruesas y lutitas de la base de la unidad, existiendo entre ambos conjuntos una concordancia geométrica al menos a escala de afloramiento.

El límite superior es igualmente una ruptura sedimentaria sobre la que se inicia la unidad suprayacente.

ADROVER et al. (1982) citan en las proximidades de Fonfria una flora de Charáceas tales como Saportanella n. sp., Microchara cristata y Peckichara cristatella, atribuible al Campaniense-Maastrichtiense, situada en la base de la unidad suprayacente al tramo con Lychnus. Por otra parte esta unidad se correlaciona por

criterios cartográficos con la unidad T<sub>1</sub> que PEREZ et al. (1984) en este misma unidad reconocen Microcodium y Vidaliella atribuibles al Paleoceno.

A la vista de tales datos se puede establecer una edad de Cretácico superior-Paleoceno para el conjunto estudiado.

#### **Características sedimentológicas:**

##### Sector oriental de la depresión Calatayud-Montalbán

Las litofacies presentes son esencialmente lutíticas y arenosas, con escasa intercalaciones de facies conglomeráticas.

La parte inferior de la unidad es un conjunto lutítico con cuerpos canaliformes de areniscas, aislados entre si, distanciados de 10 a 30 m. en la vertical.

Estos cuerpos arenosos poseen potencias de 1 a 6 m. y se organizan como un conjunto de secuencias granodecrescentes de 0,5 a 2 m. de potencia separadas por superficies erosivas.

Cada una de estas secuencias se inicia con un depósito residual conglomerático al que siguen areniscas con estratificación cruzada en surco en set de 20 a 50 cm. de potencia.

La secuencia descrita, es propia de relleno de canales en los que la migración de megaripples da lugar a la estratigraficación cruzada en surco.

En esta secuencia en ningún momento se han reconocido pruebas de acreción lateral ni depósitos correspondientes a canales abandonados, como sería propio de canales de alta sinuosidad.

Este hecho, unido a la geometría canaliforme y la escasa amplitud de los cuerpos, así como su aislamiento entre las litofacies lutíticas, nos induce a pensar en una red de canales dispersos, probablemente de baja sinuosidad, que transcurriría por una extensa llanura lutítica.

La alta relación lutita-arenisca nos sitúa en sectores distales de abanicos aluviales.

Hacia el techo de la sucesión, a partir del tramo 8, aumenta la proporción de litofacies arenosas, apareciendo estas como cuerpos de geometría tabular de 2 a 5 m. de potencia separadas por intervalos lutíticos de 1 a 7 m.

Se ha reconocido una organización en secuencias que se caracterizan por presentar un contacto inferior erosivo sobre el que puede aparecer un depósito residual conglomerático de unos 0,20 m. de potencia y varios metros de continuidad lateral. Sobre él, las litofacies arenosas se organizan según una evolución granodecreciente. Presentan estratificación cruzada en surco en sets de 0,20 a 1 m. de potencia, estando en este último caso las láminas fuertemente convolucionadas, y estratificación cruzada planar en sets tabulares, agrupados o aislados, de 0,10 a 0,30 m. de potencia, con láminas tangenciales o ligeramente sigmoidales en la base. La secuencia culmina con un evento lutítico que no supera los 7 m. de potencia.

La estratificación cruzada planar-tabular es atribuida, en medios fluviales arenosos, a la migración de barras linguoides o transversas. Cuando aparecen varios set agrupados es evidente que estamos ante depósitos de "sand-flat" propios de cursos "braided" arenosos. La estratificación cruzada en surco es debida a la migración de megaripples dunados por el fondo de los canales.

El conjunto de depósitos (barras y canales), unido a la geometría tabular de los litosomas arenosos, nos sitúa en un ámbito de cursos entrelazados arenosos, respondiendo tales litosomas a sectores activos del sistema, mientras que las litofacies lutíticas son referibles a la llanura de inundación del mismo, que solo es cubierta en episodios de inundación máxima.

Las litofacies conglomeráticas, debido a su escaso desarrollo tanto lateral como vertical, representan una iniciación de barras longitudinales en el fondo de los canales (difuse-gravel sheet.) sin desarrollo ulterior.

En resumen podemos establecer que la evolución granocreciente de la unidad T<sub>1</sub> responde a la progradación de un sistema aluvial, del cual tenemos representados los

sectores distales-(llanura lutítica con canales dispersos) y medios (cursos braided del techo de la unidad).

Las paleocorrientes medidas indican aportes procedentes del N y NO evidenciando un área fuente situada en tal dirección.

#### Cuenca del Ebro:

Aflora exclusivamente al Sur de la localidad de Tosos. Su caracterización litológica viene reflejada en los tramos 1 al 4 del perfil nº 5 (Tosos) de la Hoja de Azuara. Presenta una potencia mínima de unos 30 m. siendo las condiciones de afloramiento muy deficientes por encontrarse muy tectonizado.

Las litofacies presentes son detríticas y carbonatas. Las primeras están integradas por lutitas rojas y conglomerados de color gris rojizo.

La litofacies lutíticas aparecen en niveles de unos 10 m. de potencia, presentan abundante desarrollo de microcodium y nódulos carbonatados de origen edáfico.

Los conglomerados, que integran los 5 m. basales del conjunto cartográfico son de aspecto masivo. Están formados por cantes calizos y algún canto arenosa de 15 a 20 cm. de centílo, muy heterométricos y subangulosos. La textura es granosostenida con abundante matriz microconglomerática de cantes igualmente calizos y algunos de cuarcita. Desarrollo importante de microcodium que constituye una especie de cemento para el conglomerado.

Las litofacies conglomeráticas también pueden aparecer como un depósito residual que pasa insensiblemente a calizas de color gris-rosáceo. Son calizas nodulosas con fauna de Vidaliella gerundensis y desarrollo importante de niveles discontinuos de silex. En lámina delgada aparecen constituidas por una abundante matriz micrítica parcialmente recristalizada que engloba: granos de cuarzo, fragmentos de microcodium, cantes ferruginosos, intraclastos calcáreos con una envuelta esparítica e intraclastos de aspecto oxidado formado por micrita con granos de cuarzo. Corresponden a intramicritas con fósiles y granos de cuarzo, wackstone.

Las litofacies descritas son propias de llanuras aluviales con desarrollo de horizontes edáficos que son denominados como flood-plain paleosol por FREYTET y PLAZIAT (1982), asociadas a las cuales existían zonas con características propias de ambientes palustres.

Estas llanuras aluviales pueden ser atravesadas por corrientes acuosas que dan lugar a los depósitos conglomeráticos antes descritos.

### **UNIDAD TECTOSEDIMENTARIA T<sub>2</sub>**

Aflora en el extremo más Sur-occidental de la Hoja de Moyuela y en el Sinclinal de Huesa del Común.

Su caracterización litológica aparece reflejada en los tramos 14 a 23 del perfil nº 10 (Allueva) y en el perfil número 11 (Huesa del Común), levantados en la hoja de Moyuela.

En el sector estudiado presenta potencias de unos 150 m. si bien en la vecina hoja de Segura de los Baños alcanza potencias de 1.100 m.

Está constituida por conglomerados, lutitas, areniscas y calizas. Su evolución vertical es cíclica positiva-negativa (PEREZ et al., 1983).

Aparece en discordancia angular sobre el Cretácico superior en Huesa del Común y mediante ruptura sedimentaria sobre la unidad T<sub>1</sub> en el sector suroccidental de la hoja. Esta ruptura se manifiesta por un brusco salto granulométrico, a partir del cual se inicia una evolución secuencial positiva, inversa a la que se registra en la unidad T<sub>1</sub>. El límite superior es una discordancia angular con unidades terciarias neógenas.

Esta unidad no presenta restos fósiles que permitan su datación, salvo la existencia de Microcodium en Huesa del Común. Sin embargo existe continuidad de afloramiento entre los depósitos de esa unidad aflorantes en el sector de Bea-Fonfria y los datados como Paleoceno-Oligoceno inferior por PEREZ et al. (1983) en Segura de los Baños. ahora bien, en esta Hoja de Moyuela solo pueden levantarse perfiles en los depósitos de

la base de la unidad, por tanto establecemos para ellos un intervalo temporal Paleoceno-Eoceno sin poder realizar mayores precisiones.

#### **Características sedimentológicas:**

##### **Sector Suroccidental de la Hoja de Moyuela (Depresión de Calatayud-Montalbán**

Los tramos basales de la unidad están integrados por litosomas conglomeráticos de 2,5 a 8 m. de potencia separados por intervalos lutíticos de 10 a 15 m.

Las litofacies conglomeráticas están constituidas por cantos exclusivamente calizos, bien redondeados, matriz arenosa y textura granosostenida. Aparecen masivos o con imbricación de cantos y se organizan en unidades aproximadamente 0,5 m. separadas por superficies erosivas.

Entre las litofacies conglomeráticas se reconocen areniscas de grano grueso con estratificación cruzada en surco en unidades discontinuas de potencia inferior a 0,5 m.

Las litofacies lutíticas son masivas y laterales a ellas aparecen litofacies carbonatadas integradas por construcciones algales, generalmente oncolíticas, que en ocasiones reflejan geometría de canal.

Los litosomas conglomeráticos presentan geometría tabular y extensión lateral visible en sentido transversal a los aportes de varios kilómetros. En ocasiones pueden aparecer amalgamados con desaparición total de las litofacies lutíticas.

Las características geométricas y texturales antes descritas, son propias de depósitos dejados por una red entrelazada de canales, en los que las litofacies conglomeráticas se interpretan como barras longitudinales desarrolladas en los sectores activos del sistema, mientras que las lutitas, representan la llanura de inundación de estos cursos entrelazados; en ella existían zonas encharcadas, invadidas por corrientes canalizadas, en las que era posible el desarrollo de comunidades algales.

Sobre estos tramos basales se describe una alternancia de litofacies arenosas y

lutíticas. Las litofacies arenosas aparecen en unidades de geometría lenticular de 2 a 7 m. de potencia, internamente presentan estratificación cruzada en surco y granodecrecimiento. Los intervalos lutíticos presentan potencias de 5 a 25 m.

