



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

BURGOS

HOJA Nº (200)-19/10

INFORME SEDIMENTOLÓGICO  
(MEMORIA)



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

## I N D I C E

	<u>Página</u>
1 INTRODUCCION .....	1
2 MESOZOICO .....	3
2.1 FACIES PURBECK. MALM-VALANGENIENSE .....	4
2.2 FACIES WEALD (VALANGINIENSE-APTIENSE INFERIOR) .....	4
2.3 FACIES UTRILLAS .....	6
2.4 CRETACICO SUPERIOR .....	7
3 Terciario .....	14
3.1 OLIGOCENO .....	14
3.2 MIOCENO .....	15
3.2.1 INTRODUCCION .....	15
3.2.2 DESCRIPCION DE FACIES .....	16
FACIES ALUVIALES .....	16
FACIES FLUVIALES .....	20
FACIES CHARCUSTRES .....	29
FACIES LACUSTRES .....	31
FACIES DELTAICAS .....	33
FACIES LACUSTRES MARGINALES-PALUSTRES .....	35
FACIES LACUSTRES PROXIMALES .....	37
FACIES LACUSTRES DISTALES .....	40
FACIES LACUSTRES SALINAS .....	41
3.2.3 ANALISIS SECUENCIAL .....	42
4 CARACTERIZACION DE FACIES .....	50

## 1 INTRODUCCION

El presente informe se incluye en la información complementaria de la Hoja y ha sido elaborado en base a los datos recogidos en la documentación bibliográfica previa, al trabajo realizado en campo, y la elaboración posterior de los mismos en gabinete.

El trabajo de campo ha consistido básicamente en el levantamiento de columnas estratigráficas en las que se han tomado los siguientes datos: Espesor y litología de los litosomas, tipos de contactos, estructuras sedimentarias, fauna y flora macroscópicas, estructuras orgánicas y morfología de los cuerpos sedimentarios. Estos datos se han tomado a su vez en afloramientos puntuales significativos que por limitaciones de afloramientos no permiten el levantamiento de columnas completas.

El presente Informe consta de una caracterización e interpretación de las facies sedimentarias y posterior análisis secuencial de las distintas unidades en base a criterios de la estratigrafía moderna.

Viene acompañado por 23 series estratigráficas de detalle representadas a doble columna y en las que figuran todos los datos recogidos en el campo. Dos de estas columnas corresponden a materiales mesozoicos y se presentan a escala 1:500. Las 21 columnas restantes caracterizan los depósitos miocenos y han sido representadas a escala 1:100.

La caracterización de facies incluye una serie de figuras sintéticas que representan las distintas asociaciones de facies y ciclos sedimentarios menores. Para el Mioceno se presentan unos cuadros en los que figura una relación de facies, estructuras sedimentarias e interpretación de las mismas.

El análisis secuencial se complementa con tres columnas sintéticas en las que se diferencian las distintas unidades deposicionales.

## 2 MESOZOICO

Los materiales que se describen pertenecen en su mayor parte a la Cordillera Cantábrica y afloran en el sector nororiental de la hoja. En la parte suroriental se encuentra la Sierra de Atapuerca, donde aflora parte del Jurásico y Cretácico constituyendo una prolongación de la Cordillera Ibérica.

El Mesozoico de la Cordillera Cantábrica abarca en esta hoja desde las Facies Weald hasta el Santoniense. Las facies Weald están formadas por depósitos canalizados pertenecientes a sistemas fluvialuviales. Se superponen discordantemente las facies Utrillas de edad Aptiense superior-Albiense compuestas por canales "braided" amalgamados de arenas caoliníferas. El Cenomaniense está representado por margas, calizas, calizas arenosas y calcarenitas que se enmarcan en un contexto de plataforma mixta somera. El resto del Cretácico superior está constituido por dos barras calcáreas separadas por un tramo margoso.

Los materiales mesozoicos en la Sierra de Atapuerca se encuentran comprendidos entre el Malm-Valangeniense en facies Purbeck y el Cenomaniense-Turonense, faltando las facies Weald.

### **2.1 FACIES PURBECK: MALM-VALANGENIENSE**

En el núcleo de un sinclinal fallado en la Sierra de Atapuerca afloran arcillas rojas y un tramo dolomítico a techo. La pésima calidad de los afloramientos y la intensa deformación tectónica de estos materiales impide realizar observaciones sedimentológicas de mayor detalle y calcular con precisión los espesores. Se han asignado provisionalmente a las facies Purbeck. No se descarta que las arcillas rojas puedan corresponder al Keuper y las dolomías al Lías inferior. No se han encontrado sin embargo cristales de cuarzo bipiramidal ni yesos en las arcillas rojas, que permiten realizar esta última asimilación. Por otra parte, el estudio del tramo carbonatado tampoco ha ofrecido ningún dato paleontológico debido a la dolomitización. Las facies Purbeck que afloran en las hojas de Villadiego y Prádanos de Ojeda se enmarcan en ambientes aluviales, a lacustres. Las arcillas rojas pertenecerían, por tanto, a llanuras de inundación de sistemas aluviales e incluso a medios palustres y los carbonatados se enclavarían en un contexto lacustre.

### **2.2 FACIES WEALD (VALANGINIENSE-APTIENSE INFERIOR)**

El único afloramiento de facies Weald se encuentra al Norte de Robredo-Temiño. En él, afloran areniscas y conglomerados cuarcíticos.

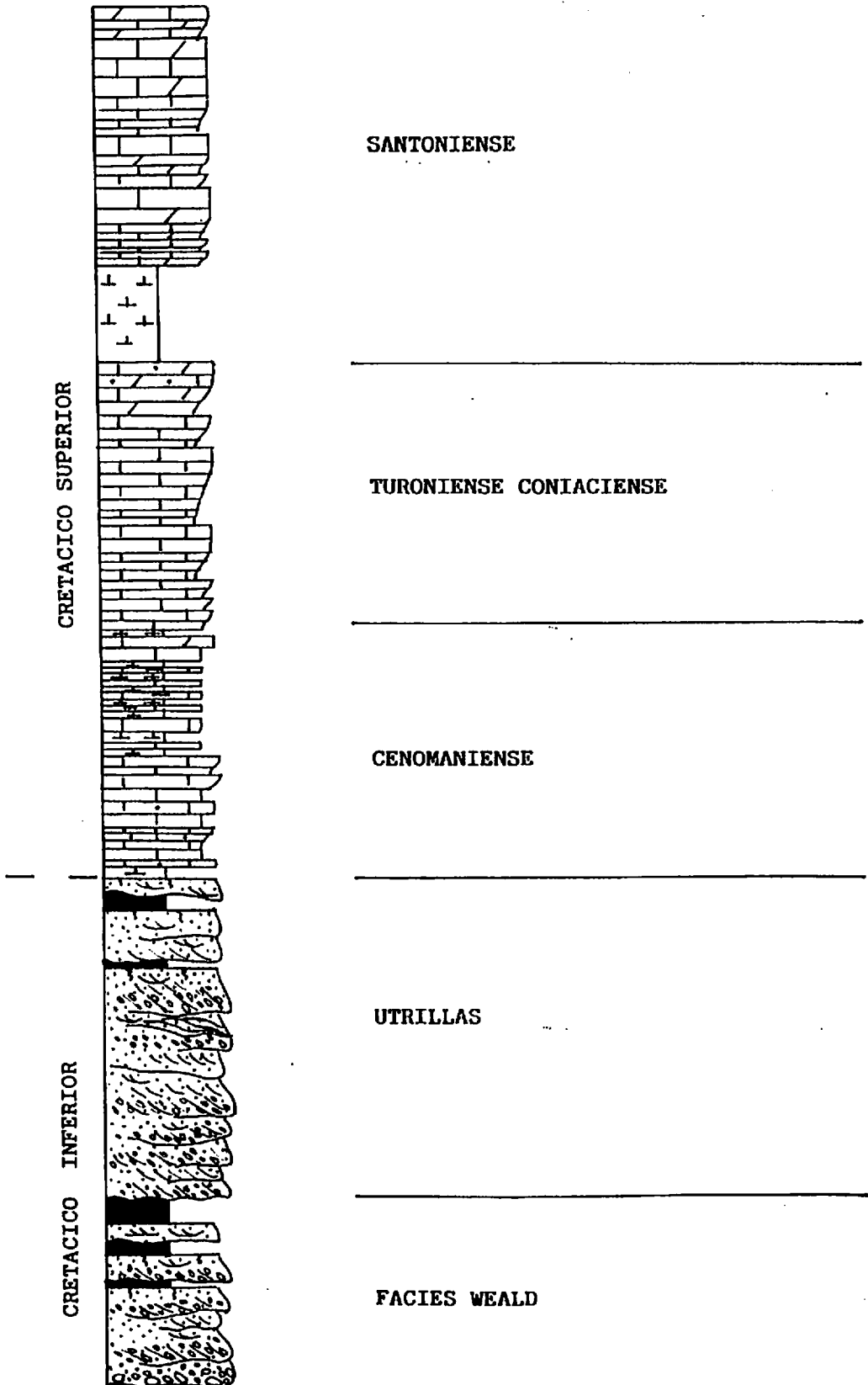


Fig. 1 Columna sintética del Mesozoico en la Hoja de Burgos.

Los cantos son predominantemente de cuarzo con alto grado de esfericidad y diámetros máximos comprendidos entre 2 y 8 cm. La matriz es bastante caolinífera y el grado de cementación bajo a medio. Presentan una tonalidad roja a amarillenta. Las estructuras sedimentarias son estratificación cruzada planar y en surco, y superficies erosivas separando los distintos "sets" y "cosets". La mala calidad de afloramiento no permite emitir un diagnóstico seguro respecto a la configuración de los canales, se propone, no obstante, una tendencia a organizarse en cursos "braided".

