

INFORME SEDIMENTOLOGICO  
DE LA HOJA GEOLOGICA DE  
REMOLINOS (27-13)

JUNIO/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.	LITOSTRATIGRAFIA. DESCRIPCION DE FACIES . . . . .	7
2.1.1.	Ambiente deposicional de abanico aluvial distal . . . . .	9
2.1.1.1.	Facies de relleno de paleocanales. . . . .	10
2.1.1.2.	Facies de llanura de inundación. . . . .	10
2.1.2.	Ambiente deposicional lacustre-palustre. . . . .	12
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. . . . .	15
2.1.4.	Ambiente deposicional de lago salino. . . . .	16
2.2.	BIOESTRATIGRAFIA . . . . .	17
2.3.	CRONOESTRATIGRAFIA. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL. . . . .	17
3.-	BIBLIOGRAFIA . . . . .	29

## 1.- INTRODUCCION

---

## 1.- INTRODUCCION

---

### 1.1. SITUACION GEOGRAFICA

La situación geográfica de la hoja de Remolinos del mapa topográfico 1:50.000 (nº 322) se encuadra entre los paralelos  $42^{\circ} 00'04'',3$  y  $41^{\circ}50'04'',3$  y los meridianos  $1^{\circ} 11'10'',5$  y  $0^{\circ} 51'10'',5$ . Pertenece casi en su totalidad a la provincia de Zaragoza, exceptuando el extremo nororiental, perteneciente a la provincia de Huesca.

Se sitúa en la parte central de la Depresión del Ebro, quedando comprendida entre los Ríos Arba y Gállego, cerca de la convergencia de ambos con el Ebro. Dentro del territorio, se ubican los Montes de Castejón. Estos montes se disponen en el cuadrante nororiental, donde alcanzan la cota topográfica de 750 m en la Loma de la plana del Rollizo (en la hoja de Ejea de los Caballeros) y los 747 m en el Alto de Esteban. Desde este vértice, toman una dirección NE-SO, culminando en el Alto de Puntaza (627 m.), en el extremo SO del territorio. Esta diagonal separa la hoja en dos mitades al E-SE de la misma, se halla la depresión donde se ubica el campo militar de San Gregorio y más al S Zaragoza, y al O-NO de la diagonal mencionada, se halla la depresión de Tauste y del Río Arba.

### 1.2. SITUACION GEOLOGICA

El área que comprende la hoja, se halla situada en la parte central de la Cuenca del Ebro. Esta cuenca, desde principios del Oligoceno, hasta la actualidad, ha actuado como zona de deposición de materiales continentales procedentes del desmantelamiento de las cordilleras circundantes: el Pirineo en el N, la Cordillera Ibérica en el SO y los Catalánides en el SE. Los materiales de abanico aluvial distal, de edad miocena, que se desarrollan en la hoja, son, en su mayoría, de procedencia de La Cordillera Ibérica, no obstante, es posible que los que se

desarrollan en el sector NE, procedan del Pirineo (NICHOLS, 1984). A grandes rasgos, en la parte septentrional de la hoja, existe un dominio de materiales margo-carbonáticos de origen lacustre-palustre y, en el sector meridional, un predominio de materiales margoevaporíticos de margen de lago salino y de lago salino. En ambos sectores, estos materiales "lacustres", en la sucesión estratigráfica únicamente se ven interrumpidos por varios niveles de origen fluvio-aluvial, los cuales son continuos a lo largo de toda la hoja.

### 1.3. METODOLOGIA DE TRABAJO

El estudio de la zona, se ha realizado sobretudo en base a la cartografía geológica a escala 1:50.000, de la hoja de Remolinos (27-13). Por otra parte, se han levantado un total de 11 columnas sedimentológicas de detalle. También se han recogido un total de 87 muestras, con las que se ha realizado el estudio paleontológico y petrográfico. Se ha recogido cuatro muestras de arcillas, para estudios especiales de rayos X.

### 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 (*sensu*. MITCHUM *et al.*, 1977). Esta definición, corresponde a la de secuencia deposicional (*sensu*. 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 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 (*sensu* 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 ya se ha mencionado en el apartado anterior, la presente hoja está constituida por los materiales de edad miocena que colmatan la parte central de la Cuenca del Ebro, recubiertos parcialmente por materiales de edad cuaternaria.

