

HOJA Nº 198 (17-10)
OSORNO

INFORME SEDIMENTOLOGICO

Javier Solé Pont

Julio 1990

INDICE

1. INTRODUCCION

2. DESCRIPCION DE FACIES

2.1. Facies aluviales

2.1.1. Brechas calcáreas

2.1.2. Conglomerados calcáreos

2.1.3. Conglomerados poligénicos

2.1.4. Areniscas

2.1.5. Lutitas rojas

2.2. Facies fluviales

2.2.1. Conglomerados

2.2.2. Areniscas y arenas

2.2.3. Lutitas

2.3. Facies "charcustras"

2.3.1. Arcillas margosas anaranjadas

2.3.2. Margas blancas

2.3.3. Calizas

2.4. Facies lacustres

2.4.1. Facies deltaicas

2.4.2. Facies lacustres marginales-palustres

2.4.3. Facies lacustres proximales

2.4.4. Facies lacustres distales

2.4.5. Facies lacustres salinas

3. ANALISIS SECUENCIAL -

3.1. Antecedentes

3.2. Unidades deposicionales

3.2.1. Unidad inferior

3.2.2. Unidad superior --

1. INTRODUCCION

El Mioceno que aflora en el sector 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 charcistre-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 de 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 varvadas y son frecuentes las capas de gypsarenita con estructura turbidítica originados por la resedimentación de los depósitos de márgenes salinos.

2. DESCRIPCION DE FACIES

2.1. 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° y 160° y con un radio máximo de 2,5 - 3 km. Se distinguen los siguientes tipos de facies:

2.1.1. 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. Presentan 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.

2.1.2. Conglomerados calcáreos

Están compuestos 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, están 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 asociados 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 esta reflejado por estructuras de imbricación de cantos.

2.1.3. 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 enmarcan 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.

2.1.4. 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 internas que limitan los distintos episodios de relleno 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 ginnuosidad.

2.1.5. Lutitas rojas⁹

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 abanco 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.

2.2. FACIES FLUVIALES

Se organizan en sistemas de abanicos húmedos. En momentos de progradación cubren grandes extensiones de la cuenca. En las zonas marginales pueden indentarse 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, desarrollandose depósitos "charcustré-palustres". Este fenómeno se localiza en zonas interabanico y a pié 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 hoja 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 km². Los depósitos de frente distal están constituidos por lutitas rojas y ocres en las que se encajan canales fluviales de diversa sinuosidad.

2.2.1. 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 cercanas al relieve a una dilución de los mismos 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 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 desperdimientos.

Las facies conglomeráticas asociadas a transportes por agua 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 a 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 puede formar parte de 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 alcanzan 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 del transporte por agua frente a los flujos densos.

2.2.2. 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, ocre, 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 de 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 ocre, 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 ocreas. 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 muy finas 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 meandriformes

Generalmente se asocian a depósitos de arenas finas ocreas, mal cementados, 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 comprendidas entre 25 y 120 cm., están formadas 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 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 solo "sets" de láminas cruzadas. Se asimilan 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, intercalados 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").

2.2.3. Lutitas

Forman paquetes masivos interrumpidos esporádicamente por canales y depósitos de desbordamiento arenosos. Los colores de las facies lutíticas son muy variadas dependiendo de la naturaleza del área madre y de la intensidad y tipo de los proceso edáficos.

En general los sistemas que incorporan materiales de procedencia paleozoica desarrollan facies lutíticas ocre 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 desbordamientos de los canales fluviales y otro, generadas por inundaciones a escala de todo el sistema. El segundo proceso explica el volumen de fangos en el frente distal de los abanicos, implica un caracter 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 subáerea durante periodos 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.

2.3. 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 de estas facies es muy concreta, se encuentran en contextos 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:

2.3.1. 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.

2.3.2. 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.

2.3.3. Calizas

Constituyen paquetes masivos de potencia métrica. Tienen aspecto noduloso. Muestran señales de oxidación y ocasionalmente karsstificación. 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.

2.4. 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 subambientes, 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 bioturbación por raíces en régimen palustre a subaéreo. La franja proximal subacuática registra una diversidad de facies relacionada 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 varvadas y margas blancas tableadas o lajosas.

Las asociaciones de facies propias de contextos lacustres salinos se encuentran en áreas más 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 proximales por margas dolomíticas con cristales de yeso selenítico y estratificación lenticular en gypsarenitas. Las facies profundas están formadas 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 sedimentación. Condiciona el aporte de terrígenos y aguas dulces a los lagos procedentes de los sistemas fluviales e influye directamente en la tasa de evaporación en la cuenca. La tectónica determina la cantidad de sedimento disponible, las direcciones preferentes de drenaje y la configuración 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 naturaleza de los depósitos, y en consecuencia de los tipos y asociaciones de facies.