La potencia del Weald en este punto sobrepasa los 80 m. Esta unidad se interpreta como un sistema fluvial "braided", fuertemente energético y relativamente cercano al área fuente.

### 2.3 FACIES UTRILLAS

Litológicamente se componen de conglomerados cuarcíticos, arenas y en baja proporción limos rojos y versicolores. Los cantos de los conglomerados son predominantemente de cuarzo, están bien rodados y presentan un alto grado de esfericidad, sus diámetros oscilan entre 1 y 10 cm, siendo la selección medianamente buena. Un rasgo característico tanto en los conglomerados, como en las arenas es el carácter caolinífero de la matriz que les confiere una tonalidad blanquecina a amarillenta y el bajo grado de cementación. Los conglomerados y arenas se organizan en secuencias positivas de relleno de canal, configuradas por "sets" tabulares de estratificación cruzada, y, en caso de preservarse, "cosets" de estratificación cruzada de surco a techo. Son frecuentes



los cambios de orientación de las láminas de avalancha en los "sets" tabulares, así como las cicatrices erosivas limitando los distintos "sets" y "cosets". La edad de esta formación es Aptiense superior Albiense.

El conjunto se enmarca en un medio claramente fluvial. La presencia de "sets" tabulares amalgamados, la incisión de canales sobre las barras y la presencia de canales imbricados son criterios definitivos para asignar una configuración "braided" a los paleocauces. Las facies limosas pertenecen a una llanura de inundación debilmente vegetada y donde podrían desarrollarse pequeños encharcamientos de duración efímera.

Las Facies Utrillas se encuentran tanto en la Sierra de Atapuerca, donde son aprovechadas como canteras, como en los afloramientos de la Cordillera Cantábrica a pie de las mesas de Cretácico superior.

Las paleocorrientes se dirigen mayoritariamente hacia el NW. Su potencia oscila entre 60 y 100 m.

#### **2.4 CRETACICO SUPERIOR**

Se distinguen cuatro unidades en base a las diferencias litológicas y sedimentológicas que presentan entre sí.

La primera de las unidades es de edad Cenomaniense y está compuesta, predominantemente, por calizas nodulosas en ocasiones y margosas en

menor proporción, margas, más abundantes en la parte alta, calizas arenosas y calcarenitas. Las calizas nodulosas presentan texturas "wackestone", gran cantidad de bioclastos, peloides y escasos intraclastos y granos de cuarzo. El aspecto noduloso se debe a procesos de bioturbación intensa. Las margas son de colores beige, grises en corte fresco, se encuentran fuertemente bioturbadas. Las calizas arenosas y calcarenitas presentan texturas "packestone" y "grainstone" con cemento espáritico. Contienen abundantes bioclastos e intraclastos, granos de cuarzo dispersos y peloides.

Esta unidad se enmarca en un ambiente marino litoral de energía media. La presencia de componentes siliciclásticos procede de aportes deltaicos esporádicos. La ausencia de asociaciones de facies claramente siliciclásticas indica un contexto interdeltáico relativamente desconectado de los aparatos estuarinos principales.

Esta unidad es muy fosilífera, incluye ostreidos y otros bivalvos, equínidos, briozoos y miliólidos. Su potencia llega a superar a los 100 m.

La segunda unidad, aflora ampliamente en la Sierra de Atapuerca y constituye la primera gran barra calcárea del Cretácico superior. Forma el primer resalte morfológico de la mayoría de las mesas en el dominio Mesozoico de la parte meridional de la Cordillera Cantábrica. Está compuesta por calizas, en ocasiones dolomíticas, configurando ciclos negativos de potencia comprendida entre 1 y 7 m compuestos por calizas nodulosas con contactos ondulados en la base que pasan en vertical a

bancos masivos de calizas de miliólidos con estratificación cruzada de media y gran escala. Texturalmente, las calizas nodulosas, corresponden a "wackestones" bioclásticos con abundantes intraclastos y "pellets". Los términos superiores de los ciclos están formados por "grainstones-packstones" con cemento esparítico siendo los miliólidos los componentes principales. La estratificación nodulosa está producida por un elevado grado de bioturbación, la estratificación ondulada se asocia a estructuras producidas por tormentas y en los términos superiores pueden preservarse morfologías de barras amalgamadas. A techo de los ciclos se desarrollan superficies ferruginosas. Los ciclos negativos se interpretan como ciclos de somerización característicos de "shoals". El límite con la unidad inferior no puede precisarse con exactitud dado el carácter transicional del contacto. En la Sierra de Atapuerca puede superar los 100 m de potencia, en los afloramientos de la Cordillera Cantábrica sobrepasa los 80 m. Se considera de edad Turoniense-Conaciense.

El Santoniense aflora exclusivamente en el extremo nororiental de la hoja.

Está compuesto por dos unidades que presentan entre sí notables diferencias litológicas y sedimentológicas. Se diferencia un tramo inferior margoso y un potente tramo superior calcáreo que forma el segundo resalte de las mesas.

El tramo inferior tiene una potencia que oscila entre 30 y 40 m. Está formado predominantemente por margas grises, beige cuando se alte-

ran, con alto grado de bioturbación. Este tramo se enmarca en un contexto de plataforma interior muy somera y protegida.

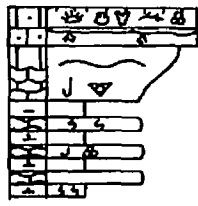
El tramo superior presenta un notable parecido con la barra Turo-niense, está representado por ciclos de somerización de potencias comprendidas entre 1 y 6 m. Los términos inferiores están constituidos por calizas nodulosas y de contactos ondulados y los superiores por bancos masivos de calizas bioclásticas. Los términos nodulosos presentan texturas "wackestone" con abundantes intraclastos y miliólidos, los términos superiores son "packestones-grainstones" bastante recristalizados con fragmentos de bivalvos y muy abundantes miliólidos. Ambientalmente se enmarcan en un complejo de bancos marginales formado por "shoals". La potencia de este tramo alcanza los 80 m.

#### **Análisis secuencial**

La mala calidad de los afloramientos de la Sierra de Atapuerca que han sido asignados a las Facies Purbeck no permite realizar un análisis secuencial riguroso de las mismas. En áreas próximas (hoja de Villadiego) el Purbeck se sitúa discordante sobre los materiales del Jurásico marino desarrollándose una superficie de edafización en el contacto. Se considera como una macrosecuencia deposicional correspondiente a un sistema sedimentario aluvial-lacustre.

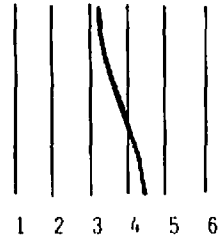
El Weald aflora de manera muy restringida, se interpreta como un sistema sedimentario de carácter fluvial que pasa hacia el Norte (hojas

5-10m  
0

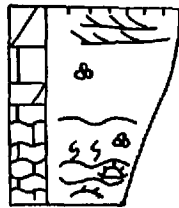


- . Superficie ferruginosa
- . Calcarenitas
- . Calizas nodulosas
  
- . Alternancia margas calizas nodulosas

. Genomaniense. Incremento de la energía en plataforma somera.

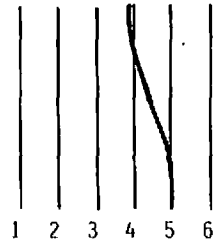


3-15m



- . Superficie ferruginosa
- . Estratificación cruzada
- . Calizas dolomasivas
- . Calizas con contactos ondulados
- . Calizas nodulosas

. Ciclo de somerización en complejos de bancos marginales.



- 1 Continental
- 2 Supramareal
- 3 Intermareal
- 4 Submareal
- 5 "Offshore"
- 6 Pelágico

Fig. 2 . Secuencias tipo del Cretácico superior.

de Villadiego y Prádanos de Ojeda) a ambientes palustres y fluvio-lacustres.

El sistema fluvio-aluvial de la facies Utrillas constituye una unidad deposicional con entidad propia. Las facies litorales del Cenomaniense suponen un cambio ambiental respecto a las facies Utrillas y pese a sus límites transicionales con las unidades que las limitan se pueden considerar como un sistema sedimentario individual. La primera barra del Cretácico superior constituye otra unidad deposicional y termina con una ruptura sedimentaria puesta de manifiesto por el brusco cambio ambiental que suponen las margas basales del Santoniense. El Santoniense supone otro sistema deposicional unitario de características muy similares al anterior.

Las edades asignadas para las distintas unidades del Cretácico superior han sido extrapoladas de las dataciones realizadas por RAMIREZ DEL POZO en las hojas de Belorado y Sedano. El mismo autor, sin embargo, propone edades distintas para unidades litológicamente equivalentes en la hoja de Las Rozas, considerando la primera barra calcárea de edad Cenomaniense y la segunda Turoniense, a la vez que sitúa el tránsito entre ambos pisos en el tramo margoso que las separa. El techo de la segunda barra correspondería al Coniaciense. Esta circunstancia puede explicarse por el carácter diacrónico de las distintas unidades que representan facies asociadas a transgresiones marinas. Estas transgresiones se realizaron en sentido Norte a Sur siendo por tanto cronológicamente más modernos los equivalentes meridionales de las unidades litológicas situadas más al Norte.

El estudio micropaleontológico no ha permitido desvelar las dudas formuladas anteriormente. Los únicos foraminíferos que incluyen las facies calcáreas del Cretácico superior son miliólidos y no indican edades concretas.

### 3 TERCIARIO

#### 3.1 OLIGOCENO

Esta constituido por conglomerados y en menor porporción areniscas y arcillas rojas. Los materiales oligocenos se encuentran adosados a los relieves mesozoicos marginales de la Cordillera Cantábrica y Sierra de Atapuerca configurado una discordancia progresiva.

