

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

DOCUMENTACION COMPLEMENTARIA
INFORME SEDIMENTOLOGICO

Hoja Nº 353 (26-14)

PEDROLA

AUTOR:

Fernando Leyva Cabello

E.N. ADARO

Abril, 1992

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1.- <u>INTRODUCCION</u>	1
2.- <u>COLUMNAS REALIZADAS</u>	5
3.- <u>PALEOZOICO</u>	7
3.1.- ORDOVICICO	7
4.- <u>MESOZOICO</u>	9
4.1.- FACIES BUNTSANDSTEIN	10
4.2.- FACIES MUSCHELKALK	14
4.3.- FACIES KEUPER	17
4.4.- LIAS INFERIOR-MEDIO	18
5.- <u>TERCIARIO</u>	22
5.1.- UNIDAD EVAPORITICA	23
5.2.- UNIDAD TERRÍGENO-CARBONATADA Y EVAPORÍTICA ..	26
5.3.- UNIDAD CARBONATADA	37
6.- <u>BIBLIOGRAFIA</u>	41

1.- INTRODUCCION

En la Hoja de Pedrola afloran los sedimentos del borde oriental de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica y distintas unidades genético sedimentarias de la Cuenca del Ebro.

Globalmente, la hoja de Pedrola puede dividirse en una serie de dominios litológicos estructurados de forma subparalela a la dirección ibérica (NNE-SSW). La zona suroccidental de constitución esencialmente terrígena, donde afloran los Sistemas Paleozoico y Mesozoico junto al abanico aluvial terciario de los Corrales, con relieves de moderados en los primeros, a suavemente ondulados en este último. Una amplia franja central, subparalela a la anterior, con predominio de sedimentos peniplanizados, y por último la zona Nororiental en la que el dominio corresponde a los glacis y terrazas del Sistema Cuaternario.

Estratigráficamente, en los sedimentos terciarios, pueden diferenciarse dos grandes conjuntos: El inferior evaporítico-terrágeno, cuya procedencia, establecida con criterios regionales en áreas próximas, es ibérica y el superior terrígeno-carbonatado y evaporítico, cuyo origen igualmente ibérico, puede establecerse claramente dentro de la propia hoja con dos entradas preferentes, la más activa y definida en el ámbito de esta área, es el abanico aluvial que se ha denominado de los Corrales, ubicado en el sector suroccidental, y otra entrada, apenas esbozada al norte de Fuendejalón,

sector centrooccidental, que posiblemente corresponde a las facies distales de otro abanico de procedencia igualmente ibérica.

Ambos abanicos se interpenetran en sus zonas distales con sedimentos palustres y lacustres en facies carbonatadas y evaporíticas respectivamente, que constituyen los tramos superiores de las series aflorantes en la franja central de la hoja.

Por último, en el borde centro meridional y con una representación muy reducida en extensión, se diferencia un conjunto de constitución carbonatada que, por criterios regionales, se atribuye a las facies palustres de sistemas deposicionales aluviales de procedencia pirenaica.

En resumen, los materiales que constituyen la columna sedimentaria del Terciario de la Hoja de Pedrola tienen una ordenación vertical cíclica.

En general, estos ciclos muestran dos miembros o tramos bien definidos: Uno basal de carácter fundamentalmente terrígeno, y el superior de constitución carbonatada y/o evaporítica.

El límite inferior de estos ciclos es neto, en tanto que el tránsito entre los miembros que constituyen el ciclo es gradual con numerosos cambios de facies en la horizontal y vertical.

El análisis regional de esta ciclicidad ha permitido establecer una serie de unidades genético-sedimentarias en el sentido de MITCHUM (1977) y GALLOWAY (1989a, 1989b).

Los límites de estas unidades, se han diferenciado en cartografía con el fin de facilitar la correlación de las mismas a lo largo del amplio sector de la Cuenca del Ebro estudiado en el proyecto que abarca 28 hojas a escala 1:50.000.

Dada la pobreza de yacimientos fosilíferos de importancia cronoestratigráfica, los posibles hiatos ligados a los límites secuenciales, impide que puedan ser definidos como paraconformidades, aún cuando se observan como cambios de facies, a veces muy bruscos, con rango cuencial y en algún caso ha podido constatarse su enlace con discordancias erosivas y/o cartográficas.

Regionalmente se han diferenciado un total de veinte unidades genético-sedimentarias, que abarcan una edad Priabonense superior-Vallesiense, de las cuales, en el Terciario de la Hoja de Pedrola, llegan a aflorar cinco con una edad atribuida de Aragoniense-Valleciense.

Estas unidades reciben de base a techo los nombres de:

- Unidad Bujaraloz-Sariñeña
- Unidad Remolinos-Lanaja
- Unidad Pallaruelo-Montes de la Sora
- Unidad Montes de Castejón
- Unidad San Caprasio

En el Cuadro 1 se muestra un ensayo de correlación de estas unidades con la distribución en unidades tectosedimentarias U.T.S. definidas por PEREZ et al., (1988) y ARENAS y PARDO (1991).

Finalmente, indicar el gran desarrollo de las formaciones cuaternarias, especialmente en el sector Nororiental, con amplia representación de distintos niveles de terraza asociados a los ríos Ebro y Jalón, así como de los depósitos de distintos glaciares, coluviones y fondo de valle que abundan igualmente en el resto de la Hoja.

2.- COLUMNAS REALIZADAS

Como se reseñaba en el capítulo anterior en esta hoja afloran sedimentos que abarcan sistemas desde el Paleozoico al Cuaternario. Dada esta disposición y con el objeto de tener series representativas de todas las unidades sedimentarias cartografiadas, se tuvo que realizar un análisis previo de los afloramientos para elegir las series más representativas, tanto por litologías como por espesores.

Hay que señalar la dificultad encontrada dado que los sistemas erosivos cuaternarios en su encajamiento en las distintas unidades terciarias, que normalmente originan en la Cuenca del Ebro escarpes con buenos afloramientos, en el caso de la hoja de Pedrola no ocurre así, dado que morfológicamente el sistema cuaternario (glacis, terrazas, etc.) ha cubierto en gran medida las unidades terciarias.

Aún así, se han realizado series prácticamente completas de todas las unidades cartografiadas que además, en su caso, muestran la evolución lateral y vertical de estos litosomas.

En el cuadro adjunto se sintetizan las series realizadas y sus principales características.

Además de las muestras recogidas en las series, se han tomado, para completar la visión petrográfica y paleontológica, muestras aisladas en número de 11 para petrografía y 3 para paleontología por lo que el total de muestras sería de 52 petrográficas y 13 paleontológicas.

