

LAS TERRAZAS DE LA RAMBLA DE CERVERA

RESUMEN

En este artículo se hace un estudio de las terrazas de una rambla típicamente mediterránea, cuya cuenca de drenaje está muy condicionada por la estructura. La morfología y los análisis sedimentológicos de los cortes estudiados han servido para detectar los diferentes niveles de terrazas y a partir de ellos se ha elaborado una hipótesis sobre las diversas secuencias acumulación-incisión que han tenido lugar en el Cuaternario en esta área.

RÉSUMÉ

Dans cet article on étudie les terrasses d'une *rambla* typiquement méditerranéenne, dont la structure conditionne fortement le bassin de drainage. La morphologie et les analyses sédimentologiques des coupes étudiées ont servi à détecter différents niveaux de terrasses à partir desquels on présente une hypothèse sur les diverses séquences d'accumulation-incision qui ont eu lieu au cours du Quaternaire dans cette zone.

La Rambla de Cervera está ubicada al norte de la provincia de Castelló y drena una superficie de 386'56 km². Nace de la confluencia del Barranc de Salvassòria y del Barranc de Vallivana (ver fig. n.º 1). La cuenca está sujeta a un clima típicamente mediterráneo, con precipitaciones fuertes y concentradas en pocas horas, que incrementan su volumen hacia el interior y con temperaturas que disminuyen también hacia esta parte. La evapotranspiración, que supone el 90% del agua precipitada, también aumenta hacia la cabecera por la mayor disponibilidad de agua. Estas características climatológicas, junto con el sustrato calizo sobre el que circula este aparato fluvial influyen decisivamente en el carácter efímero de la circulación hídrica, causado tanto por la escasez de agua como por la circulación subterránea.

El cauce por el que circula el agua es bastante ancho y plano, cruzado por multitud de canales tipo *braided* que se entrelazan dejando islas que en muchos sitios están cultivadas. Todas estas características definen perfectamente las ramblas, cauces inadaptados típicamente mediterráneos, consecuencia tanto del sustrato calizo que atraviesan como de los cambios climáticos ocurridos en el Cuaternario.

Los materiales que atraviesa la Rambla son en su mayoría calizas secundarias, a lo sumo margas o calizas margosas, muy aptas para la formación de una red de drenaje subterránea importante. Por otra parte, la evolución geológica de la comarca ha influido en la formación del trazado actual de la Rambla. Durante el Secundario dominó la sedimentación marina interrumpida por movimientos epirogénicos y por una fase de compresión. En el Terciario se produjeron también diversos acontecimientos geológicos: en el Oligoceno tuvo lugar una fase de compresión que provocó plegamientos, cuya consecuencia fue la extrusión de materiales triásicos durante el Mioceno. Esta fase de compresión fue seguida por una época de distensión, aunque hay distintas opiniones al respecto: CANEROT señala la existencia de una única fase distensiva durante el Mioceno y el Plioceno que dio lugar a la estructura de *horst* y *graben* actual; SIMÓN GÓMEZ, por el contrario, distingue dos fases distensivas: la primera dataría del Mioceno y formaría los *horst* y los *graben* que serían rellenados de conglomerados y otros materiales, posteriormente fallados en una segunda fase distensiva del Plioceno. En la actualidad, desde el interior a la costa se encuentran los siguientes bloques estructurales: Serra de la Valldàngel Occidental, Fosa Media, Serra de la Valldàngel Oriental y el piedemonte costero.

Como consecuencia de esta disposición estructural, en el Plioceno se formó una red de drenaje de tipo mediterráneo que seguía la dirección de las fosas, pero a finales del Plioceno y principios del Pleistoceno la captura del Barranc Fondo y la Rambla Morellana, que drenaban la Fosa Media de manera paralela a la costa, por el Riu de les Coves, provocó la formación de un cono aluvial en la Rambla de Cervera, obligándola a atravesar la alineación de la Valldàngel Oriental. Esta teoría lanzada por ULLASTRE (1978) y MATEU (1982) es importante para explicar la presencia de ciertos elementos geomorfológicos, tales como el cono plioceno, antes mencionado, y los meandros encajados en la Serra de la Valldàngel Oriental.

El primero, muy devastado, es difícil de delimitar. Se desarrolló dentro de la Fosa Media, iniciándose al pie de la alineación de la Serra de la Valldàngel Occidental y finalizando en la alineación paralela de la Valldàngel Oriental. La causa principal para la formación de este abanico fue el cese de la remoción basal que efectuaban el Barranc Fondo y la Rambla Morellana, favorecido por la ruptura de pendiente que supone el paso de un *horst* a un *graben*. Cuando la acumulación de sedimentos alcanzó cierta potencia obligó a la Rambla de Cervera a circular perpendicularmente al litoral mediante una superposición sobre la Serra de la Valldàngel Oriental que originó los meandros encajados en las calizas cretácicas de los alrededores de Cervera. (Ver figura n.º 4).

Durante el Cuaternario en las fosas se han desarrollado una serie de superficies de erosión, correlacionadas por Simón Gómez, en las cuales se han encajado los cauces fluviales como consecuencia de los cambios climáticos ocurridos durante el Pleistoceno, dando lugar a las terrazas. El tramo escogido para el estudio en este trabajo abarca la porción de cuenca que atraviesa la Valldàngel Occidental y la Fosa Media. De algunas de ellas se ha hecho un análisis sedimentológico, escogiendo los lugares de muestreo según la altura y morfología diferentes. (Ver

