

CARACTERISTICAS DE LA SEDIMENTACION DEL PALEOGENO EN LOS ALREDEDORES DE SALAMANCA *

ANGEL CORROCHANO SÁNCHEZ**

RESUMEN.—Se estudia la Estratigrafía y Sedimentología de los escarpes del Tormes comprendidos entre Salamanca y Aldealengua. Los sedimentos de estos escarpes son de edad Luteciense Medio-Ludiense.

Para ello, se ha hecho un estudio estratigráfico detallado, un estudio granulométrico, estadístico, se han comparado los datos mediante gráficas parámetro-espesor, así como un estudio mineralógico. Los resultados aportan algunas ideas sobre las características de estos sedimentos, su origen y el medio sedimentario en que se depositaron.

SUMMARY.—This paper deals with the stratigraphy and sedimentology of the Tormes section, between Salamanca and Aldealengua. These sediments are of Lutetian-Ludian age.

The granulometric analysis, the study of the parameter-thickness logs and the heavy mineral assemblages allow to draw some conclusions about the source area and the nature of the sedimentary environment.

INTRODUCCION

Los sedimentos estudiados pertenecen a los escarpes existentes en la margen derecha del Tormes, entre Salamanca y Aldealengua. Se han elegido estos materiales porque están claramente datados como Eoceno Medio (Luteciense Medio-Ludiense) mediante la fauna encontrada en el Teso de la Flecha (JIMÉNEZ, 1970), y que consta de Quelonios y Crocodileos.

Las series estudiadas, están próximas a las localidades de Cabrerizos y Aldealengua; se han elegido éstas, por su clara relación estratigráfica así como por su proximidad, lo que facilita la correlación entre ellas.

* Trabajo realizado dentro del Programa de Ayuda a la Investigación.

** Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias. Salamanca.

DESCRIPCION DE LAS SERIES

Serie Cabrerizos.—Está situada en frente del Km. 5 de la carretera Salamanca-Aldealengua. De muro a techo los tramos que presenta son los siguientes:

- 1.—1,10 m. de arenisca muy silíceea de grano medio con estratificación cruzada.
- 2.—0,50 m. de arenas arcillosas.
- 3.—0,40 m. de arcillas.
- 4.—0,60 m. de microconglomerado de cantos heterométricos y angulosos.
- 5.—3,20 m. de arenas de grano fino.
- 6.—0,10 m. de arcillas que pasan lateralmente a arenas.
- 7.—0,90 m. de microconglomerado de cantos heterométricos y angulosos de cuarzo y cuarcita.
- 8.—0,50 m. de arenas de grano fino.
- 9.—3,20 m. de arenas de grano grueso que hacia el techo se van haciendo más finas.
- 10.—0,30 m. de limos.
- 11.—0,50 m. de arenisca micácea de grano fino.
- 12.—0,80 m. de arcillas.
- 13.—0,40 m. de microconglomerado.
- 14.—0,90 m. de arenas de grano fino-medio.
- 15.—0,20 m. de un microconglomerado de cantos de arcilla y con matriz arenosa.
- 16.—1,00 m. de arenas de grano fino.
- 17.—0,10 m. de arcillas.
- 18.—0,50 m. de microconglomerado de cantos de arcilla y matriz arenosa, con restos de quelonios indeterminables.
- 19.—0,50 m. de arenas de grano medio-grueso con paleocauces muy acusados.
- 20.—1,50 m. de microconglomerado de cantos de arcilla.
- 21.—1,65 m. de arenas de grano fino con algunos cantos gruesos.
- 22.—0,02 m. de arcillas.
- 23.—0,20 m. de arenas iguales al tramo 21.
- 24.—0,30 m. de arcillas.
- 25.—0,40 m. de arenas con estratificación cruzada.
- 26.—0,10 m. de arcillas.
- 27.—0,60 m. de arenas de grano medio-fino.
- 28.—0,15 m. de arcillas.
- 29.—0,50 m. de arenas muy arcillosas de grano muy fino.
- 30.—1,70 m. de arcillas.
- 31.—4,00 m. de arenas de grano muy fino.
- 32.—0,60 m. de arcillas.
- 33.—1,60 m. de arenas de grano muy fino, con intercalaciones de arcillas y lentejones de microconglomerado.
- 34.—1,20 m. de arcillas con lentejones de arenas.
- 35.—1,00 m. de arenas de grano fino.
- 36.—0,15 m. de microconglomerado.

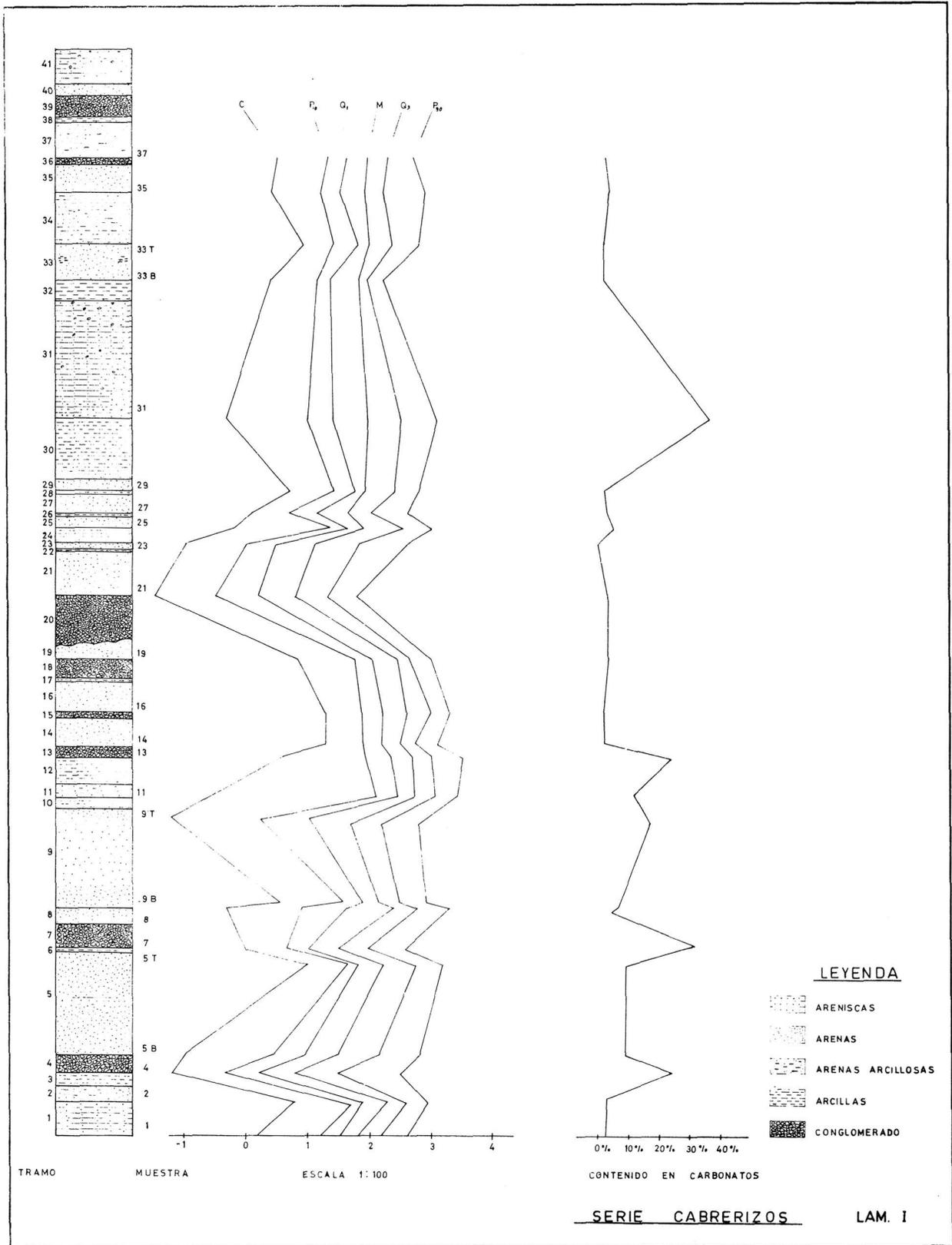


FIG. 1

- 37.—1,20 m. de arenas arcillosas.
- 38.—0,20 m. de arcillas.
- 39.—0,70 m. de conglomerado de matriz arenosa y cemento calcáreo de cantos de arcilla, cantos pequeños de cuarzo y cuarcita.
- 40.—0,40 m. de arenas de grano fino.
- 41.—1,10 m. de arenas de grano muy fino con cantos grandes de cuarzo y cuarcita.

Las muestras tomadas en esta serie pertenecen generalmente a la base de los tramos y los puntos de muestreo están representados junto a la columna (Fig. 1).

Aldealengua.—El afloramiento estudiado (Fig. 10), presenta numerosos paleocauces y cambios laterales de facies, por lo que se ha preferido hacer un esquema del conjunto donde se aprecien estas anomalías. Por esto la descripción carece de espesores, aunque en los esquemas (Figs. 2 y 3) la potencia de los tramos se puede apreciar porque están hechos a escala.

