

**INFORME SEDIMENTOLOGICO
DE LA HOJA GEOLOGIA DE
LANAJA (29-14)**

JULIO/90

COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.

I N D I C E

I N D I C E

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	8
	2.1.1. Ambiente deposicional de abanico aluvial distal	10
	2.1.1.1. Facies de relleno de paleocanales	12
	2.1.1.2. Facies de llanura de inundación	14
	2.1.1.3. Facies de orla de abanico	15
	2.1.2. Ambiente deposicional lacustre-palustre	16
	2.1.2.1. Facies lacustre-palustres	17
	2.1.2.2. Facies lacustres	18
	2.1.3. Ambiente deposicional de margen de lago salino	19
	2.1.4. Ambiente deposicional de lago salino	21
2.2.	BIOESTRATIGRAFIA	21
2.3.	CRONOESTRATIGRAFIA. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL	22
3.-	BIBLIOGRAFIA	35

1.- INTRODUCCION

1.- INTRODUCCION

1.1. SITUACION GEOGRAFICA

La zona estudiada, comprende el territorio ubicado en la hoja topográfica de Lanaja (29-14). El área se halla dentro de la Comarca natural de Los Monegros, la cual se situa entre las Provincias de Huesca y de Zaragoza, dentro de la parte aragonesa de la Depresión del Ebro.

1.2. SITUACION GEOLOGICA

Geológicamente, los materiales estudiados corresponden a los sedimentos que colmaron la Cuenca del Ebro, durante gran parte del Mioceno. 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, Los Catalánides, 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 nor-oriental de la parte aragonesa de la Depresión del Ebro y, los materiales que configuran el territorio, poseen una edad comprendida entre el Ageniense y el Vallesiense.

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 Lanaja (29-14). También se han levantado un total de 6 columnas sedimentológicas de detalle y se han recogido numerosas muestras con las que se ha realizado tanto el estudio petrográfico, como el estudio micropaleontológico. También se ha realizado un estudio de micromamíferos, con el fin de poder datar a los materiales que configuran el territorio.

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

cuenca continental (VAN WAGOONER 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.- ESTRATIGRAFIA.

Como se ha dicho anteriormente, los sedimentos que comprenden el territorio estudiado poseen una edad comprendida entre el Ageniense y el Vallesiense.

Dentro de la zona, existen tres dominios litológicos diferentes. La disposición geográfica de las litofacies que configuran estos dominios, viene condicionada por la ubicación de la Sierra de Alcubierre, la cual, dentro del territorio, tiene una dirección SE-NO y, aproximadamente, se desarrolla desde la diagonal que divide la hoja, hacia la parte sur-occidental de la misma. En los sectores oriental y nor-oriental del área cartografiada, al N de la Sierra de Alcubierre, se desarrollan materiales terrígenos de origen aluvial, mientras que tanto en el sector nor-occidental, al N de dicha sierra, como en el extremo sur-occidental, al S de la misma, tiene lugar el desarrollo de materiales margo-evaporíticos de margen de lago salino y de lago salino. Finalmente, los materiales que constituyen esta sierra, son fundamentalmente margo-carbonáticos, de origen lacustre-palustre, aunque puntualmente, también se intercalan materiales de origen aluvial y de margen de lago salino

Los materiales que se ubican en la parte oriental y nor-oriental de la hoja, forman parte de la Formación Sariñena (QUIRANTES, 1969). Los que afloran en los sectores nor-occidental y sur-occidental del territorio, pertenecen a la Formación Zaragoza (*sensu* QUIRANTES, 1969) y, los que constituyen la Sierra de Alcubierre, pertenecen a la Formación Alcubierre (QUIRANTES, 1969).

Los depósitos de origen aluvial, que constituyen las litofacies del dominio oriental de la zona, proceden del Pirineo y constituyen parte del Sistema de Huesca, definido por HIRST y NICHOLS (1986) (Fig 1).

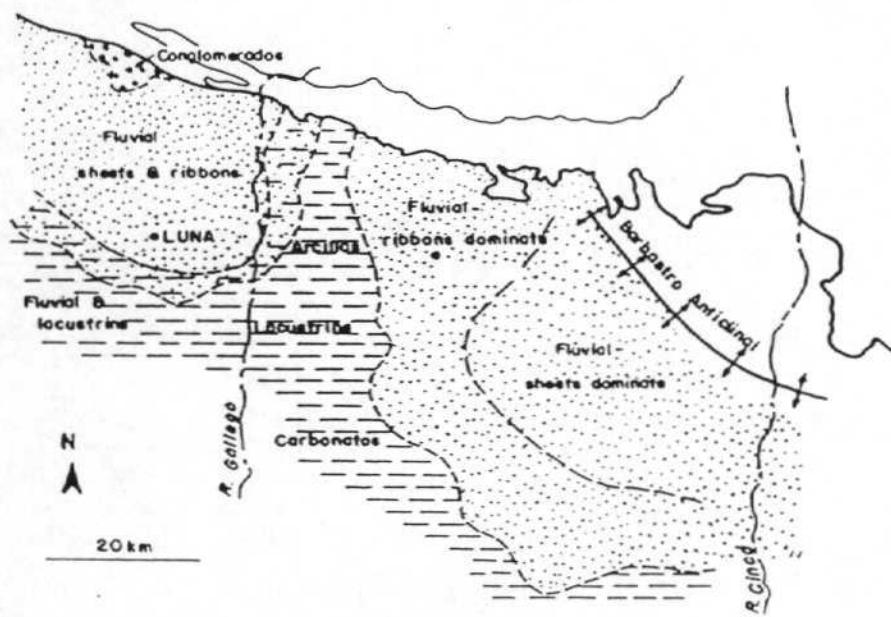


Fig.-1. - CINTURONES DE FACIES EN LOS SEDIMENTOS DEL MIOCENO INFERIOR
ENTRE LUNA Y EL RIO CINCA (según HIRST & NICHOLS, 1986)

2.1. LITOESTRATIGRAFIA. DESCRIPCION DE FACIES

Los materiales descritos, de forma general, en el apartado anterior y, atendiendo a las facies que los configuran, se pueden agrupar en cuatro ambientes deposicionales distintos (Fig 2):

- A) **Ambiente deposicional de abanico aluvial distal:** Toma su mayor desarrollo en la parte oriental de la zona, donde lo constituyen las facies fluviales que forman parte del Sistema de Huesca, procedente del Pirineo. No obstante en la Sierra de Alcubierre, localmente tiene lugar el desarrollo de materiales depositados en este ambiente deposicional.
- B) **Ambiente deposicional lacustre-palustre:** Su mayor desarrollo, se realiza en el sector donde se ubica la Sierra de Alcubierre (ver Fig. 2), el cual se halla formado dominante por facies margo-carbonáticas. No obstante, como se ha comentado en el apartado anterior, entre estos depósitos, se intercalan facies terrígenas aluviales y, también, facies margo-evaporíticas de margen de lago salino. En el sector sur-oriental de la zona, entre las facies aluviales, se intercala un nivel carbonático, que también corresponde a este ambiente deposicional.
- C) **Ambiente deposicional de margen de lago salino:** los depósitos que forman este ambiente deposicional, se hallan representados por las facies, fundamentalmente margo-yesíferas, que configuran la parte nor-occidental de la zona. No obstante, los materiales margo-yesíferos que en el extremo nor-occidental, se intercalan entre las facies carbonáticas, que forman la Sierra de Alcubierre, también caracterizan este ambiente.

