

INFORME SEDIMENTOLOGICO

DE LA HOJA GEOLOGIA DE

GELSA (29-16)

MARZO/92

COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.

INDICE

INDICE

	Págs.
1.- INTRODUCCION	1
1.1. SITUACION GEOGRAFICA	2
1.2. SITUACION GEOLOGICA	2
1.3. METODOLOGIA DE TRABAJO	3
1.4. NOMENCLATURA	3
2.- ESTRATIGRAFIA	5
2.1. LITOESTRATIGRAFIA. DESCRIPCION DE FACIES	7
2.1.1. Ambiente deposicional de abanico aluvial	9
2.1.1.1. Facies de relleno de paleocanales	10
2.1.1.2. Facies de llanura de inundación	12
2.1.2. Ambiente deposicional lacustre-palustre	13
2.1.2.1. Facies lacustre-palustres	13
2.1.2.2. Facies lacustres	14
2.1.3. Ambiente deposicional de margen de lago salino	14
2.1.4. Ambiente deposicional de lago salino	15
2.2. BIOESTRATIGRAFIA	16
2.3. CRONOESTRATIGRAFIA. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL	17
3.- BIBLIOGRAFIA	27

1.- INTRODUCCION

1.- INTRODUCCION.

1.1. SITUACION GEOGRAFICA

La zona estudiada comprende el territorio ubicado en la hoja 1:50.000 de Gelsa (29-16). El área se enmarca dentro del sector centro-meridional de la Cuenca del Ebro, y en parte corresponde a la comarca natural de Los Monegros. Administrativamente pertenece a la provincia de Zaragoza, salvo la esquina suroccidental de la hoja que pertenece a Teruel.

1.2. SITUACION GEOLOGICA

Geológicamente, los materiales estudiados corresponden a los sedimentos que colmataron la Cuenca del Ebro durante gran parte del Oligoceno Superior y del Mioceno inferior. Esta cuenca, desde el Paleoceno hasta la actualidad, se ha comportado como una cuenca de antepaís, cuya evolución está relacionada con la de los orógenos que la circundan (PUIGDEFABREGAS et al., 1986): El Pirineo, por el N, la Cordillera Costero Catalana, por el SE y la Cordillera Ibérica por el SO. A grandes rasgos, durante el Paleoceno y el Eoceno inferior, en la parte septentrional de la cuenca se desarrollaba el dominio de una sedimentación marina y, en los márgenes de la misma, el dominio de una sedimentación continental. Durante el Eoceno medio y superior, la cuenca era marina y, dentro de ella, se desarrollaron **fan deltas**, cuya área fuente estaba principalmente ubicada en Los Catalánides (**fan deltas** de Montserrat y de St. Llorenç del Munt) y en Los Pirineos (**fan deltas** del Puigsacalm). A finales del Eoceno, en la cuenca tuvo lugar una regresión marina generalizada, que provocó, desde el Eoceno terminal, hasta el Mioceno medio, el desarrollo de abanicos aluviales en los márgenes de la cuenca y el desarrollo de una sedimentación lacustre, en las partes centrales de la misma.

Según los conocimientos actuales, se puede afirmar que durante el Oligoceno, existían dos depocentros de sedimentación fluvio-lacustre dentro de la Cuenca: un depocentro oriental, situado en la parte catalana de la Depresión del Ebro, y un depocentro occidental, situado en el área de Navarra. Sin embargo, durante el Mioceno, la paleogeografía de la cuenca era substancialmente diferente, puesto que el depocentro de sedimentación fluvio-lacustre se halla situado, principalmente, en la parte Aragonesa de la Depresión.

La zona de estudio se halla en la zona sur-oriental de la parte aragonesa de la Depresión del Ebro y, los materiales que configuran el territorio poseen una edad comprendida entre el Oligoceno superior (Chattiense) y el Mioceno inferior (Aragoniense)

1.3. METODOLOGIA DE TRABAJO

El estudio de la zona, se ha realizado sobretodo en base a la cartografía geológica a escala 1:50.000 de la hoja de Gelsa (29-16). También se han levantado un total de 6 columnas sedimentológicas de detalle y se han recogido 75 muestras, con las que se ha realizado los estudios petrográficos y micropaleontológicos. También se han recogido muestras para estudios de micromamíferos con el fin de poder datar a los materiales que configuran el territorio, aunque todas ellas han resultado estériles.

1.4. NOMENCLATURA

En este apartado, se definen los principales términos que se utilizan en el presente informe sedimentológico.

UNIDAD GENETICO-SEDIMENTARIA: Utilizamos dicho término para definir a un conjunto de materiales genéticamente relacionados, y limitados por discordancias, o por sus respectivas paraconformidades (s.s. MITCHUM et

al., 1977). Esta definición, corresponde a la de secuencia deposicional (s.s. VAIL et al., 1977), para sedimentos marinos y, también a la de **hinterland sequences** (VAIL et al., 1977), para sedimentos continentales. Debido a la ausencia de un modelo bien establecido en cuencas continentales (VAN WAGONER et al., 1990), preferimos utilizar el término de unidad genético-sedimentaria.

SISTEMA DEPOSICIONAL: Con este término se entiende a una asociación tridimensional de litofacies, formada por un conjunto de ambientes relacionados fisiográficamente (s.s. FISCHER Y McGOWEN, 1967 y SCOTT Y KIDSON, 1977).