2.4.1. 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 reflejados por los distintos tipos de facies y las variaciones repentinas de comunidades de organismos característicos de distintas salinidades. Estos aparatos deltaicos constituyen cuerpos locales 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" y "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 deformaciones 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 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 ostrácodos 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 limoso 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 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 ostrácodos 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 centrimétricos 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.

2.4.2. **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 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 ha 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 karstificaciones, 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 son las estructuras más abundantes. 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 ha sido expuestas a régimen subaéreo y los contactos entre ambos términos son transicionales.
-

- Lutitas carbonosas

El origen de la nodulización se asimila a procesos edáficos. Se trata de capas de potencia comprendida entre 10 y 60 cm. La lutita es aportada en suspensión por los aparatos deltaicos a un margen vetetado 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.

2.4.3. 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 a palustre. La diversidad de facies responde a las diferencias de energía del medio y al PH e 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 restos 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 macrocristales 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 la materia orgánica.

- Margas calcáreas

Constituyen las facies más representativas de los ambientes lacustres 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 en función del tipo de componentes que incluyan, del contenido en margas y de las alteraciones edáficas que hayan sufrido posteriormente a su depósito.

En general se trata de micritas con textura tipo "wakestone". 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.

2.4.4. 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 decantan 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 varvados indicadores de aguas frías y de una cierta batimetría que permiten el desarrollo de "hipolimnion".

La existencia de láminas muy continuas de acumulación de ostrácodos se puede interpretar como colonización de fondo por estos organismos en períodos favorables o como resedimentación de los mismos mediante corrientes de turbidez muy distales.

Los términos de margas calcáreas blancas se asocian con descensos de nivel del lago y calentamiento de las aguas. El primer proceso favorece la concentración en carbonato del agua y el segundo la precipitación del mismo.

2.4.5. Facies lacustres salinas

Se localizan en los sectores centrales de la cuenca. El carácter salino viene dado 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 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. Muestran una tonalidad beige a blanquecina cuando se alteran. 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 aéreas fangosas expuestas a régimen subaéreo favoreciendo la evaporación y precipitación del sulfato. Los estudios de los ostrácodos relacionados con estos depósitos muestran

asociaciones fan'síticas 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 "lisen" y "ripples" de oscilación. Como niveles tabulares 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. ANALISIS SECUENCIAL

3.1. ANTECEDENTES

El Neógeno del sector central 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 son las efectuadas por ROYO (1926) 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 al abanico de Aviñante 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 de Campo" para los depósitos fluviales. El término "Facies Tierra de Campos" se reserva para los materiales fluviales de tonos ocre 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 MAJON (1979) con las facies fluviales de La Serna (ARAGONES, 1978) y con los materiales lacustres de Las Cuestas en los sectores centrales.