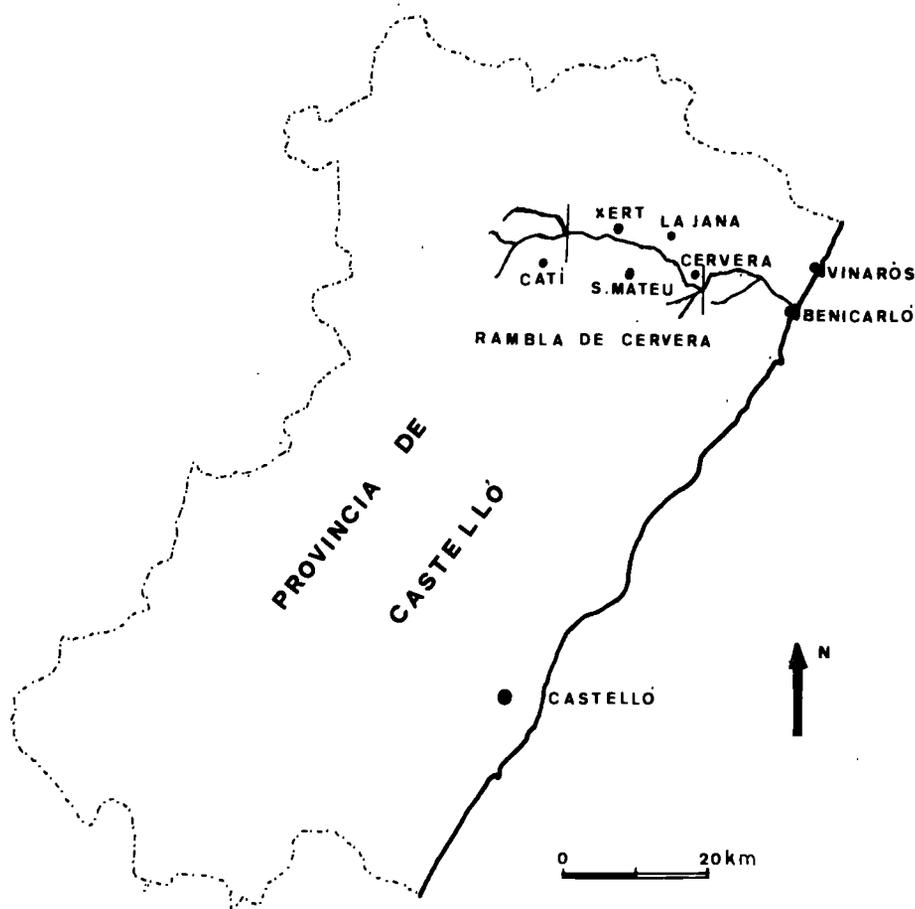


Fig. 1. — Mapa de situación de la Rambla de Cervera. El cauce delimitado con barras corresponde al tramo de terrazas analizadas.

fig. nº 4). En el muestreo se ha atendido a la morfología de las terrazas y la sedimentología ha servido para averiguar los procesos fluviales que las han formado.

ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO

Se han muestreado cuatro cortes de terrazas, cuyos materiales se han analizado posteriormente en el laboratorio:

1. *Terraza d'Antolí*

En el corte muestreado (ver fig. 2) se distinguen quince niveles separados por dos niveles de conglomerados: entre el nivel XIV y el XIII se encuentra un nivel

encostrado de unos 50 cm. de espesor y entre los niveles IX y VIII existe una potencia de más de 2 m. de conglomerados separados en láminas. De cada nivel se han hecho análisis de laboratorio, cuyos resultados pasamos a comentar a continuación.

Por lo que se refiere a la textura podemos señalar que la fracción gruesa domina en los niveles XIII, II, O, XIV, VIII, XI, IX, VII, VI y IV. La fracción fina, por el contrario, sólo existe como estrato bien definido en los niveles V, III y I (ver tabla nº 1). Los primeros se pueden asociar perfectamente con barras de canal, según describe REINECK (1973): «... en las secuencias de barras de canal de los ríos montañosos, los sedimentos de grano fino son menos importantes y hay un voluminoso rango de tamaño de grano incluido en una única secuencia, por ejemplo, de bloques a arcilla. Las cuencas de inundación no están bien desarrolladas.» Por lo que se refiere a los niveles con material fino predominante (I, III) su textura es arcillo-limosa, mientras que en el resto de niveles, aunque se producen distintas combinaciones, podemos decir que la arena predomina sobre las otras fracciones.

La media de los materiales finos existentes en todos los niveles, oscila entre 4 y 6 lo cual es perfectamente comprensible debido a la fuerte presencia de arena. (Ver tabla nº 1).

La clasificación de las muestras oscila entre 2 y 4 por lo que entran en el intervalo que FOLK y WARD (1957) denominan como «mal clasificadas», lo cual es bastante normal en muestras fluviales, ya que después del glaciario es el medio que peor clasifica los sedimentos. Los histogramas de frecuencia dan una información gráfica de la clasificación: los mejor clasificados corresponden a los niveles V, VI, III, VII, XII, I y IV, con acumulaciones fuertes en algunos tamaños determinados de arenas y limos y los peor clasificados son los niveles XIII, II, O y VIII, los cuales tienen material muy heterométrico. (Ver gráfico nº 1).

La *skewness* es positiva en casi todos los niveles, excepto en el nivel III (ver tabla nº 1) donde se convierte sistemáticamente en negativa, por lo que existe una contradicción en los niveles I y III: estos estratos están formados por materiales exclusivamente finos, propios de una decantación, mientras que la *skewness* negativa señala fluctuaciones del medio en el momento de la deposición. Esta constatación, junto con la topografía abombada de la terraza y el estudio fotogramétrico nos hizo pensar en el solapamiento de conos sobre la terraza. El análisis de cuatro niveles de este cono en una trinchera de la carretera presentó fuertes similitudes con los cuatro niveles superiores de la terraza (gráfico nº 4). En conclusión podemos afirmar que los últimos niveles de la terraza d'Antolí están formados conjuntamente por la acción fluvial de la Rambla y los conos que bajan de la montaña adyacente.

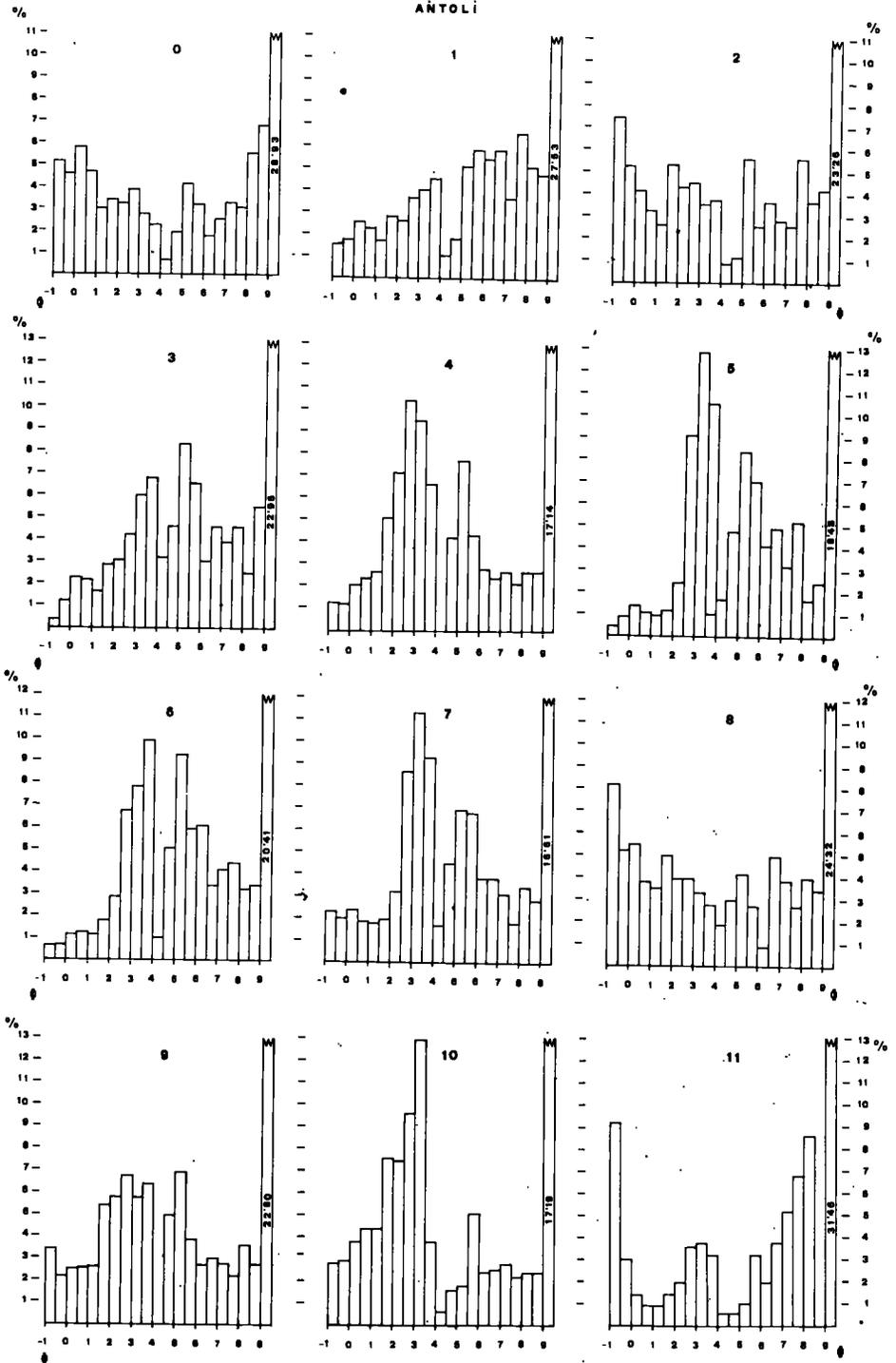
Las curvas acumuladas de la arena indican las incidencias sufridas por este material durante la sedimentación. En general tienen todas un trazado hiperbólico, lo cual denota un proceso de acumulación libre y un predominio de la arena fina sobre la gruesa. Algunas presentan un trazado de tipo mixto, es decir, tendencia parabólica en la arena gruesa e hiperbólica en la fina (niveles XI y XIV),