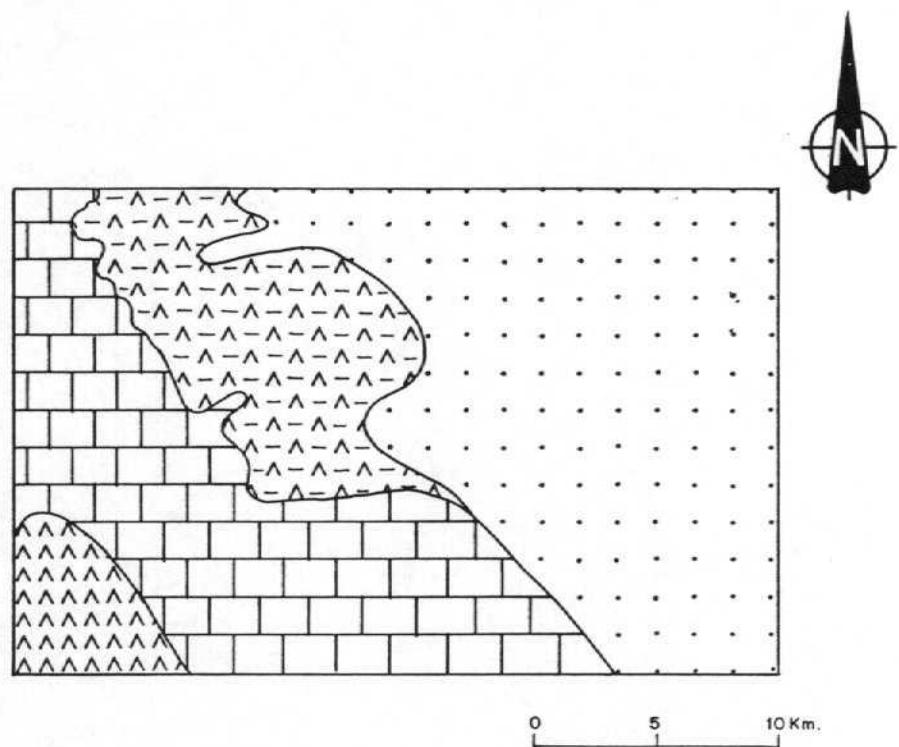


FIGURA 2.- DISTRIBUCION GENERAL DE FACIES EN LA HOJA
DE LANAJA (29-14)

- D) **Ambiente deposicional de lago salino:** Dentro del área estudiada, toman su representación en el extremo sur-occidental, en las zonas que lindan con los territorios comprendidos en las hojas de Castejón de Monegros (29-15) y de Leciñena (28-14).

2.1.1. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE ABANICO ALUVIAL DISTAL

En la parte oriental de la hoja, existe una serie pelítico-arenosa, de origen fluvio-aluvial, que constituye la parte distal del Sistema de Huesca, que procede del Pirineo. Su potencia es de unos 250 m y ha sido evaluada, parcialmente, en las secciones del La Cartuja (04), de Lanaja (05) y de La Mascarata (06), donde respectivamente se han medido, 50 m. 35 m y 25 m de serie.

La serie sintética, consiste en una alternancia de tramos pelítico-arenosos, de tramos pelíticos y de tramos carbonáticos (estos últimos, configuran el ambiente deposicional lacustre-palustre). Los tramos pelítico-areniscosos, están formados básicamente por arcillas ocre-rojizas, entre las que se intercalan, bancos de arenisca canaliformes y tabulares. Los bancos de arenisca canaliformes, corresponden al relleno de paleocanales de ríos meandriformes, mientras que tanto las areniscas tabulares, como las pelitas, corresponden a facies de desbordamiento. En conjunto, presentan una asociación de facies de abanico aluvial distal. Cabe señalar que, en la sucesión estratigráfica, el paso de las facies fluviales, a las facies pelíticas o a las facies carbonáticas mencionadas, se realiza de forma transicional, mientras que el paso de las facies pelíticas y 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, en la base, está formado por un predominio de facies terrígenas y, en el techo, o bien por un predominio de facies pelíticas, de llanura de inundación, o bien por facies carbonáticas, de origen lacustre-palustre. En la parte oriental de la zona estudiada, se pueden distinguir un total de tres ciclos sedimentarios, que corresponden a unidades genético-sedimentaria. La primera unidad, en

el techo se halla formada por facies pelíticas y, el techo de las dos restantes, es carbonático.

La tercera unidad, en el sector sur-oriental, en la base está constituida por lutitas rojizas, entre las que se intercalan niveles tabulares de arenisca y, también, niveles calcáreos de considerable extensión lateral. Estas facies, hacia el sector centro meridional de la zona, pasan a facies canalizadas aluviales, por lo tanto, interpretamos que en este sector sur-oriental, está constituida por facies de orla de abanico.

Por otro lado, entre los materiales margo-carbonáticos, que constituyen la Sierra de Alcubierre, en los sectores sur-occidental y meridional, se intercalan un total de cinco niveles, dominanteamente terrígenos, que también caracterizan este ambiente deposicional. Su potencia parcial, se ha medido en la columna de San Caprasio (01), donde es de 85 m y en la de La Manadilla (02), donde es de 110 m. Estos materiales, estratigráficamente, suprayacen a los anteriormente citados.

El primero de los cinco tramos mencionados, en el sector sur-oriental de la hoja, está básicamente constituido por lutitas ocres y grisáceas, entre las que se intercalan niveles calcáreos y areniscosos, de morfología tabular. Según esta consideración, creemos que estas facies son afines, con las descritas para la base de la tercera unidad, anteriormente citada y, por lo tanto, corresponden a facies de orla de abanico.