SERIES	ESCALA	ESPESOR (m)	MUESTRAS PETROGRAFIA	MUESTRAS PALEONT.	UNIDAD
FUENDEJALON	1:200	59,20 m	5		Lías Inferior
BURETA	1:200	48 m	2	2	Unidad Terrígeno-Carbonata (N-2)
FOYATERIN	1:200	75 m	4	1	" " " "
CAÑA LAS PEÑAS	1:200	90 m		1	" " " "
AGUDO	1:200	59 m		1	" " " "
SANTUARIO SAN SEBASTIAN	1:200	66 m			Unidad evaporítica (N-1)
EL AGUILA	1:200	88,5 m	4	1	Unidades N-1 y N-2
OTON	1:200	63,5 m	2		Unidad Terrígeno-Carbonatada (N-2)
ATALAYA	1:200	78,5 m	1		Unidad Evaporítica (N-1)
LA LOMAZA	1:200	75 m	1		Unidades N-1 y N-2
LAS AZUBIAS	1:200	83 m	3		Unidad Terrígeno-Carbonatada (N-2)
CAÑADA HONDA	1:200	42 m	1		" " " "
LOS CORRALES I	1:200	40 m	1		" " " "
LOS CORRALES II	1:200	48 m	1		" " " "
CAMPO ROYO	1:200	33 m	4	1	" " " "
EL ESPARTAL	1:200	65,5 m	4	1	Unidades Evaporíticas (N-1) Terrígeno-carbonatada (N-2) Carbonatada (N-3)
CAÑADA DEL RUBIO	1:200	17 m	1		Triás Superior-Lías Inferior
CORRAL DEL PALOMO	1:200	29 m	4		Lías Inferior
TABUENCA	1:400	253 m	1		Facies Buntsandstein y Muschelkalk
PEDREGOSA	1:200	92 m	1	1	Unidad Terrígeno-Carbonatada (N-2)
GINESTAR	1:200	28 m			" " " "
PUINEGREL	1:200	24,5 m	1	1	Unidad Evaporítica (N-1)
CARRETERA TABUENCA	1:400	626			Ordovícico
TOTALES		2.083,7 m	41	10	

3.- PALEOZOICO

Los sedimentos atribuidos a esta edad afloran en el sector suroccidental de la Hoja. En su conjunto, es una serie de constitución esencialmente terrígena, en la cual se han diferenciado, a nivel cartográfico, tramos de naturaleza cuarcítica y tramos con alternancia de cuarcitas y lutitas o pizarras. El espesor mínimo de la serie puede estimarse en 700 a 800 m. Dada la escasa entidad de los afloramientos de la serie paleozoica en el ámbito de la Hoja, así como su bajo contenido en fauna y su desconexión y parcialidad en relación a las series más completas de áreas próximas (Tabuenca, Illueca, etc.), la atribución cronológica de este paleozoico se ha realizado por comparación de las litologías aflorantes y correlación con el contexto regional. De esta forma atribuímos estos sedimentos al Ordovícico Inferior (Tremadoc).

3.1.- ORDOVICICO. ALTERNANCIA DE ARENISCAS, CUARCITA Y PIZARRAS (1). TRAMOS DE PIZARRAS (1a). BARRAS CUARCITICAS (1b)

La serie realizada en las proximidades de la carretera que une Fuentejalón y Tabuenca muestra un conjunto de facies y asociaciones de facies que pueden sintetizarse como sigue:

Sa.- Areniscas cuarcíticas y cuarcitas blanco grisáceas a rojizas con estratificación cruzada en surco y planoparalela de ángulo variable.

Sb.- Areniscas cuarcíticas y cuarcitas blancas en capas decimétricas a bancos o masivas, con ripples de corriente, bioturbación y superficies ferrificadas a techo.

Sc.- Areniscas cuarcíticas blancas en capas centi a decimétricas con laminación de ripples de corriente.

Hc.- Lutitas o pizarras verde grisáceas con láminas y/o linsen de areniscas blancas con ripples de oscilación (wavy).

Mb.- Lutitas o pizarras verde grisáceas sin estructura visible o débil bioturbación.

Las asociaciones de facies más comunes son:

Mb-Sa y Mb-Nc-Sc-Sb, denominada a y b respectivamente.

Los tramos cartográficos se corresponden a acúmulos sistemáticos de la asociación "a" en el caso de las grandes barras cuarcíticas, de la "b" en los tramos de alternancia y grandes acúmulos de facies Mb en los tramos pizarrosos.

Dadas las características litológicas y sedimentológicas de las asociaciones de facies descritas y considerando la escasez y parcialidad de los datos disponibles, la "a" sería una asociación atribuible a sedimentos de frente deltaico, y la "b" de llanura deltaica. Como estas asociaciones se estructuran en un ciclo mayor a-b, se trataría de un ciclo de carácter regresivo.

4.- MESOZOICO

En el sector Suroeste de la Hoja y en la proximidad de la población de Tabuena, se ha realizado una serie de sedimentos atribuidos al Trías, en los cuales se han distinguido cartográficamente las tres facies germánicas características del Trías de la Cordillera Ibérica:

- Buntsandstein, terrígeno de color rojo predominante
- Muschelkalk: a) Miembro Margoso
 b) Miembro Dolómico
- Keuper, terrígeno y evaporítico con intrusiones de ofitas.

Dado que las dimensiones de los afloramientos de las distintas facies triásicas son muy reducidas, las conclusiones extraíbles del estudio realizado serán parciales. Aún así, se ha intentado correlacionar los distintos tramos o subfacies en el contexto regional, atendiendo a los trabajos bibliográficos más recientes. De esta forma, puede precisarse que el Trías de Tabuena muestra características transicionales entre el Mediterráneo, caracterizado por la presencia de un Muschelkalk con dos barras carbonatadas bien desarrolladas, y el Ibérico con un único nivel (ARRIBAS, 1984; ARIBAS et al., 1984).

Otro hecho característico de esta área, estriba en la dificultad de delimitar el techo de la facies Buntsandstein. El paso a la facies Muschelkalk, viene dado en una alternancia de margas gris-amarillentas a verdosas que intercalan areniscas de grano medio de colores rosados a amarillentos. La plasticidad de este tramo junto a los recubrimientos que normalmente se dan sobre estas litologías, hacen difícil precisar el límite exacto. Se han tomado como criterios, el cambio de coloración, la presencia de carbonato y la litología de las areniscas.

Por último, reseñar que en el ámbito de la hoja no se constata la presencia de facies Keuper en continuidad con las facies inferiores. Los afloramientos atribuidos al Keuper, en razón de litologías y continuidad estratigráfica con series carbonatadas datadas como Lías inferior, se sitúan al Este y Norte del Paleozoico y como isleos rodeados de los sedimentos terciarios.

4.1.- ALTERNANCIAS DE ARENISCAS Y LUTITAS ROJAS (2) CON ARENISCAS Y CONGLOMERADOS EN FACIES DE RELLENO DE CANAL (2a). LUTITAS ROJAS CON ESCASAS ARENISCAS (3). FACIES BUNTSANDSTEIN

En la serie realizada pueden distinguirse a grandes rasgos dos grupos de facies sedimentarias:

- Facies arenosas y/o conglomeráticas "a" y "b"
- Facies lutíticas "c"

Entre las facies arenosas se diferencian siguiendo el código de facies de MIALL (1978) las siguientes:

Gt.- Rellenos de canales en gravas y areniscas de dos tipos: cuerpos con base erosiva y techo plano y cuerpos de base planar y techo convexo. En los primeros se aprecia estratificación cruzada en surco de media escala y estratificación epsilon. En el segundo tipo se observa agredación vertical de los cuerpos convexos.

Los cantos son de naturaleza cuarzo-cuarcita con porcentajes muy bajos de cantos carbonatados. Su tamaño varía de 3 mm a 6 cm.

