



Cerro de la Rosa

## ESTRATIGRAFÍA Y SEDIMENTOLOGÍA DEL CRETÁCICO DEL BORDE NORTE DE LA MESETA DE TOLEDO: CERRO DE LA ROSA

por I. ALONSO LUZURIAGA

### I. INTRODUCCIÓN

#### 1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y EXTENSIÓN

La zona objeto de estudio, está situada al Este de Toledo, dentro de la Hoja n.º 629, correspondiente al Mapa Geológico de España. Geológicamente está comprendida entre los paralelos 39° 50' y 39° 52' y los meridianos 0° 19' y 0° 16'.

Dentro del esquema que acompaña a esta memoria, hemos dedicado preferente atención a los afloramientos de edad cretácica, por ser el estudio de los materiales que los componen el objeto primordial de este trabajo.

El afloramiento cretácico de mayor extensión está a ambos lados de la carretera Toledo-Ciudad Real, cerca del Km. 73. Otro afloramiento de menor importancia se encuentra situado a la altura del Km. 3 de la carretera Toledo-Aranjuez, casi en el cruce con la de Ciudad Real.

El afloramiento más extenso, es el situado en el «Cerro de la Rosa», próximo al arroyo del mismo nombre. Es de destacar que debido al enmascaramiento de

este afloramiento, por la presencia de terrazas que lo tapan casi completamente, se ha especulado mucho sobre la verdadera edad de los materiales que lo componen.

La extensión de estos afloramientos es muy problemática, ya que sólo aparecen en los lugares señalados anteriormente, siendo desconocida su verdadera magnitud.

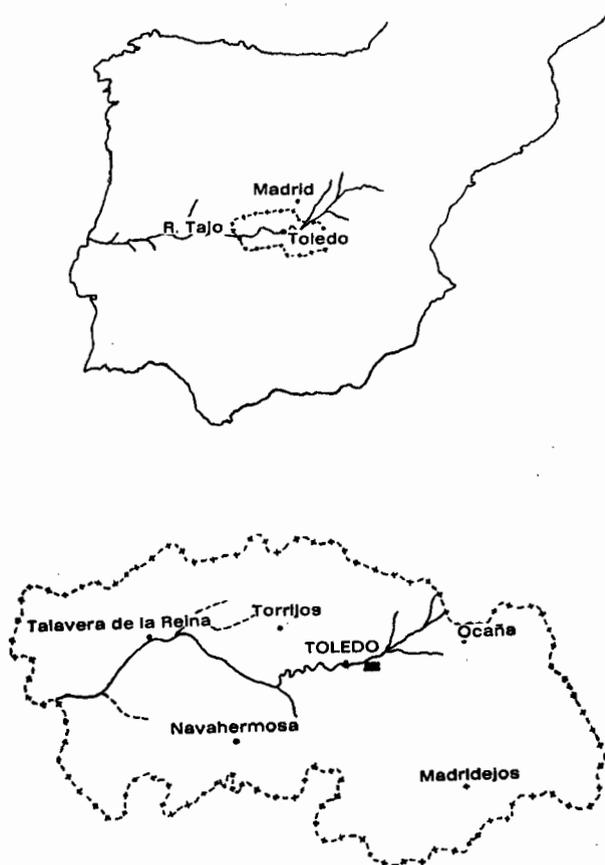


Fig. 1. — Situación geográfica de la zona estudiada.

## 2. OBJETO DEL ESTUDIO

En este trabajo se ha intentado contribuir al conocimiento del Cretácico en el Centro de España, su estratificación y sedimentación. Asimismo, citaremos algunos datos sobre la evolución del borde Norte de la Meseta del Tajo, relacionando el basamento granítico-migmatítico de edad precámbrica, con los procesos de sedimentación originados durante el Cretácico.

### 3. MÉTODOS DE TRABAJO

Conjuntamente con las observaciones realizadas sobre el terreno, de limitación sobre un esquema, escala 1 : 10.000 de las distintas litofacies que hemos encontrado, se han obtenido cortes estratigráficos, que con el trazado de columnas y curvas litológicas a escalas más detalladas, componen este trabajo.

Han sido recogidas numerosas muestras de los materiales encontrados que han sido estudiadas convenientemente. Se han utilizado para ello los métodos normales para un análisis sedimentológico: granulometrías, morfoscopías, morfometrías y estudio de minerales pesados.

Agradezco al Dr. Luis Sánchez de la Torre los consejos recibidos tanto en el trabajo del laboratorio como sobre el terreno.

También quiero hacer constar mi agradecimiento al Dr. N. Llopis, que ha dirigido este trabajo, y ha facilitado algunos datos y observaciones sobre la región estudiada.

### 4. ANTECEDENTES

La provincia de Toledo en general, posee una gran riqueza bibliográfica, ya que la gran variedad de formaciones geológicas que concurren allí, han sido ampliamente estudiadas desde muy antiguo, sobre todo las plutónicas y metamórficas, siendo en general escasos los autores que le han dedicado una atención especial a las sedimentarias. Por tanto la bibliografía existente no se ciñe estrictamente a la zona objeto de estudio, ya que el Cretácico del Cerro de la Rosa se ha considerado durante mucho tiempo como Mioceno marino.

En 1876, A. DE LA PEÑA publica en el Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España un pequeño trabajo que titula: «Reseña Geológica de la provincia de Toledo», en el que sólo habla del Terciario situado al NE. de la provincia como continuación del Mioceno de Madrid, y considera el resto de las formaciones como graníticas de la Era Primaria, especialmente Silúrico.

En 1878, D. DE CORTÁZAR, hace una descripción geológica de la provincia en un trabajo publicado en el Boletín Geológico de España que titula «Expedición Geológica por la provincia de Toledo». Lo mismo que A. DE LA PEÑA, señala la existencia del Cámbrico y Silúrico, pero además introduce la existencia del Secundario al encontrar Trías y Cretácico en el límite de la provincia de Toledo con la de Cuenca, formado por calizas con algunos fósiles que no cita.

En 1908, H. DOUVILLE en un trabajo titulado «Oligocène des environs de Tolède», clasifica unos fósiles recogidos al SE. de Toledo, en las proximidades del Cerro de la Rosa, con abundante ganga calcárea, cuyos afloramientos representan el borde de la gran formación detrítica de la España Central.

Establece la semejanza con los del sur de Cuenca y les atribuye la misma edad y origen marino, suponiéndolos Aquitanienses.

También CH. DEPERET en el mismo año, en su trabajo titulado: «Sur le Tertiaire des environs de Tolède», estudia los fósiles enviados para su clasi-

ficación, de la «molasa calcarífera de los Cerros de la Rosa»; no está de acuerdo con DOUVILLE en cuanto a la edad Aquitaniense de los moldes de fósiles marinos y salobres, creyendo que eran más bien Estampienses, fundándose en la edad de los mamíferos fósiles de los alrededores de Madrid.

En el mismo año, otro nuevo envío de fósiles permite reconocer a DOUVILLE una impresión de *Fucus cf. bulbiformis*, lo que indica que la formación es más antigua de lo que anteriormente se había supuesto, remontándola al Eoceno, contemporáneo de las capas con *Paleotherium* de Salamanca y por consiguiente los depósitos terciarios de Toledo son de edad más antigua de lo que suponía DEPERET.

También se encontraron en los alrededores de Toledo, los géneros *Arca*, *Natica* y *Fusus*, lo que demostraba que los depósitos eran francamente marinos.

Durante algún tiempo se ha tenido esta idea, pero posteriormente se les ha atribuido, a dichos fósiles, como del Cretácico por analogía con los encontrados en el Cretácico de la provincia de Segovia y concretamente en el arroyo Charca Redonda, afluente del Duratón, aguas arriba de Burgomillodo.

En el mismo año S. CALDERÓN publica las notas bibliográficas de DOUVILLE en el Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, dando cuenta de los descubrimientos respecto a los fósiles de las proximidades de Toledo.

También en 1908, A. KINDELÁN, con C. RUBIO y E. VILLATE, hacen un estudio hidrológico de la provincia de Toledo, en la zona de los ríos de la Cuenca del Tajo, Alberche y Guadarrama. Da su zona de estudio como cubierta por el Cuaternario a excepción de una mancha, de unos 25 Km. en dirección E.-W., y 5-8 Km. de ancha en el sentido N.S., de Mioceno lacustre, donde faltan las calizas superiores y el horizonte medio de los yesos, quedando reducido a arcillas con cantos de sílex.

En 1909, CALDERÓN en una comunicación verbal sobre el descubridor del Oligoceno marino de Toledo, publicada en el Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, se limita a citar como descubridor de los fósiles terciarios marinos de Toledo al SR. ESPLUGAS.

En 1910, CALDERÓN en otras notas bibliográficas vuelve a dar cuenta de los trabajos de DOUVILLE y DEPERET, quienes citan el terciario marino de Toledo.

En 1912, L. MALLADA y DUPUY DE LOME, en su «Reseña geológica de la provincia de Toledo» señalan un Cretácico en la provincia de Toledo en los términos de Quintanar y el Toboso.

En 1923, GÓMEZ DE LLARENA en su «Guía Geológica de los alrededores de Toledo», cita los materiales de los cerros próximos al arroyo de la Rosa como típicos del Oligoceno marino, establecido por los fósiles clasificados por Douville.

Limita bien su extensión a uno y otro lado de la carretera de Toledo a Ciudad Real e ilustra los datos con un corte esquemático en el que sobresale la «molasa oligocena» que es la que contenía los restos fosilíferos. Los fósiles encontrados son moldes internos y externos de *Potamides*, *Fusus bulbiformis*, *Arca barbata*, *Natica*, *Hydrobia*, *Paludina*, que dan la facies costera del depósito. El espesor que da a la molasa es de «poco más de 1 metro».

Sobre esta molasa se superponen confusamente dos clases de materiales; gruesos cantos rodados cementados, de diversa composición, neis, cuarcitas, etc. Intercalados entre ellos arenas grises de típica estratificación cruzada, que indica su origen torrencial, a diferencia de los anteriores depósitos típicamente costeros, lo que indica que en los tiempos medios terciarios el mar penetró hasta el centro de la Península.

En 1929, ROYO GÓMEZ, en un trabajo titulado: «El Torno del Tajo en Toledo», cita los estratos de los Cerros de la Rosa y de la Solanilla como paleocenos, bien del Eoceno superior o del Oligoceno de formación continental, excepto una intercalación de molasa de poco espesor que contiene moldes de diversos moluscos marinos, sus capas no están horizontales sino más o menos inclinadas y con buzamiento al N. 30° E.

En 1944 se publica la Hoja del Mapa Geológico de España n.º 629-Toledo, realizada por TEMPLADO, HERNÁNDEZ PACHECO y MESEGUER, en ella se describe el Cretácico del Cerro de la Rosa, como «sedimentos de acentuada facies marina litoral», que descansan directamente sobre el Estrato-Cristalino. Por encima de una zona inferior de arcillas plásticas de intensa coloración con un espesor de 15 mts. se encuentra un banco de poco más de un metro de potencia, formado por molasa o más bien caliza blanquecina o gris, con granillos de cuarzo y pequeñas concreciones de tierras cloríticas.

Comenta el descubrimiento de los moldes de gasterópodo y lamelibranquios, y los trabajos de DOUVILLE y DEPERET hasta su determinación como del Cretácico Superior.

Todo el Cretácico de la Hoja está fuertemente inclinado, en el Cretácico al S. de la Casa de Ramabujas, la propia formación se apoya sobre el neis con buzamiento perceptible (inclinado 35° al N.NE.).

En ambos bordes de la fosa tectónica del Tajo se encuentra el Cretácico con idénticos caracteres.

El Oligoceno se encuentra en Toledo concordante con el Cretácico y en discordancia sobre el Estrato-Cristalino, pero recubierto por los depósitos miocenos. Esta disposición indica que los fenómenos de hundimiento que produjeron la fosa del Tajo, se iniciaron en tiempos oligocenos coincidiendo con un período de regresiones marinas acentuadas que continuaron hasta el fin del Mioceno.

En 1945, M. ALÍA MEDINA en «Notas morfológicas de la región toledana», cita la existencia de unos reducidos manchones de materiales de facies marinas, el más importante el de los Cerros de la Rosa que se habían datado como oligocenos, pero que se suponen retazos de la gran transgresión cretácica.

En 1960, J. BENAYAS, J. PÉREZ MATEOS y O. RIBA, estudiaron las «Asociaciones de minerales detríticos en los sedimentos de la cuenca del Tajo», y distinguen en el relleno terciario de la cubeta una serie de facies litológicas, estableciendo una «Facies de Toledo», una de cuyas muestras de estudio la toma en la base del Cretácico del Cerro de la Rosa, que es un neis muy alterado que forma el suelo pre-cretácico. Contiene 85 % de circón acompañado, entre otras, por las especies de andalucita, epidota, apatito y moscovita.

Del estudio de las restantes muestras establecen la provincia petrológica de Toledo, caracterizada por la asociación T.C.G.A. (Turmalina, circón, granate y andalucita), y gran abundancia de feldespatos.

En 1963, M. MARTÍN AGUADO en las «Consideraciones sobre las terrazas del Tajo en Toledo», se limita al estudio de las terrazas del río, citando sólo el Cretácico en el esquema de situación.

Muchas son también las obras publicadas por E. HERNÁNDEZ PACHECO sobre la región toledana, no incluyéndolas aquí por ser en su mayoría referidas a estudios e itinerarios locales en los que no está incluida la zona estudiada.

## II. ESTRATIGRAFÍA

### 1. GENERALIDADES

En la zona estudiada se encuentran materiales correspondientes al Precámbrico, Mesozoico y Terciario. También es de destacar la presencia de depósitos de edad cuaternaria.

La serie metamórfica de edad precámbrica está formada principalmente por enises de diversos tipos, junto con intercalaciones de cuarcitas e intrusivos de tipo ácido. Conjuntamente con estos materiales típicamente metamórficos, encontramos otros de tipo granítico, además de otro tipo intermedios entre los citados anteriormente.