La asociación de ambas litofacies, refleja la existencia de una llanura lutítica por la cual transcurrían canales de baja sinuosidad.

La superposición en la vertical de los distintos subambientes identificados, indica la retrogradación de un sistema aluvial por degradación del relieve durante un periodo de estabilidad tectónica, correlativo con una baja velocidad de subsidencia en la cuenca que favorecería los desplazamientos laterales de la red activa, dando lugar a litosomas conglomeráticos de gran continuidad lateral.

El conjunto de la unidad presenta aportes del N y NO.

#### **Sector de Huesa del Común**

El tramo inferior de la unidad está constituido por una alternancia de litofacies lutíticas y arenosas con escaso desarrollo de litofacies conglomeráticas.

Las litofacies arenosas y conglomeráticas aparecen como cuerpos de geometría canaliforme aislados entre lutitas masivas.

Estos cuerpos canaliformes presentan potencias máximas de 4 m. y están formadas por arenas de grano grueso, apareciendo los conglomerados como depósitos residuales en la base de los mismos. Se reconoce estratificación cruzada en surco en set de 0,5 m. y granodecrecimiento.

Su dispersión y asilamiento nos sitúa en una llanura lutítica por la cual transcurrían canales dispersos, representando sectores distales de abanicos aluviales.

En el tramo 2 del perfil aparecen cuerpos de geometría tabular que presentan características bien distintas a las descritas anteriormente. Se organizan en unidades sigmoidales de 0,30 a 1,2 m. de potencia, correspondientes a procesos de acreción lateral. Sin embargo, mientras que en unos cuerpos las unidades de acreción lateral

presentan internamente estratificación cruzada en surco (Fig. 1), en otros presentan laminación de foreset (Fig. 2). Las litofacies conglomeráticas se reducen a depósitos residuales en la base de los cuerpos arenosos.

En ambos casos es evidente que estamos ante depósitos de point-bars propios de canales de alta sinuosidad, en los que las litofacies conglomeráticas representan el depósito residual dejado en el fondo de los canales.

Cuando los scroll bars presentan estratificación cruzada en surco, el desarrollo de point-bar es análogo al descrito por ALLEN (1964) en el que la construcción de cada scroll responde a flujos helicoidales. Las variaciones de tamaño de los scroll y su disposición, reflejan una historia compleja en la construcción del point-bar, con oscilaciones importantes, y no siempre las mismas, en el nivel del agua durante las fases de avenida.

La estructura interna en foreset de los otros depósitos de point-bar identificados responde a la disposición interna de los chute bars de McGOWEN y GARNER (1979) reconocen en lo niveles superiores de point-bars desarrollados en materiales gruesos.

En este mismo tramo, se reconoce la existencia de litofacies arenosas con estratificación cruzada planar que se interpretan como barras transversas.

la asociación de ambos tipos de depósitos induce a pensar que el sistema activo era lo suficientemente amplio como para permitir la coexistencia de depósitos propios de cursos de alta sinuosidad (Point-bar) y de baja sinuosidad (barras transversas).

El resto de la unidad está integrada en el sector de Huesa del Común por litofacies lutíticas entre las que se intercalan depósitos carbonatados y conglomeráticos. Las litofacies carbonatadas son nodulosas, de aspecto brechificado y presentan abundantes cantos de caliza y cuarcita dispersos, así como desarrollo importante de venas de silex. Los conglomerados están constituidos por cantos calizos y cuarcíticos, angulosos de tectura granosostenida, y se presentan en unidades métricas separadas por superficies erosivas canaliformes.

El conjunto se interpreta como una llanura lutítica relacionada con zonas encharcadas

**SECUENCIAS TIPICAS DEL EOCENO  
Y MIOCENO**

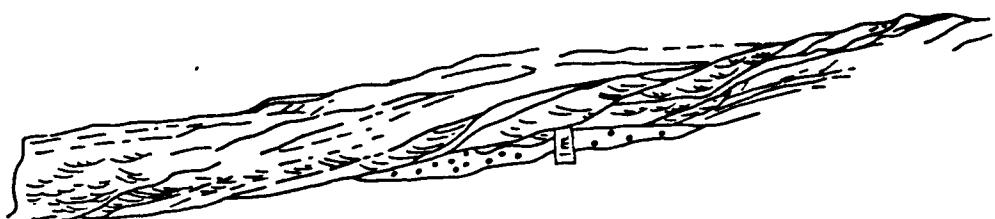


Fig. ACRECION LATERAL CON ESTRATIFICACION CRUZADA EN SURCO.  
EOCENO DE HUESA

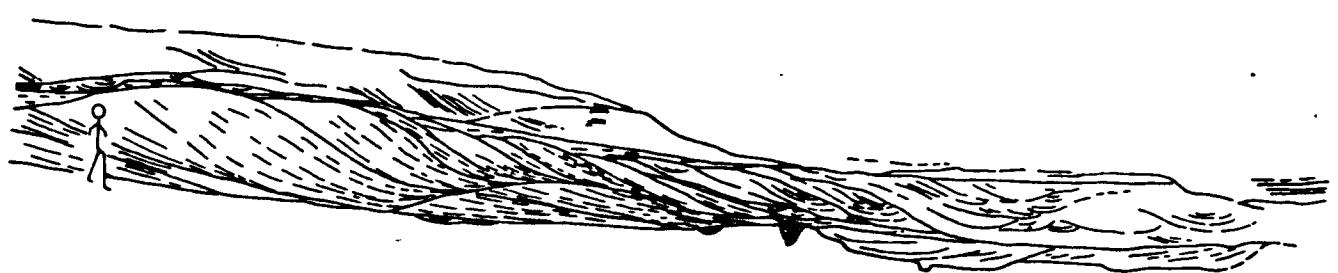


Fig. ACRECION LATERAL CON LAMINACION DE "FORESET"  
EOCENO DE HUESA

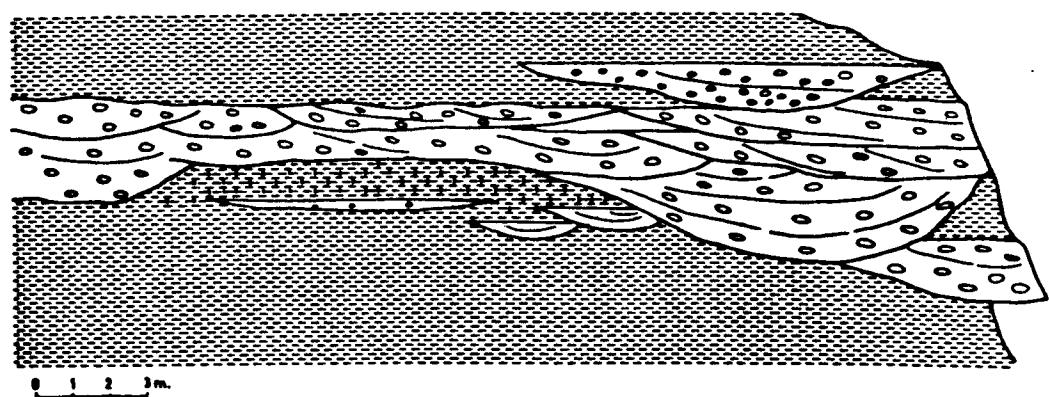


Fig. DEPOSITOS DE CANAL (CONGLOMERADO Y ARCILLAS CON  
EXTRATRATIFICACION CRUZADA EN SURCO).  
(CONGLOMERADOS CALCAREOS)

(litoformaciones carbonatadas) con características propias de ambientes palustres, en los que se desarrollan niveles edáficos con Microcodium. Esta llanura lutítica es atravesada por corrientes canalizadas que transportaban elevada carga de material conglomerático.

#### **PALEOGENO INDIFERENCIADO:**

Se atribuyen al Paleógeno un conjunto de afloramientos aislados que se sitúan en la proximidades de Moyuela, entre Plenas y Villar de los Navarros, así como al Norte de Aguilón.

Las condiciones de afloramiento no permiten realizar perfiles detallados de estos materiales que, a grandes rasgos, están constituidos por brechas de cantes calcáreos, conglomerados monogénicos o poligénicos y lutitas anaranjadas.

Aparecen en discordancia angular sobre el Mesozoico y son cubiertos, también en discordancia, por las unidades que hemos caracterizado como T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>. Esta situación estratigráfica y el presentarse fuertemente tectonizados nos permite asignarlos al Paleógeno, si bien no ha sido posible correlacionarlos con seguridad a una unidad tectosedimentaria de las previamente establecida en el área de Montalbán.

#### **Características sedimentológicas:**

Los afloramientos situados entre Plenas y Villas de los Navarros están integrados exclusivamente por brechas y conglomerados grises con escasas intercalaciones lutíticas.

Las brechas están constituidas por cantes calizos muy heterométricos, de unos 50 cm. de centílo, si bien existen bloques de 1 m., textura granosostenida y matriz lutítica de color rosado.

La estratificación es difusa, en niveles de 0,5 a 1 m. de potencia marcada por cambios granulométricos.

Los conglomerados aparecen en cuerpos de aproximadamente 1 m. de potencia

separados por superficies erosivas. Están constituidos por clastos calizos o calizos cuarcíticos, heterométricos, de hasta 1 m. de centílo, subangulosos y angulosos, con textura granosostenida, matriz lutítica abundante y cemento carbonatado.

En las escasas intercalaciones lutíticas se reconocen pequeños cantos dispersos.

Las características texturales de las litofacies y el centílo de los clastos, señalan que los materiales han sido transportados por flujos acuosos de muy alta energía. La morfología de los clastos indica transporte muy corto. Los niveles de lutitas con cantos dispersos responden a depósitos de debris flow.

Todos estos rasgos son propios de sectores muy proximales de abanicos aluviales.

Los afloramientos situados al Norte de la localidad de Aguilón (tramos 1 al 3 del perfil nº 6 de la hoja de Azuara) presentan potencias de 95-100 m. y está integrado esencialmente por lutitas con escasas intercalaciones de conglomerados.