En la hoja existen tres principales dominios litológicos que están constituidos por:

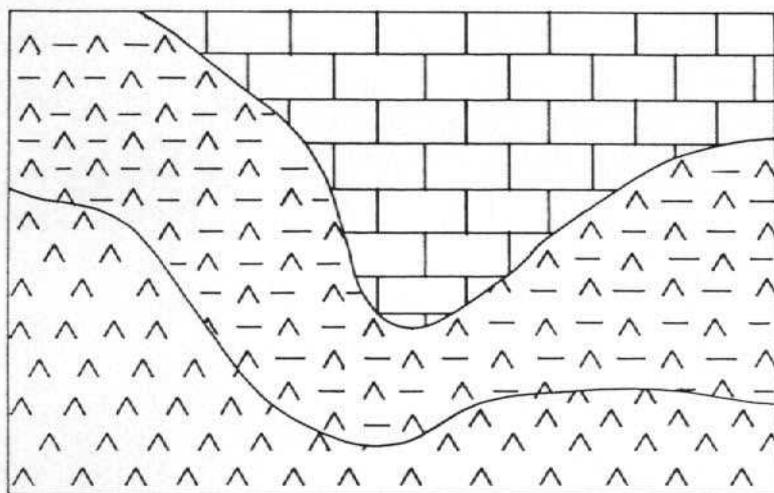
- Alternancia de tramos de margas y calizas con algunos niveles arcilloso-rojizos intercalado en la parte inferior de la serie. Aflora en la parte más noroccidental de la zona.
- Alternancia de margas y yesos con algunos niveles arcilloso-rojizos. Aflora principalmente en los dos tercios meridionales de la hoja y en la parte inferior de la serie.
- Alternancia de margas y calizas que culminan los dos dominios anteriores en prácticamente toda la hoja, puesto que este dominio se desarrolla en la parte superior de la serie miocena.

A grandes rasgos, los materiales margocarbonatados del sector septentrional, forman parte de la Formación Castella (QUIRANTES, 1971) y los que culminan la serie miocena, a lo largo de toda la hoja, forman parte de la Formación Castejón (QUIRANTES, 1971). Por otro lado los materiales margoyesíferos, pertenecen a las Formaciones Remolinos y Alcofea (QUIRANTES, 1971).

## 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. En la Figura 1, solo se hallan representados tres de estos ambientes, puesto que el ambiente deposicional de abanico aluvial distal, se halla representado, dentro de la hoja, en varios niveles que se intercalan entre los materiales que constituyen los otros ambientes deposicionales.

- A) **Ambiente deposicional de abanico aluvial distal:** Está constituido por diversos niveles lutítico-rojizos, que se intercalan entre las facies "lacustres", ya margo-carbonatadas, ya margoyesíferas, que se desarrollan, respectivamente, en los sectores septentrional y meridional de la hoja.
  
- B) **Ambiente deposicional lacustre-palustre:** Está representado por los materiales margo-carbonatados que se desarrollan en la parte septentrional de la serie en los términos inferiores y medios de la serie miocena. Estos materiales pasan verticalmente y lateralmente, hacia el S, a los que forman el ambiente deposicional de margen de lago salino. También se halla representado en los materiales margocarbonatados que constituyen la parte superior de la serie miocena a lo largo de toda la hoja.
  
- C) **Ambiente deposicional de margen de lago salino:** Los depósitos que forman este ambiente deposicional se hallan intercalados entre las facies que configuran el ambiente lacustre-palustre. También afloran en el sector central de la hoja, donde constituyen un cambio lateral de las facies margocarbonáticas. Hacia el S, estos materiales pasan lateralmente a los que constituyen el ambiente deposicional de lago salino.



0 5 10 Km.

-  AMBIENTE LACUSTRE - PALUSTRE
-  AMBIENTE DE MARGEN DE LAGO SALINO
-  AMBIENTE DE LAGO SALINO

FIG. 1.- DISTRIBUCION GENERAL DE FACIES EN LA HOJA DE REMOLINOS(27-13)

- D) **Ambiente deposicional de lago salino:** Los depósitos que forman este ambiente deposicional se hallan intercalados entre las facies de margen de lago salino, en el sector central de la hoja y su mejor desarrollo, se realiza en la parte meridional de la hoja.

### 2.1.1. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE ABANICO ALUVIAL DISTAL

Consiste en distintos niveles, cuyo espesor oscila entre los 5 m y los 25 m y se desarrollan en todo el territorio que comprende la hoja, intercalándose entre las facies que constituyen los demás ambientes deposicionales. Estos niveles, son continuos a lo largo de toda la hoja y no presentan cambios laterales de facies, mientras que estos se dan, de forma progresiva y en un sentido N-S, en los materiales que constituyen los otros ambientes.