Los cuatro tramos suprayacentes, a grandes rasgos, presentan facies de abanico aluvial distal, en las que existe el desarrollo de facies canalizadas.

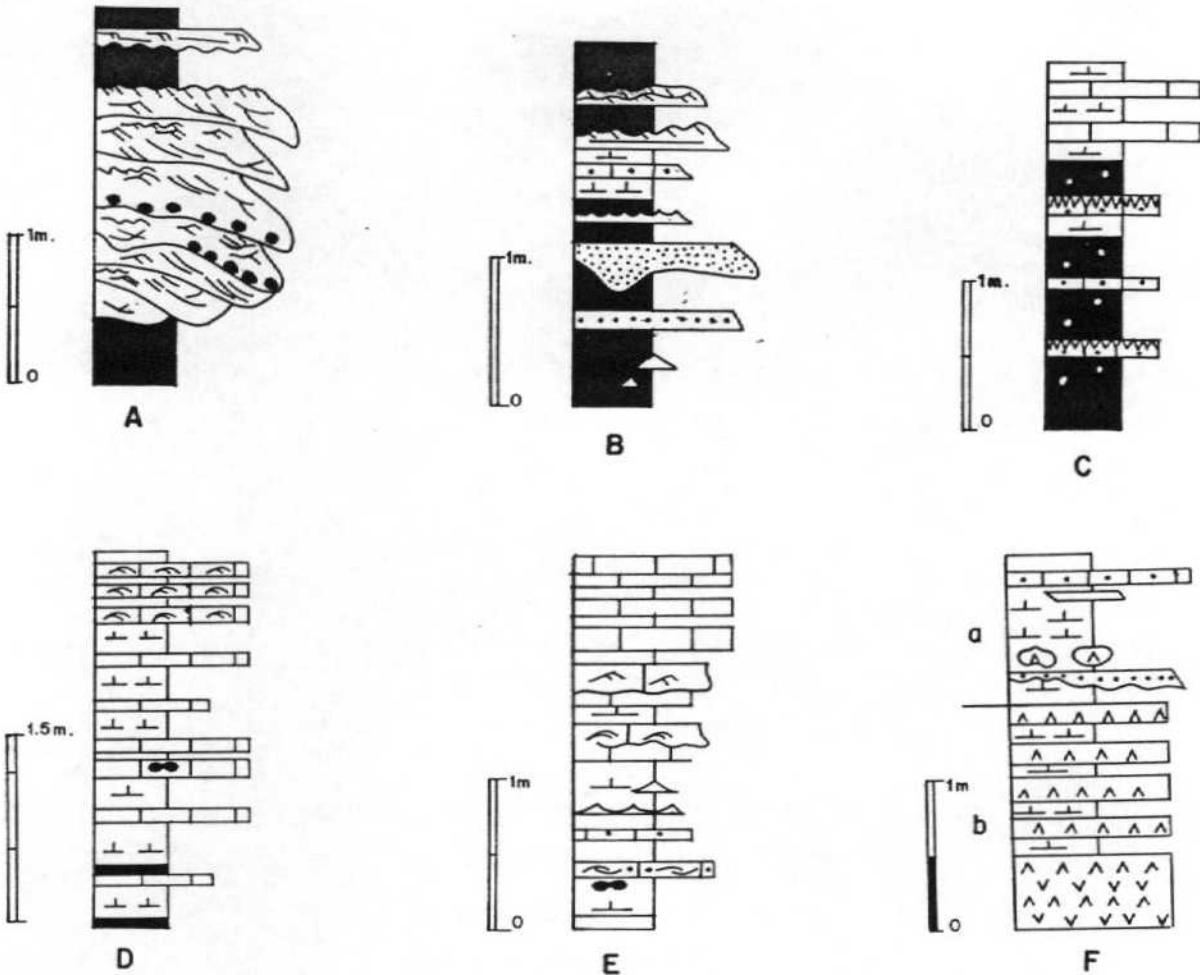
Todos estos niveles, hacia el sector nor-occidental y, también, hacia el sector sur-occidental, pasan transicionalmente a facies margo-yesíferas de margen de lago salino y, los dos primeros, a facies de lago salino.

El conjunto de materiales que constituyen la Sierra de Alcubierre, en la sucesión estratigráfica se disponen de una forma cíclica. A grandes rasgos, la base de cada ciclo está constituida, en la parte sur-oriental y meridional del territorio, por facies aluviales distales y, en la parte occidental del mismo, por facies de margen de lago salino y de lago salino. Hacia techo de cada ciclo, estas facies, en vertical, pasan a facies margo-carbonáticas de origen lacustre-palustre. De esta forma, en esta zona del área cartografiada, hemos distinguido tres ciclos sedimentarios, que corresponden a unidades genético-sedimentarias y que estratigráficamente, se superponen a los otros tres anteriormente citados.

Los materiales que configuran el ambiente deposicional de abanico aluvial distal, dentro de la zona estudiada, presentan tres tipos de facies: a/ facies de relleno de paleocanales, b/ facies de llanura de inundación y c/ facies de orla de abanico.

2.1.1.1. FACIES DE RELLENO DE PALEOCANALES

Los paleocanales que configuran la parte distal del Sistema deposicional de Huesca y, que se desarrollan en la parte oriental de la hoja, poseen las siguientes características: normalmente se organizan en bancos de arenisca de grano medio y fino, con un espesor comprendido entre 40 cm y 5 m. Los más potentes, suelen presentar superficies de reactivación, a menudo marcadas por cantos blandos. Estas superficies individualizan a cuerpos areniscosos que a su vez presentan superficies de acreción lateral. Entre las superficies de acreción lateral, se desarrollan **cosets** de láminas, dentro de los cuales existe una gradación vertical y lateral (siguiendo las superficies de acreción) de estructuras sedimentarias. Esta gradación, solamente se observa en algunos ejemplos, donde las estructuras sedimentarias se han preservado y, de base a techo, consiste en: estratificación cruzada en surco, estratificación cruzada planar y, finalmente, **ripples** de corriente. Según estas características, estos bancos de arenisca, corresponden a **point bars** de ríos meandriformes (ver ALLEN 1965 y 1968). Las superficies de reactivación, individualizan a diferentes **scroll bars** (Fig. 3 a).



