

INFORME SEDIMENTOLOGICO

MAGNA

# INFORME SEDIMENTOLOGICO

## Plan M A G N A

Hoja 14-48 (La Linea)

Informe elaborado por: Juan-Antonio Vera, con la colaboración de A. Martín-Algarra y J. Rodríguez-Fernández.

Estudio de muestras: A. Martín-Algarra y J. Rodríguez-Fernández

Levantamiento de series estratigráficas y toma de datos sobre secuencias y estructuras sedimentarias: J.A. Vera, J. Rodríguez-Fernández y A. Martín-Serrano.

### INTRODUCCION

El área ocupada por la Hoja 14-48 (La Linea) corresponde en mayoría al mar (Bahía de Algeciras y Mar Mediterráneo). En la parte emergida, excluido el Peñón de Gibraltar (que no ha sido estudiado), la mayoría de los materiales aflorantes son de las "Unidades del Campo de Gibraltar" y dentro de ellas domina por su amplitud de afloramiento la Unidad de Algeciras. Otras unidades que afloran aunque muy escasamente son las del Aljibe, Nogales y Almarhal. Además se tiene un afloramiento (Los Pastores) de materiales con términos desde el Triás al Cretácico inferior, que presenta similitud a los materiales subbéticos y que ha sido incluida como una parte de la Cordillera Tarfiquida (DIDON, 1969), considerada en cierto modo como el substrato de las unidades del campo de Gibraltar.

## I - UNIDAD DE ALGECIRAS

Como se acaba de indicar la mayoría de los afloramientos en esta Hoja corresponden a materiales de esta Unidad. Asimismo en esta Hoja se em-  
plaza el corte tipo de la misma, descrito por autores anteriores (DIDON y -  
PENDON), que se localiza en el acantilado de la Bahía desde los alrededores  
de Algeciras y Playa de Getares, hasta el faro de Punta Carnero.

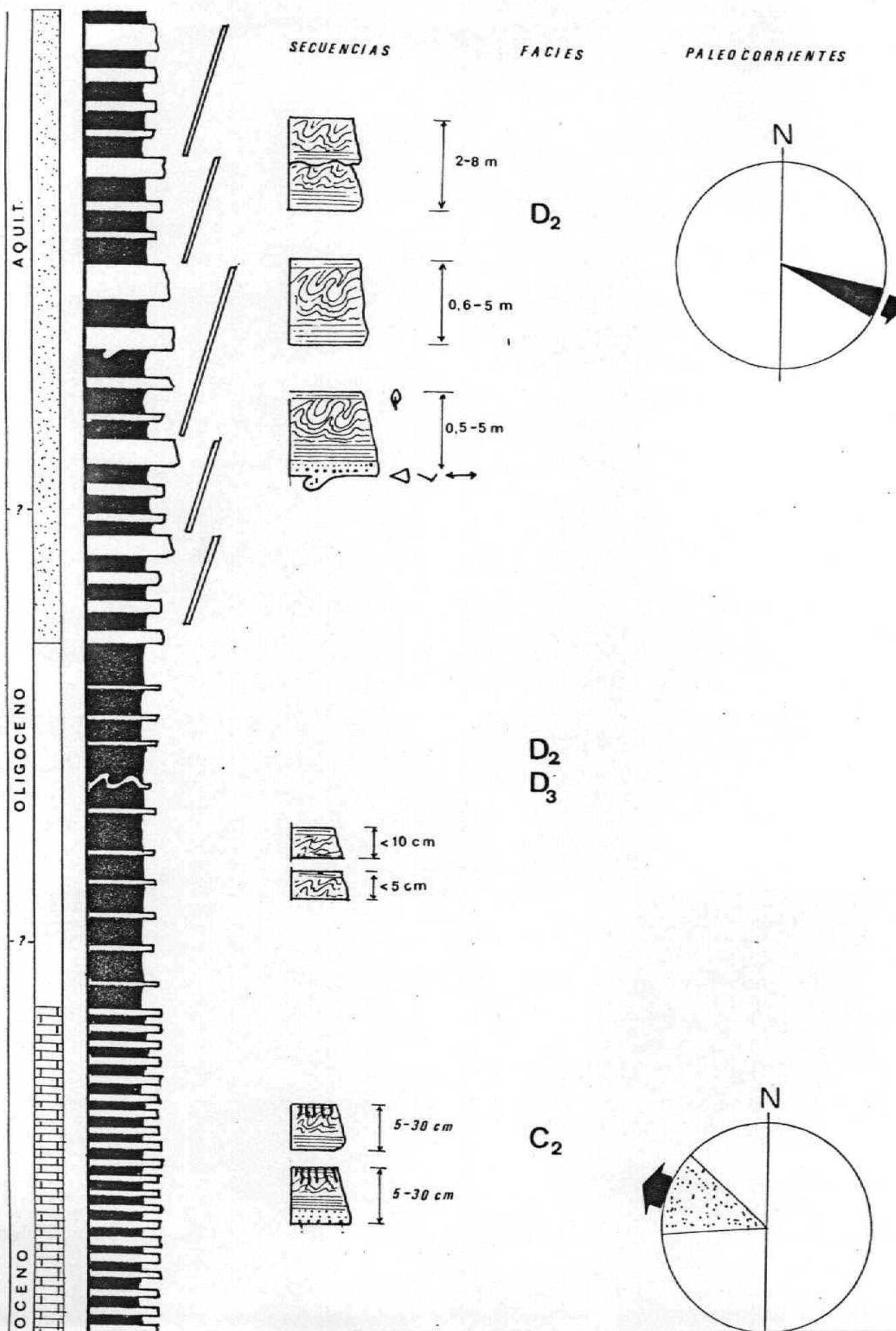
El estudio sedimentológico se ha centrado en los términos de di-  
cha unidad más extensos en afloramiento, que son los que corresponden desde  
Eoceno (posiblemente superior) al Mioceno inferior. En la figura 1 se repre-  
senta un gráfico esquemático de síntesis estratigráfica de estos términos.-  
Como se puede observar se pueden diferenciar tres unidades litoestratigráfi-  
cas. La inferior presenta turbiditas calcáreas (flysch calcáreo), la inter-  
media es predominantemente lutítica con finas intercalaciones de turbiditas -  
terrígenas y la superior es de turbiditas terrígenas (flysch margo-arenisco  
so micáceo de DIDON). La posición de estas unidades en relación con el tiem-  
po también se indica en la figura 1; los límites de las unidades cronoestra-  
tigráficas son difíciles de situar con precisión dada el escaso contenido fo-  
silífero. En la figura 1 igualmente se representan las características di-  
ferenciab<sup>l</sup>es de cada uno de los términos desde el punto de vista sedimentoló-  
gico entre ellas la secuencia de estructuras de ordenamiento interno (o se-  
cuencia de BOUMA), el valor del espesor medio de estratos, la secuencia de  
espesores y la clasificación de facies de acuerdo con la nomenclatura de -  
MUTTI y RICCI-LUCCHI (1975) que se incluye en la adenda.

En este informe la descripción de las características sedimentó-  
lógicas las vamos a realizar para cada uno de los cortes separadamente y al  
final se hará a manera de conclusiones una descripción global de sus caracte-  
rísticas más representativas y de la interpretación sedimentaria.

Se han efectuado tres cortes uno parcial de 22'5 m de potencia  
en la playa junto al cementerio de Algeciras, otro también parcial (indicar  
localización de 75 metros y el tercero más completo con un total de 220 m -  
desde la playa de Getares hasta las proximidades del Faro de Punta Carnero.

## UNIDAD DE ALGECIRAS

14-48



Los dos primeros corresponden al término inferior (flysch calcáreo del Eoceno superior) y el tercero comienza en el mismo término y acaba dentro del flysch areniscoso-micáceo (según DIDON) de edad Oligoceno superior - Mioceno inferior.

En el primer corte (junto a Algeciras) se tiene una alternancia - de lutitas rojas y violáceas con calcarenitas que presentan secuencias de estructuras. Las calcarenitas tienen una trama constituida por intraclastos y cuarzo; en menor cantidad fósiles y pelets. En la figura 3 se representa la composición de las muestras estudiadas en dicho corte. Obsérvese la gran dispersión de los puntos por tanto las variaciones en los porcentajes de los componentes. Los terrígenos varían desde el 5 al 40%, los aloquímicos desde el 37 a 72% y los ortoquímicos desde el 8 al 48%. Los niveles calcareníticos - presentan espesores comprendidos entre 5 y 30 cm, con un valor medio de 10 cm. Las secuencias de BOUMA dominantes son Tbc y existen además secuencias Tabc - con bioturbación en el techo. Las marcas de corrientes y pistas orgánicas son muy escasas. Aplicando la clasificación de facies de MUTTI y RICCI-LUCCHI - (1975) corresponde con las facies  $D_2$  y  $C_2$ . No hay ordenamiento en espesores de estratos. Todos estos datos apuntan a una interpretación sedimentaria de un depósito de llanura submarina.