ALÍA MEDINA, M. (1954), cita en esta región la existencia de una franja neísica al N. y otra meridional granítica; en el borde más septentrional de la última se puede aún distinguir otra estrecha área de materiales más complejos en la que coexisten formas migmatíticas con las de tránsito a las metamórficas.

La banda granítica puede considerarse postectónica varisca, mientras que los neises son sintectónicos. También se encuentran restos de un metamorfismo regional anterior, así como apuntamientos de granitos postectónicos y diversas rocas filonianas.

LLOPIS LLADÓ, N. y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1963), consideran la cuenca sedimentaria precámbrica constituida por dos unidades: una de plataforma litoral al N-E., apoyada sobre el zócalo metamórfico, y otra de tipo eugeosinclinal al S-W.

Los mismos autores en 1961 llegan a la conclusión de que estos materiales han constituido un escudo estable desde los tiempos cámbricos hasta finales del Paleozoico y por tanto su plegamiento es pre-herciniano correspondiendo a la fase Carélida.

El Mesozoico está representado por unos escasos afloramientos cretácicos, de carácter eminentemente detrítico, constituidos por conglomerados, microconglomerados, arenas, arenas con matriz calco-margosa y margas. No hay una tajante separación en la mayor parte de todos estos tramos, pasando insensiblemente de unos a otros.

Los materiales atribuidos al Terciario, no tienen una posición estratigráfica exacta por su esterilidad paleontológica.

Se apoyan discordantemente sobre un microrelieve de cuestras, formadas por los sedimentos cretácicos. Esta discordancia pre-pirenaica, parece corresponder a la fase Larámica, este hecho se observa en una cantera situada al W. del Km. 3 de la carretera Toledo-Aranjuez.

Está representado por niveles margosos, de color rojo-vinoso con yesos en «lentejuelas», arenas cuarcíticas y microconglomerados.

Es de destacar la presencia en el Cerro de la Rosa, discordante con el Cretácico y bajo la terraza cuaternaria, de un suelo fósil terciario, formado por arenas gruesas cuarcíticas, en las que se aprecia magníficamente la estratificación cruzada; contiene además gruesos bloques rodados de neises, arteritas, granitos y demás tipos de rocas metamórficas que componen el Precámbrico de la región, así como también de arenisca cretácica. Este suelo fósil es de poco espesor, unos 70 cm. aproximadamente, y falta en muchos lugares por haber sido arrastrado antes de la deposición de la terraza.

Los materiales correspondientes al Cuaternario están constituidos por los aluviones depositados en los sucesivos desplazamientos del cauce del Tajo, debidos a las alternancias climáticas que hubo durante este período, que produjeron variaciones en su caudal.

Conforme se ha ido realizando la evolución del curso del Tajo, se ha ido desplazando hacia el N. en relación con el que tenía durante el Cuaternario.

Los aluviones están constituidos en su mayor parte por cantos de neises, cuarcitas, granito y otras rocas metamórficas, cuya naturaleza corresponde a los diferentes terrenos que atraviesa el Tajo.

Estos materiales se disponen en terrazas. En las proximidades del Cerro de la Rosa, aparecen cuatro niveles, correspondiendo la cuarta a la parte más alta; está semiderruida por los procesos de erosión. Aproximadamente se encuentran a 9, 20, 60 y 90 m. sobre el nivel del curso actual.

## 2. CRETÁCICO

Se presenta en pequeños afloramientos, transgresivo sobre los materiales del zócalo, dándonos un relieve de cuestras muy poco acentuado y arrasado durante los ciclos morfológicos terciario-cuaternarios.

Estos afloramientos han sido citados por la mayoría de los autores que han trabajado en esta región; no obstante hay que destacar que en la mayor parte de los trabajos precedentes, bien se han ampliado excesivamente sus límites, englobando materiales de otra edad, o bien han sido datados erróneamente.

A pesar del carácter regional de los trabajos consultados, han servido de orientación para nuestro estudio, dadas las acertadas descripciones de materiales que nos hacen.

El carácter litológico de la serie, así como los restos fósiles contenidos, ha hecho posible, que por analogía con la de la provincia de Segovia (arroyo Charca Redonda), estos afloramientos se consideren de edad cretácica.

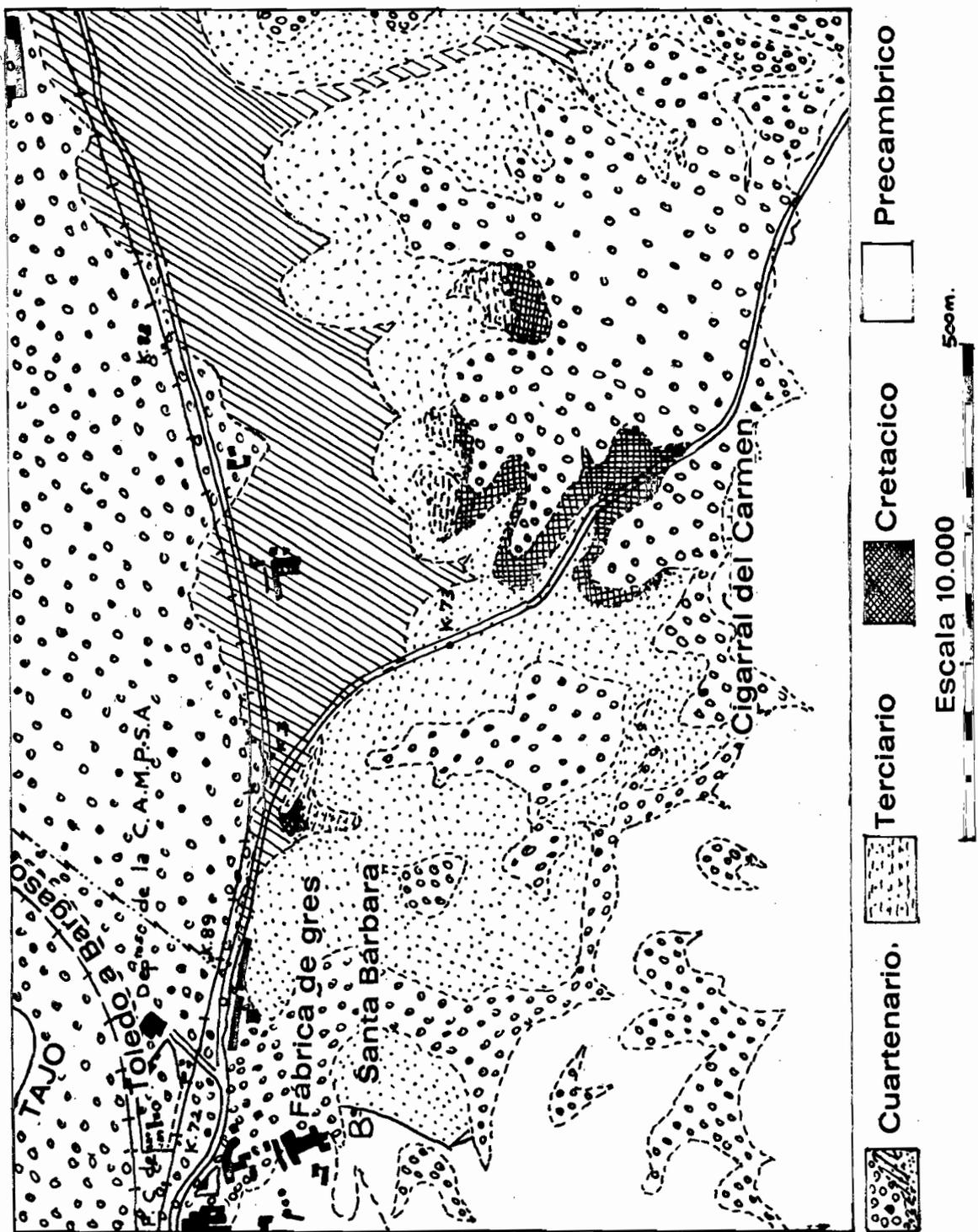


Fig. 2.— Mapa geológico del Cerro de la Rosa, al E. de Toledo.

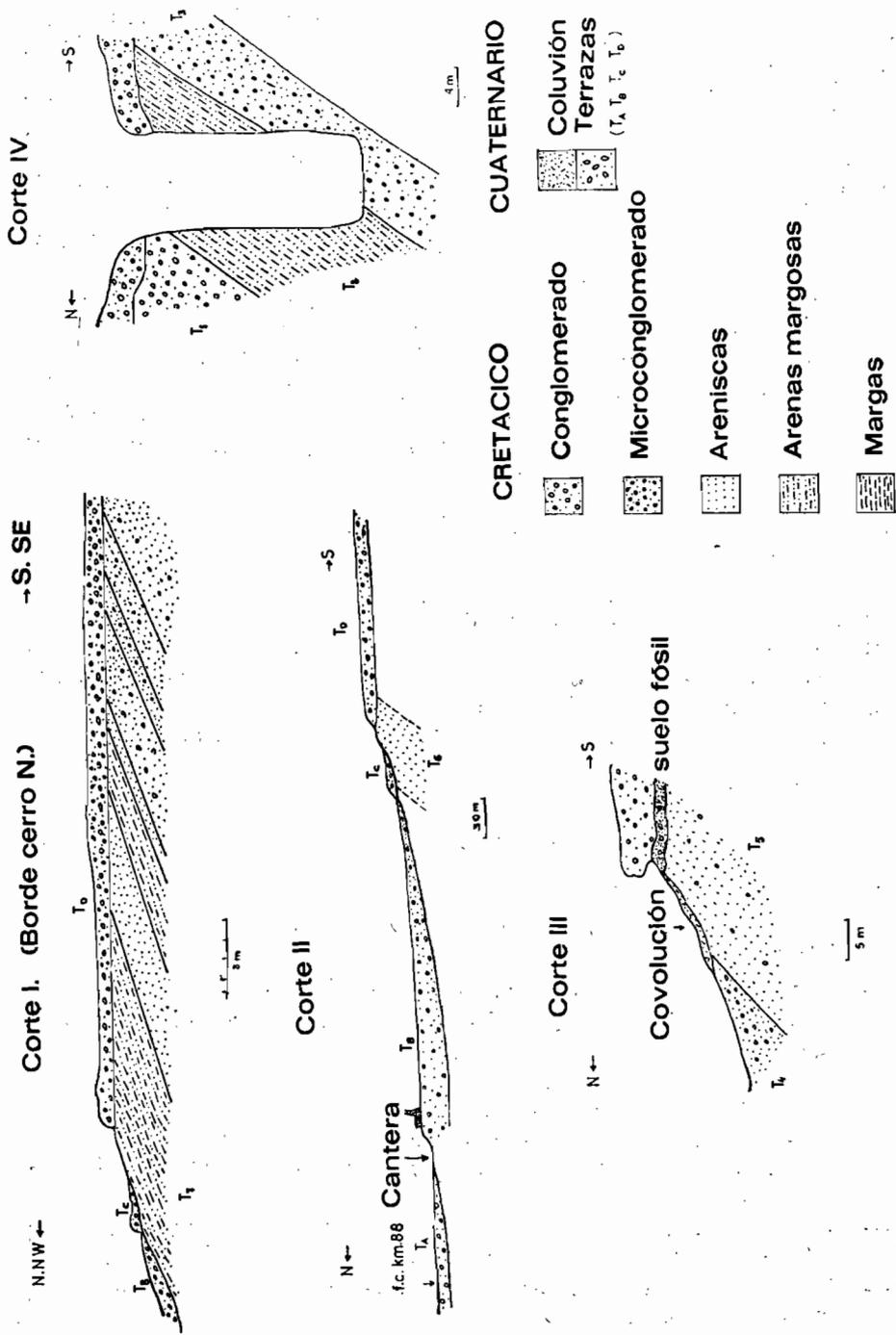


Fig. 3.— Cortes del Km. 73, carretera a Ciudad Real.

Dada la dificultad que hemos encontrado en el estudio de estos afloramientos, por estar casi totalmente cubiertos por las terrazas del río Tajo, junto con la presencia de algunas fallas normales, de escasa importancia, que tienden a ser simplemente fallas de estratificación, se ha de considerar la posibilidad de que algún tramo de las series estratigráficas obtenidas, correspondan a una repetición en la serie. Asimismo el carácter poco diferenciado de los materiales que aparecen hacen muy difícil la comprobación de dicha posibilidad.

Los materiales que constituyen la serie cretácica tienen un carácter eminentemente detrítico. Predominan las arenas, de grano medio, fundamentalmente cuarcíticas, en general mal clasificadas, con matriz marga-arenosa y con lentejones de microconglomerado que se presentan localmente. Estos tramos arenosos lateralmente pasan a margas arenosas, areniscas y hasta conglomerados.

Los conglomerados son poligénicos, con cantos de hasta 10 cm. de diámetro, algo rodados. Litológicamente estos clastos corresponden a neises, cuarcitas y otros tipos de rocas metamórficas e intrusivas, que componen los Montes de Toledo, de donde proceden.

Los estratos cretácicos de toda la zona están inclinados, sobre todo al S. de la Casa de Ramabujas, donde se apoyan sobre neis con buzamiento de 35-45°, N-NE., también en el Cerro de la Rosa el buzamiento es bien visible sobre todo en las capas más cementadas, debido a los resaltes producidos por la erosión; prácticamente la inclinación es la misma en todo el Cretácico de la zona.

En un corte realizado en el Cerro de la Rosa, frente al km. 73 de la carretera de Toledo a Ciudad Real, con dirección SSE-NNW., se obtiene de muro a techo la siguiente serie: ( Fig. 3, cort. I.)

Muro: 4,5 m. de espesor visible de arenas finas pardo claras (T-15).

1 — 3 m. de arcillas arenosas, de color rojizo (T-14).