TABLA I

TERRAZA D'ANTOLI

Nivel	Potencia	% F. gruesa	% F. grava	% F. fina	Mz	σ	SK	K	Agregados
0	1'80	68'50	17'20	14'20	5'36	3'72	-0'40	0'55	+
I	0'60	5'25	13'60	81'10	6'19	3'03	-0'34	0'69	+
II	1'00	77'00	10'80	12'10	4'96	3'71	-0'16	0'50	-
III	0'60	4'43	6'43	89'10	5'90	2'89	-0'04	0'60	+
IV	0'70	54'20	24'10	21'60	5'14	3'06	0'25	0'74	-
V	0'40	0'82	4'94	94'20	5'71	2'67	0'17	0'73	+
VI	0'80	54'90	25'50	19'40	5'88	2'71	0'06	0'67	+
VII	0'50	58'60	22'40	18'80	5'51	3'00	0'10	0'82	+
VIII	0'70	69'40	21'10	9'40	4'83	3'76	-0'12	0'57	-
IX	4'00	64'10	19'10	16'70	5'31	3'29	0'01	0'64	-
X	0'60	91'80	2'25	5'90	4'52	3'38	0'37	0'72	-
XI	0'70	68'00	20'10	11'70	6'42	3'29	-0'64	0'72	-
XII	0'60	93'30	0'92	5'66	5'48	3'02	0'04	0'75	-
XIII	0'50	74'50	14'40	14'40	4'41	3'60	0'21	0'69	-
XIV	11'00	66'50	17'20	14'20	4'62	3'38	-0'02	1'02	-

ANTOLI



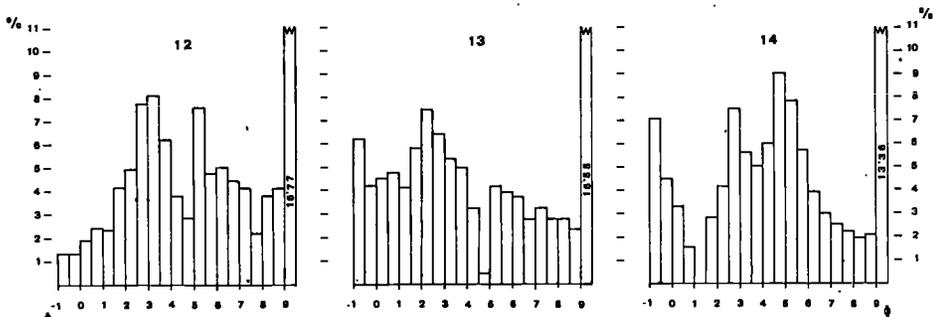


Gráfico 1. — Histogramas de frecuencia de los materiales finos correspondientes a la terraza d'Antolí.

lo cual indica un proceso de acumulación forzada en los primeros tamaños, seguramente debido a fluctuaciones de la corriente, y una acumulación libre en el segundo tramo correspondiente a las arenas finas. Por último, los estratos VIII, XIII, II y 0 tienen curvas de tendencia lineal, considerados como de transición entre las hiperbólicas y las parabólicas, que no aparecen representadas aquí.

2. Terraza del Camí d'En Roig

El corte muestreado (ver figura nº 2) consta de dieciséis estratos.

El análisis de la textura general indica un predominio de cantos en todos los niveles, excepto en los estratos I, III, VIII, XIII y XV, con predominio exclusivo de materiales finos (tabla nº 2).

La textura de la fracción inferior a 4 señala un predominio del limo sobre la arena y la arcilla. Cabe destacar además que los niveles VIII, VI y II se asocian a la «facies 4» que RUST denomina «*quick silty sand*» formada en momentos de fuerte saturación del agua que hace que el sedimento precipite aún en momentos de crecida. El nivel I, por su parte, corresponde a la «facies 1» de RUST (1972) y a los depósitos de los canales secundarios cortados por la parte de aguas arriba de DOEGLAS (1962). Este tipo de formas se da en los canales secundarios que quedan cortados aguas arriba por un dique natural construido por el canal principal. El agua procedente del canal principal penetra por la parte de aguas abajo y al descender el nivel del canal principal, el agua queda estancada en el canal secundario, dejando una pequeña capa de limo y arcilla.

Los niveles X y XI presentan una disposición inclinada, en la que alterna un nivel con materiales más gruesos (X) y otro con textura más fina (XI) (ver fig. nº 2). Este tipo de deposición fue descrito por DOEGLAS (1962, pp. 179-181) y corresponde a una barra transversal. El resto de los niveles con material grueso presentan una estratificación horizontal discontinua, propia de barras longitudinales.

La media de los materiales finos se mantiene entre 4 y 6, valores bastante elevados, a pesar de que en este corte domina el limo en los materiales finos (ver tabla nº 2).