La petrografía de las areniscas es mayoritariamente subarcósica, si bien algunos cuerpos son litareníticos con granos de metasedimentos y carbonatos. El espesor de estos cuerpos varía de 3 a 15 m.

St.- Son areniscas de grano medio a fino, color gris a verdoso, micáceas con estratificación cruzada en surco de media a gran escala, en cuerpos con base planar a levemente erosiva y techo plano a suavemente convexo.

Petrográficamente son subarcosas y litarenitas, con matriz más abundante en el límite de las grauvacas. El espesor de estos cuerpos varía de métrico a decamétrico.

Sp.- Son areniscas de grano medio a grueso con estratificación cruzada planar de media a gran escala, y coloración parda a rojiza. Estas barras suelen presentar superficies de reactivación y depósitos de carga residual con cantos de cuarzo-cuarcita y escasos cantos blandos de lutita roja.

La petrografía de estas areniscas es similar a las descritas en la facies Gt. El espesor de estos cuerpos es métrico (1 a 2 m).

Sr.- Son areniscas de grano medio a fino con estratificación cruzada de media a pequeña escala, conservando a veces morfologías decimétricas de megaripples a los que se asocian trenes de ripples linguoides o de cresta recta; son más escasos los ripples de oscilación observados y sólo cuando esta facies se asocia a terrígeno muy fino.

La petrografía de estas areniscas es de tipo subarcósico a cuarzarenítico. El espesor de estos cuerpos es decimétrico.

Se.- Areniscas de grano medio-grueso con estratificación cruzada en surco de media escala a planar de bajo ángulo, con colores pardos a rojo-violáceos. Abundan los cantos blandos de lutita roja y verde y los cantos de cuarcita de tamaño variable.

Petrográficamente son litareníticas y subarcosas con importante fracción en matriz (grauvacas), a veces superior al 15%. El espesor de estos cuerpos no supera el metro.

Entre las facies lutíticas se diferencian las siguientes:

FL.- Son lutitas rojas a veces verdosas o policolores con láminas y linsen de areniscas de grano muy fino a limos micáceos de color gris a verde. Las láminas muestran estratificación "wavy". La bioturbación es abundante y se observan esporádicas costras ferruginosas intercaladas de espesor milimétrico.

El espesor de esta facies es muy variable de decimétrica a decamétrica.

Fs.- Son lutitas de color rojo más escasamente verdosas o policolores, masiva o con laminación paralela difusa. La bioturbación es fuerte y suelen contener en los tramos verdosos restos vegetales carbonizados.

El espesor es métrico a decamétrico.

Las asociaciones de facies más características son las siguientes: FL-Gt-Sp-Sr, FL-Sp-St-Sr y Sr-FL-Fsc, a las que se denominan a, b y c respectivamente.

La asociación "a" se tratará de depósitos de relleno de canal, que por sus características sería asimilable a canales de alta sinuosidad, en las que se tienen las facies tractivas de alto flujo (Gt), de barras (Sp) y dunas (St). Sobre las barras y dunas la agradación vertical suelen darse, en la asociación "b", facies Sr debidas a megaripples de cresta recta con trenes de ripples sobreimpuestos.

La asociación de tipo "c" son los depósitos de llanura de inundación desde los subambientes proximales a ciénagas distales. La facies Se son los depósitos de pequeños canales divagantes o bien en algún caso los depósitos de pequeños "crevase" originados en la rotura de diques.

En resumen, las asociaciones de facies descritas muestran un modelo fluvial de alta sinuosidad con llanuras de inundación bien desarrolladas.

La serie realizada, aunque no abarca la totalidad del Buntsandstein, muestra al menos dos tramos bien definidos.

El inferior, con un predominio de las asociaciones "a" y "b" y en el orden expresado, y en el que la agradación o "backfilling" de los canales, es más rápida hacia techo del tramo, ligada posiblemente a una elevada productividad de sedimentos en el área fuente. El techo de este tramo vendría marcado por una asociación de tipo "a" muy característica: conglomerado de cantos de cuarzo de tamaño uniforme 3 mm a 1 cm con cemento ferruginoso de color pardo oscuro.

El tramo de techo está constituido mayoritariamente por acúmulos de facies "c" que intercalan asociaciones parciales de tipo "b" en los subtramos de base.

En su contexto, la serie aflorante se encuentra en un ciclo grano y estrato decreciente con una disminución progresiva de la disponibilidad de sedimentos terrígenos gruesos y evolución de subambiente fluviales con canales de alta sinuosidad a llanuras de inundación generalizada.

4.2.- MARGAS (4), DOLOMIAS (5). FACIES MUSCHELKALK

En concordancia con las facies de lutitas rojas del Buntsandstein, y en paso aparentemente gradual, aunque los recubrimientos no permiten una mayor certeza, se tiene un conjunto de sedimentos atribuidos al Muschelkalk en los cuales, dada su constitución litológica, se diferencian dos tramos o miembros:

- Miembro margoso (4)
- Miembro dolomítico (5)

Las facies más características del Miembro margoso son las siguientes:

MA.- Margas y/o lutitas carbonatadas de colores gris amarillentas, verdosas o rosadas. Presentan bioturbación creciente hacia techo y moldes de sales abundantes en algunas capas.

SRO.- Areniscas gris amarillentas en capas milimétricas a centimétricas con "wavy". Petrográficamente son arcosas de grano fino a muy fino y cemento carbonatado.

SR.- Areniscas grises y anaranjadas en capas centimétricas a decimétricas con laminaciones de ripples.

Petrográficamente son arcosas de grano medio-fino y cemento carbonatado. En las capas basadas de este miembro esta facies tiene un porcentaje importante de fragmentos líticos. A techo de estas areniscas se desarrollan normalmente suelos ferralíticos y asociados a ellos capas de dolomía.

D.- Dolomías de colores variables de gris oscuro a naranja, en capas centimétricas. Son más abundantes a muro y techo del Miembro.

Petrográficamente son dolomicritas con laminación algal, dolomicritas con sombras de peloides, ooides e intraclastos, parcialmente recrystalizadas y las capas aflozantes hacia la base del miembro son dolomías esparíticas (Ds).

Las asociaciones de facies más comunes son las siguientes:

SRO-MA, SR-DS y SR-SRO-MA-D a las que se denominan a, b y c respectivamente.

La asociación "a" es la más frecuente en los tramos inferiores del Miembro y por sus características litológicas y sedimentológicas se atribuye a sedimentos de llanura e inundación costera. El carácter reducido de los sedimentos y la presencia de moldes de sales en los sedimentos margosos, parece indicar ya una clara influencia mareal, y carácter transgresivo.

Las asociaciones "b" y "c", con dolomías esparíticas y/o dolomicritas con laminación, algas, etc. serían ya sedimentos de llanura mareal con rango micro o meso mareal.

MIEMBRO DOLOMITICO (5)

Las facies más características de este miembro son las siguientes:

MA.- Margas grises y verdes con moldes de sales y bioturbación.

DE.- Dolomías esparíticas en bancos con colores grises a amarillentas. Petrográficamente son doloeparitas con procesos de dolomitización importante.

DL.- Dolomías en capas milimétricas a centimétricas con colores grises a rosados. Se observan estructuras de láminas rotas, porosidad de sales "teppes" y "chickenwire". Hay capas brechificadas (brechas de colapso).