Este afloramiento está situado en el Km. 8 de la carretera Salamanca-Aldealengua y la descripción de los tramos componentes del mismo es de muro a techo la siguiente:

- 1.—Arenas gruesa con estratificación cruzada de pequeña escala.
- 2.—Alternancia de capas de arcilla y arenas. Las arcillas contienen lentejones arenosos y entre las arenas hay arcillas como cantos. Estas pequeñas capas son onduladas.
- 3.—Arenas de grano muy fino que poseen estratificación cruzada, en la base suelen presentar fragmentos de arcillas. En algunos puntos, la estratificación cruzada pasa a laminación paralela.
- 4.—Arenas de grano fino. No se aprecian estructuras.
- 5.—Arenas de grano grueso con cantos. Es un relleno de paleocauce.
- 6.—Arena de grano fino que se hace de grano más fino hacia el techo.
- 7.—Arena de grano medio-fino. Es un relleno de paleocauce.
- 8.—Arcillas con estratificación cruzada debida a Ripples en la zona más arenosa, posee también estructuras de deslizamiento.
- 9.—Arenas de grano medio con grandes cantos de arcilla en la base. Posee estratificación cruzada y laminación paralela. Todo el tramo está cortado por pequeños paleocauces.
- 10.—Tramos arenosos separados por arcillas, la potencia de las capas disminuye hacia arriba. Presenta estratificación cruzada en la base, encima presenta estructuras de arrastre y deslizamiento (Fig. 11). En el resto del tramo, hacia arriba, encontramos laminación paralela. En algunas zonas este tramo presenta granoselección; continúa el tramo con una alternancia de capas de arena con finos lechos de arcilla en los que encontramos estratificación cruzada volcada (Fig. 12) y laminación ondulada (Fig. 13). Debajo hay laminación cruzada debido a migración de antidunas (Fig. 14).

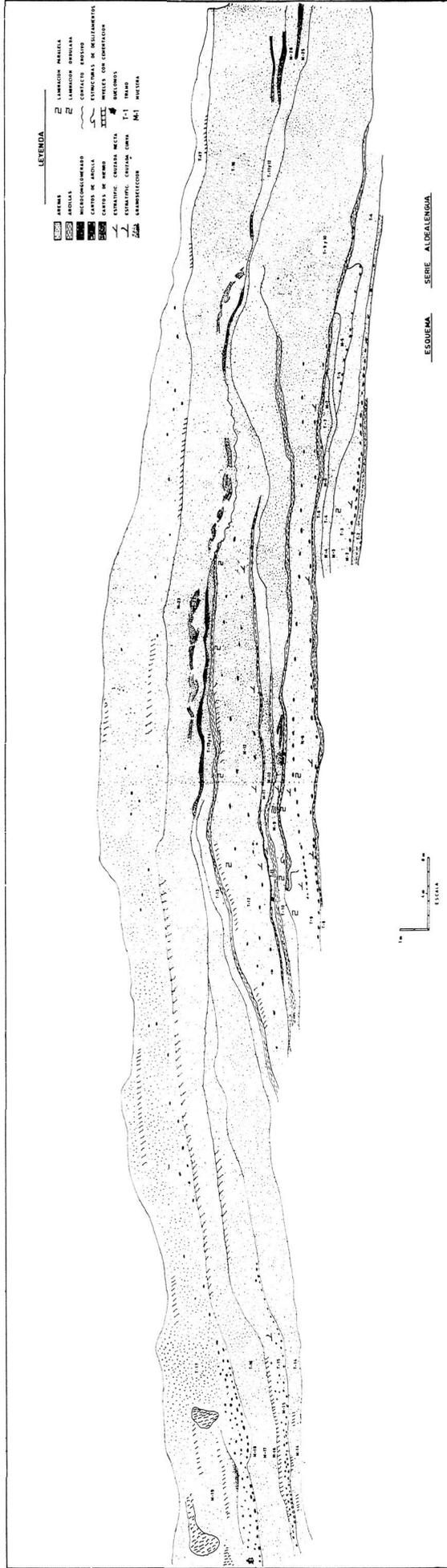
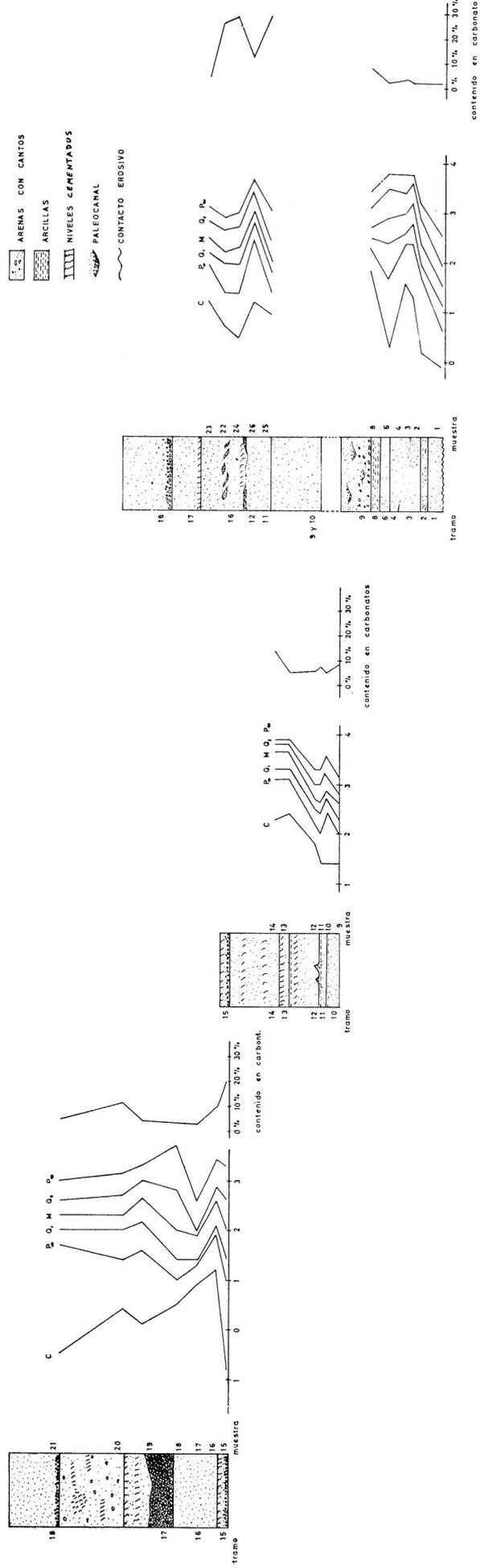


FIG. 2

LEYENDA

- MICROCONGLOMERADO
- ARENAS
- ARENAS CON CANTOS
- ARCILLAS
- NIVELES CEMENTADOS
- PALEOCANAL
- CONTACTO EROSIVO



ESCALA 1:100

SERIES DEL ESQUEMA ALDEALEGUA

FIG. 3

- 11.—Arenas de grano medio con muchas biotitas. Posee estratificación y laminación cruzada plana, remarcadas por lechos rojos.
- 12.—Arenas de grano medio con muchas biotitas, con algunos cantos blandos y laminación paralela en la base, que en algunos puntos es cruzada, hacia arriba se va haciendo paralela. Acaba el tramo con una capa de arcilla con estructuras Flameadas (Fig. 15).
- 13.—Arenas.
- 14.—Arenas muy finas, lateralmente se confunden con el tramo 13.
- 15.—Arenisca conglomerática con cantos no superiores a los 7 cm. ferruginosos. También hay cantos de cuarzo y feldespato de tamaño más pequeño. La matriz es arenosa. Presenta estratificación cruzada en surco debido a los paleocauces.
- 16.—Arenas; lateralmente en la base aparece un microconglomerado de cantos ferruginosos semejantes al del tramo 15. Hacia arriba la arena se hace más gruesa y con cantos de arcilla orientados formando estratificación cruzada. Encima de estas arenas existe una serie de paleocauces. Este tramo presenta numerosas estratificaciones cruzadas (Figs. 16 y 17).
- 17.—Arenas de grano fino. Comienza el tramo con un nivel conglomerático con restos de quelonios.
- 18.—Comienza el tramo con un microconglomerado de cantos de cuarzo subangulosos. Hacia arriba van disminuyendo los cantos y pasa a una arenisca de grano grueso muy compacta.

Estratigráficamente, estos materiales parecen estar por debajo de los de Cabrerizos.

ESTUDIO GRANULOMETRICO

El estudio granulométrico se ha realizado mediante la técnica de tamizado y los resultados se han representado en curvas de frecuencia y curvas acumuladas para su fácil comprensión.

Cabrerizos.—Para esta serie, las curvas de frecuencia (Fig. 4), corresponden al 2.º, 3.º y 4.º tipo de los citados por POMEROL (1951). Casi todas las curvas son del 3.º tipo, pertenecientes a depósitos de corrientes débiles o de decantación, excepto las 4,5B y 21 que son del 2.º tipo correspondientes a depósitos de corrientes constantes y las muestras 7,9T y 23 cuyas curvas son del 4.º tipo y que corresponden a depósitos típicos de arenas fluviales.

Las curvas acumuladas (Fig. 5), muestran sedimentos muy bien clasificados, como la muestra 11, curvas con fase fina importante, 33B, y curvas con una elevada fase gruesa, 4 y 21.

