

# Las formaciones cuaternarias del delta del Llobregat

M<sup>a</sup> Ángeles Marqués Roca

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tesisenred.net](http://www.tesisenred.net)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

LAS FORMACIONES CUATERNARIAS DEL DELTA  
DEL LLOBREGAT

Memoria realizada bajo la dirección del Catedrático Dr. D. Luis Solé Sabarís presentada por

M<sup>a</sup> Angeles Marqués Roca

para aspirar al grado de Doctor en Ciencias Naturales (Sección Geológicas).

Vº Bº

El Director de la Tesis

Luis Solé Sabarís

Catedrático de Geografía Física  
de la Universidad de Barcelona.  
Director del Instituto "Jaime  
Almera" del Consejo Superior de  
Investigaciones Científicas.

Facultad de Ciencias, Universidad de Barcelona

Barcelona, 1974

Capítulo 8

E S T R A T I G R A F Í A

Sólo algunos de los sondeos practicados en la llanura deltaica llegan a los materiales del terciario superior o formaciones más antiguas y son los que permiten reconocer un conjunto de depósitos de naturaleza muy variada, que por su posición deben corresponder al cuaternario.

Los sondeos que han alcanzado el zócalo han permitido demostrar la continuidad de las series que afloran en las zonas limfrotrofes, aunque no ha sido posible determinar las estructuras ya que los datos son muy puntuales y casi nunca se han adentrado en ellas dadas sus escasas posibilidades hídricas.

Casi todo el Cuaternario descansa sobre el Plioceno que aflora en zonas próximas como en el torrente de Esplugas, en la base de las bóvilas de Hospitalet o en los bordes del curso inferior del Llobregat (Cuatro Caminos, Torrellas en la margen derecha y en Molins de Rey en la Margen izquierda). Sólo en las zonas próximas a los bordes se alcanzan los materiales miocénicos, como en el sector de Montjuic, y los paleozóicos y mesozoicos en las cercanías del macizo de Garraf y sierras adyacentes.

El conjunto del Cuaternario tiene forma de cuña y se apoya fundamentalmente sobre el Plioceno que nunca se ha llegado a

atravesar en los sondeos. Existen referencias de un sondeo de 600 m de profundidad, en la zona de la Ricarda, que no logró atravesar las limolitas azules atribuidas al Plasenciense y otro en las inmediaciones de Cornellá, de 400 m de profundidad, que a partir de los 40 penetró en el Plioceno sin conseguir alcanzar la base.

Las potencias mínimas corresponden en general a los bordes internos del delta y las máximas a la parte externa o costera actual, culminando en el sondeo 2 M situado junto al Remolar.

En este después de perforar 150 m de cuaternario no se llegaron a alcanzar los niveles pliocénicos o sea que el cuaternario de esta zona llega a potencias superiores a 150 m.

De este conjunto de materiales cuaternarios hemos intentado diferenciar unas unidades litoestratigráficas que nos permitieran abordar el estudio con mas facilidad. Ello ha sido posible dado que este conjunto tiene una parte superior que corresponde claramente a una estructura de delta y que se apoya sobre un nivel muy constante en todos los deltas actuales como por ejemplo el Ródano, Ebro etc. Este nivel esta constituido por unas gravas que suelen recibir la denominación de gravas fluviales de relleno postglaciar o depósitos aluviales postglaciares (OONKENS, 1970, etc.).

Así pues, este nivel nos ha permitido separar dos tramos uno inferior que denominamos complejo detrítico inferior y

otro superior que llamamos complejo deltaico. El inferior, en el que tambien incluímos el nivel de gravas que sirve de límite, litológicamente bastante complejo y en líneas generales, como veremos posteriormente, corresponde a dos ciclos de la transgresión flandriense.

El superior incluye fundamentalmente dos secuencias una transgresiva y otra regresiva. La primera corresponde a la última etapa de la transgresión flandriense con la secuencia típica de onlap o translapamiento. La segunda se caracteriza por el dominio de la mecánica progradativa del delta, desarrollada fundamentalmente a partir de una estabilización del nivel del mar, y que da lugar a la secuencia de offlap o cislapamiento. La parte terminal de esta serie regresiva es muy compleja.

### COMPLEJO DETRITICO INFERIOR

La diferenciación entre el complejo detrítico inferior y los materiales paleozoicos y mesozoicos no comporta ningún problema dada la gran diferencia litológica entre ellos; ahora bien, la similitud entre algunas formaciones miocénicas y pliocénicas con él es bastante notable. Los criterios que hemos utilizado para separarlos se han basado tanto en la posición altimétrica del afloramiento como en su litología y fauna.

La diferenciación más clara está entre las limolitas de color gris azulado del Plioceno marino y los materiales suprayacentes que son de naturaleza detrítica y de color amarillento. El hecho de haber encontrado un paleorelieve entre ambos materiales junto con un paleosuelo con caliche, nos obliga a descartar la hipótesis de que estos materiales suprayacentes pertenezcan también al Plioceno superior detrítico o Astiense.

El límite superior o límite complejo deltaico-complejo detrítico inferior lo hemos situado en un nivel de gravas muy constante en todo el delta y que también aparece en los del Ebro y Ródano. El motivo de tal separación se basa en el hecho de hallar sobre estas gravas los primeros episodios transgresivos de la base del delta, representados por unas arenas y turbas, correspondientes éstas a una etapa de transgresión salobre.

Una vez definidos estos límites (superior e inferior) hemos podido establecer la superficie de erosión pliocuaternaria y la superficie topográfica del techo complejo detrítico inferior así como las isopacas de este (figuras 62 , 63 y 64 )<sup>\*</sup>.

La superficie de erosión pliocuaternaria presenta dos depresiones o cubetas fundamentales. La central correspondería a la continuación del valle del Llobregat, abriéndose en la región de l'Illa y la Ricarda y penetrando tierra adentro hacia el estrecho de Cornellá. Alcanza la cota mas baja a los 116m en la zona costera (sondeo 4'Q).

La depresión occidental es más abierta y más profunda que la anterior. Se extiende desde extremo E de Castelldefels (sondeo 3F) hasta la parte oriental del Remolar y sobrepasa los 150 m de profundidad.

Ambas depresiones están separadas por una zona elevada que se extiende desde Viladecans-Sant Boi hacia la línea de costa que se extiende frente al aeropuerto (sondeo 1Ñ).

Al E del Prat del Llobregat y limitando la depresión central, se desarrolla otro espolón que partiendo de Hospitalet llega hasta la costa con una orientación N-S. Por la vertiente oriental constituye

---

\* Es necesario hacer constar que para elaborar los mapas de estas superficies no se han deducido las cotas de sondeo, ya que la técnica de extracción de muestras implica ya un cierto error y además no existe una nivelación exacta de la boca del sondeo.

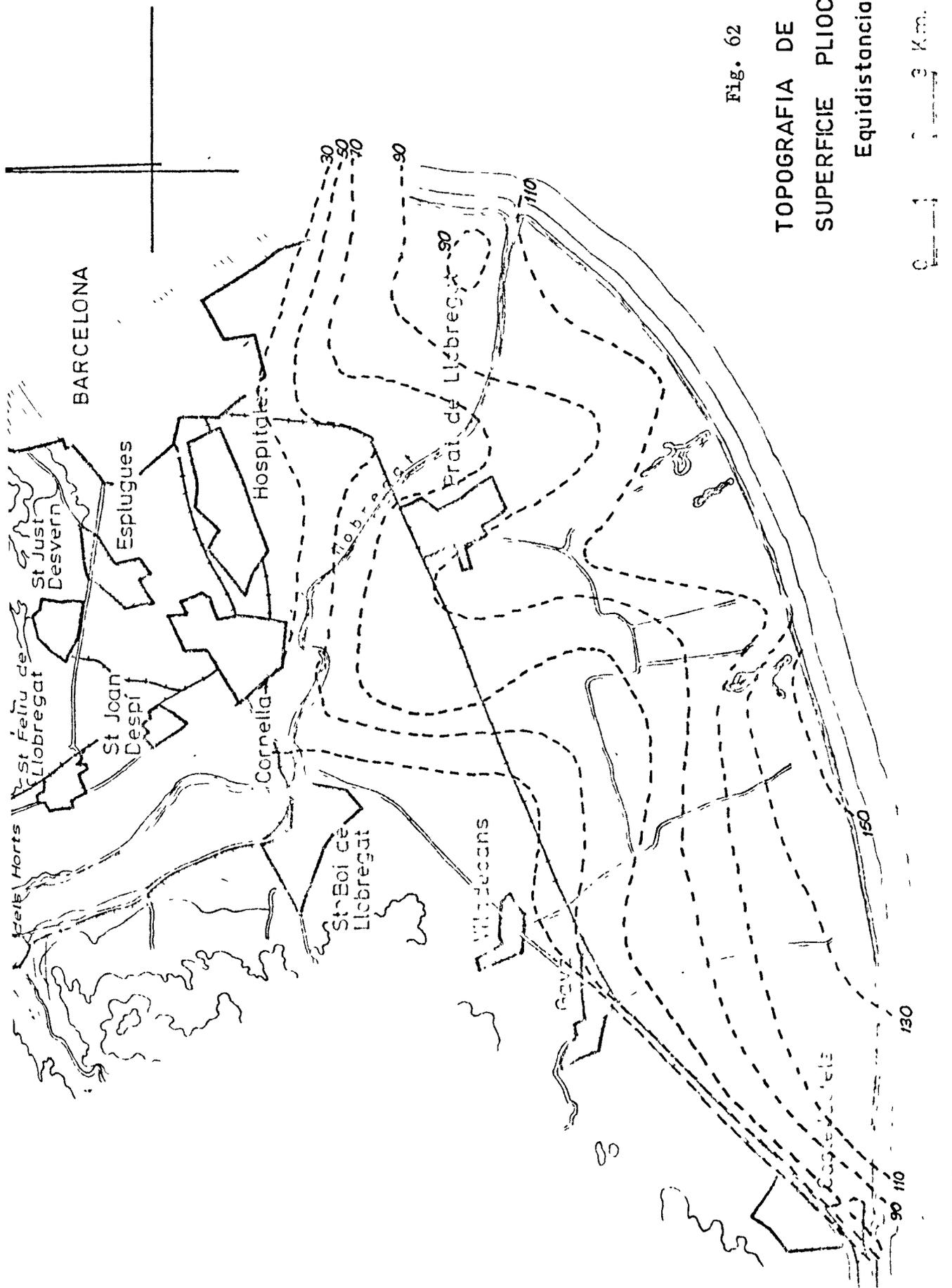
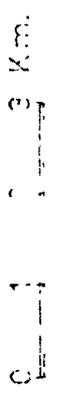


Fig. 62

TOPOGRAFIA DE LA BASE  
SUPERFICIE PLIOCENATERNARIA  
Equidistancia 20 m.



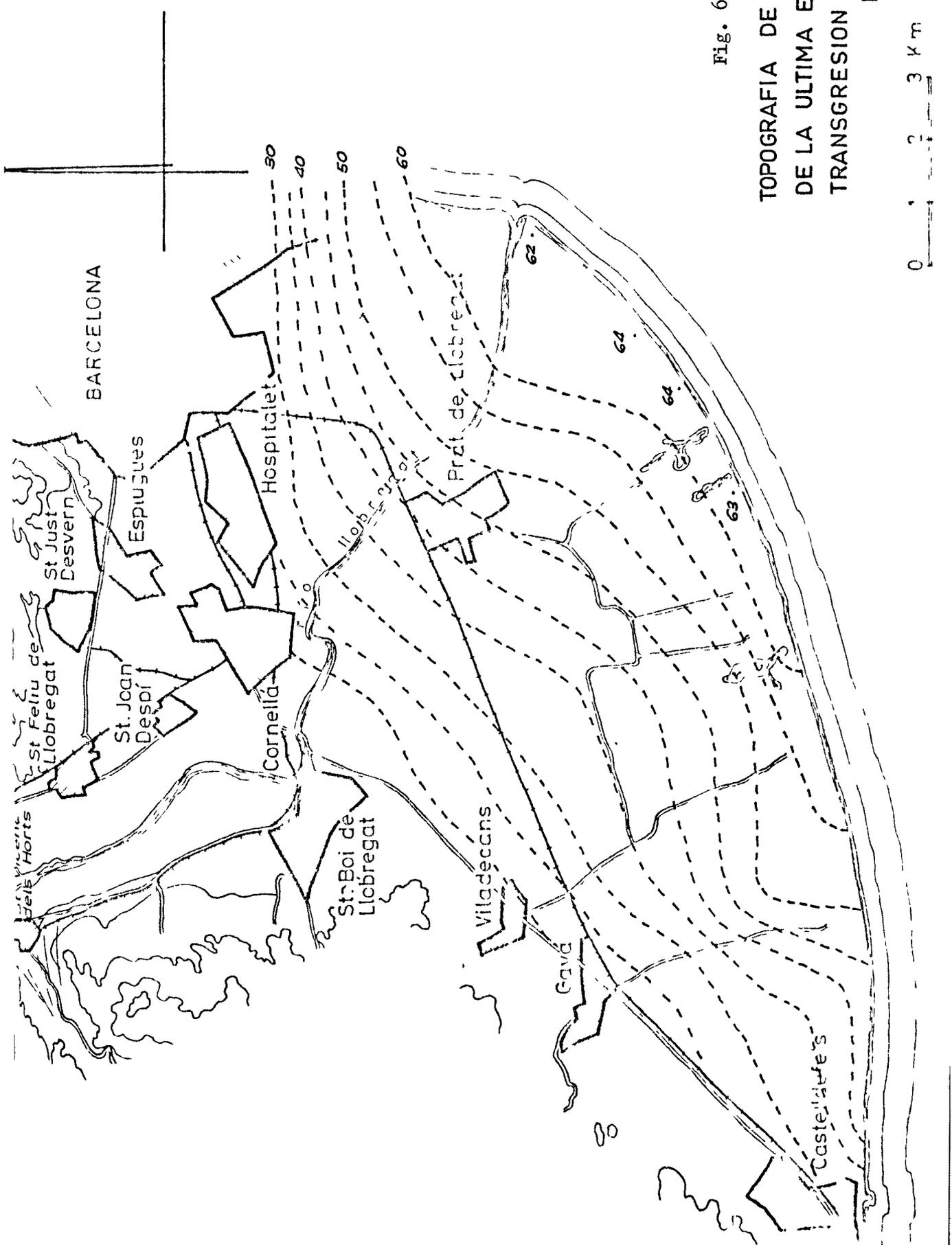
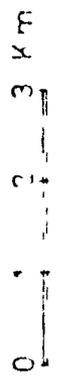


Fig. 63

TOPOGRAFIA DE LA SUPERFICIE  
 DE LA ULTIMA ETAPA DE LA  
 TRANSGRESION FLANDRIENSE  
 Equidistancia 5m



también el límite de otra depresión o depresión oriental, de menor desarrollo que las anteriores y algo accidentada. En realidad se trata de una depresión que se desdobra en dos menores por la existencia, en su parte central, de un pequeño promontorio.

La superficie topográfica del techo del complejo detrítico inferior es mucho más uniforme y menos accidentada que la pliocuaternaria; caracterizándose por presentar unas pendientes más suaves.

Las unidades que se observan en esta topografía podríamos decir que son las mismas que las de la superficie descrita anteriormente, aunque muy atenuadas. En efecto, las depresiones occidental y central pliocuaternarias se mantienen, pero el relieve que las separaba es menos acentuado y por ello, en la zona litoral, prácticamente enlazan, sobrepasando ligeramente la curva de nivel de 60 m de profundidad. La penetración tierra adentro de la depresión central es prácticamente nula y quizás se trata de una simple ondulación mas que de una depresión puesto que, por la parte oriental, el límite también es poco marcado.

En cuanto a las zonas más extremas existen también dos diferencias, aparte de las generales que hemos indicado. En primer lugar el sector mas oriental que en la superficie anterior presentaba la llamada depresión oriental, en esta ha desaparecido totalmente. Por otra parte la zona situada más hacia el oeste forma un débil espolón.

El desarrollo máximo del complejo detrítico inferior se localiza, tal como se puede apreciar en el mapa de isopacas (fig. 64 )

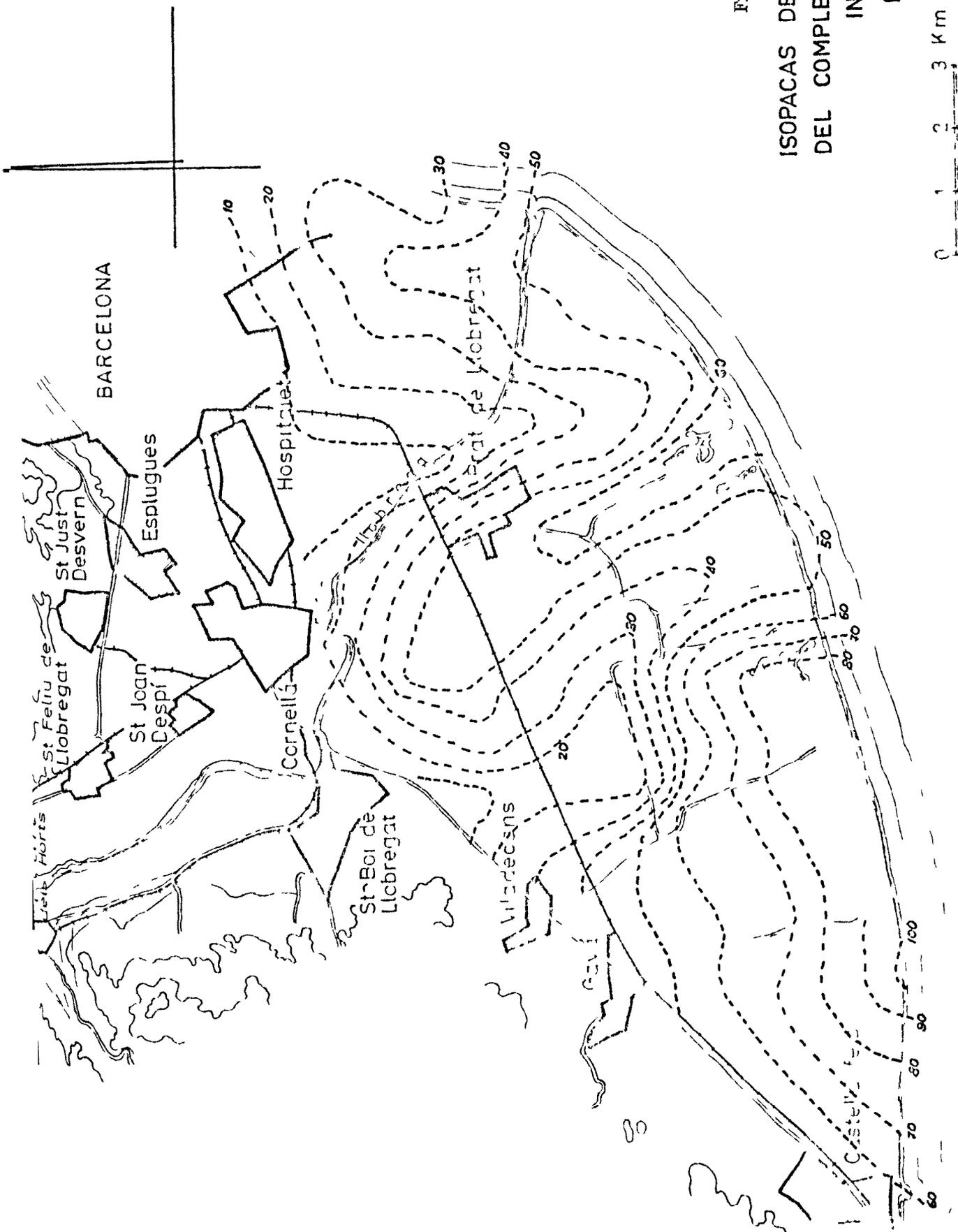
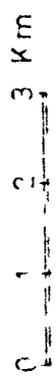


Fig. 64

ISOPACAS DE LOS MATERIALES  
DEL COMPLEJO DETRITICO  
INFERIOR

Equidistancia 10 m



en las zonas deprimidas de la superficie que hemos denominado pliocuaternaria. Es en estas zonas donde llega a alcanzar los 100 m de potencia o quizás algunos metros más en las proximidades de la Laguna del Remolar. En los restantes sectores su espesor sería inferior a los 60 m. Como es lógico las menores potencias corresponden a las elevaciones topográficas o umbrales.

#### Características litológicas del complejo detrítico inferior

Una de las características litológicas fundamentales del complejo detrítico inferior es su variada composición. Generalmente está formado por una dominancia de depósitos detríticos con escasos niveles arcillosos y margosos, en los que no es raro encontrar fauna marina. Para poder visualizar estas variaciones litológicas se han levantado unas columnas en las que se detallan, además de la naturaleza litológica, la presencia de fauna y en los casos en que ello ha sido posible el porcentaje de las fracciones grava-arena-limo-arcilla y su color.

Si bien hemos distinguido topográficamente tres depresiones o cubetas que han sido rellenadas posteriormente por el complejo detrítico inferior, estratigráficamente tan solo podemos diferenciar dos. Ello se debe a <sup>que</sup> la pequeña depresión situada al SO de Montjuic presenta unas características litológicas muy parecidas a las de la cubeta occidental. Por lo tanto podremos distinguir un complejo detrítico inferior lateral que correspondería a las cubetas oriental y occidental y un com-

plejo detrítico inferior central.

A continuación reseñaremos la interpretación de algunos sondeos (cuya descripción litológica detallada está en el apartado correspondiente) para caracterizar el complejo detrítico inferior .

Interpretación del sondeo 9Ñ (\*)

I - Yacente a 78 m de profundidad: Plioceno marino (22 m perforados)

constituído por arcillas limosas de color gris azulado, con restos carbonosos y fósiles marinos.

II - Complejo edáfico (3 m de potencia) constituído por una costra calcárea que según, el testigo de sondeo, tiene como mínimo de 15 a

20 cm. Por debajo de la costra aparecen unos limos arcillosos versicolores calcáreos que contienen restos de vegetales, insectos y algunos foraminíferos (Ammonia beccarii, Globigerinoides sacculifer F. trilobus y G. ruber). Este nivel, que se halla directamente apoyado sobre el Plioceno, constituye un paleosuelo con un nivel basal de alteración y otro superior formado por la costra calcárea.

---

(\*) Iniciamos estas interpretaciones de abajo a arriba aunque en la mayoría de los trabajos se haga en sentido inverso; de este modo construimos la evolución en el sentido que se produjo.

- III - Depósito coluvial (potencia unos 9 m) formado por gravas con matriz arcillo-limosa roja, de 6cm de tamaño máximo visible, dominando los elementos calcáreos. No incluyen fauna. Interpretamos este nivel como un coluvión procedente de la cordillera litoral.
- IV - Arenas finas, de color pardo bien clasificadas, azoicas y angulosas. Aunque el espesor atribuido por el prospector sea de 14,5 m, creemos que puede ser menor dadas las típicas dificultades de extracción de muestras de arenas. Dada la buena clasificación que presentan y por el hecho de que no contengan fauna ni bioclastos, les atribuimos un origen fluvial.
- V - Gravas con matriz arenosa y arcillosa en la base, de 11,5 m de potencia. El tamaño máximo alcanza los 5 cm y dominan los cantos de naturaleza calcárea. Este nivel lo interpretamos como gravas aluviales.
- VI - Secuencia regresiva fluviolacustre (fluvio lacustrine regressive sequence; OOMKENS, 1970) de 10,5 m de potencia. Se caracteriza litológicamente por presentar en la base arcillas limosas con un porcentaje algo inferior a 25% de arena. En la parte superior presentan un incremento de la fracción detrítica (grava + arena casi un 50%) incluyendo fauna de agua dulce y salobre. A medida que nos acercamos al techo también aumenta el tamaño de grano. La muestra 17, tomada a 38 m, contiene una abundante fauna de ostrácodos (Limnocythere inopinata y Cyprideis littoralis fundamentalmente) y de 15 a 34 m además de presentar los mismos ostrácodos, tiene algunos

fragmentos de moluscos de agua dulce, y de Mactra sp. El forami-  
nífero más abundante es Ammonia beccarii. Por todo ello, inter-  
pretamos que se trata de un depósito fluvial que alcanza una  
cuenca con agua dulce, situada en la llanura costera, que se  
colmataría con depósitos azoicos netamente fluviales (muestra  
14 de 29,5 a 33 m de profundidad). La parte superior de esta  
secuencia, está influenciada por la última etapa de ascenso del  
mar flandriense (como veremos, en otras zonas, algunos cantos  
están perforados por Lithophaga).

#### Interpretación del sondeo 3 F

- I - Yacente a 128 m de profundidad: Plioceno marino de color gris  
azulado ( 49 m perforados), constituido por un nivel superior  
(unos 16 m) de arenas con arcilla y limo muy ricas en fauna y  
un tramo inferior limoarcilloso.
- II - Arcilla, limo, arena y grava en proporción variable de color  
pardo; de 28,5 m de potencia. Contiene foraminíferos rodados.  
Interpretamos este tramo como un depósito poligénico formado  
por la erosión y transporte de formaciones más antiguas, debi-  
do a las fluctuaciones del nivel del mar, con la consiguiente  
variación en la competencia marina y fluvial.
- III - Arena fina algo compacta con grava, color rojizo, (3 m de poten-  
cia). Corresponde a un depósito de influencia continental.

- IV - Arena con limo y arcilla en una proporción de un 40% aproximadamente (3 m de potencia). Predominan los cantos redondeados brillantes . Este nivel correspondería a un depósito litoral con marcada influencia eólica.
- V - Limo arcilloso de color rojizo de 1 m de espesor aproximadamente. Incluye una fauna en la que dominan Ammonia beccarii y Elphidium crispum. Representa un depósito marino somero, tipo "lagoon".
- VI - Nivel de características análogas al II, formado por depósitos poligénicos que pasan hacia la parte superior a areniscas rojizas que corresponderían al nivel III. La potencia total de este tramo es de 22 m.
- VII - Arenas con limo y arcilla en una proporción del 40 %. Contienen fragmentos de moluscos. Potencia 5,5 m). Este depósito correspondería a una zona litoral ya que tiene una pequeña proporción de bióclastos.
- VIII - Arcillas limoarenosas y limos arcillosos en la parte superior de color pardo amarillento y rojo respectivamente. El espesor de este tramo es de 6,5 m. Incluyen fauna predominante de ostrácodos y bastantes fragmentos de moluscos de concha muy frágil. Representan un ambiente lagunar.

- IX - Arena-arcilla-limo (38% arena, 38% arcilla y 24% de limo) de color pardo amarillento. Potencia 5 m. Incluye una fauna asociada a aguas someras polihalinas con Ostrea, Cardium, Elphidium y ostrá-codos (potencia 5 m).
- X - Gravas y arenas con una proporción variable de materiales finos (del 20 al 30%). Potencia 12 m. Estos materiales incluyen una fauna marina representada por el dominio de Elphidium y escasos fragmentos de moluscos; es de destacar también la presencia de cantos perforados por organismos litófagos. La presencia de cantos brillantes en la fracción arena, gravas de unos 5 cm de diámetro y predominio de cantos de naturaleza calcárea junto con la fauna citada hace pensar que representa un depósito aluvial retrabajado en un medio marino y además con influencia eólica.