Los conglomerados son predominantemente calcáreos, están bien cementados y presentan soporte clástico. Los cantos tienen grados medios a altos de esfericidad y sus diámetros están comprendidos entre 10 y 30 cm. Forman paquetes de morfología tabular y esporádicamente están canalizados. Las areniscas se organizan en secuencias de relleno de canal y muestran estructuras tractivas. Las lutitas presentan tonalidades rojizas y en algunos puntos incluyen suelos calcimorfos.



El conjunto pertenece a un sistema de abanicos aluviales. Las facies conglomeráticas ha sido movilizadas mediante mecanismos tipo "debris-flow" característicos de la orla media y proximal de los abanicos. Las facies arenosas y lutíticas se sitúan preferentemente en la orla media a distal.

### 3.2 MIOCENO

#### 3.2.1 Introducción

El Mioceno que aflora en el extremo Nororiental de la Cuenca del Duero presenta un relevo en la sedimentación intermitente, caracterizado por el predominio alternante entre facies fluvio-aluviales y depósitos lacustres. Este relevo se manifiesta en el registro sedimentario por la superposición e interrelación lateral de facies que constituyen el reflejo de las diversas expansiones y retracciones lacustres, y progradaciones generalizadas de los sistemas fluvio-aluviales. Los abanicos aluviales se localizan adosados a los relieves mesozoicos. Los sistemas fluviales se organizan en abanicos húmedos. En momentos de progradación cubren grandes extensiones de la cuenca y coinciden con las máximas expansiones de los abanicos aluviales. En áreas de drenaje deficiente se pueden desarrollar pequeños encharcamientos de carácter charcumbre-palustre circunscritos a llanuras de inundación. Las facies lacustres se acumulan en las zonas de mayor subsidencia.

Los sedimentos lacustres reflejan contextos acuáticos de distinta salinidad. Las áreas próximas a los dominios mesozoicos se enmarcan en

un medio claramente dulceacuícola nutrido por aguas carbonatadas procedentes de los relieves marginales. Las zonas más alejadas se encuentran bastante más estancadas y manifiestan procesos de evaporación y saturación de sales en el agua. Las zonas marginales de los lagos presentan una gran variedad de subambientes y son altamente sensibles a las diversas retracciones y expansiones lacustres, las áreas centrales son muy margosas, pueden incluir facies barbadadas y son frecuentes las capas de gypsarenita con estructura turbidítica originados por la re-sedimentación de los depósitos de márgenes salinos.

### 3.2.2 Descripción de facies

#### FACIES ALUVIALES

Los depósitos aluviales se encuentran adosados a los relieves mesozoicos que limitan la Cuenca del Duero.

Configuraban abanicos de arco amplio, el ángulo apical oscila entre  $80^{\circ}$  y  $160^{\circ}$  y con un radio máximo de 2,5-3 km. Se distinguen los siguientes tipos de facies:

#### Brechas calcáreas

Están constituidas por depósitos masivos, de aspecto caótico, con superficies de estratificación mal definidas por cicatrices erosivas discontinuas. Los cantos son muy angulosos y alcanzan tamaños de hasta varios metros cúbicos. El transporte ha sido muy breve y corto, no

supera los 200 m de recorrido. Presenta soporte clástico, prácticamente sin matriz, y cemento calcáreo.

Se sitúan preferentemente en las zonas apicales de los abanicos y se interpretan como depósitos gravitacionales originados por transportes densos en masa tipo "debris-flow" que incorporan, eventualmente, bloques inestables desprendidos.

### Conglomerados calcáreos

Están compuesto por niveles de espesor métrico limitados por superficies erosivas pero tendiendo a morfologías tabulares. Incluyen abundantes cicatrices internas irregulares y discontinuas. Los cantos proceden en su mayor parte de los carbonatos mesozoicos. Presentan grados medios de esfericidad y rodamiento. Sus diámetros están comprendidos entre 5 y 25 cm. Mucho menos abundantes son los cantos cuarcíticos, resedimentados de las Facies Weald y Utrillas y en ningún caso superan el 10% de la fracción clástica. Muestran soporte de cantos, la matriz es escasa, está compuesta por fragmentos de carbonatos y granos de cuarzo y el cemento es carbonatado. Excepcionalmente se observan imbricaciones de cantos asociadas a depósitos algo más canalizados.

Estas facies constituyen la orla proximal y media de los abanicos. El tipo de transporte dominante se realiza mediante mecanismos del tipo "debris-flow".

El transporte por agua es un proceso minoritario y está reflejado por estructuras de imbricación de cantos.

### Conglomerados poligénicos

Constituyen depósitos claramente canalizados. Se asocian a facies arenosas groseras configurando secuencias de relleno de canal. El porcentaje de los distintos cantos respecto la fracción clástica es muy variable. Los cantos calcáreos están bien rodados y sus diámetros oscilan entre 1 y 6 cm. El resto de cantos son de cuarzo, cuarcitas y rocas metamórficas. Muestran a su vez un alto grado de rodamiento y los diámetros oscilan entre 0,3 y 4 cm. La matriz es esencialmente cuarcítica y el cemento calcáreo. Presentan predominantemente un soporte de los cantos por matriz aunque es frecuente el soporte clástico. Las estructuras sedimentarias más abundantes son la imbricación de cantos y la estratificación cruzada planar angular a la base. También pueden constituir el depósito de carga residual de rellenos arenosos de canal.

En zonas más alejadas del relieve se presentan como canales de potencia métrica individualizados e intercalados entre facies lutíticas. En las zonas más próximas a la orla media se organizan en potentes paquetes constituidos por canales amalgamados.

Se emarcan en la orla media distal y frente proximal de los abanicos aluviales. Se observa un predominio del transporte por flujos diluidos evidenciado por la presencia de estructuras tractivas. El tipo

de relleno indica una configuración "braided" para los paleocauces con desarrollo de barras de gravas.

### Areniscas

Se asocian frecuentemente a las facies de conglomerados poligénicos constituyendo los términos superiores de las secuencias de relleno de canal. También pueden presentarse como niveles areniscosos individualizados entre facies lutíticas. Se trata de areniscas de grano muy grueso a medio bien cementadas y de coloración rojiza. Son muy frecuentes los procesos edáficos evidenciados por fuertes calcificaciones, desarrollo de perforaciones por raíces y caliches. Presentan "sets" tabulares de estratificación cruzada planar y "cosets" de "festoons". Las superficies son muy diversas, varían desde superficies netas horizontales a cicatrices erosivas incidiendo sobre los "sets" tabulares. Estas estructuras, con frecuencia se encuentran parcial o totalmente borradas por procesos edáficos.

Se interpretan como canales de duración efímera circunscritos al frente distal de los abanicos aluviales. El tipo de configuración de los canales varía de "braided" a baja sinuosidad.

### Lutitas rojas

Se presentan en tramos masivos entre los que pueden intercalarse canales arenosos. Su color es rojo vivo y en ocasiones contienen términos más limosos. Son frecuentes los suelos rojos y caliches que se

relacionan lateralmente con los procesos edáficos desarrollados a techo de los canales arenosos.

Pertenecen en su mayor parte al frente distal de los abanicos. Se asimilan a inundaciones generales a escala del abanico e incluso de todo el sistema. Con la caída de flujo se produce el encajamiento de los canales y su rápido relleno ("cut and fill"). Los procesos edáficos se desarrollan en los intervalos temporales de no deposición comprendidos entre dos avenidas.

#### FACIES FLUVIALES

Se organizan en sistemas de abanicos húmedos. En momentos de progradación cubren grandes extensiones de la cuenca. En las zonas marginales pueden identarse con los depósitos aluviales. La homogeneidad de facies dificulta la diferenciación de ambos submedios, remarcada por el posible carácter tributario de los sistemas aluviales a la red principal de drenaje fluvial.

Las zonas de llanura aluvial con drenaje deficiente pueden encontrarse intermitentemente anegadas, desarrollándose depósitos charcutre-palustres. Este fenómeno se localiza en zonas interabanico y a pie de los sistemas aluviales cuando están desconectados de la red fluvial.

Los abanicos húmedos tienen un ángulo apical agudo comprendido entre 30 y 45. Los depósitos conglomeráticos de orla media y proximal tienen un radio de hasta 5 km y se encuentran interrelacionados con

facies aluviales. El frente distal alcanza un gran desarrollo en momentos de progradación cubriendo centenares de Km<sup>2</sup>. Los depósitos de frente distal están constituidos por lutitas rojas y ocreas en las que se encajan canales fluviales de diversa sinuosidad.

### Conglomerados

Las facies conglomeráticas de los abanicos húmedos presentan una gran similitud con sus equivalentes aluviales. Existe una gradación de tipo de transporte que va de un predominio de flujos densos y gravitacionales en las zonas proximales y desarrollo preferencial de transporte tractivo por agua en áreas más alejadas.

Los depósitos originados por transportes en masa están constituidos por conglomerados y brechas calcáreas con soporte clástico, matriz nula o escasa y cemento calcáreo. Los cantos varían desde muy angulosos en las brechas a bien rodados y con alto grado de esfericidad en los conglomerados. La litología de los cantos es esencialmente calcárea, proceden de los carbonatos mesozoicos y sus diámetros son muy variables oscilando entre 3 y 40 cm. Las brechas pueden contener bloques de grandes dimensiones incorporados al depósito por desprendimientos.

Las facies conglomeráticas asociadas a transportes por agua que se organizan en secuencias métricas de relleno de canal. Aunque predominan los cantos calcáreos, suelen contener, siempre en menores proporciones, cantos de cuarzo, cuarcitas y rocas metamórficas. Ambos casos presentan grados altos de esfericidad y rodamiento. La matriz es predominantemente

silíceo y el cemento calcáreo. Las estructuras sedimentarias observadas son imbricación de cantos, estratificación cruzada planar y raramente en surco. Se asocian con frecuencia a facies arenosas formando parte de los términos inferiores de las secuencias de relleno de canal.