El segundo corte corresponde a los términos de tránsito del Flysch calcáreo al flysch areniscoso micáceo. Las facies dominantes son lutitas con intercalaciones de poco espesor de areniscas y calcarenitas turbidíticas. El espesor medio de estos niveles turbidíticos es inferior a 5 centímetros, pero en el conjunto se intercalan eventualmente niveles hasta de 50 cm. La secuencia de BOUMA dominante es de tipo Tbc y en los niveles mas potentes Tabc o - secuencia con amalgamaciones internas. Localmente muestran estructuras slumping. Se puede tratar de facies depositadas en el talud inferior o en la llanura sub-marina.

El corte tercero (Punta Carnero) tiene características variables a lo largo del mismo. Su parte inferior corresponde a una turbidita calcárea - con una relación de espesor acumulado de calcarenita a lutita de 1 a 1/3. Los niveles calcareníticos tienen espesores del orden del decímetro y muestran secuencias de BOUMA completas (Tabcd) con intensa bioturbación en el techo que destruye la estructura interna de la parte superior del estrato (el intervalo d y parte del c). El término siguiente (a partir de los 37 m) es más lutítico



a) Inferior: • Turbidita carbonatada  
.....

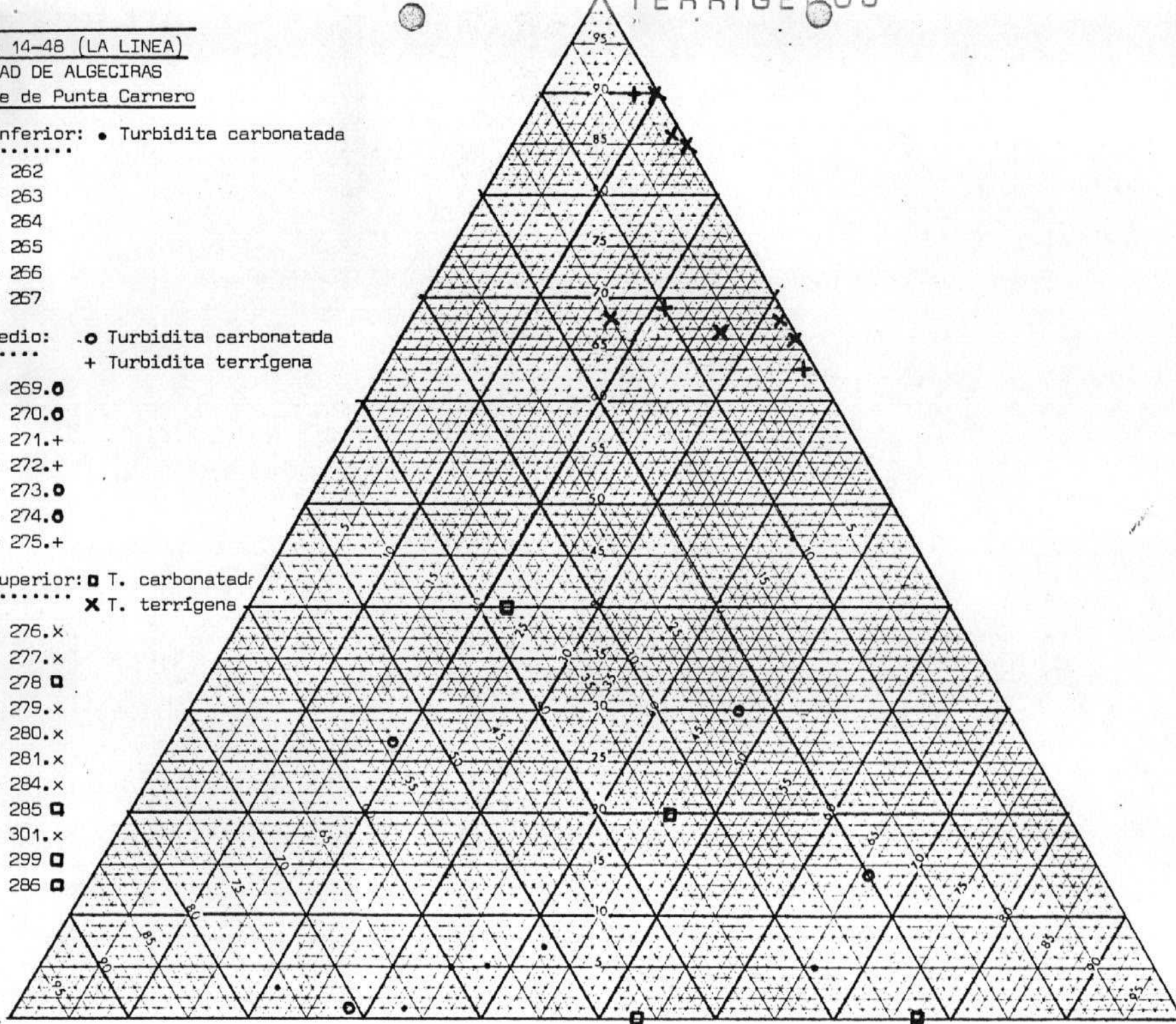
AS - 262  
AS - 263  
AS - 264  
AS - 265  
AS - 266  
AS - 267

b) Medio: • Turbidita carbonatada  
.....  
+ Turbidita terrígena

AS - 269.●  
AS - 270.●  
AS - 271.+  
AS - 272.+  
AS - 273.●  
AS - 274.●  
AS - 275.+

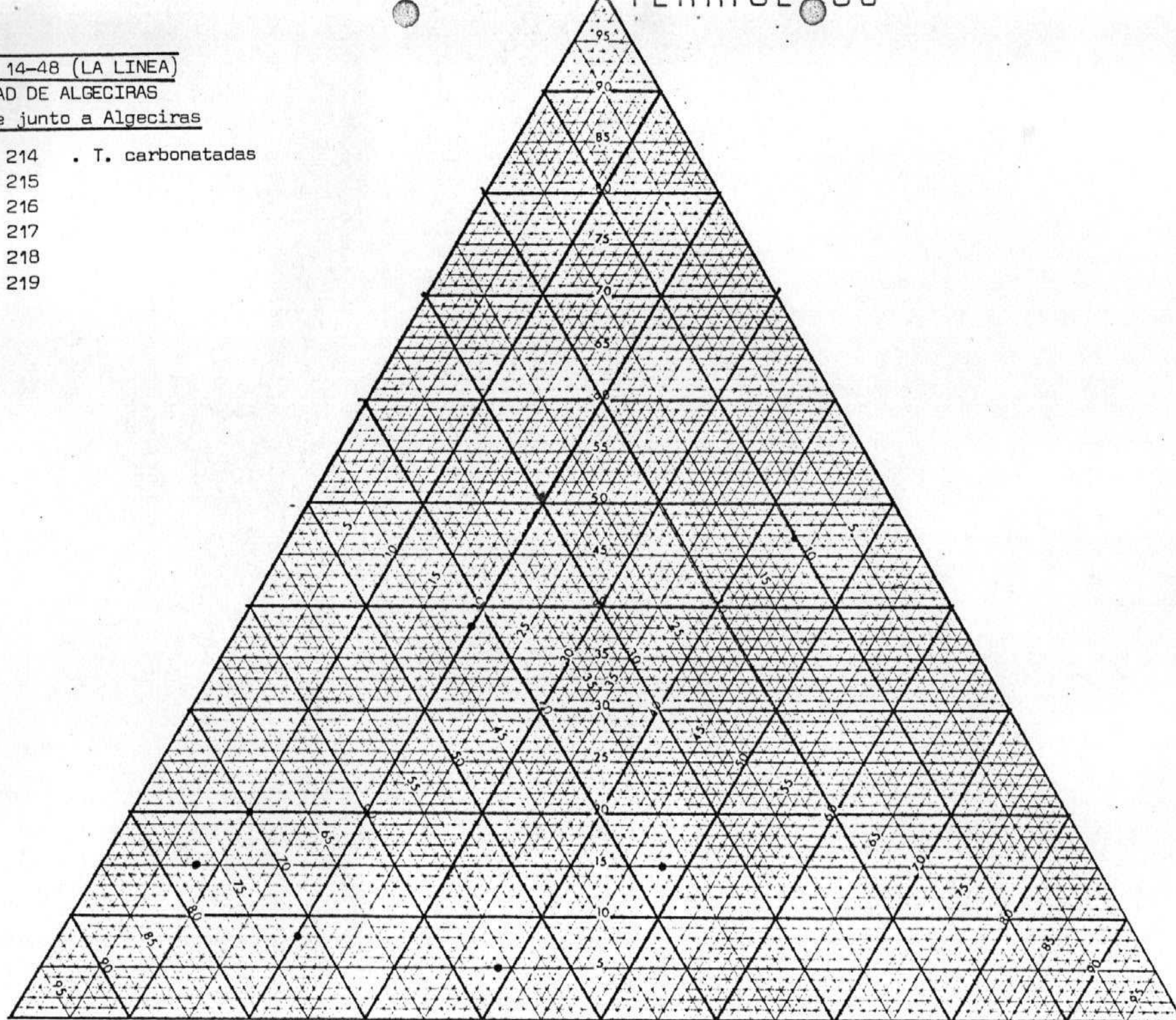
c) Superior: ■ T. carbonatada  
.....  
x T. terrígena