#### Interpretación del sondeo 4D

En este sondeo no se han alcanzado los niveles limo arcillosos azules del Plioceno marino que constituyen la base del complejo detrítico inferior en este sector del delta.

- I - Nivel constituido por arenas y gravas, cuyas proporciones varían respectivamente entre 69 - 46% y 41 - 11%, con una matriz limoarcillosa. El espesor atravesado es de 31 m. El color dominante es el amarillo y en la parte superior es algo rojizo. Dadas las caracte-

rísticas observadas consideramos que se trata del mismo nivel que en el sondeo 3F hemos denominado II.

II - Limo arenoso con una proporción de grava que puede ser del orden del 30%. Potencia 6 m. Color amarillo. Incluye fragmentos de moluscos en la parte inferior y algunos foraminíferos y ostrácodos rotos en la superior. Interpretamos este nivel como una formación litoral con influencia fluvial.

III - Limos arcillosos con una proporción de arena que aumenta hacia la parte superior del tramo y varía entre 5 y 25 %. La potencia total es de 9,5 m. Color rojo en la base y amarillo gris en la parte superior. En cuanto a la fauna en la base únicamente incluye escasos foraminíferos, principalmente Ammonia beccarii y algunos fragmentos de briozoos y púas de equínidos; en la parte superior aparece Ostrea, de algunos ejemplares de ostrácodos del tipo Cyprideis littoralis y Ammonia beccarii, con gran número de individuos, practicamente como único representante de los foraminíferos. Para interpretar este nivel consideramos en primer lugar la litología y en segundo la presencia de una escasa fauna marina en la base, y la existencia en la parte superior de una fauna muy restringida en cuanto al número de especies en contraste con la abundancia de individuos. (Ammonia beccarii). De ello deducimos que se trata de un ambiente marino somero de tipo "lagoon".

- IV - Arena con un 20% de limo y un 20% de arcilla, de 4 m de potencia. Está formada casi exclusivamente por cantos de cuarzo anguloso y pequeños fragmentos de origen volcánico. No incluye ningún resto de fauna. Estos sedimentos representarían una barra. Por una parte solaparía el tramo inferior y por otra correspondería al yacente de la serie transgresiva superior.
- V - Depósito detrítico de 21,5 m de potencia, formado por arenas y gravas con matriz limo arcillosa en una proporción que no sobrepasa el 40%. Color pardo-gris y amarillo. Este nivel se caracteriza tanto por la composición litológica, que ya hemos explicado, como por la fauna. Esta tiene únicamente representantes marinos cuya proporción varía formando un doble ciclo. El inferior, en la base solo tiene escasos fragmentos de moluscos y foraminíferos, mientras que hacia la parte superior aumenta tanto el número de individuos como de especies, representando un neto dominio marino. El ciclo siguiente es muy similar al anterior (aumenta la fauna hacia el techo); las diferencias estriban en la abundancia de moluscos. Ambos ciclos están separados por un nivel de arena (superior al 60%) que representa una etapa litoral con influencia eólica, ya que tiene una cierta proporción cantos eolizados.
- VI - Arenisca pardo blanquecina con cemento calcáreo; de 0,40 m de espesor. Representa un "beach rock" ya que está fuertemente cementada y forma el techo de la serie marina inferior. Tiene unas ca-

racterísticas muy semejantes a otras muestras de "beach rock" obtenidas en el sector de la Zona Franca asociadas además a colonias de verméticos.

VII - Gravas de 10 cm de tamaño máximo visible en la parte superior y arenas con gravas de 8 a 10 cm de tamaño máximo visible, potencia 5,60 m. En la parte alta incluye algunos fragmentos de moluscos. Estos depósitos representan la deposición de aluviones en una zona afectada por la última etapa de ascenso de la transgresión flandriense que llega incluso a afectar al nivel VI puesto que organismos perforantes, en otros sondeos se ha visto que afectan tanto a los "beach rock" como a las colonias de verméticos.

Como puede apreciarse en estas descripciones este complejo detrítico inferior se caracteriza por la presencia de dos niveles muy constantes de color amarillo, finos en la parte central del delta y detríticos en los bordes, que localmente pueden llegar a ser tres (sondeo 4D y 3F). Están separados por niveles rojos que pasan lateralmente a conglomerados o areniscas. Entre los niveles rojos y amarillos pueden presentarse tramos detríticos, generalmente groseros, de influencia fluvial.

En la cubeta central, separada de la oriental por un umbral pliocénico, el complejo detrítico inferior presenta mayores irregularidades. Tan solo permanece constante, en su parte más externa, el nivel amarillo superior, mientras que el inferior está muy reducido o ausente.

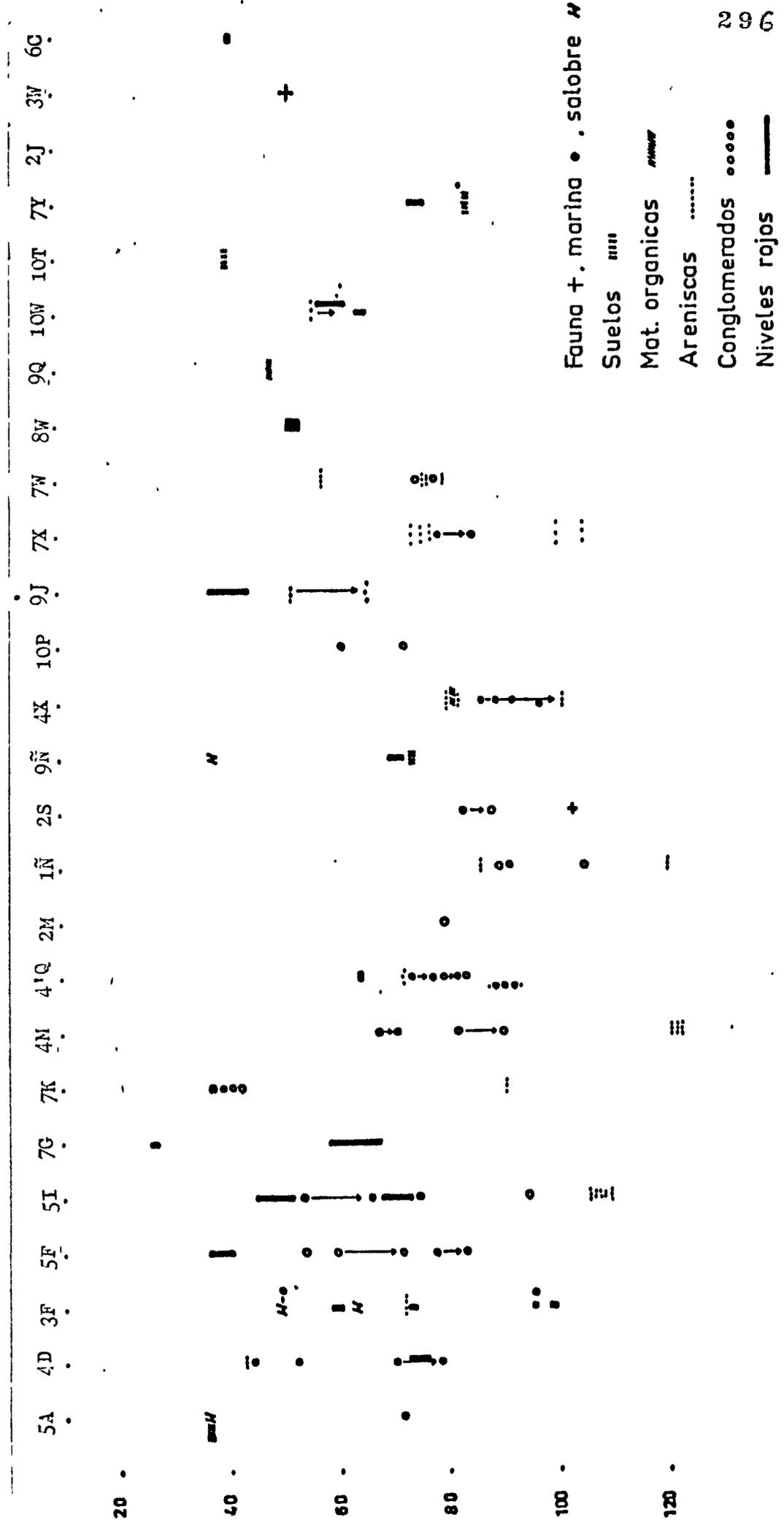
En esta cubeta dominan claramente los depósitos detríticos de influencia fluvial. En contraste con las laterales, en las etapas regresivas y de rejuvenecimiento del relieve, el río debió erosionar y retrabajar parcialmente los materiales que la rellenaban y que en las zonas laterales todavía conservan la disposición y naturaleza primitiva.

#### Los niveles de estabilización

Dentro del complejo detrítico inferior se ha podido constatar la presencia de un nivel de estabilización superior, que marcaría el comienzo de la última etapa de la transgresión holocena. Se caracteriza por la presencia de niveles de fauna salobre, niveles compactos formados por areniscas y conglomerados con cemento calcáreo. Este conjunto está recubierto en aquellas zonas donde la erosión los ha preservado, por horizontes rojos. Este nivel de estabilización superior corresponde a una cota aproximada de -50 a -60 m, según la situación del sondeo y el criterio utilizado. Es decir en las zonas más próximas al borde deltaico las cotas son próximas a -50 m ya que el criterio de situación del nivel de estabilización corresponde al límite de los niveles rojos, mientras que en las zonas centrales alcanzan cotas aproximadas de -60 m y el nivel de estabilización se puede determinar o bien por el tránsito marino continental, generalmente con niveles consolidados que en determinados puntos pueden ser verdaderos "beach-rock", o bien por la existencia de niveles orgánicos.

El nivel de estabilización más neto se sitúa a una cota aproximada de -75 m y está muy generalizado en toda la zona. Para este

4



nivel se ha confeccionado un croquis con la naturaleza de los materiales alcanzados en esta cota, en cada uno de los sondeos. Debemos indicar que no ha sido posible corregir el error de cota superficial o de referencia de los sondeos; puede ser del orden de los 3 m en la zona más interna del delta, de 1 m o menos en la zona intermedia y de 2 a 3 m en la zona costera, con respecto al 0 del nivel del mar actual. Además hay que añadir a este error, el error del método utilizado en la extracción de muestras que varía según su naturaleza y el método empleado, podemos estimarlo en + 0,5 m.

Hemos tomado la cota de - 75 m, por presentarse a esta profundidad niveles turbosos en la zona central del delta (sondeos 5 F y 4'Q) que por su espesor y por su situación, (cota del brocal del sondeo sobre + 1m), representan el mínimo error en comparación con los restantes datos.

Al analizar la evolución lateral y vertical de estos niveles de estabilización se aprecia un tránsito muy generalizado. Partiendo de los niveles marinos, que incluyen fauna siempre de tipo somero y que en algunos casos (4D) tienen arcillas rojas, se pasa a niveles orgánicos ( 5F y 4'Q), que también pueden contener fauna de tipo lagunar. Estos niveles pueden estar solapados o bien pueden pasar lateralmente a sedimentos detríticos consolidados (en algunos casos verdaderos "beach rock", como en los sondeos 3F, 5I, 4'Q y 7W). Por encima aparecen los niveles rojos. Estos niveles rojos pueden representar el desarrollo de un suelo autóctono o bien un depósito coluvionar.

Finalmente podemos indicar la existencia de un posible nivel de estabilización a una cota de - 95 m. A esta cota aparece, en el sondeo 3F, un nivel rojo con fauna litoral que pasa, en el 5I, a un nivel de conglomerados de cemento calcáreo. Decimos solo posible ya que tan sólo disponemos de dos datos de cierta consistencia no presentando los restantes sondeos características litológicas y faunísticas que nos permitan determinar criterios de estabilización.

#### Edad de estas etapas de estabilización

En primer lugar debemos indicar que tan solo se ha podido efectuar una datación absoluta por el método de carbono - 14 en el Laboratorio de geocronología del Instituto de Química Física "Rocasolano". La muestra correspondía a los niveles de turba del plano de la transgresión salobre situada encima de los niveles de gravas de relleno postglaciar. Dió una edad de  $10.900 \pm 140$  años B.P, por lo que el nivel de estabilización de los - 60 m debe ser próximo a esta edad.

En cuanto a los niveles de - 75 y el posible de - 95 debemos compararlos a los estudios efectuados en zonas próximas como única posibilidad para tener una idea de su cronología. Los trabajos más próximos y completos en los que se hace referencia a niveles de estabilización, datándolos con métodos absolutos, son los de MONACO (1973) y THOMMERET (1972). A continuación reproducimos la tabla que publica MONACO en 1972 que se basa en las dataciones radiocarbónicas, efectuadas por J. e Y. THOMMERET.

Profundidad	Edad (años B.P.)	Nomenclatura en Radiocarbono
- 85 m	13 800 $\pm$ 300	MC - 464
- 70 m	12 900 $\pm$ 200	MC - 334
- 60 m	10 500 $\pm$ 150	MC - 335
- 40 m	8 400 $\pm$ 150	MC - 466
- 20 m	6 000 $\pm$ 100	MC - 332

Tabla 23 .-

Estadios de estabilización de la transgresión Flandriense

Según MONACO (1972).

Vemos pues que hay una correspondencia bastante notable entre estas etapas de ascenso flandriense que MONACO halla en el Rosellón y las etapas de estabilización que nosotros hemos hallado en el complejo detrítico inferior.

FLEMMING (1972) al estudiar 54 perfiles de la costa del mediterráneo occidental (en los que incluye la zona de Sant Feliu de Guixols), llega a la conclusión de que hay cuatro etapas entre 100 m y el nivel actual. Estas son de -5 a -10, a -27, a -55 y a -96 m y sobreimpuestos a estas hay otras muescas a -4, -10, -15, -20, -25, -35, -46, -52, -67, entre -72 y -79 y a-91. Esto representa una etapa casi cada cinco metros, que dado el error propio de nuestro método, es imposible ajustar con exactitud a nuestros niveles.

## Fauna

La fauna refleja también algunas de las características reconocidas mediante criterios litológicos. Es decir, en conjunto el complejo detrítico inferior corresponde a ciclos transgresivos, separados por niveles o etapas de estabilización. Queda recogido el mismo fenómeno en la fauna al encontrar desde asociaciones que representan condiciones típicamente marinas hasta otras que reflejan medios de baja salinidad pasando, evidentemente, por ambientes de tipo restringido como por ejemplo los de tipo "lagoon". Tampoco es raro encontrar dentro de una misma muestra mezclas de individuos representantes de diferentes medios, que como hemos visto también al tratar de las características litológicas, reflejan la interacción entre el dominio fluvial y el marino. Este podría ser el caso, por ejemplo, de la presencia de Vertigo sp. en una muestra típicamente marina con dominancia de Cerithium, Cardium y Bittium (muestra 4D-18).

Dentro de la fauna de agua dulce podemos citar la asociación Limnocythere inopinata y Cyprideis torosa que se desarrollan preferentemente en medios lagunares próximos a desembocaduras según ELOFSON (1941), (la salinidad máxima tolerada por Limnocythere inopinata es del orden del 3%, según WAGNER, 1957).

Cabe citar, dentro de los ambientes de tipo restringido,

la muestra 4D-25 que ha suministrado una abundante fauna de foraminíferos con dominio casi exclusivo de Ammonia beccarii. Este foraminífero, presente en casi todas las muestras del complejo detrítico inferior, es típico, según PHLEGER (1960), de la zona litoral y lagunar; LANKFORD (1959), en su estudio de los foraminíferos de la parte E del Mississippi lo encuentra en las facies de sonda. En particular y siguiendo a SCRUTON (1969), que considera las bahías de sonda del Mississippi equivalentes a las "lagoons" del Ebro, Ammonia beccarii se desarrolla preferentemente en medios semicerrados, con profundidades de 1 a 9 m, salinidad entre 18 y 36 ‰ y temperaturas templadas cálidas, prosperando mejor a temperaturas superiores a 25° y a alta salinidad.

Dentro de estos ambientes de transición también podemos incluir los niveles de Ostrea, típicos de poca profundidad. En algunos casos van asociados a moluscos continentales lo que hace pensar más en una evolución progresiva hacia la baja salinidad que en un transporte, dada la fragilidad de sus conchas.

La fauna que hemos denominado como típicamente marina representa desde la clásica tanatocenosis de una zona litoral, que podemos recolectar en una playa actual, formada fundamentalmente por Cardium, Bittium y cerítidos, hasta la asociación de una abundante y variada fauna de foraminíferos con fauna plantónica de Globigerinoides ruber y Globigerinoides sacculifer.

Como capítulo aparte debemos citar los organismos incrus

tantes y perforantes presentes en los niveles superiores del complejo detrítico inferior que, si bien pertenecen ya a la última etapa de la transgresión flandriense, se hallan perforando e incrustando las rocas del complejo detrítico inferior. Tal es el caso de los organismos litófagos (Lithophaga (s.s.) lithophaga) que llegan a perforar las gravas e incluso algunos "beack rock". En cuanto a los briozoos, REGUANT ha realizado una serie de determinaciones a través de las cuales es posible reconocer algunos datos paleoecológicos. Por ejemplo en la muestra "Xat arenisca", recogida en el extremo noroccidental de la Zona Franca, a 55 m de profundidad, ha podido distinguir los siguientes tipos de zoario: vinculariiformes (7 representantes), adeoniformes (10 representantes de los cuales 4 corresponden a "Hippodiplosia foliacea"), reteporiformes (4 representantes), cellariiformes (10 representantes), membraniporiformes (13 representantes de los cuales 2 son Reptadeonella violacea). La presencia de este tipo de zoarios implica la existencia de fondos rocosos o con materiales resistentes (en donde puedan insertarse los zoarios), situados a profundidades medias o bajas (probablemente de 30 a 100 m), en zonas generalmente sometidas a corrientes moderadas y con tasas de sedimentación bajas. Además tanto "Hippodiplosia foliacea" como Reptadeonella violacea son abundantes en el Mediterráneo y la última corresponde a aguas templadas cálidas lo cual indica claramente unas condiciones climáticas semejantes a las actuales.

### Edad del complejo detrítico inferior

No poseemos ninguna datación absoluta correspondiente a estos materiales, aunque por su posición y por la fauna que encierran podemos intentar situarlos en la escala cronoestratigráfica.

Sería fácil atribuirles una edad por comparación con los yacimientos marinos próximos a la zona deltaica descritos por ALMERA (1895) y (1904), SOLE y VILLALTA (1840) y THOMAS (1953) en la región del Maresma, en San Juan de Vilasar, Llavaneras y Arenys de Mar. Como único dato paleontológico que utilizan dichos autores para situar esta etapa transgresiva que afecta al Maresma es la cita de ALMERA (1904) de la presencia de Strombus en San Juan de Vilasar y que, por lo tanto, correspondería a un cuaternario antiguo. Las restantes listas faunísticas dadas en los trabajos de SOLE y VILLALTA (1940), como en la de THOMAS (1953), hacen constar que "la mayoría de los fósiles corresponden a especies vivientes en la actualidad".

En cuanto a la edad para SOLE y VILLALTA los yacimientos de Llavaneras y Arenys de Mar pertenecen al siciliense mientras que para THOMAS el yacimiento de San Juan de Vilasar estaría por encima del yacimiento con Strombus citado por ALMERA y correspondería al Milaziense.

En nuestro caso y a falta de la fauna típica siciliense y tan sólo con fósiles vivientes actualmente en el Mediterráneo debemos intentar situar el complejo detrítico inferior mediante otros criterios.

En primer lugar debemos desechar cualquier etapa glaciár por dos razones evidentes. En primer lugar la fauna que encierran es tos materiales oscila entre templada y templada cálida, como lo demuestra la presencia de Ammonia beccarii en gran cantidad, Globigerinoides ruber, Globigerinoides sacculifer, etc. y en segundo lugar la facies transgresiva de todo el complejo detrítico inferior. Tampoco pueden corresponder a distintas oscilaciones del Würm (o sea al Neotirreniense) por la ausencia ya de una fauna fría, en los niveles basales, reconocida en toda la costa al N de Barcelona de Chlamys islándica, Artica islándica, Panomya norvegica, Neptuna contraria, etc. citadas por MARS (1958), BARBAZA (1971) y MARTINELL y JULIA (1973) a profundidades de 80 a 100 m y datadas mediante  $C^{14}$  por FORGET et al. (1972), ya de una importante etapa regresiva dentro del complejo detrítico inferior (debemos hacer constar que el mar durante la regre sión posttirreniense, correspondiente al Würm III, alcanzó cotas de -100 m).

Quedarían pues, como únicas posibilidades la de incluir estos materiales dentro del interglaciár Riss-Würm o sea dentro del complejo transgresivo del tirreniense con Strombus bubonius, Conus testudinarius, Arca plicata, etc. que empezó aproximadamente hace

120.000 años con un período de duración de unos 40.000 y que alcanza, según las formaciones litorales, cotas de hasta + 5m en nuestra zona, o a períodos transgresivos anteriores, tales como el Milaziense y el Siciliense o bien incluir el complejo detrítico inferior dentro de la transgresión flandriense.

En el primer caso, o sea, en el caso de que pertenezcan al pleistoceno se nos plantea el mismo problema de la continuidad o falta de un período erosivo importante dentro del complejo detrítico inferior, (que evidentemente los ha habido como mínimo durante el Riss y el WürmIII) y la carencia de las típicas faunas de aguas cálidas que caracterizan las transgresiones pleistocénicas.

En el segundo caso, o sea su inclusión en el flandriense, viene apoyada por los trabajos de MONACO y colaboradores han realizado en la región del Rosellón y Camarga que, como hemos visto en la edad de las etapas de estabilización, corresponden a las que hemos encontrado en el complejo detrítico inferior.

La inclusión, pues, del complejo detrítico inferior dentro del flandriense nos explicaría la ausencia de un marcado período erosivo o con fauna fría y la ausencia de la típica fauna cálida de Strombus.

Podemos concluir, pues, que los materiales que se sitúan discordantemente sobre el plioceno representan distintas etapas de la transgresión flandriense, que empezó aproximadamente hace 18 000 B.P.

por la fusión de los islandis que se extendían durante el último Würm desde Centro Europa hacia las altas latitudes. El aumento de temperatura causa, en nuestra zona, el desarrollo de una fauna templada cálida y la formación de suelos rojos en el continente.

### Conclusiones

Los materiales del complejo detrítico inferior rellenan tres cubetas formadas sobre materiales pliocénicos y separadas entre sí por pequeños umbrales más o menos paralelos al valle del Llobregat.

Litológicamente las dos cubetas laterales presentan las mismas características (dos niveles amarillos separados por niveles rojos), mientras que la cubeta central presenta una marcada influencia fluvial con erosión parcial de la estructura de las cubetas laterales y deposición de potentes niveles detríticos.

El complejo detrítico inferior, que descansa discordantemente sobre el plioceno, empieza con un delgado nivel detrítico, o bien con el tramo amarillo inferior y termina por unas gravas que son las que soportan los materiales de la última etapa de la transgresión flandriense.

Dentro de este complejo se ha podido reconocer netamente un nivel de estabilización entre -50 y -60 m, otro a -75 m y un probable a -95 m. El primero coincidiría con la base de la última etapa

de la transgresión flandriense, el segundo separaría los dos ciclos mayores del complejo detrítico inferior y el último, probable, a -95 representaría un nuevo ciclo tan solo perceptible en la línea más externa (4D y 3F).

Estos niveles de estabilización limitan unos depósitos de tipo cíclico en los que se reconoce un nivel inferior transgresivo muy localizado, un nivel fluviomarino que tiene por techo el nivel de estabilización y finalmente un nivel de neta influencia continental. (sue los autóctonos o coluviones). De hecho podría corresponder a la secuencia clásica "bottom set", "fore set" y "top set".

Encima de los niveles rojos de influencia continental se desarrollaría un nuevo ciclo, culminado también, por un nuevo nivel rojo.

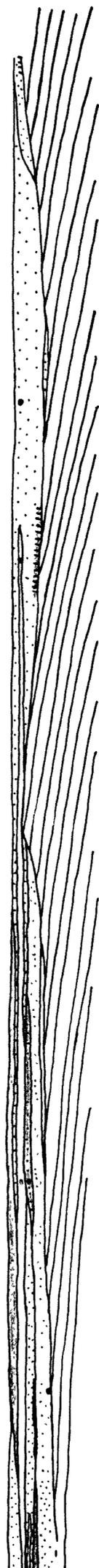
Este esquema, que es válido en las cubetas marginales, queda muy enmascarado en la cubeta central, desapareciendo los niveles rojos y parcialmente los amarillos. Creemos que este fenómeno se debe al umbral central del delta marcando en la cubeta central un dominio más fluvial que ha impedido el desarrollo de los ciclos normales o más bien los ha erosionado durante las continuas oscilaciones del nivel del mar. Este hecho queda patente en la zona costera próxima a la actual desembocadura en donde no aparecen los materiales amarillos y rojos basales.

En cuanto a la edad consideramos, por las razones que hemos expuesto en su apartado correspondiente, que podría corresponder a distintas etapas de la transgresión flandriense.

Los datos que acabamos de reseñar se refieren unicamente a las zonas a las cuales ha sido posible llegar a la base del Cuaternario. Como es natural esto solo ha sido posible en algunas ocasiones y por ello no sería imposible que en algunos puntos se reconocieran niveles inferiores dentro del mismo cuaternario.

NE

SO



Dominio de la fracción detrítica

Niveles amarillos

Niveles rojos

Materia orgánica

Paleosuelo

Fauna

Plioceno

V = 1 / 10.000  
H = 1 / 25.000

CORTE DEL COMPLEJO DETRITICO INFERIOR DEL LLOBREGAT

### Complejo deltaico

Hemos denominado complejo deltaico a un conjunto de materiales que comprenden desde la última secuencia transgresiva datada en unos 10.000 años<sup>✕</sup> por el método del carbono - 14 hasta los niveles superficiales de la llanura deltaica.

Comprende pues una parte basal transgresiva de onlap o traslapamiento y una parte superior regresiva de offlap o cislapamiento formada por el delta del Llobregat en sentido estricto, puesto que en general domina la progradación debida a los aportes fluviales.

Los materiales del complejo deltaico se depositan sobre la superficie formada por el techo del complejo detrítico inferior, cuya topografía se ha descrito en el capítulo anterior. Los rasgos más característicos son la existencia de dos cubetas muy poco acusadas, que denominamos occidental y central, separadas por una débil ondulación que se extiende de Gava-Viladecans hacia la costa, en la zona del aeropuerto.

---

✕ Datación realizada en la muestra 2J - 26 a 53 m de profundidad en la zona costera próxima a la Murtra.