Las litofacies lutíticas se presentan como limos y arcillas masivas de color anaranjado. Entre ellos aparecen escasos depósitos conglomeráticos de 0,30 a 0,50 m. de potencia, constituidos por clastos calizos (95%) y cuarcíticos, angulosos, con centílos de unos 7 cm., textura granosostenida y abundante matriz arcillosa. Estos conglomerados se presentan en niveles discontinuos e irregulares.

Estas características sedimentológicas son propias de zonas distales de sistemas aluviales, los cuales se ven afectados por inundaciones periódicas de arroyadas en manto (sheet floods) que dan lugar a llanuras lutíticas; ocasionalmente, estas llanuras pueden ser atravesadas por corrientes más energéticas y efímeras originando los lóbulos de gravas que aparecen dispersos entre las facies lutíticas.

#### UNIDAD TECTOSEDIMENTARIA T<sub>4</sub>

Los afloramientos atribuidos a esta unidad pertenecen a la cuenca del Ebro. Se reconocen principalmente a lo largo de los ríos Huerva y Aguasvivas, con máxima extensión de afloramiento en los alrededores del Pantano de Las Torcas.

Su caracterización litológica se refleja en los perfiles nº 7 (Bco. del Santo), nº 5 (Tosos), nº 6 (Valdeaguilón) y nº 8 (Las Torcas) levantados en la hoja de Azuara y los perfiles nº 7 (Pantano de Moneva), nº 10 (Ermita de San Jorge) y nº 11 (Belchite), correspondientes a la hoja de Belchite.

Presenta potencias superiores a 400 m., reduciéndose considerablemente en los afloramientos situados al Norte del Pantano de Las Torcas.

Está constituida por alternancias de conglomerados, areniscas, lutitas y niveles carbonatados y yesíferos. Estas litologías se ordenan en la vertical según una evolución cíclica positiva-negativa, estando el hemiciclo inferior integrado a su vez por dos megasecuencias de evolución positiva.

Aparece en discordancia angular sobre el Mesozoico, en el flanco Sur del anticlinal de Aguilón y sobre el conjunto paleógeno antes descrito al Norte de dicha estructura, siendo su límite superior una discordancia angular con la unidad suprayacente. Es cabalgada por el Mesozoico del flanco Norte del anticlinal de Aguilón, de la Sierra de Herrera, y de Almonacid de la Cuba.

#### Características sedimentológicas:

Los dos hemiciclos que integran esta unidad presentan características sedimentológicas bien distintas, por tanto realizaremos su estudio por separado.

##### a) Hemiciclo inferior

En los afloramientos que la unidad presenta en la hoja de Azuara (Pantano de Las Torcas), las megasecuencias granodecrescentes que integran el hemiciclo inferior, se inician con depósitos conglomeráticos y areniscosos con intercalaciones de litofacies lutíticas.

Los conglomerados son de color marrón, de cantos cuarcíticos en un 80% y el resto calizos y areniscosos, con centilos de unos 20 cm., subredondeados a bien redondeados, textura granosostenida y abundante matriz arenosa. Son masivos, con imbricación de cantos de tipo a (t) b (i) y granodecrecimiento; ocasionalmente presentan

estratificación cruzada planar.

Debido a aportes locales, los conglomerados basales descritos al Sur de Tosos están integrados por cantos exclusivamente calizos.

Las litofacies arenosas son de color marrón-amarillento consisten en areniscas silíceas de grano grueso. Masivas o con estratificación cruzada en surco, ocasionalmente pueden presentar estratificación cruzada planar y fuerte bioturbación.

Las lutitas son de color rojo-anaranjado y se presentan masivas.

Estas litologías se organizan en secuencias granodecrescentes de 8 a 10 m. de potencia. Se inician con una superficie erosiva irregular, y están integradas por un tramo inferior conglomerático y arenoso de geometría tabular y potencia entre 2 y 5 m., y un tramo superior lutítico de unos 5 m. de potencia máxima, a veces este intervalo lutítico puede faltar dando lugar a la amalgamación de varias unidades conglomeráticas y arenosas.

El tramo detrítico grueso está integrado a su vez por niveles conglomeráticos de potencia decimétrica separados por superficies erosivas, entre los que existen intercalaciones discontinuas de areniscas. Estos conglomerados son masivos pero pueden presentar ocasionalmente estratificación cruzada planar.

Las areniscas aparecen preferentemente a techo del intervalo conglomerático y se presentan masivas o con estratificación cruzada en surco.

El conjunto conglomerático basal de la secuencia, nos sitúa en un ambiente de barras longitudinales dentro de un sistema de cursos "braided" (McGOWEN y GROAT, 1971; EYNON Y WALKER, 1974), representando las facies de conglomerados masivos núcleos de barras que muy raramente desarrollan frentes de avalancha.

Los términos de arenas masivas son fácilmente asimilable a arenas con laminación horizontal y pueden originarse bajo una lámina de agua de reducida profundidad y alta energía, estas condiciones se producirían en los momentos de descenso del flujo,

cuando los techos de las barras son cubiertos por una película de agua y antes de quedar totalmente emergidas.

Las arenas con estratificación cruzada en surco representan la emigración de megaripples dunados por canales someros del techo de las barras.

La evolución granodecreciente de la secuencia representa la migración gradual del sistema activo. La antigua área activa solo es recubierta ahora en épocas de inundación máxima, dando lugar a facies lutíticas con las que termina la secuencia y que representan la llanura de inundación del sistema braided.

La relación conglomerado-lutita nos sitúa en sectores medios de abanicos aluviales.

Sobre este primer conjunto, el hemiciclo inferior de la unidad continua con un desarrollo importante de lutitas de color rojo y pardo-anaranjado con algunas intercalaciones de areniscas, conglomerados y niveles carbonatados (tramos 3 al 9 y tramo 12 del perfil nº 7, y tramos 17 al 28 del perfil nº 5 de la hoja de Azuara).

Las intercalaciones arenosas se presentan como cuerpos de geometría lenticular de unos 5 m. de potencia y 15 m. de amplitud. Estos cuerpos se inician con un depósito conglomerático residual, si bien en ocasiones se puede alcanzar hasta 1,5 m. de potencia, las areniscas constituyen el resto del depósito, son de grano grueso y se organizan en sets de estratificación cruzada en surco de 20 a 60 cm. de potencia.

Por otra parte, los depósitos basales de la unidad que afloran en la hoja de Belchite, aparecen bien definidos en los perfiles nº 11 (Belchite) y nº 10 (San Jorge).

Se inicia la unidad en un nivel carbonatado de origen edáfico de unos 2 m. de potencia, con pisolitos de núcleos arcillosos rojos y amarillos inmersos en un cemento carbonatado.

Sobre él aparecen lutitas rojas y conglomerados. Estos últimos están constituidos por cantos exclusivamente calizos de unos 15 cm. de centímetro, subredondeados, con matriz arenosa y microconglomerática y recubiertos de una pátina amarilla. A techo este nivel presenta abundante cemento ferruginoso de color marrón-amarillento.

La unidad continúa con una potente sucesión de lutitas rojas y pardo anaranjadas con intercalaciones de areniscas de tonos rojos y amarillentos. Son areniscas de grano grueso y presentan estratificación cruzada en surco. Aparecen en cuerpos de geometría canaliforme de unos 2 m. de potencia y unos 25 m. de amplitud, que presentan un depósito residual conglomerático de cantos calizos y cuarcíticos de unos 7 cm. de centílo (tramo 2 del perfil nº 11 de la hoja de Belchite).

Las litofacies presentes, así como la alta relación lutita-arenisca nos sitúa en sectores distales de abanicos aluviales.

Los niveles arenosos se interpretan como depósitos de relleno de canal. En ningún momento se han encontrado pruebas de acreción lateral ni relleno de canales abandonados como sería propio de canales de alta sinuosidad.

Este hecho, unida a la geometría canaliforme y la escasa amplitud de los cuerpos, así como su aislamiento entre las litofacies lutíticas antes descritas, nos induce a pensar en una red de canales dispersos, probablemente de baja sinuosidad, que transcurriría por una extensa llanura lutítica.

El hemiciclo inferior de la unidad culmina, en ambas hojas, con litofacies evaporíticas. En la Hoja de Azuara estas litofacies son dominantemente carbonatadas mientras que en Belchite están integradas por importantes niveles de yesos.

En la Hoja de Azuara se trata de calizas margosas de color blanco y marrón claro que, en lámina delgada, se describen como Micritas con escasas recristalizaciones esparcidas y microesparcidas y algún grano de cuarzo. En sección pulida se observan huecos alineados y subparalelos a la estratificación que en ocasiones conservan restos de marga.

Se corresponde con las calizas lacustres verdaderas de FREYTEM (1984) cuya evolución es enteramente subacuática, sin ningún episodio de emersión.

En otros casos afloran calizas nodulosas de color blanco-rosáceo y amarillento que en lámina delgada son micritas con escasos granos de cuarzo. Esta micrita aparece

formando nódulos diferenciados por grietas curvas y rodeadas de una envuelta esparítica, o bien se presenta como intraclastos de tonos más oscuros dispersos en una matriz micrítica. Se reconocen formas lenticulares muy cementadas que pueden ser pseudomorfos de yeso.

Las características descritas evidencian un desarrollo de nodulización producido por fenómenos pedológicos esencialmente físicos. Son calizas palustres (FREYTET, 1984) en los que las grietas curvas indican estadios iniciales de nodulización.

En el tramo 24 del perfil nº 5 (Tosos) las condiciones de afloramiento permiten describir secuencias de 4 m. de potencia que se inician con lutitas de color anaranjado que gradualmente pasan a techo de lutitas margosas y margas de color beige y marrón rosáceo, sobre ellas se desarrolla un tramo de calizas de color rosáceo de unos 2 m. de potencia, que en sección pulida se describen como micritas con textura fenestral en las que las láminas algales se disponen paralelas a la estratificación. En lámina delgada, las cavidades algales se observan llenas de microesparita y esparita, encontrándose en el contacto con la micrita una envuelta oscura, de posible origen orgánico y desarrollo de dendritas de pirolusita.

La secuencia culmina en un tramo de aproximadamente 30 cm. de potencia integrado por calizas nodulosas que llegan prácticamente a dar una brechificación.