AS - 276.x  
AS - 277.x  
AS - 278.■  
AS - 279.x  
AS - 280.x  
AS - 281.x  
AS - 284.x  
AS - 285.■  
AS - 301.x  
AS - 299.■  
AS - 286.■



Corte junto a Algeciras

AS - 219



9.

ΔΟΡΤΟQ.



+ Turbiditas terrígenas

. Turbiditas calcáreas

AS - 307. AS - 349.

AS - 308. AS - 350.

AS - 310+ AS - 351.

AS - 311. AS - 352.

AS - 312. AS - 353.

AS - 313. AS - 354.

AS - 315. AS - 357.

AS - 316. AS - 358.

AS - 317. AS - 287+

AS - 319+ AS - 288+

AS - 320. AS - 289+

AS - 321. AS - 290+

AS - 322+ AS - 360.

AS - 324. AS - 377+

AS - 325.

AS - 326.

AS - 328+

AS - 330+

AS - 332.

AS - 333.

AS - 334

AS - 335.

AS - 337+

AS - 339.

AS - 340.

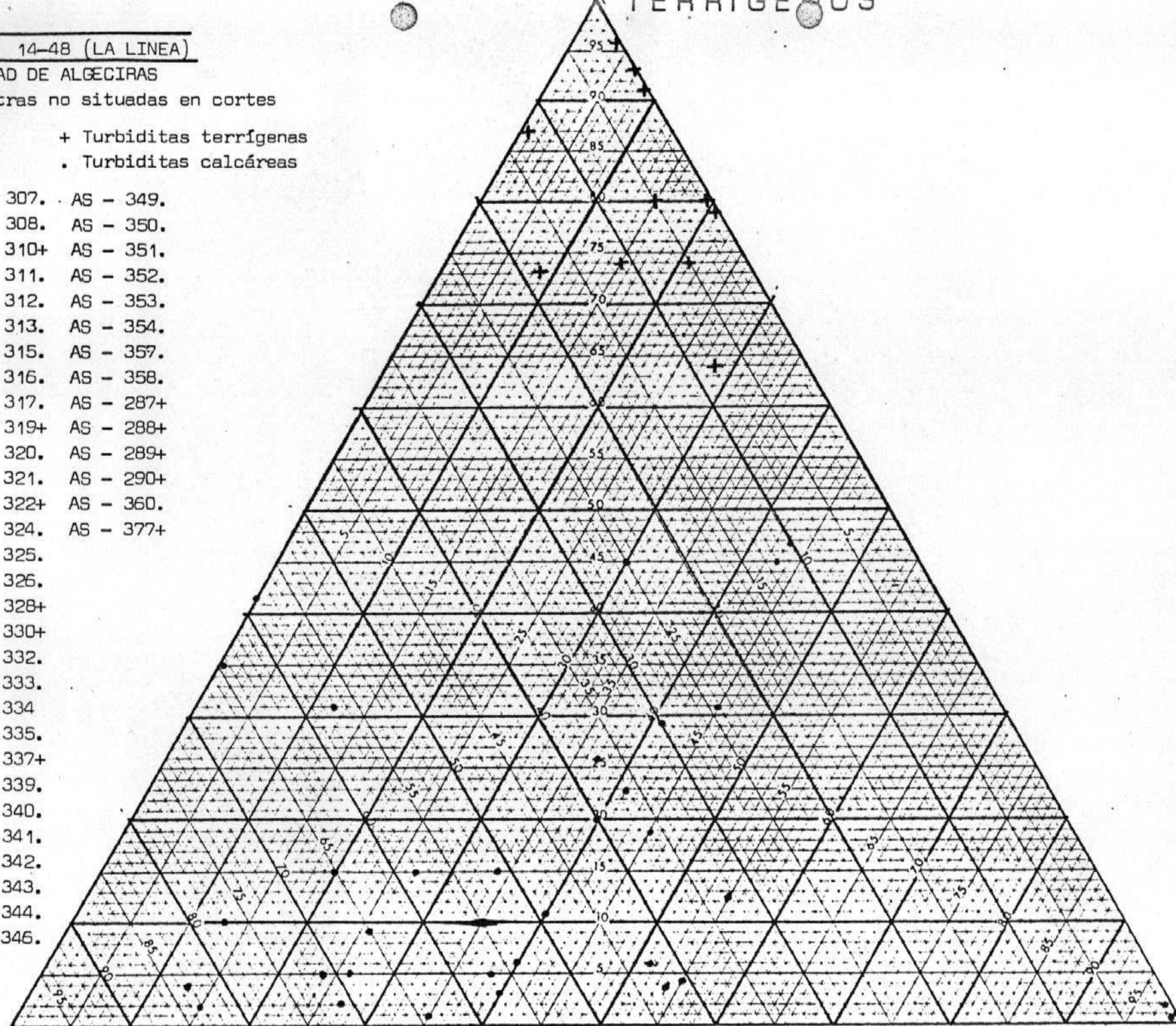
AS - 341.

AS - 342.

AS - 343.

AS - 344.

AS - 346.





1.- Muestras no situadas en cortes. Turbiditas terrígenas

AS - 310  
AS - 319  
AS - 322  
AS - 328  
AS - 330

AS - 287  
AS - 288  
AS - 289  
AS - 290  
AS - 377

2.- Punta Carnero +, x

a) medio: +

AS - 271  
AS - 272  
AS - 275

b) superior: x

AS - 276  
AS - 277  
AS - 279  
AS - 280  
AS - 281  
AS - 284  
AS - 301

## 14-46. UNIDAD DE ALGECIRAS. T. terrígenas

Muestras no situadas en cortes □

FC - 569 FC - 581

FC - 572 FC - 582

FC - 573

FC - 580

## 14-47. UNIDAD DE ALGECIRAS. T. terrígenas

AS - 323.●

AS - 327 ⊗ - suelta

1/10 con niveles de 3 a 10 cm con secuencias completas (Tabcd) o truncadas en la base (Tbcd, Tcd). Ambos términos corresponden a depósitos de llanura submarina; con una tendencia de pasar progresivamente a más distales. El término superior (a partir de los 110 m) se caracteriza por presentar bancos potentes (de escala del metro) de areniscas turbidíticas con partículas micáceas que le dan un aspecto muy característico. En los bancos mayores se observa un ordenamiento de espesores creciente hacia el techo y en ellos se encuentran restos de plantas. De acuerdo con la clasificación de MUTTI y RICCI-LUCCHI (1975) se trata de facies  $D_2$ . Ambos criterios permiten atribuir su depósito a un abanico submarino. La abundancia de lutitas, la ausencia de facies canalizadas y las secuencias de espesores crecientes hacia el techo indican - que se trata de depósitos del abanico externo.

En la figura 2 se representan los datos deducidos del estudio de las muestras en este corte. En la figura 5 se hace la representación de la composición de la trama.