TABLA 2
TERRAZA DEL CAMÍ D'EN ROIG

Nivel	Potencia	% F. gruesa	% F. grava	% F. fina	Téxtura de mat. finos	Mz	σ	SK	K	Fósiles	Agregados
I	0'70	10'93	8'91	80'14	Limo-arcillosa	6'04	2'54	0'14	0'76	+	+
II	1'00	68'41	20'04	11'53	Limo-arenoso	5'33	2'75	0'04	1'21	+	-
III	0'52	39'48	13'32	47'18	Limo-arenosa	5'42	2'54	0'16	1'15	+	+
IV	0'50	71'41	12'35	16'23	Areno-limosa	3'45	2'98	0'03	1'08	+	-
V	0'30	44'64	44'06	11'28	Limo-arenoso	4'39	2'91	-0'05	1'34	+	-
VI	0'20	16'31	8'01	75'83	Limo-arenoso	5'04	2'56	0'23	1'07	+	+
VII	0'45	72'15	22'88	4'95	Areno-limoso	3'50	2'65	0'42	1'17	-	-
VIII	0'50	0'00	1'62	98'37	Limo-arenosa	5'52	2'38	0'24	0'79	-	+
IX	0'50	80'29	15'26	4'44	Areno-arcillosa	4'09	3'64	0'25	0'69	+	-
X	0'40	86'05	2'79	11'15	Areno-arcillosa	5'50	3'12	-0'02	0'68	-	+
XI	0'40	61'46	26'51	12'01	Arcillo-limosa	6'20	2'79	-0'25	0'63	+	-
XII	0'60	89'89	2'74	7'35	Arcillo-arenosa	6'08	2'79	-0'17	0'60	+	-
XIII	0'20	19'48	9'25	11'68	Areno-limosa	5'50	2'72	0'12	0'66	+	+
XIV	0'15	79'05	11'14	69'36	Areno-limosa	4'90	3'14	0'33	0'80	-	-
XV	0'12	2'12	2'75	95'12	Areno-limosa	5'80	2'45	0'21	0'68	-	+
XVI	0'80	64'29	18'29	17'41	Areno-limosa	5'19	3'08	0'11	0'79	-	+

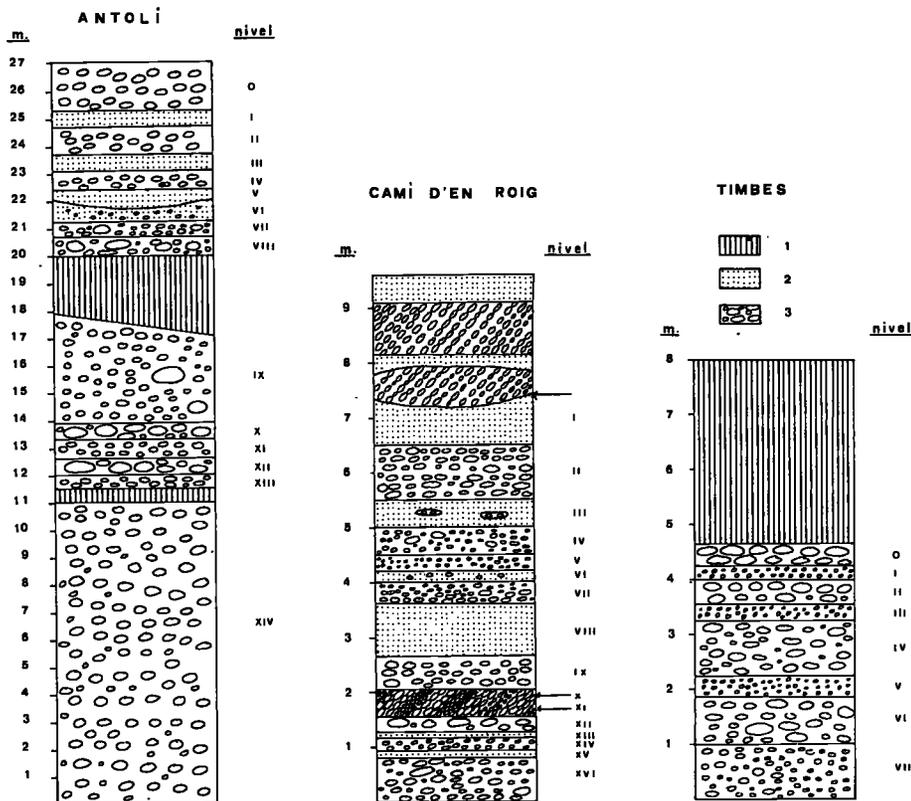
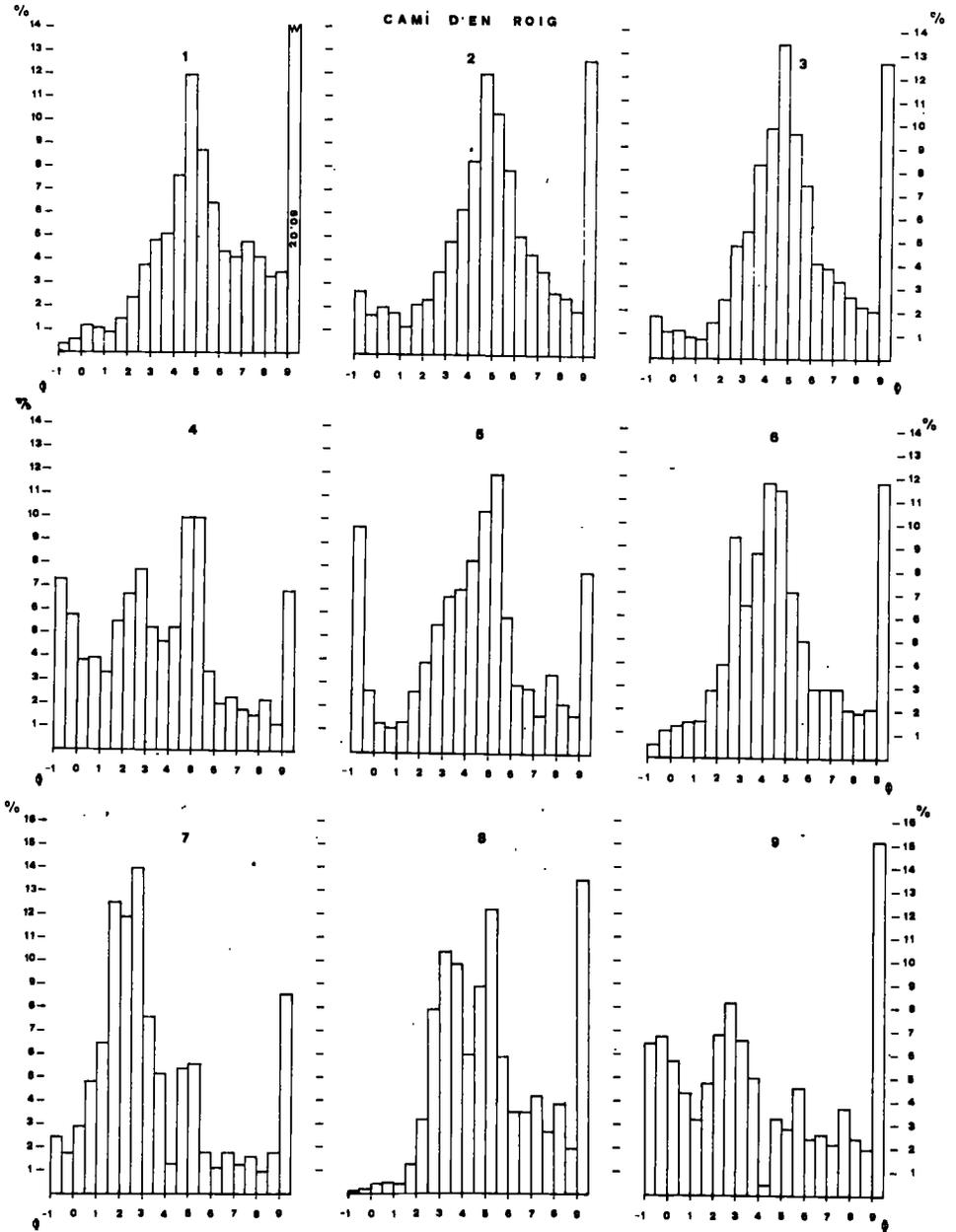


Fig. 2. — Cortes verticales correspondientes a las diversas terrazas muestreadas. 1. Materiales encotrados; 2 Materiales finos; 3. Materiales gruesos.