Los depósitos generados por transportes en masa corresponden a procesos producidos por mecanismos del tipo "debris flow" y se enmarcan en un contexto de ápice y orla proximal de abanico.

Las facies conglomeráticas originadas por transporte por agua se sitúan en la orla media y frente proximal y pueden formar parte del relleno de canales incididos en el frente distal de los abanicos húmedos.

Del análisis sedimentológico se deduce que las facies conglomeráticas se localizan en las áreas proximales de los abanicos húmedos. Los procesos que generan la sedimentación de estas facies son extremadamente parecidos a los que se encuentran en sus equivalentes aluviales. Las únicas diferencias se centran en un mayor desarrollo de depósitos conglomeráticos (la orla media y proximal alcanza un radio que supera los 5 km), el ángulo agudo de los ápices comprendido entre 30 y 45°, la situación localizada de los mismos, asociada a accidentes oblicuos al margen de cuenca, que controlan las zonas de salida de los abanicos húmedos, y el predominio de transporte por agua frente a los flujos densos.



### Areniscas y arenas

Normalmente configuran secuencias de relleno de canal. En algunos casos constituyen depósitos de desbordamiento intercalados entre lutitas de llanura aluvial. El grado de cementación es muy variable dependiendo del tipo de procesos edáficos, en general calcificación y lavado de los finos. El color presenta a su vez gran diversidad, oscila entre tonos beige, ocres, amarillentos y rojizos. El tamaño de grano muestra gran variación y está comprendido entre muy fino y grueso.

En general se diferencian dos conjuntos de sistemas fluviales en función de la naturaleza del área fuente. Los abanicos húmedos del área madre mesozoica desarrollan canales de arena gruesa, bien cementados y de tonalidad rojiza. En zonas muy distales pueden perder la coloración rojiza y disminuir la cementación y el tamaño de grano. Las arenas de los sistemas que incorporan sedimentos de área madre paleozoica tienden a colores más claros, normalmente ocres, y en general están muy poco cementados.

En su mayor parte, los canales arenosos y areniscosos, se encuentran intercalados entre lutitas y se enmarcan en el frente distal de los abanicos húmedos. Los canales muestran cambios en su configuración a lo largo de su recorrido. Son abundantes los restos óseos de vertebrados, principalmente de grandes quelonios. Localmente se encuentran restos de vegetales limonitizados, en general grandes fragmentos de troncos.

Son frecuentes las deformaciones hidroplásticas de las láminas, se producen por el escape de fluidos durante la compactación de sedimentos embebidos en agua.

Normalmente se desarrollan procesos edáficos a techo de las secuencias de canal. Se manifiestan como calcificaciones que borran total o parcialmente las estructuras internas de las secuencias de relleno, oxidaciones y perforaciones por raíces.

En función de las secuencias de relleno reconocidas se deducen los siguientes tipos de configuración para los canales:

#### **Canales "braided"**

Preferentemente están compuestos por areniscas rojizas de grano grueso aunque en casos aislados pueden rellenarse por arenas ocreas de grano fino. En casi todos los casos incluyen depósitos conglomeráticos. Estos últimos suelen formar "sets" tabulares de estratificación cruzada muy angular y experimentan cambios de orientación de las láminas de avalancha, limitados por superficies de reactivación. Los depósitos areniscosos presentan "sets" tabulares de escala métrica a decimétrica, "cosets" de estratificación cruzada planar de geometría muy compleja debido a las frecuentes reactivaciones, "cosets" de estratificación cruzada en surco y raramente laminación "ripple". Las superficies erosivas que limitan los "sets" y "cosets" son muy netas y con frecuencia muestran

geometrías canalizadas que inciden sobre los "sets" tabulares y "cosets" de estratificación cruzada.

Este tipo de relleno es típico de las zonas proximales del frente de los abanicos húmedos.

#### **Canales rectos**

Se desarrollan tanto en areniscas rojizas de grano grueso como en arenas ocres. Están compuestos por uno o varios episodios de relleno constituidos por "sets" y "cosets" tabulares de estratificación cruzada planar y en surco. Las lecturas de las paleocorrientes dentro de los canales ofrecen un grado mínimo de dispersión y son muy coincidentes con el sentido general de la red principal de drenaje. Con frecuencia incluyen facies conglomeráticas formando "sets" tabulares de estratificación cruzada o constituyendo depósitos de carga residual en la base de algunos episodios de relleno. No pueden situarse en una zona concreta dentro del frente de los abanicos húmedos, son, no obstante, algo más frecuentes en las zonas proximales.

#### **Canales de baja sinuosidad**

Este tipo de relleno se ha observado preferentemente en depósitos de arenas finas a muy finas muy poco cementadas. Se caracterizan por presentar superficies de acreción muy tendidas.

Los intervalos comprendidos entre dos de estas superficies tienen espesores decimétricos que oscilan entre 30 y 75 cm y están compuestos por "sets" y "cosets" de estratificación cruzada planar y en surco y, en ocasiones, "ripples" a techo. El sentido de progradación de las láminas de avalancha es coincidente con el de las superficies de acreción o bien presenta una mínima divergencia (inferior en todos los casos registrados a 25°). Este hecho implica la ausencia de flujos helicoidales propios de cauces de mayor sinuosidad.

Este tipo de configuración es frecuente en contextos de frente distal de los abanicos húmedos.

#### **Canales meandriiformes**

Generalmente se asocian a depósitos de arenas finas, ocre, mal cementadas, no obstante son frecuentes los rellenos de canal que reflejan este tipo de configuración, por areniscas rojizas de grano grueso. En el primer caso las superficies de acreción lateral son muy tendidas y el elevado contenido en finos indica la existencia de corrientes que transportaban abundante carga en suspensión. En el segundo caso las superficies de acreción lateral son más angulares aunque en corte presentan una sección sigmoidal. Esta característica unida al tamaño grueso de grano y la baja proporción de finos supone un desarrollo de flujos más tractivos y aguas más limpias.

Los "scroll-bars" de los canales meandriformes tienen potencias entre 25 y 120 cm, están formados por "sets" y "cosets" de estratificación cruzada y "cosets de "climbing ripples". Las paleocorrientes de estas estructuras son normales e incluso contrarias (entre 90° y 160°) al sentido de acreción lateral. Esta circunstancia es propia de canales altamente sinuosos y las estructuras tractivas reflejan claramente procesos producidos por flujos helicoidales.

Para las facies de areniscas rojizas de grano grueso pueden desarrollarse cambios de configuración de los canales durante su relleno. Estos ejemplos varían de un modelo "braided" o de río en recto en los términos basales a un trazado altamente sinuoso en los superiores.

En algunos casos, las barras de meandro presentan, a techo, incisiones de canales menores rellenos por un sólo "set" de láminas cruzadas. Se asimilan a procesos de "chute".

Los canales meandriformes se desarrollan preferentemente en el frente distal a muy distal de los abanicos húmedos. No son sin embargo, exclusivos de estos subambientes y pueden encontrarse en numerosas subzonas del frente de los abanicos.

### Depósitos de desbordamiento

Están constituidos por niveles tabulares de arena fina a muy fina, intercalado entre lutitas. Su potencia oscila entre 10 y 30 cm. No incluyen estructuras tractivas. Su base es neta y presentan ocasionalmente gradación positiva incipiente.

Se interpretan como flujos desbordados de los canales. Constituyen lóbulos arenosos que se depositan en la llanura de inundación ("Crevasse-splay").

### Lutitas

Forman paquetes masivos interrumpidos esporádicamente por canales y depósitos de desbordamiento arenosos. Los colores de las facies lutíticas son muy variados dependiendo de la naturaleza del área madre y de la intensidad y tipo de los procesos edáficos. En general los sistemas que incorporan materiales de procedencia paleozoica desarrollan facies lutíticas ocres y beige. Pueden virar a tonos rojizos producidos por edafizaciones (suelos rojos). Las lutitas pertenecientes a sistemas de área madre mesozoica presentan un color rojo vivo. El contenido en limos es muy variable. Los suelos calcimorfos, en general caliches, son frecuentes en este tipo de facies.

Las lutitas son los depósitos más abundantes en el frente de los abanicos húmedos, su origen se centra en dos mecanismos sedimentarios principales, uno, constituyendo la llanura aluvial originada por des-

bordamientos de los canales fluviales y otro, generadas por inundaciones a escala de todo el sistema. El segundo proceso explica el gran volumen de fangos en el frente distal de los abanicos, implica un carácter efímero para los canales que se encajarían en los momentos de bajada del flujo, y condicionaría su rápido relleno por "backfilling".

El desarrollo de procesos edáficos supone la existencia de superficies sometidas a exposición subárea durante períodos prolongados. La correlación lateral de los paleosuelos sobre sustrato lutítico, con los procesos edáficos en los términos superiores de los rellenos de canal se relaciona con momentos de no sedimentación entre grandes avenidas o desconexión de áreas extensas con el flujo activo del sistema.

#### **FACIES CHARCUSTRES**

Este término engloba a todos los depósitos originados en zonas anegadas incluidas en ambientes fluvio-aluviales y claramente desconectadas de las áreas netamente lacustres.

La localización se limita a áreas interabanico húmedo y a pié de los sistemas aluviales. Estas áreas se nutren de los desbordamientos de los canales y se mantienen anegadas debido a su deficiente drenaje.

Se distinguen las siguientes facies:

### **Arcillas margosas anaranjadas**

Forman paquetes de espesores comprendidos entre 1 y 4 m. El contenido en carbonato es bastante bajo y la arcilla predominante es la illita. La intensa bioturbación les confiere un aspecto masivo y es posible observar en algunos casos huellas de raíces. En vertical pueden pasar a margas blancas o lutitas rojas.