2 — 1,5 m. de areniscas blancas, finas, con niveles de conglomerado en la base. 0,3 m. de arenisca fina blanca (T-13).

0,3 m. conglomerado de cantos de 6-10 mm. de diámetro; en la base (T-12).

90 cm. arenisca y microconglomerado en lajas con dirección 110° y buzamiento 45° N. (T-11).

3 — 4 m. de areniscas blancas con cantos diseminados.

4 — 0,5 m. de areniscas crema y microconglomerado con estratificación oblicua (T-10).

5 — 2,5 m. de arenisca compacta.

1,0 arenisca con microconglomerado.

0,1 - 0,12 m. de conglomerado de cantos en lentejones.

1,4 m. de arenisca fina con granos de 3 mm. de diámetro aproximadamente (T-19).

6 — 4 m. de conglomerado blando con cantos diseminados o en niveles muy delgados. Matriz muy abundante de arenisca pardo rojiza (T-8).

7 — 7-8 m. de areniscas blancas con cemento margoso y abundante que a veces pasa a margas (T-7).

Q.— Coluvión cuaternario.

En otro afloramiento situado frente a la tejera, tapado parcialmente por el cuaternario obtenemos un corte en dirección N-S. y en él se toma la muestra (T-6). (Fig. 3, corte II).

En la cabecera del arroyo situado frente a la tejera, obtenemos el siguiente corte en dirección también N-S. con la siguiente serie de muro a techo (Fig. 3, corte III).

- 1 — 4 m. visibles de areniscas grises claras, con algunos cantos (T-5).
- 2 — 7-10 m. de conglomerado de cantos de cuarcita (T-4).

A la altura del corte anterior en una zanja en la cabecera del arroyo de la fábrica de ladrillos, también con dirección N-S., obtenemos la serie siguiente de muro a techo. (Fig. 3, c. IV).

- 1 — 0,5 m. de conglomerado, cantos de cuarcita, matriz arenoso-rojiza abigarrada (T-3).
- 2 — 1,3 m. de areniscas margosas gris-azuladas, con lentejones difusos de microconglomerado (T-2).
- 3 — 2 m. de conglomerado pardo-rojizo (T-1).

Otro corte hecho al lado izquierdo de la carretera de Toledo a Ciudad Real (Km. 73,2) al Cerro de la Rosa, con dirección S.-N.E., nos da la serie siguiente. De muro a techo (Fig. 4, corte V).

- 1 — 2 m. visibles de arenas de grano medio sin cantos grandes, con matriz algo arcillosa (M-1).
- 2 — 2 m. de arena de grano fino semejante a (3), algo más rojiza (M-2).
- 3-4 — 2,5 m. de arenas de grano fino con cantos intercalados (M-3 y M-4).
- 5 — 0,2 m. de arenas margosas blanquecinas con cantos pequeños (M-5).
- 6 — 1,5 m. de arenas rojizas con un tamaño medio de 0,1 cm., de matriz marga-arcillosa, con lentejones de pequeños cantos que se apoyan sobre pequeñas superficies de erosión (M-6).
- 7 — 0,3 m. de microconglomerado al que se pasa insensiblemente del tramo anterior, aparecen más cantos y más cemento calizo (M-7).
- 8 — 0,4 m. del mismo conglomerado pero desaparecen los cantos gruesos y se localizan en niveles aumentando a su vez la matriz calcárea.
- 9 — 0,5 m. de arena margosa roja de grano muy fino, con muy pocos cantos. (M-8).
- 10 — 1,5 m. de arcillas coloreadas abigarradas, desplazadas por falla.
- 11 — 4-5 m. de areniscas de color rojizo, grano rodado, muy poco cementadas, también desplazadas por falla. (M-9).
- 12 — 3 m. de arcillas abigarradas.
- 13 — 3-4 m. de arenas finas poco cementadas, sin cantos, de color marrón claro. (M-10).
- 14 — 2-3 m. de arena de grano fino algo margosa, también marrón, desplazada por otra falla. (M-11). Se observa aquí un fragmento del plano de falla.

Corte V.

(Km. 73.2 - Cerro de la Rosa)

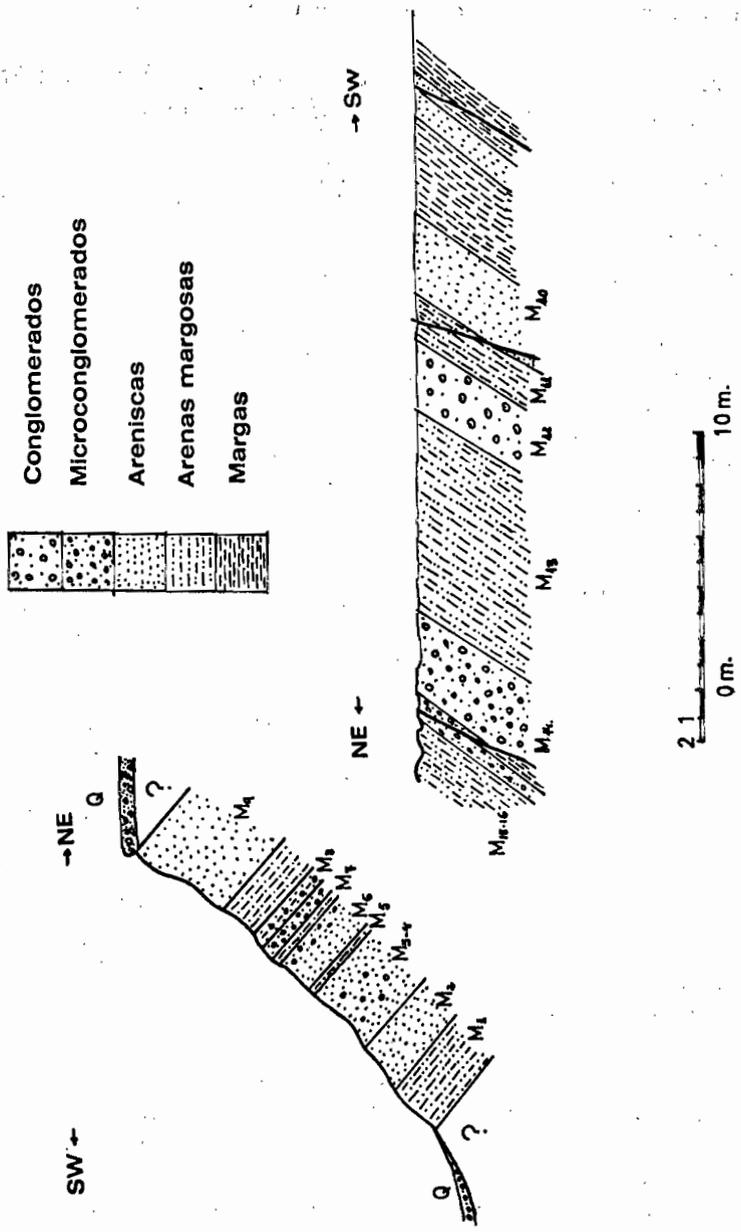
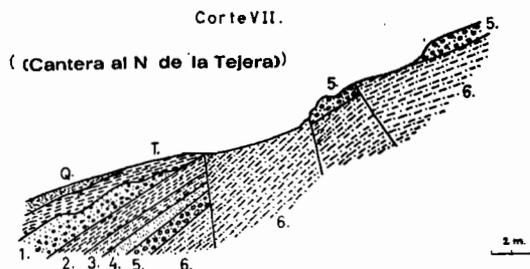
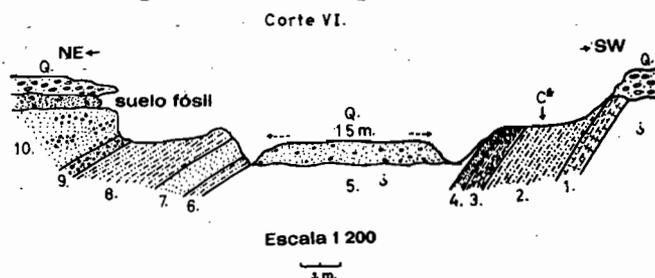


Fig. 4. — Corte del lado izquierdo de la carretera de Ciudad Real, en el Km. 732.

- 15 — 1-2 m. conglomerado de cantos que llegan a 6 cm. con matriz que está formada por arena de grano fino-medio. (M-12).
  - 16 — 6 m. de arcillas arenosas con cantos de cuarzo de color blanco-rosado. (M-13).
  - 17 — 0,7 m. de conglomerado calcomargoso, de cantos de cuarzo, muy compacto que forma un pequeño saliente que contrasta con el resto de la topografía. Se encuentra también algo desplazado por falla. Este estrato corresponde a lo que en la Hoja n.º 629 del Mapa Geológico de España, llaman «molasa calcárea».
  - 2,5 del mismo conglomerado pero más erosionado. (M-14).
  - 18 — 2 m. visibles de alternancia de arcillas blanquecinas en lechos de 0,5 m. con arcillas arenosas más compactas, también blanquecinas, con cantos en lechos de unos 0,15 m. (M-15, M-16).
- Q. — Arcillas cuaternarias.

Corte a la altura del Km. 73,4 de la carretera de Toledo a Ciudad Real de dirección SW-NE. (Fig. 5, corte VI).

- 1 — 1-1,5 m. de caliza margosa, blanca, masiva.
- 2 — 3,5 m. de margas blancas, arenosas.
- 3 — 1 m. de margas calcáreas, blanquecinas, con cantos de cuarzo de 2-5 mm.



CUATERNARIO:	CRETACICO:
Q.	Conglomerado
TERCIARIO	Microconglomerado
T.	Arenisca
	Arena margosa
	Marga

Fig. 5. — Corte en el Km. 73'4 de la carretera a Ciudad Real.

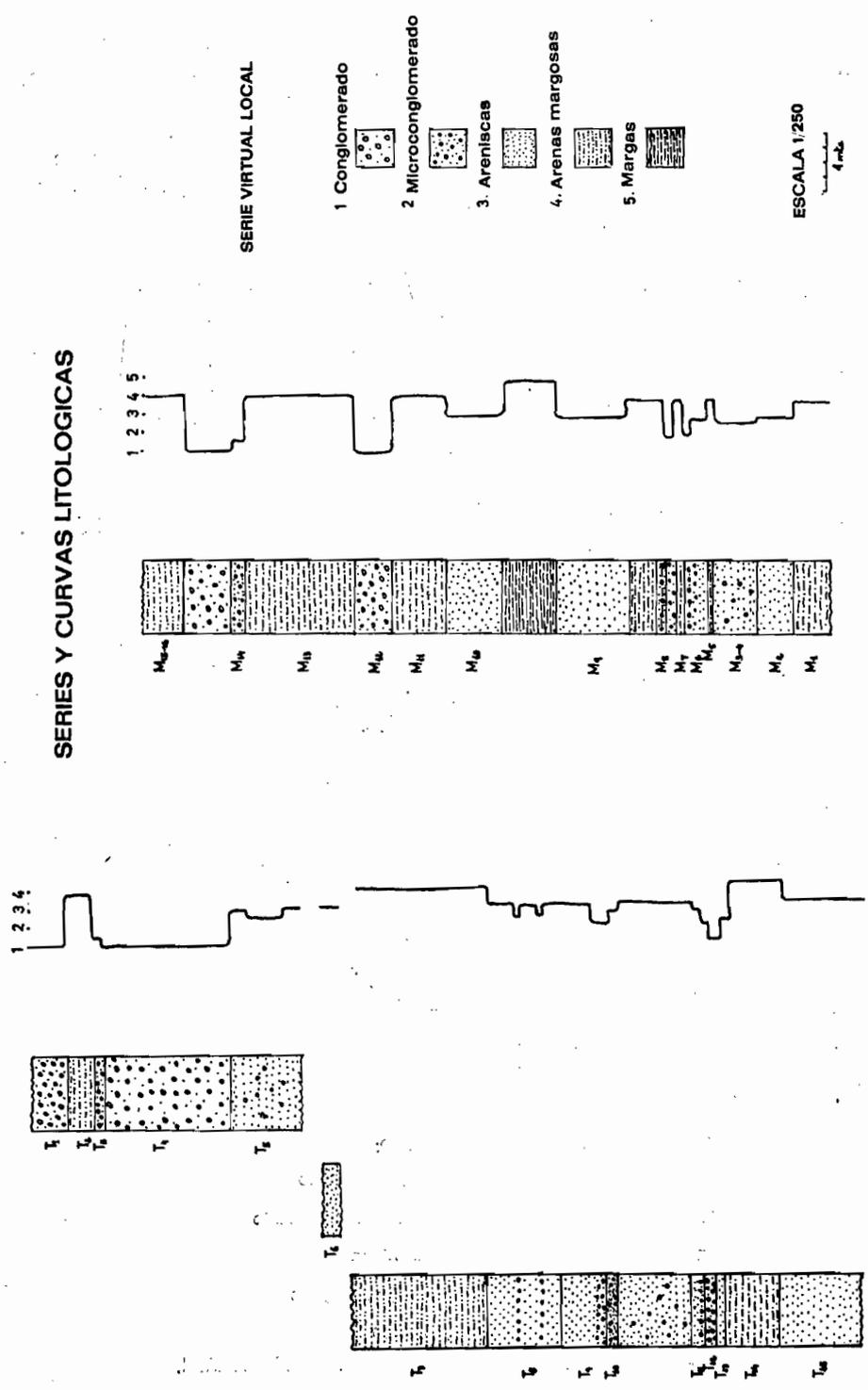


Fig. 6. — Curvas litológicas del cretácico del cerro de la Rosa.