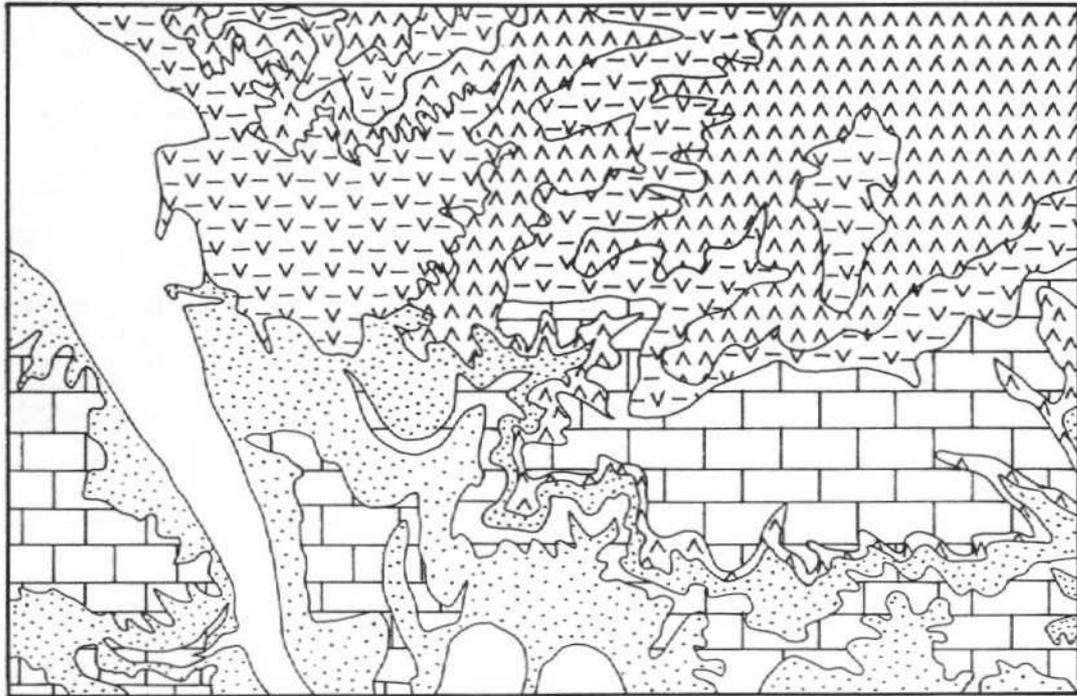
AMBIENTE DEPOSICIONAL: condiciones biológicas, químicas y físicas, deducidas a partir de grupos de litofacies (SCOTT Y KIDSON, 1977).

2.- ESTRATIGRAFIA

2.1. LITOESTRATIGRAFIA. DESCRIPCION DE FACIES

Los materiales descritos de manera general en el apartado anterior, atendiendo a las facies que los configuran pueden agruparse en cuatro ambientes deposicionales distintos (ver Figura 1).

- A) **Ambiente deposicional de abanico aluvial:** Tiene mayor desarrollo en el cuadrante suroriental de la zona, donde lo constituyen las facies fluviales que forman parte de los sistemas deposicionales procedentes de la Cordillera Ibérica. También los materiales lutíticos intercalados entre los carbonáticos y yesíferos en los sectores occidental y septentrional de la hoja forman parte de este ambiente deposicional. La unidad cartográfica número 14, que se extiende a lo largo de la mitad N de la hoja y presenta facies lutíticas posiblemente tenga una procedencia pirenaica.
- B) **Ambiente deposicional lacustre-palustre:** Su mayor desarrollo se alcanza en la mitad meridional de la hoja. Está formado principalmente por facies carbonatadas y margosas, las cuales se intercalan con facies terrígenas aluviales.
- C) **Ambiente deposicional de margen de lago salino:** los depósitos que forman este ambiente deposicional se hayan representados por las facies margo-yesíferas, que se extienden por la zona N de la hoja, particularmente en su cuadrante noroccidental.
- D) **Ambiente deposicional de lago salino:** Los depósitos correspondientes a este ambiente deposicional están representados, al igual que los anteriores, en la mitad septentrional de la hoja, donde adquieren características predominantes.



- AMBIENTE DE ABANICO ALUVIAL MEDIO Y DISTAL
- AMBIENTE LACUSTRE - PALUSTRE
- AMBIENTE DE MARGEN DE LAGO SALINO
- AMBIENTE DE LAGO SALINO

FIG. 1.- ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE FACIES EN LA HOJA DE GELSA (29-16) DURANTE EL OLIGOCENO TERMINAL - MIOCENO INFERIOR

2.1.1. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE ABANICO ALUVIAL

En la mitad meridional de la hoja existe una serie de naturaleza pelítico-arenosa, alternante con materiales carbonatados, cuyo origen es fluvio-aluvial y que constituye partes medias y distales de sistemas deposicionales de procedencia Ibérica.

La potencia de los tramos con predominio de facies fluvio-aluviales supera los 160 m aflorantes, habiéndose estudiado de manera parcial en las secciones de Cinco Olivas (01), Sástago (02), carretera de Alborge I (03), Barranco de Polito (05) y Quinto de Ebro (06).