Merece destacarse el cambio en la composición de los materiales turbidíticos a lo largo de la serie. Los niveles inferiores de calcarenitas tienen una trama formada por intraclastos, y en menor cantidad por fósiles y pellets; la fracción terrígena (cuarzo y fragmentos de rocas) es muy escasa (menos del 8%). Por el contrario los materiales del término intermedio tiene una trama formada por cuarzo (del 7% al 38%) e intraclastos (10% al 45%) y otros aloquímicos. El término superior tiene un dominio de cuarzo en la trama que puede llegar al 78% y el resto lo forman fragmentos de rocas e intraclastos y un contenido en micas del 2 al 4%.

En cualquier caso merece destacarse la gran dispersión de los puntos en el diagrama triángular, con una tendencia a concentrarse en los niveles más altos de turbiditas terrígenas. Se pueden pensar por tanto que - cuando actúa el abanico submarino y por tanto la procedencia de los materiales es más puntual se tiende a uniformizar la composición.

Otro hecho notable es la variación de composición a lo largo del tiempo, y más concretamente cuando cambia de medio sedimentario. Esto indica que ambos medios sedimentarios (llanura submarina y abanico) se alimentan de áreas diferentes. La llanura submarina se alimentaba de materiales procedentes de una plataforma carbonatada y el abanico a través de un cañón submarino

*His. 1. f. 101*

al que accedían materiales procedentes del continente como atestiguan los restos de plantas superiores. Si a estos datos unimos los que suministran las - paleocorrientes (ver figura 1) vemos que efectivamente se trata de dos fuentes de alimentación diferentes en su emplazamiento.

Se disponen de datos de muestras tomadas de otros afloramientos de la Unidad de Algeciras dentro del área incluida en esta Hoja. En la figura 4 - se representan en un diagrama triángular dichos datos. Se observan rasgos comunes con el diagrama del corte de Punta Carnero (figura 2) y entre las que podemos destacar:

a) Presencia de un área de mayor concentración de puntos en el sector delimitado por un porcentaje de terrígenos del 65 al 95% y aloquímicos del 0 al 18% que corresponde a las turbiditas terrígenas depositadas en un abanico submarino. En la figura 5 se indica, además, la composición de la trama de estas turbiditas terrígenas; se puede ver que sus únicos componentes son el cuarzo (mayoritario) y los fragmentos de rocas.

b) Presencia de otro sector que muestra con una mayor dispersión interna correspondiente a las turbiditas calcáreas depositadas en la llanura submarina.

En la figura 4 se puede destacar la presencia de puntos junto al - vértice de los ortoquímicos; se trata de niveles de calizas micríticas y margocalizas, no turbidíticas, intercaladas en la serie.

#### Interpretación sedimentaria de la Unidad de Algeciras.

A manera de conclusión vamos a recapitular sobre las interpretaciones parciales y elaborar un modelo sedimentario general para la Unidad de Algecira, en el sector comprendido en esta Hoja y solo para los términos comprendidos entre el Eoceno y el Mioceno inferior. En la figura 1 a manera de síntesis se detallan las características de cada uno de los términos que se diferencian en la serie.

El término inferior se caracteriza por una alternancia de lutitas rojas con calcarenitas turbidíticas con espesores de estratos variables de 5 a 30cm. La relación de espesores acumulados de lutita/calcarenita es del orden de 2 a 3. Las calcarenitas presentan secuencias Tabcd o Thcd con el distinto



de c destruidos por una intensa bioturbación. Se trata de facies  $C_2$  de la clasificación de MUTTI y RICCI-LUCCHI (1975). Se interpreta como un depósito de llanura submarina,

En el término intermedio se tiene un dominio total de las lutitas. El espesor de los bancos turbidíticos (calcareníticos y areniscosos) es de pocos centímetros. Localmente presentan estructuras slumpings. Se trata de facies  $D_2, D_3$  y con episodios de facies F de llanura submarina y ocasionalmente el borde externo del talud.

El término superior difiere notablemente de los influyentes ya que presenta niveles turbidíticos areniscosos de escala métrica aunque con espesores variables, que pueden llegar a los 8 m. Presentan una ordenación en secuencias de espesores crecientes. Las areniscas muestran restos de plantas y partículas de mica. Se trata de facies  $D_2$  depositadas en un abanico externo progradante.

Los dos términos con mayor desarrollo de las turbiditas (el inferior calcáreo y el superior arenoso) presenta direcciones de paleocorrientes con sentido opuesto, lo que pone de manifiesto dos áreas diferentes de alimentación que se reemplaza una a otra, a lo largo del tiempo.

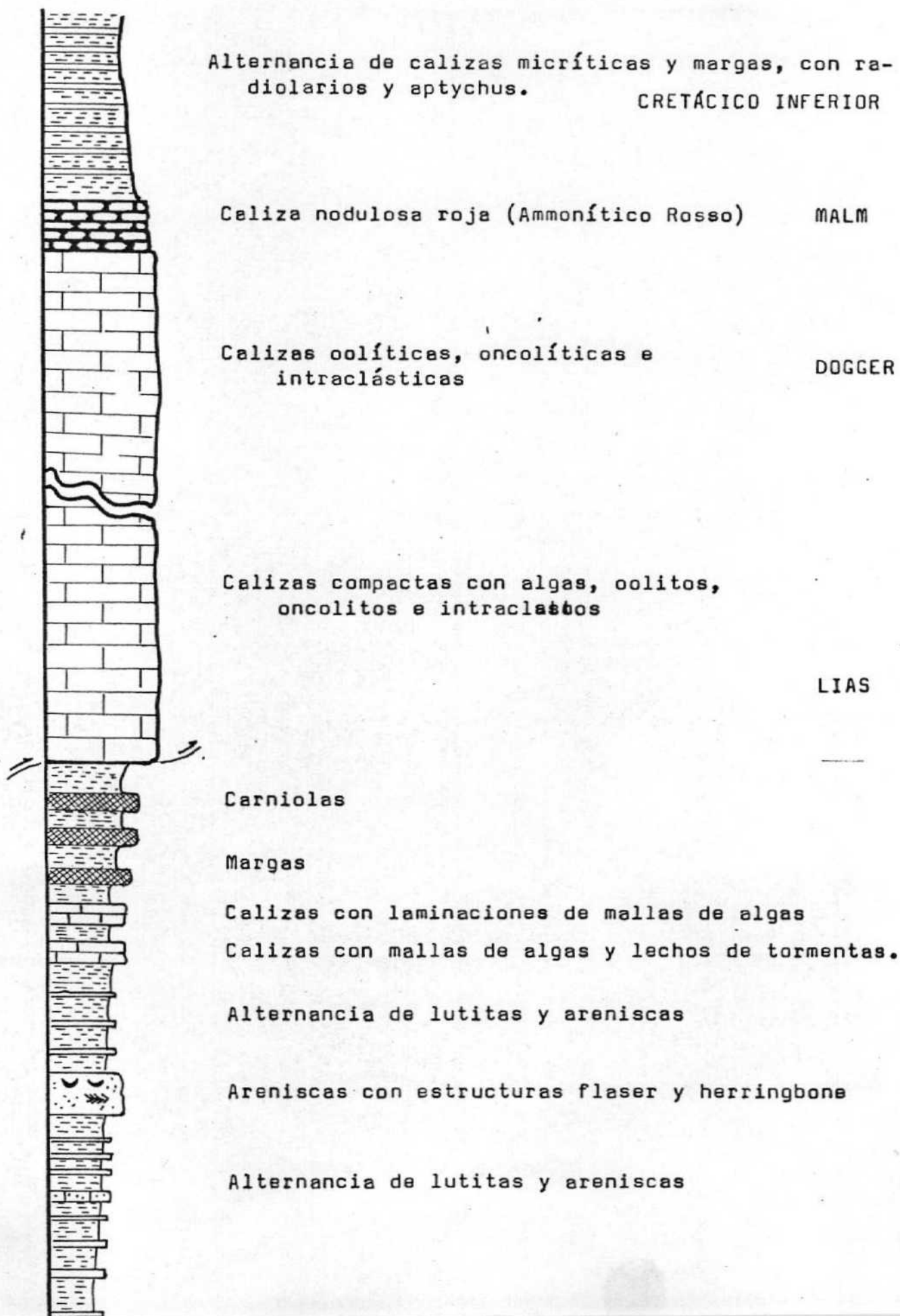
## II - UNIDAD DE LOS PASTORES

Unos 2 kilómetros al Oeste de Algeciras se tiene el afloramiento de materiales de esta unidad incluido por la "Cordillera Taríquida" por autores anteriores y que presentan gran afinidad de facies con los materiales subbéticos. En la figura 6 se representa la serie estratigráfica levantada en el mismo.