Esta asociación de facies nos sitúa en áreas lacustres marginales en las que el proceso principal es la decantación de lodos carbonatados y el crecimiento de tapices algales, dando lugar a lutitas con carbonatos y micritas con porosidad fenestral. Periodicamente se producen desecaciones del lago, momentos durante los cuales se sobreimponen procesos pedogenéticos dando lugar a la nodulización de las calizas.

En la hoja de Belchite, los yesos reconocidos en el techo de este hemicilio afloran como un intervalo, de unos 15 m. de potencia, integrado por yesos sacaroideos y alabastrinos, masivos, que aparecen en niveles de 3 a 5 m. separados por intercalaciones margosas y lutíticas grises y verdosas con nódulos de yeso.

También se encuentran escasos niveles carbonatados, de 1 a 1,5 m. de potencia. Son calizas margosas de color blanco con laminaciones onduladas de origen algal y

desarrollo de grietas de desecación.

En ambos casos es evidente que estamos ante depósitos lacustres, si bien, las litofacies descritas en la Hoja de Belchite nos sitúa ante llanuras lutíticas más distales que las reconocidas en la Hoja de Azuara.

La superposición de los depósitos lacustres sobre subambientes distales de abanicos aluviales reflejan la retrogradación, a lo largo del tiempo, del correspondiente dispositivo sedimentario.

b) Hemiciclo superior

Inmediatamente sobre los depósitos carbonatados reconocidos en la hoja de Azuara (tramo 30 del perfil nº 5, Tosos) o intercalados entre ellos (Tramos 9 y 10 del perfil nº 6, Valdeaguilón), se reconocen conglomerados de color marrón constituidos por cantos cuarcíticos (80%) y calizos redondeados a bien redondeados con centímetros de unos 15 cm. La textura es granosostenida con abundante matriz arenosa. Estos conglomerados se presentan en niveles tabulares de aproximadamente 1 m. de potencia separados por superficies erosivas; son masivos, con imbricación del tipo a (t) b (i) o A (p) a (i), ocasionalmente los cantos se ordenan dibujando una estratificación cruzada planar con láminas de muy baja inclinación. A veces, festoneando la superficie erosiva basal aparecen cantos sin matriz.

Existen intercalaciones de areniscas masivas que no superan los 10 cm. de potencia.

En el sector del pantano de Moneva (Hoja de Belchite) igualmente aparecen depósitos conglomeráticos sobre las litofacies evaporíticas del techo del hemiciclo inferior. Aquí se describen como cuerpos de geometría tabular de 2 a 8 m., separados por lutitas anaranjadas en niveles de 1 a 12 m., constituyendo ambos términos secuencias granodecrescentes.

Los conglomerados están formados por cantos calizos (70%) y cuarcíticos, de unos 20 cm. de centímetro, subredondeados, con textura granosostenida y matriz arenosa.

Cada cuerpo está integrado por unidades menores de potencia métrica, separadas por

superficies erosivas. Son masivos o con imbricación de cantos y presentan intercalaciones de 10 a 15 cm. de potencia de areniscas de grano grueso, masiva o con laminación horizontal o laminación inclinada de bajo ángulo y ocasionalmente estratificación cruzada planar.

A veces las areniscas aparecen a techo de los cuerpos conglomeráticos, presentando potencias inferiores a 2 m. y estratificación cruzada en surco.

Las características texturales y geométricas de las litofacies descritas son propias de depósitos desarrollados en cursos braided, en los que las facies conglomeráticas se corresponden con barras longitudinales sin frentes de avalancha.

Las arenas con laminación horizontal se originan bajo una lámina de agua de reducida profundidad y alta energía, estas condiciones se producirían en los momentos de descenso del flujo, cuando los techos de las barras son recubiertos por una película de agua y antes de quedar totalmente emergidos.

Las arenas con estratificación cruzada en surco, responden a la migración de megaripples dunados por canales amplios y someros, situados topográficamente en un nivel superior al sistema braided conglomerático.

La evolución granodecreciente de las secuencias de conglomerado-arena y lutita representa la migración gradual del sistema activo de canales entrelazados. El antiguo segmento activo solo es recubierto en épocas de avenida dando lugar a las facies lutíticas que representan la llanura de inundación y el nivel topográfico más alto del sistema aluvial.

En el sector de la Ermita de San Jorge (perfil nº 10, Hoja de Belchite) el hemiciclo superior de la unidad está igualmente representado por alternancias de lutitas rojas, conglomerados y areniscas, pero con características algo distintas.

Los conglomerados son de color marrón y están constituidos por cantos cuarcíticos (80%) y calizos subredondeados de unos 30 cm. de centímetro, con textura granosostenida y matriz arenosa abundante.

Las areniscas son de color marrón-amarillento y grano grueso.

Conglomerados y areniscas aparecen formando tramos de 4 a 18 m. de potencia, separados por importantes intervalos lutíticos de 8 a 45 m.

Cada tramo conglomerático y arenoso es granodecreciente en conjunto y está integrado por secuencias también granodecrecientes de 1,5 a 6,5 m. de potencia.

Cada una de estas secuencias se compone a su vez de un cuerpo canaliforme conglomerático de 1 a 5 m. de potencia con relleno multiepisódico, por unidades de 50 a 70 cm. de potencia y 1 m. de amplitud, separados por superficies erosivas. Estos rellenos son masivos o presentan estratificación cruzada en surco. Sobre ellos se pueden desarrollar areniscas en niveles de hasta 1,5 m. con estratificación cruzada en surco.

Las lutitas son masivas y presentan intercalaciones de areniscas de grano grueso, masivas de 0,5 a 1 m. de potencia, de geometría tabular o lenticular muy laxa y estratificación cruzada en surco. Presentan depósitos conglomeráticos residuales y fuerte bioturbación hacia techo.

Estas areniscas se organizan en sucesiones estratocrecientes con desarrollo hacia la base de algún nivel carbonatado (tramo 18).

Las secuencias integradas por conglomerados y areniscas, reflejan la existencia de niveles topográficos diferenciados recorridos por corrientes tractivas canalizadas. Estas, en el nivel inferior, dan lugar a depósitos de relleno de canales conglomeráticos y en las épocas de inundación máxima a las areniscas con estratificación cruzada en surco en el nivel superior.

La relación lutita-conglomerado nos sitúa en sectores distales de abanicos aluviales al iniciarse el hemiciclo superior, pasando verticalmente a sectores medios o medios-distales. Estos sectores quedan caracterizados por amplias llanuras lutíticas surcadas por sistemas de canales, tanto más dispersos cuanto más distal es el sector. En estas llanuras lutíticas, las areniscas con geometría tabular se interpretan como depósitos de derrames procedentes del desbordamiento de canales próximos.

En el tramo 12 de este perfil nº 10, los cantos del techo del nivel conglomerático se encuentran recubiertos por una envuelta de origen algal constituyendo verdaderos oncolitos.

Sobre ellos, se desarrolla una unidad estromatolítica integrada por cuerpos individuales de geometría cilíndrica asimétrica y potencia de unos 20 cm. que se orientan subparalelas a la dirección de la corriente. El crecimiento de las algas es de tipo laminado y columnar.

El núcleo de estos cilindros está formado por construcciones columnares de tipo tobáceo, mientras que el techo es grumoso o con una especie de estriamiento. Esta unidad estromatolítica es recubierta por un intervalo, de aproximadamente 1,5 m. de potencia, de areniscas con estratificación cruzada en surco.

Construcciones algales con estas características son interpretadas por FREYTEM y PLAZIAT (1965) como depósitos desarrollados en canales con fuerte turbulencia (facies de oncolitos) y márgenes de canales someros y en calma (construcciones con geometría cilíndrica).

SLATER (1977) los interpreta como crecimientos estacionales de algas Cyanophytas en sectores marginales de canales en los que la velocidad del flujo es mínima.

La asociación vertical de facies antes descrita (conglomerados, oncolitos y nivel estromatolítico) representa pues, un decrecimiento en la energía de la corriente e implantación de condiciones adecuadas para el desarrollo algal, posiblemente favorecido por una época de estiaje, o bien, el desplazamiento del canal principal a un lugar próximo.

Las arenas con estratificación cruzada en surco indican el paso a condiciones más energéticas con una llegada masiva de detriticos que interrumpe bruscamente el desarrollo algal.

El hemicírculo superior de esta unidad, culmina con una sucesión de más de 200 m. de potencia, de conglomerados de cantos exclusivamente calizos, que en el sector del

Pantano de Las Torcas se reconocen con centilos de unos 40 cm. que excepcionalmente alcanzan 1 m., angulosos y subangulosos, con textura granosostenida y matriz lutítica.

Estos conglomerados se distribuyen en cuerpos de geometría tabular de 0,5 a 1,5 m. de potencia, o bien canaliforme laxa o laminar muy irregular, dispersos entre facies de lutitas. Se organizan en secuencias granocrecientes de varios metros de potencia, que a su vez integran megasecuencias también granocrecientes y estratocrecientes de unos 30 a 50 m.

Las características texturales y geométricas descritas en estos depósitos, son reflejo de que los materiales han sido transportados por flujos acuosos no canalizados (sheet flood) de muy alta energía que dan lugar a depósitos de mantos y lóbulos de gravas.

Estos depósitos son propios de sectores muy proximales de abanicos aluviales en los que el flujo deja de ser confinado y pierde competencia a la salida de los cañones, depositando de forma rápida los materiales más groseros en forma de manto. cuando disminuye la descarga, se produce una canalización muy somera de las corrientes y se forman depósitos de lóbulos de gravas sobre los mantos anteriores o aguas abajo de los mismos.

La evolución granocreciente de las secuencias menores, representa la implantación progresiva de facies proximales (mantos de gravas) sobre facies más distales con un desplazamiento brusco por fenómenos avulsivos. Reflejan la progradación de lóbulos de abanicos cuyas dimensiones deberían ser muy reducidas, a juzgar por los depósitos desarrollados en los mismos.

En las proximidades de Tosos (Tramos 37 y 38 del perfil nº 5) el hemiciclo superior de la unidad está constituido por conglomerados grises y lutitas anaranjadas. Los conglomerados son de cantos exclusivamente calizos, muy angulosos, con textura no granosostenida (matrix supported) y se presentan en cuerpos discontinuos, de 20 a 50 cm. de potencia, con bases planas, aislados entre lutitas. Estas son masivas y presentan cantos calizos dispersos.