Dentro de la zona, existen 5 niveles, que configuran este ambiente deposicional, por encima de los cuales, en el sector septentrional, se desarrollan facies margo-carbonáticas y, en el meridional, facies margoyesíferas. De estos cinco niveles, cuatro constituyen verdaderas interrupciones en la sedimentación "lacustre", ya que representan episodios de reactivación de la sedimentación fluvio-aluvial a lo largo de todo el territorio. En base a este criterio, en la zona se han caracterizado cuatro unidades genético-sedimentarias, la parte inferior de cada una de éstas, constituida por estas facies aluviales y su parte superior por facies "lacustres", ya carbonatadas, ya evaporíticas.

El primer nivel, se desarrolla en la parte inferior de la primera unidad, el segundo, en la base de la segunda, el tercero y el cuarto, se desarrollan en la parte inferior de la tercera unidad y el quinto, en la base de la cuarta unidad.

Por consideraciones cartográficas y petrográficas, creemos que los cuatro primeros niveles, los cuales poseen una típica coloración rojiza y un contenido importante en feldespatos, proceden de La Cordillera Ibérica, ya que hacia el N, en la

hoja de Ejea de Los Caballeros, se acuñan. El último nivel, que consiste en margas con intercalaciones de limos de coloración ocre, posiblemente tenga una procedencia pirenaica.

La potencia de estos depósitos se ha evaluado en las series de Esteban (01) (29 m), de Purasal (02) (60 m), de la Ermita de Santa Ana (03) (20 m), de Puipinos (04) (15 m), de Pogallinero (05) (30 m), de La Atalaya (06) (60 m), de La Puntaza (07) (10 m), de Valduera (08) (10 m), de Las Fuesas (09) (10 m), de La Gabardilla (10) (40 m) y de Los Talegos (11) (20 m).

Dentro de este ambiente deposicional, se desarrollan dos tipos de facies diferentes: facies de relleno de paleocanales y facies de llanura de inundación.

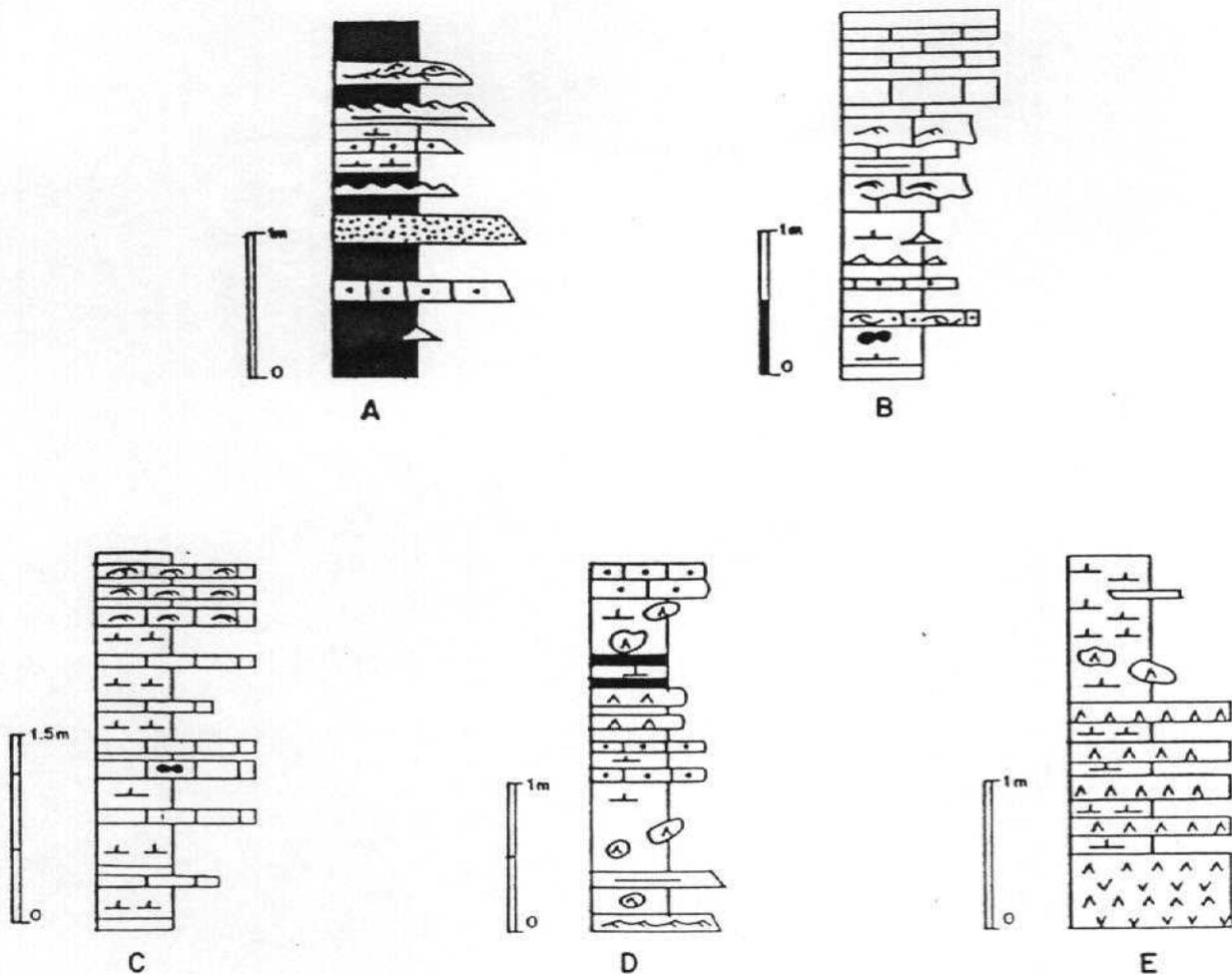
#### 2.1.1.1. FACIES DE RELLENO DE PALEOCANALES.