### **Margas blancas**

Presentan un aspecto noduloso. Se encuentran en niveles de espesor comprendido entre 50 cm y 6 m. En ocasiones incluyen nódulos calcáreos dispersos de formas esféricas. En vertical suelen pasar gradualmente a facies calcáreas.

### **Calizas**

Constituyen paquetes masivos de potencia métrica. Tienen aspecto noduloso. Muestran señales de oxidación y ocasionalmente karstificación. Presentan perforaciones por juncáceas y en algunos casos se conserva la estructura prismática. Texturalmente son micritas con abundantes recristalizaciones, y en ocasiones cemento vadoso. Los aloquímicos están representados por granos dispersos de cuarzo, muy abundantes intraclastos y restos de algas caráceas. Excepcionalmente incluyen grandes nódulos de sílex.



Las facies charcustres acostumbran a organizarse en secuencias compuestas por arcillas margosas anaranjadas en la base, margas blancas y calizas a techo. Representan depósitos de aguas estancadas que experimentan un progresivo aumento de contenido en carbonato. La fracción terrígena está aportada por los desbordamientos de los canales. Los procesos edáficos se desarrollan en momentos de desecación de estos ambientes.

### FACIES LACUSTRES

Las zonas lacustres se encuentran preferentemente en los sectores centrales de la cuenca. En momentos de mayor expansión pueden llegar hasta los márgenes de la misma situándose sobre un sustrato mesozoico. La confluencia de los abanicos fluviales a contextos lacustres provoca la generación de lóbulos deltaicos terrígenos y la incorporación de materiales resedimentados de los bordes de los lagos. Los márgenes lacustres registran gran variedad de subambientales, se diferencian, aparte de los depósitos fluviolacustres, lutitas carbonosas circunscritas a zonas cenagosas, calizas palustres y lutitas margosas con cambios de coloración asimilables a ciclos de oxidación-reducción. Estos depósitos experimentan alteraciones producidas por procesos edáficos, en general nodulizaciones y oxidaciones, y abundantes señales de bioturba- ción por raíces en régimen palustre o subáereo. La franja proximal subacuática registra una diversidad de facies seleccionada con el quimismo del agua y la energía del medio. Se diferencian lutitas negras muy fosilíferas propias de aguas ácidas en contraposición a las facies de calizas micríticas con ostrácodos pertenecientes a medios de aguas

cálidas carbonatadas. Los depósitos de alta energía están representados por calizas muy bioclásticas y calcarenitas con "ripples" de oleaje, y los de media energía por margas calcáreas bioclásticas. Las facies más profundas están constituidas por margas grises excepcionalmente barba-das y margas blancas tableadas o lajosas.

Las asociaciones de facies propias de contextos lacustres salinos se encuentran en áreas mas alejadas de los relieves marginales de la cuenca. Los depósitos de llanura fangosa subaérea están representados por margas dolomíticas alternando con niveles discontinuos de calizas y dolomías con pseudomorfos de yeso, las facies de subacuáticas proxima-les por margas dolomíticas con cristales de yeso selenítico y estrati-ficación lenticular en gypsarenitas. Las facies profundas están forma-das por alternancias rítmicas entre margas dolomíticas y gypsarenitas con estructura turbidítica. Los macrocristales de yeso intersticial aparecen ligados a procesos diagenéticos tardíos.

El clima es el factor que ejerce un mayor control en la sedimenta-ción. Condiciona el aporte de terrígenos y aguas dulces a los lagos procedentes de los sistemas fluviales e influye directamente sobre la tasa de evaporación en la cuenca. La tectónica determina la cantidad de sedimento disponible, las direcciones preferentes de drenaje y la con-figuración de las áreas lacustres. La combinación de estos factores será responsable de las diversas etapas de retracción lacustre ya sea por desecación o colmatación, de la expansión y cambios de batimetría de los lagos, de las variaciones de quimismo de las aguas, de la natura-

leza de los depósitos y en consecuencia de los tipos y asociaciones de facies.

### FACIES DELTAICAS

Este término es aplicable tanto a los depósitos terrígenos aportados directamente por los cauces fluviales a las cuencas lacustres como a los materiales de los márgenes de los lagos resedimentados y mezclados con los anteriores en grandes avenidas. En el registro sedimentario quedan marcadas con mayor evidencia estas avenidas eventuales, siendo las responsables de los cambios bruscos de quimismo en las aguas reflejadas por los tipos de facies y las variaciones repentinas de comunidades de organismos característicos de distintas salinidades. Estos aparatos deltaicos constituyen cuerpos lobulares de dimensiones variables superando en general el km de radio. Se distinguen los siguientes tipos de facies:

#### **Arenas y limos**

Se distribuyen generalmente en cuerpos tabulares de potencia comprendida entre 10 cm y 2 m formados por "cosets" de "climbing-ripples" y "sets" de estratificación cruzada de bajo ángulo y mediana escala. Los "sets" y "cosets" raramente sobrepasan los 20 cm de potencia, las superficies que los limitan son planas y netas y en afloramientos excepcionalmente continuos se aprecia un ligero grado de inclinación hacia las zonas centrales del lago como consecuencia de la progradación deltaica. Son abundantes las deforma-

ciones hidroplásticas de las láminas y los escapes de fluidos. Pueden encontrarse retrabajamientos producidos por oleaje, representados por "ripples" de oscilación y estratificación cruzada tipo "hummocky" de pequeña longitud de onda. Localmente estos depósitos pueden verse truncados por depósitos canalizados de areniscas con estratificaciones cruzadas en surco originados por la progradación del sistema fluvial sobre los lóbulos deltaicos.

En general se trata de arenas finas y limos muy poco cementados. La coloración oscila entre tonos amarillentos, ocre y rosados. En numerosas ocasiones incluyen abundantes ostracodos que colonizan el fondo en períodos de estabilidad y son resedimentados en momentos de mayor energía. Estos depósitos se enmarcan en un contexto de llanura deltaica subacuática.

#### **Margas limo-calcáreas**

Muy bioclásticas, se organizan en capas de espesor comprendido entre 5 y 50 cm. Pueden alternar con margas gris verdosas o bien presentar numerosas amalgamaciones. Tienen la base neta y suelen mostrar laminaciones cruzadas de muy bajo ángulo "hummocky y cross stratification" (HCS) y "ripples" de oscilación a techo. Sus tonalidades varían entre amarillentas y pardas. En algunos casos aparecen costras ferruginosas a techo de las capas y ocasionalmente incluyen láminas carbonosas. Los restos fósiles son muy abundantes, pertenecen a conchas y opérculos de gasterópodos y a ostráco-

dos y muestran diversos grados de resedimentación. Estas facies se sitúan en un ambiente de frente deltaico.

### **Margas**

Constituyen paquetes masivos de uno a varios metros de potencia. Tienen una coloración gris verdosa. Ocasionalmente pueden incluir niveles centimétricos de margas limosas o calizas bioclásticas producidos por avenidas excepcionales. Con frecuencia muestran láminas muy continuas de acumulación de ostrácodos. Representan los depósitos prodeltaicos.

La sedimentación se produce por deceleración de los flujos deltaicos y posterior decantación del material transportado en suspensión. Los únicos episodios tractivos corresponden a los depósitos bioclásticos generados por eventos excepcionales.

### **FACIES LACUSTRES MARGINALES-PALUSTRES**

Esta denominación se aplica a los depósitos que por su posición circunlacustre son extremadamente sensibles a las retracciones de los lagos y presentan por tanto rasgos de exposiciones subaéreas intermitentes. Se incluyen en este término calizas y margas palustres y edafizadas, facies carbonosas y secuencias de oxidación-reducción en lutitas margosas.

### **Calizas**

Se trata de calizas micríticas originalmente sedimentadas en ambientes más profundos y que debido a las oscilaciones de nivel del lago han estado sometidas a exposición subaérea o han servido de sustrato para un área vegetada en régimen palustre. La exposición subaérea queda puesta de manifiesto por karstificación, y decoloraciones producidas por oxidación a techo de las capas. Otros procesos frecuentes son la brechificación y nodulización de los niveles calcáreos. Las perforaciones producidas por raíces es la estructura más abundante. Texturalmente se trata de "wackestones" con ostrácodos y algas. Se observa el desarrollo de cemento vadoso a partir de los huecos dejados por las raíces.

### **Margas nodulosas**

Se trata de margas blanquecinas en paquetes decimétricos a métricos. Se sitúan en la base de las calizas que han sido expuestas a régimen subaéreo y los contactos entre ambos términos son transicionales. El origen de la nodulación se asimila a procesos edáficos.

### **Lutitas carbonosas**

Se trata de capas de potencia comprendida entre 10 y 60 m. La lutita es aportada en suspensión por los aparatos deltaicos a un margen vegetado del lago. Se enmarcan en zonas pantanosas con un

fondo rico en materia orgánica y aguas aciduladas que inhiben la precipitación de carbonato. El color varía de negro a verdoso en función del contenido en restos carbonosos.

#### **Secuencias lutíticas de oxidación-reducción**

Se presentan en ciclos de potencia métrica. Están constituidos por lutitas margosas gris-verde bioturbadas que representan el intervalo de reducción pasando gradualmente a lutitas rojas o verdosas con decoloraciones producidas por un incremento de la oxidación. Estas secuencias se enmarcan en un contexto palustre y están producidas por episodios de descenso paulatino del nivel de agua en el lago.