Todas estas características son propias de depósitos de debris flow desarrollados en sectores proximales de abanicos aluviales.

Al Sur de Belchite (tramos 8 a 11 del perfil nº 11) el hemiciclo superior de la unidad acaba en un potente tramo canalizado de conglomerados masivos de cantes cuarcíticos y calizos, subredondeados, a veces imbricados, con matriz lutítica y arenosa escasa.

Sobre ellos se desarrollan brechas de cantes exclusivamente calizos, de unos 30 cm. de centílo, muy heterométrico y desorganizados, con textura granosostenida y matriz prácticamente ausente. En conjunto son masivas, si bien, se pueden individualizar estratos métricos integrados a su vez por unidades granodecrecientes de 0,20 a 1 m. de potencia y geometría tabular.

Las litofacies de conglomerados cuarcíticos presentan características propias de barras longitudinales desarrolladas en cursos fluviales.

Por otra parte, las características texturales y la morfología de los cantes que constituyen las brechas, indican un transporte muy corto mediante flujos acuosos de alta energía.

Se interpretan como mantos y láminas de brechas depositadas en sectores muy proximales de abanicos aluviales.

## RESUMEN

La evolución vertical positiva-negativa de esta unidad, responde a una evolución retrogradante-progradante del correspondiente dispositivo sedimentario en respuesta a una actividad tectónica desacelerada-acelerada sincrónica al depósito de la unidad.

El dispositivo sedimentario, está integrado por abanicos aluviales con áreas lacustre-palustre relacionadas. En el hemiciclo inferior de la unidad se reconoce dentro de las hojas los sectores medios y distales de tales abanicos, representados respectivamente por depósitos de cursos entrelazados con desarrollo de barras longitudinales y llanuras lutíticas con canales dispersos de baja sinuosidad.

Las variaciones de potencia y la distribución areal de las facies dentro de este

hemiciclo inferior indican la existencia de un alto de orientación aproximadamente E-O dentro de las hojas (anticlinal de Aguilón). Al Sur de este alto (Pantano de Las Torcas y Ermita de San Jorge) las paleocorrientes indican una procedencia del O NO y la composición de los cantes un área fuente paleozoica distante. Estos hechos, unidos a la ausencia de facies proximales, hace suponer que los abanicos poseyeron un desarrollo longitudinal importante.

Al Noreste del anticlinal de Aguilón, la composición de los cantes indica un área fuente mesozoica local, probablemente esta misma estructura.

En el hemiciclo superior de la unidad la sedimentación viene denominada por procesos de debris flow y de flujos acuosos no canalizados, correspondientes a sectores proximales de los abanicos. Las paleocorrientes medias y la composición progresivamente más calizas de los cantes reflejan un incremento de aportes procedentes del SSO a partir, por tanto de áreas fuente mesozóicas próximas.

Estas áreas fuente, de orientación aproximada E-O serían el margen septentrional de la Sierra de Herrera para el sector del Pantano de Las Torcas y el flanco N de anticlinal de Aguilón-Almonacid de la Cuba para el sector de Tosos y Sur de Belchite.

Por otra parte, los depósitos del techo de la unidad, aflorantes en el sector del pantano de Moneva, presentan una disposición geométrica en OFFLAP, que, junto con la evolución progradante del hemiciclo superior, pone de manifiesto la existencia de una actividad tectónica creciente sincrónica a la sedimentación del hemiciclo superior de la unidad. Tal actividad determina el desarrollo de estructuras anticlinales como la de Almonacid de la Cuba dando lugar a fenómenos locales de encajamiento de canales por antecedencia, lo que explica las facies particulares del techo de la unidad al Sur de Belchite, de carácter muy proximal y procedencia local.

Tales estructuras alcanzan su máximo desarrollo a techo de la unidad, con la implantación de frentes de cabalgamiento de orientación aproximada E-O, vergente al norte, que son fosilizados por la unidad suprayacente, siendo la respuesta a una fase de compresión de dirección aproximadamente N-S.

Un dispositivo tectosedimentario similar, es puesto de manifiesto por PARDO et al.

(1984) en la cuenca de Montalbán entre las U.T.S. T<sub>4</sub>/T<sub>5</sub> y por PEREZ et al. (1985) entre las unidades inferior y media definidas en el sector del Pantano de Las Torcas-Tosos.

Dada la proximidad de afloramientos con la unidad en estudio y el paralelismo en la evolución, podemos establecer la correlación entre unas y otras y aceptar el intervalo temporal de Oligoceno superior-Mioceno inferior, dado para la unidad T<sub>4</sub> en la cuenca de Montalbán.

### **UNIDAD TECTOSEDIMENTARIA T<sub>5</sub>**

Los depósitos atribuidos a esta unidad corresponden al borde meridional de la depresión del Ebro.

Está integrada por lutitas, conglomerados, areniscas, calizas y yesos.

Presenta potencias máximas de unos 200 m. y en la vertical consta de dos megasecuencias de evolución granodecreciente.

Aparece en discordancia angular sobre el Paleozóico, Mesozóico y las unidades terciarias infrayacentes. El límite superior es una discordancia cartográfica, localmente angular con la unidad suprayacente.

La parte superior de esta unidad, ha sido definida como "Unidad Media" por PEREZ et al. (1985) en el sector del Pantano de Las Torcas y datada como Aragoniense en base al yacimiento de Vertebrados de Villanueva de Huerva.

#### **Características sedimentológicas**

Debido a su extensión de afloramiento en el ámbito de las tres Hojas, se observan numerosos cambios laterales de facies, por tanto consideramos de interés realizar por separado el estudio sedimentológico de cada una de las megasecuencias que integran la unidad.

a) Megasecuencia inferior:

Ocupa la casi totalidad de la Hoja de Belchite, reconociéndose escasos afloramientos en la Hoja de Azuara. Su caracterización litológica se refleja en los perfiles nº 5 (Bco. de Muniesa), nº 6 (Moratilla), nº 7 (Pantano de Moneva), nº 8 (Aguas Vivas), nº 9 (Almonacid de la Cuba) y nº 11 (Belchite) todos ellos en la Hoja de Beltiche, así como un elevado número de observaciones puntuales entre Vinaceite y la Culta y en las provincias de Azuara.

Las litofacies presentes en esta unidad, así como las relaciones laterales existentes entre las mismas, evidencian una sedimentación en ambientes de abanicos aluviales conectados con amplias zonas de playa lake.

En el conjunto de las hojas afloran principalmente las facies distales de estos abanicos, reconociéndose facies proximales en los afloramientos próximos a los relieves jurásicos de Almonacid de la Cuba y la Cuesta Blanca.

. Facies proximales

Se localizan entre Belchite y Almonacid de la Cuba y en el borde Sur-occidental de la Hoja de Belchite.

En las primeras localidades citadas aparecen como conglomerados de cantos cuarcíticos (60-80%) y calizos, con centilos de 80 cm. en la base de la unidad y 20 cm. hacia techo, subredondeados, heterométricos, con textura granosostenida y matriz arenosa y lutítica.

En la base de la unidad aparecen en niveles de unos 2 m. de potencia separados por superficies erosivas, marcadamente canaliformes o planares, con canalizaciones de base. Son masivos o con estratificación cruzada en surco. Evolución granodecreciente e incluyen escasas intercalaciones arenosas de unos 30 cm. de potencia, con estratificación cruzada en surco.

Hacia techo de la unidad los niveles conglomeráticos se presentan como cuerpos tabulares de 50 y 20 cm. separados por superficies erosivas irregulares. Son masivos y

con imbricación de cantos del tipo a (t) b (i).

Las características texturales y geométricas son propias de depósitos dejados por cursos braided proximales. Las litofacies conglomeráticas descritas hacia la base de la unidad se corresponden con depósitos de relleno de canales conglomeráticos. Las litofacies arenosas, con estratificación cruzada en surcos, son debidas a la migración de megaripples, corresponden a periodos de disminución de la energía y representan el relleno y abandono gradual del sistema activo de canales.

Por otra parte, los conglomerados descritos hacia techo presentan características propias de barras longitudinales sin frentes de avalancha (ausencia de conglomerados con estratificación cruzada planar) y de bajo relieve, desarrollados igualmente dentro de sistemas braided pero de menor energía que los subyacentes.

En los afloramientos que la unidad presenta en el sector Sur-occidental de la Hoja de Belchite, las litofacies conglomeráticas están constituidas por cantos exclusivamente calizos, de unos 40 cm. de centílo, (ocasionalmente pueden alcanzar hasta 1,60 m.), heterométricos, subangulosos y con matriz arenosa escasa o ausente.

Son cuerpos de geometría tabular de 0,20 a 1,5 m. separados por superficies erosivas. Internamente son masivos con imbricación de cantos del tipo a (t) b (i), a veces presentan estratificación cruzada planar. Estos depósitos son igualmente interpretados como barras longitudinales, iniciándose un desarrollo de barras transversales, ambos tipos originadas en cursos torrenciales entrelazados.

- Facies medias:

Afloran en los alrededores de Belchite, al Oeste de Lécera y en el sector central de la hoja.

En la trinchera de la vía férrea desmantelada, al Sur de Belchite, afloran depósitos integrados por conglomerados, areniscas y lutitas.

Los conglomerados y areniscas aparecen en cuerpos de geometría tabular de 20 a 30 cm. de potencia, de base completamente plana. Los conglomerados son masivos y

pasan lateralmente y a techo areniscas masivas o con laminación horizontal. Sobre estos cuerpos se desarrollan tramos de lutitas anaranjadas de unos 15 cm. de potencia, los cuales pueden faltar apareciendo entonces varias unidades conglomeráticas o arenosas amalgamadas. También afloran depósitos con geometría canaliforme de 30 a 80 cm. de potencia y rellenos de conglomerados masivos.