- 4 — 0,3 m. de margas semejantes a (2).
  - 5 — 15 m. coluvión cuaternario.
  - 6 — 0,4 m. de margas arenosas gris-verdosas con vetas blancas de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ .
  - 7 — 1 m. de arenas gruesas bandeadas de color blanco-amarillentas con zonas de oxidación de color rojizo.
  - 8 — 2 m. de margas gris-verdosas con bandas más claras, que en la parte alta se hacen más arenosas.
  - 9 — 0,3 m. de microconglomerado de cantos cuarcíticos de 5 mm. de diámetro.
  - 10 — 1 m. de arena gruesa con niveles, en lentejones, de microconglomerado.
  - 11 — 0,6 m. de suelo fósil terciario formado por areniscas cuarcíticas en las que se observa muy bien la estratificación entrecruzada, también tiene bloques de las rocas metamórficas y ácidas que forman el precámbrico de la región, así como bloques de areniscas cretácicas. Todos estos clastos están rodados.
- Q. — Terraza cuaternaria.

Corte en la cantera situada frente al Km. 3 de la carretera de Toledo a Aranjuez al lado derecho de la misma en la dirección N.NE-S.SW. (Fig. 5, corte VII).

#### *Terciario:*

T — 5 m. de margas rojo-vinosas con yesos en «lentejuelas».

#### *Cretácico:*

- 1 — 1,2 m. de microconglomerado que en su parte alta pasa a arenisca; cemento calizo muy abundante.
  - 2 — 1 m. de margas abigarradas, con algunos granos de cuarzo dispersos.
  - 3 — 1,5 m. de horizonte de transición con aumento en el porcentaje de cuarzo.
  - 4 — 1,5 m. de arenas de grano fino cuarcíticas. Buzamiento  $32^\circ\text{N}$ .
  - 5 — 2 m. visibles de areniscas blancas que pasan a microconglomerados con cemento calizo.
  - 6 — 2 m. de margas arenosas abigarradas.
- Q. — Cuaternario.

### III. SEDIMENTOLOGÍA

#### 1. GRANULOMETRÍA

Los métodos granulométricos presentan gran interés por aportar datos cuantitativos, además de que las características granulométricas de un sedimento están ligadas, más que ningún otro carácter a la historia de la sedimentación de la roca. En general una formación está bien datada por su granulometría, y el estudio de sus variaciones es de gran interés paleogeográfico.

El aspecto morfoscóptico de un grano refleja un estado de la historia de este grano, pero no es cierto que ese estado haya sido el último. Por el contrario es la curva granulométrica, la que de cualquier manera define el estado final del sedimento, y deduce su origen.

Esto puede ser relativamente fácil, a simple vista, por ejemplo, para las arenas eólicas, pero no ocurre lo mismo para distinguir ciertas arenas marinas

y fluviales transportadas por corrientes, entonces tenemos que apoyarnos en las curvas granulométricas.

Los estudios granulométricos se han efectuado sobre las dos series de muestras,  $T_1 - T_{15}$  y  $M_1 - M_{16}$  que abarcan la totalidad de muestras recogidas por el trabajo.

Después de lavada la muestra para eliminar su contenido en limo (Tabla I), se tamizan las muestras durante unos 20 minutos y con una frecuencia de vibración de unas 90 r.p.m.

Una vez hecho esto se pesan las fracciones de cada tamiz y se calcula su % en peso, y su % acumulado, datos con los que se construyen las curvas de frecuencia normal, acumuladas y de probabilidad. Como se puede observar en el diagrama triangular de la distribución de tamaños (Figura 7), todas las muestras las podríamos considerar como arenas gruesas.

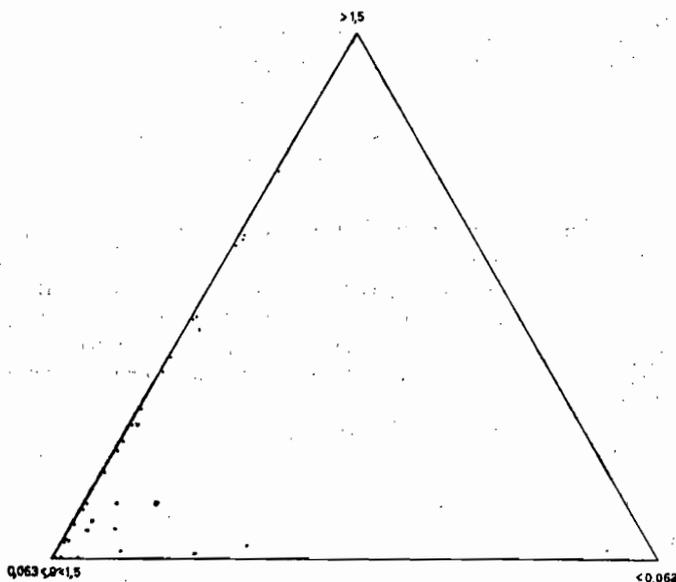


Fig. 7. — Granulometría de las arenas del Cerro de La Rosa.

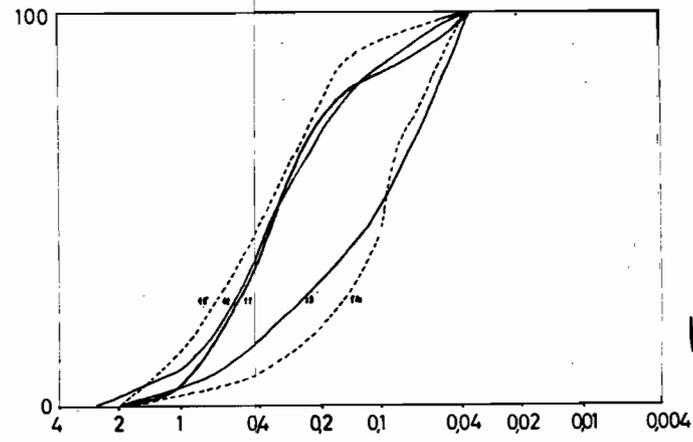
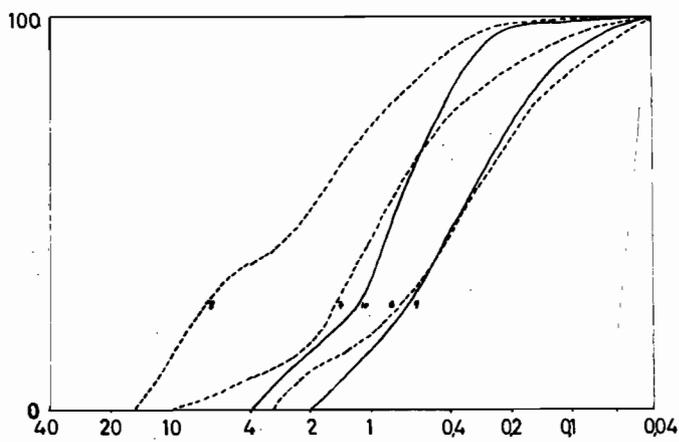
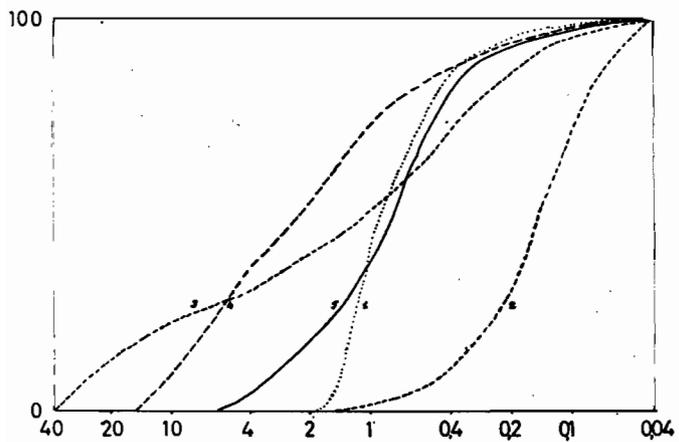
### *Curvas acumuladas*

Se construyen tomando en ordenadas una escala normal donde se representan los valores del %, y en abcisas una escala logarítmica en la que se representan los valores de apertura de malla de los diferentes tamices.

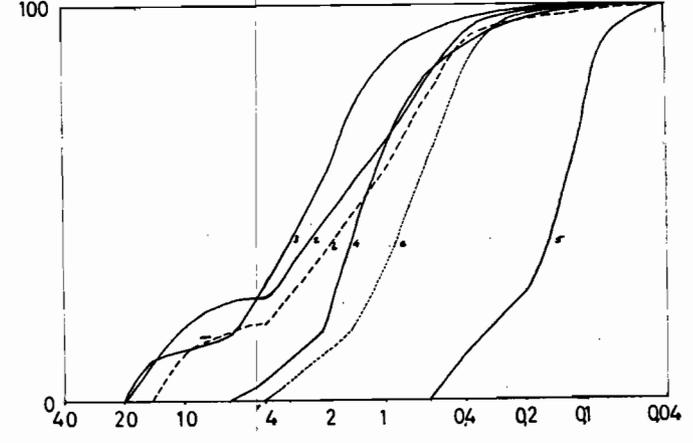
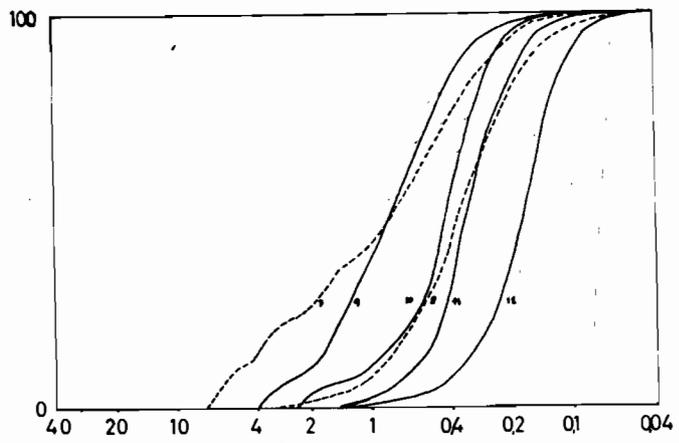
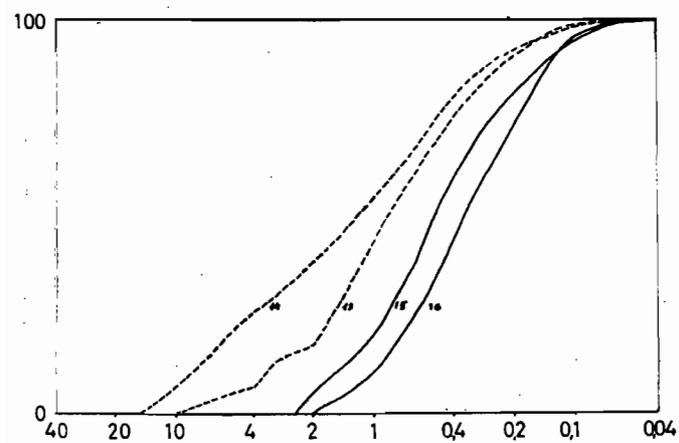
Una vez trazada la curva, calculamos gráficamente los valores  $P_{10}$ ,  $P_{90}$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$ , que corresponden a los percentiles 10 y 90, y a los cuartiles del 25, 50 y 75 % respectivamente, con estos datos calculamos también la relación entre

**CURVAS**

**ACUMULADAS**



Serie T<sub>1</sub> - T<sub>15</sub>



Serie M<sub>1</sub> - M<sub>6</sub>

Fig. 8.- Curvas acumuladas de los materiales del Cerro de la Rosa.



percentiles  $P_{10}/P_{90}$ , y la relación cuartilar  $Q_1/Q_3$ , asimismo la clasificación o «sorting» de TRASK:  $\sqrt{Q_1/Q_3}$ . la asimetría:  $SK = \frac{Q_1 \cdot Q_3}{Q_2^3}$  y la kurtosis o angulosidad expresada por:  $\frac{Q_1 - Q_3}{2(P_{10} - P_{90})}$ ; (Tabla II y III).

Uno de los valores más importantes es el de la clasificación, que da cifras entre 1, que sería la clasificación perfecta y 4,5 que sería la peor clasificación. El valor 3 corresponde a curvas normales; los valores inferiores a 2,5 indican buena clasificación, mientras que los superiores a 3,5 mala clasificación.

Respecto a la asimetría, cuando ésta es mayor que 1, la curva se desplaza hacia la izquierda, si el valor es igual a 1, la curva es completamente simétrica, mientras que si es menor de 1, la curva está desplazada hacia la derecha. Estos desplazamientos indican distintas velocidades de corriente (Fig. 8).

### Curvas de frecuencia

Para su construcción se emplean los mismos valores de abcisas y ordenadas, pero tomamos los % en peso sin acumular.

Estas curvas permiten apreciar:

- 1.º Grado de clasificación o dispersión de los granos.
- 2.º Asimetría de las curvas de frecuencia.
- 3.º Angulosidad de la curva de frecuencias.
- 4.º Presencia de mezclas que se traducen en una curva compleja con numerosos picos (modos).

Los sedimentos normales, raramente son asimétricos en el curso de su depósito; cuando esto ocurre, es debido a un tamaño de grano determinado que le da su asimetría.

La kurtosis, es un medio de clasificación que viene dado por la altura de la campana en la curva de frecuencias. Este valor se expresa mediante el ángulo que forman las tangentes a la campana para los valores de  $P_{10}$  y  $P_{90}$ , por ello se llama también *angulosidad*.

Serán tanto mejor clasificadas, las curvas que tengan ángulos más agudos.

Todos estos valores están influidos por el tamaño de grano. (Fig. 9).