La clasificación se mantiene dentro de lo que Folk y Ward denominan materiales «mal clasificados», pues oscila entre 2 y 4 (ver tabla n.º 2). Los mejor clasificados son los niveles VIII, XV, III, I, VI, XIII, II, XI, XII, V y IV (ver gráfico n.º 2) que son los estratos con material fino predominante y con las mayores acumulaciones en arena fina y limo grueso; los peor clasificados son los niveles XVI, X, XIV y IX con material heterométrico en todas las fracciones.

El aplanamiento de las curvas oscila fuertemente, pues abarca cuatro tipos de las curvas que estudian FOLK y WARD:

- Curvas muy platicúrticas, en los niveles XI, XII y XIII, con valores inferiores a 0'69. Estas cifras junto con la *skewness* negativa son indicativos de procesos de mezcla y remoción de materiales y de fluctuaciones en el medio de sedimentación.
- Curvas platicúrticas en los niveles X, XV, IX, I, XVI, VIII y XIV.
- Curvas mesocúrticas en los estratos VI y IV.
- Curvas leptocúrticas en los niveles II, VII, III y V.



CAMI D'EN ROIG

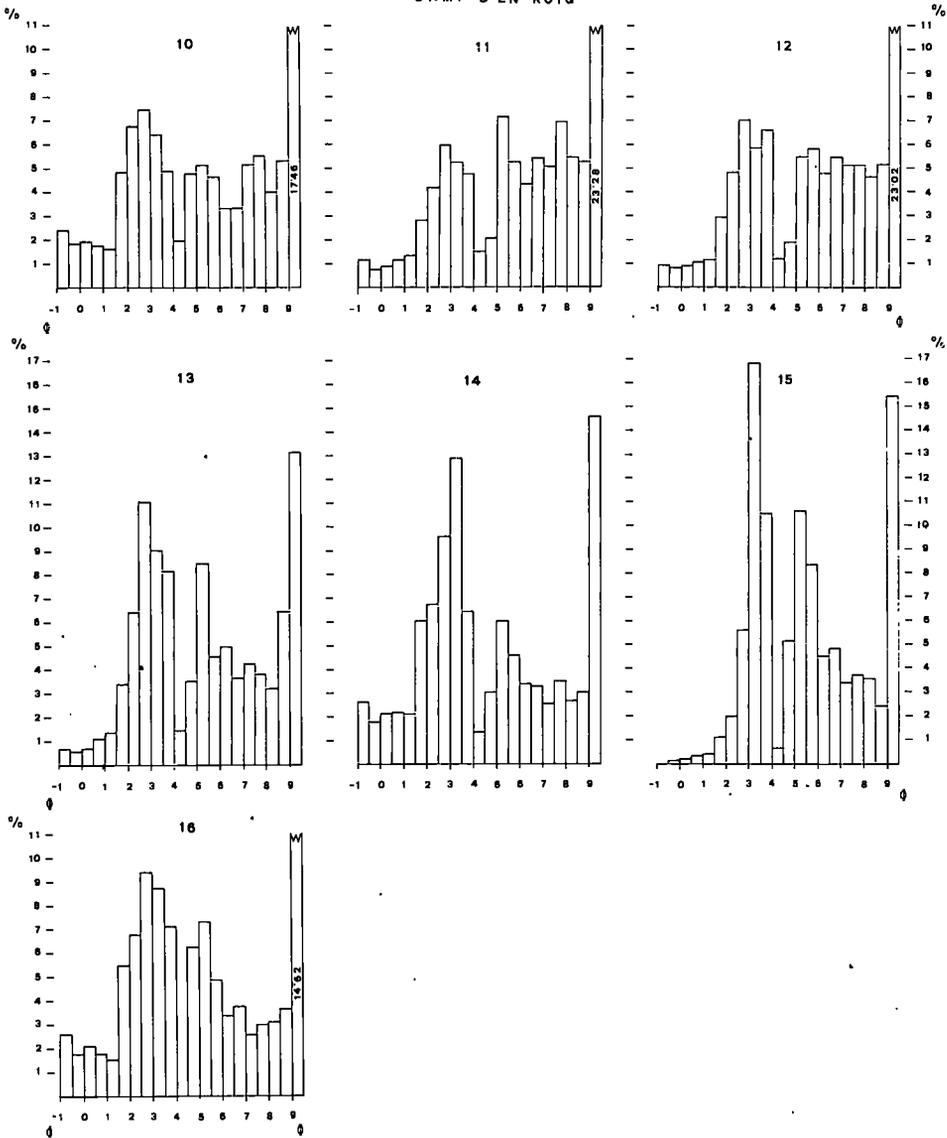


Gráfico 2. — Histogramas de frecuencia de los materiales finos correspondientes a la terraza del Camí d'En Roig.

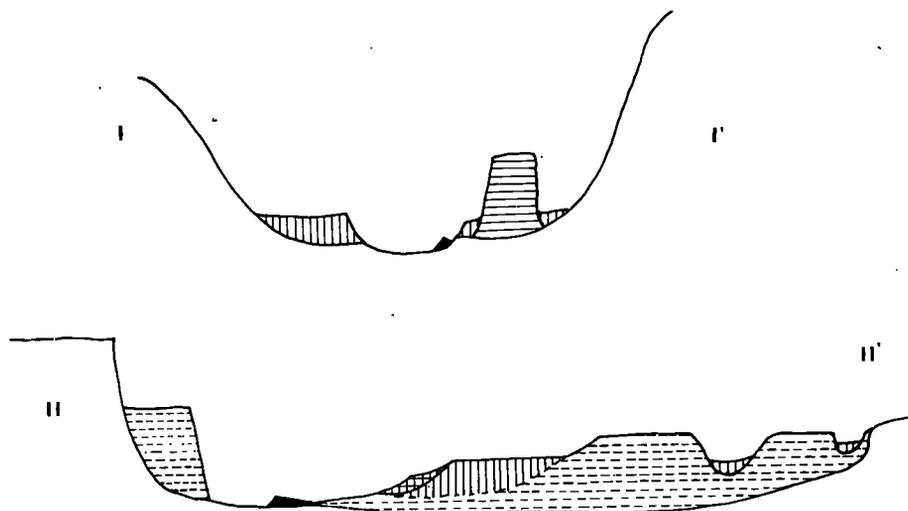


Fig. 3. — Cortes transversales que se corresponden con las barras de la figura n.º 4.

Las curvas acumuladas de las arenas tienen todas trazado hiperbólico salvo los niveles IV y XI de trazado lineal y las de tipo mixto en los niveles V y VII (ver tabla n.º 2).

Como en el corte de la terraza anterior, también se observa una fuerte presencia de agregados en algunos niveles (ver tabla n.º 2).