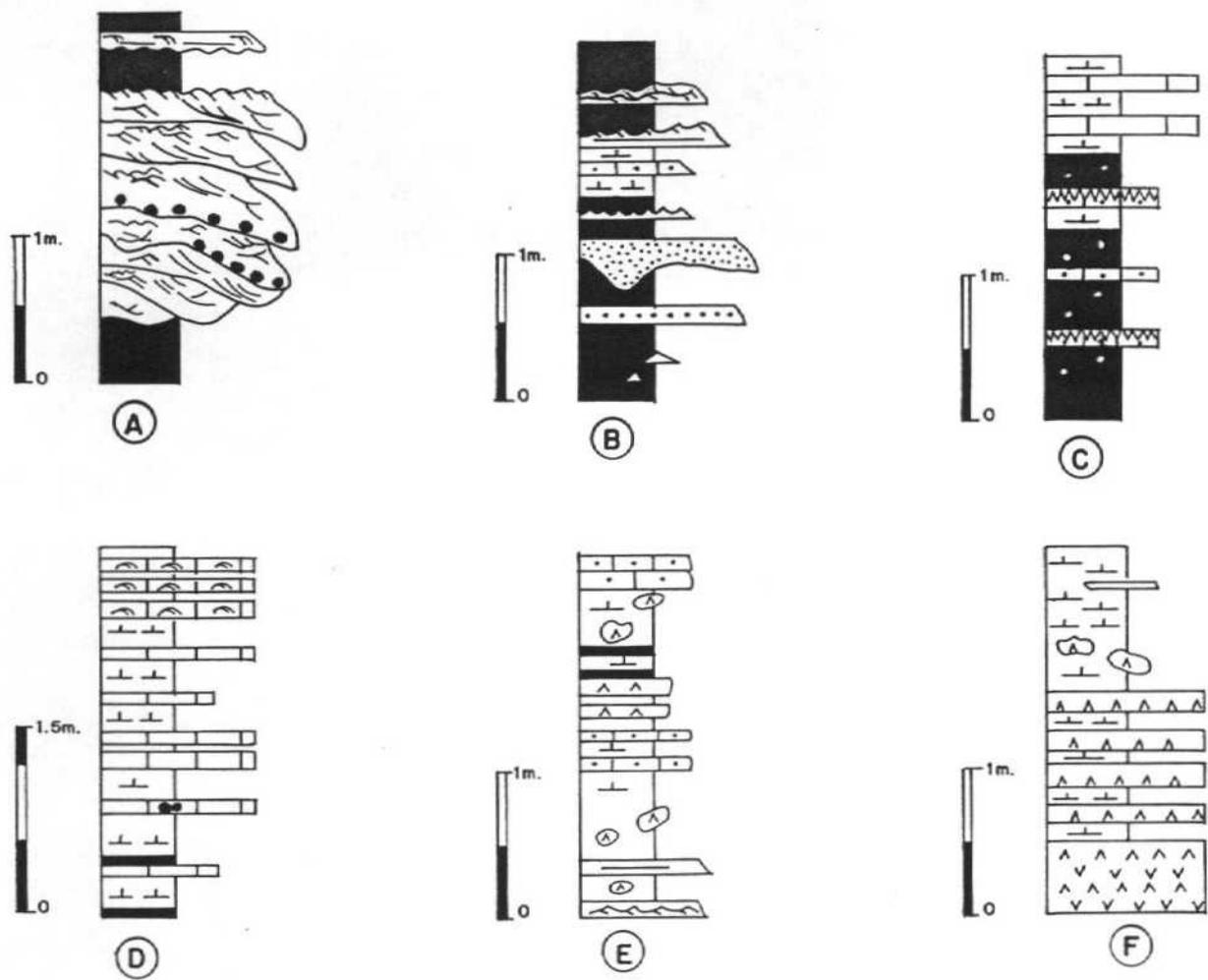
La serie sintética consiste en una alternancia de tramos arcillo-arenosos y de tramos carbonatados correspondientes al ambiente deposicional lacustre-palustre. Los tramos lutítico-arenosos están formados básicamente por arcillas anaranjadas y rojizas entre los que se intercalan bancos areniscos canaliformes y tabulares. Los bancos de arenisca canaliformes corresponden al relleno de paleocanales de ríos meandriiformes, y son predominantes en el cuadrante sureste de la hoja, mientras que tanto las areniscas tabulares como las lutitas corresponden a depósitos de desbordamiento (*Crevasse-splay*). En conjunto, presentan una asociación de facies que va desde las zonas medias de abanicos aluviales en la esquina SE hasta las zonas distales en el resto de la hoja. Cabe señalar que, en la sucesión estratigráfica, el paso de las facies fluviales a las facies carbonáticas mencionadas, se realiza de forma transicional, mientras que el paso de las facies carbonáticas a las siguientes facies terrígeno-aluviales, suprayacentes, es brusco. Esto da lugar a una sucesión de carácter cíclico, la cual se repite diversas veces en la vertical. Cada uno de estos ciclos o unidades genético-sedimentarias, en la base, está formado por un predominio de facies terrígenas y, hacia techo, por un predominio de carbonatos de origen lacustre-palustre. En la parte meridional de la zona estudiada, se pueden distinguir un total de 3 unidades genético-sedimentarias, cada una de las cuales posee las características mencionadas.

Por otro lado, en la mitad septentrional de la hoja donde existe un predominio de facies yesíferas, existen dos niveles intercalados de materiales predominantemente lutíticos. El primero de ellos se ha estudiado, aunque sólo los últimos metros, en la sección de la carretera de Alborge II (04), y constituye la base de una 4ª unidad genético-sedimentaria mientras que el segundo tiene apenas 5 m de espesor y posiblemente su procedencia sea septentrional, esto es, del borde pirenaico.

Cabe señalar que tanto las facies detríticas como carbonáticas que constituyen la segunda de las unidades genético-sedimentarias citadas, hacia el sector noroccidental del territorio pasan a facies de margen de lago salino. Este progresivo cambio de facies se realiza de forma compleja, a través de una serie de indentaciones entre los distintos tipos de materiales que las configuran.

2.1.1.1. FACIES DE RELLENO DE PALEOCANALES

Los paleocanales que constituyen la parte media-distal de los sistemas deposicionales de procedencia ibérica y que se desarrollan en el tercio meridional de la hoja poseen características comunes: normalmente se organizan en bancos de areniscas de grano medio y fino, eventualmente grueso, con espesores comprendidos entre los 40 cm y 6 m. Los más potentes presentan superficies de reactivación, en ocasiones marcadas por cantos blandos. Estas superficies individualizan a cuerpos areniscosos que presentan a su vez superficies de acreción lateral. Entre las superficies de acreción lateral se desarrollan **cosets** de láminas, dentro de las cuales existe una gradación de estructuras sedimentarias, que de base a techo consisten en estratificación cruzada en surco, estratificación cruzada planar y finalmente, **ripples** de corriente que en ocasiones son de tipo **climbing-ripples** (ver Fig. 2a). Según estas características, estos bancos de arenisca corresponden a **point-bars** de ríos meandriformes, mientras que las superficies de reactivación individualizan a diferentes **scroll-bars**.



- A - FACIES DE RELLENO DE PALEOCANALES DE RIOS MEANDRIFORMES. BARRAS DE MEANDRO
- B - FACIES DE LLANURA DE INUNDACION
- C - SECUENCIAS DE FACIES PALUSTRES
- D - SECUENCIAS DE FACIES LACUSTRES
- E - SECUENCIAS DE FACIES DE MARGEN DE LAGO SALINO
- F - SECUENCIAS DE FACIES DE LAGO SALINO

LEYENDA

	} ARENISCAS		YESOS		RIPPLES DE OSCILACION
			YESOS NODULARES		LAMINACION PARALELA
	CALIZAS		ESTRATIFICACION CRUZADA EN SURCO		ESTRATIFICACION WAVY
	CALCISILTITAS		ESTRATIFICACION CRUZADA PLANAR		ESTRATIFICACION LINSSEN
	LUTITAS		RIPPLES DE CORRIENTE		MARCAS DE RAICES
	MARGAS		RIPPLES ASCIDENTES		CANTOS BLANDOS

FIG. 2.- SECUENCIAS DE FACIES REPRESENTATIVOS DE LOS AMBIENTES DEPOSITACIONALES QUE SE DESARROLLAN EN LA GELSA

En algunos cuerpos areniscosos, con granulometría de arena fina y media, no se observan cicatrices de acreción lateral, sino simplemente el relleno de laminación cruzada planar y **ripples** de corriente a techo. Estos cuerpos se interpretan como el relleno de paleocanales de ríos de baja sinuosidad.

2.1.1.2. FACIES DE LLANURA DE INUNDACION

Estos depósitos se intercalan entre las facies de relleno de canal descritas en el apartado anterior, así como entre las facies lacustre-palustres que se extienden por la mitad S de la hoja y entre las facies de lago salino y margen de lago salino de la mitad N. Su descripción se realiza en función de los datos obtenidos en las series de Cinco Olivas (01), Sástago (02), Carretera de Alborge I (03) y Quinto de Ebro (05).