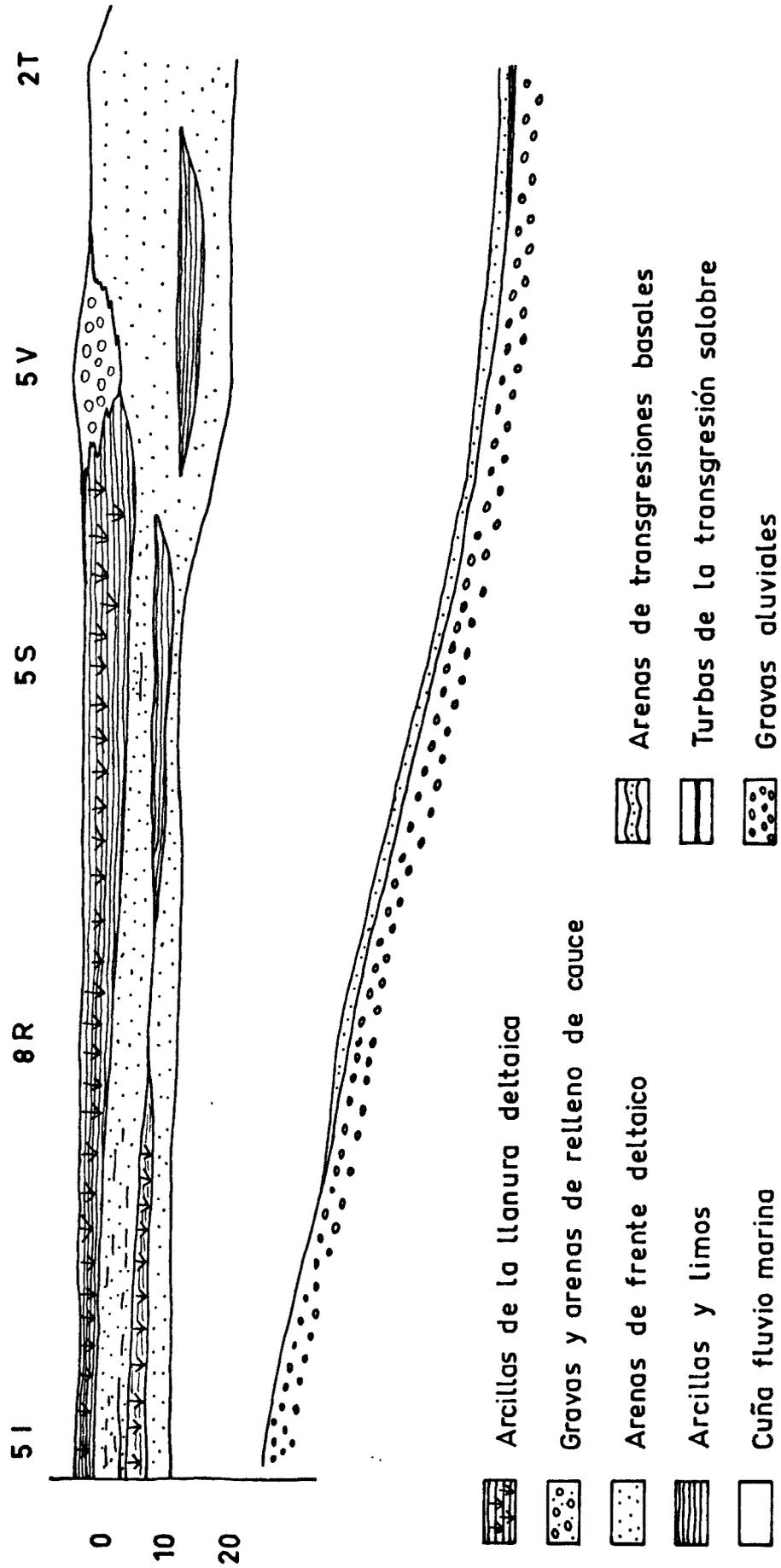
El espesor de este complejo es muy variable dada su disposición en forma de cuña. Alcanza el máximo desarrollo en la zona costera y central, en donde llega a alcanzar 64 m de potencia y hacia los bordes se adelgaza progresivamente.

En general el límite entre los dos complejos, es decir, el nivel de gravas, queda muy bien señalado puesto que constituye el acuífero profundo artesiano del delta del Llobregat y es objeto de una intensa explotación.

Cabe señalar, que si bien hemos indicado la gran constancia del nivel de gravas de la base del complejo deltaico, en algunos sondeos efectuados por la empresa Miguel Xartó no se halló este nivel, apareciendo en su lugar ya sean arcillas rojas (en la zona del Golf del Prat) o bien unas areniscas con colonias de verméticos (en la zona de La Seda de Barcelona). Se trata (según comunicación personal de M. Xartó) de zonas muy limitadas ya que con pequeños desplazamientos vuelven a aparecer las típicas gravas.

Para seguir la evolución del complejo deltaico daremos la interpretación de algunos sondeos de los cuales se reseña la litología, fauna etc. en los apartados correspondientes.

FIG. ESQUEMA DE COMPLEJO DELTAICO



### Interpretación del sondeo 5V

I - Yacente a 59,50 m de profundidad: Complejo detrítico inferior

- Plano de la transgresión salobre que representa el límite inferior de las primeras etapas de la secuencia transgresiva. Separa las gravas fluviales del nivel salobre II.

II - Nivel constituido por arcilla y limo de color gris con un 12% de arena. Potencia 1 m. Tiene una fauna abundante en individuos y pobre en especies, excepto los foraminíferos que también hay escasos individuos. Las más dominantes son Hydrobia acuta y Cerastoderma (s.s.) edule edule entre los moluscos y en cuanto a los ostrácodos Cyprideis torosa y Loxoconcha elliptica. El análisis polínico dió como resultado una predominancia de Chenopodiaceae acompañada de Plumbaginaceae y Tamarix. Todas típicamente halofitas.

Este conjunto de datos junto con la existencia de turbas apoya netamente la idea de que se trata de un ambiente restringido de tipo lagunar salobre y representa la primera fase de la secuencia transgresiva de onlap, denominada transgresión salobre por OOMKENS (1970).

- Plano de la transgresión marina situado a 58,50 m de profundidad. Representa el límite inferior la primera etapa marina de la secuencia transgresiva.

III - Nivel constituido por limos arcillosos y arcillas limosas de color gris con una pequeña proporción de arena (no superior al 20% alcanzando normalmente valores del orden del 7%). Potencia 33,50 m. Incluye una abundante y variada fauna que en general disminuye hacia el techo. Representa la clásica cuña fluviomarina.

Dadas la evolución vertical tanto del tamaño de grano como de la fauna se pueden diferenciar dentro de este nivel dos tramos. Un tramo basal caracterizado por la disminución del tamaño de grano hacia arriba y por la presencia de tanatocenosis que en la base representan condiciones de poca profundidad y que hacia arriba parecen corresponder a zonas mas profundas. El tramo superior se caracteriza por una secuencia de aumento de tamaño de grano hacia arriba al mismo tiempo que por una reducción de especies en el mismo sentido, que culmina, en el límite de la cuña (muestra 9), con una ausencia total de fauna.

Como hemos indicado los primeros depósitos del tramo basal indican un medio marino somero y el nivel siguiente (correspondente a la muestra 18) indica ya un medio netamente marino. Esta afirmación se basa en el lecho de la enorme abundancia faunística (la mayor de toda la serie con unas 30 especies de moluscos). La presencia de moluscos llega a desfigurar el significado de la curva granulométrica puesto que los tamaños máximos y la proporción de grava de la gráfica de porcentajes, no corresponden realmente a elementos detríticos transportados sino a las conchas.

Este hecho, junto con la existencia de mica, apoya la idea de que se trata de un medio tranquilo con una baja tasa de sedimentación y con escasa influencia fluvial.

Los depósitos suprayacentes dentro del tramo basal corresponden ya de una forma clara a la cuña fluviomarina pero creemos que deben incluirse en la secuencia de onlap o translapamiento puesto que tiene las características de una serie transgresiva.

En cambio el tramo superior corresponde ya a la secuencia regresiva debida al avance hacia el mar es decir al offlap o cislapamiento.

- IV - Arenas con una pequeña proporción de limo y arcilla, (con un 11 % cada fracción). Potencia 5 m. (muestras 8 y 7). Incluyen escasos representantes de moluscos en la base y fragmentos en la parte superior. Se caracteriza por un incremento de tamaño de grano hacia la parte superior, por la situación de las muestras dentro de la clase I del diagrama C M, que corresponde a elementos transportados por rodadura, así como por la escasez de fauna. Interpretamos este nivel como una típica barra costera (coastal barrier) que representaría otro episodio de la secuencia regresiva iniciada en la parte superior del tramo anterior.
- V - Limos arcillosos con una pequeña proporción de arena (52 % limo, 36 % arcilla y 12% arena). Potencia 3 m (muestra 6), contienen

mica y una escasa fauna representada por fragmento de moluscos, ostrácodos (Loxoconcha?) y foraminíferos principalmente Ammonia beccarii y Quinqueloculina seminulum; además incluye a los 19,30 m un nivel turboso. Consideramos que este nivel corresponde una etapa de estabilización del nivel del mar con el desarrollo de una bahía protegida por una barra.

- VI - Arenas con un 10 % de grava y un 8 % de limo y un 5 % de arcilla. Potencia 9,20 m. En la base incluye muy escasos moluscos (Laevicardium sp.) y desaparece todo resto de fauna hacia la parte superior. Este nivel correspondería a depósitos litorales que forman parte del frente deltaico (delta front).
- VII - Gravas algo limosas con elementos de hasta 10 cm de diámetro que hacia el techo pasan a una alternancia de arena, limo y gravilla en capas de 20 cm, que termina con un nivel limo arcilloso beige. Potencia 7,40 m. No incluye fauna y en la parte mas superficial presenta restos de raices. El hecho de encontrar una secuencia de disminución del tamaño de grano hacia arriba, el no incluir fauna y encontrar capas estratificadas, hace pensar que se trata de una secuencia debida a un relleno de cauce o channel-fill.
- VIII - Limo con humos de color beige marron. Espesor 0.40 m. Corresponde a un suelo explotado agricolamente. Este nivel antes de su



transformación en suelo podría incluirse dentro del tramo VII ya que el limo provenía sin duda de los periodos de desbordamiento del río.

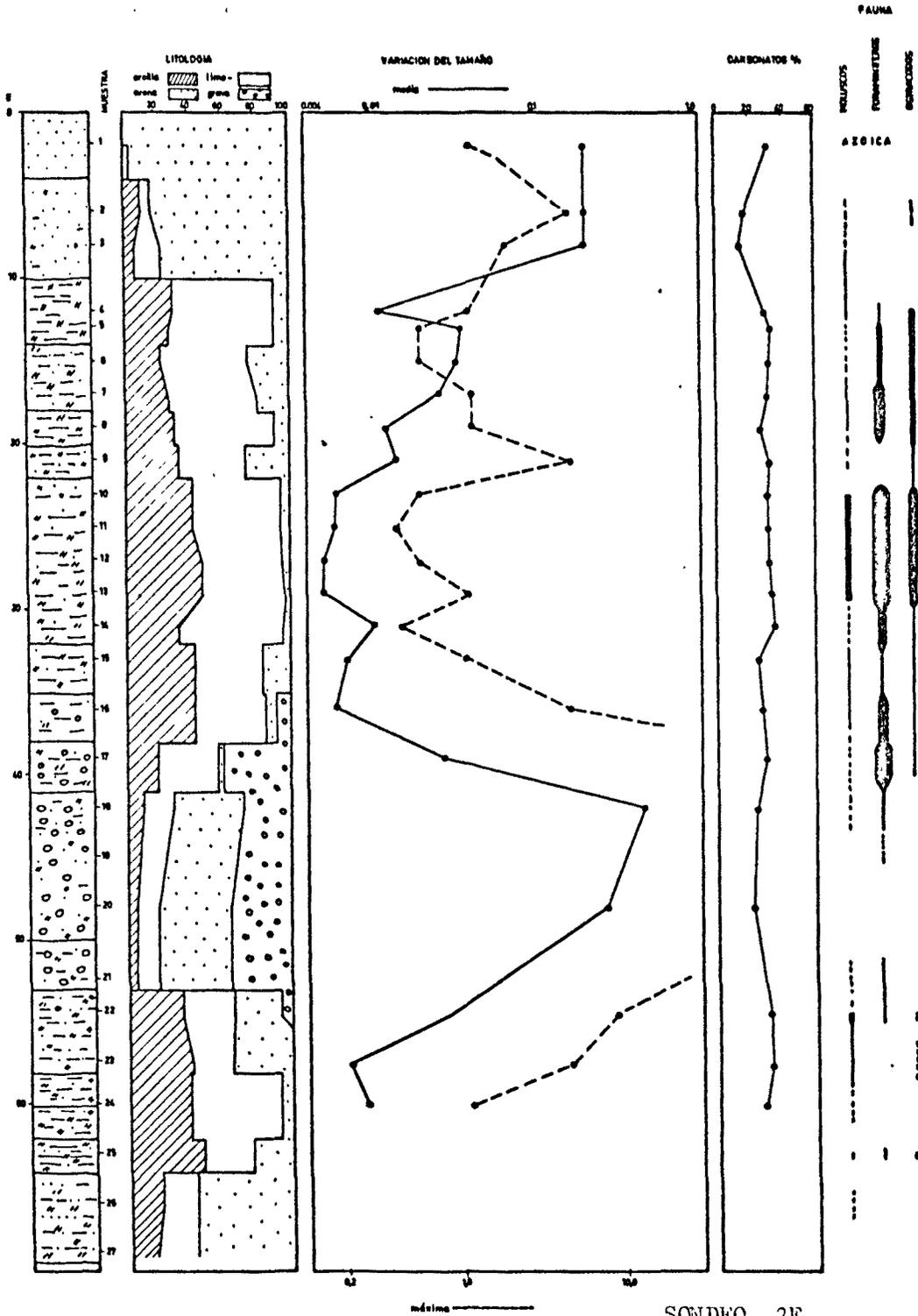
Interpretación sondeo 3 F

I - Yacente a 41 m: Complejo detrítico inferior. La parte superior de este complejo está formado por gravas fluviales claramente retrabajadas en un medio marino, puesto que incluyen cantos perforados por organismos litófagos.

Así pues, los niveles que en otros perfiles representaban claramente cada una de las fases de la última etapa de la transgresión flandriense, en este caso están mezclados con las gravas. O sea los primeros estadios de la transgresión (transgresión salobre, etc) se han realizado sobre las gravas, retrabajándolas e incorporando sus elementos característicos, tanto faunística como litológicamente.

Los cantos perforados se hallan a profundidades 51 m (muestra 21) lo cual indica que las gravas retrabajadas tienen un espesor de 10 m.

II - Gravas con limos en la base y limo y arcilla con una pequeña proporción (15%) de arena y grava en el techo. Potencia 6 m.



Incluyen una abundante fauna de foraminíferos escasos representantes de ostrácodos y fragmentos de moluscos. Correspondería a la secuencia de onlap o translapamiento.

III .- Limos y arcillas con una pequeña proporción de arena que puede llegar hasta una proporción del orden del 20%. Potencia 13 m. Incluye una variada fauna de foraminíferos, ostrácodos y moluscos, dominando los primeros tanto en individuos como en especies. Dada las características litológicas, faunísticas y teniendo en cuenta su disposición, este tramo queda incluido dentro de la cuña fluviomarina.

IV .- Limo-arcilla-arena en una proporción de 40, 34 y 28% respectivamente. Espesor 2 m. Es muy pobre en fauna puesto que solo incluye ostrácodos y algunos fragmentos de moluscos. Es necesario señalar la presencia en este nivel de grapestones (granos agregados) es decir aglomerados de granos con cemento calcáreo y además restos vegetales. Este tramo, que se localiza a unos 20 m de profundidad, representa una de las etapas de la secuencia regresiva de cislapamiento (offlap).

V .- Limo con arcilla y arena; el porcentaje máximo de cada una de las fracciones es del orden del 70 %, 30 % y 25 % respectivamente. Espesor total 10 m. Incluye una fauna en la que dominan los foraminíferos (Ammonia beccarii y miliolidos); se aprecia una disminución en el número de especies que culmina con la desapa

rición casi completa de los foraminíferos y un ligero aumento de los ostrácodos. Esta evolución en la fauna, junto con la presencia de restos vegetales y abundantes pajuelas de mica en la parte superior, nos indica el tránsito de un medio marino a una bahía.

Este tramo forma parte de la cuña fluvio-marina tan solo separada de su parte basal o tramo III por el nivel IV.

VI - Arenas con una proporción de limo y arcilla que disminuye hacia la parte superior, pasando del 22 al 16%. Potencia 6 m. Incluyen fragmentos de moluscos. Representan el frente deltaico (delta front) y son la prolongación de la playa actual.

VII - Arena con 1% de fracción limo muy bien clasificada. Espesor 4 m aproximadamente. Constituye la duna de la actual línea de costa.

Debemos añadir que el conjunto de los tramos II, III, IV y V corresponden a lo que ya hemos denominado en el sondeo anterior (5V) cuña fluvio-marina que se caracteriza por una disminución progresiva del tamaño de grano hacia arriba (upward fining sequence) con ligeras oscilaciones. El máximo a - 20 m corresponde probablemente a una etapa de estabilización, ya por su mareada influencia continental, como por corresponderle un punto de inflexión en la

gráfica de evolución del diámetro máximo de grano. A partir de este punto se aprecia un nuevo ciclo transgresivo - regresivo que quedaría solapado por el frente deltaico (delta front).

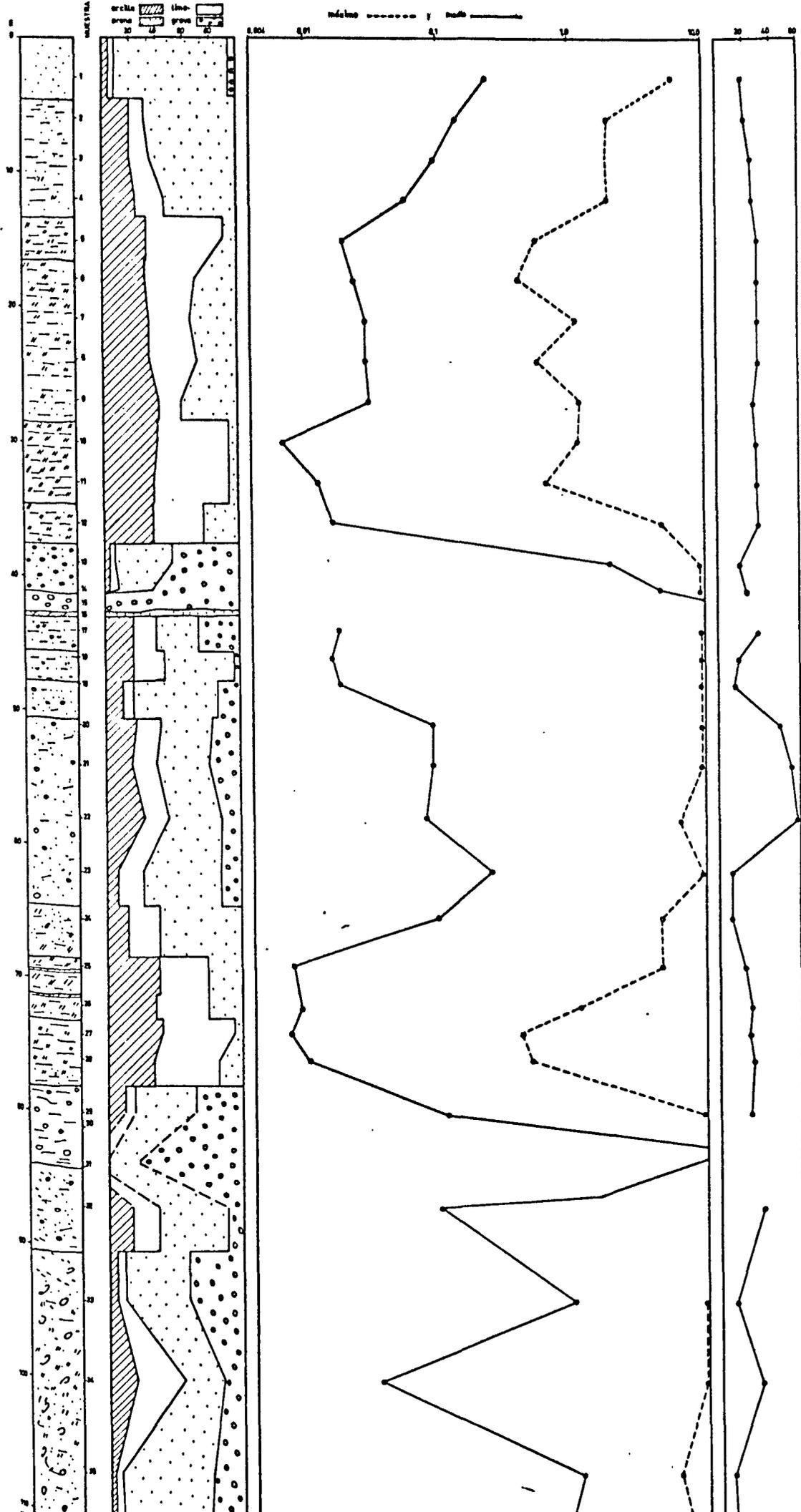
#### Interpretación sondeo 4 D

I - Yacente a 37 m de profundidad: complejo detrítico inferior constituido por gravas aluviales retrabajadas. Análogo al tramo I del sondeo 3F.

II - Tramo formado por una proporción de arcilla muy constante (varía entre 32 y 42 %) y con dominancia del limo entre los 34 y 28 m y entre los 6 y los 14 m, en donde llega respectivamente a 56 % y 58 %. La fracción mas gruesa esta formada por arena en proporción muy variable a lo largo del tramo (entre 6% y 42 %). Espesor total 25,5 m. Incluye una abundante fauna en la base, que va reduciendose paulatinamente hacia los niveles superiores. El nivel mas inferior es un caso característico en el que las conchas de moluscos desvirtuan la curva granulométrica, en su sentido dinámico, y su clasificación dentro del diagrama CM, puesto que las conchas son los únicos elementos gruesos y no han sido transportados. En conjunto la disposición de estas muestras dentro del diagrama C M forma nubes que corresponden a las clases VII, VI, y V con una disposición que indica un aumento de energía hacia la parte superior del tramo, Al mismo tiempo, el tamaño de grano, salvo pequeñas oscilaciones, presenta una doble

VARIACION DEL TAMAÑO  
mediano - - - - - y medio - - - - -

LITOLOGIA  
arcilla  
arena  
limo  
grava  
pedregal



INDUCIDOS  
FORMADOS  
SOPRESADOS

secuencia; en la mitad inferior del tramo se observa una disminución hacia arriba (upward fining sequence), mientras que en la mi tad superior los tamaños aumentan hacia el techo (upward coarsening sequence).

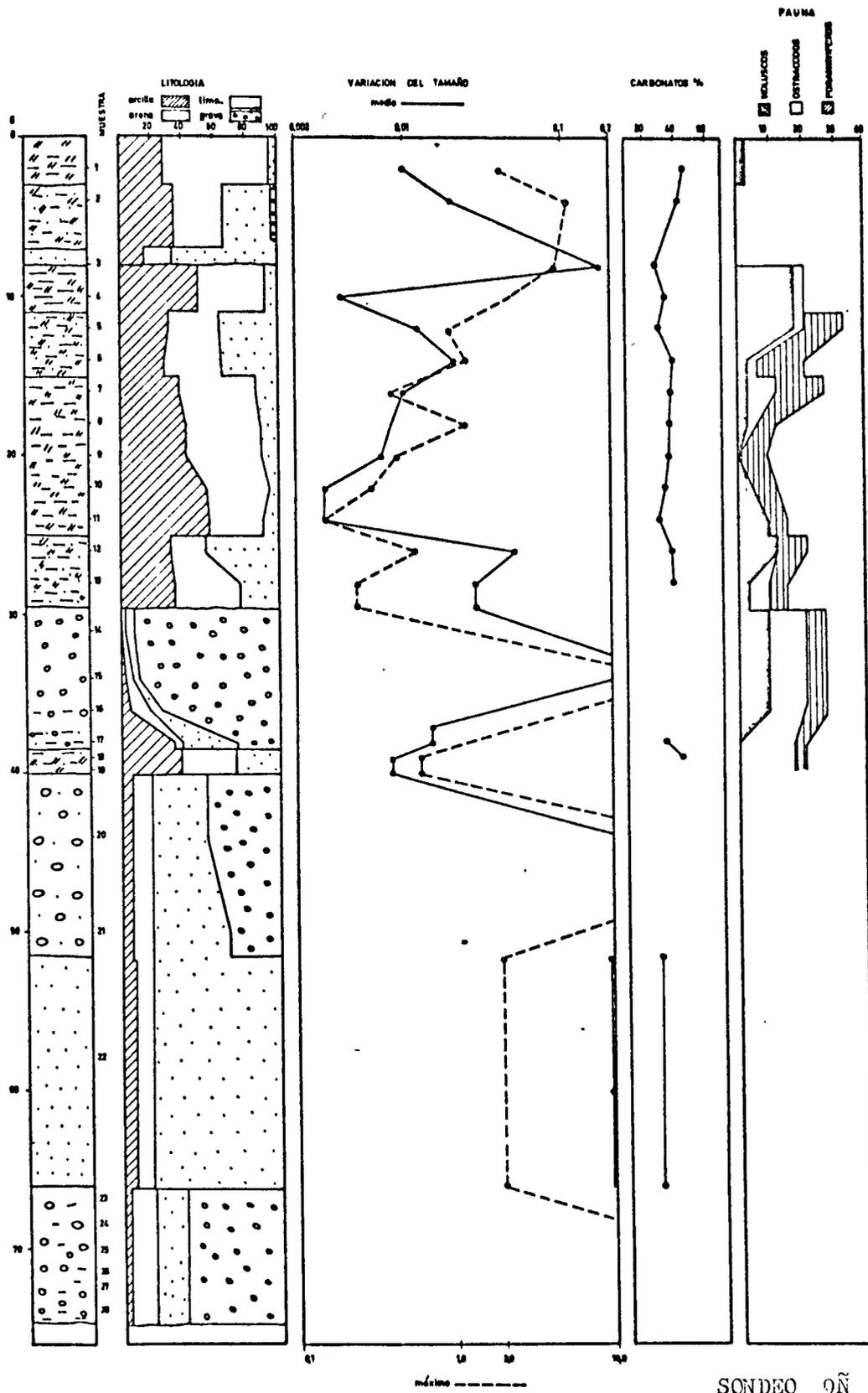
Este tramo constituye la cuña fluviomarina con las secuencias típicas.

III - Arenas con arcilla y limo, cuya proporción disminuye hacia la parte superior, pasando de un 46 % a 18 % (porcentaje limo + arcilla). Potencia 13,5 m. Tan solo contienen algunos bioclastos de moluscos y se caracteriza por un constante aumento de tamaño de grano hacia la parte superior (upward coarsening sequence). La disposición de estas muestras dentro del diagrama C M, muestra claramente la tendencia hacia un medio mas energético. Representan los depósitos del frente deltaico.

#### Interpretación sondeo 9 Ñ

I - Yacente a 29,50 m% Complejo detrítico inferior. gravas aluviales retrabajadas.