Resumiendo, en esta serie detrítica predomina el sedimento de grano medio a fino. Hasta el tramo 11, el grano es de tamaño grueso, del 11 al 21 se mantiene el tamaño dentro de los finos, del 21 al 33 el tamaño vuelve a ser grande para hacerse más fino del 33 en adelante. Estas variaciones del

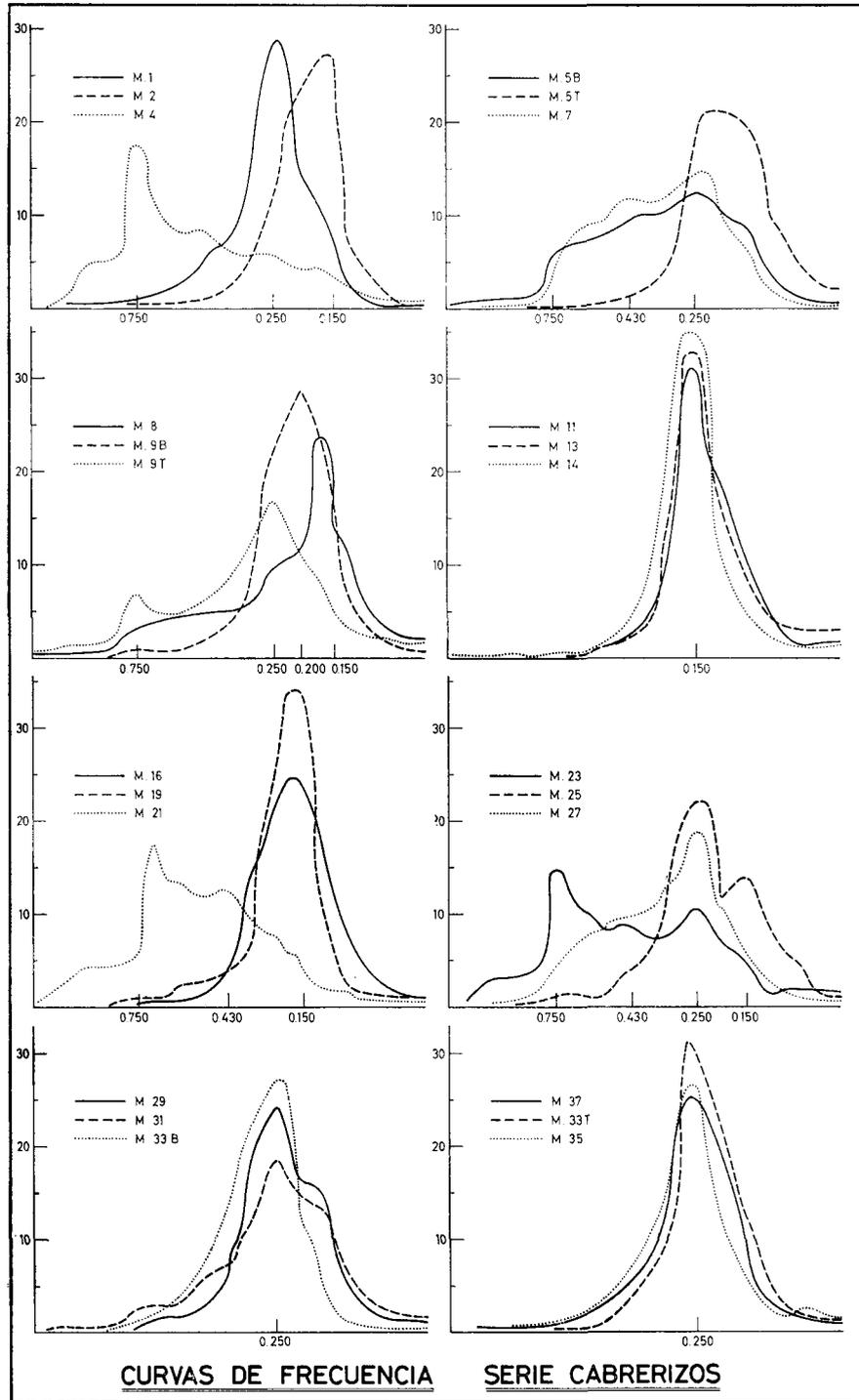


FIG. 4

tamaño se explican mediante fluctuaciones de la energía del agente de depósito.

Aldealengua.—Para estos sedimentos, la mayor parte de las curvas de frecuencia (Fig. 6), pertenecen al 3.º tipo de POMEROL (1951), son curvas con una fase gruesa nula, una media reducida y una fase fina importante. Las