Las asociaciones de facies, prácticamente única en el reducido afloramiento de este Miembro, dentro de la Hoja es de tipo DE-MA-DL.

Este miembro está constituido por un acúmulo sistemático de la asociación de facies descrita que, por sus características litoestratigráficas, es asimilable a los términos superiores de una secuencia "shallowing upward" desarrollada en llanuras de marea de baja energía en clima árido con aportes esporádicos de agua dulce (brechas de colapso).

En la serie realizada, el espesor de este litosoma es de 12 m, aunque regionalmente llega a alcanzar los 40 m.

4.3.- ARENISCAS, LUTITAS Y YESOS (6). OFITAS (6a). FACIES KEUPER

Los afloramientos de los materiales atribuidos a esta facies, en virtud de sus relaciones estratigráficas y constitución litológica, son tan escasos y están tan recubiertos que las condiciones de observación sólo permiten globalizar su litología. En general, son lutitas rojas con escasas intercalaciones de yesos policolores y areniscas.

En los sectores suroccidentales de Fuendejalón, donde puede observarse estas facies implicada en complejas estructuras tectónicas, contiene masas cartografiables de rocas intrusivas de color verde oscuro. Se trata de rocas constituidas por plagioclasa, piroxenos y melanocratos, con textura porfídica holocristalina. Son por tanto rocas básicas de tipo diabásico u ofítico (6a).

En la proximidad de Fuendejalón se ha realizado un sondeo para captación de agua sobre las calizas del Lías inferior que ha perforado el infralías. El testigo abandonado, da una idea de las facies infralíasicas posiblemente Keuper.

Se trata de una alternancia de yesos grises, rojos o anaranjados con lutitas rojo violáceas y grisáceas. El predominio es de las facies yesíferas en este caso.

La potencia de la facies Keuper en los afloramientos superficiales no puede ser estimada por todo lo reseñado anteriormente. En el sondeo de Fuendejalón se ha perforado un mínimo de 60 m en yesos y lutitas policolores.

4.4.- DOLOMICRITAS Y CALIZAS NEGRAS CON LAMINACINES (7). LÍAS INFERIOR MEDIO

En el sector centro y suroccidental de la Hoja de Pedrola y en contacto aparentemente concordante con la facies Keuper, se tiene un conjunto de carbonatos con espesores nunca superiores al centenar de metros. En general, son dolomías y calizas de colores rosadas a gris oscuro, de masivas a bien estratificadas, en afloramientos sin conexión cartográfica.

En unos casos por su relación directa con la facies Keuper y en otros por correlación de facies y/o datación micropaleontológica, se han cartografiado todos los afloramientos como sedimentos de igual cronología englobándolos en la atribución de Lías inferior-medio. No se ha constatado en ningún afloramiento la presencia de los tramos de alternancia calizas-margas, que en las hojas circundantes se atribuyen por su contenido paleontológico al Pliensbachense-Toarciese, por lo que se supone que los afloramientos cartografiados

quedarían acotados en una edad Rethiense-Sinemuriense superior.

En las series realizadas pueden distinguirse las siguientes facies:

DM.- Dolomicritas de colores variables gris oscuro a rosado amarillento en capas decimétricas con laminación paralela, birdeyes y núcleos de pirita fromboidal. Son frecuentes los moldes de sales.

DE.- Doloeparitas de colores gris crema a amarillento rosado, masivas a estratificadas en capas decimétricas. En el afloramiento de Fuendejalón, se asocian a esta litología, en la base de la serie, facies oquerosas en manchas discontinuas (carniolas).

DB.- Son brechas de cantos de dolomía de las facies anteriores. Se ha observado como paso lateral y vertical de una u otra indistintamente, si bien es más frecuente o visible su asociación con la facies DM.

Md.- Mudstone gris oscuras a crema con tonalidades rosadas o violáceas, en capas centi a decimétricas con laminación paralela, a veces con colores alternantes. Son algo dismicríticas, con escasos peloides y núcleos de pirita. La dolomitización secundaria puede ser importante y es frecuente la presencia de nódulos de sílex. En algún caso se han observado rills bioclásticos de extensión lateral decimétrica y espesor milimétrico.

C.- Son wackstone o packstone de color gris a beige. Los aloquímicos son intraclastos y bioclastos con porcentajes más escasos de oolitos y pelets. Están bien estrati-

ficados en capas decimétricas, y se presentan en dos tipos definidos: Las de composición homogénea y las gradadas. En estas últimas se observan "hummocky cross bedding" y laminación de ripples.

Cb.- Son carbonatos biconstruidos (mudstone-wackstone) grises a crema con dolomitización secundaria importante. En general son estromatolitos del tipo LLHS, LOGAN (1964).

Las asociaciones de facies más comunes en las series realizadas son las siguientes:

DM-DB; DE-DB; C-Md-DB; C-Cb-Md-DB y C-Md-DB a las que se denominan a, b, c y d respectivamente.

Las asociaciones "a" y "b" son equivalentes a las descritas por JAMES (1980) como secuencias "shallowing upward" en llanuras de marea de baja energía, desarrolladas en ambiente árido. El desarrollo del término DB (brecha de colapso) que en el área de estudio es importante en detrimento de la presencia de sales, se debe al aporte sistemático de agua dulce al medio de depósito con la consiguiente disolución de las sales.

Las asociaciones "c" y "d" son similares a las descritas por JAMES (1980), como secuencias "shallowing upward" en llanuras de marea de baja energía, desarrolladas en clima húmedo en su variedad "secuencias muddy" y secuencias en estromatolitos "d" desarrollada en el mismo medio sedimentario.

En el área de estudio se observa una modificación sobre los modelos propuestos por JAMES (1980) para secuencias muddy y estromatolitos. Si el modelo de JAMES finaliza con una brecha de cantos planos en su tipo secuencial completo,

en este caso el término de brecha es más próximo, tanto por su litología como textura, al descrito como "brecha de colapso", por tanto el modelo secuencial sería intermedio. Es de reseñar que, en algún caso, se han medido edificios estromatolíticos con espesor superior a 1,5 m.

La asociación "e" con término inferior en packstone y/o grainstone (intrabioclásticas) gradadas, es asimilable a la descrita por WALKER et al. (1980) como secuencias H.C.S. originadas por la acción de tormentas. En el área de estudio nunca superan los 15 cm de espesor y el tipo secuencial predominante es el BPHF.

En el contexto general de los afloramientos estudiados se observa que sobre los sedimentos atribuidos a la facies Keuper, se tienen acúmulos sistemáticos de las asociaciones "a" y "b", un tramo en el que se intercalan asociaciones "c" en "a" y "d" en "c", a partir del cual sólo se tienen facies "c" y "d" con presencia mayoritaria de una u otra según la localidad estudiada.

En términos de paleogeografía los sedimentos atribuidos al Lías Inferior, muestran una evolución desde un modelo de facies de llanura mareal de baja a moderada energía en clima húmedo. Constituye por tanto un ciclo de facies de carácter transgresivo.