II - Arena-limo y arcilla en proporción variable (arena entre 24 y 46 %, el limo entre 41 y 22 % y la arcilla entre 35 y 32 %). Potencia a 4,50 m. Incluye fauna somera, que aumenta hacia el techo, y semillas. Representa uno de los episodios de la transgre-



sión marina. El plano de la transgresión marina podría situarse en el límite litológico entre este tramo y las gravas aluviales del tramo I, ya que la única fauna que incluye este último son moluscos y ostracodos de agua dulce.

III - Arcilla y limo con una pequeña proporción de arena, del orden del 10%. Potencia 10 m. El tamaño de grano aumenta hacia el techo y la distribución de las muestras en el diagrama CM corresponde a la clase VIII, aunque éste refleja un ligero aumento de energía hacia la parte superior del tramo. La fauna es muy poco abundante y presenta, además de los elementos marinos, otros componentes de tipo somero e incluso terrestre. Este tramo representa la cuña fluviomarina y aunque aquí solo tenga una potencia de 10 m, debemos señalar que este sondeo está situado en una zona bastante interna. Este hecho también influye en el tipo de fauna (mezcla marina y terrestre) que indica la mayor influencia del río.

IV - Arena, limo y arcilla con una proporción de 37, 33 y 30% respectivamente. Potencia 4 m. Incluye mezcla de fauna terrestre y marina, con un carácter más continental hacia la parte superior del tramo. El tamaño de grano disminuye hacia el techo. Corresponde a los depósitos del frente deltáico o delta front.

V - Arcilla limosa (50% de arcilla y 40% de limo), con un 10% de arena y grava. Potencia 3 m. Incluye una abundante fauna continental (terrestre e hidrófila) en la que dominan Cochlicella ventricosa y Vallonia pulchella. Representaría los niveles de la llanura deltaica y el techo de la serie regresiva.

- Plano transgresivo marino.

VI - Arena con un 33% de limo + arcilla. Potencia 1 m. Únicamente incluye fragmentos de moluscos marinos. Representan unos depósitos transgresivos sobre la anterior llanura deltaica.

VII - Arcilla- limo - arena con una pequeña fracción de grava (4%). Potencia 4 m. Incluye fragmentos de moluscos marinos y continentales y algún insecto. Corresponde a la nueva secuencia de cislapamiento (offlap). Entre este tramo y el anterior estaría el plano regresivo.

VIII - Limos arcillosos con fauna terrestre (Theba pisana). Potencia 2,5 m. Forman la actual llanura deltaica.

Como se puede apreciar en la descripción e interpretación de los diferentes sondeos, el complejo deltaico presenta unas características estratigráficas que describiremos a continuación. No alargamos mas estas descripciones dada la similitud entre ellas, porque las que hemos seleccionado se podrían considerar como tipo ya que reflejan claramente las distintas evoluciones, debidas fundamentalmente a su posición en el espacio, (posición costera o interna, posición respecto al rio, profundidad de la base, etc.).

En líneas generales, sobre el complejo detrítico inferior, se distinguen los siguientes tramos:

- 1) Tramo inferior en el que hemos podido diferenciar un nivel salobre y un nivel de arenas con influencia marina.
- 2) Tramo intermedio o cuña fluviomarina.
- 3) Tramo superior, que es el mas complejo, y comprende desde los niveles detríticos del frente deltaico a los de la llanura deltaica. Está afectado por algunas pulsaciones regresivas y transgresivas que complican la estructura de la parte superior.

#### Tramo inferior

Dentro de este tramo hemos podido distinguir de abajo a arriba los siguientes elementos:

- a) Plano de transgresión salobre: este plano separa las gravas aluviales de las primeras manifestaciones de la última etapa de la transgresión flandriense.

Esta superficie o plano en muchos casos no coincide con el

límite litológico, ya que, en su progresión hacia la parte interna, de base mas elevada, queda incluido dentro de las gravas aluviales del techo del complejo detrítico inferior.

b) Nivel salobre: este nivel representa las lagunas litorales que se desplazan tierra adentro a medida que el mar va subiendo de nivel. Al igual que las lagunas actuales su distribución es discontinua lo cual hace que en muchos casos no se lleguen a encontrar verdaderos depósitos salobres. En su lugar se hallan o bien los depósitos de otros ambientes en los que se aprecia la influencia salobre o bien los propios de la zona litoral (playas, barras, etc.).

Así pues, cuando el nivel salobre, en sentido estricto se presenta bien desarrollado (suele tener una potencia media inferior a 1m.) está formado esencialmente por un característico nivel de turbas (como en el sondeo 2J muestra 26) y por arcillas limosas de color gris o gris oscuro, ricas en restos carbonosos, que en algún caso tienen una pequeña fracción de arena.

La fauna que contienen es pobre en especie pero rica en individuos. Esta circunstancia indica la existencia de un medio con unas condiciones bastante extremas o inestables. Las especies dominantes en estas muestras son: a) en el grupo de los moluscos domina extraordinariamente Hydrobia acuta acompañado de Cerastoderma (s.s.) edule edule; b) en el de los foraminíferos Ammonia beccarii y Ammonia beccarii var. tepida y c) en el de los ostrácodos Cyprideis torosa y Loxococoncha elliptica, con predominio de la primera

Esta asociación, como ya indicábamos, representa la incidencia de unas condiciones muy especiales. Por ejemplo Hydrobia acuta puede representar el último término de la evolución de una fauna antes de su total desaparición. La etapa previa a la desaparición se manifiesta por una reducción notable de especies y un importante incremento del número de individuos. Tal es el caso de las lagunas litorales ("etangs des entre - plages") de la Camarga, periódicamente inundadas por el mar (MARAZANOF, 1964) en las que prácticamente sólo existe esta especie de gasterópodos.

A su vez Cyprideis torosa vive en aguas de todas las concentraciones salinas posibles a profundidades que oscilan entre 0 y 30 m siendo, especialmente abundante en medios lagunares próximos a desembocaduras de ríos (ELOFSON, 1941). En el delta del Rodano se halla en abundancia significativa en lagunas (KRUIT, 1955). Las condiciones requeridas por Loxoconcha elliptica y su hábitat son prácticamente iguales que las de Cyprideis torosa; la única diferencia es que L. elliptica parece más somera y además KRUIT especifica que en el Rodano vive en lagos costeros mesohalinos o muy salinos.

Por último, Ammonia beccarii es una especie típica de medios litorales y lagunares (PHLEGER, 1960), siendo característica de las "lagoon" del Ebro (SCRUTON, 1969) y de las facies de sonda del Mississippi (LANKFORD, 1959). Se desarrolla preferentemente a profundidades que oscilan entre 1 y 9 m, a temperaturas de 25° (aunque va desde aguas templadas a calidas) y a alta salinidad (aunque el rango de variación va de 18 a 36‰).

La concurrencia de todos estos datos es muy acusada y además los resultados de los análisis polínicos también coinciden. Estos indican la existencia de elevados porcentajes de Salicornia acompañada en algunos lugares por Artemisia que incluso llega a ser dominante, una vegetación de tipo mediterráneo, propia de lagunas saladas del borde del mar.

Por ello<sup>65</sup> evidente que estos niveles corresponden a lagunas litorales, que encajan netamente a lo que OOMKENS (1967 y 1970) denomina transgresión salobre.

Como apuntábamos al principio, la extensión espacial de estos depósitos es muy limitada, al igual que la duración en el tiempo, a no ser que concurren una serie de factores especiales que evidentemente no se dan en este caso, ya que el ascenso del mar flandriense debió ser rápido. Por ello los niveles tipo, con las características que acabamos de referir, son poco abundantes y los sondeos en que se han localizado con mayor exactitud son el 5V, situado cerca del actual cauce, que corresponde a la zona más potente del complejo deltaico, y en el 2J situado en las proximidades de la Mutra.

Este nivel ha podido datarse con el método del carbono 14. La muestra analizada 2J-26 (ver análisis carbono 14) a dado una edad de  $10900 \pm 140$  años B.P.

Esto nos permite tener una idea de la edad del complejo deltaico (entendiendo como tal a la parte estrictamente deltaica y a la transgresiva basal). Decimos tan sólo una idea puesto que por razones

que hemos expuesto anteriormente este nivel salobre es heterocrono; este fenómeno determina que la edad vaya disminuyendo a medida que el nivel corresponde a zonas mas internas o mas elevadas, es decir disminuirá en el mismo sentido que se produce la transgresión salobre.

c) Plano de la transgresión marina: separa los niveles salobres que acabamos de describir o, en los lugares en que estos no se han desarrollado, las gravas aluviales de los depósitos marinos o no marinos retrabajados por el mar. En el primer caso este plano teórico coincidirá con un límite litológico y en el último podría o no coincidir.

d) Arenas litorales: este nivel representa en la sucesión ideal (+) el primer episodio de la transgresión marina.

Está formado por arenas que se han podido detectar en numerosos sondeos pero que tanto dadas las características de este tipo de material, como la profundidad a que se halla han impedido en la mayoría de los casos, la obtención de muestras. Se trata de un nivel muy conocido por los sondistas y recibe popularmente la denominación de "arena voladora".

La potencia máxima alcanzada es de 3 m pero en general el espesor es menor.

-----  
 (+) consideramos como sucesión ideal a la que se acerca o coincide con el modelo teórico. En esta parte creemos que el mas válido es "utilizado por OOMKENS (1967 y 1970).

Este nivel está bien desarrollado en la zona costera y hacia el interior desaparece aproximadamente a la altura de Cornellá.

#### Tramo intermedio o cuña fluviomarina

Este tramo es el más uniforme y potente de todo el complejo deltaico .

Está formado por arcillas limosas y limos arcillosos con bajos porcentajes de arena.

La potencia máxima, 45 m, se alcanza en los sondeos de la línea de costa, en la zona situada al sur de la desembocadura del río y al norte de la laguna de l'Illa. Es decir, en un sector correspondiente a la depresión central de la superficie topográfica formada por el techo del complejo detrítico inferior (fig. ).

A partir de esta zona de máxima potencia los espesores se van reduciendo hacia los bordes y hacia el valle de tal manera que este tramo adquiere una característica formada de cuña, típica de la mayoría de los deltas.

Dentro de esta cuña se han podido distinguir, mediante criterios litológicos y faunísticos dos secuencias.

La secuencia basal se inicia por un nivel que generalmen

te contiene asociaciones faunísticas bastante someras, seguido por niveles francamente marinos con escasa influencia fluvial. Esta influencia va acentuándose progresivamente hacia el techo. Además se caracteriza por una progresiva disminución en el mismo sentido (hacia arriba) del número de especies. En cuanto al tamaño de grano se observa también una disminución hacia arriba (upward fining sequence).

La secuencia superior se caracteriza por un aumento de tamño de grano hacia el techo (upward coarsening sequence) y por la posición de las muestras dentro de los diagramas CM, que corresponde a medios cada vez más energéticos. En cuanto a la fauna, prosigue la reducción de especies que en general suele culminar en los niveles superiores con una desaparición total, exceptuando fragmentos de conchas, foraminíferos rodados, etc.

Evidentemente dadas las características faunísticas que acabamos de referir es muy difícil obtener una asociación de las especies verdaderamente representativa de la cuña fluviomarina. Hemos constatado que, como era lógico esperar, los niveles isocronos tienen unas características muy diferentes .

En general se observa una influencia mas marina en los sondeos situados en la parte mas externa (línea de costa y zona media) y una mayor influencia continental hacia el interior. Tal es el caso por ejemplo del sondeo 9 Ñ en el que la fauna es muy poco abundante y sue

le presentar elementos de tipo somero y continental, además de los ma  
rinos siempre escasos.

Por ello daremos una lista tipo en que se incluyen única-  
mente las especies más abundantes o mas constantes. Tales son:

FORAMINIFEROS:

Quinqueloculina semimulum LINNÉ

Bulimina elongata lappa CUSHMAN And PARKER

Bulimina gibba FORNASINI

Rectuvigerina nicoli MATHEWS

Valvulineria bradyana FORNASINI

Ammonia beccarii LINNE

Elphidium advenum CUSHMAN

Elphidium crispum LINNE

Globigerina bulloides d' ORBIGNY

Globigerinoides sacculifer BRADY

OSTRACODOS:

Pterygocythereis jonesi (BAIRD)

Urocythereis favosa (ROEMER)

Leptocythere tenera (BRADY)

Cytherois fischeri (SARS)

Carinocythereis carinata (ROEMER)

Costa edwardsii (ROEMER)

## MOLUSCOS:

- Bella brachystoma (PHILIPPI, 1844)  
Turritella tricarinata comunis RISSO, 1826  
Odontostomia (Megastomia) conoidea (BROCCHI, 1814)  
Calyptrea (s.s.) chinensis (LINNE, 1766)  
Nucula (s.s.) nitida SOWERBY, 1841  
Nucula (s.s.) nucleus (LINNE, 1758)  
Nuculana (Saccella) fragilis (CHEMNITZ, 1784)  
Lembulus pella (LINNE, 1758)  
Amonia (s.s.) ephippium LINNE, 1758  
Myrtea spinifera (MONTAGU, 1803)  
Parvicardium papillosum POLI, 1791  
Chamelea gallina (LINNE, 1767)  
Timoclea ovata (PENNANT, 1777)  
Corbula (varicorbula) gibba OLIVI, 1792  
Dentalium (Antale) novemcostatum LAMARCK, 1838

Así pues, la cuña fluviomarina presenta las siguientes características:

- 1) una doble secuencia en cuanto al tamaño de grano (primero disminución y luego aumento).
- 2) unos sedimentos de tipo fino (limos y arcillas) cuya posición en los diagramas CM corresponde a un transporte por suspensión, con un aumento energético en el medio hacia la parte superior.
- 2) La reducción progresiva de la fauna en dos sentidos, uno vertical, hacia los niveles superiores de la cuña y otro lateral hacia las partes más internas del delta.

Estas características nos permiten deducir, pues, que los sedimentos de este tramo son materiales transportados en suspensión que fundamentalmente provienen del río y que se han depositado en un ambiente marino. Esto hace que encajen perfectamente dentro del concepto de cuña fluvio-marina y correspondan también a los términos conocidos como prodelta y foreset.

Además dentro de este conjunto o unidad es posible diferenciar la secuencia transgresiva (onlap o traslapamiento) debida al ascenso del mar flandriense y por otra parte la secuencia regresiva (offlap o cislapamiento) producida por la progradación o avance del delta hacia el mar. Por ello las arcillas y limos depositados en la parte distal de la cuña van siendo solapados progresivamente por sedimentos cada vez más proximales.

Esta segunda secuencia se desarrolla fundamentalmente a partir del momento en que el nivel del mar se estabiliza. De hecho la progradación deltaica se produce cuando la competencia del río supera la del mar. Por ello, considerando que los aportes fluviales, aunque variables a corto plazo, se pueden considerar constantes o regulares considerando largos períodos, la razón más válida para explicar la progradación es la estabilización del nivel del mar. Esta estabilización actúa a favor de la competencia del río.

Al estudiar los niveles siguientes veremos la existencia de niveles de estabilización con los que puede relacionarse el proceso anteriormente descrito.

### Tramo superior

Hay que hacer una mención a parte sobre el proceso de obtención de datos de la parte superficial o superior del delta; en general podemos distinguir una información procedente de los sondeos y otra de la observación directa en el campo, ambas se complementan. Dentro de la que procede de los sondeos, es necesario resaltar la diferencia de documentación existente según los fines de estos. Cuando se trata de sondeos para explotación de aguas, el muestreo de los tramos superiores es menos detallado que cuando se procede a un estudio de ingeniería (cimentaciones, canales, vías de comunicación etc), cuyo objeto fundamental son los niveles mas superficiales, en donde deben asentarse las obras. Dada la abundancia de empresas dedicadas al estudio de cimentaciones y a su funcionamiento nos ha sido imposible obtener muestras de sus prospecciones, aunque si algunas columnas litológicas detalladas de los niveles superficiales. En cambio las prospecciones hidrogeológicas realizadas por el Servicio Geológico de O. P. y la Comisaría de Aguas del Pirineo Oriental en los últimos años, nos han suministrado un muestreo sistemático de sus sondeos, aunque la densidad de muestras de este tramo es deficiente para su estudio exhaustivo (suelen tomarse en general cada dos metros o más). Además el problema se agrava por el hecho de que los materiales detríticos son los más difíciles de extraer (en los casos más afortunados sólo es del orden de 50%).

---

La información anterior se ha podido ampliar en algunos sectores con la observación directa en el campo de cortes (areneros de Gavá y Viladecans) y de los materiales superficiales como son las dunas, lagunas, marismas, etc.

Es necesario hacer notar que este tramo que hemos denominado superficial no corresponde a una unidad genética sino que engloba una serie de niveles de diverso origen.

Este tramo se inicia por unos sedimentos detríticos que corresponden a la serie regresiva de offlap; en general representan a los depósitos del frente deltaico (delta front) y forman parte del top set.

Estos depósitos son los que permiten la separación entre el tramo intermedio o cuña fluviomarina y el que hemos denominado tramo superior.

Ahora bien, su desarrollo es muy distinto según las diferentes zonas del delta. Estas diferencias se deben a que este tramo no corresponde simplemente a la fase terminal de la secuencia regresiva sino que esta afectada por dos períodos de estabilización. Estos períodos quedarán registrados sólo en algunas zonas, es decir los niveles mas bajos quedarán reflejados en las zonas externas y los más altos se desarrollaran mejor en zonas algo mas internas debido a la inclinación propia de los niveles deltaicos.

Por ello en los sondeos de la línea de costa situados entre la actual desembocadura y el complejo lagunar Illa - Ricarda, que

corresponden a las últimas etapas de crecimiento del delta, el nivel desarrollado sobre la cuña fluviomarina, está formado unicamente por arenas y los niveles de estabilización lógicamente no están presentes .

Sin embargo en otros sondeos se aprecia la existencia o bien de niveles de turbas a -19.30 m de profundidad (como en el sondeo 5V) sobre los niveles arenosos de la base, o bien niveles francamente litorales como en el sondeo 3F ( arenas con grapestones a -20 m solapados por depósitos de bahía). Estos depósitos representan pues un nivel de estabilización a cota -20 m.

Sobre estos sedimentos correspondientes a esta etapa de estabilización se desarrolla una nueva etapa transgresiva representada generalmente por arenas, seguida por una nueva etapa regresiva debida a la progradación deltaica. Los depósitos corresponden al frente deltaico y están solapados por los materiales correspondientes a la llanura deltaica.

### Evolución superficial

Tal como hemos visto en el apartado anterior, al hablar de los niveles superiores del delta, los materiales del "top set" presentan una gran complejidad, determinada fundamentalmente por pulsaciones positivas y negativas del nivel del mar.

En líneas generales se puede diferenciar dentro de los materiales del "top set" un nuevo episodio transgresivo y regresivo, facilmente desarrollable en las zonas marginales internas y sin repercusión o muy escasa en las zonas externas donde el espesor de agua amortigua <sup>los</sup> registros litológicos y faunísticos de estos cambios.

Como dato de partida y para comprender el desarrollo de la superficie deltaica, debemos tomar la línea de costa de edad romana, cuyo trazado ha sido posible reconstruir merced a las explotaciones de áridos que han puesto a la vista multitud de piezas arqueológicas.

Estas explotaciones se localizan a lo largo de la antigua carretera de Barcelona a Valencia o Camino Real de Valencia, en una franja de unos 200 m de ancho.

El tipo de explotación es por dragado, lo cual ha permitido observar directamente numerosos perfiles de detalles. Los niveles inferiores de estas explotaciones están situados debajo del nivel freático, el cual varía según las épocas del año, requiriendo en muchos casos intensos bombeos para poder proceder a su extracción.

Estos perfiles tienen como características común: 1) un nivel superficial formado por limos y arcillas, donde se asentaban los cultivos y cuyo espesor es inferior a un metro;;2) por debajo aparecen intercalaciones lenticulares formadas por arcillas ricas en materia orgánica o bien por turbas, que llegan a alcanzar hasta 40 cm de potencia máxima y contienen Hydrobia y ostr'acodos; 3) nivel detrítico, de unos 10 m de potencia que está integrado por: a) arenas bien clasificadas y b) arenas y gravas con abundantes conchas de lamelibranquios (los cortes de detalle varían considerablemente de un punto a otro).

La fauna del primer nivel se ha recogido en un surco del nivel detrítico relleno de arcillas rojizas. Corresponde a un ambiente continental con especies típicamente terrestres, algunas hidrófilas y otras de agua dulce. Las más abundantes son: Zonitoides nitidus, Ceruellia (s.s.) virgata, Cochlicella venticosa, Theba pisana, Vertigo pygmaea, Caecilioides (s.s.) acicula, Succinea (s.s.) putris, Fossaria trunculata, Physa (s.s.) acuta, Planorbis planorbis, Pseudoamnicola similis, Pisidium (Eupisidium) nitidum?.

Por otra parte las especies más abundantes, correspondientes a los niveles marinos del tramo detrítico (muestra denominada de "areneros de Gavá" en el apéndice IV) son: Mactra (s.s.) corallina corallina, Donax(Serrula) trunculus trunculus, Cerastoderma (s.s.) edule edule, Ostrea (s.s.) edulis edulis y Glycymeris (s.s.) glycymeris pilosa.

Además de los niveles orgánicos del nivel 2, el algunos perfiles existen, entre los materiales detríticos, cuñas de acumulación de restos vegetales de color negro formadas, en mayor parte, por Posidonia.

A través del estudio sedimentológico se ha podido deducir que existen unas arenas que posiblemente han sido transportadas por rodadura y cuyo medio de deposición corresponde a una playa. Por otra parte el estudio de las estructuras sedimentarias ha permitido diferenciar en la explotación denominada "Sot Gavi": a) un tramo superior, arenoso, que presenta exclusivamente una laminación paralela a gran escala, cuyas láminas buzan hacia la actual línea de costa y que en la parte superior están cortadas por otras que buzán en sentido opuesto; b) un tramo inferior, de arenas y gravas, que en general presenta también laminación paralela a gran escala y localmente estructuras influenciadas por el régimen fluvial; además las valvas de los lamelibranchios que incluyen, están orientadas con la convexidad hacia arriba, con el plano de sutura de las valvas paralelo a las láminas y el gancho dirigido hacia la parte alta de la capa.

Esta orientación <sup>adquiere</sup> en medios de cierta agitación (SCHAFER, 1972) y según los estudios realizados por PRATJE (1929) se consigue exclusivamente en playas de profundidades de 3 a 28 m. Además, aparte de la posición <sup>de</sup> convexidad, el hecho de que todos los ganchos esten dirigidos en el mismo sentido supone la existencia de corrientes unidireccionales dirigidas en sentido contrario a la posición del gancho.

Aunque la influencia fluvial queda marcada en los niveles inferiores, la estructura dominante es la característica del shore face y la doble vergencia observada puede relacionarse con una barra.

Por lo tanto podemos afirmar que se trata de una línea de costa con cierta influencia fluvial.

Ha sido posible atribuir esta línea de costa a la época romana (por el momento no se puede precisar más) gracias a la multitud de restos arqueológicos que se incluyen dentro de esta formación detrítica. Estos restos son: a) varias ánforas enteras; b) una veintena de tejas colocadas en forma de estiva, mezcladas entre innumerables fragmentos de madera; c) áncoras y restos de naves; d) fragmentos de dolium; e) una rueda de molino y d) innumerables fragmentos de cerámica correspondientes a muy diversos objetos. La zona en que se han hallado mayor número de piezas tiene una superficie aproximada de 500 m<sup>2</sup> (se localiza en el municipio de Gavá, entre Cal Torelló y Cal Aymà) y en las otras aparecen restos esporádicamente. El hecho de que exista una zona de máxima concentración de piezas, hace deshechar la idea de que éstas correspondan a restos de naufragios y hacen pensar en la posible existencia de un puerto romano.

El interés más notable de estas explotaciones es que nos permiten datar una línea de costa y situarla en el interior del delta a una distancia de unos 3 km de la actual. De ello se desprende además que la formación de la llanura deltaica es muy reciente.

Esta línea de costa limitaría dos llanuras costeras a ambos márgenes de una amplia depresión que representaría la zona de mezcla agua dulce-agua salada a modo de estuario y que sería utilizada por los romanos en el comercio con colonias más interiores, como mínimo hasta San[ti] Boi, donde han aparecido restos de naves. Estas llanuras, muy disimétricas con respecto a la depresión central, irían progradando a medida que los aluviones del río colmatarían la depresión.

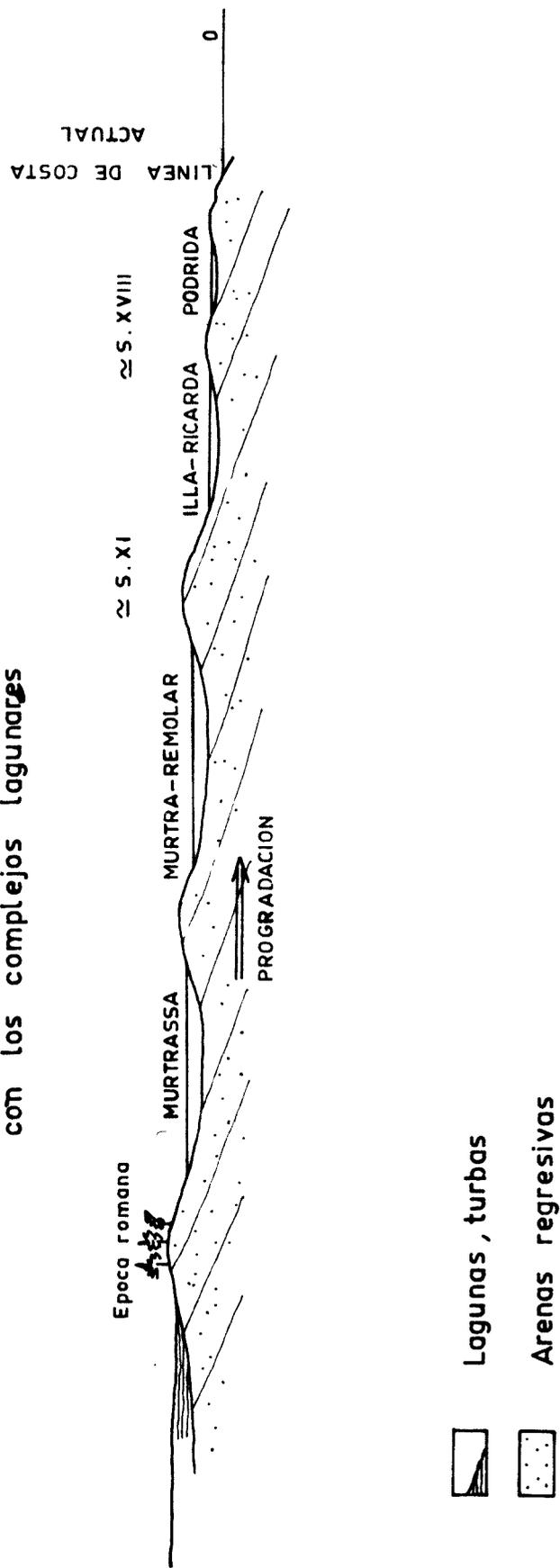
En líneas generales la evolución de la llanura deltaica viene caracterizada por el marcado desarrollo de los depósitos aluviales en la depresión central y la progradación de las plataformas laterales por el desarrollo de barras.