Comprende términos del Triásico, Jurásico y Cretácico inferior. En el Triás han sido medidos 55 metros de serie que comienzan con una alternancia de lutitas y margas, rojas y violáceas, con areniscas. Las areniscas son ricas en cuarzo (del 70 al 90%), tienen micas y presentan ripples de pequeña escala y laminación paralela que indican un régimen de flujo bajo, posiblemente en un sistema fluvial. Hacia el metro 25 se presenta un nivel con estructuras flaser y herringbone, ambas bastantes características de medios mareales. Sobre ellas aparecen diversos niveles de calizas con laminación de mallas de algas y lechos



SERIE ESTRATIGRÁFICA DE LOS PASTORES (2 km al Oeste de Algeciras)



de tormentas ambos también propios de medios mareales. Termina la serie con varios paquetes de carniolas. El medio sedimentario sería fluvial con episodios lacustres que progresivamente pasa a mareal y de albufera.

El contacto con el Jurásico está mecanizado, aunque parece concordante. El Jurásico presenta dos unidades litoestratigráficas una inferior caliza (que se explota extensamente en canteras) con más de 30 m de espesor medidos y posiblemente más de 100 m y otra superior de calizas nodulosas de color rojo (facies ammonítico rosso).

La unidad inferior se caracteriza por una gran variedad tectural ya que se tienen niveles ricos en oncolitos, intraclastos, oolitos, etc. junto con otros micríticos. Los fósiles y bioclastos son especialmente algas dasy-cladáceas. En los niveles micríticos se presenta textura fenestral. Todos estos datos sirven para interpretar el medio como una plataforma marina somera con una morfología del fondo cambiante (barras, áreas protegidas del oleaje, etc). Se ha encontrado un ammonites de una edad posible Dogger. Sin embargo por correlación con otras series jurásicas subbética y por su posición en la serie se deduce que la mayor parte de los materiales deben corresponder al Lías.

El término superior es de calizas nodulosas rosados con aspecto brechoide y fluidal. La microfacies de estos materiales es de biomicritas con ausencia total de intraclastos y granos revestidos (oolitos y pisolitos). Presentan fauna pelágica muy abundante (20 al 30%), en especial embriones de ammonites y "filamentos". Se trata de las facies ammonítico rosso frecuentes en las series jurásicas subbéticas y que ha sido interpretados como depósitos en fondos marinos pelágicos elevados con respecto a las áreas adyacentes y en los que la velocidad de sedimentación es muy escasa (algunos pocos milímetros cada mil años).

Sobre los términos jurásicos se dispone una alternancia de calizas micríticas y margas de color violáceo que enseguida pasa a gris con fauna del Cretácico inferior y que son sedimentos claramente marinos pelágicos.

### III - DATOS SEDIMENTOLOGICOS SOBRE OTRAS UNIDADES

#### a) Unidad de Nogales

Las muestras estudiadas de la unidad de Nogales son bastante escasa y por tanto sus resultados solo orientativos. Existen entre ella una gran variabilidad desde niveles areniscosos de origen turbidítico en un contenido en cuarzo del 75% al 85% a niveles micríticos pelágicos.

#### b) Unidad de Almarchal

Las muestras estudiadas corresponden a micritas y micritas con fósiles en especial radiolarios depositados en un medio marino pelágico. Igualmente los datos disponibles son escasos.

### IV - CONCLUSIONES

Las conclusiones que se pueden obtener de este estudio se resumen en la interpretación sedimentológica que se han realizado sobre la Unidad de Algeciras y la Unidad de los Pastores.

Respecto a la Unidad de Algeciras se destaca el hecho de que su término superior corresponde al depósito de un abanico externo, lo que contrasta con los datos de los materiales de la misma unidad y edad en áreas más septentrionales donde su depósito es de llanura submarina.

ADENDA



## A D E N D A

### Criterios de interpretación de las facies turbidíticas

Los estudios sobre las facies turbidíticas han constituido uno de los temas prioritarios en la Estratigrafía y Sedimentología en el último decenio; a lo largo del mismo se han establecido los modelos deposicionales en los que actualmente se basa su interpretación sedimentaria.

El punto de partida lo constituye el trabajo ya clásico de BOUMA — (1962) es el que introduce la metodología del análisis secuencial y se establece la secuencia tipo de los materiales turbidíticos, conocida actualmente de modo general como secuencia de Bouma.

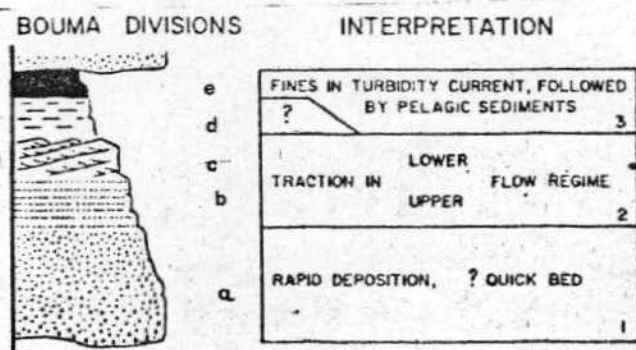


Fig.1.—Secuencia de Bouma.

Secuencia tipo aplicable a las turbiditas.

Dicha secuencia patrón es estudiada e interpretada con detalle por autores posteriores y se llega a la conclusión de que no es aplicable a todos los flujos de sedimentos por gravedad, sino que solo se aplica a los depósitos de las corrientes de turbidez propiamente dichas.

Con ello surge al inicio de esta década, como anteriormente se ha indicado un número muy amplio de artículos y monografías sobre la interpretación de los flujos de sedimentos por gravedad y su depósito. Se introduce en la nomenclatura el término de facies turbidíticas para denominar a los depósitos de dichos flujos entre los que se encuentran las corrientes de turbidez.

MIDDLETON y HAMPTON (1973) en un magistral artículo, que es ampliamente recogido en tratados, monografías y artículos más recientes, explican dichos procesos y los depósitos a que dan lugar.

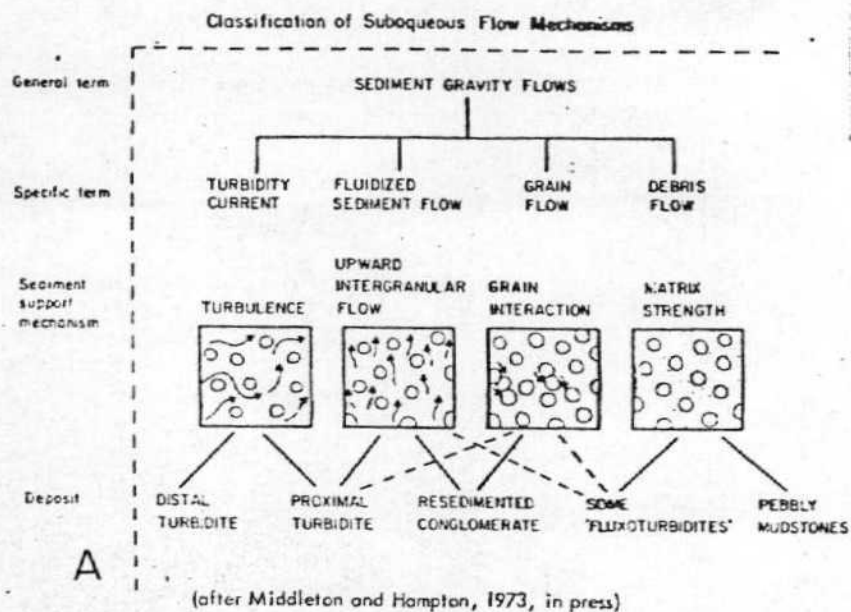
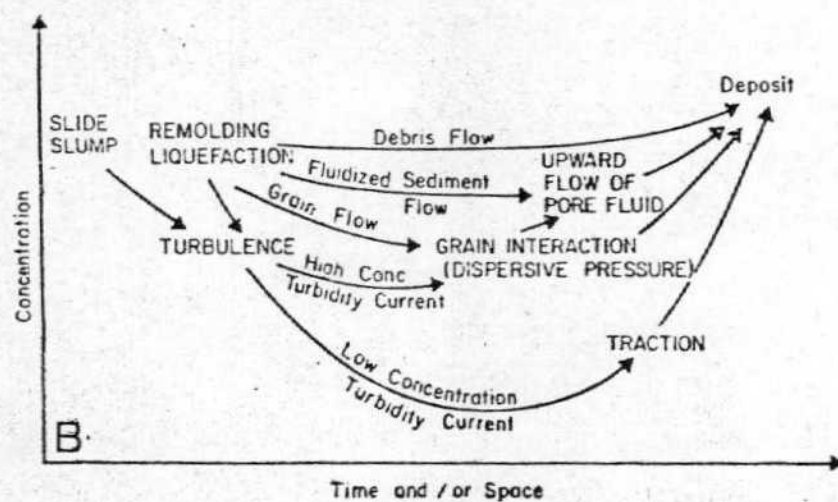
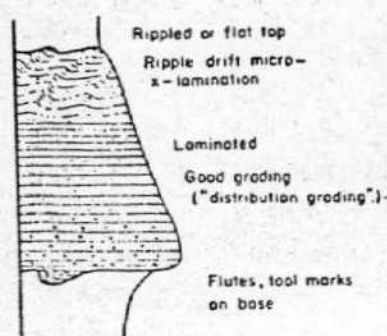
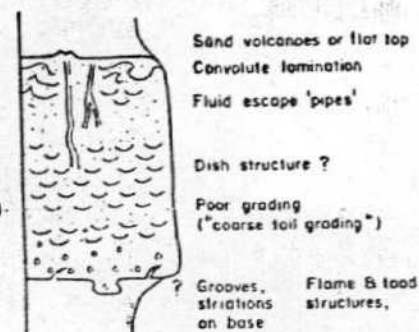