Estas facies, dentro de estos materiales, están muy poco desarrolladas, ya que básicamente consisten en facies lutíficas, de llanura de inundación.

Consisten principalmente en capas de gipsarenitas de grano medio y fino, de base erosiva y de morfología lenticular. Normalmente son masivas y no se observan estructuras sedimentarias. en estos casos, se interpretan como depósitos de **scours**, asociados a las facies de desbordamiento (Fig. 2 a). Puntualmente presentan acreciones laterales, hacia el O y NO, típicas de barras de meandro.

#### 2.1.1.2. FACIES DE LLANURA DE INUNDACION.

Los cuatro primeros niveles, de los mencionados anteriormente, están básicamente constituidos por este tipo de facies, ya que están formados por materiales lutíficos y el último de éstos niveles, está exclusivamente constituido por ellas.



- A - FACIES DE ABANICO ALUVIAL DISTAL
- B - SECUENCIA DE FACIES LACUSTRES DE LAS DOS UNIDADES GENETICO-SEDIMENTARIAS SUPERIORES
- C - SECUENCIAS DE FACIES LACUSTRE - PALUSTRES
- D - SECUENCIAS DE FACIES DE MARGEN DE LAGO SALINO
- E - SECUENCIAS DE FACIES DE LAGO SALINO

LEYENDA

	} ARENISCAS		YESOS TABULARES		RIPPLES DE OSCILACION
			YESOS NODULARES		LAMINACION PARALELA
	CALIZAS		ESTRATIFICACION CRUZADA EN SURCO		ESTRATIFICACION WAVY
	CALCISILTITAS		ESTRATIFICACION CRUZADA PLANAR		ESTRATIFICACION LINSEN
	LUTITAS		RIPPLES DE CORRIENTE		NODULOS DE SILEX
	MARGAS		RIPPLES ASCENDENTES		CANTOS BLANDOS
			ESTRATIFICACION CRUZADA HUMMOCKY		

FIG. 2 - SECUENCIAS DE FACIES REPRESENTATIVAS DE LOS AMBIENTES DEPOSICIONALES QUE SE DESARROLLAN EN LA HOJA DE REMOLINOS (27-13)

En los cuatro primeros niveles, consisten en pelitas de coloración 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 y muy fino. Estas, internamente, o bien son masivas, o bien presentan laminación paralela y ripples de corriente. A menudo, se hallan bioturbadas. A menudo se intercalan capas con *climbing ripples*, capas de espesor centimétrico con estratificación *wavy* y *linsen*, limos carbonatados y tramos margosos (Fig. 2 a).

El último de los niveles, consiste en unos 20 m de margas grisáceas, entre las que se intercalan niveles limosos de coloración ocre, bioturbados, en el área septentrional del territorio. Ocasionalmente presenta intercalaciones de margocalizas de espesor centimétrico y nódulos de yeso.

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. Localmente, existen intercalaciones de biomicritas, 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.

### 2.1.2. AMBIENTE DEPOSICIONAL LACUSTRE-PALUSTRE.

Como se ha dicho anteriormente, en la parte septentrional de la hoja, dentro de los materiales que constituyen la parte inferior y media de la serie miocena se desarrollan este tipo de facies. También se desarrollan, a lo largo de toda la hoja, en los materiales que constituyen el techo de la serie miocena.