Básicamente consisten en lutitas de tonos rojizos y anaranjados, eventualmente verdosas, que a menudo presentan señales de procesos edáficos tales como moteados de reducción, moldes verticales de raíces y procesos de rubefacción. Entre las pelitas son frecuentes niveles centimétricos de areniscas, generalmente de grano fino. Estas, internamente, o bien son masivas o bien presentan laminación paralela y **ripples** de corriente a techo de las capas. En ocasiones se encuentran bioturbadas. También se intercalan capas de grano fino y muy fino con **climbing-ripples**, capas de espesor centimétrico con estratificación **wavy** y **linsen**, y limos carbonatados y margas (Fig. 2/b).

Las capas de arenisca y también las lutitas fueron depositadas por flujos de desbordamiento de los paleocanales descritos anteriormente. Localmente también pueden existir intercalaciones de calizas micríticas de espesor centimétrico y escasa continuidad lateral, producto de encharcamientos locales desarrollados en la llanura de inundación.

2.1.2. AMBIENTE DEPOSICIONAL LACUSTRE-PALUSTRE

Como ya se ha indicado anteriormente, en la mitad S de la hoja de Gelsa son numerosas las intercalaciones de niveles carbonatados, generalmente con espesores comprendidos entre los 3 y 8 m pero que pueden llegar a alcanzar los 20 m de potencia. De manera general, estas facies lacustre-palustres se hacen dominantes hacia el techo de las unidades genético-sedimentarias, y se encuentran representadas en todas las secciones anteriormente citadas.

Dentro de este ambiente deposicional, se pueden diferenciar dos asociaciones de facies diferentes: a) Una asociación de facies constituida por tramos limo-arcillosos, con señales de edafización y con intercalaciones de carbonatos, que correspondería a facies lacustre-palustres, y b) Una asociación de facies constituida básicamente por una alternancia de margas y de carbonatos, que corresponderían a facies lacustres y que se han diferenciado cartográficamente cuando su espesor y/o condiciones de afloramiento así lo han permitido.

2.1.2.1. FACIES LACUSTRE-PALUSTRES

Consisten en capas generalmente centimétricas y de un máximo de 0,7 m de naturaleza carbonatada, alternantes con lutitas versicolores (rojas y verdosas).

Los tramos lutíticos suelen presentar señales de procesos edáficos tales como marmorizaciones y/o huellas de raíces en posición de vida, y hacia el techo pasan a margas que a su vez suelen culminar por capas calcáreas de pequeño espesor. Estas suelen presentar ligeros contenidos en limo, normalmente a techo presentan huellas de raíces y contienen generalmente abundantes restos fosilíferos: charáceas, ostrácodos y fragmentos de gasterópodos. (Fig. 2c).

2.1.2.2. FACIES LACUSTRES

Consisten básicamente en una alternancia de margas y de calizas, en ocasiones con intercalaciones lutíticas y/o de yesos tabulares. Su descripción se realiza en función de todas las secciones estratigráficas anteriormente citadas, ya que en todas ellas están presentes.

En general, los materiales margo-carbonatados que constituyen esta asociación de facies se organizan en ciclos elementales con margas en la base, entre las que se intercalan algunos niveles margo-calcareos, que a techo pasan a niveles de calizas micríticas y biomicríticas que frecuentemente presentan estructuras tractivas del tipo de *ripples* de oscilación, que dan lugar a planos de estratificación ondulados. La bioturbación de los bancos calcáreos suele ser abundante, reconociéndose a menudo huellas de raíces. Su contenido en materia orgánica y restos fosilíferos es abundante. Corresponden a secuencias de somerización.

Del estudio de las microfacies se deduce que estas calizas corresponden a típicas *Crumbly gravelly limestones* o *coated gravelly limestones* (FREYTET, 1973). Están compuestas por elementos micríticos pequeños y redondeados, de varios mm de longitud. Estos elementos micríticos tienen una distribución irregular dentro de la roca y poseen, en ocasiones, restos de gasterópodos, de charáceas y de ostrácodos.

2.1.3. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE MARGEN DE LAGO SALINO

Los sedimentos depositados en este ambiente deposicional se desarrollan extensamente en el sector septentrional de la hoja, básicamente en las tres unidades genético-sedimentarias superiores.

Dadas las pobres características de afloramiento, su estudio se ha realizado en base a numerosos datos puntuales.

Estas facies consisten, desde el punto de vista litológico, principalmente en margas de tonos grisáceos entre las que se intercalan niveles yesíferos de 20-80 cm de espesor, con texturas sacaroideas, alabastrinas o finamente laminadas, o bien con estructura nodular.

Eventualmente las margas incluyen niveles decimétricos de calizas micríticas, en ocasiones algo limosas, de facies lacustre-palustre. La secuencia tipo para estas facies viene reflejada por la Figura 2e.

2.1.4. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE LAGO SALINO

Los sedimentos correspondientes a este ambiente deposicional se localizan en la mitad septentrional de la hoja, siendo preferentes en su cuadrante nororiental.

Su estudio sedimentológico se ha realizado mediante abundantes datos puntuales, así como en la sección de la carretera de Alborge II (04), donde se han medido 20 m de serie correspondientes a este tipo de facies.

Litológicamente se trata de depósitos constituidos por una alternancia de capas de yeso estratificadas de forma tabular, niveles margosos que pueden incluir niveles nodulares de yeso y alguna intercalación carbonatada.

Los ciclos elementales de facies se organizan de forma parecida a los que caracterizan el ambiente de margen de lago salino (ver Figura 2f) (SALVANY, 1989a y 1989b, y HERNANDEZ *et al.*, 1991). Se trata de ciclos de escala métrica que, si se presentan completos, se organizan de muro a techo de la forma siguiente: Yesos tabulares, margas con yeso nodular y calizas, aunque el último término de la secuencia suele estar ausente.

2.2. BIOESTRATIGRAFIA

La datación cronoestratigráfica de la parte inferior de estos materiales (1ª unidad genético-sedimentaria), se conoce con bastante precisión en el área de Fraga, gracias a los yacimientos de micromamíferos (Fraga-6 y Fraga-7) estudiados por AGUSTI et al. (1988). Estos estudios permiten incluir al primer ciclo sedimentario, dentro del Oligoceno superior, en su biozona Rhodanomys transiens y probablemente ocupando la parte superior de su biozona Eomys aff. major.