### Curvas de probabilidad

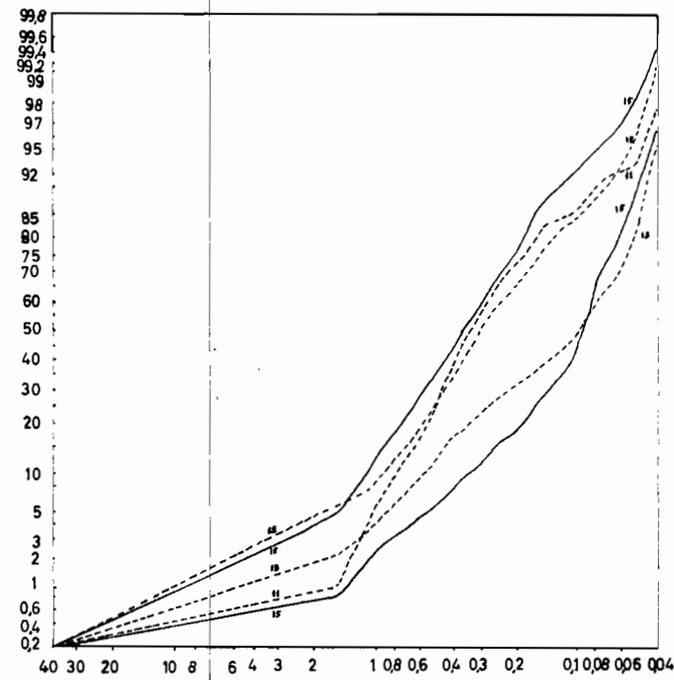
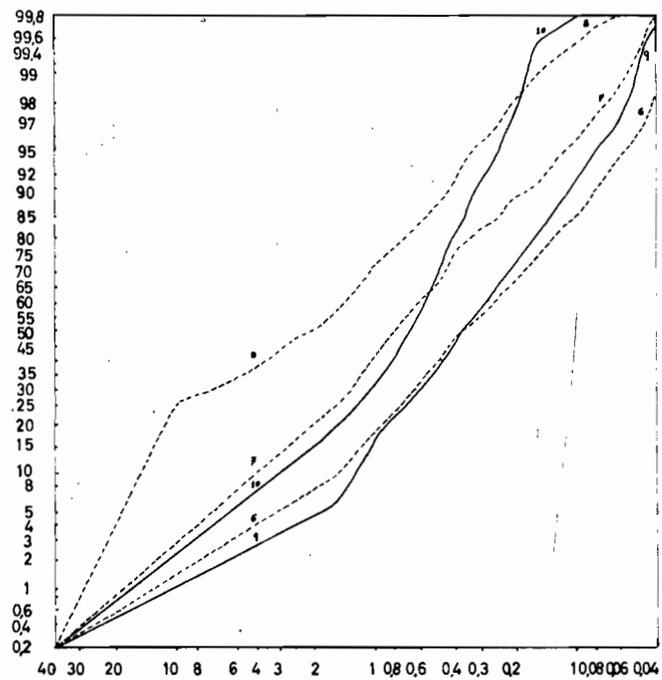
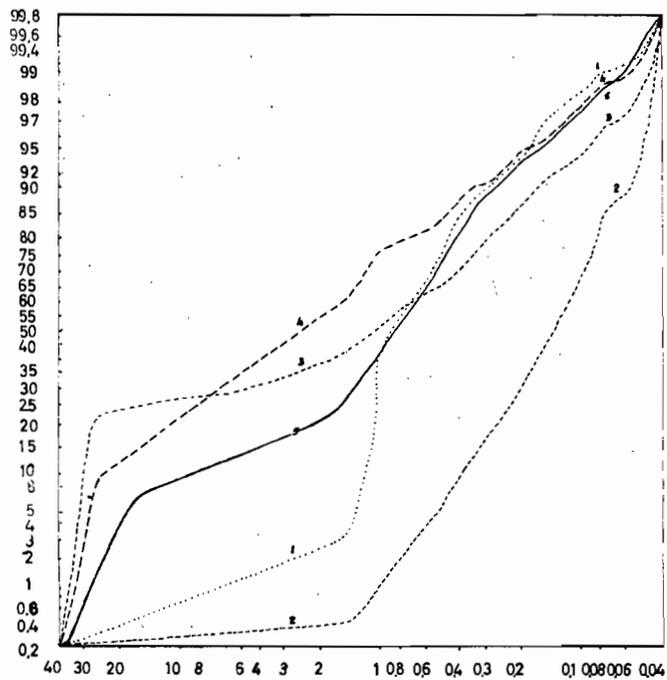
Se llaman así porque introducimos el empleo de una escala de probabilidad. (Fig. 10).

Prácticamente, sin existir influencias perturbadoras en la deposición del sedimento, la curva de probabilidad es una curva de Gauss.

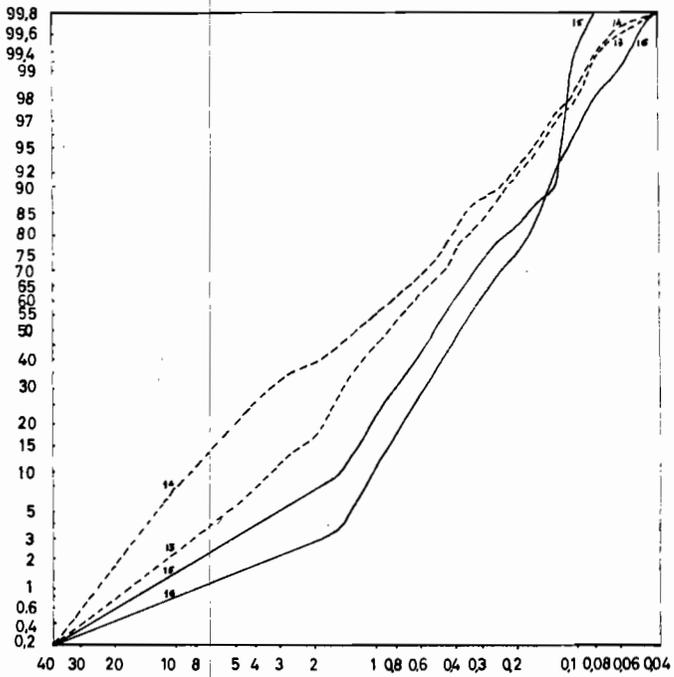
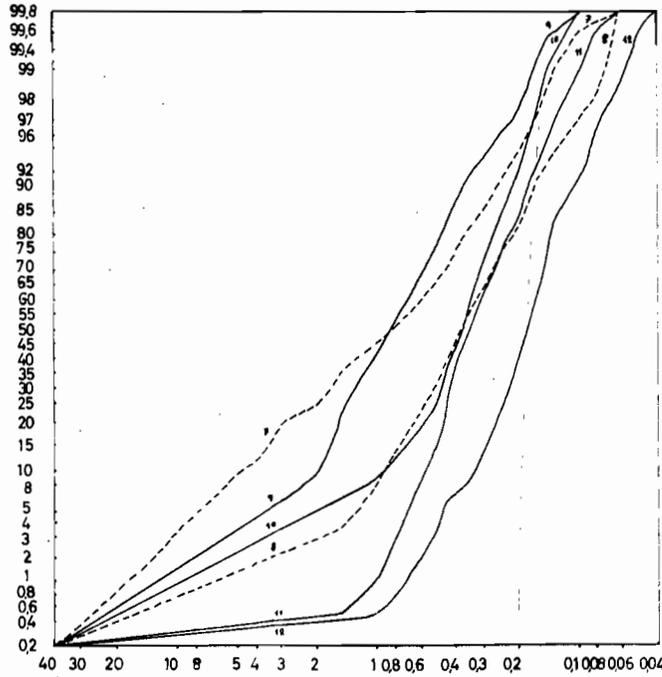
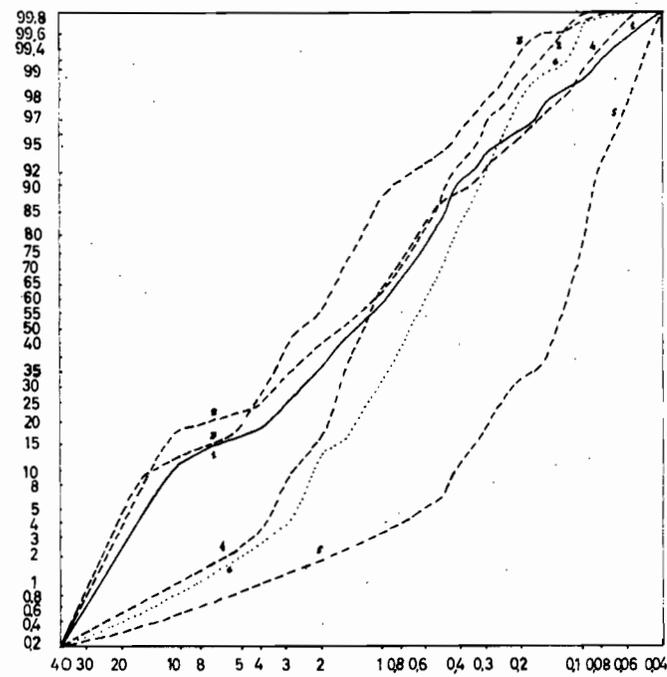
Para construir estas curvas, se toman en abcisas la misma escala logarítmica empleada en la construcción de las otras curvas, y en ordenadas una escala llamada de «probabilidad», que es proporcional a las superficies de la curva de Gauss.

Los puntos se situarán sobre una recta cuya inclinación depende del grado de clasificación del sedimento. Cuando por un aumento en la velocidad de

# CURVAS DE PROBABILIDAD



Serie T<sub>1</sub> - T<sub>15</sub>



Serie M<sub>1</sub> - M<sub>15</sub>

Fig. 10.- Curvas de probabilidad de los materiales cretácicos del Cerro de la Rosa.

corriente una parte del material es arrastrado, el resultado se traduce por una inflexión en la curva.

Este tipo de curvas es importantísimo para el estudio analítico de los fenómenos de sedimentación.

Al estudiar las curvas acumuladas y de frecuencia normal de las dos series del muestreo, se pueden distinguir en la serie I correspondiente a  $T_1 - T_{15}$ , tomando las muestras de muro a techo los ciclos siguientes:

Un primer ciclo u oleada de sedimentación que corresponde a las muestras  $T_{15}$  y  $T_{14}$ , observable en los valores de  $P_{10}$ . Están mal clasificadas.

Otro segundo ciclo lo forman  $T_{13}$ ,  $T_{12}$  y  $T_{11}$ , que representan una formación de lentejones con carácter variable con el tipo de evolución en la granulometría, que depende de la posición de cada lentejón, estas determinaciones están hechas respecto al  $P_{10}$ .

La clasificación depende de la concavidad de la curva acumulada que como se ve, en este ciclo corresponde a la  $T_{13}$ , que es la mejor clasificada sobre todo en dos tamaños de arena fina.

La  $T_{10}$  y  $T_9$ , también podemos agruparlas para su estudio. Se aprecia una mejor clasificación de los tamaños en  $T_9$ , aunque la mejor clasificada en general sea la  $T_{10}$ . La diferencia de  $S_0$  es debido al tamaño de grano más abundante en el área madre. Se observa también que se conserva el primer modo de la curva de frecuencia correspondiendo al tamiz 0,5 mm.

Otro ciclo de sedimentación está comprendido entre las muestras  $T_8$ ,  $T_7$  y  $T_6$  muy bien marcado respecto a  $P_{10}$  (que aumenta exponencialmente),  $P_{90}$  y  $Q_2$ .

La clasificación es casi idéntica debido a la influencia del tamaño de grano.

Aparentemente, respecto a su  $S_0$ , la mejor clasificada es la  $T_8$ , dato que es falso debido al tamaño de grano, por lo que puede ser la peor clasificada.

El valor de  $Sk$  nos da la mejor clasificación del material fino correspondiente a la  $T_7$ , que indica un régimen de tipo de lentejones con estratificación cruzada.

Resalta de manera notable, la conservación de los modos de las curvas de frecuencia, debido al tamaño de grano disponible en el área madre.

La  $T_5$  y  $T_4$  forman lentejones, no dan ciclo de sedimentación, los valores similares del  $S_0$  es debido al tamaño del grano.

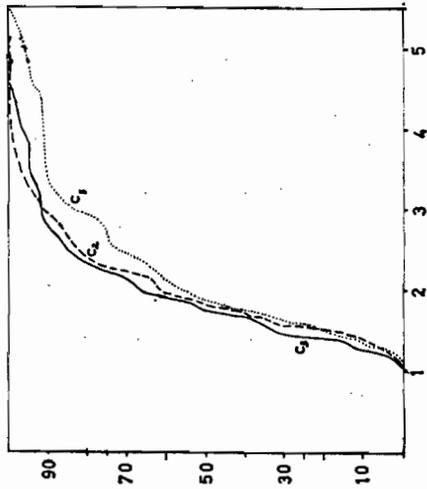
La  $T_3$  y  $T_2$  forman un ciclo normal de sedimentación; mejora la clasificación del material fino por disminución de la velocidad de corriente. Es el caso de la mejor clasificación del material fino ( $T_2$ ).

El valor de  $Sk$  corresponde al valor máximo de la serie.

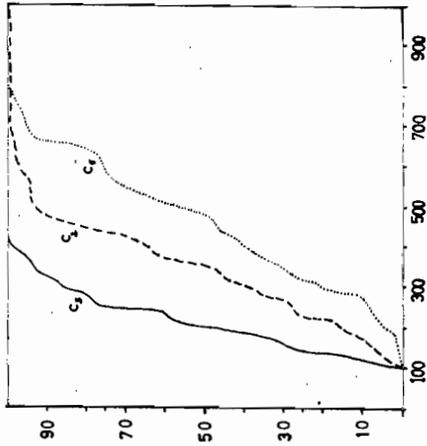
$T_1$  es una curva aislada con tendencia a madurez. En la curva de frecuencia, el primer modo corresponde a microconglomerado en el sentido de composición litológica, y por eso es variable; el segundo modo situado en el tamiz 0,5 mm. se debe al tamaño de grano más frecuente del área madre y por ese motivo se conserva.

En general todas las curvas son de poca evolución, como indican los valores muy oscilantes de  $Sk$ , kurtosis, y valores muy bajos de  $S_0$ .