Una característica de este corte es la fuerte presencia de orbitolinas en todos los tamaños, incluso en la arena, fósiles pertenecientes a materiales aptienses localizados en la margen izquierda.

3. *Terraza de les Timbes*

Alcanza entre 6 y 8 m de altura sobre el cauce, con un conglomerado que corona la formación cuya potencia oscila entre 1 y 3 m. En la porción encostrada la erosión ha formado alveolos, semejantes a las formaciones tipo *taffoni*. En el corte muestreado se han distinguido 8 niveles (ver fig. 2).

Por lo que se refiere a la textura, los niveles II, VI, O, IV y VII presentan más del 60% de fracción gruesa, mientras que en los tres niveles restantes este tamaño se mantiene siempre por encima del 30% (ver tabla n.º 3).

La arcilla es el componente principal en los materiales finos. La estratificación, horizontal discontinua, junto con la textura gruesa de los materiales, indica que se trata de materiales depositados en barras longitudinales. La media se sitúa en torno al valor 5 y no presenta valores muy extremos.

La clasificación es «muy mala» en términos de FOLK y WARD, pero con el agravante de que los valores son superiores en todos los casos, excepto en uno, a

TABLA 3

TERRAZA DE LES TIMBES

Nivel	Potencia	% Fracción gruesa	% Fracción grava	% Fracción fina	Textura	Mz	δ	SK	K
O	0'40	83'68	9'05	7'26	Arcillo-arenosa	6'14	3'29	-0'570	0'59
I	0'25	45'30	34'17	20'51	Areno-arcillosa	4'29	3'87	0'100	0'49
II	0'50	77'46	9'87	12'66	Limoso-arcillosa	5'53	2'83	-0'004	0'98
III	0'30	35'07	44'54	20'37	Arcillo-arenosa	5'27	3'91	-0'510	0'49
IV	1'00	63'35	19'73	16'91	Arcillo-limosa	5'96	3'01	-0'180	0'82
V	0'40	41'54	38'13	20'32	Arcillo-arenosa	5'33	3'93	-0'550	0'47
VI	0'75	74'78	12'62	12'59	Arcillo-arenosa	5'15	3'48	-0'008	0'07
VII	1'00	67'78	16'15	16'65	Arcillo-arenosa	5'53	3'75	-0'540	0'55

TABLA 4

TERRAZA DELS CORRENTS

Nivel	Potencia	% F. gruesa	% F. grava	% F. fina	Textura de mat. fins	Mz	δ	SK	K
I	1	87'02	7'15	5'82	Areno-limosa	4'43	3'27	-0'23	0'73
II	1	66'97	7'15	5'82	Areno-limosa	3'76	0'24	0'21	0'76
III	1	62'41	26'54	11'03	Areno-limosa	4'23	3'26	-0'05	0'76
IV	1	79'33	14'70	5'93	Areno-limosa	4'35	3'35	-0'19	0'74

3. En el nivel II los histogramas presentan buena clasificación en limos y mala en arenas; en el resto de los niveles se producen acumulaciones en los tamaños extremos (gráfico nº 3).

La curva acumulada de las arenas presenta dos variantes: el tipo hiperbólico en los niveles I, III, V y VII y el lineal en los restantes niveles.

La *skewness* es negativa en todos los niveles excepto en el I, lo cual indica fluctuaciones en el momento de la deposición de los materiales finos. Estos resultados deben confrontarse con los de la *kurtosis* (ver tabla nº 3). En efecto, este índice da valores muy bajos, inferiores a 0'67, excepto en dos casos, lo cual indica que la fracción fina obtuvo su clasificación en otra parte, produciéndose después una mezcla de las distintas fracciones.

Por último, en algunos niveles también hay agregados.

4. *Terraza dels Corrents*

Esta terraza está alejada del cauce y alcanza unos 4 m sobre la parte superior de la del Camí d'En Roig, por lo que en definitiva se sitúa a unos 14 m sobre el cauce actual. En el corte elegido no se distinguen niveles estratigráficos, por lo que se ha muestreado sistemáticamente a cada metro. Los resultados de los análisis de laboratorio no difieren sensiblemente unos de otros, excepto el nivel II (tabla nº 4).

Los histogramas de frecuencia señalan la presencia de un material sumamente heterométrico en todos los niveles (ver fig. nº 4).

La media se mantiene en valores muy bajos a causa de la fuerte presencia de arena. La *skewness* es ligeramente negativa, pero las curvas presentan un aplastamiento de tipo intermedio, lo cual indica que no ha habido fuertes fluctuaciones en el momento de la deposición (ver tabla nº 4).

5. *Agrupaciones de parámetros en los niveles de las distintas terrazas*

Con los datos obtenidos en los análisis de laboratorio de los materiales finos se han confeccionado diferentes gráficos que relacionan los índices para obtener conclusiones generales para todos los niveles de terrazas analizados. Se han construido los gráficos que proponen FOLK y WARD (1957, pp. 17-26) y BUTZER, MIRALLES y MATEU (1982, pp. 320-325).

5.1. *Gráficos de desviación standard, media, kurtosis, asimetría y porcentaje de arena*

BUTZER, MIRALLES y MATEU proponen la confección de los siguientes gráficos a fin de saber por qué energía de flujo han sido depositados los materiales:

- Desviación standard y *kurtosis* (gráfico nº 7).
- Desviación standard y media (gráfico nº 6).
- Porcentaje de arena y *skewness* (gráfico nº 5).