Se ha intentado situar dentro de la llanura deltaica la posición de las distintas barras mediante dos criterios, uno recogiendo los datos que nos han suministrado la documentación histórica y el segundo utilizando los criterios litológicos.

De entre los primeros debemos señalar por su importancia la información que suministra el mapa de Gavá de 1590 (fig. 14) por cuanto nos permite seguir perfectamente la evolución del complejo lagunar Murtra - Murtrassa y de otra laguna todavía anterior. Como puede apreciarse por este mapa las tres lagunas están separadas por zonas de desembocadura mas estrechas, al igual que el actual desembocadura de la Murtra. El primer estrechamiento se puede situar con toda precisión y corresponde a la antigua carretera de Valencia que, como hemos visto, representa la línea de costa de edad romana. El segundo, que separaría la Murtrassa de la Murtra, correspondería a una etapa costera posterior por analogía tanto con el primer estrechamiento como con las características de la actual salida al mar de la Murtra.

Evidentemente, el problema que se plantea ahora es la continuidad de estas zonas de costa que, si bien pueden situarse con cierta aproximación entre Gavá y la línea de costa actual, no hay ningún dato sólido en que apoyarse para poder seguir las hacia el borde nororiental

FIG. 67 Esquema idealizado de la evolución de la margen derecha del delta del Llobregat con los complejos lagunares



de la llanura costera, o sea hacia la depresión central.

Los perfiles litológicos que se han podido levantar mediante los sondeos sólo permiten limitar la llanura costera y la depresión central, pero las características litológicas y faunísticas presentan una gran uniformidad.

A pesar de ello podemos reseñar algunos hechos que creemos interesantes sobre este problema. En primer lugar, como en el caso de la Murtra y Murtrassa, las lagunas se extienden entre dos líneas de costa.

En segundo lugar, atendiendo a las fechas de las primeras citas sobre las distintas lagunas se puede concluir, para la margen de recha, que cuanto más lejos se hallan situadas del curso actual del Llobregat más antiguas son. Así, el Remolá aparece por primera vez citado en el siglo XI, el complejo Illa, Ricarda y Magarola en el siglo XVIII y La Podrida y Massaguera en el siglo XIX.

En tercer lugar cabe señalar también el hecho de que justamente en la antigua línea de costa de edad Romana pase precisamente un camino. Este hecho no resulta tan extraño si pensamos que, tal como ocurre en la actualidad, es precisamente la línea de costa, favorecida por la formación de dunas, la que alcanza mayores cotas de toda la llanura deltaica y que en el "backshore" es donde se desarrollan las lagunas, verdaderas barreras en las comunicaciones en el delta.

LEYENDA

Borde del delta

Barras

Restos arqueológicos  
de época romana

Lagunas

Lagunas desaparecidas

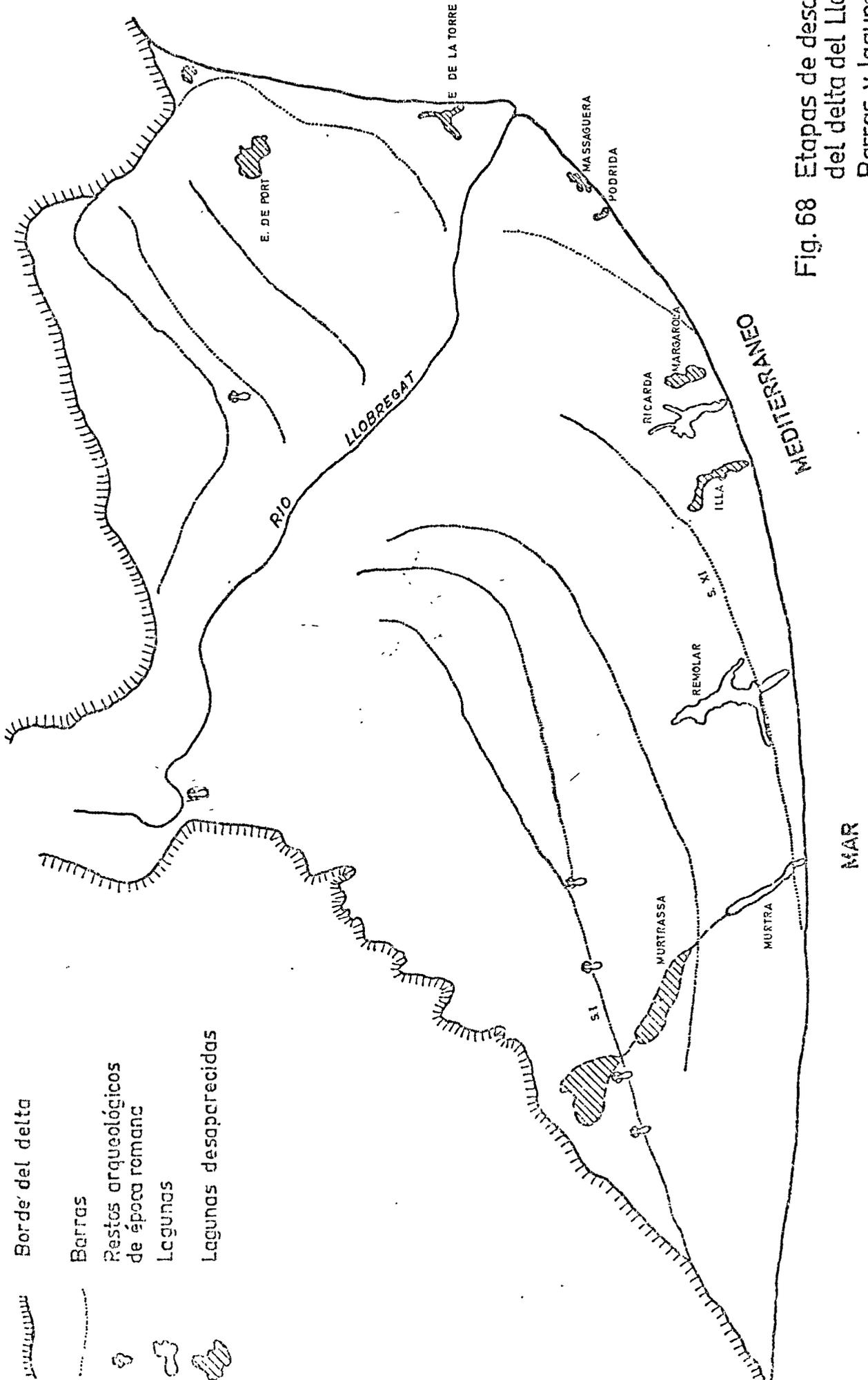


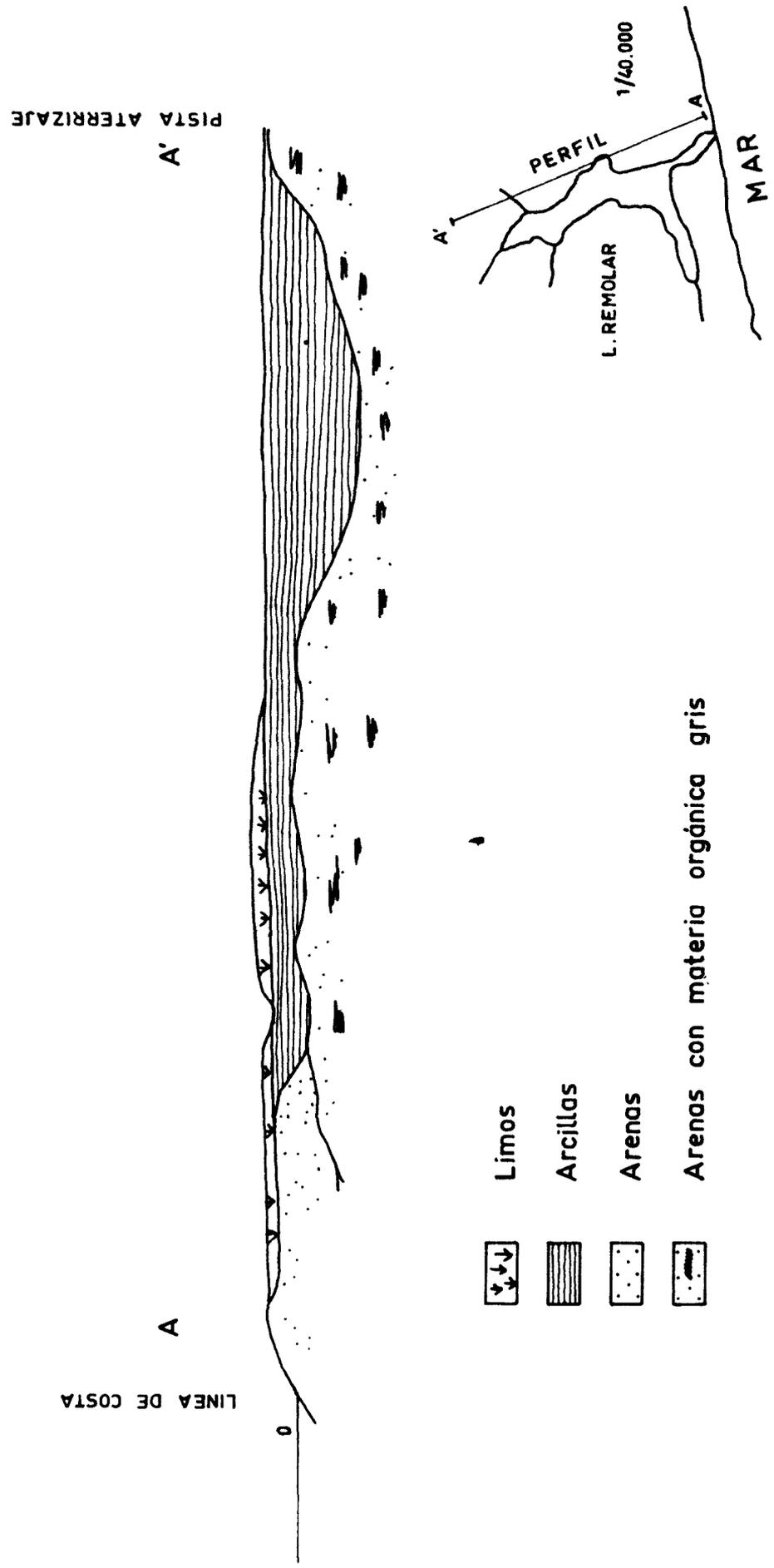
Fig. 68 Etapas de desarrollo  
del delta del Llobregat.  
Barras y lagunas

Así pues, podemos concluir que si bien no disponemos de sólidos argumentos para trazar las líneas de costa en la etapa evolutiva de la llanura deltaica, creemos que pueden corresponder en parte al trazado de los primitivos caminos transversales y casi paralelos a la antigua carretera de Valencia.

Hemos distinguido una primera línea de costa que correspondería a la época romana (siglo I); y que coincidiría con la antigua carretera de Valencia. Una segunda línea de costa que separaría la Murtra de la Murtrassa y que pasaría por el extremo superior del Remolar. Una tercera, que sería la causante de la formación de la Murtra y el Remolar que pasaría desde la actual desembocadura de la Murtra y Remolar hasta la parte superior del complejo lagunar Illa-Ricarda-Magarola. Si atendemos a los documentos históricos en que citan por primera vez el Remolar en el siglo XI, podemos datar esta línea de costa algo anterior a esta fecha (fig. 68).

Debemos insistir aquí en que tan solo intentamos dar una hipótesis, apoyada en algunos datos históricos y en el único perfil tierra-mar de que disponemos, ya que como casi todos los sondeos están situados en caminos paralelos a la costa, pueden corresponder precisamente a antiguas líneas de costa, lo cual nos explicaría el hecho de la monotonía litológica de este nivel. Este perfil, fue efectuado hace ya más de 20 años por la empresa HIDRAULICA y que hemos enlazado con los sondeos de S.G.O.P., se sitúa en la margen izquierda de la laguna del Remolar. Muestra la extensión y desarrollo de una zona arcillosa superficial de hasta 4 m de potencia, que no está presente ni en los

FIG. 69 Perfil paralelo a la laguna del Remolar



perfiles costeros ni en el sondeo 4 M (efectuado en la parte superior del Remolar) en donde los materiales finos superiores alcanzan tan so lo 0,60 m de espesor.

Este nivel arcilloso debe corresponder a la colmatación de una zona deprimida situada entre la actual línea de costa y el extremo sudoccidental del campo de aterrizaje del Aeropuerto del Prat del Llobregat.

Siguiendo en la misma margen del delta y algo más próximo al río aparece, tal como hemos indicado anteriormente, la depresión central.

Los depósitos que colmatan esta depresión, se caracterizan por presentar unas secuencias o una génesis distinta según su localización. Lateralmente se pasa (desde la zona mas externa a la mas interna) desde las arenas litorales a natural lévéés y a depositos de relleno de cauce o secuencias de "channel-fill". El desarrollo de sedimentos finos con fauna continental llega a alcanzar espesores de 12 m.

En cuanto a la margen izquierda del delta debemos hacer mención aparte. Presenta una complicada estructura fruto de una compleja interferencia entre el dominio continental y el marino.

Para comprender mejor la evolución de esta zona hemos recogido la información de 58 sondeos poco profundos (realizados en la Zoo

na Franca, en un sector comprendido entre la avenida de José Antonio, la calle A y el mar) <sup>(+)</sup> y hemos intentado interpretarlos.

Hemos podido distinguir los siguientes niveles que son, de arriba a abajo, los siguientes:

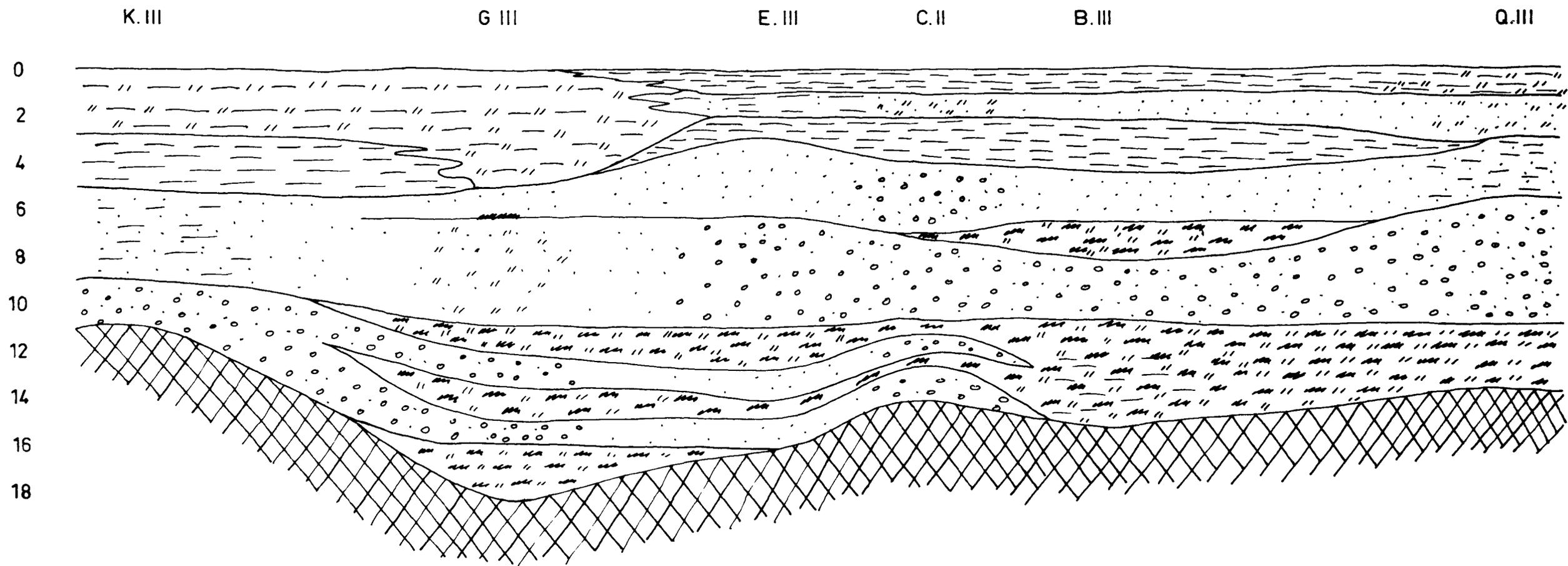
1) Nivel fino superior: está formado por limos de color beige, que pueden tener una cierta proporción de arena de grano fino, y por arcillas del mismo color. Su potencia oscila entre 1,00 m (sondeo A7) y 5,90 m (sondeo S 7d), observandose unas diferencias entre el sector oriental, en donde las potencias suelen ser mayores (5 m de promedio) y el sector occidental (3 m de potencia media). Dentro del sector occidental se aprecia una reducción de potencia hacia el extremo sur con tan sólo 1,50 m de espesor medio.

También se aprecia en general una disimetría en cuanto a la distribución de arcillas y limos. Estos son más dominantes en la parte occidental (más próxima al río) mientras que en la oriental predominan las arcillas. Por último en la zona central y norte son frecuentes las intercalaciones de ambos sedimentos.

---

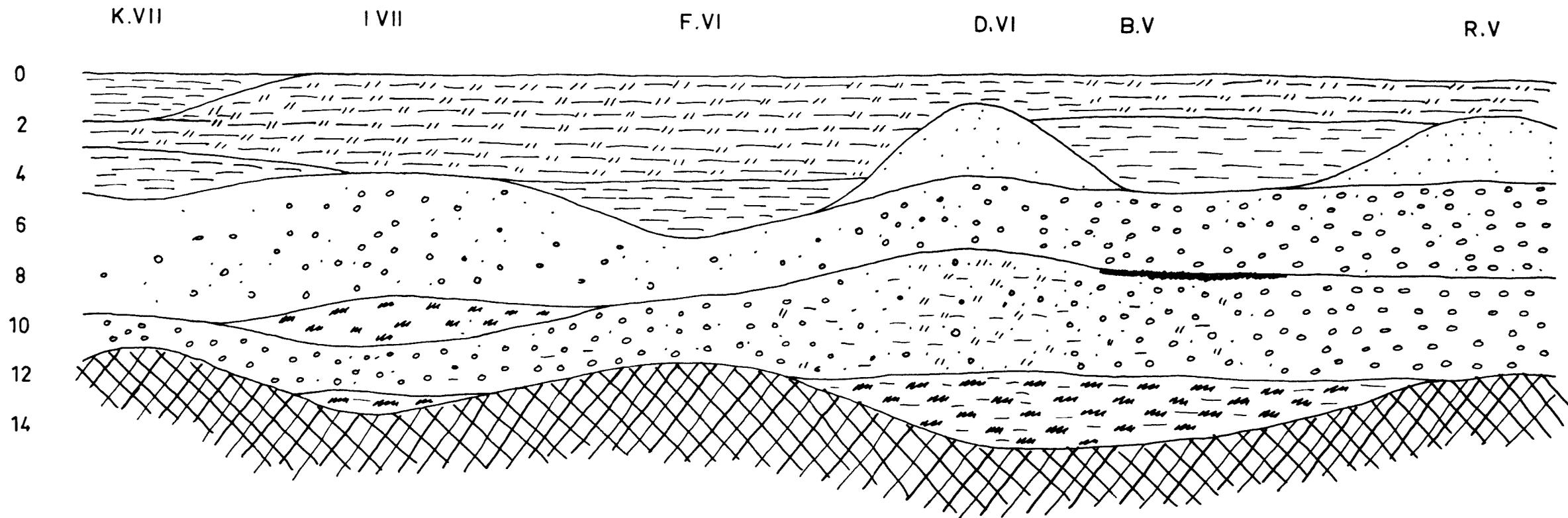
(+) No incluimos la descripción e interpretación detallada de cada uno de ellos puesto que sería un apartado muy extenso y en la figura correspondiente se recogen las características de cada uno de ellos.

FIG. PERFIL DEL TRAMO SUPERIOR DE LA ZONA FRANCA



-  Arcillas
-  Limos arcillosos
-  Arenas y gravas
-  Limos arcillosos orgánicos
-  Arenas, gravas y limos

FIG. PERFIL DEL TRAMO SUPERIOR DE LA ZONA FRANCA



-  Arcillas
-  Limos arcillosos
-  Arenas y gravas
-  Limos arcillosos orgánicos
-  Arenas , gravas y limos

En algunos puntos, como en el sondeo K 1, aparecen unos niveles turbosos en la base.

La fauna que contiene esta formada casi exclusivamente los gasterópodos terrestres.

Consideramos que representan los materiales depositados en los períodos de inundación del río.

Su distribución espacial está relacionada por una parte con las obras realizadas a partir del siglo XIX, para el saneamiento de esta región del delta y por otra a los cambios de cauce del río (hay saltos o cambios de curso de los que se ha podido obtener documentación histórica: Riu Sec, Riu Mort, etc en el término de El Prat).

2) Nivel detrítico beige: esta formado por arenas de grano fino muy homométricas y bien clasificadas.

La potencia de este nivel oscila entre 0,50 y 1,70 m, teniendo como media 1 m aproximadamente. Las únicas excepciones corresponden a los sondeos RV, D VI y S 3d, en los que las potencias son de 2,90 y 2,40 y 3,90 m respectivamente. No es un nivel constante en toda la región sino que se localiza preferentemente en la parte oriental. Interpretamos este nivel como correspondiente a dunas.

3) Nivel detrítico gris: está formado por arenas de grano fino, arenas de grano grueso y gravas. En algunos puntos predominan

los niveles arenosos, en otros hay alternancia de arenas y gravas y por último en algunos dominan las gravas. Las arenas contienen, en algunos puntos, restos de moluscos marinos.

La tendencia general es que las arenas ocupen el techo de este nivel y las gravas predominen en la base. Esto se puede apreciar por ejemplo en los sondeos F3, G3, G5, H5, A7, S4d y S2d, pero en otros unicamente hay arenas o gravas, observandose algunos cambios laterales entre estas facies.

La potencia de este nivel oscila alrededor de los 6 m, aunque en algunos sectores llega casi a los 8 m y en otros muy localizados disminuye, como en el caso del sondeo K5 en donde se alcanza un mínimo de 2,65 m.

Este nivel detrítico está formado pues, por unas arenas de origen fundamentalmente marino y unas gravas que se deben a los periodos de mayor competencia fluvial.

4) Nivel orgánico: está constituido fundamentalmente por limos orgánicos y turbas, con intercalaciones de limos, limos arenosos, de arenas e incluso gravas. Además, se ha podido observar directamente el desprendimiento de burbujas de gas metano.

Este nivel esta ampliamente representado en toda la región y su potencia es muy variable. En muchos sondeos no se ha alcanzado la base, por lo que no se ha podido conocer al espesor máximo real, pero

como dato, podemos decir que el máximo alcanzado en las perforaciones es del orden de los 8 m.

Este nivel, que en realidad se desarrolla sobre una serie de pequeñas ondulaciones o depresiones, corresponde a unos depósitos de tipo lagunar. La cota en que se localizan es de -10 m.

Las características de este nivel hacen pensar que su desarrollo corresponde o bien representa una etapa de estabilización del mar a una profundidad de 10 m con respecto al nivel actual del mar.

5) Nivel basal: está formado por limos arenosos, arenas, limos y arcilla con algunas intercalaciones aisladas de niveles orgánicos.

Ultima etapa de la evolución

Si bien hasta ahora hemos ido viendo las diferentes etapas de progradación del delta, este fenómeno se invierte a partir de un determinado momento. Como se deduce de las fechas en que diversos autores realizaron los cálculos de avance (que se recogen en la tabla 1) el proceso progradativo era efectivo, como mínimo, hasta 1935.

No fué hasta el año 1948 que PUCHADES dió las primeras cifras sobre el retroceso, tomando como referencia la Farola o Faro. Así pues cuando se construyó en 1862, estaba a una distancia de 320 m de la costa y en 1948 estaba tan sólo a 20; por ello dedujo que el retroceso en esta zona, próxima a la desembocadura era de 3,077 m/año. En cuanto a la parte sur, en el sector del semáforo, la costa seguía avanzando a razón de 2,145 m/año.

En la figura 72 se recoge la variación de la línea de costa en el período 1953-1965. Este gráfico lo hemos elaborado en base al mapa escala 1:10.000 de la Diputación de Barcelona realizado en 1965. La línea de costa se ha transformado en una línea recta reduciendo la escala. Las otras líneas de costa correspondientes a los años 1957 (Fotografía aérea) y 1953 (mapa de la margen derecha del Llobregat a escala 1: 5.000, de la Confederación Hidrográfica del Pirineo Oriental) se han construído tomando como referencia unos determinados puntos, manteniendo la escala 1: 10.000 para indicar el avance o retroceso. Esta transformación la hemos realizado puesto que, a la escala necesaria para visualizar las variaciones, la longitud de la costa hubiera sido superior a un metro.

En líneas generales se puede observar lo siguiente:

1) Un fuerte retroceso al sur de la desembocadura que se va atenuando hacia el sector de la Ricarda-Remolar; 2) un sector bastante estable, que va desde el punto anterior hasta Castelldefels en el área denominada Pineda, destacando, sin embargo, un área de retroceso al S de la Murtra y 3) un ligero avance al sur de este sector.

El retroceso, que afecta fundamentalmente a la zona más prominente, cercana a la desembocadura, se debe en último término a una transformación en la relación dinámica entre el río y el mar, desplazada a favor de este último. Según nuestro punto de vista las causas que han provocado esta transformación son:

1º Construcción de las obras del puerto (espigones), las cuales afectan a las corrientes litorales y con ello el transporte de arena en las zonas situadas al sur de las obras. Modifican la profundidad de la zona costera favoreciendo la deposición de arena en ciertos sectores profundos, creando un cierto déficit en el delta.