FIG. 2

**Turbidity Current****Fluidized Flow**

GVM, Jan, '73

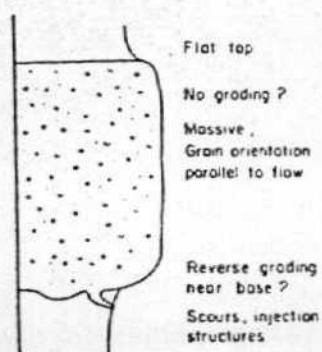
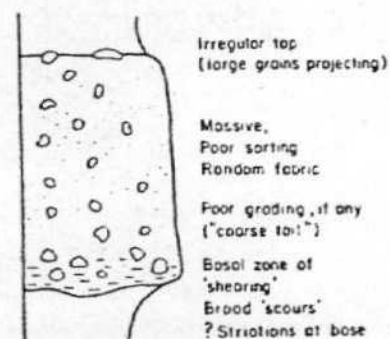
**Grain Flow****Debris Flow**

FIG. 3

En las figuras 2 y 3 se reproducen los gráficos originales del trabajo de MIDDLETON y HAMPTON (1973). En la figura 2A se representan los diferentes tipos flujos de gravedad, su terminología, el mecanismo de soporte de los sedimentos y el tipo de depósito en cada uno de ellos. Se puede destacar que en las corrientes de turbidez las partículas se mantienen en suspensión debido a la turbulencia, en los flujos de sedimentos fluidificados se mantienen por los escapes de agua, ascendentes en los grain flow por las fuerzas de componente vertical producidas por los choques de unas partículas con otras y en los debris flow por estar embalados en una matriz lutítica-arenosa que hace de soporte. En la figura 2B se muestra gráficamente la relación entre los diferentes procesos y la concentración (y por tanto densidad así como con la evolución en espacio y/o tiempo. El inicio de todos los flujos en general es un desplome (slumping ó sliding) y de acuerdo con la cantidad de agua que se introduzca en el sedimento forma flujos muy densos y viscosos como los debris flow o flujos de baja concentración de densidad cercana a 1,2. Estos dos son los casos extremos y entre ellos se tienen los demás procesos de flujos por gravedad con diferente grado de concentración y por tanto de densidad.

Los materiales depositados muestran una litología y una secuencia de estructuras de ordenamiento interno diferente para cada uno de los procesos. Estas características se esquematizan en la figura 3 donde se muestran las secuencias más significativas de los depósitos de los cuatro tipos de flujos diferentes. En los materiales formados por corrientes de turbidez se tiene la secuencia de BOUMA, que puede presentarse más ó menos completa según la proximidad ó distalidad. En los depósitos de flujos fluidificados las estructuras de ordenamiento interno más abundantes son las ligadas a escapes de agua. En los grain flow la estructura interna suele ser masiva y en algunos casos presentan una granuloclasificación difusa; pueden presentar cantos blandos. Los depósitos de debris flow muestran una matriz lutítico-arenosa en la que se encuentran cantos dispuestos sin ordenamiento o con una gradación muy escasa; el techo es irregular.

Todos estos procesos actúan de manera simultánea en los abanicos submarinos profundos, en el talud y en la llanura submarina, pero algunos de ellos pueden ser dominantes en áreas diferenciables en dichos medios y establecer criterios de subdivisión.



## Facies turbiditiche

Han sido propuestas diversas clasificaciones de facies turbiditiche applicables a los depósitos ligados a los diferentes flujos de sedimentos por gravedad. La primera clasificación la propusieron MUTTI y RICCI-LUCCHI (1972), posteriormente es completada por WALKER y MUTTI (1973) y más recientemente por MUTTI y RICCI-LUCCHI (1975). Esta última es la que nosotros hemos empleado - en este informe; un resumen de la misma se tiene en el libro de reciente publicación de RICCI-LUCCHI (1980) al que corresponde la figura 4. Se establecen - un total de siete tipos de facies que se denominan por orden alfabético con - letras mayúsculas (A,B,C,D,E,F y G) para evitar confusiones con la nomenclatu - ra de las divisiones e intervalos de la secuencia de BOUMA (abcde). Las caracte - rísticas de los cinco primeros tipos de facies se representan en la figura 4, donde a su vez se establecen subdivisiones de rango menor dentro de los tipos A,B,C y D, que se denominan subfacies: A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>; B<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> y D<sub>3</sub>. En ca - da caso se indica el proceso que las origina, la relación de tamaños de granos y la morfología de los estratos.

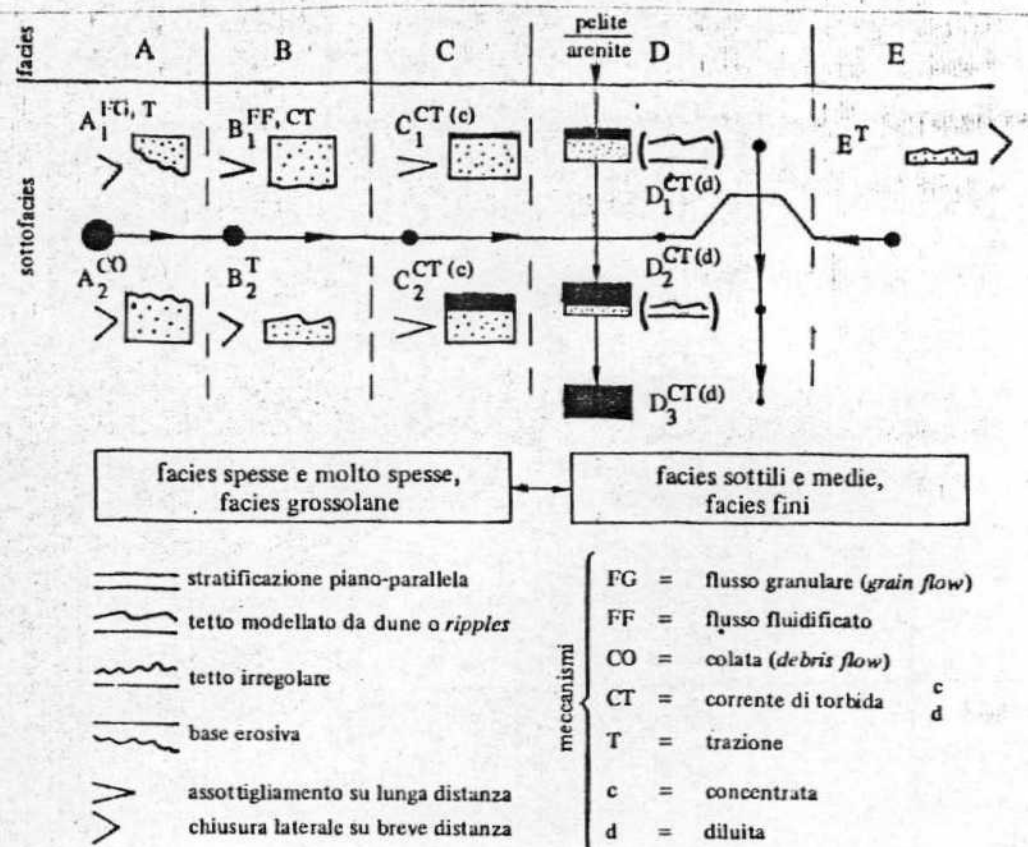


Fig. 190 - Diagramma-spettro delle facies turbiditiche l.s. La doppia freccia tra i due gruppi indica la possibilità di combinazioni diverse tra spessore dello strato e granulometria delle facies C e D. La granulometria si riferisce alla dimensione massima dei granuli, presente in genere alla base dello strato. Da MUTTI & RICCI LUCCHI, 1975.