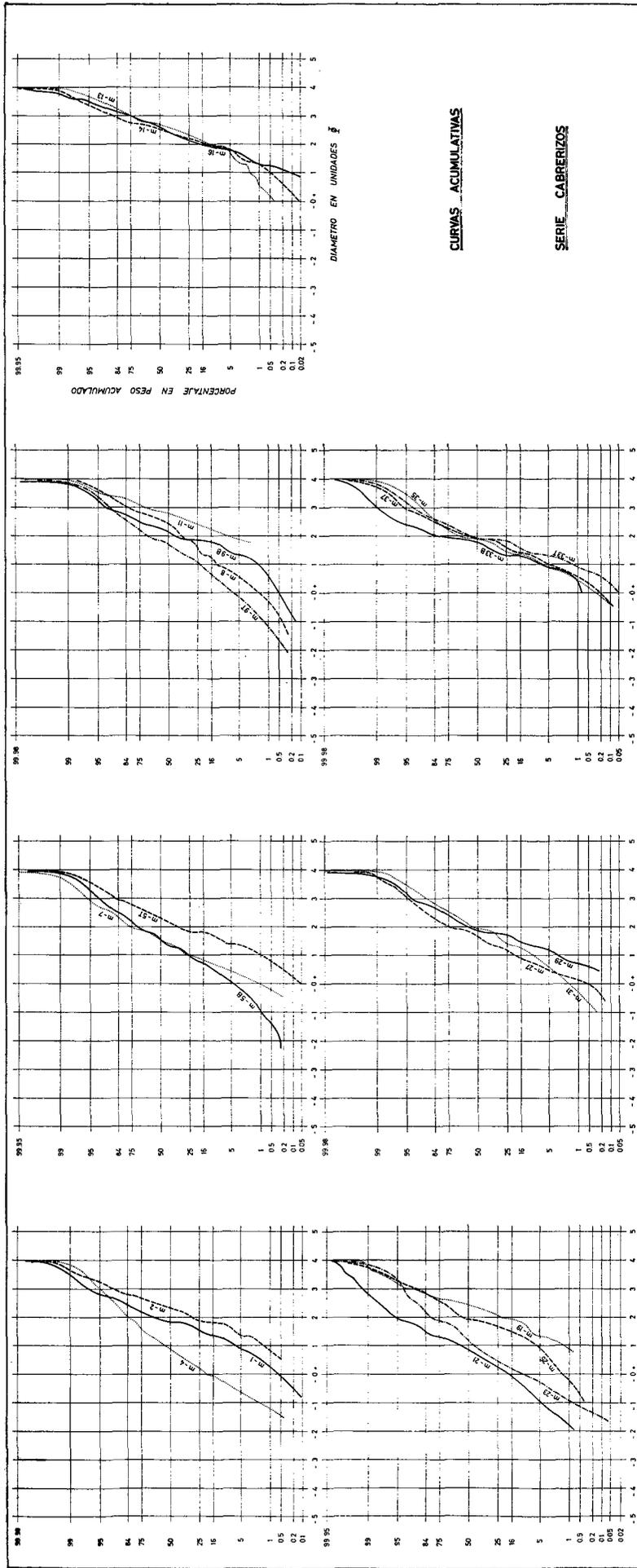


FIG. 5

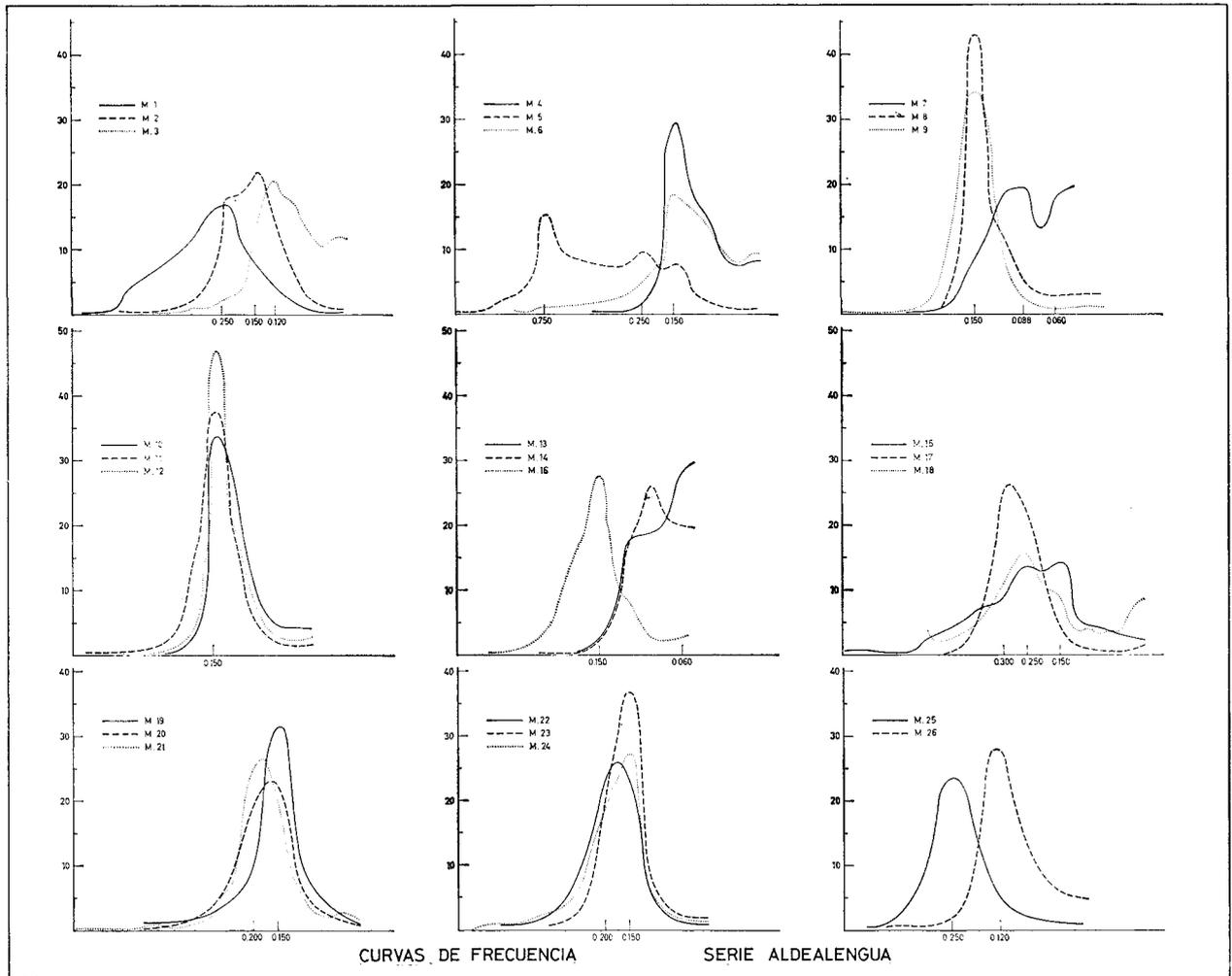


FIG. 6

muestras 5 y 15 pertenecen al 4.º tipo y son curvas con dos máximos, uno en la fase media y otro en la fina. Al 2.º tipo corresponde la muestra 1, es una curva con un máximo en la fase media.

Las curvas acumuladas (Fig. 7), nos muestran unos sedimentos muy bien clasificados, como por ejemplo los de las muestras 13 y 14.

En general se aprecia un tamaño de sedimento más fino que en Cabrerizos así como fluctuaciones más fuertes de la energía del medio en las inflexiones de las curvas. Estas inflexiones delimitan los campos de tracción y de suspensión, o mejor los de las distintas poblaciones (Moss, 1972).

En Cabrerizos se han medido las inflexiones de las curvas (Tabla I), observándose que están situadas entre los valores $-0,20 \text{ } \emptyset$ y $1,70 \text{ } \emptyset$, esto quiere decir que una muestra que tenga la inflexión en el valor $1,30 \text{ } \emptyset$, por ejemplo, la energía cinética de la corriente era lo suficientemente fuerte como para transportar por tracción todos los tamaños mayores de $0,430 \text{ mm}$.

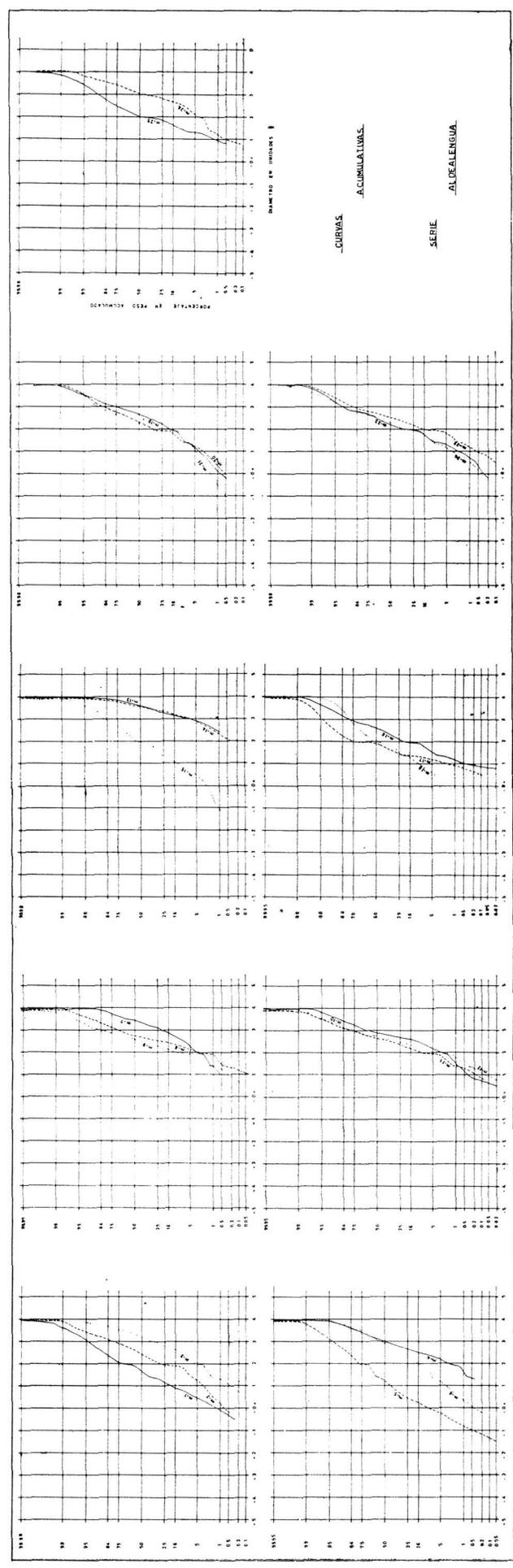


FIG. 7

También se han calculado los porcentajes en que suceden esas inflexiones, resultando todos comprendidos entre un 0,5 % y un 6 % en general, aunque hay muestras como la 21 en la cual, el material transportado por tracción ocupa un 18 % del total de la muestra.

Para las muestras de Aldealengua, las inflexiones están por lo general comprendidas entre los valores 1,50 Ø y 2,50 Ø y entre los siguientes porcentajes 1,5 % y 14 %.

Comparando los datos granulométricos de ambas localidades, se aprecia un tamaño más fino de sedimento en Aldealengua observando los intervalos de las curvas acumuladas. La comparación de los valores de las inflexiones, indican que en Aldealengua, las inflexiones se dan en tamaños más pequeños y sus porcentajes son mayores, esto quiere decir que, material que por su diámetro pequeño en Cabrerizos iría transportado en suspensión, en Aldealengua ha sido transportado por tracción y en mayor cantidad.

TABLA I

CABRERIZOS				ALDEALENGUA			
		Ø inflexión	% inflexión			Ø inflexión	% inflexión
Muestra	1	0,80 Ø	4 %	Muestra	2	1,80 Ø	12 %
"	2	1,50 Ø	5 %	"	9	1,90 Ø	4 %
"	5B	0,20 Ø	3 %	"	10	1,90 Ø	1,5 %
"	5T	1,35 Ø	3 %	"	12	1,90 Ø	1,5 %
"	8	0,10 Ø	1 %	"	13	2,80 Ø	3 %
"	9B	1,30 Ø	2 %	"	14	2,80 Ø	3 %
"	9T	0,20 Ø	3 %	"	15	0,30 Ø	3 %
"	13	1,70 Ø	5 %	"	19	2,10 Ø	14 %
"	14	1,60 Ø	3,5 %	"	20	2,10 Ø	14 %
"	19	1,60 Ø	6 %	"	21	1,90 Ø	12 %
"	21	0,00 Ø	18 %	"	22	1,20 Ø	3 %
"	25	1,40 Ø	8 %	"	23	1,90 Ø	5 %
"	27	0,00 Ø	0,5 %	"	24	1,20 Ø	3 %
"	33T	0,50 Ø	1 %	"	26	2,50 Ø	8 %
"	33T	0,80 Ø	0,5 %				

ANALISIS ESTADISTICO

Medida de la tendencia central.—Para el cálculo de este valor, que en términos energéticos significa la energía cinética media del agente de depósito, se ha empleado la expresión de FOLK y WARD (1957), MASON y FOLK (1958) y SAHU (1964).

En Cabrerizos (Tabla II), los valores de la mediana y media se acercan bastante, llegando en algunos casos a coincidir, lo que indica una distribución simétrica y por tanto un sedimento muy bien clasificado. En Aldealengua (Tabla III), estos valores difieren bastante. En general son más pequeños que en Cabrerizos, es decir, el tamaño de grano es más fino.

Medida de la clasificación (Sorting).—Las tablas II y III indican como para Cabrerizos los valores del sorting están comprendidos entre 0,50 y 1,00, lo cual según FOLK y WARD (1957), corresponde a sedimentos moderadamente clasificados. En Aldealengua, sin embargo, estos valores son más bajos presentando el sedimento mejor clasificación.

Asimetría.—Los resultados de Asimetría (Tablas II y III), para cuyo cálculo se ha empleado la expresión de MASON y FOLK (1958) indican que para Cabrerizos la mayoría son positivas, esto es, la media se desplaza hacia los tamaños finos. Existen muestras como la 21 y 9T, que dan un valor numérico de Asimetría negativo mientras que en las gráficas parámetro-espesor muestran una Asimetría positiva. Este contraste es debido a la bimodalidad de las curvas, definiendo el signo de la Asimetría la moda mayor.