Por lo que se refiere a la segunda unidad genético-sedimentaria, al menos su parte inferior es de edad oligocena (Chattiense), según se desprende de los datos bioestratigráficos que aportan AGUSTI et al. (1988), con el estudio de vertebrados en los yacimientos de Fraga 11 y de Ballobar 12, situados al NE de la zona de estudio, en la hoja de Fraga (31-15). Según los mismos autores, la parte superior puede llegar al Mioceno, ya que el yacimiento TC-68, situado en la serie de Torrente de Cinca (en la hoja de Mequinzenza, 31-16), concretamente en la parte superior del tramo carbonatado del ciclo, posee esta edad (zona 1 de MEIN). También se han identificado restos de micromamíferos en el yacimiento de Ontiñena (CUENCA 1991 a y b), situado en la hoja de Sariñena (30-14), en los niveles superiores de estos materiales, los cuales poseen una edad idéntica a la citada en el yacimiento TC-68.

En el ámbito de la hoja, no ha sido posible determinar tampoco las edades de la tercera, cuarta y quinta unidades genético-sedimentarias, debido a la carencia de yacimientos de micromamíferos. Sin embargo, en hojas próximas existen datos paleontológicos de interés que permiten acotar su edad, ya que en la parte medio-inferior del cuarto ciclo sedimentario, dentro de la hoja de Peñalba (30-15), AZANZA et al. (1988) y CUENCA et al. (1989) han estudiado cinco yacimientos paleontológicos. En estos yacimientos han citado Ritteneria manca, especie que caracteriza la biozona 2b de MEIN (1975). Esta biozona caracteriza la parte superior del Ageniense. Por lo tanto, el límite Ageniense-Aragoniense, se situa

en la parte media la cuarta unidad genético-sedimentaria, siendo la quinta ya de edad Aragoniense.

2.3. CRONOESTRATIGRAFIA. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL

La ejecución de la cartografía y del estudio sedimentológico de la hoja de Gelsa, forma parte del proyecto MAGNA-EBRO, que incluye la realización de 28 hojas a escala 1:50.000, en casi toda la parte central de la Cuenca del Ebro.

La magnitud del proyecto, ha permitido realizar un análisis detallado de esta cuenca. De esta forma, hemos podido observar que, en la parte central de la misma y, en áreas donde se interdigitan materiales de abanico aluvial distal con materiales de origen lacustre-palustre, los sedimentos se disponen, según la sucesión estratigráfica, de una forma cíclica. Dichos ciclos corresponden a las unidades genético-sedimentarias que se definirán posteriormente.

En la parte aragonesa de la Depresión, concretamente en las áreas de Fraga, Sariñena, Peñalba y Lanaja situadas hacia el NE de la hoja de Gelsa, los materiales de edad Oligoceno superior - Mioceno medio, se disponen en 9 unidades genético-sedimentarias (desde la Unidad de Fayón-Fraga, hasta la Unidad de San Caprasio; ver Tablas 1 y 2). Cada una de éstas está formada en la base, por materiales de abanico aluvial distal, que forman parte del Sistema deposicional de Huesca (HIRST y NICHOLS, 1986) y hacia techo, pasan transicionalmente a materiales lacustre-palustres. De la misma forma, en la zona de Fustiñana, Ejea y Almudevar situada al NO de Gelsa, en la parte centro-occidental de la cuenca, la disposición cíclica de estos materiales, se realiza de forma similar, pero los materiales aluviales, que forman la base de los ciclos, en este área forman parte del Sistema deposicional de Luna (HIRST y NICHOLS, 1986). La cartografía y la correlación de los límites que separan estas unidades cíclicas, hacia las áreas centrales de la cuenca, nos ha permitido observar su evolución hacia ambientes deposicionales de margen de lago salino y de lago salino. De la misma forma, la

cartografía de estos límites, hacia áreas relativamente marginales de la cuenca, donde solamente existen facies detríticas, nos ha permitido distinguir los ambientes de abanico aluvial distal que corresponden a cada una de las unidades.

La ejecución de las hojas de Mequinenza, Bujaraloz, Gelsa, Caspe y Fabara, nos ha permitido observar que, hacia la parte meridional del centro de la Cuenca del Ebro, estas unidades presentan una disposición ciclica y una evolución de facies, prácticamente idénticas que en los sectores septentrionales, pero los materiales fluvio-aluviales que las constituyen proceden de la Cordillera Ibérica.

Por el contrario, en las hojas realizadas en la parte catalana de la Cuenca del Ebro, se han cartografiado los materiales de edad comprendida entre el Priabonense y el Oligoceno superior. En las áreas donde se interdigitan los ambientes deposicionales de abanico aluvial distal y los ambientes lacustre-palustres, estos materiales también se organizan de forma cíclica. Así pues, dentro de ellos, hemos podido distinguir un total de 13 unidades (desde la Unidad Sanaüja hasta la Unidad Mequinenza-Ballobar; ver Tabla 1). La primera de estas unidades, la Unidad Sanaüja, únicamente está representada, en el núcleo del anticlinal de Sanaüja, por facies evaporíticas de margen de lago salino y de lago salino. Según las cartografías realizadas, sabemos que, como mínimo, la Unidad Torà, la Unidad Ivorra y la Unidad Sant Ramon, a lo largo del núcleo del anticlinal de Barbastro-Balaguer, pasan a facies evaporíticas. Las demás unidades, en las áreas septentrionales cartografiadas, están constituidas por materiales de abanico aluvial distal y, en las áreas meridionales, están formadas, en la base por facies fluviales y, en el techo, por facies lacustres. Los materiales fluvio-aluviales que constituyen la base de estas unidades, en el sector septentrional de la parte catalana de la Cuenca, proceden del Pirineo, mientras que en el sector meridional, proceden de Los Catalánides.

E D A D		UNIDADES CRONOESTRATIGRAFICAS	B I O Z O N A S	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS
M I O C E N O	VALLESIENSE	Unidad San Caprasio		Areniscas, arcillas y calizas de la Formación Alcubierre.
	ARAGONIENSE	Unidad Sierra de Lanaja-Montes de Castejón		Margas y calizas de la Formación Alcubierre.
		Unidad Sierra de Pallaruelo-Monte de la Sora		Margas y calizas de la Formación Alcubierre.
		Unidad Remolinos-Lanaja	▲ (MN-3) (?)	Areniscas, arcillas y calizas de las fm. Sariñena y Alcubierre yesos de la fm. Zaragoza.
		Unidad Bujaraloz-Sariñena	▲ Zona <u>Ritteneria manca</u> (2b) (1)	Areniscas, arcillas y calizas de las fm. Sariñena y Alcubierre, yesos de la fm. Zaragoza.
	AQUITANIENSE AGENIENSE	Unidad Galocha-Ontiñena		Arcillas y areniscas de la fm. Sariñena. Arcillas y calizas de la fm. Alcubierre y Mequinenza, yesos de la fm. Zaragoza.
		CHATTIENSE	Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca	▲ Zona <u>Rhodanomys schlosseri</u> (MN-1) (2)
	▲ Zona <u>Rhodanomys transiens</u> (2) (MP-30)			Arcillas y areniscas de las fms. Urgell y Sariñena, yesos de la fm. Lerín.
OLIGOCENO SUP.				