#### **FACIES LACUSTRES PROXIMALES**

En este apartado se recogen los depósitos sedimentados en áreas próximas a los márgenes de los lagos y que no presentan procesos generados en régimen subaéreo o palustre. La diversidad de facies responde a las diferencias de energía del medio y el pH de las aguas que controla la precipitación de carbonato. Se distinguen los siguientes grupos de facies:

##### **Lutitas negras**

Se trata de tramos masivos de espesor métrico. Son extraordinariamente fosilíferas, incluyen abundantísimos gasterópodos y resultan

excelentes niveles para recoger resos de micromamíferos. Se encuentran muy bioturbadas y pueden presentar ferruginizaciones dispersas.

Corresponden a áreas lacustres de muy baja energía, con fondo rico en materia orgánica y aguas ácidas.

Pueden contener macrocrisales de yeso lenticular y en rosetas. Tienen siempre un aspecto muy sucio y tono oscuro de lo que se deduce su origen diagenético y crecimiento a partir de materia orgánica.

#### **Margas calcáreas**

Constituyen las facies más representativas de los ambientes lacustre proximales. Están organizadas en paquetes de potencias comprendidas entre 10 y 50 cm. Son muy fosilíferas, contienen abundantes gasterópodos y ostrácodos. Pueden presentar estructuras producidas por oleaje tales como "ripples" de oscilación y HCS de pequeña a media longitud de onda. La base puede ser neta o transicional y pueden encontrarse superficies ferruginosas a techo de las capas. Acostumbran a mostrar un tono pardo a marrón claro.



### **Calizas**

Presentan aspectos muy diversos debido al tipo de componentes que incluyan, el contenido en margas y a las alteraciones edáficas que hayan sufrido posteriormente a su depósito.

En general se trata de micritas con textura tipo "wackestone". Los componentes orgánicos más abundantes son los ostrácodos siendo frecuentes los restos de caráceas y los gasterópodos. En ambientes algo energéticos incluyen abundantes intraclastos y los oncolitos se asocian a los contextos de mayor energía. son excepcionales las estructuras tractivas, representadas por "ripples" de oleaje y estratificación cruzada HCS de bajo ángulo. Se deduce un ambiente de aguas cálidas que favorezcan la precipitación de carbonato.

### **Calcarenitas**

Se trata de niveles aislados, de notable continuidad lateral y potencia comprendida entre 5 y 20 cm. Son calizas muy bioclásticas con escasa matriz y contenidos variables en granos de cuarzo. Presentan texturas "grainstone-packestone" y los ostrácodos pueden llegar a representar el 50% del total de la roca. Estos desarrollan doble y triple concha propia de ambientes de alta energía. Las capas muestran base plana y neta y techo ondulado como consecuencia de la estratificación cruzada tipo "hummocky" y de los ripples de oscilación. Se interpretan indudablemente como capas de tormenta.

### FACIES LACUSTRES DISTALES

Son esencialmente margosas. El origen de la mayoría de estos depósitos está relacionado con la sedimentación prodeltaica. Los materiales están aportados por suspensión, y decantación en las zonas más profundas de los lagos.

Generalmente, se organizan en secuencias de potencia métrica. Los términos inferiores están compuestos por margas grises que pasan en vertical a margas calcáreas blancas tableadas o lajosas. Estos ciclos representan probablemente etapas de retracción lacustre o de estabilización deltaica, reflejadas por una tasa menor de aportes a las zonas profundas y enriquecimiento en carbonato de las aguas.

Las margas grises pueden presentar excepcionalmente intervalos barbados indicadores de aguas frías y de una cierta batimetría que permitan el desarrollo de "hipolimnión".

La existencia de láminas muy continuas de acumulación de ostrácosos. Se puede interpretar como colonización del fondo por estos organismos en periodos favorables o como resedimentación de los mismos mediante corrientes de turbidez muy distales.

## FACIES LACUSTRES SALINAS

Se localizan en los sectores centrales de la cuenca. El carácter salino viene dada por la presencia de yesos. Estos muestran aspectos muy diversos en función de su génesis. Se distingue yeso selenítico, gypsarenitas y crecimientos diagenéticos de yeso intersticial. La calcitización de los yesos es un fenómeno muy frecuente así como el desarrollo de pseudomorfos en carbonatos. Todas las facies evaporíticas se asocian con margas dolomíticas.

### **Calizas y dolomías con pseudomorfos de yeso**

Se trata de capas de morfología muy irregular y generalmente discontinuas. Pueden alcanzar potencias de hasta 1 m. Los pseudomorfos están constituidos por moldes de macrocristales de yeso lenticular disueltos. MEDIAVILLA (1986-87) enmarca a estas facies en un contexto de llanura fangosa subacuática con fuerte evaporación, generación de yeso lenticular y dolomitización.

### **Margas dolomíticas**

Se asocian al resto de facies evaporíticas y se sitúan por tanto en todos los ambientes lacustres salinos. Se presentan en paquetes masivos de espesor métrico y en alternancia con gypsarenitas y calizas o dolomías con pseudomorfos. Pueden incluir pseudomorfos dispersos de microcristales de yeso. La existencia de yeso selenítico disperso se asocia a ambientes de llanura fangosa subacuática

y la abundancia de cristales de yeso lenticular se debe a retracciones lacustres que dejan grandes áreas fangosas expuestas a régimen subaéreo favoreciendo la evaporación y precipitación de sulfato. Los estudios de los ostrácodos relacionados con estos depósitos muestran asociaciones faunísticas propias de aguas salinas e hipersalinas. (GONZALEZ DELGADO et al. 1986).

### **Gypsarenitas**

Proceden del retrabajamiento de los yesos generados en la llanura fangosa. Alternan con margas dolomíticas y se presentan en tres maneras: como niveles lenticulares con estratificación "wavy" y "flasher" y como capas tabulares con granuclasificación positiva. En el primer caso se enmarcan en un contexto de llanura fangosa subacuática proximal, batida intermitentemente por el oleaje. En los otros dos casos se consideran como depósitos turbidíticos generados por procesos gravitacionales. La estratificación "wavy" y "flasher" está producida por oleaje y se sitúa en una posición más proximal que las facies puramente turbidíticas.

### **3.2.3 Análisis secuencial**

El Neógeno del sector revisal de la Cuenca del Duero se ha dividido clásicamente en tres horizontes definidos por HERNANDEZ-PACHECO (1915). El horizonte basal, está compuesto por lutitas y arenas y ha sido denominado Facies Tierra de Campos, el intermedio, predominantemente margoso, recibe el nombre de Facies de Las Cuestas y el superior,

de carácter calcáreo, es conocido como Calizas del Páramo. Este esquema no ha sufrido variaciones sensibles y las denominaciones se han mantenido y han seguido siendo utilizadas por los diversos autores que han trabajado en la zona.

Las únicas novedades relevantes en los sectores centrales de la cuenca son las efectuadas por Royo (1986) que diferencia dos niveles de las Calizas del Páramo, y la incorporación de un tramo basal esencialmente calcáreo (DEL OLMO 1978) denominado Facies Dueñas.

AEROSERVICE (1970) realiza la hoja 1:200.000 de Burgos y define unas nuevas unidades en función de su litología y área de procedencia. Los depósitos conglomeráticos marginales equivalentes reciben la denominación de Facies Vega de Riarcos-Alar del Rey y los materiales fluviales asociados a los anteriores se designan como Facies Grijalba-Villadiego. Los sistemas que proceden de la Sierra de La Demanda se conocen como Facies Covarrubias para los conglomerados marginales y Facies Santa María del Campo para los depósitos fluviales. El término Facies Tierra de Campos se reserva para los materiales fluviales de tonos ocres que cubren toda esta comarca y se postula una procedencia de los relieves zamoranos.

PORTERO et al. (1982) realizan la transversal N-S de la Cuenca del Duero y correlacionan los depósitos marginales correspondientes a los abanicos de Aviñante, Guardo y Cantoral definidos por MANJON (1979), con las facies fluviales de La Serna (ARAGONES, 1978) y con los materiales lacustres de Las Cuestas en los sectores centrales.

Las primeras modificaciones notables del esquema original de HERNANDEZ PACHECO (1915) han sido realizadas por ORDOÑEZ et al. (1981) en base a criterios secuenciales. Estos autores diferencian cuatro unidades separadas por rupturas sedimentarias extensibles a toda la cuenca. Las Facies Dueñas definidas por DEL OLMO (1973), son equivalentes a su Unidad Dolomítica Inferior. La Unidad Media incluye los tres horizontes propuestos por HERNANDEZ PACHECO. La Unidad Superior muestra una secuencia de características parecidas a la Unidad Media y equivale al Páramo II de ROYO (1926). El esquema culmina con un intervalo detrítico denominado Unidad Capas Rojas. MEDIAVILLA y DABRIO (1986) introducen diversas modificaciones y proponen para el sector de la Cuenca, una nueva interpretación secuencial en la que diferencian cuatro UTS. La UTS 1, engloba las facies Dueñas y Tierra de Campos, considerando que las segundas son progradantes sobre las primeras. El límite superior está marcado por el desarrollo extensivo de paleosuelos. La UTS 2 corresponde a parte de las facies de Las Cuestas y la ruptura superior que se define está puesta de manifiesto por la presencia de "mud cracks", pisadas de ave, o grandes acúmulos de yesos si el sustrato es lacustre salino, o bien caliches si se desarrolla sobre materiales de llanura de inundación. La UTS 3 incluye la parte alta de las facies de las cuestas y las Calizas del Páramo sobre las que se producen karstificaciones que evidencian la ruptura con que termina esta unidad. La UTS 4 corresponde al Páramo II (ROYO 1926) y es equivalente a la Unidad Superior de ORDOÑEZ et al. (1981).