En el sector septentrional, existen un total de 3 intercalaciones margocarbonatadas, cada una de las cuales, estratigráficamente se sitúa en la parte superior de

las 3 primeras unidades genético sedimentarias, anteriormente citada. Por otro lado los materiales margocarbonatados que constituyen el techo de la serie mioce-  
na, forman la parte media y superior de la cuarta unidad genético-sedimentaria.

Estos materiales, exceptuando los de la cuarta unidad, en vertical y también hacia el S, pasan a facies de margen de lago salino.

Su potencia ha sido evaluada en las secciones de Estaban (01) (125 m), de la Ermita de Santa Ana (03) (30 m), de Puipinos (40 m), de Pogallinero (05) (80 m), de La Puntaza (07) (90 m), de La Gabardilla (10) (80 m) y de Los Talegos (11) (90 m). Cabe señalar, que esta potencia representa la suma de los espesores que presentan los diferentes tramos, fundamentalmente margocarbonatados, de las series estratigráficas mencionadas; es decir, que se han obviado los espesores de las facies detríticas y margoyesíferas que se hallan intercaladas entre estas facies lacustre-palustres.

Dentro de este ambiente deposicional, se pueden diferenciar dos asociaciones de facies diferentes: a) una asociación de facies constituida por tramos margosos y carbonatados con señales de edafización, que corresponderían a facies lacustre--palustres. b) Una asociación de facies constituida básicamente por una alternancia de margas y de carbonatos con estructuras tractivas, que corresponderían a facies lacustres.

#### 2.1.2.1. FACIES LACUSTRE-PALUSTRES.

Se desarrollan en las facies margocarbonáticas de la parte superior de la primera y segunda unidades genético-sedimentarias. También se desarrollan en la parte superior de los materiales margo-carbonáticos que constituyen el techo de la cuarta unidad genético-sedimentaria.

Los materiales margocarbonatados que las configuran, se organizan en ciclos de facies (similares a los descritos por FREYTET Y PLAZIAT, 1982) con un espesor que oscila entre los 0.5 m y 10 m. Estos ciclos, en la base, están formados por margas grisáceas en las que, ocasionalmente, se intercalan capas centimétricas de margocalizas. En el techo, están formados por biomicritas con restos de caráceas y de ostrácodos (Fig 2 c). Estos ciclos de facies, corresponden a ciclos 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 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).

#### 2.1.2.2. FACIES LACUSTRES.

Se hallan representadas en los materiales margocarbonatados que constituyen la parte superior de la tercera unidad y también por los que constituyen la cuarta unidad, exceptuando la parte superior.

Se organizan en ciclos de facies similares a los descritos por ARENAS *et al.* (1989): éstos poseen un espesor que oscila entre 1 m y 10 m, aproximadamente. Cuando el ciclo es completo de base a techo está constituido por los siguientes tramos (Fig 2 b): a) un tramo basal predominantemente margoso, en el que algunas veces se encuentran nódulos de sílex. b) un segundo tramo formado por margas con intercalaciones de calcisiltitas de espesor centimétrico y, a menudo, con estratificación *wavy* y *linsen*. Ocasionalmente, existen niveles estromatolíticos y niveles con estratificación cruzada de tipo *hummocky*. c) un tercer tramo formado por capas de calizas limosas con superficies de reactivación y con desarrollo de *ripples* de oscilación en el techo. d) un cuarto y último nivel formado por biomicritas con restos de caráceas 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 entre los depósitos lacustre-palustres del sector septentrional y, más extensamente en la franja central del territorio, donde constituyen un cambio lateral de facies de los anteriores. Hacia el S, pasan a facies evaporíticas de lago salino.

Se desarrollan en la parte media y superior de la primera, segunda y tercera unidades genético-sedimentarias.

Su potencia se ha evaluado en las secciones de pogallinero (05) (40 m), de Valduera (08) (20 m) y de la Gabardilla (10) (15 m)

Consisten principalmente en margas con nódulos de yeso los cuales, ocasionalmente, llegan a formar niveles de espesor centimétrico, de aspecto tabular. Entre las margas, se intercalan capas de calcisiltitas de espesor centimétrico. Todo este

conjunto, se organiza en ciclos elementales de facies (ver SALVANY, 1989 a y b), los cuales presentan una potencia situada entre 1 m y 10 m (Fig 2 d). En la base están formados por las margas con yesos nodulares y en el techo, por margas gris-azuladas y por los niveles de calcisiltita.