TABLA II.- Síntesis de las unidades genético-sedimentarias de edad miocena en el sector centro-septentrional de la cuenca del Ebro.

BIOZONAS MN: MEIN (1989)
 BIOZONAS MP: SCHMIDT-KITTLER (1987)
 (1) MEIN (1975)
 (2) AGUSTI, et al. (1988)

E D A D		UNIDADES CRONOESTRATIGRAFICAS	B I O Z O N A S	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS
MIOCENO	AQUITAN. AGENIENSE	Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca	▲ MN-1 ▲ Zona <u>Rhodanomys transiens</u> (1) (MP-30)	Arcillas y calizas de las Fm. Alcubierre y Mequinenza. Arcillas y areniscas de las Fms. Urgell y Sariñena. Yesos de la Fm Lerín.
		Unidad Mequinenza-Ballobar		Arcillas y calizas de la Fm. Mequinenza. Arcillas y areniscas de las Fms. Urgell y Sariñena.
		Unidad Fayón-Fraga	▲ Zona <u>Eomys aff. major</u> (1) (MP-27) ▲ Zona <u>Eomys major</u> (1)	Arcillas y areniscas de las Fms. Urgell, Sariñena y Peraltilla
		Unidad Alfés-Ribarroja	▲ Zona <u>Eomys Zitteli</u> (1) (MP-26)	Arcillas, areniscas, calizas lacustres y caliza alfes (Embalse Secá) Aytona.
OLIGOCENO SUPERIOR	CHATTIENSE	Unidad Castellidans	▲ Zona <u>Theridomys aff. major</u> (1) (MP-25)	Arcillas, areniscas, calizas lacustres y calizas de Castellidans
		Unidad Arbeca		Arcillas, areniscas lacustres y caliches de Vacaroja Sedimentos fluviales de la Formación Urgell
		Unidad La Floresta		Areniscas y calizas lacustres de La Floresta, Arcillas Formación Urgell, Pla de la MAUXA)
		Unidad Omells		Arcillas, areniscas y calizas lacustres de Omells Sedimentos fluviales de la Formación Urgell
		Unidad Vallbona		Arcillas, areniscas y calizas lacustres de Vallbona Sedimentos fluviales de la Formación Urgell
		Unidad Tárrega	▲ Zona <u>Theridomys major</u> (1) (MP-23) ▲ Zona <u>Theridomys calafensis</u> (1) (MP-22)	Calizas de Cervera y del Talladell Formación Urgell - Parte inferior
		Unidad Sant Ramón		Calizas de Sant Ramón - Yesos de Talavera Molasa de Solsona (Sector de Guissona)
		Unidad Ivorra		Calizas de Ivorra Molasa de Solsona (sector de Guissona)
		Unidad de Torá		Complejo lacustre de Sanäuja
EOCENO SUP.	PRIABONIEN.	Unidad Sanäuja		Yesos del núcleo del anticlinal de Sanäuja

TABLA I.- Síntesis de las unidades genético-sedimentarias oligocenas del Sector Oriental de la Cuenca del Ebro

BIOZONAS MN: MEIN (1989)
 BIOZONAS MP: SCHMIDT-KITTLER (1987)
 (1) AGUSTI, et al. (1988)

Según nuestro criterio, las 20 unidades que se hallan representadas en las Tablas 1 y 2, corresponden a **unidades genético-sedimentarias**. Como se ha mencionado en el capítulo de nomenclatura, la definición de unidad genético-sedimentaria, correspondería a la de secuencia deposicional (s.s. MITCHUM, et al., 1977) pero dado que en la literatura geológica no existe un modelo genético para las secuencias deposicionales en cuencas endorreicas, creemos más oportuno utilizar el primero de los dos términos.

Cabe señalar, que cada una de estas unidades genético-sedimentarias, está organizada en ciclos de rango inferior, que corresponden a ciclos de facies y que son asimilables a parasecuencias, o ciclos de 4º orden (s.s. VAN WAGONER, 1985). Estos se pueden observar mejor en los ambientes deposicionales lacustre-palustres y de margen de lago salino.

Los contactos que limitan a estas unidades, se han caracterizado en base a cambios bruscos de facies, los cuales, según en la parte que nos hallemos de la cuenca, se manifiestan de tres formas distintas:

- 1) En áreas relativamente proximales de la cuenca, se ponen de manifiesto a partir del contacto existente entre las facies fluvio-aluviales de la base de cada unidad, con las facies fluvio-palustres del techo de las unidades infrayacentes.
- 2) En áreas relativamente más distales, se reflejan a través del contacto que existe entre las facies fluvio-aluviales, que caracterizan la base de las unidades y las facies lacustre-palustres, que caracterizan el techo de las unidades infrayacentes.
- 3) Finalmente, en los sectores más distales, se caracterizan a partir del contacto entre las facies, o bien aluviales distales, o bien de margen de lago salino,

que forman la base de las unidades, y las facies de lago salino que forman el techo de las unidades infrayacentes.

La dificultad de cuantificar, dada la pobre existencia de yacimientos fosilíferos de importancia cronoestratigráfica, los posibles hiatos sedimentarios ligados a estos límites, impide que los denominemos paraconformidades, aun cuando representan cambios bruscos de facies con rango cuencial y, en algunas ocasiones, haya podido constatarse su enlace con discordancias cartográficas.

En base a estos datos podemos constatar que cada una de estas unidades está formada, según la sucesión estratigráfica y su evolución lateral, por dos partes bien diferenciadas:

- A) Una parte inferior, formada, en las áreas relativamente proximales, por facies terrígenas de origen fluvio-aluvial y, en las áreas más distales, por facies margo-yesíferas depositadas bajo un ambiente de margen de lago salino. El tránsito de las facies proximales hacia las distales se realiza de forma transicional. En conjunto se trata de una asociación de facies de abanico aluvial distal, que termina en una llanura lutítica (**playa lake**), donde, debido a la presencia de un clima idóneo, tiene lugar la sedimentación de materiales evaporíticos. Cabe señalar que dentro del ambiente deposicional de abanico aluvial distal, se puede diferenciar una asociación de facies de núcleo de abanico que pasa directamente a los depósitos de margen de lago salino y una asociación de facies de orla de abanico, que está constituida por facies terrígenas y carbonáticas de llanura de inundación.