A - FACIES DE RELLENO DE PALEOCANALES DE RIOS MEANDRIFORMES. BARRAS DE MEANDRO

B - FACIES DE LLANURA DE INUNDACION Y DE ORLA DE ABANICO

C - SECUENCIAS DE FACIES PALUSTRES

D - SECUENCIAS DE FACIES LACUSTRES

E - SECUENCIAS DE FACIES LACUSTRES DEL CUARTO Y QUINTO CICLO SEDIMENTARIO

Fa - SECUENCIAS DE FACIES DE MARGEN DE LAGO SALINO

Fb - SECUENCIAS DE FACIES DE LAGO SALINO

LEYENDA

[Areniscas]	ARENISCAS	[Yesos estratiformes]	YESOS ESTRATIFORMES	[Ripples de oscilación]	RIPPLES DE OSCILACION
[Calizas]	CALIZAS	[Yesos nodulares]	YESOS NODULARES	—	LAMINACION PARALELA
[Calcisiltitas]	CALCISILTITAS	↙ ESTRATIFICACION CRUZADA EN SURCO	ESTRATIFICACION CRUZADA EN SURCO	~~~~~	ESTRATIFICACION WAVY
[Lutitas]	LUTITAS	ESTRATIFICACION CRUZADA PLANAR	ESTRATIFICACION CRUZADA PLANAR	△	ESTRATIFICACION LINSEN
[Margas]	MARGAS	↖ RIPPLES DE CORRIENTE	RIPPLES DE CORRIENTE	▼▼▼	MARCAS DE RAICES
		~~~~ RIPPLES ASCENDENTES	RIPPLES ASCENDENTES	●●●	CANTOS BLANDOS
		~~~~~ ESTRATIFICACION CRUZADA HUMMOCKY	ESTRATIFICACION CRUZADA HUMMOCKY	●●	NÓDULOS DE SILEX

FIG. 3 .- SECUENCIAS DE FACIES REPRESENTATIVAS DE LOS AMBIENTES DEPOSITIONALES QUE SE DESARROLLAN EN LA HOJA DE LANAJA (29-14)

En el sector de La Manadilla, dentro de los materiales de origen aluvial, que constituyen la parte basal de la quinta unidad genético-sedimentaria, se desarrollan cuerpos lenticulares, de unos 2 m de espesor. Son de arena de grano medio y grueso, tienen la base erosiva e, internamente presentan estratificación cruzada planar. En el sector de San Caprasio, dentro de los materiales aluviales, que constituyen la parte inferior de la sexta unidad genético-sedimentaria, también se desarrollan facies areniscosas lenticulares. En este sector, presentan superficies de reactivación, marcadas por cantos blandos, las cuales separan cuerpos con estratificación cruzada planar. Dado que estos bancos de arenisca, únicamente presentan parcialmente, las características de los depósitos de barras de meandro, los interpretamos como el relleno de paleocanales de ríos de baja sinuosidad.

Ocasionalmente, en campo se presentan cuerpos areniscosos lenticulares, con una fuerte base erosiva. Su espesor, normalmente oscila entre los 0.5 m y los 2 m. Internamente, son cuerpos masivos, donde no se observa ninguna estructura tractiva. Según estas características se interpretan como el relleno de cicatrices erosivas (*scours*), durante etapas de fuertes avenidas. Estos cuerpos estarían asociados a las facies de desbordamiento (*crevasses*) (ver ALLEN, 1965 y SELLLEY, 1977) (Fig. 3 b).

2.1.1.2. FACIES DE LLANURA DE INUNDACION

Estos depósitos se intercalan entre las facies de relleno de paleocanal, descritas en el apartado anterior.

Consisten en pelitas de coloración ocre y rojiza, con evidentes señales de edafización, tales como: moteados de reducción, moldes verticales de raíces y procesos de rubefacción. Entre las pelitas se intercalan capas planoparalelas de arenisca, normalmente de grano fino. Estas, internamente, o bien son masivas, o bien presentan laminación paralela y ripples de corriente. A menudo, se hallan bioturbadas. También se intercalan capas de grano fino y muy fino con **climbing rip-**

ples, capas de espesor centimétrico con estratificación **wavy** y **linsen**, limos carbonatados y tramos margosos.

Las capas de arenisca y también las pelitas, fueron depositadas por flujos gravitativos y son el producto del desbordamiento, durante etapas de avenidas, de los paleocanales descritos (Fig. 3 b). Localmente, existen intercalaciones de biomictitas, de espesor centimétrico y de escasa continuidad lateral. Estos depósitos se interpretan como el producto de encharcamientos locales, que se desarrollaban en la llanura de inundación. En otras ocasiones, las capas calcáreas intercaladas, entre estas facies, poseen una gran continuidad lateral y una considerable entidad cartográfica. En este caso, se interpretan como depósitos lacustre-palustres sedimentados como consecuencia de un ascenso relativo del nivel de base, en todo el área que quedaría inundada, por los efectos del mismo.

2.1.1.3. FACIES DE ORLA DE ABANICO

Como se ha comentado anteriormente, dentro del área cartografiada, se desarrollan básicamente en la base de la tercera y cuarta unidad genético-sedimentaria, en el área sur-oriental del territorio.

Consisten en arcillas ocres y rojizas, las cuales frecuentemente se hallan edafizadas. Entre las lutitas, se intercalan capas de arenisca, capas calcáreas y tramos margosos. Las capas de arenisca suelen ser planoparalelas y, cuando no presentan señales de bioturbación, poseen estratificación paralela y **ripples** de corriente. Las capas de menor espesor, poseen estratificación de tipo **wavy**. Las calizas son micríticas y, ocasionalmente, poseen una considerable extensión areal. Localmente, se intercalan cuerpos areniscosos lenticulares, de reducido espesor y de poca extensión lateral.

En realidad, son facies muy parecidas a las facies de desbordamiento (Fig. 3 b), únicamente cabe destacar, que la presencia de carbonatos, en este tipo de facies,

es más frecuente, así como también la mayor extensión de los mismos. El hecho de que lateralmente pasen a facies de abanico aluvial distal canalizadas, induce a que las consideremos como facies de orla de abanico, en contraposición de las facies canalizadas, que representarían las facies de eje de abanico.

2.1.2. AMBIENTE DEPOSICIONAL LACUSTRE-PALUSTRE

Dentro del área de estudio, las facies que constituyen este ambiente deposicional, se hallan ampliamente representadas por los materiales margo-carbonáticos que, en buena medida, configuran la Sierra de Alcubierre. Estos, estratigráficamente sitúan en la parte superior de la tercera, cuarta, quinta y sexta unidad genético-sedimentaria, respectivamente, según la sucesión estratigráfica. De igual forma, los materiales margo-carbonáticos, que en el sector sur-oriental de la zona, forman el techo de la segunda unidad, caracterizado en la zona, también constituyen este ambiente deposicional.