TIMBES

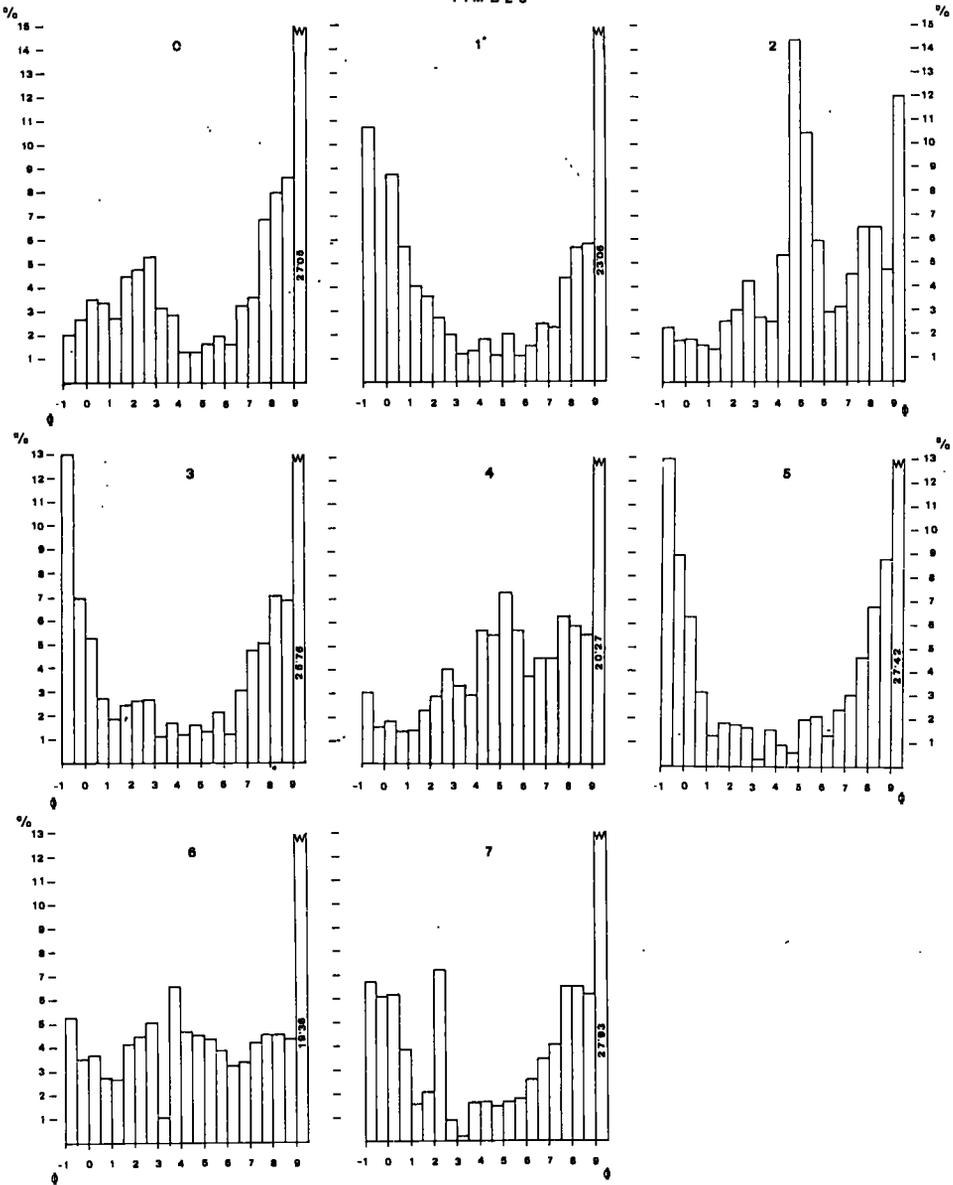
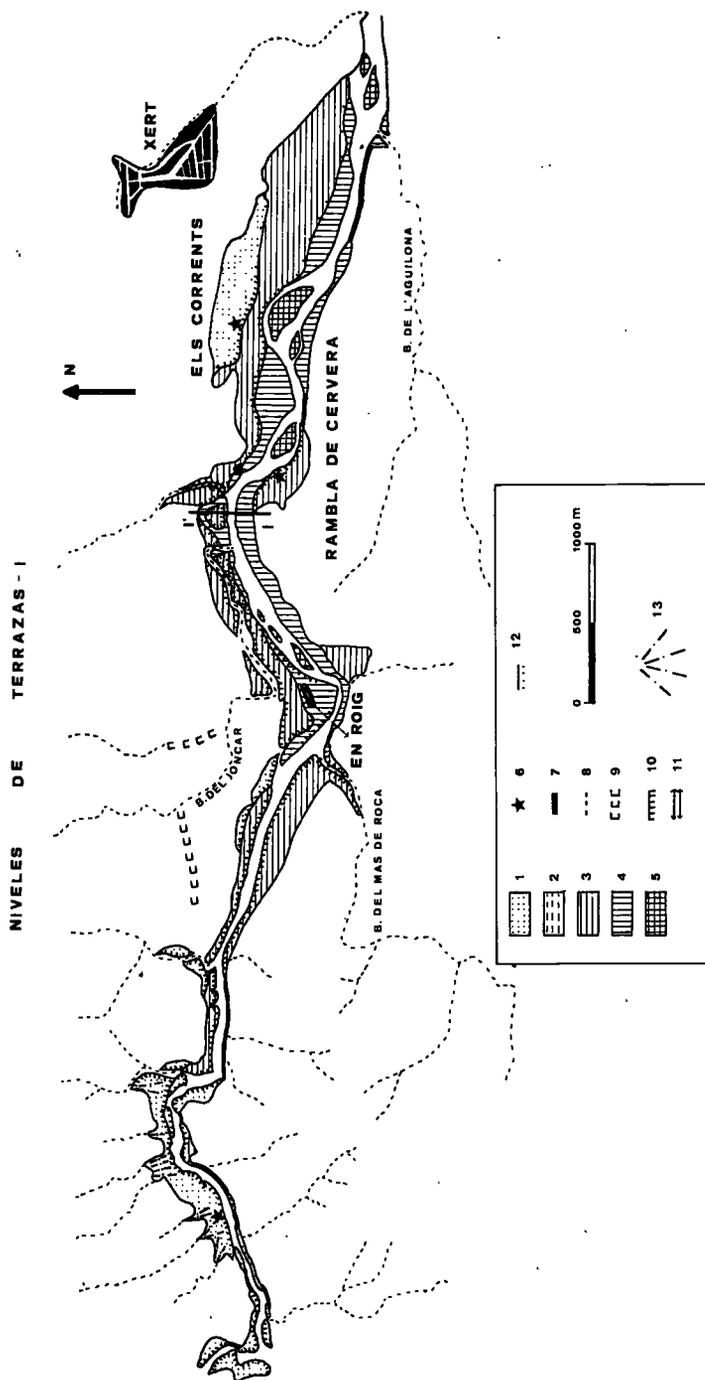


Gráfico 3. — Histogramas de frecuencia de los materiales finos correspondientes a la terraza de les Timbes.