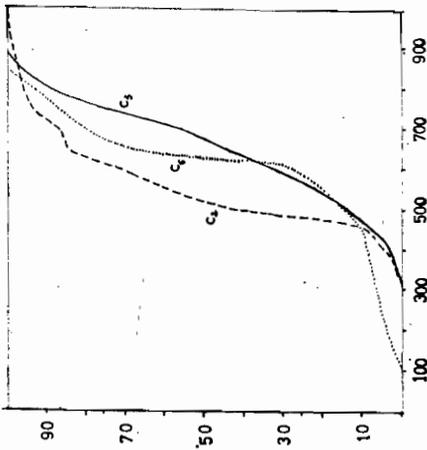
**APLANAMIENTO**



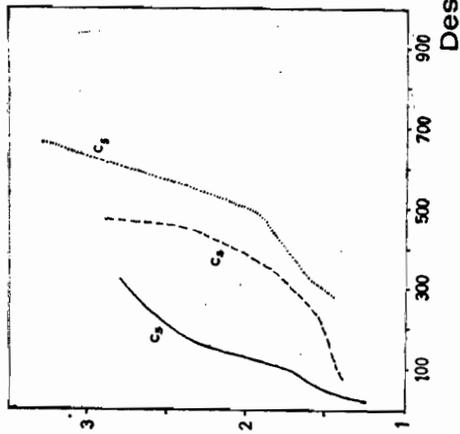
**DESGASTE**



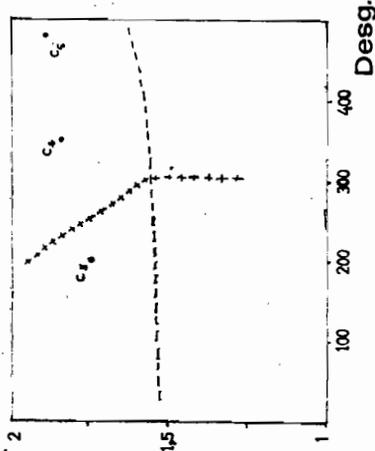
**DISIMETRIA**



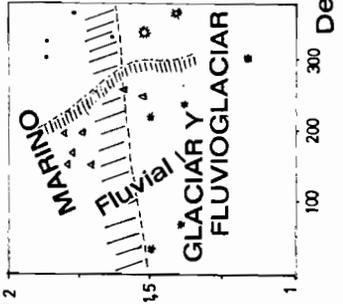
**Aplan.**



**Aplan.**



**Aplan.**



- △ Fluvial marino
- fluvio glaciario
- glaciario

**Aplicación del diagrama**

**DIAGRAMA TRICART**

Fig. 11. — Morfoscopia de los materiales cretácicos del cerro de la Rosa.

La serie II corresponde a las muestras  $M_1 - M_{16}$ , tomadas de muro a techo en las que se observan las oscilaciones sedimentarias siguientes:

La  $M_1, M_2, M_3, M_4$  y  $M_5$  forman un ciclo en el que es de notar la similitud de  $M_1$  y  $M_2$ .

La  $M_6$  queda aislada del resto de las muestras o bien forma un lentejón.

La  $M_7$  y  $M_8$  forman también otra oleada sedimentaria en la que es de destacar la  $M_8$  como mejor clasificada.

$M_9, M_{10}, M_{11}$  y  $M_{12}$  forman otro ciclo.

Es de destacar de la  $M_6$  a la  $M_9$ , inclusive la conservación de los modos de la curva de frecuencia.

$M_{13}$  y  $M_{14}$  corresponden a lentejones con carácter local y por último  $M_{15}$  y  $M_{16}$  que forman otra oleada de sedimentación.

En general el  $S_0$  es malo en todos los ciclos, característicos de transportes cortos.

En el caso de base de ciclo la mejor clasificación de la curva corresponde a tamaños gruesos, mientras que en la parte alta del ciclo, ésta se reserva a los tamaños finos.

La asimetría oscila entre valores mayores y menores de 1.

La angulosidad es baja en todos los ciclos lo que confirma la mala clasificación.

Estos ciclos u oleadas sedimentarias corresponden a aumentos o disminuciones de la velocidad de corriente teniendo por tanto carácter de pequeñas regresiones y transgresiones.

Las curvas no son características de medio marino, debido a su corto transporte, sino que más bien son de tipo torrencial, típicamente fluviales, con pendientes fuertes, que originan paleocauces y estratificación cruzada. Podrían corresponder a un régimen *típicamente deltaico*.

Las curvas de probabilidad, marcan en general tres tramos distintos; el inferior que corresponde a tamaños grandes donde la disgregación parcial llega hasta el valor medio de 4 mm.

El segundo tramo, corresponde al diámetro de grano más abundante en el área madre, es una zona de disgregación total que alcanza hasta el tamiz 0,4 mm. aproximadamente.

El tercer tramo corresponde a los tamaños más finos que son de alteración y de intercambio de suelos, en algunas de las curvas se observa muy bien que ha habido decantación.

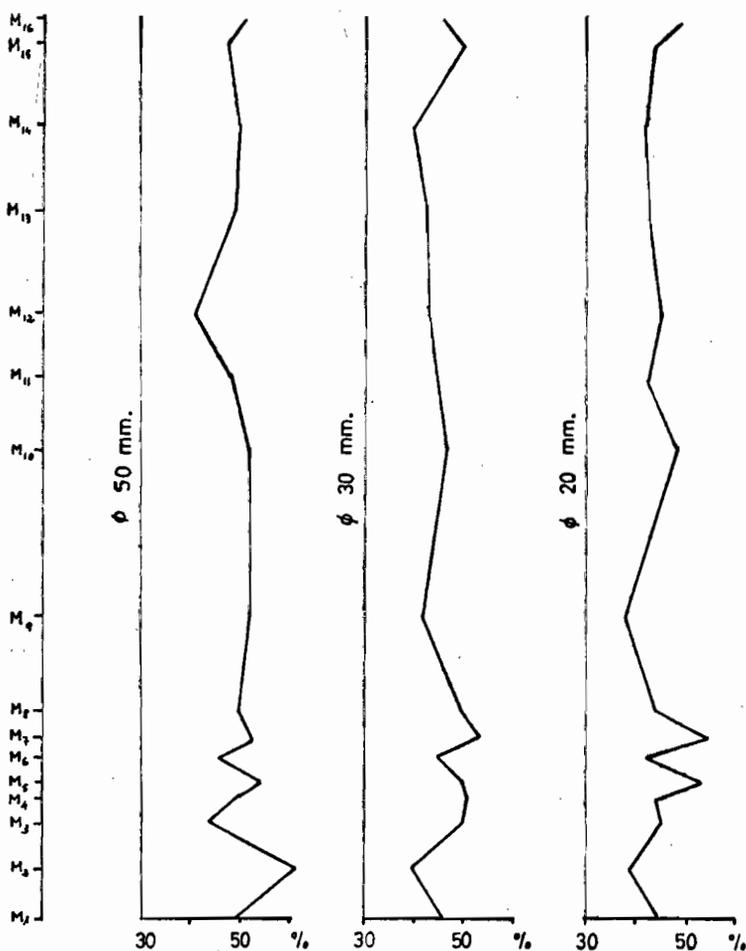
## 2. MORFOSCOPIA

Por su forma los granos se clasifican en redondeados y no usados, según su grado de redondez que se calcula mediante la fórmula:

$$\% q = \frac{25 (0n_0 + 1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4)}{n}$$

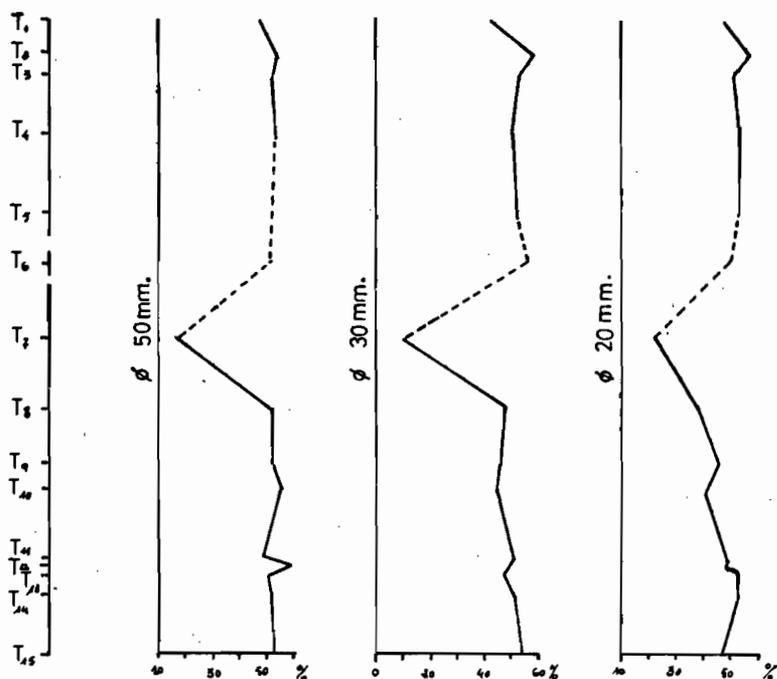
siendo  $n$ , el número de granos medidos y  $n_0, n_1, n_2, n_3$  y  $n_4$ , el n.º de granos que presentan el grano de redondez que indica el subíndice correspondiente. (Tablas de Redondez).

Con estos datos se construyen las gráficas correspondientes a las muestras de las series I y II ( $T_1-T_{15}$  y  $M_1-M_{16}$ ), teniendo en abscisas los valores del % de redondez y en ordenadas las alturas correspondientes a las muestras de las series colocadas a escala de la columna estratigráfica correspondiente para cada tamiz. (Fig. 11, 12 y 13).



### Serie $M_1 - M_{16}$

Fig. 12. — Curvas morfométricas.



### Serie T<sub>1</sub> - T<sub>15</sub>

Fig. 13. — Curvas morfométricas.

En este trabajo nos hemos limitado a considerar los tamices de apertura de malla 0,5, 0,3 y 0,2 mm. que corresponden a los valores de separación de los medios marino, fluvial y eólico.

Como se observa en los gráficos la redondez de todas las muestras, es para los tres tamices superior al 30 %, lo que según CAILLEUX corresponde a un medio *marino*.

El valor correspondiente a la muestra T<sub>7</sub> de la serie I puede ser debida a cualquier anomalía de carácter local.

### 3. MINERALES PESADOS

Son uno de los principales indicadores de la naturaleza del área madre, o sea de la fuente del material sedimentario; se han considerado como «pesados» los minerales que poseen una densidad mayor que el bromoformo, siguiendo las técnicas de separación comunes. (Fig. 14).

Se ha podido observar que sólo aparece el circón en la fracción fina de la serie I (M<sub>1</sub> - M<sub>16</sub>), excepto en las muestras M<sub>1</sub> y M<sub>3</sub> que aparece en ambas fracciones, pero no obstante con notable aumento en la menor; en el muestreo

T<sub>1</sub> - T<sub>15</sub>, en la mitad de las muestras sólo aparece en tamaños finos y en el resto en las dos fracciones, pero siempre en menor proporción en la mayor.

Lo contrario ocurre con la andalucita que L. BERTHOIS la considera más abundante en tamaños groseros, en estos muestreos aparece en ambas fracciones, pero es de destacar que si falta en alguna de ellas, es generalmente en la pequeña donde ocurre esto.

La distena y la turmalina suelen aparecer en ambos tamaños.

Los minerales opacos se han estudiado por reflexión, con objeto de comprobar si eran de alteración; considerando como tales: cromita, hematites, ilmenita, magnetita, pirita y galena; como transparentes de orden secundario: berilo, distena, horblenda, siderita y sillimanita; y como opacos de alteración: leucoxeno y limonita.

Es de remarcar que en las dos fracciones de la serie I (T<sub>1</sub> - T<sub>15</sub>), los minerales que aparecen son los mismos variando únicamente su porcentaje.

La andalucita aparece en todas las muestras en la fracción mayor mientras que falta en algunas de las fracciones pequeñas. Lo mismo sucede con la biotita, mientras que el circón es muy abundante en todas las fracciones pequeñas y en cambio en las grandes sólo aparece en las T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>.

El granate se presenta escasamente tanto en la fracción grande como en la pequeña.

En la serie II (M<sub>1</sub> - M<sub>16</sub>), la andalucita es muy abundante en las dos fracciones, como ocurre en la otra serie, mientras que la biotita es ya escasa en la fracción grande, ocupando su lugar en la fracción pequeña el circón. La distena aparece poco en las dos fracciones, pero es de remarcar que en la fracción gruesa de las muestras M<sub>13</sub> - M<sub>14</sub>, alcanza el valor del 70 y el 54 %.

La turmalina es abundantísima en las dos series, apareciendo en ambas fracciones.

También es importante la presencia de opacos, sobre todo ilmenita y magnetita; y de opacos de alteración, particularmente, leucoxeno.

El resto de minerales transparentes tiene carácter esporádico.

Se puede ver que hay minerales de dos ciclos diferentes de sedimentación, siendo como es lógico, los más resistentes, los reheredados, que son la turmalina y el circón (bien redondeados estos últimos), ya que se presentan con minerales tan poco resistentes como la cianita, que como no está en las muestras muy rodado indica que el transporte fue corto y la pendiente fuerte.

No todos los minerales provienen del mismo área madre: la sillimanita, andalucita, horblenda y granate indican que proceden de una zona de metamorfismo catazonal en general menor, pero que dan distintas aureolas de metamorfismo como correspondería a la andalucita y turmalina. Los granates corresponden a zonas ácidas de metamorfismo de contacto como son las pegmatitas.

También hay minerales que indican la existencia de rocas ultrabásicas como son, cromita, ilmenita, leucoxeno, sin olvidar la presencia de circones alargados que determinan un macizo granítico.

A la vista de estas consideraciones se puede decir que el área madre estaba constituida por un macizo granítico que posteriormente sufrió los procesos de metamorfismo no transformándose en su totalidad.