En Aldealengua, la Asimetría es más positiva que en Cabrerizos, es decir, la media se desplaza hacia el lado más fino de la mediana. Algunas de las Asimetrías negativas, como las de las muestras 6, 7 y 14, están controladas por la bimodalidad de su distribución.

Kurtosis.—FOLK y WARD (1957), dependiendo del valor numérico de la agudeza de las curvas de frecuencia las clasifican en leptocúrticas, mesocúrticas y platicúrticas. Una curva es leptocúrtica cuando la parte central está mejor calibrada que las colas; si por el contrario son las colas las que están mejor calibradas, la curva se denomina platicúrtica. En general en Aldealengua (Tabla III) los valores de kurtosis son más bajos que en Cabrerizos (Tabla II), existiendo mayor número de curvas platicúrticas.

TABLA II
CABRERIZOS

Muestra	M	MØ	S _k	σ	K
1	0,2833 mm.	0,2774 mm.	0,06	0,54	1,14
2	0,2031 mm.	0,2045 mm.	—0,02	0,52	1,08
4	0,5744 mm.	0,5359 mm.	0,15	1,08	1,18
5B	0,3536 mm.	0,3368 mm.	0,11	0,93	1,10
5T	0,2103 mm.	0,1989 mm.	0,20	0,59	0,95
7	0,3536 mm.	0,3511 mm.	0,06	0,46	1,06
8	0,1895 mm.	0,2162 mm.	—0,26	0,89	1,06
9B	0,2253 mm.	0,2132 mm.	0,22	0,52	1,33
9T	0,3078 mm.	0,3221 mm.	—0,09	0,98	1,26
11	0,1487 mm.	0,1487 mm.	—0,015	0,50	1,13
13	0,1539 mm.	0,1528 mm.	0,02	0,58	1,26
14	0,1768 mm.	0,1793 mm.	0,03	0,47	1,19
16	0,1650 mm.	0,1673 mm.	0,005	0,53	0,87
19	0,1830 mm.	0,1895 mm.	—0,16	0,52	1,26
21	0,5744 mm.	0,2177 mm.	—0,32	0,85	1,11
23	0,4666 mm.	0,4475 mm.	0,16	1,04	1,11
25	0,2680 mm.	0,2365 mm.	0,28	0,69	1,09
27	0,3187 mm.	0,3280 mm.	0,005	0,72	1,20
29	0,2680 mm.	0,2625 mm.	0,29	0,61	1,26
31	0,2589 mm.	0,2483 mm.	0,099	0,80	1,08
33B	0,2872 mm.	0,3078 mm.	—0,31	0,39	1,02
33T	0,2500 mm.	0,2398 mm.	0,22	0,53	1,38
35	0,2680 mm.	0,2625 mm.	0,15	0,69	1,52
37	0,2589 mm.	0,2589 mm.	0,02	0,56	1,14

TABLA III
ALDEALENGUA

Muestra	M	MØ	S _k	σ	K
1	0,3078 mm.	0,3585 mm.	—0,05	0,75	1,33
2	0,1895 mm.	0,2117 mm.	0,04	0,59	0,95
3	0,1088 mm.	0,1286 mm.	—0,17	0,57	1,03
4	0,1250 mm.	0,1313 mm.	0,07	0,52	0,87
5	0,4353 mm.	0,4569 mm.	0,12	1,05	0,87
6	0,1340 mm.	0,1696 mm.	—0,18	0,40	1,00
7	0,0947 mm.	0,1096 mm.	—0,19	0,51	1,16
8	0,1539 mm.	0,1436 mm.	—0,29	0,46	1,09
9	0,1650 mm.	0,1732 mm.	0,01	0,43	1,04
10	0,1387 mm.	0,1426 mm.	0,31	0,44	1,31
11	0,1593 mm.	0,1696 mm.	0,04	0,45	1,06
12	0,1539 mm.	0,1650 mm.	0,06	0,40	1,22
13	0,0824 mm.	0,0908 mm.	—0,25	0,33	0,90
14	0,0824 mm.	0,0928 mm.	—0,32	0,31	0,86
15	0,2500 mm.	0,2813 mm.	0,04	0,93	0,94
16	0,1650 mm.	0,1882 mm.	—0,06	0,61	1,07
17	0,2680 mm.	0,2953 mm.	—0,01	0,49	1,30
18	0,2500 mm.	0,2500 mm.	0,26	1,01	1,05
19	0,1593 mm.	0,2017 mm.	—0,23	0,62	1,17
20	0,2031 mm.	0,2238 mm.	0,09	1,60	1,20
21	0,2031 mm.	0,2365 mm.	0,13	0,59	1,71
22	0,2177 mm.	0,2333 mm.	0,07	0,55	1,11
23	0,1768 mm.	0,1882 mm.	0,03	0,47	1,09
24	0,2031 mm.	0,2398 mm.	—0,10	0,59	1,17
25	0,2500 mm.	0,3121 mm.	0,31	0,59	1,23
26	0,1167 mm.	0,1331 mm.	—0,07	0,48	1,19

GRAFICAS PARAMETROS-ESPESOR

Son gráficas obtenidas a partir de los datos de las curvas acumuladas. Están construidas representando a lo largo de la columna estratigráfica, los valores del centil, decil, cuartiles, mediana y percentil, obtenidos a partir de las curvas acumuladas.

Estas gráficas están comentadas según las ideas establecidas por SÁNCHEZ DE LA TORRE et al. en la VI Reunión del Grupo Español de Sedimentología de Granada (1972).

Cabrerizos (Fig. 1).—Estudiando la variación de los parámetros C-P₉₀ se controla la variación del campo energético a lo largo de la columna. La energía es mayor durante la deposición de las muestras 4, 5B, 8, 9T, 21 y 31. La energía fue menor y por lo tanto los sedimentos están mejor clasificados en los estrangulamientos de las gráficas, como los de las muestras 9B, 11, 14, 29 y 33T.

Controlando la variación de los parámetros C-M, a lo largo de la serie, se puede estudiar cómo varía la energía máxima comparada con la media. Comienza aumentando el intervalo energético hasta el techo del tramo 5 en que disminuye, la energía aumenta de nuevo en los tramos 7 y 8 para disminuir en la base del 9. Vuelve a aumentar la capacidad de transporte del medio durante la sedimentación del techo del mismo tramo y de los tramos sucesivos hasta el 14 en el que se depositan tamaños gruesos por pérdida de energía. Aumenta la velocidad de nuevo hasta el tramo 23 manteniéndose hasta el depósito del tramo 25. Disminuye durante el depósito del 27 y 29 para aumentar progresivamente a partir del 30.

Si los que se controlan son los parámetros M-P₉₀, se compara la energía mínima con la media. Los tramos que se han depositado durante un predominio de energía mínima y por tanto tienen más material fino, son: 2, 5, 8, 9B, 11, 14, 19, 25, 27, 29 y 33B.

Controlando el desplazamiento de los cuartiles con respecto a la mediana, estudiamos la Asimetría. Una Asimetría positiva indica decantación, muestras 1, 4, 5, 8, 9T, 14, 21, 23, 27, 29 y 33, mientras que una Asimetría negativa indica un lavado. El resto de los tramos no citados anteriormente se depositaron predominando el lavado.

La Angulosidad se mide comparando si los Q₁ y Q₃ están más próximos a M que los P₁₀ y P₉₀ a los Q₁ y Q₃. Las muestras 5, 9B, 14 y 19 son curvas normales. Curvas angulosas son las pertenecientes a las muestras 2, 9T y 27. Una curva plana es la de la muestra 31.

Aldealengua (Fig. 3).—Las muestras 8, 12 y 16 señalan un descenso en la energía cinética máxima comparada con la media.

Los tramos que se han depositado durante un predominio de la energía mínima comparada con la media y por tanto tendrá un predominio de material fino, son: 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 16.

Las muestras 1, 3, 4, 10, 11, 12, 13, 15 y 17B, muestran una Asimetría positiva con predominio de la decantación, mientras que las muestras 11 y 17T, presentan una Asimetría negativa.

LIMOS Y ARCILLAS

Se ha calculado en las granulometrías el porcentaje de la porción menor de 0,062 mm. correspondiente a los limos y arcillas (Tabla IV). Se observa fácilmente que en Aldealengua existe mayor cantidad de esta fracción.