La potencia que presentan los materiales que configuran este ambiente deposicional, ha sido evaluada en las secciones de San Caprasio (01), donde existen 60 m de materiales, correspondientes a este ambiente, de La Manadilla (02), donde su potencia es de 35 m y, finalmente, en la serie de Alcubierre (03), donde es de unos 20 m.

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 corresponderían a facies lacustre-palustres. En la zona de estudio, estas facies, están mejor desarrolladas en el sector sur-oriental, dentro de las facies carbonáticas, que constituyen el techo de la segunda unidad, y b/ Una asociación de facies constituida básicamente por una alternancia de margas y de carbonatos, que corresponderían a facies lacustres, muy bien desarrolladas en la Sierra de Alcubierre.

2.1.2.1. FACIES LACUSTRE-PALUSTRES

Dentro del área cartografiada, se hallan muy bien representadas en el sector de la Nueva Balsa, en las inmediaciones del pueblo de Lanaja. Consisten en una monótona alternancia entre lutitas versicolores y capas calcáreas de espesor centimétrico y, ocasionalmente, métrico (ver DALEY, 1973).

Los tramos lutíticos, en la base están formados por pelitas versicolores, que muestran señales de edafización, como marmorizaciones y, ocasionalmente, marcas de raíces (Fig. 3 c). Hacia techo, estas pelitas pasan a margas. A su vez los niveles margosos, están culminados por capas calcáreas, cuyo espesor, oscila entre 5 cm y 50 cm. Los niveles calcáreos, en ocasiones llegan a formar bancos de hasta 2 m de potencia. De este modo, estas facies están organizadas en ciclos elementales de facies que, de base a techo, presentan las características descritas. Los niveles carbonáticos, suelen tener un cierto contenido en limo, normalmente presentan perforaciones producidas por raíces y, también, un importante contenido en materia orgánica y en restos organógenos (caraceas, ostrácodos y gasterópodos). Raramente, en el techo de las capas se desarrollan ferruginizaciones.

La marmorización presenta diferente coloración indicativa de la remobilización del hierro en suelos hidromorfos (gley y pseudogley). Aunque la marmorización es la característica más importante, viene siempre acompañada por nodulizaciones y concreciones.

Las tablas de caliza presentan porosidad vacuolar. Esta es una consecuencia de la inundación y desecación del sedimento. Esta evolución de las condiciones de humedad del sedimento permite la creación de una serie de fracturas que FREY-TET y PLAZIAT, (1982) clasificaron como: Vertical joint planes, curved-faced nodules, horizontal joint planes, curved and craze planes, skew planes y craze planes.

2.1.2.2. FACIES LACUSTRES

Consisten básicamente en una alternancia de margas y de calizas. Su descripción se realiza en base a los datos de las secciones de San Caprasio (01), de La Mandilla (02) y de Alcubierre (03).

Los materiales margocarbonáticos, que constituyen la parte superior de las 4 unidades genético-sedimentarias superiores, caracterizadas en la zona, se organizan en dos tipos de ciclos de facies diferentes:

- A) El primer tipo de ciclo de facies, en la base, está formado por margas grisáceas en las que, ocasionalmente, se intercalan capas centimétricas de margocalizas. En el techo, está constituido por biomicritas con restos de caráceas y de ostrácodos (Fig 3 d). Estos ciclos de facies, corresponden a ciclos de somerización y son similares a los descritos por FREYTET y PLAZIAT (1982). Su espesor oscila entre los 0.5 m y los 2 m. Dentro del área, se halla muy bien representados en los materiales que constituyen la parte superior de la sexta unidad genético-sedimentaria.

Del estudio de las microfacies se deduce que estas calizas corresponden a típicas **Crumby 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 caráceas y de ostrácodos.

Cuando el cemento es relativamente abundante se pueden distinguir dos subtipos: micrítico y esparítico. En el esparítico, los elementos se encuentran en contacto grano a grano y el cemento es secundario. Cuando el cemento es micrítico, los elementos individuales pueden estar, o bien en contacto, o bien dispersos en la matriz. En ambos casos, los límites de estas "gravas" están

mal definidos. Esta indefinición puede ocasionar que solamente podamos observar fantasmas del fango original, y también morfologías de voids, como los **stellate voids** (FREYTET, 1973).

- B) Los materiales lacustres que constituyen la parte superior de la tercera, cuarta y quinta unidad genético-sedimentaria, se organizan en ciclos de facies diferentes; son similares a los descritos por ARENAS *et al.* (1989): éstos poseen un espesor que oscila entre 0.5 m y 5 m, aproximadamente. Cuando el ciclo es completo de base a techo está constituido por los siguientes tramos (Fig 3 e): 1/ Un tramo basal predominantemente margoso, en el que algunas veces se intercalan arcillas ocres. 2/ Un segundo tramo formado por margas con intercalaciones de calcisiltitas y de areniscas de grano fino y muy fino, que son de espesor centimétrico y, a menudo, presentan estratificación **wavy** y **linsen**. Ocasionalmente, se intercalan niveles calcáreos con estromatolitos. 3/ Un tercer tramo formado por capas de calizas limosas con superficies de reactivación y con desarrollo de estratificación cruzada **hummocky** y **ripples** de oscilación en el techo. Normalmente, presentan nódulos de sílex. 4/ Un cuarto y último nivel formado por biomicritas con restos de caráceas y de ostrácodos y, a techo, con perforaciones verticales producidas por raíces (ver FREYTET y PLAZIAT, 1982). Como los ciclos descritos en el párrafo anterior, corresponden a ciclos de somerización.

2.1.3. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE MARGEN DE LAGO SALINO

Los sedimentos depositados en este ambiente deposicional, dentro del área de estudio, se desarrollan extensamente en el sector nor-occidental, donde constituyen la parte distal de la segunda y tercera unidad. No obstante, también afloran puntualmente en el sector nor-occidental y sur-occidental de la Sierra de Alcubierre, donde constituyen la parte basal y media de la cuarta y quinta unidad genético-sedimentaria.

Sus características y su potencia, han sido representadas en las series de San Caprasio (01), donde se han medido unos 65 m y de Alcubierre (03), donde presentan una potencia de 105 m.

Las facies de margen de lago salino, que corresponden a la 2^a unidad, consisten principalmente en margas, entre las que se intercalan niveles de yesos nodulares y de calcisiltitas. Los nódulos de yeso, ocasionalmente se agrupan, formando niveles acintados.