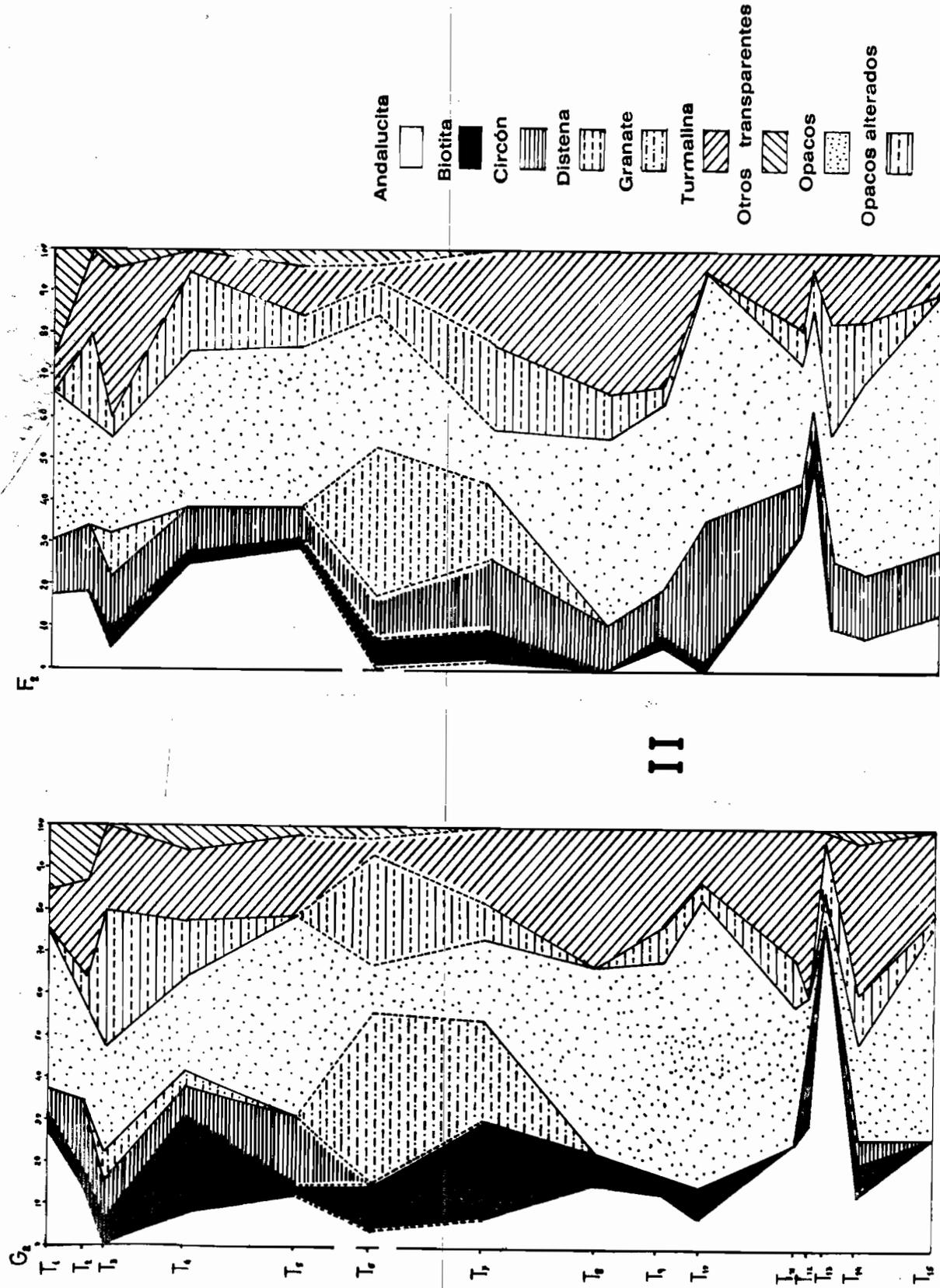
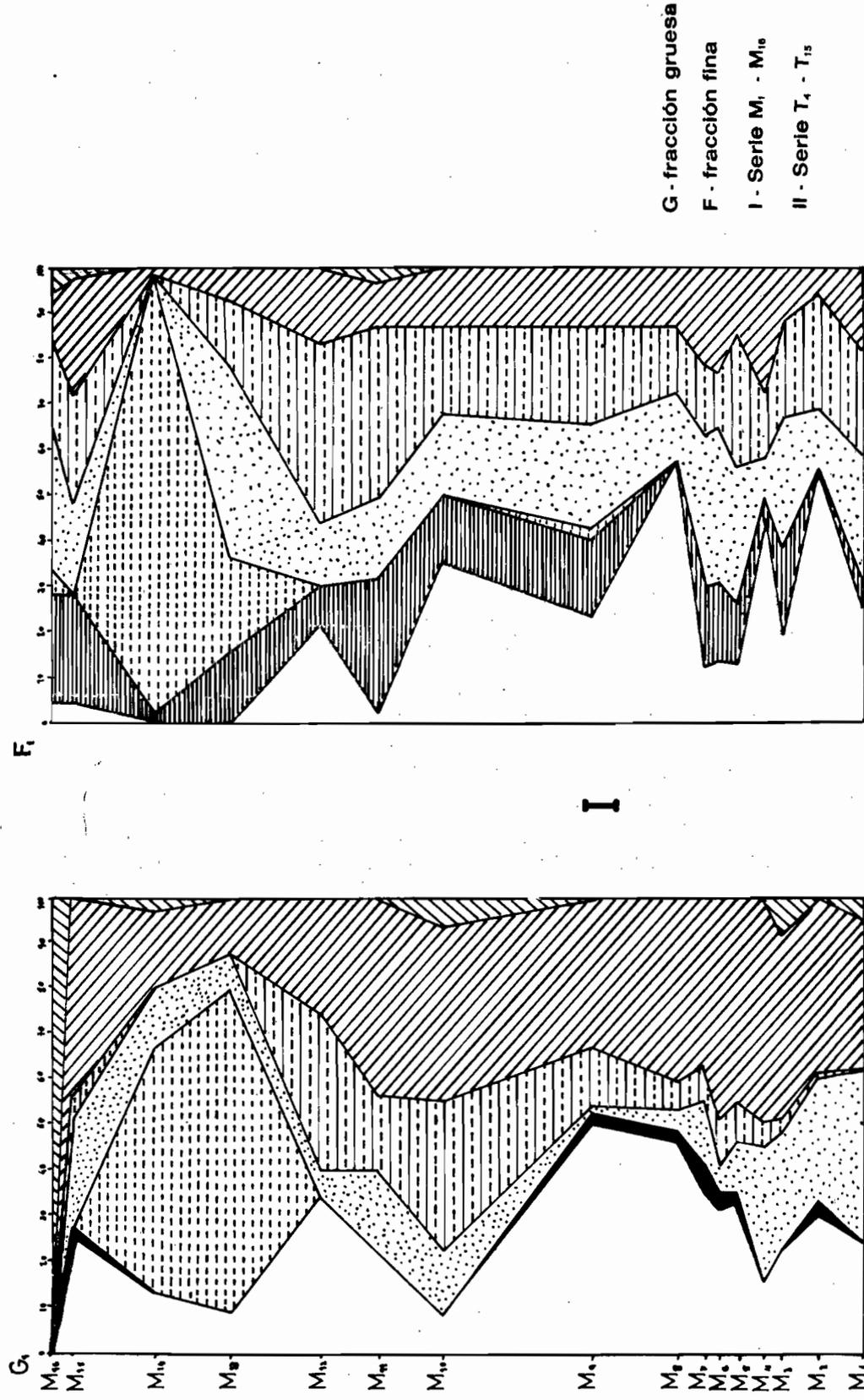


Fig. 14.- Minerales pasados de los materiales costeros del Corral de la Pasa.

#### 4. MORFOMETRÍA DE CANTOS

El estudio de los cantos es interesante puesto que nos indica las variaciones de la actividad erosiva en el momento del depósito.

Para nuestro estudio hemos medido en total 550 cantos, distribuidos en tres muestras  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ , hallando sus índices de aplanamiento, desgaste y disimetría. Al aplicarles los métodos estadísticos hallamos sus frecuencias, sus % de frecuencias y elegimos los intervalos de representación que para el índice de aplanamiento es una décima, para el desgaste una centésima y para la disimetría 5 centésimas.

Construimos las curvas de frecuencias acumuladas de los tres índices y hallamos los rangos correspondientes a  $P_{10}$ ,  $P_{90}$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  y en las respectivas curvas de frecuencia normales los rangos correspondientes al primer modo ( $M_0$  I) y el segundo modo ( $M_0$  II).

En las curvas representativas de los índices de aplanamiento vemos que las correspondientes a  $C_2$  y  $C_3$ , casi se confunden, lo mismo que la  $C_1$  pero ésta difiere sobre todo en el percentil 90. Es también la curva  $C_1$  la que tiene mayor desviación cuartilar, mientras que la  $C_2$  y  $C_3$  la tienen muy aproximada.

Se observa también que hasta el valor del 50 % las curvas casi se confunden, y es a partir de dicho dato cuando las diferencias se hacen más notables, particularmente para  $C_1$ . Esto indica que los cantos representados por su índice de aplanamiento pueden pertenecer a un medio marino ya que las diferencias entre  $Q_1$ ,  $Q_2$  y  $Q_2$ ,  $Q_3$  no son iguales, además de que es más notable el aplanamiento en los tamaños superiores al 50 %.

Por otra parte A. CAILLEUX, da como límite inferior de la mediana del índice de aplanamiento para cantos de cuarzo, 1,83, por encima de dicho valor, los cantos serán todos de medio marino.

Nuestras medianas no se apartan mucho del índice de CAILLEUX, y teniendo en cuenta que no todos los cantos medidos tienen dicha litología, podemos considerarlos de *medio marino*.

Las curvas representativas de la disimetría, coinciden prácticamente en el valor del percentil 10, correspondiendo la mayor diferencia cuartilar a la curva  $C_1$ .

Las pendientes de las curvas indican la velocidad de corriente que como se ve, varía algo de una curva a otra. La curva  $C_1$  representa una velocidad de corriente, que aumenta lentamente hasta el 25 %, permaneciendo casi constante hasta el 75 %, para después aumentar en el último tramo. Por el contrario las otras dos curvas representan velocidades de corriente que aumentan progresivamente pero de una manera lenta.

Según CAILLEUX, el índice de disimetría para cantos típicamente marinos estará por debajo de 511, mientras que para los típicamente fluviales estará por encima de 650, los valores comprendidos entre 511 y 650, corresponderán a cantos que bien pueden pertenecer a un medio o a otro.

Como nuestros cantos no se ajustan fielmente a la litología de los empleados por CAILLEUX, podemos considerar que los índices de disimetría corresponden a la zona *intermedia entre marinos y fluviales*.

La representación gráfica de los índices de desgaste es muy similar para las tres muestras. La correspondiente a  $C_1$  indica un desgaste más rápido sobre

todo hasta alcanzar el valor del 50 % de los cantos, mientras que la  $C_3$  es la que representa un desgaste de los cantos más lentos, siendo la  $C_2$  un caso intermedio entre las dos. Pero en las tres curvas, la tónica general es la misma.

No podemos decir a la vista simplemente de las gráficas del desgaste, si el medio era marino o fluvial, ya que en ambos casos la representación es similar.

Todas estas curvas, las hemos hecho considerando en abcisas los índices correspondientes, y en ordenadas los % de las frecuencias.

Otra de las representaciones gráficas que hacemos es la del índice de aplanamiento frente al de desgaste; para ello tomamos en abcisas los valores del desgaste y en ordenadas los valores del aplanamiento.

Las muestras  $C_2$  y  $C_3$  determinan un medio marino, ya que la tendencia de las curvas es claramente ascendente, mientras que la  $C_1$  correspondería a un medio intermedio entre fluvial y marino.

Por último representamos las muestras en el diagrama de TRICART, que es también de aplanamiento frente a desgaste y en el que se definen claramente los dominios de cada uno de los medios.

Dos de las muestras,  $C_2$  y  $C_3$ , nos dan un medio netamente marino, mientras que la  $C_1$  nos queda representada en la zona de transición del medio marino a fluvial, pero dentro ya del dominio del medio marino, puesto que queda por encima de la línea transversal que es la que separa el medio marino del continental.

Todas las curvas a las que nos hemos referido en este capítulo están representadas en la Fig. 11.

La litología de los cantos corresponde en su mayor parte al cuarzo, cuarcita y fragmentos del complejo migmatítico.

En la muestra  $C_1$  los cantos de rocas metamórficas alcanzan el 48 % del total, siendo el 28 % de cuarzo filoniano y el resto de cuarcitas. En las otras dos muestras  $C_2$  y  $C_3$ , el mayor porcentaje de cantos corresponde al cuarzo (del orden del 60 %), siendo el resto de cuarcitas y una pequeña proporción de fragmentos de migmatitas.

En general el % de redondez de todos ellos corresponde aproximadamente al 50 (según el criterio seguido en la morfoscopia de arenas).

Concretando, vemos que todos los diagramas obtenidos corroboran que el medio que originó los depósitos de cantos era un medio *marino*, si bien como se ve por la curva  $C_1$ , también pudiera corresponder a una zona de tipo *deltaico*, o de *desembocadura*, en las que las características de marino o fluvial son prácticamente las mismas.

#### IV. TECTÓNICA Y MORFOLOGÍA

Dada la pequeña extensión de la zona estudiada y sobre todo su enmascaramiento por las terrazas del Tajo, su tectónica es insignificante, siendo los accidentes más notables las pequeñas fallas, de poco desplazamiento que tienden a ser fallas de estratificación, que atraviesan el Cerro de la Rosa. Estas fallas necesariamente han de ser de edad post-cretácica y pre-cuaternaria, no poseyendo ningún elemento que nos fije más exactamente su edad.