5.- TERCIARIO

Como se ha descrito en el capítulo 1, la Cuenca del Ebro se configura como una cuenca tardía de antepaís, relacionada con la evolución del Orógeno Pirenaico, que actúa como margen tectónico activo desde fases tempranas PUIGDEFÁ-BREGAS et al. (1986), en tanto que sus bordes meridionales y orientales son cadenas alpinas intracratónicas (Cordillera Ibérica y Costero-Catalana), por lo que esta cuenca carece de borde pasivo y se configura como una doble cuenca de antepaís.

En consecuencia puede establecerse una estrecha relación tectosedimentaria que se refleja en la geometría, constitución y estructura de los depósitos que la rellenan. Por tanto, la tasa de sedimentación, distribución de ambientes sedimentarios, posición de los depocentros, etc. dependen directamente de la cronología y evolución del diastrofismo de las cordilleras circundantes.

Los mapas de isobatas de la base del Terciario (C.G.S., 1975; ENADIMSA, 1978; ENRESA, 1987, etc.) permiten situar la máxima subsidencia a lo largo del borde norte de la Cuenca, con espesores del orden de los 4.000 a 5.000 m, destacando la existencia de dos cubetas; la de Navarra-La Rioja y la de Cataluña, separadas por una zona central o "Alto Aragón".

En los sectores meridionales los espesores no superan los 1.000 m.

5.1.- UNIDAD EVAPORITICA

Esta Unidad se corresponde con la U.T.S. N-1 y agrupa las unidades genético-sedimentarias de Bujalaroz-Sariñena, Remolinos-Lanaja y Pallaruelo-Monte de la Sora. Estas Unidades genéticas se subdividen a su vez en dos miembros o tramos cartográficos; el inferior terrígeno y el superior evaporítico. Los contactos entre unidades genéticas son netos, en tanto que el tránsito entre miembros es muy gradual.

Las facies características de los miembros terrígenos son las siguientes:

Fs.- Lutitas y lutitas carbonatadas pardo rojizas a gris violáceas, en roca fresca, de aspecto masivo y fractura coincide. Los análisis realizados muestran un contenido en carbonatos próximo al 15% con predominio casi absoluto de la dolomita, y un contenido en cuarzo variable entre el 5 al 10%.

Los filosilicatos, caolinita, micas, clorita, montmorillonita, constituyen el 70-80% del sedimento.

La presencia de valores constantes de caolinita, micas y clorita en un medio rico en sales solubles, parece indicar un origen heredado, en tanto que los porcentajes muy variables de la montmorillonita parece sugerir un origen en procesos de neoformación y/o transformación.

Sh.- Son láminas y capas centimétricas de limolitas arenosas y/o areniscas limosas de color gris, con base débilmente erosiva, algo bioturbadas y grosera gradación positiva. A techo de alguna capa se ha observado laminación de ripples.

Petrográficamente se trata de subarcosas y arcosas con porcentajes variables 5 a 10% de fracción lítica. Los feldespatos están poco alterados, la matriz es muy escasa y el cemento es mixto silíceo-carbonatado. En este tramo es constante la presencia de fisuras verticalizadas rellenas de yeso especular con megacristales decimétricos.

La única asociación de facies en este tramo es la Fs-Sh con asociaciones en las que se incluyen yesos nodulares o láminas de dolomita en los tramos transicionales al miembro evaporítico.

Las facies más características de los miembros evaporíticos son los siguientes:

Ma.- Lutitas carbonatadas y/o margas de color verde grisáceo, a veces bioturbadas y con moldes de sales. Son escasos los restos vegetales observados a veces carbonatados.

Dm.- Dolomicritas en capas milimétricas a decimétricas con laminación paralela, "tipees", porosidad móldica de sales disueltas muy abundantes y bioturbación.

DL.- Intradolomicritas (wackestone a packstone) en capas o en láminas alternantes con la facies anterior. En algún caso se observan como microbrechas de cantos planos. Son más escasas las capas de brecha de colapso (DB).

Ym.- Yeso masivo, de color gris verdoso a blanco en bancos métricos con textura alabastrina.

Yl.- Yeso en capas milimétricas a centimétricas de color blanco a verde grisáceo. En algunas capas se han observado estructuras de laminación paralela, posiblemente de origen algal, tipees "chicken-wire", micro eslump y abundante materia orgánica.

Ynd.-Algunos bancos de yeso masivo y textura megacristalina o fibrosa pasan a bancos con estructura nodeular en la que se dan nódulos de alabastro de dimensiones muy variables (centimétricas a métricas).

Las asociaciones de facies más frecuentes son las siguientes:

MA-Dm-DL-DB y MA-Yl; MA-Dm-Yl; MA-Yl; Yl-Ym; MA-Ym; Yl-Ym.

Las asociaciones reseñadas para los miembros terrígenos son propias de depósitos de "dry mudflat" en paso a áreas intermedias de "playa-lake" en tanto que la asociación de los miembros evaporíticos son definitoras de depósitos de "playa-lake" en áreas internas a intermedias.

Como resumen, puede reseñarse que el conjunto de las unidades Bujalaroz-Sariñena, Remolinos-Lanaja y Pallaruelo-Montes de La Sora, constituirían un ciclo de carácter evaporítico (Unidad Evaporítica de SANTOS, J. en Hoja de Alagón, 354, U.T.S. N-1 de VILLENA et al. 1987 y PÉREZ et al. 1988), constituido por subciclos (unidades genéticas MAGNA) de espesores variables 20 a 40 m. Estos subciclos están a su vez

constituidos por dos miembros, el inferior, lutítico, y el superior, evaporítico. Los miembros lutíticos, intercalan capas de arenisca (subarcosas y arcosas) y nódulos de yeso dispersos o en horizontes a veces asociados a costras ferruginosas; en los miembros evaporíticos se tienen litofacies de yesos laminares, nodulosos y masivos, en alternancia con carbonatos y lutitas carbonatadas.

El contacto entre los miembros de los subciclos es gradual, en tanto que es neto entre subciclos.

Se interpretan los subciclos como resultado del progresivo desarrollo o migración lateral de los subambientes del medio evaporítico: "playa-lakes" sobre llanura lutítica. El resultado de la migración además de la ordenación de asociaciones elementales y la variación de espesor de las litofacies dentro de los miembros.

Aunque como es lógico deducir, la continuidad cartográfica a título cuencal estará ligada al megaciclo o U.T.S. o unidad evaporítica, es reseñable que en la Hoja de Pedrola los subciclos mantienen la suficiente continuidad como para ser cartografiables.

Por último, es notorio que la tendencia general del ciclo evaporítico, en la Hoja de Pedrola, es hacia la desalinización del lago.

5.2.- UNIDAD TERRIGENO-CARBONATADA Y EVAPORITICA

Esta unidad coincide con la genético-sedimentaria que a nivel de cuenca se denomina Montes de Castejón, que a su vez es coincidente con la U.T.S. N-2 de VILLENA et al. (1987) y PEREZ et al. (1988).

Esta unidad genético sedimentaria está definida en los Montes de dicho nombre (Hojas de Alagón 354 y Remolinos 322), donde su constitución muestra un predominio de facies carbonatadas. En la Hoja de Pedrola los sedimentos atribuidos a esta unidad constituyen un litosoma complejo, en el cual se definen dos áreas bien diferenciadas. El área suroccidental con predominio de sedimentos terrígenos y los sectores centrales y noroccidentales con predominio de los carbonatado-evaporíticos.