La tercera unidad, presenta unas facies de margen de lago salino, que consisten principalmente en margas entre las que se intercalan yesos nodulares, calcisiltitas y capas areniscosas tabulares y lenticulares. Estas últimas, presentan la base erosiva y se acuñan a escala de afloramiento. Presentan superficies de reactivación, que individualizan cuerpos con acreción lateral que, a la vez, contienen estratificación cruzada de tipo planar. En conjunto, constituyen facies de transición entre facies de abanico aluvial distal y facies de margen de lago salino (Fig. 3 f-a).

Finalmente, los materiales de la cuarta y quinta unidad genético-sedimentaria, que constituyen las facies de margen de lago salino, se organizan en ciclos de facies que presentan las siguientes características: en la base están formados por margas y/o arcillas ocres, que contienen nódulos de yeso. En algunas ocasiones, estos nódulos llegan a formar niveles estratiformes, de escaso espesor. También se intercalan niveles de areniscas de grano muy fino y de limos carbonatados, con estructuras tractivas, de tipo hummocky, linsen y wavy. En el techo, están formados por bancos de calizas que, ocasionalmente, son estromatolíticas, pero que normalmente presentan estructuras tractivas, como superficies de reactivación y estratificación cruzada hummocky. También tienen un importante contenido organógeno y en nódulos de sílex.

2.1.4. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE LAGO SALINO

Los sedimentos correspondientes a este ambiente, tienen muy poca representación cartográfica dentro del área, ya que únicamente afloran en el extremo sur-occidental del territorio, donde constituyen el tercero, cuarto y la base del quinto ciclo sedimentario.

Su estudio sedimentológico, se ha hecho en base a los materiales que forman la parte inferior de la quinta unidad genético-sedimentaria y que se han representado en la columna de San Caprasio (01), donde presentan una potencia de 50 m.

Se trata de depósitos constituidos por una alternancia de capas de yeso, de niveles margosos y, localmente, de capas de arenisca (Fig. 3 f-b).

Las areniscas son planoparalelas, de granulometría muy fina y, normalmente, presentan laminación paralela. Las margas presentan yesos nodulares. Los niveles de yeso, poseen un espesor que oscila entre los 10 cm y los 60 cm. Corresponden a yesos secundarios estratiformes de textura alabastrina.

2.2. BIOESTRATIGRAFIA

En la vecina hoja de Sariñena (30-14), CUENCA (1991 a y b) han estudiado el yacimiento de Ontiñena, donde han identificado restos de micromamíferos correspondientes a la biozona 1 de MEIN (Ageniense), en materiales estratigráficamente equivalentes a los que constituyen la primera unidad genético-sedimentaria caracterizada en la presente hoja. Por otro lado, en la parte inferior de la segunda unidad, 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.

En el ámbito de la hoja, a lo largo de la ejecución del proyecto, se ha estudiado el yacimiento de Puigladrón, situado en materiales que forman la parte media de la quinta unidad presente en la zona. Este estudio, ha permitido acotar su edad, entre el Mioceno medio y el Mioceno superior. Cabe también destacar, los estudios del yacimiento del Barranco de San Benito, también situado en la parte media-superior de este mismo ciclo, donde se han estudiado restos de mastodontes, que permiten atribuirle una edad comprendida entre el Aragoniense medio y el superior (AZANZA, com. pers.).

En base a estos datos, atribuimos al Ageniense, a los materiales que forman toda la primera unidad genético-sedimentaria y también a los que forman la parte basal de la segunda. Así mismo, los materiales que constituyen la parte media-superior de la segunda unidad y, también, los que forman la totalidad de la tercera, cuarta, quinta y la parte basal de la sexta, les atribuimos una edad correspondiente al Aragoniense. Finalmente, creemos que la mayor parte de los materiales que constituyen la última unidad, poseen una edad Vallesiense.

2.3. CRONOESTRATIGRAFIA. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL

La ejecución de la cartografía y del estudio sedimentológico de la hoja de Lanaja, 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, nos ha permitido realizar un análisis detallado de esta cuenca. De esta forma, hemos podido observar que, en la parte central de la cuenca 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.

En la parte aragonesa de la Depresión, concretamente en las áreas de Fraga, Sariñena, Peñalba y Lanaja, 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 I y II). Cada uno 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, 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 las unidades, 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 cíclica 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 Priaboniense 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 I). 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.

Según nuestro criterio, las 20 unidades que se hallan representadas en las Tablas I y II, 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 que, debido a que en la literatura geológica, no existe un modelo genético de las secuencias deposicionales, en cuencas continentales, 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:

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.
OLIGOCENO SUPERIOR	E S T A T I E N S	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 Peralta
	C H A T I E N S	Unidad Alfés-Ribarroja	▲ Zona <u>Eomys Zitteli</u> (1) (MP-26)	Arcillas, areniscas, calizas lacustres y caliza alfa (Embalse Secá) Aytona.
OLIGOCENO INFERIOR	E S T A M P A T E 	Unidad Castelldans	▲ Zona <u>Theridomys aff. major</u> (1) (MP-25)	Arcillas, areniscas, calizas lacustres y calizas de Castelldans
		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)	Calizas de Cervera y del Talladell Formación Urgell - Parte inferior
		Unidad Sant Ramón	▲ Zona <u>Theridomys calafensis</u> (1) (MP-22)	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 Sanauja
EOCENO SUP.	PRIABONIEN.	Unidad Sanauja		Yesos del núcleo del anticlinal de Sanauja

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)

E D A D	UNIDADES CRONOESTRATIGRAFICAS		B I O Z O N A S	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS
O N W C O — M	A R A G O N I E N S E A Q U I T A N I E N S E A G E N T I E N S E	VALLESIENSE	Unidad San Caprasio	Areniscas, arcillas y calizas de la Formación Alcubierre.
		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.
		Unidad Galocha-Ontiñena		Arcillas y areniscas de la Fm. Sariñena. Arcillas y calizas de la Fm. Alcubierre y Mequinenza, yesos de la Fm. Zaragoza.
		Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca	▲ Zona <u>Rhodanomys schlosseri</u> (MN-1) (2)	Arcillas y calizas de las Fms. Alcubierre y Mequinenza.
OLIGOCENO SUP.	CHATTIENSE		▲ Zona <u>Rhodanomys transiens</u> (2) (MP-30)	Arcillas y areniscas de las Fms. Urgell y Sariñena, yesos de la Fm. Lerín.