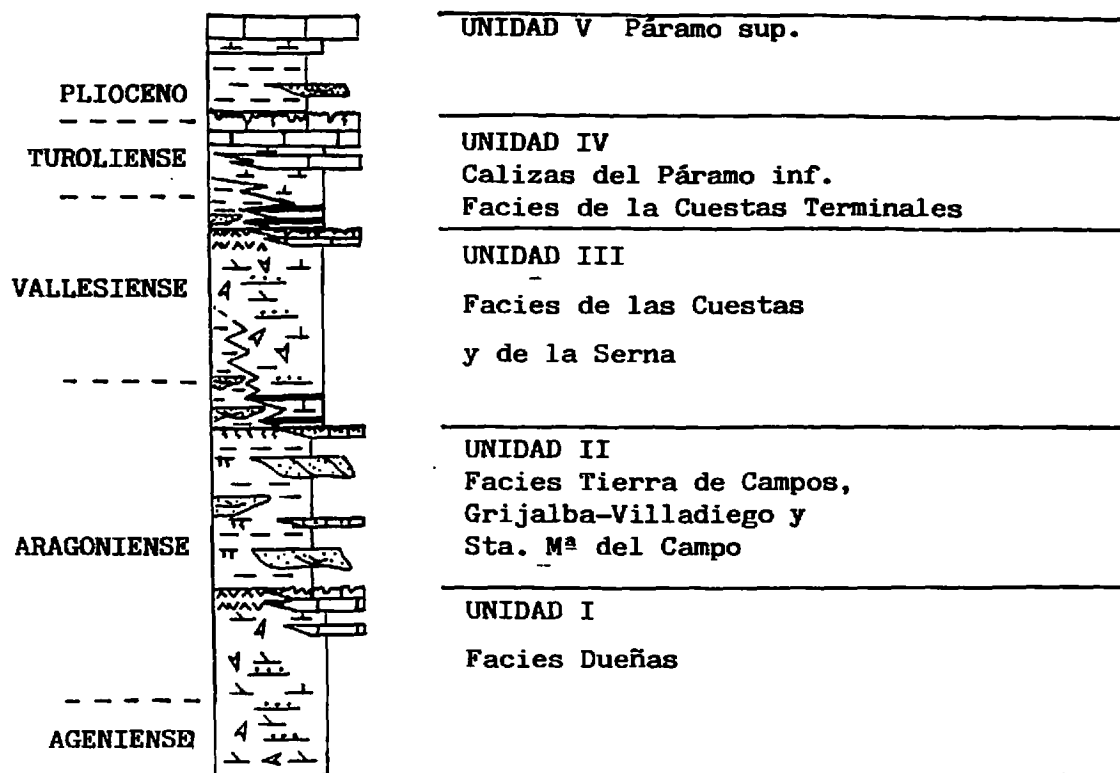


Fig. 1. Columna sintética del Mioceno en el sector Nororiental de la Cuenca del Duero.



Las primeras modificaciones notables del esquema original de HERNANDEZ PACHECO (1915) han sido realizadas por ORDÓÑEZ 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 (1978) son equivalentes a su Unidad Dolomítica Inferior. 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 central 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 la 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 de Páramo" sobre las que se producen karstificaciones que evidencian la ruptura con que termina esta unidad. La UTS 4 corresponde al Páramo II (ROJO 1926) y es equivalente a la Unidad Superior de ORDÓÑEZ et al. (1981).

3.2. UNIDADES DEPOSICIONALES

En este apartado se adopta una nueva organización secuencial que difiere parcialmente de los esquemas propuestos por los autores que anteriormente han trabajado en la zona. 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 al menos a los sectores centrales. Se han diferenciado 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 pues 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 (1926) y a la Unidad Dolomítica Inferior de ORDÓÑEZ 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 de carstificación 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 a la equivalencia lateral de estas facies con los sistemas fluviales de Tierra de Campo 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 interiormente mencionada. En todo caso esta discontinuidad es muy evidente en el sector de Burgos y Villadiego, 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 ("Facies Tierra de Campos", "Grijalba-Villadiego" y "Santa María del Campo") que invaden la mayor parte de la cuenca, coincidiendo con una reactivación en los sistemas aluviales de los bordes ("Facies Alar del Rey"). El límite superior está evidenciado por un elevado desarrollo de suelos calcimorfos, la intensa karstificación de calizas charcustras en áreas de escaso drenaje, y la existencia de una superficie de erosión fosilizada por los depósitos lacustres de la unidad suprayacente.

Esta unidad 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 DABRIO (1989) que consideran el contacto discordante.

La Unidad III corresponde a la UTS II de MEDIAVILLA Y DABRIO (1986). Comprende la parte inferior de las "Facies de Las Cuestas" donde se desarrollan ambientes lacustres. --Probablemente existen facies Grijalba-Villadiego, fluviales del sistema 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 Pisuerga y Prádanos de Ojeda) se desarrollan las "Facies de la Serna" (Aragónés, 1978) que pertenecen a sistemas de abanicos fluviales que incorporan materiales de procedencia paleozoica. Está demostrado que las "Facies de la Serna" son correlacionables con los depósitos lacustres de la Unidad III y probablemente de la Unidad IV, aunque no se ha observado por el momento la discontinuidad que las separa en este contexto.

La ruptura que marca el fin de esta unidad está representada de formas muy diversas en función del sustrato sobre el que se desarrolle. Es muy evidente en ambientes lacustres marginales y proximales donde se manifiesta como una superficie de edafización y/o karstificación sobre calizas lacustre-palustres. Este nivel calcáreo se pierde hacia el Centro de la cuenca y pasa a grandes acúmulos de yeso.

En resumen, la Unidad III supone la instalación de grandes zonas lacustres en la cuenca y está culminada por un período de retracción generalizada de los lagos con exposiciones subaéreas prolongadas afectando a áreas extensas.

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 supone una restructuración de las áreas lacustres, pudiendo ser equivalente a los términos superiores de las "Facies de la Serna". 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 "charcustré" y ciclos de oxidación-reducción en lutitas margosas palustres. En contextos lacustres salinos suelen desarrollarse depósitos de llanura fangosa subárea.

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 estas 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-manchega I definida por PÉREZ GONZÁLEZ (1982).