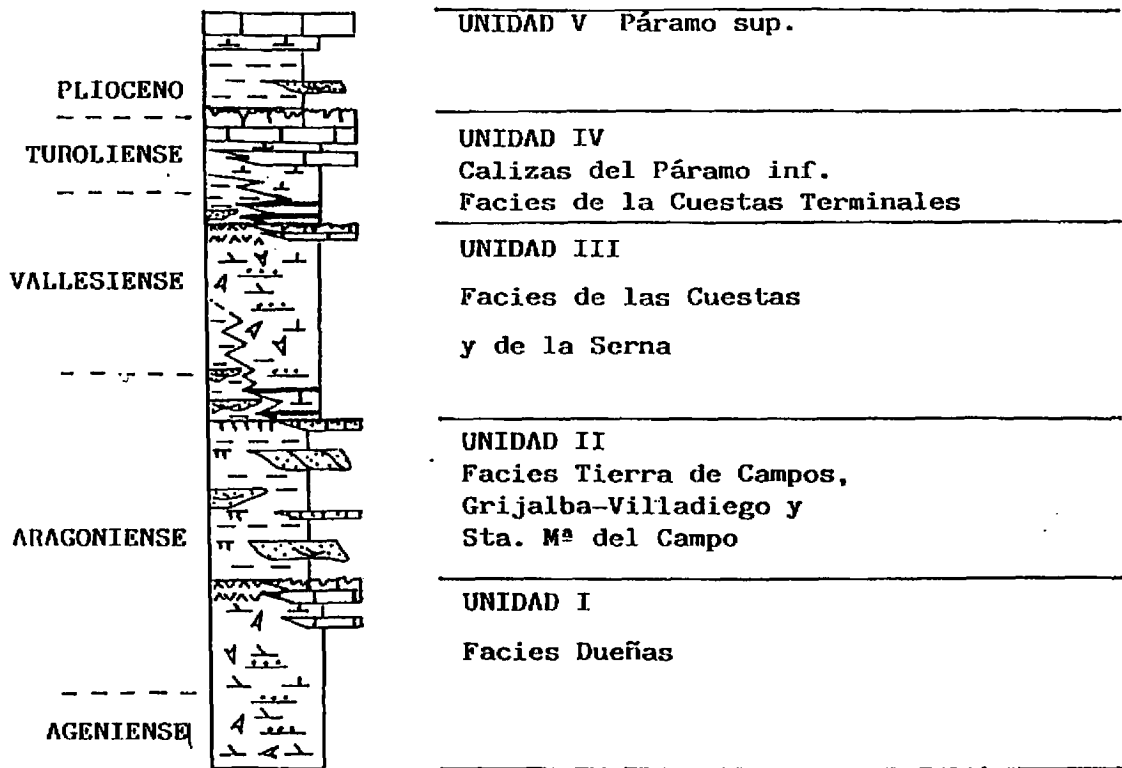
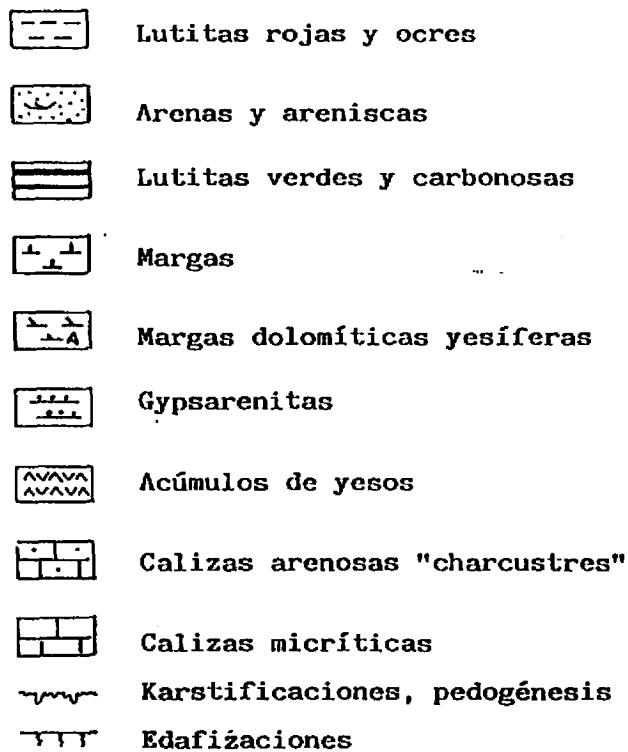


Fig. 3 Columna sintética del Mioceno en el sector Nororiental de la Cuenca del Duero.



En la presente memoria se adopta una nueva organización secuencial que difiere parcialmente de los esquemas propuestos por los anteriores autores. Esta organización secuencial se ha realizado en base a los datos sedimentológicos y estratigráficos obtenidos en el sector nororiental de la Cuenca del Duero y es extensible por lo menos a los sectores centrales. Se diferencian cinco unidades separadas por rupturas sedimentarias que se manifiestan de formas distintas en función del ambiente sobre el que se desarrollan. Estas rupturas son correlacionables para grandes áreas de la Cuenca y las limitaciones del trabajo no permiten verificar si afectan a la totalidad de la misma. Este dato permitiría asimilar las unidades propuestas a UTS. En consecuencia se aplica un carácter informal para las mismas y se describe el tipo de discontinuidad que las separa.

La Unidad I está constituida por depósitos lacustres y corresponde a las Facies Dueñas de ROYO (1986) y a la Unidad Dolomítica Inferior de ORDOÑEZ et al. (1981). No se conocen los términos basales y está limitada a techo por una discontinuidad sedimentaria puesta de manifiesto por la existencia de procesos edáficos y karstificación sobre las calizas lacustre-palustres terminales o por grandes acúmulos de yeso si se desarrolla sobre materiales de lago salino. No se descarta la posibilidad apuntada por MEDIAVILLA y DABRIO (1986) respecto la equivalencia lateral de estas facies con los sistemas fluviales de Tierra de Campos en los sectores centrales. No obstante en la mayor parte del sector nororiental, las facies Tierra de Campos están claramente separadas de las facies Dueñas por la ruptura anteriormente mencionada. En todo caso esta discontinuidad es muy evidente en las hojas de Burgos y Villadie-



go, y constituye un episodio generalizado de retracción lacustre seguido de un prolongado período de no sedimentación y exposición subaérea. La Unidad II es esencialmente terrígena y corresponde a un momento de máximo desarrollo de los abanicos fluviales que invaden la mayor parte de la cuenca, coincidiendo con una reactivación en los sistemas aluviales de los bordes. El límite superior está evidenciado por un elevado desarrollo de suelos calcimorfos, la intensa karstificación de calizas charcustres en áreas de escaso drenaje, y la existencia de una superficie de erosión fosilizada por los depósitos lacustres de la unidad suprayacente.

La Unidad II se individualiza con gran facilidad cuando está limitada a muro y a techo por facies lacustres. Sin embargo, en zonas de alto drenaje puede producirse la superposición de facies fluviales, y las rupturas, por lo tanto, se manifestarán de forma mucho más sutil dificultando la individualización de esta Unidad.

La ruptura que limita con la unidad suprayacente marca, un paro sedimentario prolongado, y la existencia de una superficie de erosión está conforme con el criterio de Pozo et al (1984) y MEDIAVILLA y DABRID (in litt) que consideran el contacto discordante.

La Unidad III corresponde a la UTS II de MEDIAVILLA y DABRID (1986). Comprende la parte inferior de las facies de Las Cuestas donde se desarrollan ambientes lacustres. Probablemente existen facies fluviales del sistema Grijalba-Villadiego pertenecientes a esta unidad y circunscritas a las áreas mejor drenadas. En la parte occidental del

Sector Nororiental de la Cuenca del Duero (hojas de Osorno, Herrera del Pisuegra y Prádanos de Ojeda) se desarrollan las facies de La Serna (ARAGONES 1978) que pertenecen a sistemas de abanicos fluviales que incorporan materiales de procedencia paleozoica. Esta demostrado que las facies de La Serna son correlacionales con los depósitos lacustres de la Unidad II y probablemente de la Unidad IV, aunque no se ha observado por el momento la ruptura que las separa en este contexto.

La Unidad IV es equivalente a la UTS III de MEDIAVILLA y DABRIO (1986). Engloba la parte alta de las facies de Las Cuestas y las calizas del Páramo y puede ser equivalente a los términos superiores de las facies de La Serna. Supone una reestructuración de las áreas lacustres. En las zonas lacustres marginales y proximales, los depósitos que se superponen a la ruptura que separa a esta unidad de la infrayacente marcan una gran diversidad de subambientes. Están representados por facies fluviodeltaicas, grandes acúmulos de lutitas negras, calizas arenosas y margas anaranjadas propias de ambientes palustre o charcus-tre, y ciclos de oxidación en lutitas margosas palustres. En contextos lacustres salinos suelen desarrollarse depósitos de llanura fangosa subaérea.

El límite superior de esta unidad está puesto de relieve por un período de retracción lacustre representado por las calizas del Páramo. A techo de éstas se desarrolla una superficie de karstificación que corresponde a un período prolongado de exposición subaérea. El contacto con la Unidad V es discordante y se corresponde con la Fase Ibero-manchea I definida por PEREZ GONZALEZ (1982).

La Unidad V tiene un carácter restringido, sólo se ha reconocido en los alrededores de Yudego (Hoja de Sasamón). La serie completa de esta unidad está compuesta por un tramo terrígeno en la base correspondiente a un ambiente fluvial, un tramo intermedio margo-arcilloso perteneciente a un contexto palustre-charcustré, y un intervalo calcáreo superior muy denudado de carácter lacustre proximal.