#### 2.1.4. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE LAGO SALINO.

Afloran de forma extensa en todo el área meridional de la hoja, donde constituye el cambio lateral de facies de las facies de margen de lago salino.

Su potencia se ha evaluado en las series de Remolinos-Purasal (02) (50 m), La Atalaya (06) (50 m), de Los Talegos (11) (55 m).

Se trata de depósitos constituidos por una alternancia de capas de yeso de niveles margosos y de calcisiltitas. Los ciclos elementales de facies, se organizan de forma similar a los que caracterizan el ambiente de margen de lago salino (ver figura 2 e) (SALVANY, 1989a y 1989b y HERNANDEZ et al., 1991). Se trata de ciclos de escala métrica que, si se presentan completos, se organizan de la forma siguiente:

##### **TECHO**

Calcisiltita

Margas con yeso nodular

Yeso tabular

##### **BASE**

Normalmente, dentro de la zona, estos ciclos se presentan de forma incompleta, ya que, al encontrarnos en áreas relativamente distales, están formados únicamente por niveles de yeso estratiforme y, en el techo por niveles margosos, de delgado espesor, en los que se intercalan nódulos de yeso.

## 2.2. BIOESTRATIGRAFIA

En la presente hoja, el yacimiento de Remolinos, permite situar la primera unidad genético-sedimentaria dentro del Aragoniense. En este yacimiento, se ha identificado a *Caenotherium*, probablemente al *C. miocaenicum* CRUS. Y VILL., cuya edad es Aragoniense medio-superior (ver LLAMAS, 1959).

Por otro lado, en el área de Lanaja, se ha estudiado el yacimiento de Puigladrón, situado en materiales equivalentes a los que forman la parte media de la cuarta unidad genético-sedimentaria 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 esta misma unidad, 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 Aragoniense a todos los materiales presentes en la zona.

## 2.3. CRONOESTRATIGRAFIA. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL.

La ejecución de la cartografía y del estudio sedimentológico de la hoja de Remolinos, 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 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 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.
		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>Iheridomys 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>Iheridomys major</u> (1) (MP-23) ▲ Zona <u>Iheridomys 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)

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.
		Unidad Galocha-Ontiñena		Arcillas y areniscas de la Fm. Sariñena. Arcillas y calizas de la Fm. Alcubierre y Mequinenza, yesos de la Fm. Zaragoza.
	AGUITANIENSE AGENIENSE			
OLIGOCENO SUP.	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 calizas de las Fms. Alcubierre y Mequinenza. 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-KITTLER (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 cuencial 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 abani-

co 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 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 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 Remolinos, se hallan representadas 4 unidades genético-sedimentarias, que de base a techo se denominan:

- 1) **Unidad Bujaraloz-Sariñena:** Dentro de la hoja, aflora su parte media y superior, en el area occidental de la zona cartografiada. En el extremo noroccidental de la zona, consiste en una alternancia de margas, yesos nodulares, arcillas rojizas y capas de caliza. Esta composición litológica, refleja que en este sector, la unidad se halla en facies de transición entre facies lacustre-palustres y facies de margen de lago salino, con una cierta influencia fluvial, que viene reflejada por una intercalación de lutitas rojizas en la parte media de la serie aflorante. Hacia el SO, la unidad va pasando, de forma progresiva, a facies de margen de lago salino y de lago salino, representados por los yesos y sales del sector de Remolinos.
- 2) **Unidad Remolinos-Lanaja:** Aflora tanto en la mitad occidental de la zona cartografiada como también en el cuadrante nororiental. En el área noroccidental de la zona, la base de esta unidad está representada por una alternancia de areniscas y lutitas de origen fluvio-aluvial. Sobre estos materiales se disponen, en esta misma área, sedimentos carbonatados, margosos y margo--

yesíferos que pasan hacia el S, a margas con yeso nodular y yeso tabular con calcisiltitas. En el sector nororiental, sólo aflora la parte media-superior de la unidad. La parte media es básicamente margoyesífera y la superior, consiste en una alternancia de margas, calizas y de margas yesíferas.

En resumen, la parte basal de esta unidad está formada a lo largo de toda la hoja, por materiales siliciclásticos de origen fluvial, mientras que su parte media y superior, en el sector septentrional, está formada por una alternancia de sedimentos margocarbonatados, lacustre-palustres, y de sedimentos margoyesíferos, de margen de lago salino, formando estos últimos el techo de la unidad. Hacia el S, la parte media y superior de la unidad, está básicamente constituida por facies evaporíticas de lago salino.