El Cretácico está apoyado sobre el material precámbrico que constituye el basamento, y sobre él en contacto discordante se depositó el Terciario.

Sobre el Cretácico se depositó el Terciario, pero ha sido arrasado o totalmente cubierto por la terraza, ya que no aparece sobre el Cretácico más que en muy pocos afloramientos. La discordancia Cretácico-Terciario puede corresponder a la fase Larámica, ya que necesariamente tuvo que ser pre-pirenaica.

Sobre todos los materiales se extienden las terrazas del río Tajo.

También la morfología de la zona tiene una gran simplicidad.

Los relieves no existen, siendo las mayores alturas las correspondientes a los Cerros de la Rosa, que no son dignas de consideración.

En el Cerro de la Rosa y sus inmediaciones, se distinguen muy bien cuatro niveles de terrazas, a alturas de 90, 60, 20 y 9 mts. sobre el nivel del río actual.

Toda la zona es morfológicamente una gran superficie de erosión que cortó al mismo nivel el Precámbrico, Cretácico y Terciario, por lo que el arrasamiento sería de edad mioceno-plioceno.

## V. PALEOGEOGRAFÍA

### 1. FORMA DE LA CUENCA

La zona de afloramientos cretácicos de Toledo, determina un apéndice de la gran Cuenca Cretácica de España, que viene delimitada al N. por la Sierra de Guadarrama y al S. por el Macizo del Tajo. Esta zona no llegó a cubrirse más que en el Cretácico medio (Albense-Cenomanense).

El borde de la cuenca está delimitado por la línea que describe la aparición de afloramientos cretácicos, como son el de la Casa de Ramabujas, el del Cerro de la Rosa y algo más alejado el de Cerro Palomilla, que siguen la dirección E-W y separa los dos medios: al N. de la línea, la cuenca marina y al S. la zona continental, constituida por el Precámbrico.

Otro dato que confirma esto, son los elementos detríticos, que como se comprueba por la litología, provienen del S. y las direcciones de corriente serían en ese caso de S. a N.

### 2. PROFUNDIDAD

Se conoce por las condiciones de formación de los minerales diagenéticos, pero el mejor indicador es la fauna. Como en este caso se carece de ella, ha habido que determinarla por la composición litológica de la serie.

En las dos series de muestras recogidas, faltan los tramos calizos y se observa que los niveles margosos son escasos, lo que ya sirve para determinar que la cuenca era de poca profundidad, a su vez se observa que todas las series son detríticas, de arenas gruesas, microconglomerado y conglomerados que corresponderían por su aporte a la orla litoral.

### 3. CORRIENTES

Como se deduce de la granulometría y el estudio de cantos, las corrientes durante el Cretácico eran fuertes, de tipo turbulento o de carácter torrencial, más que de tipo fluvial, con pendientes grandes y poco recorrido, lo que indica que el continente se estaba erosionando intensamente en esta época.

Las direcciones de corriente delimitan la cuenca, lo mismo que los depósitos de conglomerados que provienen del S.

En las series se observa que las corrientes son más de tipo continental que marino, por ser terminación de las corrientes de transporte.

### 4. SALINIDAD

En el Cretácico no se observan síntomas de fuerte salinidad, cosa lógica debido a la enorme cantidad de materia detrítica, lo que implica una gran abundancia de agua que lo transportara y como hemos dicho que ese agua era de tipo torrencial, por tanto agua dulce, condiciona poca salinidad en el medio.

En el Terciario (que por analogía con el Terciario del resto del Centro de España, lo consideramos de cuenca lacustre), sí se encuentran algunos episodios salinos, señalados por la presencia de niveles con yesos en «lentejuelas», de todas formas también la salinidad fue escasa.

### 5. ÁREA MADRE

Está determinada por la composición mineralógica de las arenas, estudiada con los minerales pesados.

El área madre constituida por la zona continental, estaba formada por rocas graníticas y metamórficas en diversos grados, correspondientes al Precámbrico, sobre todo cuarcitas y neises que debido a la gran denudación que hubo durante el Cretácico dieron origen a los depósitos sedimentarios.

### 6. CLIMA

En el estudio de minerales pesados se ha comprobado la existencia de minerales opacos de alteración, como son el leucoxeno y la limonita, además de algunos nódulos ferruginosos. Todo esto indica que el clima durante el Cretácico era cálido.

Otro carácter del clima, lo determina el gran transporte fluvial de tipo torrencial a que intensamente estuvo sometida la zona, lo que claramente indica que el clima además de cálido era fuertemente húmedo.

Todo esto lo corroboran restos de vegetales arrastrados, encontrados en localidades próximas a la zona.

### 7. RELIEVE

El relieve del área madre como se deduce de cuanto acabamos de decir, y de los mecanismos de transporte, era muy fuerte.

Otros datos que lo corroboran, son el material en suspensión de la granulometría, el valor medio de la velocidad de transporte, medida en tamaño de grano que viene determinado por  $Q$ , el valor de la asimetría que clasifica mejor la parte del material grueso, lo que indica que los períodos de avenida eran más frecuentes que los períodos de estiaje.

## VI. CONCLUSIONES

- 1—La cuenca cretácica de Toledo es un apéndice de la gran Cuenca Cretácica de España, delimitada por la línea de afloramientos cretácicos quedando al N. la cuenca marina y al S. de los afloramientos el continente.
- 2—La zona corresponde al borde litoral de poca profundidad.
- 3—Las corrientes determinan que los aportes terrígenos eran de S. a N., de tipo continental e indicadoras de la intensa erosión del área madre.
- 4—Poca salinidad en el Cretácico debido al régimen torrencial de la zona.
- 5—Área madre formada por rocas granítico-migmatítico del zócalo precámbrico.
- 6—Clima cálido y húmedo.
- 7—Fuerte relieve en el área madre determinado por la gran cantidad de materiales detríticos.

## BIBLIOGRAFIA

ALÍA MEDINA, M.

1944. «Datos morfológicos y estratigráficos de los alrededores de Toledo». *Bol. R. Soc. Esp. - Hist. Nat.* Tomo 42, n.º 9-10. pp. 613-614.
- 1945 «Notas morfológicas de la región toledana». *Est. Geogr.* año 10. n.º 1. pp. 95.
1945. «El Plioceno de la comarca toledana y el origen de la Sagra». *Est. Geogr.* año 6.
1947. «Datos geomorfológicos de la región toledana». *Est. Geogr.* año 8.
1954. «Observaciones sobre las formaciones neósicas y graníticas del S. de Toledo». *Not. Com. Inst. Geol. y Min. de Esp.* n.º 34. Madrid.

ASENSIO AMOR, I

1960. «Geografía y Sedimentología». *Rev. Est. Geogr. Inst. J. S. Elcano (C.S.I.C.)*. pp. 41-62.

BERTHOIS, L.

1949. «Contributions à l'étude de l'érosion marine et formation des galets». *Bol. de Soc. Geol. Portugal.* VIII, I-II.

BENAYES, J. PÉREZ MATEOS, J. et RIBA, O.

1958. «Nouvelles observations sur la sédimentation continentale du bassin tertiaire du Tage». *Eclogé Géol. Helvet.* Vol. 51. n.º 3. pp. 834 Basilea.
1960. «Asociaciones de minerales detríticos en los sedimentos de la cuenca del Tajo». *Anal. de Edaf. y Agrob.* Tomo XIX. n.º 11. pp. 635-670.

CAILLEUX, A.

1943. «Distinction des sables marines et fluviatiles». *Bull. Soc. Géol. Franc.* Tomo XIII.

CAILLEUX, A. et TRICART, I.

1953. «Détermination du Centre en granulometrie». *Bull. Soc. Géol. Franc.* Tomo III.
1959. «Initiation à l'étude des sables et des galets». Tomo I. pp. 198.
1963. «Initiation à l'étude des sables et des galets». Tomo III. París.

CALDERÓN, S.

1885. «Ensayo orogénico sobre la meseta central de España». *Anal. Soc. Esp. Hist. Nat.* pp. 131-172. Madrid.
1908. «Notas bibliográficas (de DOUVILLE, sobre el Aquitaniense y el Terciario de los alrededores de Toledo)». *Bol. R. Esp. Hist. Nat.* pp. 99-100. Madrid.
1909. «Comunicación verbal sobre el descubridor del Oligoceno marino de Toledo». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Tomo IX. pp. 125-126. Madrid.
1910. «Notas bibliográficas (de DOUVILLE et DEPERET sobre el Oligoceno marino de Toledo)». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Tomo X. pp. 390-391. Madrid.

CORTÁZAR, D.

1878. «Expedición geológica por la provincia de Toledo en 1871». *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de Esp.* Tomo V. pp. 139-144. Madrid.

DANTÍN CERECEDA, I.

1921. «Levantamiento reciente de la Meseta Central de la Península Ibérica». *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* pp. 173-177. Madrid.

DE LA PEÑA, A.

1876. «Reseña geológica de la provincia de Toledo». *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España.* Tomo III. pp. 329-331. Madrid.

DEPERET, Ch.

1901. «Sur les bassins tertiaires de la Meseta Espagnole». *Bull. Soc. Géol. Franc.* Tomo XVIII. pp. 18-19. París.
1908. «Sur le Tertiaire des environs de Tolède». *Compte-rendu somm. Soc. Géol. Franc.* Tomo VIII. pp. 445-456. París.

DOUVILLE, H.

1908. «Aquitaniens des environs de Tolède». *Compte-rendu Somm. Soc. Géol. Franc.* Tomo VIII. pp. 65-69. París.

FERNÁNDEZ NAVARRO, L.

1913. «Datos de una excursión geológica por la provincia de Toledo». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* pp. 147. Madrid.

GÓMEZ DE LLARENA, E.

1923. «Guía geológica de los alrededores de Toledo». *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. Ser. Geol.* n.º 31. pp. 143-152. Madrid.

HERNÁNDEZ PACHECO, E.

1911. «Itinerario geológico de Toledo a Urda». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Tomo XV. pp. 183-202. Madrid.
1929. «Datos geológicos de la Meseta Toledana-Cacereña y de la Fosa del Tajo». *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Tomo XV. pp. 183-202. Madrid.
1933. «Características geográfico-geológicas del territorio del Alto Tajo». *Soc. Geol. Nac. Ser. 4.º* pp. 27-28. Madrid.

LLOPIS LLADÓ, N. y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.

1961. «Sobre la existencia de una orogenia arcaica en el Centro de España y sus relaciones con Asturias». *Brev. Geol. Astúrica.* Vol. 3-4. pp. 53-72. Oviedo.
1962. «Sur la existence d'une tectonique archéenne au centre de l'Espagne». *C.R.S. de la Soc. Géol. de Franc.* 8. pp. 245. París.
1963. «Sur la presence d'une discordance précambrienne au sud de Tolède (Espagne)». *C.R.S. Soc. Géol. de Franc.* n.º 7. pp. 250-251. París.
1965. «Sur les caractères morphotectoniques de la discordance précambrienne du sud de Tolède (Espagne)». *C.R.R. Géol. de Franc.* 7. pp. 220-221. París.

MACPHERSON, J.

1905. «El Torno del Tajo en Toledo». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* V. pp. 100-101. Madrid.

- MALLADA, L. y DUPUY DE LÔME, E.  
1912. «Reseña geológica de la provincia de Toledo». *Bol. Ins. Geol. y Min. de Esp.* Serie XIII. pp. 9-101. Madrid.
- MARCET RIBA, I.  
1920. «Nuevos elementos mineralógicos de la zona metamórfica de Toledo». *Bol. R. Soc. Esp. Mist. Nat.* Tomo XX. pp. 105. Madrid.  
1928. «Estudios petrográficos de la zona metamórfica de los alrededores de Toledo». *Mem. R. Acad. Cienc. y Art.* Vol. XX. n.º 16. pp. 491-668. Barcelona.
- MARTÍN AGUADO, M.  
1963. «Consideraciones sobre las terrazas del Tajo en Toledo». *Not. y Com. Ins Geol. y Min. de Esp.* n.º 71. pp. 163-178. Madrid.
- PÉREZ MATEOS, J.  
1948. «Estudio mineralógico de las arenas». *Anal. Edaf. y Fis. Veg.* 77. Vol. III. Madrid.
- ROMÁN, F.  
1922. «Les terrasses quaternaires du Tage». *C.R. Acad. Scienc.* Tomo 175. pp. 1.084. París.
- ROYO GÓMEZ, I.  
1918. «Nuevos datos para la geología de la Sub-meseta del Tajo». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Vol. XVII. pp. 555-557. Madrid.
- RIVIERE, A.  
1952. «Expression analytique générale de la granulometrie des sédiments meubles». *Bull. Soc. Géol. Franc.* n.º 239. Tomo II. pp. 17-23. París.
- STEPHAN, J.  
1960 «Représentation triangulaire de la granulometrie des limons». *Cahiers Géologiques*, n.º 58-61. pp. 603-614. París.
- TEMPLADO, J., HERNÁNDEZ PACHECO, E. y MESEGUER, J.  
1944. «Hoja Geológica de España, n.º 629». *Ins. Geol. Min. de Esp.*, pp. 15-27 Madrid
- TRICART, J.  
1952. «Les alluvions anciennes de la meuse sur la feuille de Stenay au 50.000». *Extr. Bull. Cart. Géol. Franc.*, n.º 239. Tomo LI, pp. 1-5. París.  
1961. «Étude sur le faconment des galets marins». *Congres. International de Sédimentologie, Pays-Bas.*, pp. 245-255. París.
- VATAN, A.  
1954. «Pétrographie Sédimentaire». *Ins. Franc. du Pétrole.* (Ecole Nationale Supérieur du Pétrole), pp. 64-83 y 106-120. París.
- VIDAL BOX, C.  
1944. «La edad de la Superficie de Erosión de Toledo y el problema de sus montes Islas». *Revista "Las Ciencias"*, n.º 9, pp. 27-29. Madrid.