## UNIDAD II

Está constituida esencialmente por depósitos fluviales. Podrían distinguirse tres sistemas de abanicos fluviales húmedos en función de su área de procedencia. Las "Facies Sta. María del Campo" de áreas próximas proceden de la Sierra de la Demanda, y desarrollan canales de muy distinta configuración. Las "Facies Grijalba-Villadiego", proceden de los dominios mesozoicos de la Cordillera Cantábrica y presentan canales de baja a media sinuosidad que se dirigen hacia el SE. El término "Facies Tierra de Campos" en sentido estricto se aplica a los depósitos fluviales que proceden de los relieves paleozoicos zamoranos. Estos tres sistemas se consideran equivalentes lateralmente, no obstante es posible que los sistemas fluviales de las "Facies Sta. María del Campo" y "Tierra de Campos" hayan sido activos durante parte de la sedimentación de la Unidad I y sean progradantes sobre éstas.

En el espacio estratigráfico de la Unidad II los abanicos aluviales (17) alcanzan su máximo desarrollo. Se encuentran adosados a los materiales mesozoicos de la Cordillera Cantábrica.

Los depósitos charcostres (15), se limitan a zonas de drenaje deficiente y se sitúan entre la orla distal de los abanicos aluviales y la red principal de los sistemas fluviales.

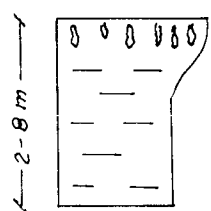
### FACIES MARGINALES CONGLOMERATICAS (17, F. Alar del Rey)

Litología - Facies	Estructuras - Fósiles	Interpretación
Brechas calcáreas	Depósito caótico	Apice de abanicos, desprendimientos
Conglomerados calcáreos	Soporte clástico	Orla proximal de abanicos aluviales
Areniscas y conglomerados poligénicos	Estr. cruzada, imbricación de cantos	Orla media a distal, relleno de canales
Lutitas rojas	Bioturbación, edaficaciones	Orla distal, frente de abanico aluvial.

FACIES TIERRA DE CAMPOS, GRIJALBA-VILLADIEGO Y STA. MARIA DEL CAMPO

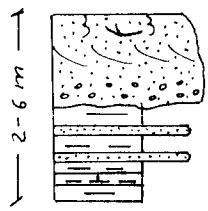
Litología - Facies	Estructuras - Fósiles	Interpretación
Lutitas rojas y ocres	Bioturbación, suelos	Llanura de inundación
Caliches	Pisoides, pedogénesis	Suelos calcimorfos
Arenas ocres, areniscas ocres y microconglomerados	Canalización, estratificación cruzada ripples, acreciones, vertebrados, fluidificaciones	Rellenos de canal fluvial
Capas tabulares de arena fina	Granoclasificación incipiente	Lóbulos de desbordamiento
Lutitas margosas verdes	Bioturbación. Oxidaciones, Restos de hojas	Charcustre-Palustre
Margas arcillosas anaranjadas	Bioturbación	Charcustre
Margas nodulosas	Rasgos pedogénicos	Charcustre
Calizas arenosas nodulosas	Karstificación. Pedogénesis, silicificaciones	Charcustre con exposición sub-aérea
Limos oncolíticos	Algas, intraclastos. Oncoides bivalvos.	Perilacustre-fluvial

TIPOS DE SECUENCIAS



- Caliche
- Lutitas grises u ocres

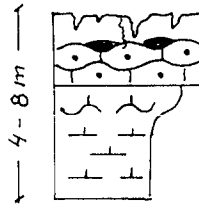
• Edificación en llanura de inundación



- Pedogénesis
- Canal arenoso
- "Crevasses"

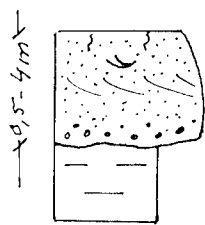
- Lutitas grises y verdes

• Encajamiento y relleno de canal



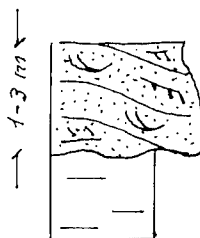
- Karstificación, pedogénesis, sílex
- Calizas arenosas nodulosas
- Margas nodulosas
- Margas arcillosas anaranjadas

TIPOS DE RELLENO DE CANAL



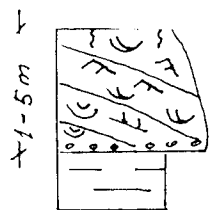
- Sets de estratificación cruzada

• Canales rectos



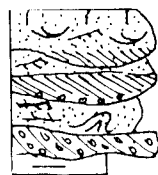
- Estratificación cruzada, "ripples" Superficie de progradación

• De baja sinuosidad



- "Climbing ripples". Estrat. cruzada, superficies de acreción lateral.

• Meandriforme



- Estratificación cruzada con reactivaciones. Incisiones internas, ripples y fluidificaciones.
- Set tabular de microconglomerados

• "Braided"

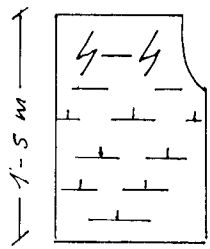
UNIDADES III Y IV

Debido a las limitaciones de los afloramientos y a procesos de convergencia de facies no ha sido posible diferenciar con suficiente fiabilidad el límite entre estas dos unidades a lo largo de toda la hoja. Están compuestas por depósitos lacustres pertenecientes a distintos subambientes. En los sectores próximos a los relieves marginales se desarrollan facies lacustras pertenecientes a ambientes de aguas dulces mientras que en los sectores más centrales de la cuenca dominan los depósitos de contextos lacustres salinos y mayor batimetría. La serie miocena culmina con un tramo de calizas lacustres y palustres correspondiente a las "Facies Páramo" que representan un episodio de retracción y colmatación de la cuenca.

FACIES DE LAS CUESTAS Y CALIZAS DEL PARAMO

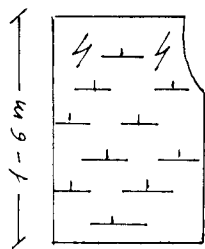
Litología - Facies	Estructuras - Fósiles	Interpretación
Lutitas rojas	Bioturbación, edafizaciones	Llanura aluvial, fluviolacustre
Arenas y areniscas	Estr. Cruzada, canalización	Relleno de canales fluviales y fluviolacustres
Lutitas margosas verdes	Bioturbación, oxidaciones.	Palustres, paleosuelos
Lutitas margosas anaranjadas	Bioturbación	Charcustrre
Lutitas negras carbonosas	Lignitos. Bioturbación.	Palustres, canagoso
Lutitas negras fosilíferas	Gasterópodos, micromamíferos	Lacustre proximal, fondo orgánico, aguas ácidas
Margas grises	Ostrácodos. Laminado	Lacustre fondo reductor
Margas blancas	Ostrácodos. Oxidaciones	Lacustre medio oxidante
Margas pardas	Ostrácodos. gasterópodos. Ferruginización	Lacustre proximal
Margas limosas bioclásticas	Bioclastos, laminado tractivo.	Resedimentación en lacustre proximal energético
Margas dolomíticas yesíferas	Critales de yeso	Lacustre salino
Gypsarenitas	"Ripples" de oleaje	Resedimentación en lacustre salino
Acúmulos de yeso	Cristales ideomorfos de yeso	Emersión en lacustre salino
Arenas amarillas	Granoclasificación	Depósitos deltaicos distales
Calizas con moldes de yeso	Estratificación irregular u ondulada	Llanura fangosa salina
Calizas micríticas o margosas	Gasterópodos, ostrácodos	Lacustre proximal
Calizas nodulosas perforadas	Karstificación, pedogénesis	Lacustre-palustre con exposición subaérea
Calizas limosas bioclásticas	Laminado tractivo. Bioclastos	Capas de tormenta.

TIPOS DE SECUENCIAS



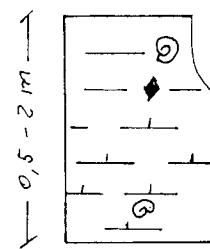
- Lutitas rojas
- Margas blancas

• Ciclo de oxidación-reducción



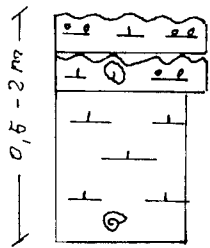
- Lutitas margosas verdes
- Margas grises

• Ciclo de retracción en medios lacustres reductores



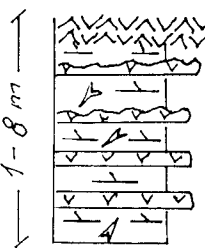
- Lutitas negras fosilíferas
- Margas pardas

• Ciclo de retracción en lacustre proximal.



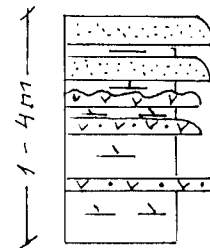
- Margas limosas bioclásticas
- Margas pardas

• Incremento de la energía en lacustre proximal



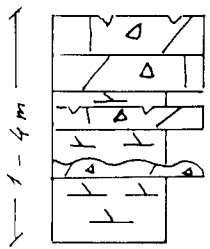
- Acúmulo de yesos
- Margas dolomíticas y gypsarenitas

• Retención en lacustre salino



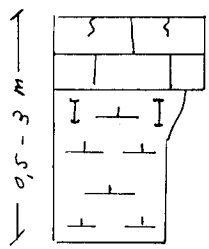
- Arenas amarillas
- Margas dolomíticas y gypsarenitas

• Depósitos deltaicos distales en lacustre salino



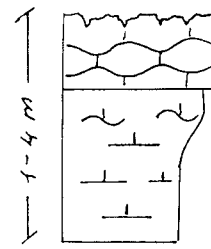
- Calizas y dolomitas con molde de yeso
- Margas dolomíticas

• Retracción en llanura fangosa salina.



- Calizas micríticas
- Margas calcáreas
- Margas

• Retracción lacustre sin emersión



- Calizas nodulosas
- Margas calcáreas nodulosas
- Margas

• Retracción lacustre con exposición subaérea.