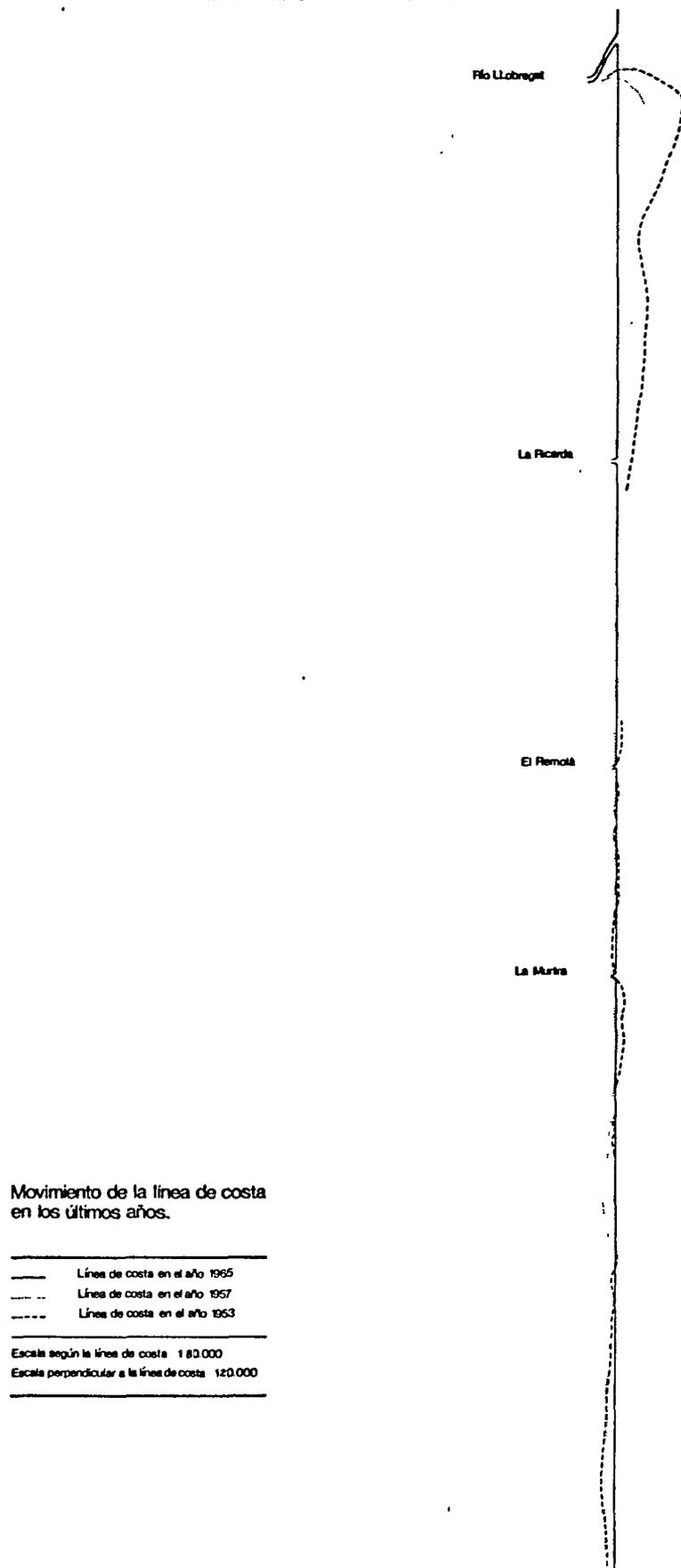
2º Extracción de áridos a lo largo del río Llobregat. que representa: a) un volumen de material que no podrá llegar al mar puesto que debe compensar el déficit producido en las zonas de extracción y b) un descenso general del nivel del cauce con los consiguientes problemas de decalzamiento de puentes, etc.

3º Explotación de los acuíferos que, debido a la enorme demanda, es excesiva y ha hecho descender los niveles freáticos, con la consiguiente pérdida de carga hidrostática.

4º Asentamiento propio del delta.

5º Construcción del aeropuerto, para cuya obra se extrajeron arenas de la playa.

Por otra parte, la razón que posiblemente explica el avance en la costa más occidental, es que la redistribución de las arenas, efectuada por la corriente de longshore, ha sido modificada en conjunto en los últimos años pero no ha variado significativamente en este sector. Aparte de las arenas que provienen de zonas más septentrionales, los aportes del río también suministraban el material que se iba redistribuyendo a lo largo de la costa. En la actualidad, gran parte de las arenas transportadas por estas corrientes provienen directamente de los materiales que forman las zonas más prominentes. Esto provoca su parcial destrucción y por ende su retroceso, pero todavía sigue produciéndose una acumulación en la zona de Castelldefels. Este fenómeno suponemos que se irá debilitando a medida que la costa del delta se aproxime a una línea de equilibrio (sin avance ni retroceso), seguramente situada bastante tierra adentro de la actual.



Movimiento de la línea de costa  
en los últimos años.

——— Línea de costa en el año 1965  
- - - - Línea de costa en el año 1957  
· · · · · Línea de costa en el año 1963

Escala según la línea de costa 1:80.000  
Escala perpendicular a la línea de costa 1:20.000

Capítulo 9

CONCLUSIONES

Si bien hemos dado ya una visión general y de detalle de los distintos apartados estudiados a lo largo de todo el trabajo, creemos necesario hacer, a modo de conclusiones, una recapitulación de los resultados obtenidos al mismo tiempo que hacer resaltar las nuevas aportaciones en el conocimiento del cuaternario de esta región, que podemos considerar como una de las más favorecidas de toda España, en cuanto a la dedicación de estudios sobre este tema.

Por consiguiente, a continuación, daremos una visión muy esquemática y somera de aquellas nuevas aportaciones que creemos más importantes y remitimos, para mayor detalle, a los capítulos anteriores en los que se intenta, de modo exhaustivo, analizar todos los pormenores.

1.- Los materiales que se desarrollan encima de las margas azules, clásicamente atribuidas al Plasenciense, corresponden al cuaternario, que llega a alcanzar, en el punto de mayor desarrollo, potencias superiores a los 150 m. A pesar de los sondeos profundos practicados en la zona, nunca se ha podido alcanzar la base del Plioceno cuya potencia en esta zona sobrepasa, por tanto los 600 m.

2.- En líneas generales se pueden diferenciar dos tipos de cuaternario: uno inferior en el que predominan los sedimentos detríti-

cos groseros, que hemos denominado complejo detrítico inferior y otro superior que hemos denominado complejo deltaico por presentar la estructura clásica deltaica.

3.- El complejo detrítico inferior se caracteriza por la existencia de unos ciclos transgresivos separados por niveles de estabilización y depósitos de regresivos o de <sup>pa</sup>aislamiento. En total se han podido reconocer tres ciclos. Estos depósitos corresponden al flandriense por la analogía existente entre los niveles de estabilización nuestra zona y los del Rosellón, donde han sido datados por carbono-14 y por la fauna templada cálida que incluyen. Sin embargo cabe la posibilidad de situar los niveles más inferiores, con cotas posiblemente superiores a los 150 m (sondeo 2 M), dentro de niveles cuaternarios inferiores a este, posiblemente Würm.

4.- En cuanto al complejo deltaico, con un espesor aproximado de 60 m, se inicia por una fase transgresiva (en la zona costera que tiene una edad de  $10\ 900 \pm 140$  años B.P.). Presenta la estructura clásica de cuña, con el prodelta, frente deltaico (delta front) y llanura deltaica (delta plain), característicos de los deltas. Comprende lo que hemos denominado: a) tramo inferior, con los niveles salobres y arenas litorales como primeros episodios transgresivos; b) tramo intermedio o cuña fluviomarina que incluye parte de las secuencias de onlap o translapamiento en la base y de offlap o cislapamiento en la parte alta; c) tramo superior que abarca los niveles del frente deltaico y llanura deltaica y corresponde en general a la fase final de la

secuencia de cislapamiento debido a la progradación del delta pero que acusa una serie de pulsaciones que complican esta parte de la secuencia deltaica.

5.- Como fenómeno de gran importancia para comprender la mecánica que rige el tipo de secuencias y en definitiva la estructura de los distintos niveles, hay que destacar el ascenso eustático del mar post-Wurmiense. La transgresión flandriense no se ha realizado de forma continua, como afirman algunos autores, sino con episodios de estabilización. Según la importancia de estos episodios de estabilización se han desarrollado o no secuencias regresivas cislapamiento. Por lo tanto podemos concluir que no existe una transgresión flandriense en sentido estricto, sino un conjunto de episodios transgresivos separados por episodios de estabilización, con secuencias regresivas según su importancia, que en conjunto darían como resultado el ascenso del mar y que, para seguir la terminología clásica, podemos denominar flandriense.

Se han podido reconocer las siguientes etapas de estabilización a - 95 m probable, a - 75 m, a -60 m, a 40 m, a -18 - 20 m y a - 10 m.

6.- La progradación deltaica ha venido condicionada, aparte del propio régimen fluvial, por las corrientes litorales y el tipo de plataforma. Esta tiene escaso desarrollo en esta zona y además disecada por cañones submarinos, que deben haber actuado como canal de transporte de los sedimentos hacia zonas mas profundas, tal como indica su parcial colmatación.

7.- Se ha podido reconstruir la evolución superficial del delta a partir de los datos litológicos, de los documentos históricos y de los restos arqueológicos que han aparecido fundamentalmente en las explotaciones de áridos del término municipal de Gavá. Estos restos, atribuidos a la época romana, permiten establecer la línea de costa de esta época y determinar la evolución posterior de la llamada deltaica. Esta evolución viene caracterizada por dos fenómenos convergentes, el avance de la línea de costa por la formación de barras y la continua variación del curso fluvial del Llobregat.

BIBLIOGRAFIA

ANTECEDENTES

ALMERA, J.- (1883) "Descubrimiento paleontológico importantísimo. L presencia del Mamut (*Elephas primigenius*, Cuv.?) en las riberas del Bajo Llobregat". Crónica Científica t. VI,- pp. 362-363, Barcelona.

(1889) "Indicaciones sobre la invasión del mar en la co ta de Levante de la Península". AnalSoc.Esp.Hist.Nat., t. XVIII Actas, pp. 67, Madrid.

(1891) "Mapa geológico-topográfico de la provincia de Barcelona. Región I o de contornos de la capital, con la explicación somera en la misma hoja. Esc. 1:40.000. 1ª edic. Barcelona, 1891; 2ª edic. Barcelona, 1900.

(1892) "Explicación somera del mapa geológico de los alrededores de Barcelona". Crónica Científica, t. XV, pp. 132-136 y 275-281, Barcelona.

(1894) "Descripción de los depósitos pliocénicos de la cuenca del bajo Llobregat y llano de Barcelona". Mem.R. Acad.Cienc.Art. Barcelona, (3ª época), t. III, nº 2, pp 1-355, 17 figs., 28 láms., Barcelona.

(1899) "Compte-rendu des excursions du dimanche 2 octobre a Gracia et le Coll (Horta) et du Lundi 3 a Vallcar ca, au Tibidabo et à Esplugas". Bull.Soc.Géol.Fr., t. - XXVI, pp. 742-763, 3 figs., 3ª ser., Paris.

(1903) "Excursión X, Castelldefels y Costas de Garraf. Verificadas durante la reunión de la Sociedad Geológica de Francia en B arcelona en sep. y oct. 1898". Bol.Com. Map.Geol.Esp., t. XXVII, pp. 238-250, 22 fig., Madrid.

- (1903) "Excursión a Gavá, Brugués, Begas y Vallirana. (Excursiones de la Soc. Geol. de Francia en 1898)". Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. XXVII, pp. 225-237, 6 figs., Madrid.
- (1909) "Ensayo de una síntesis de la evolución geológica de la comarca de Barcelona". Mem. R. Acad. Cienc. Art., (3ª época) t. VIII, nº 4, pp. 41-53. Barcelona.
- (1919) "Apuntes sobre los terrenos pliocénicos de Barcelona". Mem. R. Acad. Cienc. Art. (3ª época), t. XIV, nº 11, pp. 541-544, Barcelona.
- ALMERA, J. y A. BOFILL y POCH.- (1891) "Ojeada sobre el pasado y el presente de Garraf". Crónica Científica, t. XIV, nº 324, pp. 161-166, Barcelona.
- BATALLER, J.R. (1922).- "El tombolo de Montjuich". Bull. Inst. Cat. - Hist. Nat., t. XXII, pp. 34-38, Barcelona.
- (1961) "Geología cara al mar". Miscelánea Fontseré, Ed. Gustavo Gili, pp. 67-75, Barcelona.
- BOURCART, J. (1954) "Recherches de géologie sous-marine profonde". Bull. Soc. Géol. de France, 6ª sér. t. IV, pp. 557-564, Paris.
- CARANDELL, J. (1921) "Procesos constructivos en algunos puntos del litoral español". Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXI, pp. 311-317, 3 figs., Madrid.
- CATALAN LAFUENTE, J.G.; B. OLIVER y J. ALONSO (1971) "Estudio hidrológico del río Llobregat". Ed. Comité Asesor y de Estudios del Abastecimiento de Agua a Barcelona, y por el Centro de Est. Invest. y Aplic. del Agua. Litocolor S.A. 511 pp., 137 fot., 178 figs., 165 tabl., Barcelona.
- CODINA, J. (1966) "Delta del Llobregat. La gent del fang. El Prat: 1965-1965. Granollers, Editorial Montblanch, 241 pp., 20 láms.
- COMISARIA DE AGUAS DEL PIRINEO ORIENTAL Y SERVICIO GEOLOGICO DE OBRAS PUBLICAS (1966) "Estudio de los recursos hidráulicos totales de las cuencas de los ríos Besós y Bajo Llobregat. Barcelona, t. I - II - III - y IV, fig. 1, t. separata (policopia).

- CHEVALIER, M. (1908) "L'ère quaternaire". Estudis Universitaris Catalans, v. II, pp. 139-146, 20 figs., Barcelona.
- (1914) "Note préliminaire sur la géologie de la Catalogne orientale". Bull.Soc.Géol.France (4<sup>a</sup> s'erie), t. XIV, pp. 157-178, 8 figs., Paris.
- (1926) "Essai sur la physiographie de la Catalogne. - Les formes topographiques et leurs relations avec la structure géologique. Leur évolution pendant les temps quaternaires". Butll.Inst.Cat.Hist.Nat., t. XXVI, pp. 27-51, Barcelona.
- (1930) "Aperçu sur la physiographie générale de la Catalogne". Geol.Medit.Occid., v. I, 2<sup>a</sup> partie, n<sup>o</sup> 2, pp. 77-92, 20 figs., lam. VIII-XVI, 1 mapa geol., Barcelona.
- CHOBERT, G. (1956) "Les rapports entre les formations marines et continentales quaternaires". Actes IV Congres Inter.Quaternaire. Rome-Pise 1953, pp. 576-590. Roma.
- DEPÉRET, Ch. (1898) "Aperçu générale sur la bordure nummulitique du massif ancien de Barcelone et étude de la faune oligocène de Calaf". Bull.Soc.Géol.France (3<sup>a</sup> s'erie) t.XXVI, pp. 713-724, 1 fig., Paris.
- (1903) "Los terrenos neógenos de Barcelona". Bol.Com. Mapa Geol.Esp., t. XXVII, pp. 306-311, Madrid.
- DOLLFUS, G.F. (1898) "Relation entre la Géologie et l'hydrographie en Catalogne". Bull.Soc.Geol.Fr. t. XXVI, pp. 876-883, 2 fig., Paris.
- DUBOIS, G. (1930) "Les rivages du Bassin méditerranéen pendant la dernière glaciation et pendant la transgression flandrienne". Ass. Française avanc. Scien. t. LIV, Alger.
- DUBOUL - RAZAVET, C., y A. MONACO (1966) "Estude minéralogique des sables du litoral catalan espagnol". Vie et Milieu. t. - XVII, fasc. 1 B, pp. 217-241, 2 figs., 2 tabl., s.l.

- ELIAS, J. (1930) "Desviaments del Llobregat i de la riera de les Arenes". Biblioteca d'Est.Comarcals, v. I. Comarca del Vallés. pp. 171-179. Casa del Vallés. Barcelona.
- (1931) "Esfondraments a Moncada i a Martorell en començar en el període pliocenic". Butll.Inst.Cat.Hist.Nat., t. XXXI, pp. 60-65, Barcelona.
- FAURA Y SANS, M: (1917) "Montjuich. Notas geológicas", in: Faura y Sans, M. y Roca y Roca, J., Montjuich. Publ. de la Soc. de Atracció de Forasteros, pp. 11-55, 58 figs., Barcelona.
- (1918) "Ascens de la nivel.lació piezométrica de las - aigues subàlvees de l'urbs de Barcelona". Butll.Inst. Cat.Hist.Nat. t. XVIII, pp. 78-79. Barcelona.
- (1920) "La Costa Llevantina s'efondra: Causes i efectes del temporal de 20 i 21 de febrer del 1920". Butll.Inst. Cat.Hist.Nat. t. XX, pp. 58-59, Barcelona.
- FAURA Y SANS, M. y F. PALADELLA FOLQUE (1935) "Experiencies sobre l'avancement del delta del Llobregat, nova serie, Arxius de l'Escola Superior d'Agricultura, t. I, fasc. II, pp. 150-157, 3 figs., Barcelona.
- FAURA Y SANS, M. y S. VILASECA (1920) "Avenç del delta del Llobregat". Butll.Inst.Cat.Hist.Nat., t. XX, pp. 102-103, Barcelona.
- FONT Y SAGUE, N. (1926) "Curs de Geologia dinámica i estratigrafía aplicada a Catalunya". 374 pp., 306 figs., Barcelona.
- FONTBOTE, J.M. (1954) "Características tectónicas de la depresión del Valles-Penedés". Museo de la ciudad de Sabadell; sep. de Arrahona, 37 pp., Sabadell.
- GARCIA FARIA, P. (1893) "Proyecto de saneamiento del subsuelo de Barcelona". Imprenta de Henrich y Comp. en comandita, 2 vol. t. I, 434 pp. Barcelona.
- GIRESSE, P. (1965) "Applications de mesures de radioactivité naturelle à la sédimentologie. Exemples du litoral catalan espagnol et de l'estuaire de la Seine (Manche)". Bull.Soc.Géol.Fr. 7<sup>a</sup> sér., t. VII, pp. 668-673, 2 figs., Paris.

(1965) "Exemples de transport côtier sur le litoral catalan espagnol". Cahiers Océan., t. XVII, nº 2, pp. 99-106, 3 esq., 1 tabl., Paris.

(1965) "Rôle du continent dans la sédimentation fluviatile et côtière de la province de Barcelone (premières observations)" Not. y Com.Inst.Geol. y Min.Esp., nº 80, pp. 71-84, 4 láms., Madrid.

(1969) "Essai de sédimentologie comparée des milieus fluviomarine du Gabon, de la Catalogne et du Sud Contentin (These). Caen, Université, 2 v. ronéot, 1 v. lám.

(1970) "Les limites de la province sédimentaire littorale du delta du Llobregat". Cahiers Océanogr., t. XXII, nº 6, pp. 581-612, 9 figs., Paris.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1928) "Mapa Geológico 1:50.000 Memoria explicativa de la hoja 421: Barcelona. 84 pp., 13 lám 1 mapa geol.pleg.f.t., 1 hoja cort. pleg.f.t., Madrid.

(1930) "Mapa geológico 1:50.000. Memoria explicativa de la hoja nº 420: San Baudilio de Llobregat". 119 pp., 20 lám., 1 mapa geol. pleg.f.t., 1 hoja cort. pleg.f.t., Madrid.

(1932) "Mapa geológico 1: 50.000: Memoria explicativa de la hoja nº 448: Gavá". 44 pp., 1 mapa geol.pleg.f.t., 1 hoja cort pleg.f.t., Madrid.

LEENHARDT, O., A. REBUFFATI, R. SABATIER y A. BRUNETON (1969) "Profil sismique dans le bassin nord-Baléares". C.R.Soc.Géol.Fr., t. 7, pp. 249-251, 1 lám.fig., Paris.

LLOPIS LLADÓ, N. (1942) "Tectomorfológia del Macizo del Tibidabo y valle inferior del Llobregat". Est. Geogr., pp. 321-383, 15 fig. Madrid.

(1942) "Los terrenos cuaternarios del llano de Barcelona". - Publ.Inst.Geol.Dip.Prov.Barcelona. t. VI, 52 pp., 10 figs., 1 lám., Barcelona.

MARCET RIBA, J. (1930) "Las terrazas del N.E. de España". Mem.R.Acad. Cienc.Art. (3ª época), t. XXII, nº 7, pp. 129-174, Barcelona.

(1932) "Antigües platges marines fossilíferes a la costa catalana". Treballs del Museu de Ciències Naturals de Barcelona, v. VIII, serie geol. nº 2, 7 pp., Barcelona.

(1945) "La evolución paleogeográfica del nordeste de España y de las Baleares". Mem.R.Acad.Cienc.Art., t. XXVII, nº 9, pp. 227-345, 2 láms. pleg. con corte y bloque diagrama. Barcelona.

(1956) "Las formaciones cuaternarias de la región costera del nordeste de España". Actas IV Congrès Inter. Quaternaire, Rome-Pise 1953, pp. 631-637. Roma.

MARQUES ROCA, M.A. (1966) "Observaciones sobre el Cuaternario del Delta del Llobregat". Acta Geol.Hisp., año I, nº 4, pp. 9-12, 1 esq., 1 hoj.col.estr., Barcelona.

(1972) "Estudio del delta del río Llobregat y las formaciones cuaternarias del curso bajo del río". Anales de la Fundación Juan March, II 1963-1965, pp. 554, Madrid.

MARQUES ROCA, M.A. y S. REGUANT (1966) "Algunos datos paleogeológicos sobre el Cuaternario marino del Prat de Llobregat". Acta Geol. Hisp., año I, nº 4, pp. 22-23, Barcelona.

MAURETA, J. y S. THOS CODINA (1881) "Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona". Mem.Com.Mapa Geol.Esp., t. IX, vol. de XIII-487 pp., 44 figs., pag. 69, 11 láms., una de ellas con map. geol., Madrid.

PORTA, J. (1956) "Bibliografía sobre el Cuaternario marino de las costas mediterráneas de España". Est. Geol., t. XII, nº 31-32, pp. 301-325, Madrid.

PUCHADES, J.M. (1948) "El río Besós. Estudio monográfico de hidrología fluvial". Publ.Inst.Geol.Dip.Prov.Barcelona. t. "Miscelánea Almera", 2ª parte, pp. 195-354, 7 figs., graf., 12 láms. fots., 2 láms. plegadas con mapa petrogr. y pluviométrico. Barcelona.

RIBERA FAIG, J.M. (1950) "The Plio-Pleistocene Boundary in the North-Eastern Coast of Spain". XVIII International Geological Congress, part X, pp. 78-84, 2 figs. Londres. Traducido al español por Est. Geológicos, t. IX, nº 18, pp. 311-319, Madrid.

SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1917) "Excursiones geológicas por los alrededores de Barcelona". Junta de Ciencias Naturals, Anuari II, pp. 601-614, Barcelona.

- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. y J. MARCET RIBA (1928) "Contribución al estudio de las terrazas del N.E. de España". Butll.Inst. Cat.Hist.Nat., t. XXVIII, (2ª ser. vol. VIII), pp. 59-69, 14 cort., lám. I-V, Barcelona.
- SAINZ-AMOR, E. y M. FONT ALTABA (1968) "Estudio de las arenas del litoral catalán (III). Tramo Barcelona-Sitges". Anales Edaf. y Agrob., t. XXVII, Nª 7-8, pp. 477-491, 3 fig., 2 tabl., Madrid.
- SANTAMARIA, L. y A. MARIN (1909) "Estudios hidrológicos en la cuenca del río Llobregat, provincia de Barcelona". Bol.Com.Mapa Geol.Esp., t. XXX, pp.31-52, 2 lám. cortes color, 1 lám., Madrid.
- SIERRA YOLDI, A. de (1933) "Tectónica e hidrología en la cuenca del - Llobregat". Mem.Acad.de Cienc. y Art. Barcelona, 3ª época, t. XXIII, Nª 15, pp. 309-332, 11 figs., Barcelona.
- SOLE SABARIS, L. (1959) "Succession des faunes marines du Pliocene au Quaternaire sur les côtes méditerranéennes d'Espagne et aux Balears". Colloques Inter. du C.N.R.S., LXXXIII: la topographie et la geologie des profondeurs oceaniques, Ni-ce-Villefranche, 5-12, mai 1958, pp. 283-293, 1 fig., Paris.
- (1961) "Algunes precisiones sobre les oscil.lacions climati-ques cuaternaries a les costes catalanes i balears". Misce-lánea Fontseré, pp. 399-427, 2 figs., Ed. Gustavo Gili, Bar-celona.
- (1961) "Oscilaciones del Mediterraneo español durante el - Cuaternario". C.S.I.C., 51 pp., 1 fig., Barcelona.
- (1962) "Le quaternaire marin des Baléares et ses rapports avec les côtes méditerranées de la Peninsule Ibérique". Quaternaria, t. VI, pp. 309-342, 11 figs., Roma.
- (1963) "Ensayo de interpretación del Cuaternario barcelonés" Miscel.lania Barcinonensis, t. II, pp. 8-54, 5 figs., Barce-lona.

- (1964) "Ciclo de geología práctica sobre los alrededores de Barcelona". Dir.Gen.Enseñanza Media, 136 pp., 30 figs., Madrid.
- (1968) "Geograf'ia de Cataluña". Ed. Aedos, 665 pp.+ fig.+map. Barcelona.
- SOLE SABARIS, L. y S. LLOBET (1957) "Formations quaternaires du Vallés e et du Besós (Barcelona)". V Congreso INQUA, Résumés des Communications, pp. 177, Barcelona.
- SOLE SABARIS, L. y N. LLOPIS (1939) "La terminación septentrional de la Cordillera Costera catalana". Asoc.Estud.Geol. del Medit.Occid t. VI. Estudios geomorfológicos de la Península Hispánica, nº 1, 87 pp., 1 lám.fots., 22 figs., 1 mapa sep. negro, Barcelona
- SOLE SABARIS, L., C. VIRGILI e I. ZAMARREÑO (1957) "Livret guide d'excursions: Environs de Barcelone et Montserrat". V Congres - Intern.INQUA, 38 pp., 9 figs., Barcelona.
- SOLE SABARIS, L., C. VIRGILI e I. ZAMARREÑO (1957) "Las terrazas del río Llobregat". V Congreso Intern. INQUA, Résumés des Comm., pp. 177-178, Barcelona.
- SOLE SABARIS, L., F. MACAU, C. VIRGILI y M.R. LLAMAS (1965) "Sobre los depósitos pliocénicos y cuaternarios del Bájío Ebro". Mem. y Com. (2ª serie), t. I, pp. 83-92, 2 figs., Barcelona.
- TOMAS QUEVEDO, A. (1961) "Els llevants de rolada". Miscel.lania Fontseré pp. 429-433, 2 figs., Ed. Gustavo Gili, Barcelona.
- VEZIAN, A. (1856) "Du terrain post-pyrénéen des environs de Barcelone et de ses rapports avec les formations correspondantes du bassin de la Méditerranée". These, 116 pp., 1 lám. map. geol., (Emp. de Richard Frères), Montpellier.
- VIRGILI, C. (1960) "Estudio de los minerales pesados del Cuaternario continental del litoral catalán". Anal.Edaf.y Agrob., t. - XIX, pp. 229-240, Madrid.
- VIRGILI, C. e I. ZAMARREÑO (1957) "Depósitos continentales del interglaciar Riss-Würm del litoral catalán". V Congr.Inter.INQUA, Résumés des Communications, p. 194, Barcelona.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EVOLUCION DEL DELTA

- ALBENTOSA, L.M.- (1973) "Los climas de Cataluña. Estudio de climatología dinámica". Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona Fac.Filosofía y Letras Depto.Geografía., V. I, 407 pp., 65 fig.; V. II, 493 pp.; V. III 443 pp., Barcelona.
- ALVAREZ CASTRILLON, M.- (1922) "Frecuencia de les direccions del vent a Barcelona". N. de E. nº 3, S.M.C. (según Tomás Quevedo).
- BOUGIS, P.- (1958) "Contribution a la connaissance des courants superficiels dans le Nord-Ouest de la Méditerranée". Rapports et Procés Verbaux des Reunions, XIV (Nouv. Sér.), pp. 67-84, 7 figs., Banyuls-sur-Mer.
- BOURCART, J.- (1954) "Recherches de géologie sous-marine profonde". Bull.Soc.Géol.France, 6ª sér., t. IV, pp. 557-564, Paris.
- CATALAN LAFUENTE, J.G., B. OLIVER y J. ALONSO (1971) "Estudio hidrológico del río Llobregat". Ed. Comité Asesor y de Estudios del Abastecimiento de Agua a Barcelona, y por el Centro de Est.Invest.y Aplic. del Agua. Litocolor S.A., 511 pp., 137 fot., 178 figs., 165 tabl., Barcelona.
- EMILIANI, C.- (1971) "Paleotemperature variation across de Plio-Pleistocene boundary". Science, vol. 171, pp. 60-62, 1 tabl., Washington.
- (1971) "The last interglacial: paleotemperatures and Chronology". Science, vol. 171, pp. 571-573, 2 figs., Washington.
- ESTALELLA, J.- (1922) "Les denominacions dels vents a la costa de Llevant". N. de E. nº 7, S.M.C. (según Tomás Quevedo).
- FEBRER, J.- (1930) "Atlas pluviométrico de Cataluña". Vol. I de las Memorias Patxot. Barcelona, Inja. Elzeririana, 403 pp., 106 láms.