TABLA IV

CABRERIZOS		ALDEALENGUA	
Muestra	% Limos	Muestra	% Limos
1	0,454	1	7,381
2	6,384	2	13,359
4	5,111	3	41,572
5B	0,662	4	29,049
5T	10,899	5	2,387
7	7,156	6	38,599
8	13,173	7	77,199
9B	10,331	8	6,320
9T	10,454	9	9,763
11	5,547	10	9,616
13	23,234	11	7,350
14	11,387	12	10,098
16	8,574	13	48,007
19	0,878	14	53,450
21	—	15	18,736
23	2,431	16	9,234
25	5,217	17	3,455
27	3,276	18	5,000
29	13,351	19	20,113
31	0,359	20	9,981
33B	6,678	21	9,374
33T	4,614	22	6,611
35	7,276	23	7,924
37	4,472	24	—
		25	6,679
		26	14,934

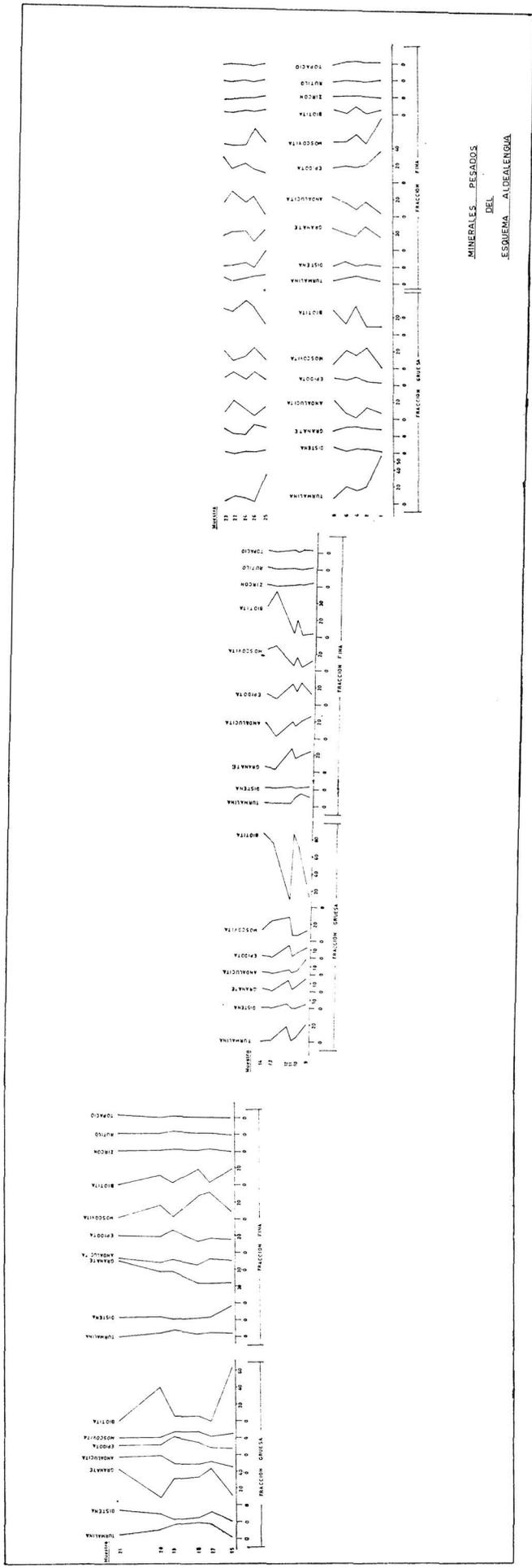


FIG. 8

CARBONATOS

Los datos obtenidos del contenido en carbonatos de las muestras, mediante una sencilla volumetría (Tabla V), están representados junto a las columnas estratigráficas correspondientes (Figs. 1 y 3).

Comparando estas curvas con las gráficas parámetro-espesor, destaca el hecho de que las muestras con alto contenido en carbonatos, son coincidentes con zonas de lavado nulo, esto puede indicar que el carbonato de esas muestras sea de origen primario. También otros máximos coinciden con zonas de intenso lavado, lo cual indica que podría tratarse de un carbonato secundario.

La gran diferencia existente en carbonatos entre algunas muestras, denuncian un clima húmedo y cálido con alternancias de épocas más cálidas. No basta un clima para explicar el contenido tan alto en carbonatos primarios, pero teniendo en cuenta que la región estaba afectada por los últimos movimientos Alpinos, es posible que variaciones en el relieve dieran un mayor aporte de calcio; esto y el clima sí pueden explicar ya ese contenido tan elevado de carbonatos de algunas muestras.

Las muestras cuyo carbonato es secundario, coinciden con zonas de Asimetría negativa; el sedimento es de mayor tamaño, por lo que hay mayor concentración de carbonatos rellenando los huecos del sedimento. Esta cementación posterior presenta un típico aspecto en el relieve (Fig. 19).

Existen unas concreciones (Fig. 19), colocadas estratigráficamente en el muro y en el techo de los estratos, que por su forma pudieran ser con-

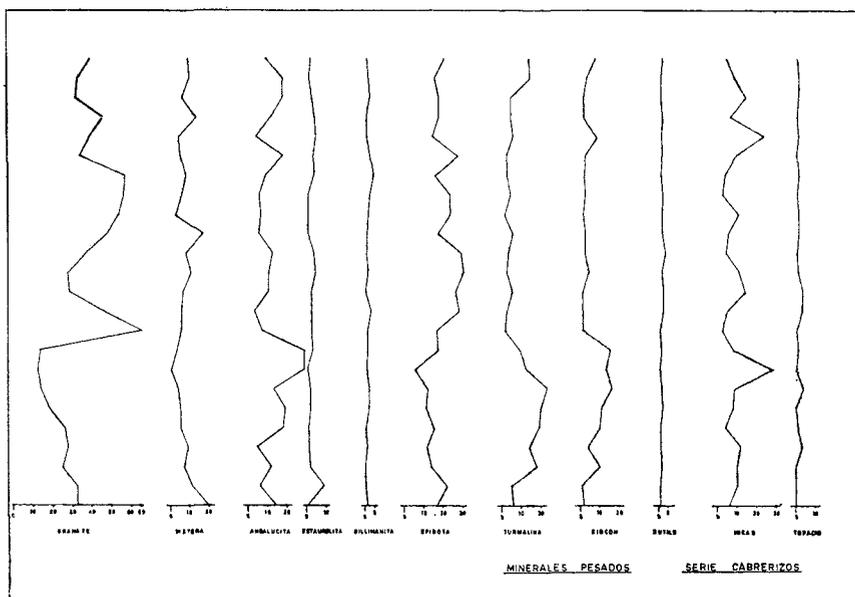


FIG. 9

tramoldes de raíces (JIMÉNEZ, 1972). Son del mismo material encajante pero de grano más grueso y más ricos en carbonatos por lo que probablemente sean producto de la cementación posterior.

TABLA V

C A B R E R I Z O S		A L D E A L E N G U A	
Muestra	% Carbonatos	Muestra	% Carbonatos
1	2,36	1	2,45
2	2,99	2	2,45
4	25,42	3	2,36
5B	9,35	4	3,81
5T	9,53	5	13,32
7	31,32	6	2,36
8	4,54	7	1,63
9B	7,35	8	8,08
9T	17,34	9	8,94
11	11,84	10	5,17
13	24,06	11	7,46
14	2,45	12	6,01
16	2,36	13	5,28
19	2,81	14	13,36
21	2,99	15	21,36
23	—	16	9,67
25	5,28	17	2,45
27	3,81	18	
29	2,45	19	3,72
31	36,32	20	11,72
33B	2,45	21	4,33
33T	2,36	22	25,99
35	2,99	23	5,03
37	3,81	24	28,87
		25	28,87
		26	12,28

ESTUDIO MINERALOGICO

Se procedió mediante el empleo de bromoformo a una separación de minerales entre los tamaños 0,400 mm. y 0,060 mm. para las muestras de Cabrerizos, mientras que para las de Aldealengua se realizaron dos separaciones, una de la fracción comprendida entre los tamaños 0,400 mm. —0,150 mm., y otra de la fracción 0,150 mm. —0,060 mm. Esto permite conocer la frecuencia de los minerales según su tamaño.

Los porcentajes obtenidos en el recuento de las preparaciones (Tablas VI, VII y VIII), están representados en las gráficas de variación de minerales a lo largo de la columna estratigráfica (Figs. 8 y 9).

Para el estudio de la asociación mineralógica que prevalece en cada una de las series así como la posible correlación entre ellas, se ha utilizado un método de tipo analítico computando los datos. Así, si minerales de parecida estabilidad presentan una buena correlación numérica indicarán una misma procedencia.

Observando el cuadro de coeficientes de correlación para los minerales de Cabrerizos (Tabla IX), así como las gráficas (Fig. 8), y comparándolas entre sí se aprecia cómo la turmalina y el circón presentan una buena correlación tanto gráfica como analítica. Lo mismo sucede con la andalucita-circón, granate-circón, turmalina-granate y granate-andalucita. La epidota presenta unos coeficientes de correlación con los minerales de la asociación que, sin ser muy altos, sí son lo suficiente como para que se le considere como un mineral abundante en la zona. La asociación mineralógica para Cabrerizos es: turmalina, granate, circón y andalucita.

Como resultado de la comparación de las gráficas de Aldealengua (Fig. 9) y el cuadro de coeficientes de correlación para los minerales de diámetro fino de la misma (Tabla IX), la asociación mineralógica queda establecida como la formada por: biotita, granate, topacio y epidota. Para los minerales de tamaño grueso la asociación sería: distena, granate, biotita y epidota. La distena no presentará correlación con los minerales de la fracción fina a causa de su tamaño.

La comparación de los coeficientes con las gráficas ha ayudado a establecer el índice de correlación; en Cabrerizos, de acuerdo con la bibliografía al respecto, no hay problema en establecer como buena correlación aquella cuyo coeficiente sea mayor de 0,60. Sin embargo, no sucede igual en Aldealengua, por lo que de acuerdo con las gráficas se estableció como índices de buena correlación los coeficientes mayores de 0,50.