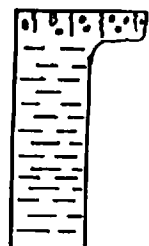
La Unidad V tiene un carácter restringido, solo se ha reconocido en los alrededores de Yudego (Hoja de Sasamón). La serie completa de esta unidad está compuesta por un tramo terrígeno en la base correspondiente a un ambiente fluvial, un tramo intermedio margo-arcilloso perteneciente a un contexto palustre-"charcustré"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

En la Hoja de Osorno afloran solo dos de las unidades tectosedimentarias anteriormente descritas (Unidades II y III). La discontinuidad existente entre ambas unidades está puesta de manifiesto por un elevado desarrollo de procesos edáficos representados por suelos calcimorfos y/o rojos. La Unidad II (más inferior) está compuesta por las "Facies Tierra de Campos" y sus equivalentes en "Facies Grijalba-Villadiego". La Unidad II (más superior), está formada predominantemente por depósitos fluviales de las "Facies de la Serna". Sus equivalente lacustres en "Facies de las Cuestas" se encuentran limitados en esta Hoja a afloramientos puntuales.

3.2.1. Unidad inferior

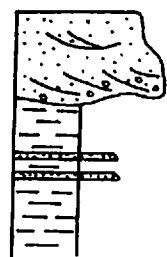
Las facies Tierra de Campos (Unidad II) afloran esencialmente en la parte meridional de la Hoja. Están compuestas por fangos y a veces con arenas ocreas pertenecientes a la orla distal de abanicos húmedos a los que se atribuye

Tipos de secuencias de la "Facies Tierra de Campos" y "Grijalba-Villadiego"



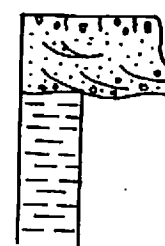
- . Suelo calcimorfo
- . Lutitas

Llanura de inundación con edafizaciones (1-5 m.)



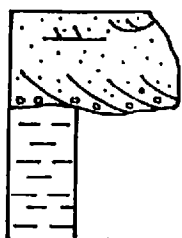
- . Pedogénesis, oxidaciones
- . Canal de arenas, estratificación cruzada.
- . Crevasses
- . Lutitas

Llanura de inundación con encajamiento y relleno de canal (2-6 m.)



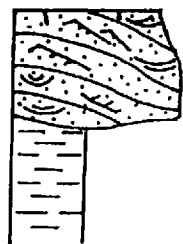
- . Pedogénesis, calcificación edáfica
- . Areniscas
- . Lutitas

Tipos de rellenos de canal



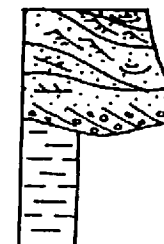
- . Estratificación cruzada en surco.
- . Sets tabulares.

Canales rectos (0,5-3 m.)



- . Climbing ripples
- . Superficies de acreción lateral.
- . Estratificación cruzada.

Canales meandriformes (2-4 m.)



- . Canal de "chute"
- . Acreción lateral, "climbing ripples"
- . Sets tabulares.

Cambios de configuración del canal durante su relleno. Incremento de la sinuosidad (3-5 m.)

Fig. 2

una procedencia de los relieves zamoranos. Las facies Grijalba-Villadiego están desarrolladas ampliamente en la parte oriental de la Hoja. Están representadas por lutitas y areniscas rojas correspondientes a frente distal de abanicos fluviales que proceden de los dominios mesozoicos de la Cordillera Cantábrica.

Estas dos facies se consideran equivalentes y aunque se circunscriben exclusivamente a la Unidad II no se descarta su presencia en otras unidades.

CUADRO Nº 1. CARACTERIZACION DE LAS FACIES DE LA UNIDAD II

"Facies Tierra de Campos"

Litología - Facies	Estructuras - Fósiles	Interpretación
Lutitas ocreas	Bioturbación, suelos rojos	Llanura de inundación
Caliches	Pedogénesis, marmorizaciones	Suelos calcimorfos
Capas tabulares de arena y limo	Granoclasificación incipiente	Lóbulos de desbordamiento
Arenas ocreas	Estratificación cruzada, "ripples". Canalizaciones	Relleno de canales

"Facies Grijalba-Villadiego"

Litología - Facies	Estructuras - Fósiles	Interpretación
Lutitas rojas	Bioturbación	Llanura de inundación
Lutitas verdosas	Bioturbación	Encharcamiento en llanura de inundación
Caliches	Pedogénesis, marmorizaciones	Suelos calcimorfos
Capas tabulares de arenisca	Granoclasificación incipiente	Lóbulos de desbordamiento
Areniscas rojizas y conglomerados	Canalizaciones. Estratificación cruzada "ripples" calcificaciones	Relleno de canales