- FLEMMING, -, (1972) "Relative chronology of submerged Pleistocene marine erosion features in the western Mediterranean". Journal of Geol., 80 (6), pp. 633-662, 21 figs., 5 tabl., Chicago.
- FONTSERE, E.- (1934) "Les "seixes" de las costa catalana". Servei Meteorològic de Catalunya 58., pp. 143-148, 5 figs., Barcelona
- FORGET, C.; S. THOMMERET y Y. THOMMERET (1972) "Mollusques septentrionauses en Méditerranée Occidentale: datation par le C<sup>14</sup>". Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeocol., v. 12, nº 4, pp. 285-293, 1 tabl., Amsterdam.
- GIRESE, P.- (1965) "Exemples de transport côtier sur le litoral catalan espagnol". Cahiers Océan., t. XVII, nº 2, pp. 99-106, 3 esq., 1 tabl., Paris.
- (1965) "Rôle du continent dans la sédimentation fluviale et côtière de la province de Barcelone (premières observations)". Not. y Com. Inst. Geol. y Min. Esp., nº 80, pp. 71-84, 4 lám., Madrid.
- (1970) "Les limites de la province sédimentaire litorale du delta du Llobregat". Cahiers Océan., t. XXII, nº 6, pp. 581-612, 9 fig., Paris.
- GLANGEAUD, L.- (1966) "Les grands ensembles structuraux de la Méditerranée occidentale d'après les données de Géomède I". C.R. Ac. Sci., ser. D, v. 262, pp. 2405-2408, Paris.
- (1967) "Epirogénèse ponto-plio-quatérnaires de la marge continentale franco-italienne du Rhône à Gênes". Bull. Soc. Géol. France (7), 9, pp. 426-449, Paris.
- (1968) "Les méthodes de la Géodynamique et leurs applications aux structures de la Méditerranée occidentale". Rev. Géog. Phys. Geol. dynam. (2), pp. 83-135, Paris.
- GOT, H.- (1973) "Etude des corrélations tectonique-sédimentation à cours de l'histoire quaternaire du précontinent Pyrénéo-catalan". These Doct. Univ. Sciences et Techniques Languedoc-Soutenue Centre Universitaire de Perpignan, 294 pp, 5 annexes, XXXIII.

- HAMILTON, E.L.- (1967) "Marine geology of abyssal plains in the gulf of Alaska". *J. Geophy.Res.* 72. (16) pp. 4189-4213, Washington
- MALDONADO, A.- (1972) "El delta del Ebro: estudio sedimentológico y estratigráfico". *Bol.Estrat.*, v. 1, 476 pp., 10 fig., 4 lámpleg.f.t., Barcelona.
- LEENHARDT, O., A. REBUFFATI, R. SABATIER, A. BRUNETON (1969) "Profil sísmique dans le bassin nord-Baleares". *C.R.Soc.Géol.France* t. 7, pp. 249-251, 1 lám.fig., París.
- LLOPIS, N.- (1946) "Los movimientos corticales intracuaternarios del NE de España". *Est.Geol.*, t. II, pp. 181-236, 19 fig., 7 lám., Madrid.
- MASACHS, V.- (1948) "El régimen de los ríos peninsulares". C.S.I.C. Instº "Lucas Mallada" (Impr.San José. Manresa). 512 pp + 80 pp. (24 x 17 cm), 162 fig., 1 mapa. Barcelona.
- MAUFFRET, A. J. SANCHO (1970) "Étude de la marge continentale au Nord de Majorque (Baléares, Espagne). *Rev.Inst.Français du Petrol* t. XXV, nº 6, pp. 714-730, 5 fig., 4 pl., París.
- MENARD, H.W.- (1955) "Deep sea channels topography and sedimentation" *Bull.Amer.Ass.Petrol.Geol.* 39, pp. 236-255, Tulsa.
- MONACO, A.A.- (1973) "The Roussillon continental margin (Gulf of Lions plio-quaternary palaeogeographic interpretation". *Sedimentary Geol.*, 10, pp. 261-284, 12 fig., Amsterdam.
- MONACO, A.A., J. THOMMERET et Y. THOMMERET (1972) "L'âge des dépôts quaternaires sur le plateau continental du Roussillon (Golfe de Lion)". *C.R.Ac.Sc.Paris*, sér.D, t. 274, pp. 2280-2283, 2 fig., 1 tabla, París.
- MORNER, N.A.- (1971) "Eustatic changes during the last 20.000 years and a method of separating the isostatic and eustatic factor in an uplifted area". *Palaeogeog.Palaeoclim.Palaeoecol.*, v. 9, pp. 153-181, 14 fig., Amsterdam.
- NIELSEN, J.N.- (1912) "Hydrography of Mediterranean and adjacent waters Rep.of the Da.Ocean.Exp. 1908-1910 to the Mediterranean and adjacent Seas. Copenhagen.

- ROMANOVSKY, V.- (1955) "Résultats de la détermination dans le bassin occidentale de la Méditerranée des courants superficiels par la méthode des flotteurs dérivants". Trav. du Centre Rech. Etud. Oceanographiques (C.R.E.O.) II, (1-2).
- RYAN, W.B.F.- (1969) "The floor of the Mediterranean sea". (These) Doctor of Philosophy. Lamont Geological Observatory Palisades.
- SAINZ-AMOR, E., M. FONT ALTABA (1968) "Estudios de las arenas del litoral catalán (III). Tramo Barcelona-Sitges". Anales Edaf. y Agrob., t. XXVII, Nº 7-8, pp. 477-491, 3 fig., 2 tabl., Madrid.
- SCRUTON, P.C.- (1960) "Delta building and the deltaic sequence. En. F.P. Shepard, F.B. Phleger and Tj. H. van Andel (Editors). "Recent Sediments. NW Gulf of Mexico". Bull. Am. Assoc. Petrol. Geologists., pp. 82-102, Tulsa.
- SEGOTA, T.- (1973) "Radiocarbon Measurements and the Holocene and Late Wlrm Sealevel Rise". Eiszeitalter u. Gegenwart; t. 23-24, pp. 107-115, 3 fig., 3 tabl., Hannover.
- SHEPARD, F.P.- (1974) "Holocene sea-level changes: A discussion". Geol. Minbouw, v. 53, nº 2, pp. 71-73, 2 fig., Delft.
- SMYTH, W.H.- (1854) "The Mediterranean. A memoir physical, historical and nautical". London.
- SOLE SABARIS, L.- (1968) "Geografía de Cataluña". Direcció:..... Barcelona, Ed. Aedos, (1968- ), v. I-II.
- SUAU, P., F. VIVES.- (1958) "Estudio de las corrientes superficiales del Mediterráneo occidental". Com. Int. Expl. Scienc. Medit. Rap. et Procès Verbaux, XIV, pp. 53-55.
- TERZAGHI, K. y W. PECK.- (1971) "Mecánica de suelos en la ingeniería práctica". Barcelona, Ed. Ateneo, 681 pp., 218 fig., 28 tabl.
- TOMAS QUEVEDO, A.- (1959) "Temporales de "Llevant". Tesis doctoral curso 1958-59 Universidad de Barcelona. Fac. de Ciencias, Secc Físicas, 122 pp., 125 fig.; LXXXIV tablas, Barcelona.
- VIDAL y POTAU (1944) "Vientos en altura en Barcelona". Ministerio del Aire. Serv. Metereologico Nacional. Ser. D., nº 3. Madrid.

LOS SEDIMENTOS

- ALLEN, G.P., P. CASTAING y A. KLINGEBIEL (1972) "Distinction of elementary sand populations in the Gironde Estuary (France) by R-mode Factor analysis of grain-size data". Sedimentology, vol. 19. nº 1-2, Amsterdam, pp. 21-36.
- FOLK, R.L.- (1966) "A review of grain-size parameters". Sedimentology vol. 6, pp. 73-93, 3 tabl., Amsterdam.
- FOLK, R.L. y W.C. WARD (1957) "Brazos River bar: a estudy in the significance of grain size parameters". Jou.Sed.Petrol., nº 27 pp. 3-26, Urbana.
- FRIEDMAN, G.M. (1962) "On sorting, sorting coefficients, and the lognormality of grain-size distribution of sandstones". Journal of Geology, vol. 70, nº 6, pp. 737-753, 10 fig., 5 tabl., Chicago.
- INMAN, D.L.- (1952) "Measures for describing the size distribution of sediments". Journ.Sed.Petrol., vol. 22, pp. 125-145, Urbana.
- KLOVAN, J.E.- (1966) "The use of factor analysis in determining depositional environments from grain-size distributions". Jour.Sed.Petrol., vol. 36, nº 1, pp. 115-125, fig. 1-6, Urbana
- KRUIT, C.- (1955) "Sediments of the Rhone delta". Verhand.Konink Ned Geol.Mijn.Genoot., Geol.Ser.Vol. 15, pp. 357-513, Amsterdam.
- KRUMBEIN, W.C. (1934) "Size frequency distribution of sediments" Jour.Sed.Petrol., vol. 2, pp. 89-124, Urbana.
- KRUMBEIN, W.C. y F.J. PETTOJOHN (1938) "Manual of Sedimentary Petrology" Appleton-Century-Crofts, New York.
- OOMKENS, E.- (1967) "Depositional sequences and sand distribution in a deltaic complese". Verhand.Konink Ned.Geol.Minj.Genoot. Geol.Serv., vol. 46, pp. 265-278, 11 fig., Amsterdam.

- OOMKENS, E.- (1970) "Depositional sequences and sand distribution in the Post-Glacial Rhône delta complex in Morgan, J.P. (edit Deltaic sedimentation modern and ancient". Soc.Econ.Paleor Mineral,Sp.Publ., 15, pp. 198-212, 10 fig., Tulsa.
- OTTO, G.H.- (1939) "A modified logarithmic probability graph for the interpretation of mechanical analysis of sediments". Jour. Sed.Petrol., vol. 9, pp. 62-76, Urbana.
- PASSEGA, R.- (1957) "Texture as characteristic of Clastic Deposition" Am.Assoc.Petrol.Geol.Bull., vol. 41, pp. 1952-1984, Tulsa.
- (1964) "Grain size representation by CM pattern as a geological tool". Jour.Sed.Petrol., vol. 34, pp. 830-847, 11 fig., Urbana.
- PASSEGA, R. y R. BYRAMJEE (1969) "Grain-size image of clastic deposits". Sedimentology, nº 13, pp. 233-252, 5 fig., Amsterdam.
- POMEROL, Ch.- (1967) "Comparative Study of deviation indese Hq , Qdy and So." Sedimentology, vol. 8, pp. 153-157, Amsterdam.
- SPENCER, D.W.- (1963) "The interpretation of grain-size distribution curves of clastic sediments". Jour.Sed.Petrol., vol. 33, pp. 180-190, Urbana.
- STERNBERG, R.W. y J.S. CREAGER (1961) "Comparative efficiencies of size analysus by hidrometer and pipetle methods". Jour.Sed.Petr vol. 31, pp. 96-100, fig. 1-3, Urbana.
- TRASK, P.D.- (1930) "Mechanical analysis of sediments by centrifuge". Econ.Geol., vol. 25, pp. 581-599, Ottawa.
- (1932) "Origin and Environment of Source Sediments of Petroleum". Houston,Texas, 323 pp.
- VATAN, A.- (1968) "Manuel de Sédimentologie". Paris Editions Technip. XXIII, 397, lam., fig., XI láms.

FORAMINIFEROS

- BARKER, R.W. (1960) "Taxonomic Notes on the Species Figured by H.B. Brady in his Report on the Foraminifera Dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876". Soc.Econ.Paleont.Minor.Sp.Pub., 9 XXIV, 238 pp., Tulsa.
- BE, A.W.H. (1967) "Foraminifera, Families: Globigerinidae and Globorotalidae" Fiche nº 108. En: "Fiches d'Identification du Zooplancton", redigé par J.H. Fraser, Conseil International pour l'Exploration de la Mer, Chartottenlaund, Denmark.
- BE, A.W.H. y S. TOLDERLUND (1971) "Distribution and ecology of living planktonic Foraminifera in surface waters of the Atlantic and Indian Oceans". En: "The Micropaleontology of Oceans". Proc.Symp.Cambridge 1967: "Micropaleontology of marine bottom sediments", pp. 105-149, 27 figs., 3 lam., Cambridge, Univ.Pren..
- BLANC-VERNET, L., H. CHAMLEY, C. FROGET (1969) "Analyse paleoclimatique d'une carotte du Méditerranée nord-occidentale. Comparaison entre les resultados de tres études: Foraminíferos, Ptéropodos, fracción sedimentaria issue du continent". Paleogeog. Paleoclim. Paleoecol. 6; pp. 215-235, Amsterdam.
- BOLTOVSKOY, E. (1963) "Los Foraminíferos y sus relaciones con el medio". Mus. Argent.Cienc.Nat. "Bernard Rivadavia", t. 1, nº 2, pp. 21-109.
- (1965) "Los Foraminíferos recientes". Buenos Aires Librart S.R.I 510 pp., 114 fig.
- BONYASSE, Ph. et Mn. Y. LE CALVEZ (1967) "Etude des fonds marins compris entre Penmarc'h et Groix (Sud-Finistète)". Bull.B.R.G.M., nº 2, pp. 39 73, Orleans.
- CARALP, M., A. LAMY., M. PUJOS (1970) "Contribucion a la connaissance de la distribution bathymetrique des Foraminíferos dans le Golfe de Gascogne". Rev.Esp.Micropal., v. II, nº1, 00, 55-84m 9 figs., Madrid.
- COLOM, G. (1942) "Una contribución al conocimiento de los foraminíferos de la Bahía de Palma de Mallorca". Invt.Esp.Oceanog. Notas y Resúmenes Ser. 2, nº 108, pp. 1-53, XI lam.

- (1964) "Estudios sobre la sedimentación costera balear (Mallorca y Menorca)". Mem.Acad.Cienc.Art.Barcelona, 3ª época, nº 698, t. 34, nº 15, pp. 495-550, 24 figs., 1 lám., Barcelona.
- (1970) "Estudio de los foraminíferos de muestras de fondo de la costa de Barcelona". Investigación Pesquera, t. 34 (2), pp. 355-384, Barcelona.
- COLOM, G. and A. TAVARES ROCHA (1965-66) "O Mioceno superior, marinho, da sondagen da Quinta da Aldeia (Sacavem, Lisboa)". Bol.Mus.Lab.Min.Geol. Fac.Cien.Lisboa, v. 10 (2), pp. 119-138, 2 graf., 6 lam., Lisboa.
- CUSHMAN, J.A. (1918-1931) "The Foraminifers of the Atlantic Ocean". U.S.Nat. Mus., Bull. 104.- Part. 1, Astrerhizidae (1918), 111 pp.- Part. 2, Lituolidae (1920), 228 pp.- Part. 3, Textulariidae (1922), 143 pp.- Part. 4, Lagenidae (1923), 228 pp.- Part. 5, Chilostomellidae and Gbigerinidae (1924), 55 pp.- Part. 6, Miliolidae, Ophtalmidiidae, Fischerinidae (1929), 129 pp.- Part. 7, Nonionidae, Camerinidae, Peneroplidae, Alveolinidae (1930)m 79 pp.- Part 8, Rotaliidae, Amphiteginidae, Cacarinidae, Cimbaloporteiidae, Geoborotaliidae, Anomalinidae, Panorbulinidae, Rupertiidae and Homotremidae, (1931), 179 pp
- (1950) "Foramonofers, their classification and economic use". Harvard.Univ.Press.Cambridge Massachussets, 478 pp, 55 lam.
- CHIERICI, M.A., T. BUSI, M.B. CITA (1962) "Contribution à un étude écologique des foraminiferès dans la mer Adriatique". Rev.Micropal., vol. 5, nº 2, pp. 123-142, 7 figs., 3 tab., Paris.
- D'ONOFRID, S. (1969) "Ricerca sui Foraminiferi nei fondali antistanti il delta del Po". Gionarle di Geologia (2), t.XXXVI, fasc. 1, pp. 283-334, Bologna.
- D'ORBIGNYM J.C., C. LALON, A.C. VINOT (1970) "Differential isotopic fractionation in bentic Foraminifera and paleotemperatures reassessed". Science, v. 168, pp. 250-251, 2 figs., 1 tabl., Washington.
- EMILIANI, C. (1971) "Isotopic paleotemperatures and shell morphology of Globigerinoides rubra in the type section for the Plio-Pleistocene boundary". Micropal., v. 17, nº 2, pp. 233-238, 3 tabl., New York.
- EADE, J.V. (1967) "A Checklist of Recent New Zealand Foraminifers". New Zealand Oeang.Inst.Memoir, nº 44, 71 pp., 1 fig., N.Z.Dep.Sci.industr Res. Bull, 182.

- FLINT, J.M. (1899) "Recent Foraminifers. A descriptive catalogue of specimens dredged by the U.S. Fish Commission Steamer "Alabastroa". Smithsonian Inst. U.S. Museum, pp. 251-350, 80 lam.
- GLAÇON, G. (1963) "Foraminifères des depots actuels des côtes de Tunisie Sud-Orientale". (Thèse Fac.Sc). Montpellier, 261: 270 pp., 42 fig., 24 lam., 39 tablas.
- GLAÇON, G., C.V. GRAZZINI, M. SIGAL, (1971) "Premiers résultats d'une série d'observations saisonnières des Foraminifères du plancton méditerranéen". Proc.2<sup>e</sup> plankt.Conf. in Roma, 1970, vol. 1, pp. 555-582, 7 tabl., Roma.
- HOFKER, J. (1960) "Foraminiferen aus dem Golf von Neapel". Paläont.Z. Stuttgart 34, pp. 233-262, Stuttgart.
- LE CALVEZ, J. et Y. LE CALVEZ (1958) "Repartition des Foraminifères dans le t de Villefranche. I Miliolidae". Ann.Inst.Oceanogr. 1, 35 fasc. 3 159-234, 5 tabl., 5 figs., 14 lam.
- LE CALVEZ, Y. et G. BOILLOT (1967) "Etude des Foraminifères contenus dans les sediments actuels de la Manche occidentale". Rev.Géogr.Phis.Géol. Dyn., v. IX, fasc. 5, pp. 391-407, 3 lám., Paris.
- LE CAMPION, J. (1968) "Foraminifères des principaux biotopes du bassin d'Arca-  
cachon et du proche océan (Inventaire faunistique)". Bull.Cent. Etud.Rech.Sci., Biarritz, v. 7, n<sup>o</sup> 2, pp. 207-391, Biarritz.
- (1970) "Contribution a l'etude des Foraminifères du Bassin d'Ar-  
cachon et du proche Ocean". Bull.Inst.Geol.Bassin Aquitanie, v. 8 pp. 3-98, 7 lám., 15 tabl., Pau.
- LIDZ, B., A. KEHM, H. MILLER (1968) "Depth habitats of Pelagic Foraminifera during the Pleistocene". Nature, vol. 217, N<sup>o</sup> 5125, pp. 245-247, Londres.
- MATEU, G. (1970) "Contribución al conocimiento de los Foraminíferos vivientes. Estudio sistemático y bioecológico de los Foraminíferos vi-  
vientes de los litorales de Cataluña y Baleares". (Tesis Doctoral. Trabajos Inst.Esp.Oceanografía, n<sup>o</sup> 38m pp. 1-84, 8 figs., 28 lam Madrid.

- MIRÓ , M.D.de (1970) "1970 ms. Foraminíferos planctónicos vivos y sedimentados del margen continental de Venezuela". Tesis Doctoral Univ. de Barcelona, 322, pp., 5 lám.
- PARKER, F.L. (1958) "Eastern Mediterranean Foraminifera". Swedish Deep-sea Exped., Rpts., nº 8, pp. 219-283, 16 lam.
- PHLEGER, F.B. (1960) "Ecology and Distribution of Recent Foraminifera". Baltimore Johns Hopkins Press, 297 pp., 83 fig., 11 lám.
- PUJOS, M. (1972) "Repartition des biocoenses de Foraminifères benthiques sur le plateau continental du Golfe de Gascogne a l'ouest de l'embouchure de la Gironde". Rev.Esp.Micropaleontología, v. IV, nº 2, pp. 141-156, Madrid.
- SCHLUMBERGER, Ch. (1893) "Monographie des Miliolidées du Golfe de Marseille". Mem.Soc.Zool.France, 6, pp. 57-80, 4 lám., 37 fig.
- SIDEBOTTOM (1903-1904) "Report on Recent Foraminifers from the Island of Delos (Grecian Archipel)". Mem.Proc.Manchester Lit-Phil.Soc. pt. 1 a 6.
- TAVARES, A. Y G. MATEU (1971) "Contribuição para o conhecimento dos foraminíferos actuais da ilha de Maio (Arquipélago de Cabo Verde)". Luanda, Inst.Invest.Cient.Angola, 108 pp., VI lám., 6 tabl., 3 fig.
- TOLDERLUND, D.S. and A.W.H. BE (1971) "Seasonal distribution of planktonic foraminifers in the western North Atlantic". Micropaleontology, vol. 17, nº 3, pp. 297-329, 19 fig., 7 tabl., New York.

B R I O Z O O S

- ANNOSCIA, E. (1963) "Antozoi e briozoi nelle argille calabriene di Venosa (Potenza)". Geologica Romana, vol. II, pp. 215-278, 4 fig., 19 t Roma.
- ASHEKREN, L.T. (1968) "Bryozoan paleoecology from tertiary Alabama". Southeast.Geol., pp. 157-163, 3 fig.
- BOARDMAN, R.S. y A.H. CHEETHAM (1969) "Skeletal growth, intracolony variation and evolution in Bryozoa: a review". Jour.Paleont., v. 43, 2 pp. 205-233, 8 fig.
- BROWN, D.A. (1952) "The tertiary Cheilosomatous Polyzoa of New Zealand". Brit.Mus.(Nat.Hist.), 399 pp., 296 fig.
- BUGE, E. (1957) "Les Bryozoaires du Néogène de l'Ouest de la France et leur signification stratigraphique et Paleobiologique". Mém.Mus.Nat.Hist.Nat., t. VI, 435 pp., pl. I-XII, 53 fig., Paris.
- COOK, P.L. (1965) "Polyzoa from West Africa. The Cupuladriidae (Cheilostoma Anasca)". Bull.Br.Mus. (Nat.Hist.) Zoology. vol. 13, 6<sup>o</sup>, pp. 189-227, 3 pl., 4 fig., London.
- (1965) "Notes on some Polyzoa with conical zoaria". Cahiers de Biologie Marine, t. IV, pp. 435-454, 3 fig., 1 pl.
- CHEETHAM, A.H. (1971) "Functional morphology and biofacies distribution of Cheilostome Bryozoa in the Danian stage (Paleocene) of Southern Scandinavia". Smith.Contr.Paleobiol., n<sup>o</sup> 6, 87 pp., 29 fig., 17 p
- GALOPIM DE CARVALHO, A.M. (1963) "Les Cellaria (Bryozoa Cheilostomata) du Tertiaire du Portugal. Considerations sur le type d'aérolation". Rev.Fac.Ciencias Lisboa, 2 serie, C., vol. XI, 1<sup>o</sup>. pp. 1-28, 7 fig., Lisboa.
- GAUTIER, Y.V. (1961) "Recherches écologiques sur les Bryozoaires Chilostomes en Méditerranée occidentale. Aix-en Provence". Thèses pr.fac. sci.Univ. Aix-Marseille, 434 pp. 91 fig.
- LABRACHERIE, M. (1970) "Les Bryozoaires dans l'Eocène nord-aquitain. Signification biostratigraphique et paléoécologique". Thèse Doc.Fac.Sci. Univ.Bordeaux, 3 vol., 318 pp., 3 fig., 25 pl.

- LABRACHERIE, M. y J. PRUD'HOMÉ (1970) "Essai d'interprétation sw paléomilieux grâce à la méthode de distribution des formes zoariales chez les Bryozoaires". Bull.Soc.Géol.France (7) VIII, pp. 102-106. Paris.
- LAGAAIJ, R. e Y.V. GAUTIER (1965) "Bryozoan assemblages from marine sediments of Rhône Delta, France". Micropaleontology, vol. 11, nº 1, pp. 3-58, 34 fig.m 1 mapa, New York.
- RUCKER, J.B. (1967) "Paleoecological analysis of Cheilostome Bryozoa from Venezuela British Guiana shelf sediments". Bull.Marine Sci., v. 17, nº 4, pp. 787-839, 16 fig.
- SCHOPF, T.J.M. (1969) "Paleoecology of ectoprocts (Bryozoans)". Jour.Paleont. v. 43, nº 2, pp. 234-244, 5 fig.
- STACH, L.W. (1936) "Correlation of zoarial form with habitat". Jour.Geol., v. 44, pp. 60-65, Chicago.
- (1937) "The aplication of Bryozoa in Cainozoic stratigraphy". Auckland Rep. 23 nd. meet, Aust.N.Zeel.Assoc.Adv.Sci., v. 23, pp.80-8

O S T R A C O D O S

- APOSTOLESCU, V. (1961) "Contribution à l' étude paléontologique (Ostracodes) et stratigraphique des bassins crétacés et tertiaires de l' Afrique occidentale." Rev. Inst. Fr. Pétrole, v. XVI, n° 7-8, pp. 779-868, lams. 18, Paris.
- CARBONNEL, G. (1966) "Essai d' étude statistique à propos d' un nouveau genre d' Ostracode Pseudopsaumocythere". Rev. de Micropaléontologie, v. 9, n° 1, pp. 50-54, Paris
- GREKOFF, N., V. MOLINARI (1963) "Sur une faune d' Ostracodes saumâtres du Neogène de Castell' Arquato (Emilia)". Geol. Romana, v. II, pp. 1-6, planches 2, Roma.
- MALKIN CURTIS, D. (1960) "Relation of environmental energy levels and ostracod facies in east Mississippi delta area". Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., v. 44, n° 4, pp. 471-494, 17 figs., 3 plate, 1 tabla, Tulsa.
- MORKHOVEN, F.P.C.M. van (1963) "Post-Paleozoic Ostracoda. Their morphology, Taxonomy and economic use". V. I: General. V. II: Generic descriptions". Amsterdam Elsevier.
- NEALE, J.W. ed. (1969) "The Taxonomy, Morphology and Ecology of Recent Ostracoda". Edinburg-London, Oliver and Boyd.
- O'MATSOLA, M. E. (1970) "Notes ont three new species of ostracoda from the Niger delta, Nigeria". Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala, N.S. vol. 2, 11 pp. 97-102, Upsala.
- (1970) "On the occurrence of Cytherellids (Ostr., Crust.) in a brackishwater environment". Bull. Geol. Instn. Univ. Upsala N.S. v. 2, 10 pp. 91-96, Upsala.