Los datos no incluidos en la figura 4 que permiten definir a los diferentes tipos de facies son muy esquemáticamente los siguientes:

Facies A..- Espesor de estratos grande (0'6 a 15 m), textura muy grosera (conglomerados arenosos, areniscas con cantos o areniscas gruesas) y ausencia de estructura de corrientes de tracción. Relación arena/lutita muy alta; incluso llegando al 100%. El ordenamiento interno no muestra la secuencia de BOUMA y es predominantemente masivo, con amalgamaciones muy frecuentes. Los bancos tienen en el techo y/o el muro irregulares y en muchos casos rellenan canales. Se diferencian dos subfacies:

A<sub>1</sub>.- Con alguna ordenación interna (imbricación de cantos, granuloclasificación burda y cantos blandos).

A<sub>2</sub>.- Sin apenas ordenación interna.

Facies B..- Espesor medio de los bancos de 20 a 200 cm y tamaño de grano de arena media a gruesa, a veces con algunos cantos. Secuencia de BOUMA no aplicable. Se diferencian dos subfacies de acuerdo con su estructura interna:

B<sub>1</sub>.- Espesor medio de 30 a 200 cm con acuñamientos laterales. Relación de arena/lutita de alta a muy alta. (más de 1). Estructura interna dominante las de escapes de agua. (dish, pilares) y menos frecuente estructuras de ripples y convolute lamination.

B<sub>2</sub>.- Espesor medio de 20 a 80 cm con techo irregular y estructura interna de laminación paralela y laminación cruzada.

Facies C..- Alternancia de areniscas (o calcarenitas) y lutitas. Los niveles de areniscas con espesores de 50 a 300 cm presentan la secuencia de BOUMA completa (Tabcd) o secuencias truncadas en el techo (Tabc, Tab). La relación arena/lutita es alta. Se diferencian dos subfacies con las siguientes características:

C<sub>1</sub>.- Arenas gruesas a finas, algunas amalgamaciones, gran parte del banco con granuloclasificación burda (coarse-tail grading).

C<sub>2</sub>.- Arenas medias a finas, con gran desarrollo de los intervalos b, c y d de la secuencia de BOUMA.

Facies D..- Como en el caso anterior se trata de una alternancia de arenas (o calcarenitas) con lutitas. La relación arenas/lutitas es variable según las subfacies. En los niveles arenosos se puede aplicar la secuencia de BOUMA que en general se presenta con la falta de los intervalos inferiores mostrando por tanto secuencias truncadas en la base (Tbcde, Tcde, Tde). Se establecen tres subfacies de acuerdo con la relación - arena/lutita y el espesor medio de los estratos:

D<sub>1</sub>.- Relación arena/lutita superior a 1, espesor de estratos de 3 a 40 cm.

D<sub>2</sub>.- Relación arena/lutita inferior a 1, espesor de estratos de 30 a 150 cm.

D<sub>3</sub>.- Solo tiene niveles lutiticos; espesor de 3 a 200 cm.

Facies E.- Se trata de alternancias de arenas y lutitas, con huecos muy delgados (3 a 20 cm) y alta relación arena/lutita. Lechos lenticulares en cuyo techo hay estructuras de ripples. Se presentan relacionadas con las facies B<sub>2</sub> con cambio lateral.

Facies F.- No incluidas en la figura 4. Se trata de los depósitos de slumping y sliding, con magnitudes muy variables; en algunos casos el espesor de las masas puede llegar a ser de algunos centenares de metros.

Facies G.- Es el depósito marino "normal" que se intercalan con las turbiditas y son lutitas que pueden tener restos vegetales.

#### Interpretación de las facies y sus asociaciones.

El interés de estas clasificaciones se basa en poder aplicar modelos de sedimentación comparando la distribución de facies en los depósitos con los materiales turbidíticos antiguos. Los autores ya citados (MUTTI y RICCI-LUCCHI, 1972, 1975; y WALKER y MUTTI, 1973) proponen modelos de distribución de facies en las diferentes partes del abanico submarino, del talud y de las llanuras submarinas. Así en la llanura submarina dominan las facies D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> y G; en el abanico externo las facies C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, D<sub>1</sub> y D<sub>2</sub>; en el abanico medio dominan las facies A, B, C y D con una ordenación secuencial y en el abanico interno las facies A, B y F. En los bordes de los canales del abanico interno o medio representan facies D<sub>1</sub> y E, como depósitos de desbordamiento. En el talud por su parte dominan las facies F y G, y con menor importancia las facies A, ya que están localizadas a canales dentro del talud.

#### Modelos deposicionales de abanicos submarinos.

Los trabajos recientes de NORMARK (1974), WALKER (1978, 1980) y los ya citados de MUTTI y RICCI-LUCCHI (1972, 1974, 1975), proponen modelos deposicionales de abanicos submarinos actuales aplicables a la interpretación de materiales de abanicos submarinos antiguos. Estos autores diferencian varios sectores en el abanico, que básicamente son el abanico interno (upper fan), abanico

medio (mid fan) y abanico externo (lower fan). Dentro de abanico medio se diferencian dos áreas bien diferentes: canales y lóbulos. En la figura 5 se reproduce un esquema de división del abanico y su relación con el talud y la llanura submarina donde se representa la localización de las diferentes facies.

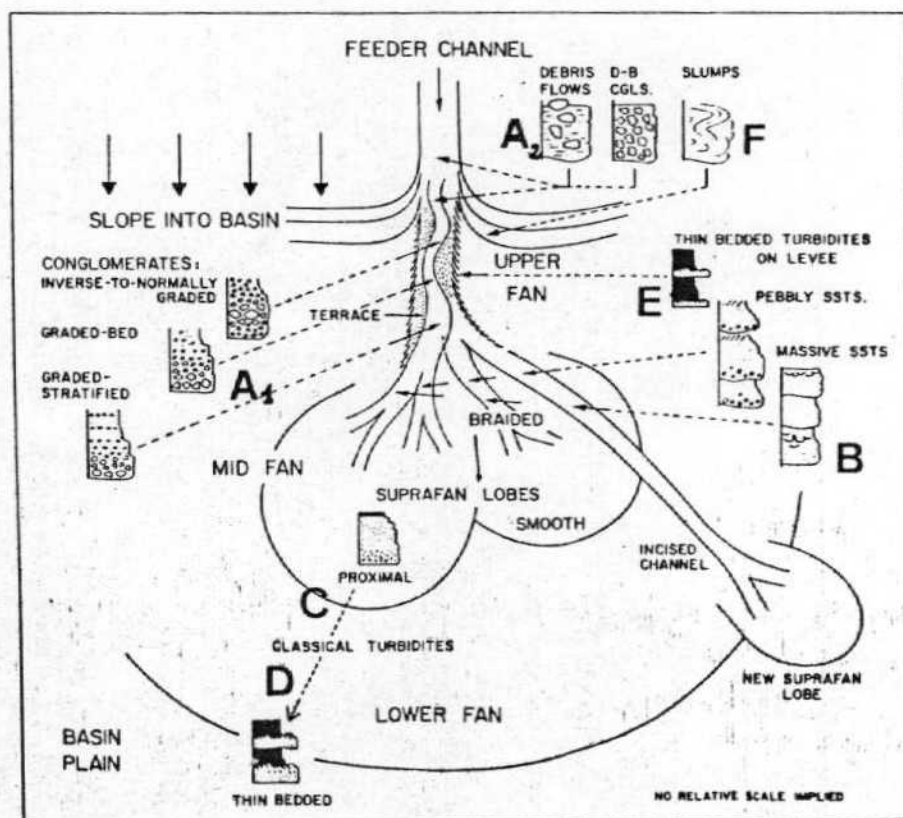


Figure 13  
Submarine fan environmental model. See text  
for full discussion. D-B is disorganized-bed  
conglomerate model.