Desde el punto de vista paleogeográfico, en el ámbito de la Hoja, esta unidad tiene desde medios de abanico aluvial a evaporíticos de "playa-lake".

En general, las facies terrígenas están discordantes sobre el substrato pre-terciario y las facies evaporítico carbonatadas en ruptura sedimentaria con la unidad Pallaruelo-Montes de la Sora.

Son muy numerosas las facies definibles en esta unidad. A título sintético se agruparían en facies terrígenas y facies evaporítico-carbonatadas. En facies terrígenas se definen, tomando el código de MIALL (1978), las siguientes facies:

Gms.- Son paraconglomerados masivos con matriz lutítico arenosa roja (15-20%). Se han medido bancos de 5 a 6 m. El espectro de los conglomerados es litarenítico y por los porcentajes relativos, dentro de la fracción lítica, serían de tipo calclitítico. Son bimodales con una 1ª moda en 14 a 15 cm y 2ª moda en 6-7 cm. El centil se sitúa en 70 a 80 cm. En general los cantos están subredondeados a subangulosos. No se observa estructuración

interna ni imbricación. El contacto entre los cuerpos conglomeráticos es irregular, a veces ferricificado o con láminas discontinuas de terrígenos finos. La matriz muestra una composición similar (litarenítica) al espectro litológico de los cantos.

Gm.- Son ortoconglomerados con matriz arenosa muy escasa (<5%). Se presentan como bancos de 1 a 2 m y/o capas decimétricas con base levemente erosiva y techo plano a ondulado. Son muy escasos los ejemplos observados de imbricación de cantos y la tendencia generalizada es a una grosera granoclasificación negativa. El espectro litológico de esta facies es prácticamente idéntico al descrito en la anterior. Son conglomerados calclitíticos con una primera moda en 12 a 14 cm y un centil en 30 a 40 cm. Están subredondeados.

Gp.- Son ortoconglomerados con matriz muy escasa (<5%). Se estructuran en bancos o capas con granoselección positiva grosera, estratificación de plano paralela a cruzada de gran escala, intercalando cuñas de areniscas con grava. El espectro litológico es de tipo calclitítico como en las facies anteriores, con una moda principal en cantos de 12 a 15 cm y un centil de 25 a 30 cm. Están subredondeados.

Gt.- Son orto y paraconglomerados con porcentajes de matriz variables del 5 al 30%, con estratificación cruzada en surco de media a gran escala y gradación positiva. El espectro litológico es calclitítico y su moda principal son cantos de 8 a 10 cm, subredondeados. El centil es de 20 a 25 cm.

Se.- Una variante de la facies anterior y con muy escasa representación en el ámbito de la Hoja, son estos conglomerados con estratificación cruzada en surco en el que se observan coset de conglomerados calclitíticos y coset constituídos por oncolitos con tamaños desde 2 cm a 8 cm. Los oncolitos, muestran múltiples perforaciones biogénicas superficiales que les confieren una morfología externa rugosa, y se tienen desde el tipo elipsooidal a subesféricos.

En areniscas y lutitas se han observado las siguientes facies:

St.- Son areniscas de grano medio a grueso con grava dispersa, de color gris a amarillento rojizo, en capas o bancos con estratificación cruzada en surco de media escala. Petrográficamente son litarenitas de tipo calclitítico.

Sr.- Son areniscas de grano medio fino de colores grises a blanco amarillentas en capas centimétricas con laminación con laminación de ripples y bioturbación. Petrográficamente son litarenitas de tipo calclitítico con escasas muestras en sublitarenitas.

Fl.- Esta facies heterolítica se observa como limolitas o lutitas limosas de color rojizo a asalmonado con láminas y linsen de areniscas muy finas. El conjunto está bioturbado.

Fsc.- Son los depósitos más finos de lutitas y/o lutitas carbonatadas, rojo asalmonadas, bioturbadas, con nódulos carbonatados dispersos y aspecto masivo.

Las asociaciones de facies son representativas en terrígenos son las siguientes; S-Gms (a); S-Gm (b); Sr-Gp (c); Gt-St-Sr-Fl-Fsc (d); SE-Fsc (e); St-Sr-Fl-Fsc (f); Fsc-Fl-Sr (g).

Las facies "a", "b" y "c", se asocian normalmente alternando el predominio de una y otra según los afloramientos, y son prioritarias en el sector próximo a los materiales preterciarios. Por sus características litoestratigráficas son asimilables a depósitos de relleno de valle y de cañón de la cabecera de abanico ("a") y la asociación "b"- "c" de lóbulos conglomeráticos directamente relacionados (facies proximales) con el cañón.

La asociación "d" es característica de lóbulo medio y facies de interlóbulos o intercanal en sus términos superiores, y las facies "f" y "g" de abanico distal. La facies, por sus características específicas, estaría relacionada con canales fluviales, en sectores distales del abanico, en cuya proximidad se desarrollan encharcamientos, donde se genera actividad biogénica que origina los oncolitos. Estos canales, a favor de avenidas esporádicas, erosionan los depósitos laterales incluyendo los oncolitos como sedimento transportado.

De esta forma puede resumirse que, los sedimentos cartografiados en el sector suroccidental de la Hoja (18 y 19), en su conjunto, son un abanico aluvial (Abanico de los Corrales) en el que, dentro del ámbito de estudio, puede observarse desde los acúmulos de facies de cañón "a" y "b" (debris-flow) a facies de barras y canales de lóbulo medio "c" y "d" asociadas a facies de interlóbulos y desbordamiento y, finalmente, los sectores paralelos a la carretera de Fuendejalón a Lumpiaque, facies "f" y "g" de abanico distal y su interconexión con las facies lacustres y/o palustres.

En facies carbonatadas, evaporíticas y terrígenas asociadas se definen las siguientes:

Mp.- Son margas y/o lutitas carbonatadas de color pardo a marrón oscuro en corte fresco, bioturbadas, con escasos moldes de sales hacia la base y localmente a techo. El carbonato es cálcico. En sectores muy localizados, donde el miembro alcanza espesores considerables (sector centro septentrional, vértice Agudo), los tramos superiores muestran coloraciones diversas con predominio del rojo vinoso.

Ma.- Son margas gris verdosas de masivas a bioturbadas con restos carbonosos a laminados con fractura astillosa y escasa bioturbación. En el sector occidental donde esta unidad de apoya discordante sobre el preterciario, esta facies muestra localmente colores rojizos asalmonados. Intercalan capas de mudstone nodulosas rosadas con escaso desarrollo lateral.

Md.- Son mudstone grises a blanco grisáceas en capas centi a decimétricas con laminación paralela, núcleos de pirita y bioturabación. Sectorialmente tienen porosidad de moldes de sales, "tepees" y tiene pasos laterales y verticales a capas de brechas (brechas de colapso) (Cb), con dolomitización secundaria a veces intensa.

Cw.- Son wackestone grises a crema en capas decimétricas con laminación paralela y bioturbación. Es constante la presencia de nódulos de sílex con color variable del negro al rojizo amarillento.

Petrográficamente son intramicritas en las que se observa una estructuración microsecuencial en láminas alternantes. Estas láminas, en especial las de un mayor contenido en sulfuros y matriz orgánica, están microeslum-padas y rotas pasando a brechas de cantos y/o intraclas-tos subredondeados. La presencia de restos fósiles en esta facies es constante aunque escasa, y los núcleos de silicificación abundante. La fracción arenosa es infe-rior al 5% del total, y normalmente se observa como lá-minas con base erosiva y gradación positiva.