- OERTLI, H.J. (1971) "Paleoecology des Ostracodes". Colloque de Pau, 1970. Bull. Centre Rech. Pau. SNPA, vol. 5, suppl. 1971, 953 pp., 45 láms.
- PURI, H. S. (1971) "Distribution of Ostracodes in the Oceans". The Micropaleontology of the Oceans, pp. 163-169, 1 fig., Cambridge.
- PURI, H.S., G. BANADUCE, J. MALLOY (1965) "Ecology of Gulf of Naples". in PURI, H.S. (ed): Ostracods as Ecological and Paleocological indicators. Pub. Staz. Zool. Napoli, 33 suppl., pp. 87-199, 67 fig., 1 tabl., Naples.
- ROME, M. (1942) "Ostracodes marins des environs de Monaco". Bull. Inst. Oceanogr. Monaco, nº 819, pp. 1-28, Monaco.
- RUGGIERI, G. (1950) "Gli Ostracodi delle sabbie quaternarie (Milazziano) di Imola. Parte I y II". Giorn. Geol., v. XXI, ser. 2ª, pp. 1-58 y vol. XXII, ser. 2ª, pp. 1-65 Bologna, 1949 y 1950.
- (1951) "Correzioni ad alcuni lavori su Ostracodi dell'autore stesso". Giorn. Geol., v. XXIII, ser. 2ª, pp. 169-170, Bologna.
- (1959) "Enumerazione degli Ostracodi marini del Neogene Quaternario e Recente italiani descritti e elencati nell'ultimo decennio". Att. Soc. Ital. Sc. Nat., v. 98 pp. 184 - 208, Milano.
- SWAIN, F.M. (1971) "Pleistocene Ostracoda from deep. sea sediments in the southeastern Pacific Ocean". The Micropaleontology of Oceans, pp. 487-492, 1 tabl., 4 pl., Cambridge.
- WAGNER, C.W. (1957) "Sur les Ostracodes du Quaternaire récent des Pays-Bas et leur utilisation dans l'étude géologique des dépôts holocènes". La Haye, Mouton et C., 158 pp., 50 lám.

M O L U S C O S

- ALTIMIRA, C.- (1969) "Notas malacológicas". Pub.Inst.Biol.Aplic., t. XLVI pp. 91-113, 3 fig.
- BELLARDI, L.- (1874-75) "Monografia delle nuculidi trovate finora nei terreni terziari del Piemonte e della Liguria". Torino, II R. Liceo Gioberti nell ' Anno scolastico, 32 pp., 1 pl.
- BELLARDI, L. F. SACCO (1872-1888) " I molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria". Torino, C. Clause, 30 vol.
- BOURY, E.- (1889-1890) "Etude critique des Scalidae miocènes et pliocènes de Italie", Bull.Soc.Malac.Ital., vol. 14.
- (1890) "Révision des Scalidae miocènes et pliocènes d'Italie etc." Bull.Soc.Malac.Ital., vol. 15.
- BUCQUCOY, E., P. DAUTZENBERG, G. DOLLFUS (1882-1898) "Les mollusques marins du Roussillon". t, I Gasteropodes; t. II Pélécy-podes, Paris, Bailliè-re et Fils.
- BROCCHI, G.V.- (1814-1843) "Conchiologia fossile subapennina". Milano, St-peria Reale, 2 vol.
- COSSMANN, M.- (1895-1925) "Essais de Palé-conchologie comparés". Paris 13 vol., F.R. de Ruderal.
- CERULLI-IRELLI, S.- (1907-1916) "Fauna malacologica marina". Pisa, Paleon Ital., vol. XIII-XXII.
- COSSMANN, M., A. PEIROT (1915-1934) "Conchologie néogénique del'Aquitanie Gastropoda. Actes Soc.Linn. de Bordeaux, vol. 69-86.
- CHAVAN, A., E. CAILLEUX (1957) "Détermination pratique des fossiles". Paris, Masson et Cie., 388 pp.
- CHEN, CHU-CHEN, (1964) "On the occurrence of Halobia fauna from the Ganzi region, western Sichuan (Szechuan) and its significance". Acta Palaeont.Sinica, v. 12, n° 1, pp. 66-78

- CHENU, H.G.- (1859-1852) "Manuel de conchyliologie et de paléontologie". (a) v. I, VII + 508 pp, (1859), (b) v. 2, 327 pp, Paris, Masson.
- DEPERET, CHARLES & ROMAN, FREDERIC (1902-1928) "Monographie des pectinides néogènes de l'Europe et des régions voisines". Soc. Geol. France Paléont. Mem. 26, (a) v. 10, pt. 1 (1902), pp. 1-74m text.fig. 1-33, pl. 1-8; (b) v. 13, pt. 2 (1905), suppl., p. 75-104, text.fig. 34-43, pl. 9 (6)-11 (8); (c) v. 18, pt. 2 (1910), p. 105-139, text.fig. 44-60, pl. 12 (8)-17; (d) v. 19, p-t. 1, p. 139-168 (1912), text.fig. 61-71, pl. 18 (1)-23 (6); (e) new ser., Mem. 10, v. 4, pt. 4 (1928), p. 169-194, text.fig. 1-10, pl. 24 (20)-28 (24). For completion of Mém. see Roger, J.
- FERUSSAC, A.E. de (1822) "Tableaux systématique des animaux mollusques". Paris and London, 111 pp.
- FISCHER, P.H.- (1880-18887) "Manuel de conchyliologie et de paléontologie conchyliologique". Paris, F. Sary, XXV+1369 pp., 23 pl.
- FONTANNES, F.- (1879-1882) "Les mollusques pliocènes de la vallée du Rhône et du Rousillon. Les invertébrés du bassin tertiaire du SE de la France". t. I. Gastéropodes des formations marines et saumâtres. Paris, F. Sary.
- FRETTER, V., A. GRAHAM, (1962) "British Prosobranch Molluscs". London Ray Society.
- GERMAIN, L.- (1931) "Faune de France. 22 Mollusques terrestres et fluviatiles (deuxième partie)". Fed. Frac. Soc. Sci. Nat. Off. Cent. Faunistique, pp. 479-893, 390 fig., 13 lám.
- (1930) "Faune de France. 21 Mollusques terrestres et fluviatiles (Première partie)". Fed. Frac. Soc. Sci. Nat. Off. Cent. Faunistique, pp. 1-477, 470 fig., 13 lám.
- GLIBERT, M.- (1952) "Faune malacologique de la Belgique. II Gastéropoda". n° 121, Bruxelles, Mem. Inst. roy. Sci. Nat. Belg.
- GRAHAM, A.- (1971) "British Prosobranchs and other Operculate Gastropod Molluscs". London and New York, The Linnean Society of London Academic Press, vol. II, 112 pp., 119 fig.

- HAAS, F.- (1929) "Fauna Malacologica terrestre y de agua dulce de Cataluña". Trab.Mus.Cienc.Nat.Barcelona, vol. XIII, Public.Junt Cienc.Nat.Barcelona, 491 pp., 187 fig.
- MARAZANOF, F.- (1964) "Introduction a l'etude ecologique des mollusques de cause douces et saumâtres de Camargue". La Terre et la Vie, nº 3, pp. 359-374.
- MONTERO AGUERA, I.- (1971) "Moluscos bivalvos españoles". Public. de la Un Sevilla. Anal. Univ. Hispalense. Ser. Veterinaria, nº 5, 35 pp, 291 fig.
- MONTEROSATO, T.- (1884) "Nomenclatura genérica e specifica di alcune conchiglie mediterranee". Palermo.
- (1884-1885) "Conchiglie littorali mediterranee. Palermo, Naturalista Sicil., vol. 3-4.
- MONTEROSATO, T., ALLERY de (1875) "Nuova rivista delle conchiglie mediterranee". Acad.Sci.Lett.Arti,Palermo,Atti. (new ser.) vol.5, 50 pp.
- MYRA KEEN, A.- (1963) "Marine Molluscan Genera of Western North America". California, Stanford University Press, 126 pp.
- NEBOIT, R., P. REYNARD (1973) "Étude géomorphologique et écologique du gisement quaternaire de la terrane de "Piano San Nicola" près Novasiri Scalo (Italie du Sud)". Geobios, nº 6, fasc. 4, pp 291-305, 2 fig., 2 tabl., Lyon.
- NORDSIECK, F.- (1972) "Die europäischen Muresschnecken (Opisthobranchia mit Pyramidellidae; Rossoacea)". Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 327 pp, 44 lam.
- PHILIPPI, R.A.- (1836-1844) "Enumeratio molluscorum Siciliae. Berlin.
- (1853-1887) "Handbuch der Conchyliologie und Malacozoologie". Halle, E. Anton, XX + 547 pp.
- PICARD, J.- (1965) "Recherches qualitatives sur les biocenoses marines des substrats meubles draguables de la région marseillaise". Rev.Trav.St.Mar.Endoume Marseille, Fasc. 52, Bull. 36, pp. 1-160, 11 fig., Marseille.

- RISSO, J.A.- (1826) "Histoire naturelle des principales production de l'Europe méridionale", vol. 4, VII+439 pp., Paris, F.G. Levrault.
- ROSSI-RONCHEZZI, C.- (1951) "I tipi della "Conchiologia fossile subapennin di G. Brocchi". Rivista Italiana di Paleont. e Strat., t. 5 n° 2, pp. 17-32, 7 fig., Milano.
- SACCO, F.- (1890-1904) "I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria". Vol. 6-30, Torino.
- SCHAFER, W.- (1972) "Ecology and paleoecology of marine environments". E G.Y. Graig. Pub. por Oliver and Boyd. Edimburgh.
- SCHENCK, H.G.- (1934-1936) "Classification of nuculid pelecypods". Musée Royal Histoire Nat. Belgique. Bull., v. 10, n° 20, p. 1-78, pl 1-5.-"Nuculid bivalves of the genus Acila". Geol.Soc.Americ Spec.Paper, n° 4, 149 pp., 18 pl., Washington.
- STEP, E.- (1955) "Shell life: an introduction to the Brithish Mollusc London and New York, Frederick Warne and Co. Ltd., 443 pp., 32 lam., varias figs.
- TURTON, W.- (1822) "Conchyliia insularum britannicarum". London.
- VAN STRAATEN, L.M.J.U.- (1960) "Marine mollusc shell assemblages of the Rhône delta". Geol. Mijnbouw, 39 jaar., pp. 105-129, 12 fig VI tab., Delft.
- WOOD, S.V.- (1840-1850) "On the fossil shells of the Crag". Charleswort Mag.Nat.History, v. 4, pp. 230. (London).- "A monograph of the Crag Mollusca", v. 2, (Bivalves). London, Paleontograph Soc. London, 341 pp., 31 pl.
- ZITTEL, K.A. von (1881-1885) "Handbuch der Palacontologie". 1 Abt. Palaeor tologie, v. 2, 893 pp., Oldenbourg (München, Leipzig). 1911 Text-boock of Palaeontology: transl., C.R. Eastman, 2nd. edit., v. 1, (New York, London), Macmillan & Co., Ltd., 830 pp., 1534 fig.

E S T R A T I G R A F I A

- ALLEN, J.R.L. (1965) "Late Quaternary Niger delta, and adjacent areas: sedimentary environments and lithofacies". Am. Assoc. Petrol. Geologists Bull., 49, pp. 547-600, Tulsa.
- (1970) "Sediment of the modern Niger Delta. A summary and review". in: Morgan, J. (edit.). "Deltaic sedimentation modern and ancient". Soc. Econ. Paleont. Mineral. Sp. Publ., 15, pp. 138-151, 6 fig., Tulsa.
- ALMERA, J. (1895) "Nota sobre la presencia del pliocénico superior en San Juan de Vilasar". Bol. R. Acad. Ciencias, v. L, nº 19, Barcelona.
- (1904) "Una playa de terreno cuaternario antiguo en San Juan de Vilasar". Mem. R. Acad. Cienc. y Art. de Barcelona 3ª ép., t. IV 39, pp. 515-523, Barcelona.
- BARBAZA, Y. (1971) "Morphologie des secteurs rocheux du littoral Catalan Septentrional". Mémoires et documents, nouv. ser. v. II, 152 pp., 36 fig., 6 tabl., 16 pl., Paris.
- BARRELL, J. (1912) "Criteria for recognition of ancient delta deposits". Bull. Geol. Soc. America, v. 23, pp. 377-446. Boulder.
- BATES, C.C. (1953) "Rational Theory of Delta Formation!" Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 37, pp. 2119-2162
- BELLAICHE, G. (1969) "Les épisodes de la transgression flandrienne dans le Golfe de Fréjus". C. R. Ac. Se. Paris, sér.D., t. 268, pp. 2765-2770, Paris.
- BERNARD, H.A. (1965) "Resume of river delta types". Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., v. 46, 334 pp., Tulsa.

- BLOOM, A.L. (1971) "Glacial- eustatic and isostatic controls of sea level since the last glaciation" in: Late Cenozoic glacial ages, Karl. K. (edit.), Turekian (Yale University Press, New Haven), pp. 355-379, 4 fig., 2 tabl.
- BOON, J.D. (1969) "Quantitative analysis of beach sand movement, Virginia Beach, Virginia". Sedimentology, v. 13, pp. 85-103, Amsterdam.
- COLEMAN, J.M. y S.M. GALIANO (1964) "Cyclic sedimentation in the Mississippi River deltaic plain". Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. Trans., v. 14, pp. 67-80.
- (1965) "Sedimentary structures Mississippi River deltaic plain" in G.V. Middleton, ed. Primary sedimentary structures and their hydrodynamic interpretation: Soc. Econ. Paleont. Mineral. Spec., Pub. 12, pp. 133-148, Tulsa.
- COLEMAN, J.M. ; S.M. GALIANO ; J.E. WEBB (1963) "Minor sedimentary structures in a prograding distributary". Marine Geology 1, pp. 340-358, Amsterdam.
- DUBOUL - RAZAVET, C. (1956) "Contribution à l'étude géologique et sédimentologique du Delta du Rhône". Mém. Soc. Geol. France, nouv. ser. t. XXXV (76), pp. 1-234, Paris.
- DUBOUL - RAZAVET, Ch. et C. KRUIT (1957) "Sédimentologie du delta du Rhône. Variation du Rhône". Revue de L'Inst. Français du Pétrole, et Annal. Comb. Liq., t. XII, pp. 399-410, n° especial.
- DUBOUL- RAZAVET, Ch. (1958) "Les dépôts récents du delta du Rhône (Flandrien et actuel)", 83º Congr. Soc. Sav., pp. 481-486, Aix en Marseille.
- ELOFSON (1941) "Zur Kenntruiss der merinen Ostracoden Swedens, mit besonderer Berücksichtigung des Skageraks". Zobl. Bidragfran Uppsala, Band XIX, Uppsala.

- FERM, J.C. (1970) "Allegheny deltaic deposits" in: Morgan (edit). "Deltaic sedimentation modern and ancient" Soc. Econ. Paleont. Mineral. Sp. Pub., n° 15, pp. 246-255, 9 fig., Tulsa.
- FLISK, H.N. (1955) "Sand facies of Recent Mississippi delta deposits". 4 th. World Petrol. Congr. (Rome) Proc. Ser. 1 - C, pp. 377-398, Roma.
- (1961) "Bar finger sands of Mississippi Delta" in: Petterson, A.; J.C. Osmond (edit). "Geometry of Sandstone Bodies" Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., pp. 29-52, Tulsa.
- FLEMMING (1972) "Relative chronology of submerged Pleistocene marine erosion features in the western Mediterranean". Jour. Geol. 80 (6), pp. 633-662, 21 fig., 5 tabl., Chicago.
- FLINT, R.F. (1971) "Glacial and Quaternary Geology ", John Wiley and Sons (edit), 892 pp. New York.
- FORGET, C.; S. THOMMERET; Y. THOMMERET (1972) " Mollusques septentrionaux en Méditerranée Occidentale: datation par le C<sup>14</sup>" Palaeogeog. Palaeoecol. Palaeoecol. v. 12, pp. 285-293 1 tab., Amsterdam
- FRAZIER, D.E. (1967) "Recent deltaic deposits of the Mississippi River: Their development and cronology" Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. Trans., 17, pp. 287-315.
- FRAZIER, D.E.; A. OSANIK (1968) "Recent Peat Deposits- Louisiana Coastal plain" Sp. Pap. Geol. Soc. America n° 114, pp. 63-85, 5 fig. , 2 tab., 6 lam., Boulder
- GOULD, H.R. (1970) "The Mississippi delta complex" in Morgan (edit) "Deltaic sedimentation modern and ancient " Soc. Econ. Paleont. Mineral. Sp. Pub. n° 15, pp. 3-30, 25 fig. Tulsa
- GREENSMITH; J.T.; E.V. TUCKER (1973) "Holocene transgressions and regressions on the Essex coast outer Thames estuary" Geol. Mijnbouw v. 52, pp. 193-202, 6 fig. , 1 tab., Delft.

- HOLMES, J.W. (1969) "On the absolute fall of sea-level during the Quaternary" Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeoecol. v. 6, pp. 237-239 Amsterdam.
- KANES, W.H. (1970) "Facies and development of the Colorado River delta" in : Morgan (edit) "Deltaic sedimentation modern and ancient" Soc. Econ. Paleont. Mineral. Sp. Pub. n°15 pp.78-106, 25 fig. Tulsa.
- KING, C.A.M. (1972) "Beaches and Coasts" Edward Arnold (pub) 570pp. Londres.
- KOLB, C.R.; J.R. VAN LOPIK (1958) "Geology of the Mississippi River deltaic plain" U.S. Corps Eng. Wat. Exp. Sta. Tec. Rep. pp. 3-488.
- KOLB, C.R.; J.R. VAN LOPIK (1966) "Depositional environments of Mississippi deltaic plain southeastern Louisiana" in: Shirley and Radsale (edit) "Deltas and their geological framework" pp. 17-61, 16 fig. Houston Geol. Soc.
- KRUIT, C. (1955) "Sediments of the Rhône delta" Verhand. Konink. Ned. Geol. Min. Genoot. Geol. Ser. v. 15, pp. 357-513, Anster.
- LAGAARJ, R. (1965) "Sediments and fauna of the Rhône delta" Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. , 49, 347 pp. Tulsa
- LAGAARJ, R. ; F.P.H.W. KOPSTEIN (1964) "Typical features of a fluvio-marine offlap sequence" in Van Sraaten (edit) Developments in Sedimentology v.1 "Deltaic and Shallow marine deposits" pp. 216-226, 4. fig. ,1tab. Amsterdam.
- LANKFORD, R.R. (1959) "Distribution and ecology of Foraminifera from the east Mississippi delta margin". Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. vol 43, pp. 2068-2099, Tulsa
- LANKFORD, R.R.; SHEPARD, F.P. (1960) "Facies interpretation in Mississippi Delta Borings" Jour. Geol. vol 68, n°4, pp. 408-426, Chicago.
- LEVY, A. (1971) "Eaux saumâtres et milieux margino-littoraux". Rev. de Géog. Phys. et Géol. Dynam. (2) vol XIII, fasc 3, pp. 269-278, Paris

- MALDONADO, A. (1972) "El delta del Ebro: estudio sedimentológico y estratigráfico". Bol. Estrat., vol 1, 476 p., 10 fig., 4 lám. pleg. Barcelona
- MALDONADO, A.; O. RIBA (1971) "El delta reciente del Rio Ebro: descripción de ambientes y evolución." Acta Geol. Hispánica, año 6, pp. 131-138, Barcelona
- MARS, P. (1958) "Les faunes malacologiques quaternaires "froides" de Méditerranée. Le gisement du Cap de Creus" Vie et Milieu 9 (3), pp. 293-309, 4 fig., 2tab. Paris.
- MARS, P. (1963) "Les faunes et la stratigraphie du Quaternaire méditerranéen." Bull. Rec. Trav. Station Marine Endoume, vol 26, fasc. 43, pp. 61-97.
- MARTINELL, J.; R. JULIA (1973) "Nuevos datos sobre los yacimientos wurmienses del litoral catalán" Act. Geol. Hispánica, año 8, pp. 105-108, 2 lám., Barcelona.
- MONACO, A. (1973) "The Roussillon continental margin (Gulf of Lions: plio-quaternary palaeogeographic interpretation". Sed. Geol., 10, pp. 261-284, 12 fig., Amsterdam
- MONACO, A. ; M. THOMMERET (1969) "Sur l'âge des affleurements rocheux du plateau continental du Roussillon". C.R. Ac. Sc. Paris, sér D, t. 268, pp. 913-915, 1 fig., Paris.
- MONACO, A.; J. THOMMERET ; Y. THOMMERET (1972) "L'âge des dépôts quaternaires sur le plateau continental du Roussillon (Golfe de Lion)". C.R. Ac. Sc. sér. D, t. 274, pp. 2280-2283, 2 fig., 1 tab., Paris.
- MORGAN, J.P. (1970) edit. "Deltaic sedimentation—modern and ancient". Soc. Econ. Paleo. Miner. Spec. Pub., nº15, Tulsa.
- MORGAN, J.P. (1970) "Depositional processes and products in the deltaic environment" in: Morgan (edit) "Deltaic sedimentation modern and ancient" Soc. Econ. Paleo. Miner. Sp. Pub. nº15, pp. 31-47, 13 fig, 2tab. Tulsa.

- MOORE, G.T.; D.O. ASQUITH (1971) "Delta: Term and Concept" Geol. Soc. America Bull., vol. 82, pp. 2563-2568. Boulder.
- MORNER, N.A., (1971) "Eustatic changes during the last 20.000 years and eustatic factors in an uplifted area" Palaeogeog. Palaeoclim., Palaeoecol., vol. 9, pp. 153-181, 14 fig., Amsterdam.
- OOMKENS, E. (1967) "Depositional sequences and sand distribution in a deltaic complex" Verhand. Konink Ned. Geol. Mij. Genoot. Geol. Serv. vol. 46, pp. 265-278. 11 fig.
- OOMKENS, E. (1970) "Depositional sequences and sand distribution in the Post-Glacial Rhône delta complex" in: Morgan, J.P. (edit.) Deltaic sedimentation modern and ancient. Soc. Econ. Paleont. Mineral. Sp. Publ. n°15, pp. 198-212, 10 Fig. Tulsa.
- PHLEGER, F.B. (1950) "Ecology and distribution of Recent Foraminifera" John Hopkins Press. Baltimore
- PRATJE, O. (1929) "Fazettieren von Molluskenschalen" Paleont. Zentr. II, pp. 151-169, Berlin.
- RUSELL, R.J. (1967) "River and delta morphology" Coastal Studies Ser. 20, 53 p., 7 fig., Louisiana State Univ. Press.
- SCHAFFER, W. (1972) "Ecology and paleoecology of marine environments" Ed. G.Y. CRAIG, Edinburgh, Oliver & Boyd, 568 p., 277 fig., 39 lám., Edinburgh.
- SCRUTON, M.E. (1969) "The distribution and ecology of Recent foraminifera off the Ebro delta. Northeastern Spain". Thesis of Dr. Phyl. University of Bristol. 306 p., 99 fig., 11 tabl., 3 apend., 22 lám. Bristol.
- SCRUTON, P.C. (1960) "Delta building and the deltaic sequence" in: F.P. Phleger and T. H. van Andel (edit.). Recent Sediments, N.W. Gulf of Mexico. Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol. pp. 82-102, 17 fig., Tulsa.

- SELLI, R. (1967) "The Plio-Pleistocene boundary in Italian marine sections and its relationship to continental stratigraphies". Progress in Ocean., vol. 4, pp. 67-68.
- SHEPARD, F.P. (1960) "Mississippi delta: Marginal environments, sediments and growth". in Shepard et al. (edit) "Recent sediments, Northwest Gulf of Mexico". Am. Assoc. Petrol. Geol. Sp. Pub. pp. 58-81, 14 fig., Tulsa.
- SHEPARD, F.P.; R.R. LANKFORD (1959) "Sedimentary facies from shallow borings in lower Mississippi Delta". Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., vol. 43, pp. 2051-2067, Tulsa.
- SHIRLEY, M.L.; J.A. RAGSDALE (1968) "Deltas in their geological framework" Geol. Soc. Houston. 251p., 108 fig., 18 tab., 7 lám., Houston.
- SHORT, S.M. (1964) "Primary structures in a part of Nile Delta sand beach" in: Van Straaten (edit). "Deltaic and shallow marine sediments" pp. 379-387, 7 fig., 1 tab., Amsterdam.
- SOLE SABARIS, L.; J. F. VILLALTA (1940) "Sobre la existencia del Siciliense marino en Llaveneres (Barcelona)" Asoc. Est. Geol. Mediterráneo occid. Notas Paleontológicas, 3 pp. Barcelona.
- STEFANON, A. (1969) "Beachrock ad alto adriatico: aspetti paleogeografici, climatici, morfologici ed ecologici del problema. Atti. Inst. Veneto Sci., Let. et Arti, 127, pp. 351-361, 4 suppl.
- THOMMERET, J.; Y. THOMMERET (1972) "L'age des depots quaternaires sur le plateau continental du Roussillon (Golfe du Lion)" C.R. Acad. Sci. Paris, ser. D. 274, pp. 2280-2283, Paris
- THOMMERET; J. ; Y. THOMMERET (1972) "Mollusques septentrionaux en Méditerranée occidentale: datation par le C<sup>14</sup>." Palaeog. Palaeoclim. Palaeocol., v. 12, pp. 285-293 Amsterdam.
- THOMAS, J.M. (1953) "Nota sobre el yacimiento de Cuaternario en San

Juan de Vilasar" Mem. Com. Inst. Geol. Diputación Barcelona C.S.I.C. , t. X, pp. 83-84, Barcelona.

TREFETHEN, J.M.; R.L. DOW (1960) " Some features of modern beach sediments" Jour. Sed. Petrol. v. 30, pp. 589-602, 22 fig.

VAN ANDEL, Tj. H. (1967) "The Orinoco delta" Jour. Sed. Petrol. v. 37, pp. 297-310, Menasha.

WARME, J.E. (1971) "Paleoecological aspects of a modern coastal lagoon" Univ. California publ. in Geol Scien. v. 87 California