Aguas abajo (proximidades de Belchite) se reconocen areniscas de grano grueso que presentan geometría tabular y se organizan en secuencias granodecrescentes. Estas secuencias se inician en una superficie erosiva jalonada por depósitos residuales conglomeráticos, sobre ellos se desarrolla el intervalo arenoso con potencias entre 10 y 30 cm. presentando laminación horizontal o inclinada de bajo ángulo. Culmina la secuencia con un intervalo lutítico de 5 a 15 cm. de potencia.

Se interpretan como depósitos de sheet-flood que resultan de la expansión del flujo aguas abajo de canales proximales.

- Facies distales:

Se reconocen en el sector central y oriental de la hoja de Belchite.

Están integradas por lutitas masivas de color rojo-anaranjado con abundantes nódulos carbonatados e intercalaciones de conglomerados y areniscas, así como niveles discontinuos de calizas y yesos.

Los conglomerados son muy escasos, presentan textura granosostenida y aparecen en unidades de geometría canaliforme de 0,5 a 1 m. de potencia, con estratificación cruzada en surco y granodecrecimiento.

Las areniscas son de color anaranjado y grano fino, muy cementadas, masivas o con laminación horizontal, aparecen en unidades métricas integradas a su vez por niveles de geometría tabular de 10 a 15 cm. de potencia.

Todas estas litofacies ocupan amplias extensiones de afloramiento en el ámbito de la hoja y representan la llanura aluvial lutítica desarrollada en los sectores distales de abanicos.

La sedimentación esencialmente terrígena que se desarrolla en el contexto de estas llanuras aluviales, estaría casi exclusivamente realizada por flujos acuosos en manto (sheet-floods) los cuales se caracterizan por su escasa profundidad y tendencia a perder paulatinamente competencia. Estos procesos dan lugar a los depósitos arenosos y lutíticos descritos.

Ocasionalmente la llanura aluvial es atravesada por corrientes más energéticas y canalizadas que originan los depósitos conglomeráticos con geometría canaliforme.

Los niveles evaporíticos descritos vienen a señalar el tránsito gradual a facies lacustres que describimos a continuación.

. Facies lacustres:

Afloran en el sector central y meridional de la hoja de Belchite, su caracterización litológica se recoge en los perfiles nº 6 (Moratilla) y nº 11 (Belchite).

En el perfil de Moratilla consisten en yesos masivos microcristalinos de color verde nodular con nódulos de yesos blanco o verde dispersos. En la base de algunos estratos se reconocen estructuras que recuerdan flute-casts.

Estas litofacies son originadas en áreas lacustres marginales en las que la retracción de la lámina de agua por evaporación intensa, da lugar a la formación de las litofacies evaporíticas.

En los afloramientos que esta unidad presenta adosados al Jurásico al Sur de Belchite (tramo 19, perfil nº 11), se reconocen alternancias de calizas margosas, limos arenosos, margas y arcillas rojas.

Se organizan en secuencias estratocrecientes de 3 a 1,5 m. de potencia. Se inician por un nivel lutítico-arenoso de 1,70 a 0,60 m. con laminación horizontal a veces fuertemente convolucionada, sobre el aparecen calizas margosas en estratos irregulares de unos 20 cm. de potencia con laminación horizontal u ondulada de posible origen algal. A techo la secuencia presenta una superficie nodulizada y

brechificada.

Estas secuencias son generadas en zonas lacustres marginales con recargas periódicas de agua favorecidas por la proximidad a los paleorelieves de materiales jurásicos. Concluyen con periodos de desecación y/o bioturbación que dan lugar a la brechificación observada a techo de las secuencias.

b) Megasecuencias superior:

Aflora en la unidad Nor-oriental de la Hoja de Moyuela, mitad Norte y Oriental de la Hoja de Azuara y en el sector occidental de la Hoja de Belchite.

Su caracterización litológica se recoge en los perfiles nº 12 (Plenas) y 14 (Villar de los Navarros) de la hoja de Moyuela. Perfiles nº 9 (Eras de Tosos) nº 10 (Allueva), nº 7 (Bco. del Santo), nº 6 (Aguilón) y nº 11 (Azuara) de la hoja de Azuara, y perfiles nº 8 (Aguas Vivas) de la hoja de Belchite.

Aparece en ONLAP sobre la megasecuencia inferior y sobre el Jurásico.

La sedimentología de esta unidad ha sido atribuida por PEREZ et al. (Op. cit.) en el sector del Pantano de Las Torcas a ambientes de abanicos aluviales.

En el conjunto de estas hojas tenemos representados las facies proximales, medias y distales de estos abanicos, así como sus relaciones con sistemas lacustres.

Para una mayor claridad en la exposición procederemos a su estudio por separado.

• Facies proximales

Afloran en el Pantano de Las Torcas, integradas por conglomerados de color gris constituidos por cantos y bloques de calizas (95%) y cuarcíticos, con centímetros de unos 90 cm., subangulosos y subredondeados, muy heterométricos y con matriz arcillosa escasa o ausente.

En Aguilón y Tosos, estas facies están formadas por cantos cuarcíticos (80-90%) y

escasos cantos calizos, con centilos de unos 75 cm., muy angulosos y de baja esfericidad, con abundante matriz limosa y cementación variable, en ocasiones escasa o nula.

En ambos casos tienen textura granosostenida, se presentan masivos, muy desorganizados, reconociéndose como cuerpos de más de 1 m. separados por superficies erosivas planares o irregulares.

Pueden existir intercalaciones lutíticas con cantos dispersos y también niveles centimétricos de origen edáfico cementado el techo de los depósitos conglomeráticos.

Las características texturales de esta facies, son reflejo de que los materiales han sido transportados por flujos acuosos de muy alta energía, dando lugar a depósitos de flash flood.

Facies conglomeráticas semejantes han sido descritas por MIALL (1979); McGOWEN y GROAT (1971) y BOOTHROYD y ASHLEY (1975) en áreas proximales de abanicos aluviales.

Las intercalaciones lutíticas pueden reflejar variaciones energéticas en las condiciones del flujo, o sectores inactivos del sistema.

El desarrollo de niveles de caliche, evidencia igualmente sectores inactivos con periodos de no sedimentación detrítica.

Las paleocorrientes medidas ponen de manifiesto un área fuente situada al Sur del Pantano de Las Torcas, es decir, la actual Sierra de Herrera.

Adosados al margen Septentrional de la Cordillera Ibérica, en el sector comprendido entre Herrera de los Navarros y Moyuela, se reconocen igualmente facies conglomeráticas que se caracterizan por presentar centilos que varían desde 60 cm. hacia la base de la unidad a 10 cm. a techo. La morfología de los cantos es de subangulosa y subredondeados, la textura granosostenida y la matriz arenosa o lutítica.

Aparecen en tramos 1 a 14 m. de potencia separados por tramos lutíticos que hacia la base de la unidad presentan potencias entre 0,7 y 3 m. mientras que a techo superan los 7 m. Estas lutitas son masivas y en ocasiones presentan un desarrollo importante de nódulos carbonatados que evidencian procesos edáficos.

Los tramos conglomeráticos están organizados a su vez en cuerpos menores de 0,5 a 2 m. de potencia separados por superficies erosivas irregulares, masivos o con imbricación de cantes o bien con estratificación cruzada en surco. La geometría de los tramos puede ser tabular o canaliforme, correspondiendo, en cada caso, la misma geometría a los cuerpos menores que los integran.

Las litofacies arenosas son muy escasas y presentan potencias de 0,5 a 1 m. apareciendo a techo de los niveles conglomeráticos o aislados entre la lutita. Son masivas o con estratificación cruzada en surco, y pueden presentar bioturbación.

Las características texturales y geométricas de las litofacies conglomeráticas responden a flujos tractivos canalizados que transportaban elevada carga de sedimentos.

Los depósitos son referibles a barras longitudinales (facies de conglomerados masivos tabulares) o a depósitos de canales (facies de conglomerados y areniscas con estratificación cruzada en surco) (Fig. 5).

La asociación, tanto lateral como vertical, con las litofacies lutíticas antes descritas, nos sitúa ante sistemas de abanicos aluviales en los que los depósitos conglomeráticos representan el sector activo de la red de canales, mientras que las litofacies lutíticas responden a la llanura de inundación de tales sistemas de canales, que solo son cubiertas en los períodos de inundación máxima.

En los depósitos que la unidad presenta en este sector se individualizan el menos dos sistemas aluviales, el más importante procede, según el sentido de las paleocorrientes y distribución de facies, de la Sierra de Herrera: Petrográficamente consisten en cantes cuarcíticos en un 60-70% y el resto calizos, se reconocen sus facies proximales en los alrededores de Villa de los Navarros. El otro sistema, de dimensiones más reducidas procede de los relieves jurásicos situados al Sur y Este de la hoja,

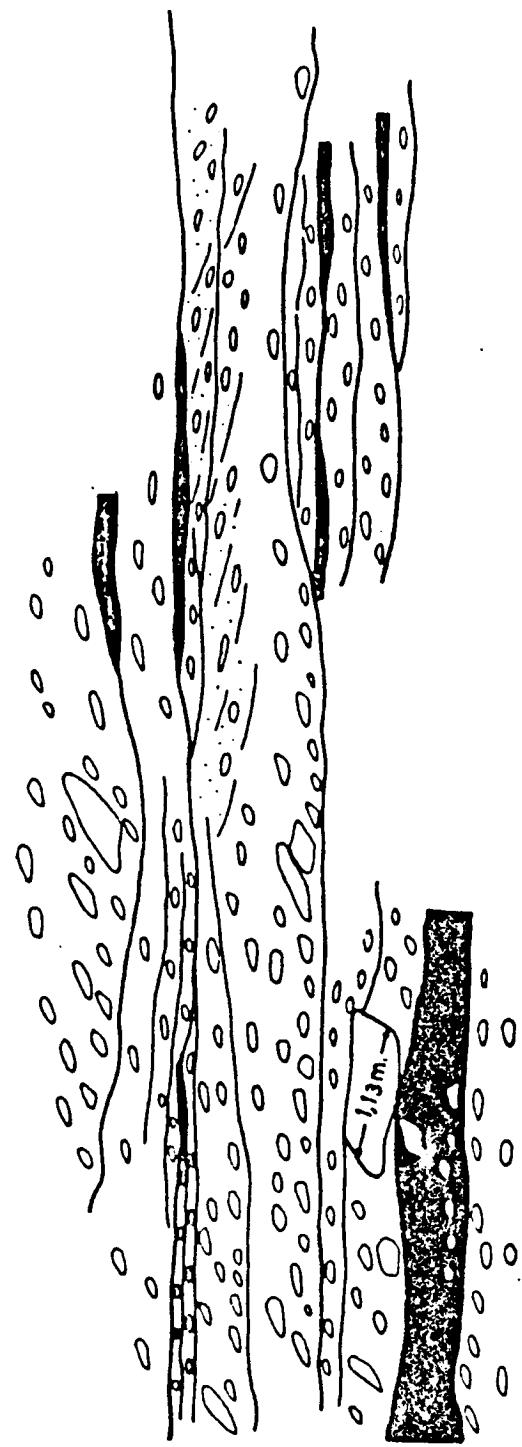


Fig. .