Cp.- Son wackestone a packestone de color crema a beige en capas decimétricas con bioturbación importante. Es cons-tante la presencia de nódulos de sílex de tamaño y colo-ración variable, desde centimétricos a métricos, y de gris oscuro a gris claro.

Petrográficamente son biomicritas (gasterópodos, lameli-branquios, ostrácodos, caráceas, etc.) con porcentajes más escasos de intraclastos y pelets. Los núcleos de silicificación son abundantes localmente. La fracción arenosa es variable del 3 al 20% y de tipo cuarzareníti-co.

Yl.- Yesos en capas milimétricas a centimétricas y color blanco-verdoso. Muestran estructuras de laminación para-lela, tipees, chicken-wire y microeslumps.

Ym.- Yesos masivos de color gris, blanco y verde, en bancos con textura alabastrina. Los nódulos alabastrinos alcan-zan volumen de m³.

Yc.- Son yesos de color marrón y acaramelado, en capas decimétricas a bancos con textura microcristalina. Muestran bioturbación intensa y nódulos centimétricos de sílex negro (botroidal).

Yd.- Son yesos grises con morfología de "mounds", constituido por yeso detrítico con granos de tamaño arena media gruesa. En este cuerpo se desarrollan grandes nódulos de alabastro. Serían depósitos de yesarenitas originados por acumulación mecánica.

Ar.- Areniscas micáceas grises en capas centimétricas con laminación de ripples y bioturbación. Petrográficamente son litarenitas de tipo calclitítico con abundante matriz.

At.- Areniscas de grano medio a grueso con grava dispersa, en capas decimétricas de color variable pardo-rojizo a grisáceo. Muestran granoclasificación positiva y estructuras "hummocky-cross bedding". En general son secuencias H.C.S. WALKER et al (1983) de tipo BPHFXM y PHFXM, con un término M muy bioturbado.

Li.- Son limolitas arenoso-arcillosas de color pardo-asalmonado, en capas centi a decimétricas con laminación paralela y de ripples.

Petrográficamente son litarenitas y sublitarenitas de tipo calclitítico, con fracción arcilla variable (20-30%) y cemento carbonatado.

Las asociaciones de facies más frecuentes son las que siguen:

Mp-Md (h); Mp-Ynd (i); Mp-Ar (j); Mp-At (k); Ar-Ma-Md (l); Ma-Md-Cw-Cp (m); Ma-Md-Cb (n); Ma-Md-Ym (o); Li-Ma-Ym (p); Ma-Md-Yl (q); Ma-Yl (r); Ma-Yl-Ym (s); Yd-Ma (t).

En la cartografía de afloramientos de esta unidad pueden diferenciarse tres sectores a grandes rasgos. El sector subparalelo al abanico de Los Corrales, en el que esta unidad está constituida mayoritariamente por asociaciones de facies "j" y "k", el sector centro meridional donde el predominio es de las asociaciones "h" e "i" y el sector noroccidental donde el predominio es de la "h" e "i".

El conjunto de facies y asociaciones de facies descritas, así como su distribución areal, tendría su origen en un modelo de facies de "dry mud-flat" con lagunas carbonatadas efímeras, conectado con las facies distales del abanico de Los Corrales. La distribución areal de las asociaciones de facies evidencian distintos submedios, de tal forma que el sector subparalelo al abanico en donde existen una mayor disponibilidad de agua dulce y de terrígenos gruesos, las asociaciones muestran un componente terrígeno mayoritario con paso gradual, en sentido SO-NE, a asociaciones donde el carbonato cálcico es parte importante. Sólo en el sector noroccidental se tienen asociaciones de facies que ya son indicativas de depósitos de zona marginal de un modelo de llanura salina o "playa-lake", lógicamente conectado al "dry mud-flat".

La asociación "k" son tempestitas en el sentido de BRENCHLEY (1985) "capas depositadas por corrientes y olas generadas por tormentas". El modelo de facies propuesto para esta unidad en la Hoja de Pedrola parece evidenciar una batimetría creciente en sentido N y E, por tanto estas capas,

generadas por tormentas en el lago, deberían encontrarse igualmente en las áreas progresivamente más cuencales, cosa que no se ha observado, quedando restringida su presencia al sector directamente conectado con el abanico aluvial. La explicación de tal hecho puede estar en que la litología de esta unidad hacia áreas cuencales, es masivamente de terrígenos muy finos, margas y lutitas carbonatadas que por su bioturbación y diagénesis enmascara el proceso sedimentario, en tanto que en el sector reseñado, la mayor disponibilidad de terrígenos gruesos evidencia estos eventos. Otra explicación vendría dada por la proximidad de estos sectores a borde de cuenca y la posible confluencia en ellos, durante la actividad de las tormentas, de un sistema hidrodinámico complejo, con flujos expandidos de origen continental y retoques posteriores del oleaje lacustre.

En el conjunto de esta unidad se observa que sus tramos inferiores muestran un predominio de las asociaciones "o", con o sin yeso y n con o sin término de brechas. En ambos casos, el que la secuencia esté completa o truncada, está en relación directa con la posición paleogeográfica del afloramiento respecto a la unidad evaporítica (22). En los tramos superiores, la asociación predominante es la "m", en tanto que la "l" sólo está presente en los sectores occidentales alternando con "m".

Dada la constitución litológica, asociaciones de facies descritas y su distribución areal, puede considerarse para esta unidad un modelo lacustre-evaporítico, en el que los tramos basales aún muestran facies con influencia de corrientes tractivas, y por tanto su relación directa con las zonas de canales fluviales del área distal del abanico, evolucionando a facies con carbonatos de una mayor influencia biogénica y características palustres (bioturbación y restos

vegetales) para finalizar en los tramos superiores con asociaciones carbonatadas donde la actividad orgánica (restos fósiles y bioturbación) es muy importante y, por tanto, propia de lagos someros o somas marginales de lagos más amplios.

Los caracteres genéticos primarios que muestran las asociaciones "q" y "r", permiten asimilar estas asociaciones a depósitos de "playa-lake" en sus zonas intermedias y paso a la interna, la asociación "s" son los depósitos de zona intermedia en paso a marginal, y las "p" y "t", de zona marginal del complejo de "playa-lake". El espesor máximo de este miembro es de 50 a 55 m.

Como resumen, la Unidad Montes de Castejón U.T.S. N-2 en el ámbito de la Hoja de Pedrola, constituye un ciclo sedimentario de constitución compleja con cambios de facies muy rápidos en la lateral y vertical, en el que se han diferenciado un abanico aluvial, desde sus facies proximales a distales, un cinturón de facies terrígeno-carbonatadas de zonas marginales de un sistema lacustre-evaporítico y las distintas litofacies de este sistema, desde las facies carbonatadas del cinturón externo a las evaporíticas del "playa-lake" intermedio y central.