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-KITTNER (1987)

(1) MEIN (1975)

(2) AGUSTI, et al. (1988)

- 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 cuencal y, en algunas ocasiones, haya podido constatarse su enlace con discordancias erosivas y/o 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 pueden diferenciar una asociación de facies de eje 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 de las que constituyen 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 ambos procesos se en-

cuentran 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 deposicional 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 Lanaja, se hallan representadas 6 unidades genético-sedimentarias, que de base a techo se denominan:

- 1) **Unidad de Galocha-Ontiñena:** Es la unidad infrayacente y presenta una edad Ageniense (ver Tabla II). Dentro del área estudiada, su base no aflora y se halla representada en el sector nor-oriental del territorio, en las inmediaciones del cauce del Río flumen. Está constituida por materiales aluviales distales y, su parte superior, es fundamentalmente pelítica. Su potencia es de difícil evaluación, puesto que su base no aflora. No obstante, es del orden de 30 m. Posee una edad correspondiente al Ageniense.
- 2) **Unidad de Bujaraloz-Sariñena:** Dentro del territorio, aflora el sector oriental y, también, en una estrecha franja de la parte septentrional, donde su base, está constituida por facies terrígenas, de origen aluvial y su techo, por facies carbonáticas de origen lacustre-palustre. Hacia el sector noroccidental, estas facies pasan a facies de margen de lago salino. Su potencia, es del orden de 120 m y ha sido medida, de forma parcial, en 50 m, en la columna de La Cartuja (04). La base de la unidad es Ageniense, mientras que su parte media-superior, corresponde al Aragoniense.

- 3) **Unidad de Remolinos-Lanaja:** Tanto en la parte central de la zona, como en la parte sur-oriental, se halla representada, en su base, por facies de abanico aluvial distal, ya de eje de abanico, ya de orla de abanico. Por el contrario su techo está formado por facies margo-carbonáticas, de origen lacustre-palustre. Hacia el sector nor-occidental del área cartografiada, su parte basal, pasa progresivamente a facies de margen de lago salino, mientras que en el sector sur-occidental, de base a techo, está constituida por facies de lago salino.

La potencia parcial de la unidad, se ha evaluado y representado en las series de Alcubierre (03), donde posee 45 m, de Lanaja (05), donde se han medido 35 m y de La Mascarata (06), donde se han estimado unos 25 m, correspondientes a la misma. Su potencia total, no se ha podido medir en una sola serie, ya que esta unidad aflora en un área muy extensa y, a la vez, muy recubierta por materiales de edad cuaternaria. No obstante, por razones cartográficas, creemos que la potencia de la unidad, en el sector sur-oriental, es del orden de 130 m y, en el nor-occidental, es del orden de 70 m. Existe pues, una progresiva reducción de potencia desde la parte SE hasta la parte NO, del área cartografiada. Posee una edad correspondiente al Aragoniense.

- 4) **Unidad de Sierra de Pallaruelo-Monte de la Sora:** Dentro del área cartografiada, la base de esta unidad, en el sector centro-meridional del territorio, está formada por facies aluviales distales, concretamente de orla de abanico, entre las que se intercalan, diversos niveles calcáreos. Estas facies, hacia el sector nor-occidental, pasan a facies de margen de lago salino. Por el contrario su techo, en todo este área está constituido por facies margo-carbonáticas de origen lacustre-palustre. Igualmente que la Unidad de Remolinos-Lanaja, en el extremo sur-occidental, está íntegramente formada por facies de margen de lago salino.

En el sector centro-meridional, posee una potencia de unos 100 m, mientras que en el nor-occidental, su potencia es de 60 m. De la misma forma que la unidad anteriormente descrita, dentro del área cartografiada, esta unidad efectúa una progresiva reducción de potencia, desde el sector centro-meridional hasta el nor-occidental. Su edad corresponde al Aragoniense.

- 5) **Unidad de Sierra de Lanaja-Montes de Castejón:** Aflora a lo largo de toda la Sierra de Alcubierre, donde está constituida por dos tramos fundamentalmente lutíticos y por dos tramos margocarbonáticos. El primero de estos últimos, se intercala en la parte media-superior de la unidad y el segundo, constituye su techo. En la parte centro-meridional de esta sierra, los tramos lutíticos, están formados por facies de abanico aluvial distal, mientras que hacia el sector occidental, pasan a facies de margen de lago salino (Fig 4). Cabe destacar que el primero de los tramos, en el extremo sur-occidental del territorio, está constituido básicamente por facies de lago salino. Los dos niveles margocarbonáticos, están constituidos por facies lacustre-palustres, en todo el área donde afloran.

La potencia de la Unidad Sierra de Lanaja-Montes de Castejón, dentro del territorio, se ha medido, de forma parcial, en las series de La Manadilla (02), donde se han evaluado unos 75 m y de Alcubierre (03), donde se han evaluado unos 80 m. Su potencia total, ha sido evaluada en la serie de San Caprasio (01), donde es de unos 170 m. A través de la cartografía, se puede observar que esta unidad efectúa un progresivo aumento de potencia, desde el sector nor-occidental, hasta el sur-occidental. Su edad queda comprendida entre el Aragoniense medio y el Aragoniense superior.

- 6) **Unidad de San Caprasio:** Aflora en el sector sur-occidental del territorio, en las zonas topográficamente más elevadas de la Sierra de Alcubierre. Igualmente que la unidad anteriormente descrita, está constituida por dos tramos fundamentalmente lutíticos y por dos tramos margocarbonáticos. El primero

de estos últimos, se intercala en la parte media-superior de la unidad y el segundo, constituye su techo. Los tramos lutíticos, están formados por facies de abanico aluvial distal, mientras que los dos niveles margocarbonáticos, están constituidos por facies lacustre-palustres, en todo el área donde afloran.

Su potencia, se ha evaluado en la serie de San Caprasio (01), donde es de unos 130 m. La parte basal de esta unidad, corresponde al Aragoniense superior y, el resto, al Vallesiense.

En la Figura 4 se representa la evolución espacial y temporal de estas unidades genético-sedimentarias en el sector centro-oriental de la parte aragonesa de la Cuenca del Ebro. En la Figura 5, se representa, más detalladamente, la evolución de una de estas unidades, donde se puede observar el funcionamiento de los ciclos de facies.