Depósitos de la U.T.S. T<sub>5</sub>. Geometría tabular con imbricación de cantos del tipo a(t) b (i).

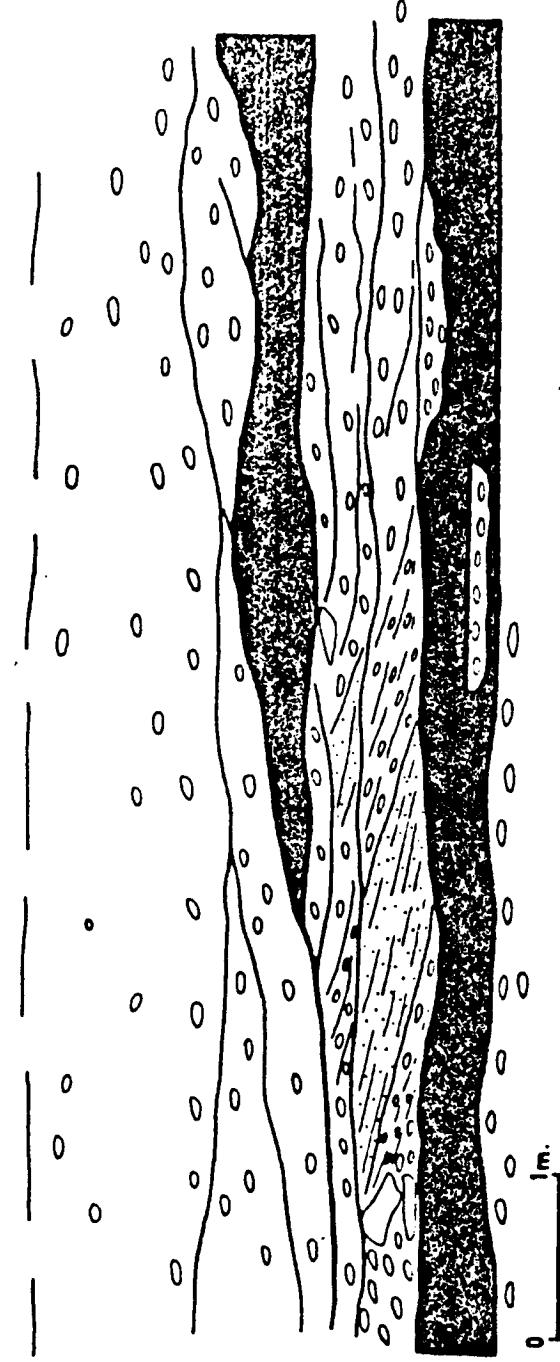


Fig.

Depósitos de la U.T.S. T<sub>5</sub>. Geometría tabular con estratificación cruzada planar.

constituido petrográficamente por cantos calizos exclusivamente, se localiza entre Plenas y Moyuela, reconociéndose sus facies medias y distales al Norte de esta última localidad.

. Facies medias:

Agloran principalmente en todo el cuadrante Sur-oriental de la Hoja de Azuara. Están integradas por litofacies conglomeráticas y lutíticas.

La composición de los conglomerados (cantos calizos y cuarcíticos) varía en función de su procedencia (Paleozóico de la Sierra de Herrera o relieves jurásicos situados al Sur y Sureste). Así en las Venta de Herrera son cantos dominanteamente cuarcíticos, muy angulosos; mientras que en los sectores de Galán y El Pozo, situados al SE de la Hoja son cantos casi exclusivamente calizos.

En todos los casos son conglomerados con textura granosostenida, matriz arenosa escasa, presentándose los cantos subangulosos y subredondeados y con centímetros entre 20 y 30 cm.

Las condiciones de afloramiento son muy deficientes, si bien al Sur de Azuara se describen unidades conglomeráticas de geometría canaliforme de 0,70 a 1,5 m. de potencia y 2,5 m. de amplitud que aparecen aislados entre la lutita, o bien, formando unidades tabulares originadas por la coalescencia de varios cuerpos individuales separados por superficies erosivas canaliformes (Fig. 6).

Son conglomerados masivos o con estratificación cruzada en surco.

Las lutitas son masivas y en ocasiones aparecen entre ellas niveles conglomeráticos discontinuos de 10 a 20 cm. de potencia.

Es de destacar la existencia entre estos depósitos de un nivel de caliche de más de 2 m. de potencia. Se trata de una costra de color blanco amarillento que hacia la base se presenta algo pulverulenta y con cantos dispersos y a techo pasa a ser nodulosa o laminada.

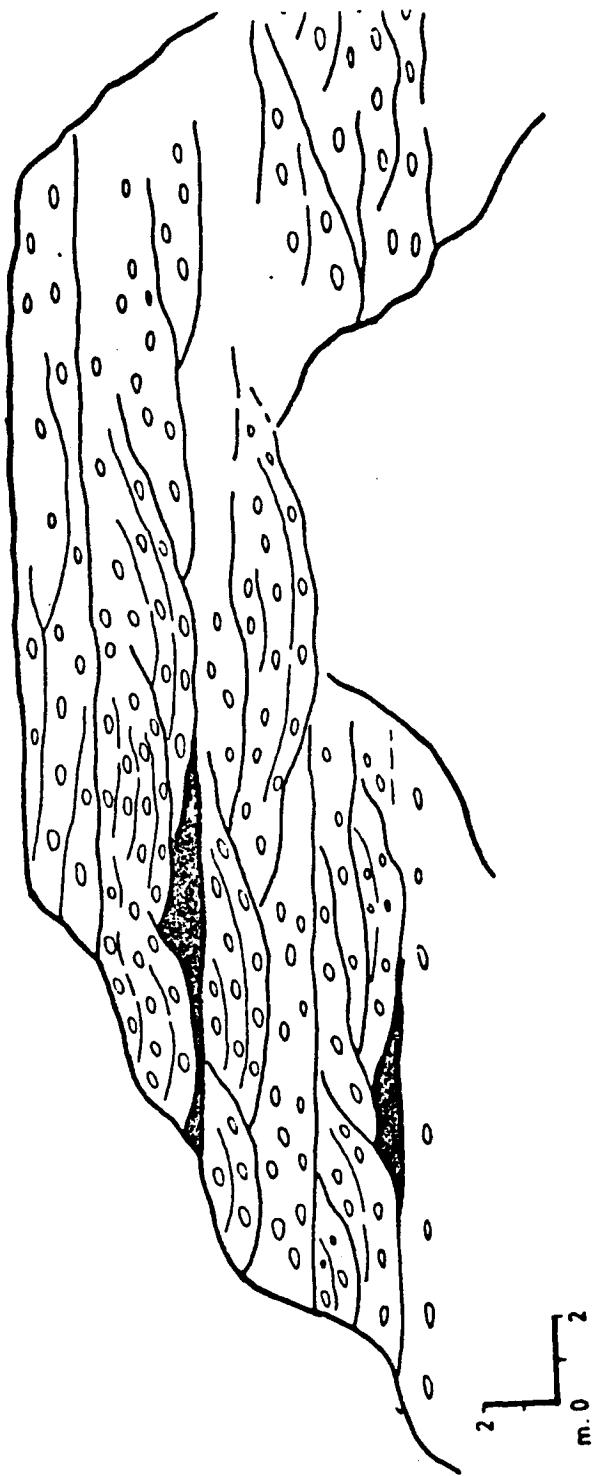


Fig.

Depósitos conglomeráticos de la U.T.S. T<sub>5</sub> en facies proximal.

Los depósitos de conglomerados se interpretan como un sistema de canales que transportaba elevada carga de sedimento, excesiva para su capacidad, lo que determina su rápido relleno y la excavación de otro nuevo sistema sobre el anterior. El resultado es una rápida agradación que favorece el desplazamiento lateral, dando lugar a las unidades conglomeráticas con geometría tabular antes descrita. BLUCK (1967) y STEEL (1974) describen depósitos antiguos semejantes, interpretándolos como "Braided stream".

Los cuerpos canaliformes aislados entre la lutita reflejan una red de canales menos densa y representan el paso lateral a las facies distales de los abanicos.

• Facies distales y lacustres:

Afloran exclusivamente en el extremo Nor-oriental de la Hoja de Azuara y en el sector occidental de la Hoja de Belchite.

Están integradas por lutitas rojas que presentan intercalaciones de niveles discontinuos de lutitas carbonatadas de color ocre.

En la región NE de la Hoja de Azuara aparecen como una alternancia de arcillas rojas y ocres, margas grises y verdes y niveles de caliza margosa de color blanco-grisáceo que contienen gasterópodos huellas de bioturbación posiblemente debida a raíces y desarrollo importante de laminaciones algales.

Estas características son propias de lagos poco profundos con sedimentación carbonatada y variaciones periódicas del nivel de las aguas dando lugar a un amplio desarrollo de áreas palustres.

Sobre las litofacies conglomeráticas que afloran al Sur de Samper de Salz se desarrolla un importante tramo de lutitas anaranjadas que presentan intercalaciones margosas. La unidad culmina con una alternancia de arcillas rojas, margas grises y calizas margosas.