Es de resaltar la posibilidad que existe, dentro del ámbito de este estudio, de observar en detalle el paso de tramos carbonatados a carbonatado-evaporíticos con presencia de yesos microcristalinos y, finalmente, a yesos masivos alabastrinos en extensiones laterales decamétricas, (sector de Pozuelo y vértice Otón), de la misma forma que, en distancias similares, el miembro salino en su práctica totalidad pasa a limolitas o margas rojas o rosadas con esporádicas intercalaciones de calizas, (vértices Agudo o Foyaterín).

La reducida extensión de este modelo y la multiplicidad de los cambios de facies, no permite establecer subciclos cartografiables, aunque se detectan en todas las serie realizadas.

La tendencia general del ciclo, como queda de manifiesto en todas las series realizadas, que sistemáticamente finalizan con facies de biomicritas bioturbadas, es hacia una desalinización del lago.

Dado que la Unidad de los Montes de Castejón se correlaciona con la U.T.S. N-2 de VILLENA (1987) y PÉREZ (1988), esta tendencia que se intuye en el lago marginal de Pedrola, puede considerarse de carácter cuencal.

5.3.- UNIDAD CARBONATADA (SAN CAPRASIO)

Esta unidad genético sedimentaria está definida en la Sierra de Alcubierre, dentro de la Hoja de Lanaja (354), donde su constitución es eminentemente carbonatada. En la Hoja de Pedrola, la extensión cartográfica de los sedimentos asimilados a esta unidad es muy reducida y quedan restringidos al sector centro meridional de la Hoja, donde la serie aflorente es carbonatada. Regionalmente se encuentra en discordancia erosiva sobre la Unidad de Montes de Castejón, y se corresponde con la U.T.S. N-3 de VILLENA et al. (1987) y PÉREZ et al. (1988).

En la serie realizada se distinguen las siguientes litofacies:

Ma.- Margas grises masivas y bioturbadas

Md.- Mudstone gris a beige en capas decimétricas a bancos con escasa fauna, bioturbación intensa y porosidad fenestral. Color pardo a crema claro. Tienen nódulos de sílex de tamaño variable centimétrico a m³.

Cw.- Wackestone (intrabioclásticas) a packstone (intrabioclásticas), en capas decimétricas con estratificación cruzada en surco de media a gran escala, y color gris crema a beige.

Cwg.- Son packstone a wackestone (intrabioclásticas), gradadas, en capas decimétricas con "hummocky", "cross bedding" y "swaley".

Cg.- Son packstone y/o grainstone en capas centi a decimétricas (bioclásticas) con laminación de ripples.

C.- Son wackestone a packstone crema con abundante fauna de gasterópodos y bioturbación.

Las asociaciones de facies más frecuentes son las siguientes: Cwg-Cw-C (a); C-Md-Cw-Cg (b); Cw-Md-Cg-Ma (C).

La asociación "a" es la que se encuentra en el contacto entre las unidades de Castejón y San Caprasio (N-2 y N-3) y está constituida por tres términos:

El término inferior es una secuencia BPHX de WALKER (1983) con "hummocky" y/o "swaley" que desarrollan morfologías métricas. Sobre esta tempestita, se tienen formas de relleno de canal con estratificación cruzada en surco de media a gran escala en packstone intraclásticas con escasa fauna entera, y finalmente capas centimétricas de wackestone de

gasterópodos que uniformizan las desigualdades morfológicas. En conjunto, esta asociación de facies se muestra como un sistema que, en su base, tiene un salto hidrodinámico muy importante en relación a los depósitos precedentes, y que origina desigualdades morfológicas importantes en el medio de depósito para, posteriormente, por pérdida progresiva de energía llegar a la colmatación en facies de carbonatos ricos en fauna, materia orgánica y sílex.

Como resumen, esta asociación de facies muestra un salto brusco en las condiciones de sedimentación con un paso de medios lacustres y/o palustres de baja energía a depósitos de tempestitas y facies de relleno de canal en carbonatos detríticos.

La asociación "b" son "mud-mounds" de espesor métrico y extensión lateral decamétrica, en los que puede observarse el desarrollo del montículo de barro sobre capas biointraclásticas. Los tubos de la bioturbación en algún ejemplo llegan a ser decimétricos. El abanico de capas sobre el mound son wackestone intrabioclásticas a veces es lumpadas que pasan a grainstone con ripples.

Esta secuencia, constituye una parte importante de la serie de esta unidad en la Hoja, y se interpreta como depósitos ligados a zonas palustres. El hecho de la intensa y constante bioturbación, así como la constitución casi exclusivamente micrítica de los montículos, debe estar originada por el desigual desarrollo de la vegetación en las áreas palustres que atrapan barros micríticos que, en parte, pueden provenir de bioconstrucciones algales más someras.

La asociación "c" es la más representativa de los tramos superior de la serie en el área de estudio. En general muestra dos términos característicos: una caliza (mudstone) en bancos o masiva con nódulos de sílex negro alineados según la estratificación, de color crema a beige, con bioturbación moderada, sobre todo a techo de los bancos, y fauna dispersa creciendo hacia techo. Los interestratos de estos bancos, son margas grises o capas centimétricas de pakstone biointraclásticas y oolíticas con laminación de ripples.

Esta facies es prácticamente idéntica a las descritas como constituyente de los "mud-mounds", y en general debe ser la misma pero, aunque en ella están situadas canteras, no ha sido posible observar la morfología propia de los mounds, o lo son de un tamaño no abaricable en las reducidas dimensiones del afloramiento.

En general puede concluirse que los sedimentos asimilados a la Unidad de San Caprasio (U.T.S. N-3) en la Hoja de Pedrola, son parte de un nuevo ciclo sedimentario, donde los datos obtenidos del reducido afloramiento, sugieren un modelo de lago carbonatado en zona marginal que, al inicio del ciclo fue afectado por corrientes tractivas importantes para evolucionar de forma rápida a condiciones de menor energía con alta productividad orgánica.

En áreas cercanas, esta unidad proporciona fauna que determina una edad Aragoniense Superior y Vallesiense.

- MANDADO, J.M.A. (1979). "Petrogénesis y geoquímica de las evaporitas y rocas asociadas en el área de Remolinos (Zaragoza)". Tesis Licenciatura Univ. Zaragoza 114 págs. (inérita).

- MANDADO, J.M.A. y TENA, J. (1980). "Moldes de cristales tolva de halita como proceso diagenético en la serie evaporítica de Remolinos (Zaragoza)". Inst. Inv. Geol. Barna. nº 34, págs. 187-194.

- MANDADO, J.M.A. (1987). "Litofacies yesíferas del sector Aragonés de la Cuenca Terciaria del Ebro. Petrogénesis y Geoquímica". Tesis Doctoral Univ. Zaragoza, 442 págs. (inérita).

- MULLER, G. y FORSTNER, U. (1975). "Recent dolomite formation in nonmarine environments". IX Int. Cong. Sedim. Niza. Vol. 2, pp. 101-106.

- ORTÍ, F. (1977). "Aproximación al estudio petrográfico de las microestructuras de las rocas de yeso secundario y a su origen". Inst. Inv. Geol. Barna. nº 32, págs. 87-152.

- ORTÍ, F. y PUEYO, J.J. (1977). "Asociación halitita bandea-da-anhidrita nodular del yacimiento de Remolinos, Zaragoza (Sector Central de la Cuenca del Ebro)". Inst. Inv. Geol. Barna. nº 32, págs. 167-202.