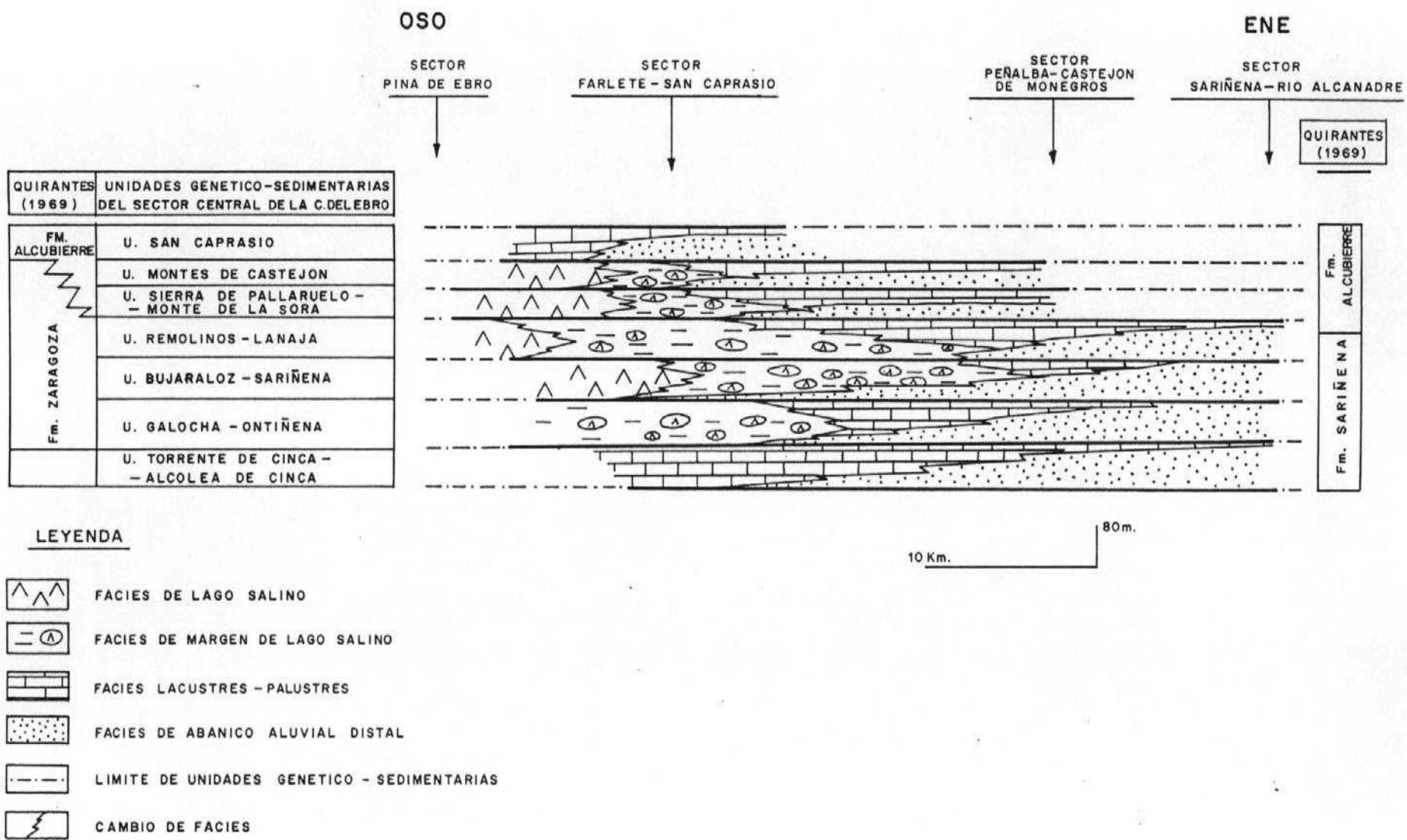
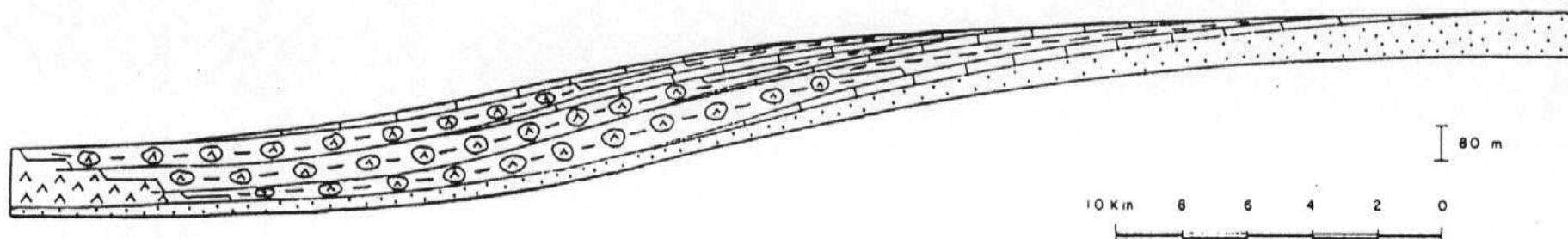


FIG. 4.- MODELO SECUENCIAL DE LAS UNIDADES GENETICO - SEDIMENTARIAS DEL SECTOR DE LOS MONEGROS

OSO

ENE



- | | | | |
|--|----------------------------------|--|--|
| | FACIES DE LAGO SALINO | | CONTACTO ENTRE UNIDADES GENÉTICO - SEDIMENTARIAS |
| | FACIES DE MARGEN DE LAGO SALINO | | LÍNEA TIEMPO |
| | FACIES LACUSTRE - PALUSTRE | | CAMBIO DE FACIES |
| | FACIES DE ABANICO ALUVIAL DISTAL | | |

FIG.5.- MODELO SECUENCIAL DE UNA UNIDAD GENETICO-SEDIMENTARIA EN EL SECTOR DE LOS MONEGROS

3.- BIBLIOGRAFIA

3.- BIBLIOGRAFIA

ALLEN J.R.L., 1965.- "A review of the origin and characteristics of Recent alluvial sediments". *Sedimentology*, v. 5, p. 89-191.

ALLEN J.R.L., 1968.- "Current ripples. Their relation tp patterns of water and sediment motion". North-Holland Publishing Company. Amsterdam. pp. 1-422.

ARENAS, C.; PARDO, G.; VILLENA, J. y PEREZ, A. (1989).- Facies lacustres carbonatadas de la Sierra de Alcubierre (Sector Central de la Cuenca del Ebro). XII Congreso Español de Sedimentología, Bilbao, Comunicaciones, pp. 71-74.

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. I 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. I Congreso del grupo Español del Terciario CONGET'91. VIC, pp. 101-104.

DALEY B., 1973.- "Fluvio-Lacustrine cycloths from the oligocene of Hampshire". *Geol Magaz.*, vol. 110, nº 3, pp. 235-242.

- 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. Análisis 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 Bulltin". 169.