3.2.2. **Unidad superior**

Las facies de la Serna (Unidad III) afloran ampliamente en la parte occidental de la Hoja. Están representadas por fangos y arenas ocre que se enmarcan en un contexto de abanico húmedo distal en el que se desarrollan canales de distinta configuración. Hacia el sur, los canales vierten sus aguas a lagos, desarrollando lóbulos deltaicos, encontrándose incluidos entre depósitos margosos de las facies de las Cuestas. Representan ambientes lacustres marginales y muy proximales. Afloran exclusivamente en el Cerro de Santa Olalla al sur de la Hoja.

**CUADRO Nº 2. CARACTERIZACION DE LAS FACIES
DE LA UNIDAD III**

"Facies de la Serna"

Litología - Facies	Estructuras - Fósiles	Interpretación
Lutitas ocreas	Bioturbación, suelos rojos	Llanura de inundación
Capas tabulares de arena	Granclasificación incipiente Estatificación Cruzada.	Lóbulos de desbordamiento
Arenas y conglomerados	Canalizaciones	Rellenos de canal

"Facies de las Cuestas"

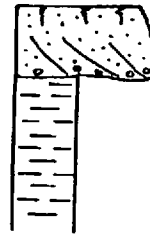
Litología - Facies	Estructuras - Fósiles	Interpretación
Lutitas negras fosilíferas	Bioturbación, gasterópodos, micromamíferos	Lacustre proximal, fondo orgánico, aguas ácidas
Lutitas margosas verdes	Bioturbación	Palustre, paleosuelo
Margas arcillosas ocreas	Oxidaciones	Lacustre marginal-deltaico
Arenas y limos	Ostrácodos, ripples, escapes de fluidos	Fluviolacustre-deltaico
Margas blancas	Ostrácodos	Lacustre proximal
Calizas micríticas y margosas	Ostrácodos, gasterópodos pedogénesis	Lacustre proximal
Calizas arenosas bioclásticas	Bioclastos. Laminado tractivo	Resedimentación en lacustre proximal por flujos deltaicos

Tipos de secuencias de las "Facies de la Serna"



- . Suelos rojos
- . Lutitas

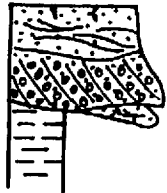
Llanura de inundación. Edafizaciones.



- . Pedogénesis, oxidaciones
- . Canal de arenas
- . "Crevasses"
- . Lutitas

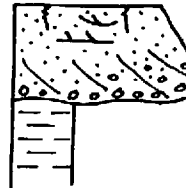
Encajamiento y relleno de canal

Tipos de rellenos de canal



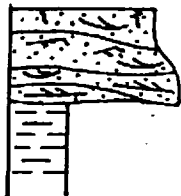
- . Estratificación cruzada
- . Incisiones internas
- . Barra de gravas

Canales "braided"



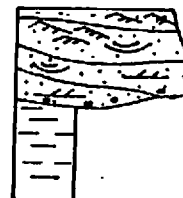
- . Estratificación cruzada
- . Sets tabulares

Canales rectos



- . Ripples, estratificación cruzada
- . Superficies de acreción muy tendidas

Canales de baja sinuosidad

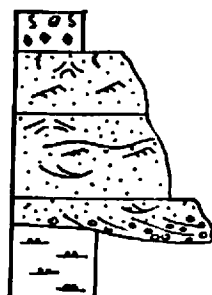


- . Climbing ripples
- . Estratificación cruzada
- . Superficies de acreción lateral

Canales meandriformes

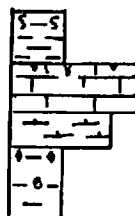
Fig. 3

Tipos de secuencias de las "Facies de las Cuestas"



- . Lutitas negras verdes
- . Arenas y limos con:
ostrácodos
- . Ripples, estratificación
cruzada
- . Escapes de fluidos
- . Conglomerados y arenas
canal fluvio-lacustre
- . Limos

Depósitos fluviolacustres y lóbulos
deltáicos (2-5 m.)



- . Lutitas margosas verdes
- . Huellas de raíces
- . Calizas micríticas
- . Margas blancas
- . Lutitas negras

Ciclo de retracción lacustre en ambientes
marginales (2-4 m.)



- . Oxidaciones
- . Margas ocreas y arenas
- . Calizas arenosas laminadas
- . Margas blancas

Ciclo de retracción lacustre con progradación
de los depósitos deltaicos (2-6 m.)

Fig. 4