- 3) **Unidad Sierra de Pallaruelo-Monte de La Sora:** Esta unidad se puede dividir en dos tramos, los cuales presentan una evolución de facies muy similar a lo largo de la hoja.

El tramo inferior está representado por una serie de niveles arcillosos rojizos con gipsarenitas, en la base, que se desarrollan a lo largo de toda la hoja. A estos materiales, se le superponen niveles de margas con yeso nodular, en el sector NO de la hoja, mientras que en el sector NE, se le superponen niveles margocarbonatados. Tanto los unos como los otros hacia el S, van pasando progresivamente a yesos tabulares con intercalaciones de calcisiltitas. El tramo superior, en la base está formado también por niveles arcillosos rojizos con intercalaciones de gipsarenitas. En el sector septentrional del área cartografiada, la parte superior de este tramo, está formada por una serie margocarbonática la cual, hacia el S, va pasando progresivamente a facies margoevaporíticas y, finalmente, evaporíticas.

- 4) **Unidad Sierra de Lanaja-Montes de Castejón:** Esta unidad genético-sedimentaria, dentro de la hoja de Remolinos, aflora en la parte alta de los Montes

de Castejón, en la parte oriental de la hoja y, también, en la parte alta de la bifurcación que dicha sierra desarrolla en el sector suroccidental del área de estudio.

La base de la unidad, consiste en un tramo fundamentalmente margoso de unos 20 m de potencia, el cual se ha diferenciado cartográficamente en los sectores NE y SO. En la base de este tramo margoso y en el área septentrional de la hoja, se desarrollan facies limosas de coloración ocre, las cuales probablemente representan depósitos de abanico aluvial muy distal. Por encima de este tramo basal, a lo largo de todo el territorio, la unidad está constituida por una alternancia de sedimentos margosos y carbonatados, de origen lacustre-palustre. Los carbonatos son más abundantes en la parte superior de la serie, hacia el techo de la unidad genético-sedimentaria.

En la Figura 3 se representa la evolución espacial y temporal de estas unidades genético-sedimentarias en el sector occidental de la parte aragonesa de la Cuenca del Ebro. En la Figura 4, se representa, más detalladamente, la evolución de una de estas unidades, donde se puede observar el funcionamiento de los ciclos de facies.