WALKER 1978

FIG. 5

En los distintos sectores del abanico se presentan asociaciones de facies que muestran secuencias de espesores que permiten caracterizar cada uno de estos sectores. En la figura 6 se representan las secuencias de cada una de estas subdivisiones del abanico. En el abanico interno dominan los depósitos de relleno de canal con secuencia positiva con amalgamaciones con pasos laterales a facies de desbordamiento (ver figura 5). En los canales del abanico medio se tienen facies de relleno de canal con secuencias - de espesores decrecientes hacia el techo y muro erosivo en los niveles inferiores. En los lóbulos del abanico medio se presentan secuencias de espores crecientes hacia el techo que en algunos casos los niveles más altos - muestran muros erosivos.



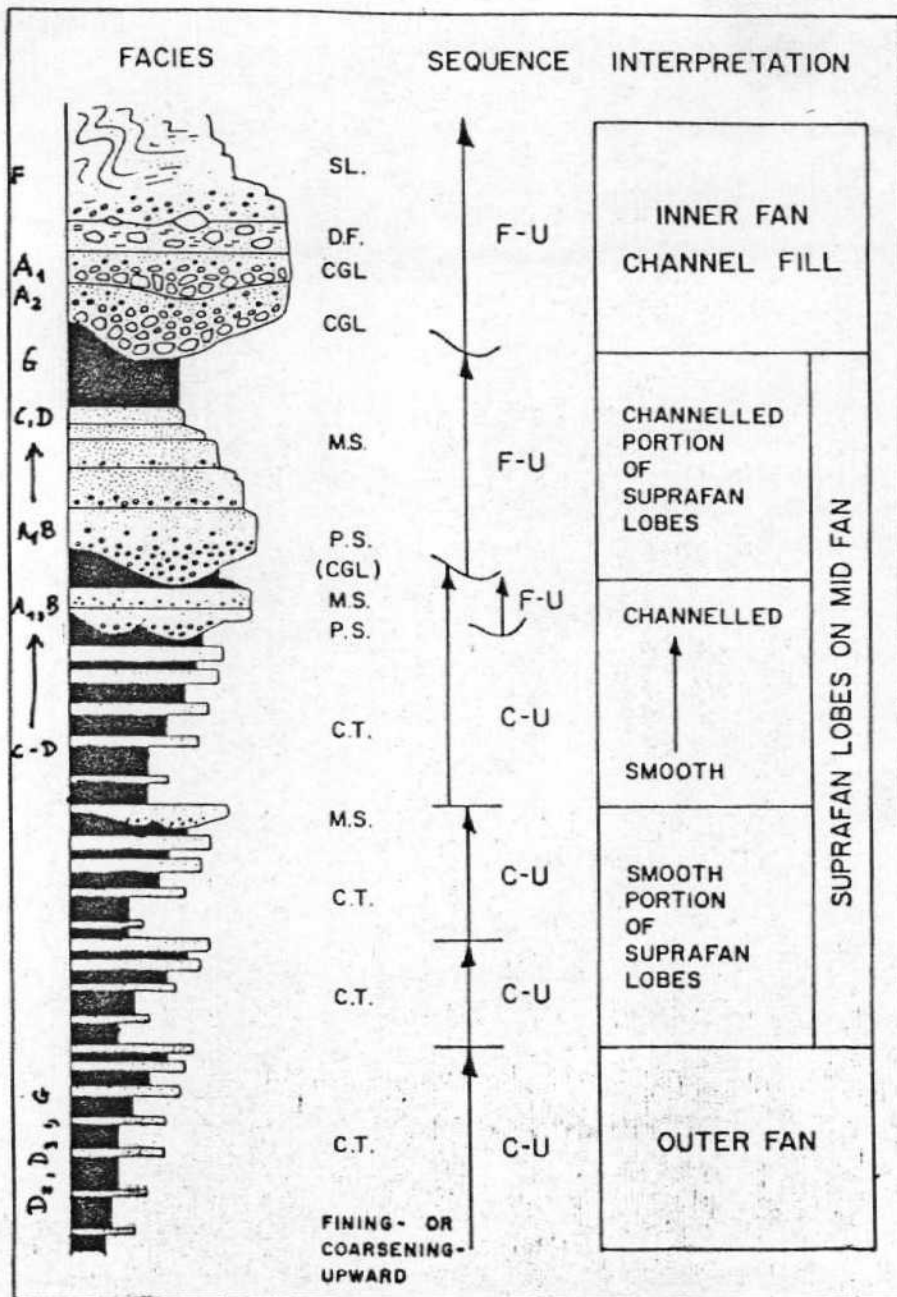


FIG. 6

**Figure 14**  
Hypothetical submarine fan stratigraphic sequence produced by fan progradation. C.T., classical turbidite; M.S., massive sandstone; P.S., pebbly sandstone; D.F., debris

flow. Arrows show thickening- and coarsening-upward sequences (C-U) and thinning- and fining-upward sequences (F-U). See text for details.

En el abanico externo se presentan secuencias de espesor y tamaño de grano creciente hacia el techo debidos a la progradación del abanico. El muro de los estratos no es lo que le diferencia (junto a las facies) de los lóbulos de abanico medio.

\* \* \*

Estas ideas y las recogidas más ampliamente en los trabajos incluidos en la bibliografía seleccionada que se adjunta han servido para la interpretación de facies turbidíticas del Campo de Gibraltar presentes en esta Hoja, y por ello se adjunta esta adenda al Informe Sedimentológico.



B I B L I O G R A F I A

- BOUMA, A.H. (1962) "Sedimentology of some Flysch deposits. A graphic approach to facies interpretation". Ed. Elsevier, 168 págs.
- MIDDLETON, G.V. y HAMPTON, M.A. (1973) "Sediment gravity flow: mechanics of flow and de position" SEPM Pacific Section short-course. Turbidites and Deep water Sedimentation. pp.-1-38.
- MUTTI, E. (1977) "Distinctive thin-bedded turbidite facies and related depositional environments in the Eocene Hecho Group (South-central Pyrenees, Spain)". Sedimentology, 24, pp.-107-131.
- MUTTI, E. y RICCI-LUCCHI, F. (1972) "Le torbiditi dell'Appennine settentrionale: introduzione all'analisi di facies". Mem.Soc.Geol.Ital, 11, - pp.-161-199.
- MUTTI, E. y RICCI-LUCCHI, F. (1974) "La signification de certaines séquentielles dans la series à Turbidites". Bull.Soc.Geol.France, 16, pp.-577-582.
- MUTTI, E. y RICCI-LUCCHI, F. (1975) "Turbidite facies and facies associations". In: Examples of Turbidites Facies and Facies Associations from Selected Formations of the Northern Appennines, pp.-21-36.
- NORMARK, W.R. (1978) "Fan valleys, channels and depositional lobes on modern - submarine fans: characters for recognition of sandy turbidite environments". Am.Ass.Petr.Geol.Bull. 62, pp.-912-931.
- RICCI-LUCCHI, F. (1980) "Sedimentología". Ed. C.L.U.E. Bologna, 3 Tomos.
- STANLEY, D.J. y KELLING, G. (Eds.) (1978) "Sedimentation in Submarine Canyons, Fans and Trenches". Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg, 395 págs.
- WALKER, R.G. (1975) "Generalized facies models for resedimented conglomerates of turbidite associations". Geol.Soc. Am. Bull., 86, pp.-737-748.
- WALKER, R.G. (1978) "Deep-water sandstone facies and acient submarine dans: models for exploration for stratigraphic traps". Am.Ass.Petr.Geol.Bull. 62, pp.-932-966.
- WALKER, R.G. (1980) "Turbidites and associated course clastic deposits" In WALKER, R.G. (Editor) Facies Models Ed. Geoscience Canada, pp.-91-103.
- WALKER, R.G. y MUTTI, E. (1973) "Turbidite facies and facies associations. In: MIDDLETON, G.V. and BOUMA, A.H. (Eds), Turbidites and Deep Water Sedimentation. SEPM Pacific Section short Course Anaheim, pp.-119-158.

INFORME SEDIMENTOLOGICO DE LA HOJA 14-48 (LA LINEA)

<u>Indice</u>	Página
Introducción .....	1
Unidad de Algeciras .....	2
Interpretación sedimentaria .....	10
Unidad de Los Pastores .....	11
Datos sedimentológicos sobre otras unidades .....	14
Conclusiones .....	14