- B) Una parte superior, formada, en las zonas relativamente proximales, por facies fluviales, en donde predominan los materiales pelíticos, edafizados, de llanura de inundación, en donde el desarrollo de paleocanales de arenisca es efímero y en donde tienen lugar el desarrollo de niveles carbonáticos de origen lacustre-palustre. Lateralmente hacia áreas más distales, estas facies

pasan transicionalmente, o bien a facies carbonáticas de origen lacustre-palustre (en la mayoría de las 20 unidades genético-sedimentarias), o bien a facies terrígeno-carbonáticas lacustres (en las unidades oligocenas de Torà, de Vallbona, de Omells, de La Floresta y de Arbeca). Finalmente, en las áreas relativamente centrales de la cuenca, todo este conjunto de materiales pasa a facies margo-evaporíticas de margen de lago salino y de lago salino.

Por lo que se refiere al origen de estas unidades, desde nuestra opinión creemos que hay que tener en cuenta la intervención de dos factores principales para explicar su génesis y su distribución areal:

- 1) Por una parte creemos que las sucesivas oscilaciones climáticas, han jugado un importante papel en la ordenación vertical y lateral de las facies que constituyen tanto las unidades genético-sedimentarias, como los ciclos de rango inferior y, por lo tanto, en la génesis de las mismas. Estas oscilaciones, en buena parte debieron provocar sucesivos cambios del nivel de base, o de la superficie de equilibrio, entendiéndose como tal, aquella superficie imaginaria de la litosfera sobre la cual no hay ni erosión ni sedimentación, es decir, sobre la que ámbos procesos se encuentran en equilibrio (WHEELER, 1964; SLOSS, 1964; ULIANA Y LEGARRETA, 1988).
- 2) Por otro lado, opinamos que la distribución areal de estas unidades, dentro de la cuenca oligo-miocena, es debida a factores tectónicos, los cuales han propiciado, a lo largo del tiempo, un progresivo desplazamiento del depocentro lacustre de estas unidades hacia el centro geográfico de la cuenca, es decir, de E a O y de N a S. Además, creemos que, en algunas ocasiones, los descensos del nivel de base, producidos por cambios climáticos, pueden haber estado enfatizados por la subsidencia tectónica.

En el área comprendida dentro de la hoja de Gelsa, se hallan representadas 5 unidades genético-sedimentarias, que de base a techo son las siguientes:

- 1) **Unidad Mequinenza-Ballobar:** Es la unidad infrayacente y presenta una edad Chattiense (ver Tabla 2). Dentro del área estudiada, se halla representada en el sector meridional de la hoja. Está constituida por materiales aluviales distales y, en su parte media y superior, se intercalan materiales carbonatados de origen lacustre-palustre con algunas evaporitas en la parte media. Su potencia es de difícil evaluación, puesto que su base no aflora. No obstante, supera los 80 m visibles en la hoja de Gelsa.

- 2) **Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca:** Dentro del territorio aflora en la zona suroccidental y meridional. Está formada hacia la esquina SE de la hoja de Gelsa por materiales fluviales correspondientes a zonas medias de abanico aluvial, los cuales evolucionan hacia el O y N aumentando su distalidad e intercalando diversos episodios carbonatados de ambientes lacustres-palustres. El espesor total de la unidad, evaluado en las secciones de la carretera de Alborge I (03) y Quinto de Ebro (06) oscila sobre los 40 m. La parte inferior de la unidad posee una edad Chattiense, mientras que su parte superior corresponde ya al Ageniense.

- 3) **Unidad Galocha-Ontiñena:** Se localiza en la zona meridional del cuadrante suroriental de la hoja, extendiéndose hacia el NO a lo largo de la margen izquierda del río Ebro. Dos pequeños retazos de la misma ocupan el vértice Cornero así como la esquina SO de la hoja de Gelsa. Al igual que la unidad genético-sedimentaria anterior, está representada en la zona SE por facies medias de abanico aluvial que hacia el N y O aumentan su distalidad e intercalan diversos episodios carbonatados de génesis lacustre-palustre, los cuales son más frecuentes hacia el techo de la unidad.

En el cuadrante NO de la hoja se localizan las facies más distales, correspondientes a ambientes de margen de lago salino. Se ha estudiado parcialmente en las secciones de la carretera de Alborge I (03), Barranco de Polito (05) y

Quinto de Ebro (06), siendo su espesor total de unos 80 m. Presenta una edad Ageniense.

- 4) **Unidad Bujaraloz-Sariñena:** Ocupa la mitad NE de la hoja de Gelsa. Esta unidad presenta una evolución vertical compleja, que va desde facies fluviales de ambiente deposicional de abanico aluvial distal con desarrollo de episodios lacustre-palustres carbonatados en la base, a ambientes de margen de lago salino y de lago salino dominantes en los términos superiores de la unidad. Las malas condiciones de afloramiento que presenta han obligado a que su estudio se haya realizado a partir de numerosas observaciones puntuales, además de la sección de la carretera de Alborge II (04), que alcanza los 35 m de espesor. La potencia total de la unidad puede cifrarse en unos 90-100 m. Su parte inferior corresponde al Ageniense, mientras que la parte superior posee ya una edad Aragoniense.

- 5) **Unidad Remolinos-Lanaja:** Se localiza su único afloramiento en la hoja de Gelsa en el cuadrante nororiental, abarcando los vértices geodésicos Purburell y Retuerta. Sus facies en esta hoja corresponden a ambientes de margen de lago salino, no apreciándose más que los 25 m inferiores de la misma. Su edad es Aragoniense.

En la Figura 3 se representa la evolución espacial y temporal de estas unidades genético-sedimentarias en el sector meridional de la parte aragonesa de la Cuenca del Ebro.