TABLA VI
CABRERIZOS

Muestra	Tr	Gr	Di	An	Bi	Ci	Ru	Ep	Mo	O-T	Otros
1	6	33	20	14	3	2	1	17	3	19	2
2	5	33	11	16	4	1	1	22	6	22	9
4	18	25	7	12	4	10	2	14	6	38	2
5B	14	28	9	4	2	4	1	12	10	32	16
5T	19	26	5	18	—	10	1	15	4	35	2
7	20	18	5	19	6	11	2	11	2	47	6
8	23	14	4	13	4	16	1	12	5	40	8
9B	12	12	—	29	14	13	—	5	14	39	1
9T	9	13	3	29	6	15	1	17	2	46	5
11	1	65	5	7	—	1	—	16	2	18	3
13	2	45	5	3	—	1	2	28	4	11	10
14	5	28	6	10	2	1	2	26	12	21	8
16	2	27	10	10	4	4	1	30	2	20	10
19	3	36	7	12	1	2	3	29	3	22	4
21	5	47	16	5	3	2	1	17	2	13	2
23	1	53	2	6	6	1	1	23	4	14	3
25	4	55	5	5	1	2	1	23	1	10	3
27	2	56	7	8	1	1	—	15	2	17	5
29	2	33	4	17	1	2	1	27	8	14	5
31	5	38	3	3	19	8	1	14	4	21	5
33B	4	45	12	11	2	1	1	17	4	12	3
33T	4	31	5	17	8	1	—	17	6	18	11
35	14	32	9	17	4	3	—	15	4	19	2
37	13	38	8	8	2	7	1	20	2	31	1

TABLA VII

GRUESOS DE ALDEALENGUA

Muestra	Tr	To	Di	Gr	An	Bi	Ep	Mo	O-T	Ci	Ru	Otros
1	58	11	1	8	7	11	3	1	36	—	—	2
2	20	2	5	9	14	11	5	25	29	1	—	8
4	16	—	6	11	1	34	10	16	28	—	—	5
6	21	1	3	11	7	13	7	22	31	1	2	11
7	12	1	1	6	15	30	1	29	26	2	—	4
8	6	3	8	6	22	30	10	5	25	—	—	1
9	21	—	5	15	19	12	12	12	42	1	—	2
10	5	1	—	6	4	71	6	6	24	1	—	1
11	1	—	—	2	2	87	1	6	9	—	—	1
12	9	3	5	13	5	10	14	28	42	—	—	15
13	1	—	—	—	1	75	—	23	—	—	—	1
14	—	—	—	2	—	86	1	11	3	—	—	1
15	2	1	1	11	5	65	7	5	37	1	—	1
17	18	—	12	44	12	—	9	2	23	1	—	2
18	19	—	5	33	9	5	15	7	37	1	—	3
19	17	6	2	31	9	5	21	6	29	1	1	1
20	11	—	9	8	18	40	12	—	27	—	—	2
21	6	—	14	43	17	—	11	—	13	—	1	8
22	10	—	—	4	23	29	17	10	48	—	—	7
23	5	5	2	11	9	32	10	22	28	2	—	3
24	7	3	2	3	12	41	8	15	28	—	—	8
25	35	—	4	11	15	13	7	11	31	—	—	6
26	4	2	—	14	5	33	16	25	54	1	—	—

TABLA VIII

FINOS DE ALDEALENGUA

Muestra	Ci	Tr	Bi	Mo	Di	Gr	Ru	Ep	To	An	O-T	Otros
1	1	4	7	38	2	16	2	39	3	4	31	3
2	3	7	3	7	4	29	—	22	3	18	35	4
4	4	10	12	18	2	17	1	19	4	9	29	4
6	4	8	3	10	7	21	2	21	3	17	29	7
7	1	—	6	51	1	6	—	5	1	27	10	1
8	3	4	7	10	2	27	1	18	1	24	22	3
9	4	10	4	12	3	24	2	12	2	26	37	4
10	1	14	2	4	2	19	—	25	3	20	40	10
11	2	8	19	16	2	15	—	15	1	14	22	6
12	1	3	4	6	3	27	1	24	3	20	36	5
13	—	3	53	29	1	2	—	6	—	2	28	4
14	1	3	35	24	1	5	1	11	1	18	37	1
15	—	4	20	8	17	24	—	15	—	10	37	4
17	2	5	3	32	3	23	2	16	1	13	16	—
18	1	3	19	28	2	23	2	13	1	5	26	4
19	2	7	3	3	1	37	4	26	2	12	24	3
20	1	4	12	16	3	37	1	18	—	7	23	1
21	1	—	1	2	3	50	2	20	3	13	14	5
22	1	5	5	7	3	23	1	18	1	31	37	5
23	1	9	7	9	3	18	2	32	2	18	38	3
24	2	7	8	6	6	24	3	24	2	18	32	1
25	4	12	8	10	20	25	3	13	2	3	40	—
26	2	10	6	26	—	11	1	17	—	25	31	2

CONCLUSIONES

Como ya vimos en los apartados anteriores dedicados al estudio granulométrico y estadístico, el sedimento es de grano más fino en Aldealengua, presentando también mejor clasificación.

Las gráficas parámetro-espesor indican los importantes cambios sufridos en la energía del medio en ambas series, así como por lo menos siete ciclos mayores. Cada uno de estos ciclos coincide con la serie virtual detrítica dada por JIMÉNEZ (1972) para los sedimentos de los escarpes del Tormes, y que consta de conglomerados, areniscas gruesas, areniscas finas, limos arenosos y arcillas.

Las estructuras sedimentarias son típicas de un medio muy hidroplástico. Aunque no se ha hecho un estudio de direcciones de estructuras, los paleocauces en general parecen presentar dirección Norte-Sur.

La gran cantidad de material fino, así como la energía que demuestran las gráficas parámetro-espesor, el tipo de estructuras sedimentarias, y todo lo anteriormente dicho a lo largo de este trabajo, indica que estas formaciones son abanicos aluviales superpuestos.

Observando las asociaciones mineralógicas, vemos que son diferentes en Cabrerizos y en Aldealengua, lo cual hace pensar en distintas áreas fuentes. La asociación de Aldealengua es de más alto metamorfismo que la de Cabrerizos. Dado que actualmente en el posible área fuente de estos sedimentos no existen distenas, puede ser que estén cubiertas por sedimentos Paleógenos. Los abanicos son entonces ligeramente diacrónicos, siendo el de Aldealengua, por poseer distenas, anterior al de Cabrerizos.

Como ya indicamos anteriormente, el alto contenido en carbonatos denuncia un clima húmedo y cálido, semejante al existente actualmente en algunas zonas tropicales.

RECONOCIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a cuantos han colaborado con total entrega y eficacia en la realización de este trabajo. En especial a la Profesora Dra. Inmaculada Corrales y al Dr. Luis Sánchez de la Torre, sin cuyos consejos este trabajo habría sido imposible. También agradezco su colaboración a todo el personal del Departamento de Petrología de esta Universidad por su inestimable cooperación.



FIG. 10

Vista parcial del escarpe. Obsérvese los paleocauces, así como los adelgazamientos de las capas