Las calizas son dominantes a techo, aparecen en estratos centimétricos con laminación horizontal y formas onduladas atribuibles a ripples. Presentan

intercalaciones arenosas de color marrón con laminación cruzada y ripples simétricos de crestas rectilíneas de 2 cm. de altura y 5 cm. de longitud de onda. En los valles de estos ripples se deposita margas constituyendo una estratificación tipo flaser. Las calizas aparecen a veces bioturbadas.

Las litofacies carbonatadas y arenosas con ripples evidencian depósitos lacustres marginales afectados por una dinámica de oleaje.

Las litofacies de lutitas rojas representan la llanura de barro que bordea tales áreas lacustres. Estas lutitas son transportadas como material en suspensión por flujos acuosos laminares de baja energía.

Al Sur de Lécera, afloran margas y calizas que se describen como micritas y esparitas con restos de dolomitizaciones y crecimientos de silex. La micrita aparece en bandas subparalelas a la estratificación y presenta dentro de ella recristalizaciones de esparita orientadas perpendiculares a las bandas de micrita, desarrollándose en el techo de las mismas niveles de silex.

En sección pulida y muestra de mano se observan formas lenticulares atribuibles a pseudomorfos de yeso que aparecen calcificados y silicificados. Representan áreas lacustres muy someras que se veían sometidas a desecaciones periódicas.

## RESUMEN

A la vista de estos datos se puede resumir que las facies proximales y medias de estos sistemas aluviales, se localizan en el sector meridional y occidental de las hojas de Moyuela y Azuara.

Estas caracterizadas por procesos de flujos acuosos que transcurren por canales entrelazados dando lugar a depósitos de barras longitudinales y depósitos de relleno de canales conglomeráticos. Aguas abajo estos flujos dejan de ser confinados y en los sectores medios se reconocen depósitos conglomeráticos y arenosos originados por procesos de sheet-flood.

Las paleocorrientes medidas ponen de manifiesto aportes de Oeste para los sistemas

que petrográficamente están constituidos por cantos calizos y cuarcíticos, evidenciando un área fuente distal (Sierra de Herrera) y aportes locales del Sur para los sistemas constituidos exclusivamente por cantos calizos (Sierra de los Arcos y de Monforte de Moyuela).

Las facies distales de estos sistemas aparecen en la región Norte y Oriental de las Hojas de Azuara y Belchite, acorde con el sentido de paleocorrientes medido. Son extensas llanuras lúfticas, ocasionalmente atravesadas por flujos acuosos canalizados relacionados lateralmente con depósitos lacustres marginales donde tiene lugar la precipitación de carbonatos y yesos.

La superposición en la vertical de facies distales sobre los depósitos proximales, refleja la retrogradación del correspondiente dispositivo sedimentario.

#### UNIDAD TECTOSEDIMENTARIA T<sub>6</sub>:

Presenta floramientos muy reducidos, localizados en el extremo más Nor-occidental de la Hoja de Azuara y al Norte de la localidad de Moyuela.

Aparece representada en el perfil nº 15 de la Hoja de Moyuela y en el perfil nº 12 de Azuara. Se han reconocido potencias de unos 40 m. La litología dominante son calcarenitas blancas con niveles de conglomerados de cantos cuarcíticos muy redondeados e intercalaciones de brechas de cantos calizos.

Se sitúa en discordancia sobre el Mesozoico y las unidades terciarias más inferiores. Siendo recubierta por depósitos atribuidos a pliocuaternario.

Se corresponde con la unidad de PEREZ et al. (1985) denominan "Unidad Superior" atribuyéndole una edad de Aragoniense superior-Turoliense?.

En esta unidad se han reconocido restos de Charáceas tales como Chara aff. rochettiana, Cardona aff. mérica y Cardona sp.; Gasterópodos del género Planorbis, Helix y Hydrobia; Foraminíferos (Ammonia Beccarii tépida); así como Ostrácodos, restos de peces y huesos de Vertebrados.

### **Características sedimentológicas:**

Se inicia la unidad con depósitos conglomeráticos y lutíticos.

Los conglomerados son de color gris y están constituidos por cantos calizos (95%) subredondeados, de unos 20 cm. de centímetro, textura granoostenida, y con matriz arenosa escasa o ausente. Geometría canaliforme en cuerpos de 0,5 a 2,5 m. de potencia y de 1 a varios metros de amplitud. En el techo de estos canales se desarrolla un nivel carbonatado de unos 10 cm. de potencia con laminaciones onduladas de origen algal, lateralmente estos conglomerados están relacionados con litofacies lutíticas con bioturbación y desarrollo importantes de nódulos carbonatados.

Este conjunto se puede interpretar como una llanura lutítica atravesada por canales dispersos.

Sobre ellos se desarrolla un intervalo lutítico (arcilloso y margoso) de color blanco-verdoso y negro, con abundantes acumulaciones de fragmentos de gasterópodos, huesos de vertebrados, charáceas, ostrácodos y foraminíferos, así como bitoturbación por raíces.

Se interpreta como depósito en áreas marginales lacustres con abundante vegetación.

La unidad continúa con un importante desarrollo de calcarenitas de color amarillo y calcirruditas bioclásticas blancas.

Las calcerenitas aparecen en niveles de 2 a 15 cm. de potencia. Presentan laminaciones horizontales, ripples de oscilación, ripples agradacionales, estructuras de carga, así como megaflaser y posibles estratificaciones tipo Hummocky; bioturbación por raíces y pistas de gusanos. Alternando con las areniscas se describen lutitas laminadas de color negro y amarillo.

Las litofacies descritas como calcirruditas bioclásticas presentan estratificación irregular, a veces con geometrías lenticulares o plano-convexas, y aparecen en intervalos métricos integrados a su vez por unidades de unos 0,50 m. de potencia. Internamente presentan laminación inclinada de bajo ángulo.

En el sector de la Ermita de la Magdalena, la unidad presenta un tramo intermedio integrado por margas grises y negras con restos de peces, charáceas y foraminíferos.

En este mismo lugar la unidad culmina con un intervalo de calcarenitas amarillas con intercalaciones de calizas con Gasterópodos. Presentan laminación horizontal, laminación inclinada y ripples de oscilación.

Las estructuras reconocidas indican condiciones alternantes de flujos muy energéticos y períodos de baja energía, con una organización que, en ocasiones, puede referirse a turbiditas.

El conjunto de litofacies de calcerenitas y calcirruditas se interpreta como la sedimentación en un medio lacustre con una dinámica muy acusada de oleaje.

## BIBLIOGRAFIA

ADROVER, R.; FEIST, M.; HUGUENEY, M.; MEIN, P.; MOISSENET, E. (1982).- L'age et la mise en relief de la formation detritique culminante de la Sierra Pelarda (Prov. Teruel, Espagne).- C.R. Acad. Sc. Paris, 295, 231-236.

ALLEN, J.R.L. (1964).- Studies in fluvialite sedimentation: six ciclotemes from the Lower Old Red Sandstone. Anglo welsh Basin.- Sedimentology, 3 (3): 163-198.

BLUCK, B.J. (1967).- Deposition of some Upper Old Red Sandstone conglomerates in the Clyde area: A study in the significance of bedding.- Scott. J. Geol., 3: 140-167.

BOOTHROYD, J.C. and ASHLEY, G.M. (1975).- Precess, bar morphology and sedimentary structures on braided outwash fans, northeastern Gulf of Alaska.- In: JOPLING, A.V. and McDONALD, B.C. (eds): Glaciofluvial and Glaciolacustre sedimentation.- S.E.P.M. Spec. Publ. 23: 193-222.

EYNON, G. and WALKER, R.G. (1974).- Facies relationships in Pleistocene outwash gravels, southern Ontario: a model for bar growth in braided rivers.- Sedimentology, 21: 43-70.

FREYTET, P. (1984).- Les Sediments lacustres carbonates et leurs transformations per émersion et pédogenèse. Importance de leurs identification pour les reconstructions paleogeografphiques.- Bull. Centre Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine, 8 (1): 223-241.

FREYTET, P. y PLAZIAT, J.C. (1965).- Importance des constructions algaires dues a des Cyanophycées dans les formations continentales du Crétacé supérieur et de l'Eocene du Languedoc.- Bull. Soc. Geol. Fr. 7em. Serie 7: 679-694.

FREYTET, P. y PLAZIAT, J.C. (1982).- Continental carbonate sedimentation and Pedogenesis. Late Cretaceous and Early Tertiary of Southern France.- Contributions to Sedimentology, nº 12, 213 pp.

GONZALEZ, A.; PARDO, G.; VILLENA, J. y PEREZ, A. (1984).- Estratigrafía y Sedimentología del Terciario de la Cubeta de Alloza (Prov. Teruel).- Bol. Geol. Min. 95:407-428.

McGOWEN, J.M. and GARNER, L.E. (1970).- Physiographic features and stratification types of coarse-grained point-bars: modern and ancient examples.- Sedimentology, 14 (1/2): 77-111.

McGOWEN, J.M. y GROAT, C.G. (1971).- Van Horn Sandstone, west Texas: an alluvial fan model for mineral exploration. Of economic Geology, the University of Texas at Austin.- Report of Investigations, 72, 57 pp.

PARDO; G.; VILLENA, J.; PEREZ, A. y GONZALEZ, A. (1984).- El Paleógeno en los márgenes del umbral de Montalbán: relación tectónica-sedimentación.- Publicaciones de Geología, Universidad de Barcelona, 20:355-363.

PEREZ, A.; PARDO, G.; VILLENA, J. y GONZALEZ, A. (1983).- Estratigrafía y Sedimentología del Paleógeno de la cubeta de Montalbán (Teruel).- Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.) 81 (3-4):197-223.

PEREZ, A.; AZANZA, B.; CUENCA, G.; PARDO, G. y VILLENA, J. (1965) Nuevos datos estratigráficos y paleontológicos sobre el Terciario del borde Meridional de la Depresión del Ebro (prov. Zaragoza).- Estudios Geol. 41 (5-6):405-411.

SLATER, M.J. (1977).- The Oligo-Mioceno fluvial molasse sediments of the northern Ebro Basin, Spain.- Tesis Universidad de Cambridge, 157 pp.

STEEL, R.J. (1974).- New Red Sandstone flood plain and piedmont sedimentation in the Hebridean province, Scotland.- J. Sedimen. Petrol., 44: 336-357.