3.- BIBLIOGRAFIA

3.- BIBLIOGRAFIA

- AGUSTI, J; CABRERA, L; ANADON, P. Y ARBIOL, S., 1988.- "A late Oligocene-Early Miocene rodent biozonation from the S.E. Ebro Basin (NE Spain): A potencial mammal stage stratotype". *Newsl. Stratigr.*, 18 (2), pp. 81-97, 5 fig. Berlin-Stuttgart.
- ALLEN J.R.L., 1965.- "A review of the origin and characteristics of Recent alluvial sediments". *Sedimentology*, v. 5, pp. 89-191.
- ALLEN J.R.L., 1968.- "Current ripples. Their relation to patterns of water and sediment motion". *North-Holland Publishing Company*. Amsterdam. pp. 1-422.
- AZANZA, B; CANUDO, J.I. Y CUENCA, G., 1988.- Nuevos datos bioestratigráficos del Terciario Continental de la Cuenca del Ebro (Sector centro-occidental). *II Congreso Geológico de España*. Granada, vol. 1, pp. 261-264.
- CUENCA, G; AZANZA, B; CANUDO, J.I. Y FUERTES, V., 1989.- Los micromamíferos del Mioceno inferior de Peñalba (Huesca). Implicaciones bioestratigráficas. *Geogaceta*, nº 6. pp. 75-77.
- CUENCA, G., 1991 a.- Nuevos datos bioestratigráficos del sector oriental de la cuenca del Ebro. *1 Congreso del Grupo Español del Terciario, CONGET'91*. Vic., pp. 97-100.

- CUENCA, G., 1991 b.**- Nuevos datos bioestratigráficos del Mioceno del sector central de la cuenca del Ebro. 1 Congreso del Grupo Español del Terciario, CONGET'91. Vic., pp. 101-104.
- DALEY B., 1973.**- "Fluvio-Lacustrine cyclothems from the oligocene of Hampshire". *Geol Magaz.*, vol. 110, nº 3, pp. 235-242.
- FISHER W.L., McGOWEN J. H., 1967.**- "Depositional systems in the Wilcox Group of Texas and their relationship to occurrence of oil and gas": *Transactions of the Gulf Coast Association of Geological Societies.* v. 17, pp. 105-125.
- FREYTET P, 1973.**- "Petrography and paleo-environment of carbonate deposits with particular reference to the upper Cretaceous and lower Eocene of Languedoc (southern France)". *Sed. Geol.*, 10, pp. 25-60.
- FREYTET P, PLAZIAT J. C., 1982.**- "Continental Carbonate Sedimentation and Pedogenesis -Late Cretaceous and Early Tertiary of Southern France". *Contributions to Sedimentology*, 12,.Füchtbauer H., Lisitzyn, A., Milliman J. D., Seibold E., Eds. Stuttgart, 1982.
- HERNANDEZ, A., COSTA, J.M., SOLA, J., VAN DEN HURK, A. M., RAMIREZ, J. I., SALAZAR, A., NAVARRO, J. J., ESNAOLA, J. M., GIL, C., MARQUES, L. A. (1991).**- Evolución genético-sedimentaria de la unidad Zuera. (Mioceno inferior, Cuenca del Ebro). Volumen de Comunicaciones del I Congreso del Grupo Español de Terciario, Vic 1991. pp.162-165.

- HIRST, J. P. P., NICHOLS, G. J., 1986.-** "Thrust tectonic controls on Miocene alluvial distribution patterns, southern Pyrenees". Spec. publs. Ass. Sediment, 8, pp. 247-258.
- MEIN, P., 1975.-** "Biozonation de Néogène Méditerranéen á partir des Mammifères". IUGS. RCMNS. Report on the Activity of the RCMNS working groups: 78-81, Bratislava.
- MITCHUM R. M., VAIL P. R., THOMPSON III S., 1977.-** "Seismic Stratigraphy and global changes of sea level, Part 2: the depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis" C. E. Payton Ed., Seismic stratigraphy-applications to hydrocarbon exploration": AAPG Memoir 26, pp. 53-62.
- PUIGDEFABREGAS C., MUÑOZ J. A., MARZO M., 1986.-** "Thrust belt development in the eastern Pyrenees and related depositional sequences in the southern foreland basin". Spec. Publs. Int. Ass. Sediment. t. 8, pp. 229-246.
- QUIRANTES J., 1969.-** Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario continental de Los Monegros. Tesis Doctoral. Univ. Granada. Publ. Instituto Fernando el Católico (CSIC) de la diputación provincial de Zaragoza, 200 pp.
- SALVANY J. M., 1989a.-** Las formaciones evaporíticas del terciario continental de la cuenca del Ebro en Navarra y la Rioja. Litoestratigrafía, petrología y sedimentología. Tesis doctoral. Univ. de Barcelona. 397 pp.

- SALVANY J. M., 1989b.**- Ciclos y megaciclos evaporíticos en las Formaciones Falces y Lerin. Oligoceno-Mioceno Inferior de la Cuenca del Ebro (Navarra-La Rioja). **Comunicaciones del XII Congr. esp. de Sed.** Leioa -Bilbo, 19-20 Sep. 1989. pp. 83-86.
- SCOTT R. W., KIDSON E. J., 1977.**- "Lower Cretaceous depositional systems, West Texas". In Bebout, D.G. y Loucks, R. G. Cretaceous carbonates of Texas and Mexico. Applications to subsurface exploration. Bur. of Econ. Geol. Reprot of investigations. n° 89, Austin, Texas.
- SLOSS L L., 1964.**- "Tectonic cycles of north american craton". **Kansas Geological Survey Bulletin.** pp. 450-460, 4 fig., 1 tabl.
- SELLEY R.C., 1977.**- "An introduction to Sedimentology". **Acade. Press.** London, 1-408.
- ULIANA M. A., LEGARRETA L., 1988.**- Introducción a la Estratigrafía secuencial. Analisis de discontinuidades estratigráficas. **Informe de la Asociación Geológica Argentina e Instituto Argentino del Petróleo.** Noviembre de 1988.
- VAIL P. R., MITCHUM R. M., THOMPSON III S., 1977.**- "Seismic Stratigraphy and global changes of sea level, part 3: relative changes of sea level from coastal onlap, in C. W. Payton, ed., Seismic Stratigraphy applications to hydrocarbon exploration": **AAPG Memoir 26.** pp. 63-97.

VAN WAGONER J.C., 1985.- "Reservoir facies distribution as controlled by sea level change, abstract": Society of Economic paleontologists and mineralogists mid-year Meeting. Golden, Colorado, August 11-14, p. 91-92.

VAN WAGONER J. C., MITCHUM R. M. CAMPION K. M., RAHMANIAN V. D., 1990.- "Siliciclastic Sequence. Stratigraphy in well logs, cores, and outcrops". AAPG Methods in Exploration Series. N° 7, 55 pp.

WHEELER H. E., 1964.- "Base-level transit cycles". Kansas Geological Survey Bulletin. 169.