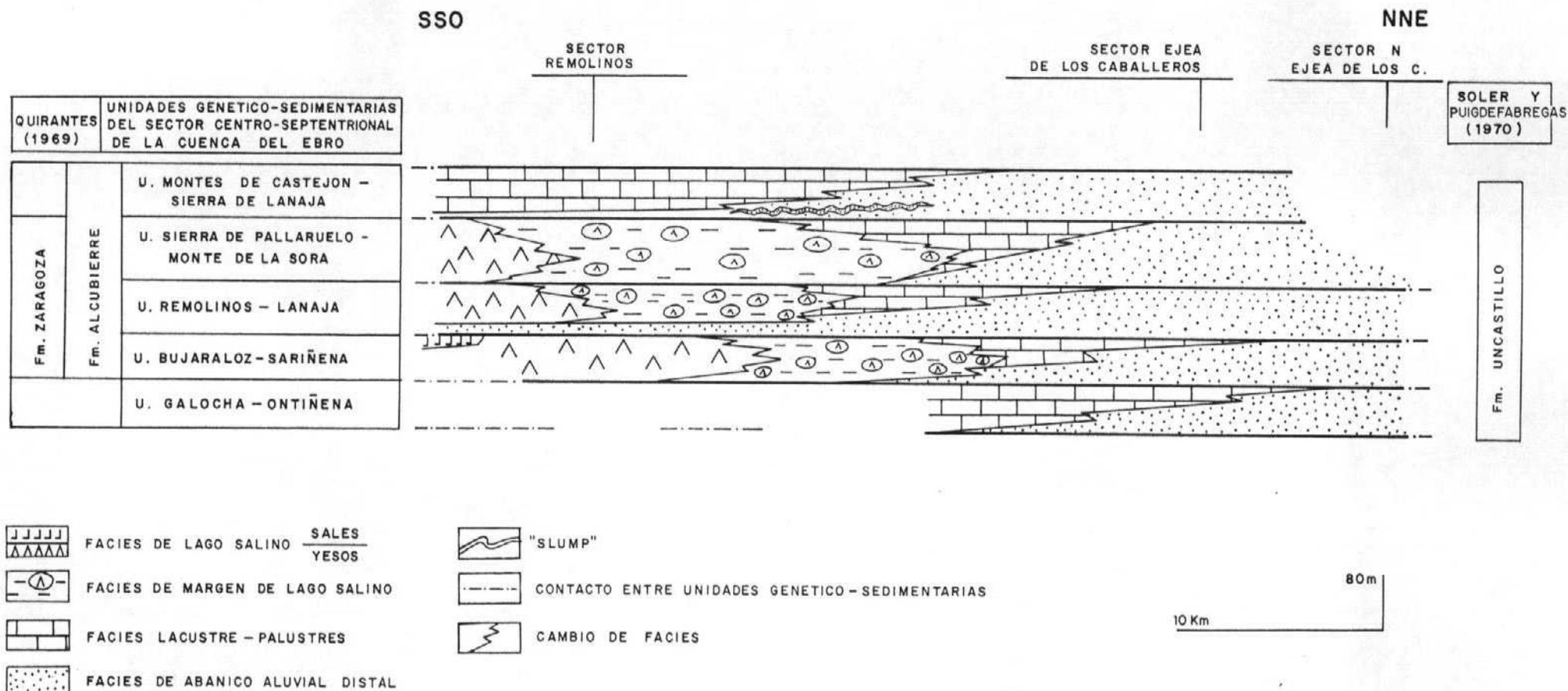
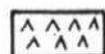
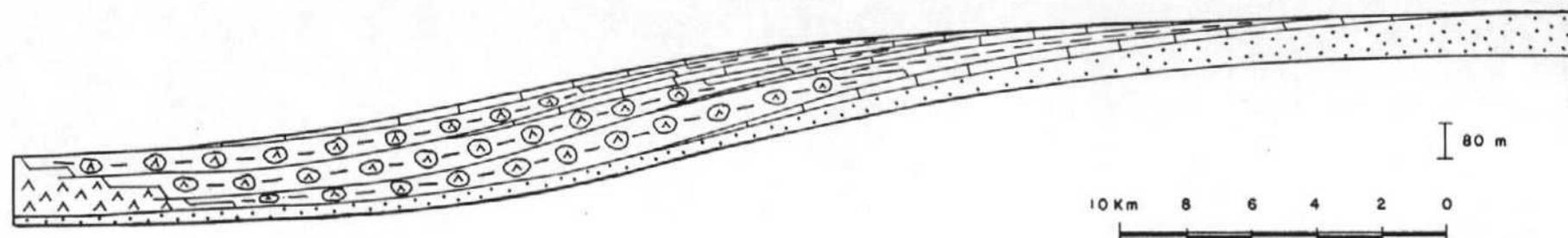


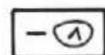
Fig. 3.- MODELO SECUENCIAL DE LAS UNIDADES GENETICO-SEDIMENTARIAS MIOCENAS EN EL SECTOR NOROCCIDENTAL DE LA PARTE ARAGONESA DE LA CUENCA DEL EBRO.

SSO

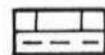
NNE



FACIES DE LAGO SALINO



FACIES DE MARGEN DE LAGO SALINO



FACIES LACUSTRE - PALUSTRE



FACIES DE ABANICO ALUVIAL DISTAL



PARACONFORMIDAD



LÍNEA TIEMPO



CAMBIO DE FACIES

FIG. 4.- MODELO SECUENCIAL DE UNA UNIDAD GENETICO-SEDIMENTARIA EN EL SECTOR NOR-OCCIDENTAL DE LA PARTE ARAGONESA DE LA CUENCA DEL EBRO.

### 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 to patterns of water and sediment motion". *North-Holland Publishing Company*. Amsterdam. pp. 1-422.

CRUSAFONT M., TRUYOLS J., RIBA O, 1966.- Contribución al conocimiento de la estratigrafía del Terciario continental de Navarra y Rioja. *Notas y Comunicaciones IGME*, nº 90. pp. 53-76.

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., 1983.**- "Oligo-Miocene alluvial systems in the Northern Ebro Basin, Huesca Province Spain". Tesis Doctoral. niv . Cambridge, 247 pp.

**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.

**LLAMAS M. R., 1959.**- Las minas de sal gema de Remolinos (Zaragoza) y la Geología de sus proximidades. Bol R. Soc. Esp. de hist. nat., LVII,, 33-47.

**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. Reprint of investigations. nº 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.
- SOLER M., PUIGDEFABREGAS C., 1970.-** Lineas generales de la geología del Alto Aragón Occidental, Pirineos, 96, pp.5-20.

**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 Bulltin". 169.