FIG. 11

Estructuras de deslizamiento

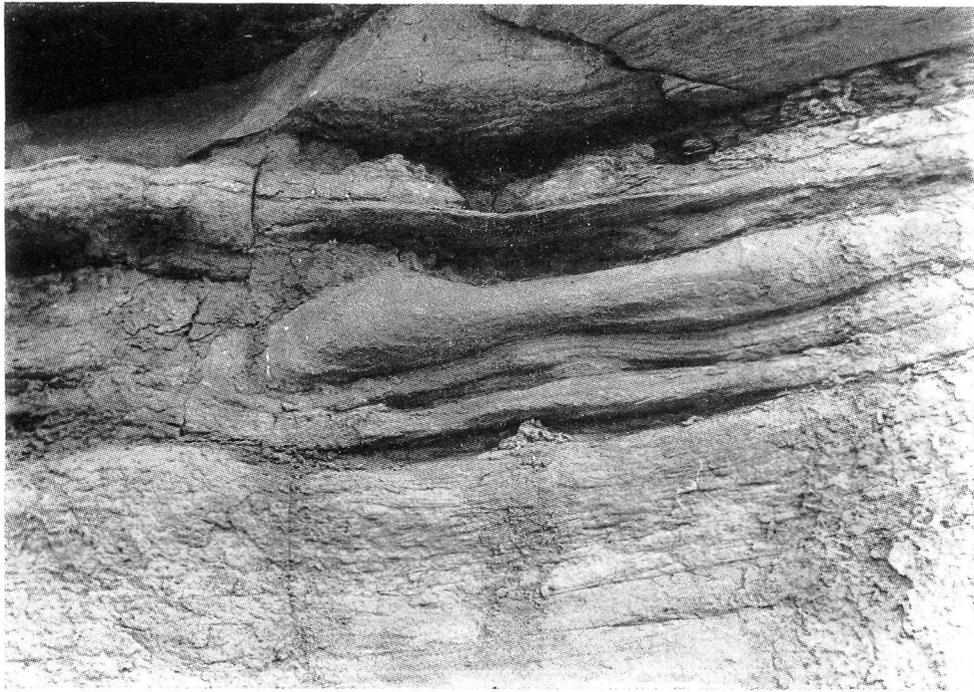


FIG. 12

Estratificación cruzada volcada

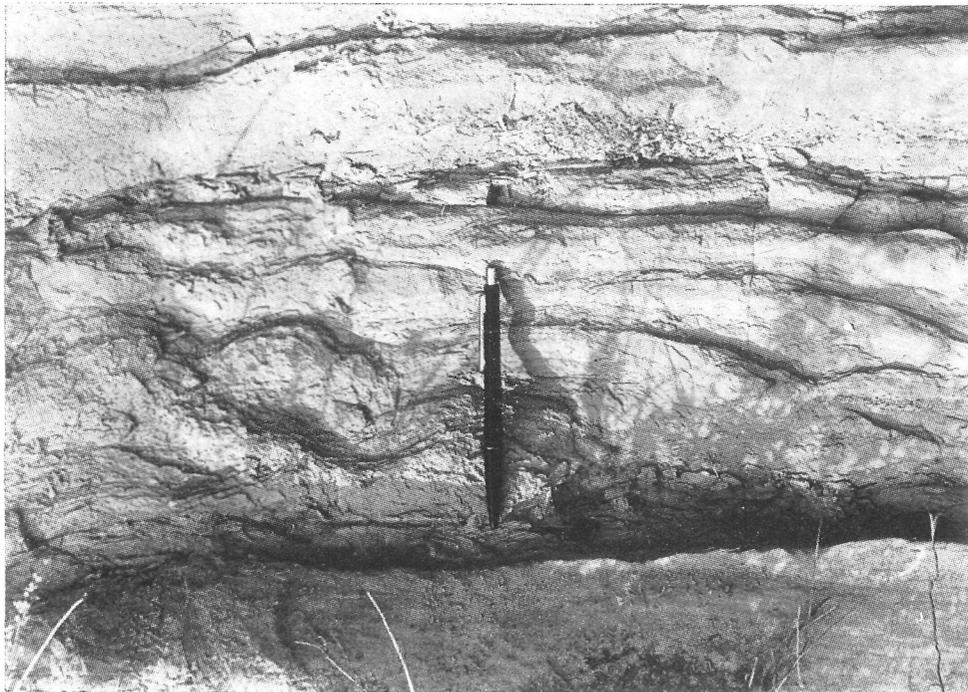


FIG. 13

Laminación ondulada



FIG. 14

Estratificación cruzada debida a migración de antidunas



FIG. 15

Estructuras Flameadas



FIG. 16

Estratificación cruzada tipo "NU" de ALLEN



FIG. 17

Estratificación cruzada tipo "THETA" de ALLEN



FIG. 18

Cementación. Aspecto que presenta en el paisaje

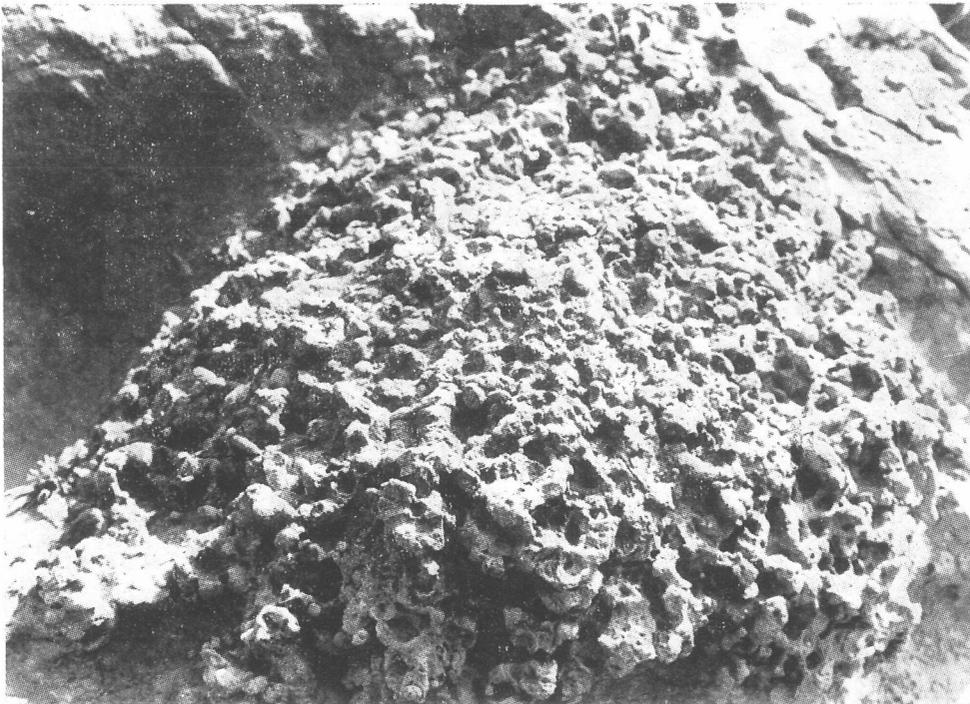


FIG. 19

Fenómenos de cementación posterior que pueden ser confundidos con contramoldes de raíces

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, J. R. L. (1963): *The classification of cross-stratified units with notes on their origin*. *Sedimentology*, 2 (2), 93-114.
- (1968): *Current ripples*. North-Holland Publ. Co., Amsterdam.
- (1969a): *On the geometry of current ripples in relation to stability of fluid flow*. *Geografiska Ann.*, 51 A (1-2), 61-96.
- (1969b): *Some recent advances in the physics of sedimentation*. *Proc. Geol. Ass.*, 80 (1), 1-42.
- (1970): *Physical processes of sedimentation*. Earth sci., ser. I. Unwin Univ. Books.
- (1972): *Intensity of deposition from avalanches and the loose packing of avalanche deposits*. *Sedimentology*, 18 (1-2), 105-111.
- CARVER, R. E. (1971): *Procedures in Sedimentary Petrology*. Wiley-Interscience. New York.
- COSCARON, H. (1969): *Estudio Granulométrico del Terciario inferior del Tormes*. Tesis de licenciatura, Univ. Salamanca.
- DENNY, Ch. S. (1965): *Alluvial fans in the Death Valley region, California and Nevada*. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap., 446, 1-62.
- FOLK, R. L. (1965): *Sedimentary Petrology*. Univ. Menfis, Austin, Texas.
- FOLK, R. L. y WARD, W. C. (1957): *Brazos River Bar: A study in the significance of grain size parameters*. *J. Sediment. Petrol.*, 27 (1), 3-26.
- FRIEDMAN, G. M. (1958): *Determination of sieve-size distribution from thin section data for sedimentary petrological structures*. *Jour. Geol.*, 66, 394-416.
- GRIMALDI, F. S.; SHAFIRO, L. y SCIHNEPFE, M. (1965): *Determination of carbon dioxide in limestone and dolomite by acid-base titration*. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap., 550 B, 186-188.
- HOOKE, R. L. (1966): *Processes on arid region alluvial fans*. *J. Geol.*, 438-466.
- JIMÉNEZ, E. (1968): *Stereogenys Salmanticensis nov. sp., quelonio eocénico del valle del Duero*. *Est. Geol.*, 24, 191-203.
- (1970): *Estratigrafía y Paleontología del borde Sur-Occidental de la Cuenca del Duero*. Tesis Doctoral, Univ. Salamanca.
- (1972): *El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero. I. Los escarpes del Tormes*. *Stvd. Geol.*, 3, 67-111.
- KRUMBEIN, W. C. (1934): *The probable error of sampling sediments for mechanical analysis*. *J. Sediment. Petrol.*, 2, 89-124.
- MASON, C. C. y FOLK, R. L. (1958): *Diferentiation of beach, dune and eolian flat environment by size analysis, Mustang Island, Texas*. *J. Sediment. Petrol.*, 28, 211-226.
- MAUREL, P. (1969): *Corrélations générales dans les roches argileuses*. *Bull. Soc. Fr. Mineral. Cristallog.*, 92, 369-395.

- MELTON, M. A. (1965): *The geomorphic and paleoclimatic significance of alluvial deposits in Southern Arizona*. J. Geol., 73, 1-38.
- MOSS, A. J. (1972): *Bed-Load sediments*. Sedimentology, 18 (34), 159-220.
- MULLER, G. (1969): *Methods in Sedimentary Petrology*. Translated by Hans Ulrrich Schmincke, E. Schweizer barts Verlag., Stuttgart, 280 págs.
- PETTIJHOHN, F. J. y POTTER, P. E. (1964): *Atlas and glossary of primary sedimentary structures*. Springer-Verlag, 360 págs.
- PETTIJHOHN, F. J.; POTTER, P. E. y SIEVER, R. (1972): *Sand and sandstone*. Springer-Verlag, 600 págs.
- RUKHIN, L. B. (1961): *Bases de la lithologie. Etude des formations sédimentaires*. Gostoptekhizdat, 780 págs., 294 figs.
- SAAVEDRA, J. y GARCÍA SÁNCHEZ, A. (1972): *Método rápido de determinación de elementos mayores, menores y trazas en rocas y suelos*. Anal. de Edaf. y Agrob., 31 (7-8), 650-673.
- SAHU, B. K. (1964): *Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments*. J. Sediment. Petrol., 34 (1), 73-83.
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. et al. (1972): *Interpretación de datos granulométricos*. VI Reunión del Grupo Español de Sedimentología. Granada.
- UGIDOS, J. M. (1973): *Estudio Petrológico del área Béjar-Plasencia (Salamanca-Cáceres)*. Tesis Doctoral, Univ. Salamanca.
- VATAN, A. (1967): *Manuel de Sédimentologie*. Technip.
- VISHER, G. S. (1965): *Fluvial processes as interpreted from ancient and recent fluvial deposits*. Soc. Ecom. Paleont. Min., Su. Publ. n.º 12.
- VISTELIUS, A. B. (1967): *Studies in Mathematical Geology*. A. spec. Res. Deport. Translated from Russian Consultants Bureau.

(Recibido el 30 - X - 73)