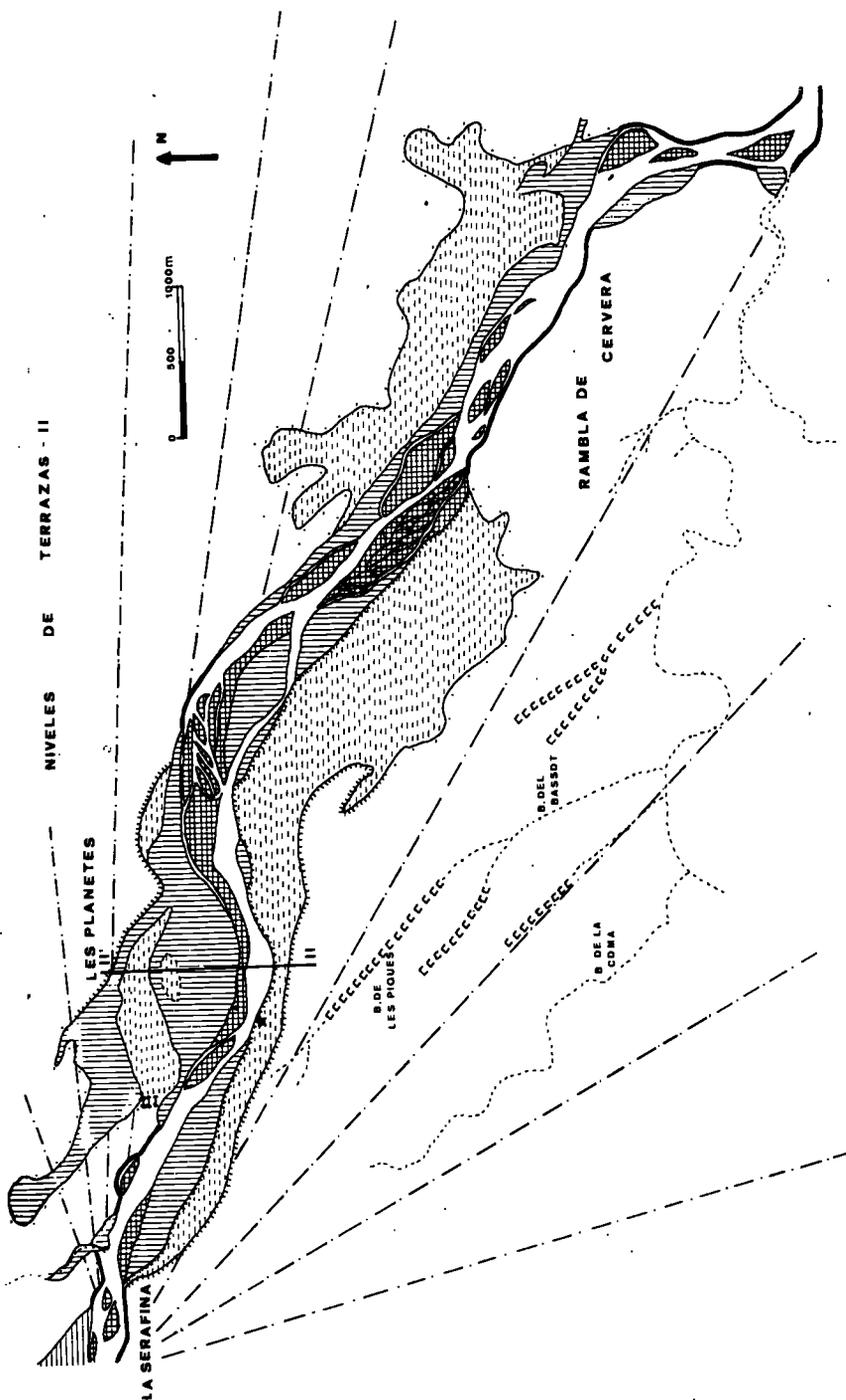


Fig. 4. — Croquis geomorfológico de las terrazas de la Rambla de Cervera. 1. Terraza d'Antoli = T₄; 2. Terraza de les Timbes = T₃; 3. Terraza del Cami d'En Roig = T₂; 4. Terraza baixa = T₁; 5. Islas de canal = T₀; 6. Lugares de muestreo de las diferentes terrazas; 7. Afloramiento rocoso; 8. Barrancos; 9. Barrancos de fondo plano; 10. Escarpe neto; 11. Paso lateral al cono piroceno; 12. Contacto supesto; 13. Conos aluviales. Las barras se corresponden con los cortes transversales de la figura n.º 3.

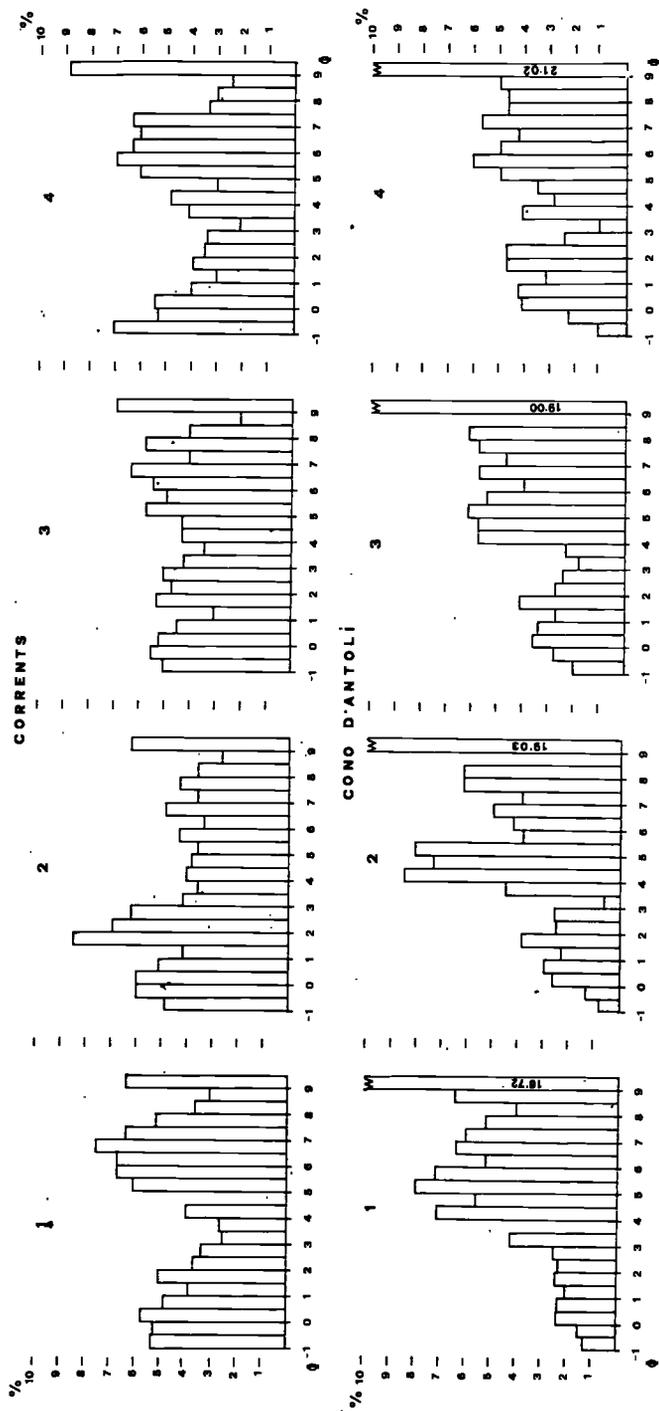


Gráfico 4. — Histogramas de frecuencia de los materiales finos correspondientes a la terraza dels Corrents y al cono d'Antoli.

De la comparación de los tres gráficos se obtiene una serie de niveles que se agrupan en todos los casos:

- Antolí IX, I, XII, VII, III, V y VI.
- En Roig XII, XI, XV, I, VIII, XVI, X y XIII.
- Timbes IV.
- Cono d'Antolí: III, IV y II.

Todos estos niveles mantienen valores de media entre 5 y 6'5 y de desviación standard entre 2 y 3'5, por lo que se pueden considerar como materiales depositados por un flujo de energía intermedia, en términos de los citados autores¹. En efecto, en las terrazas faltan los niveles de arena pura y los niveles que se suelen denominar «limos de inundación», propios de flujos de alta energía y de aguas estancadas respectivamente.

5.2. *Desviación standard y tamaño medio*

FOLK y WARD (1957, pág. 17) propone la representación de este gráfico para obtener información acerca de la influencia de la fuente de alimentación y de la competencia de la corriente en la deposición final. La graficación de los diversos puntos forma una «V» invertida, con un gancho a la derecha, porque hay mezcla de modas. De la proyección de los dos brazos de la «V» sobre el eje de abscisas se obtienen dos puntos (C y F) que señalan los tamaños de la moda del material aportado por el área de aprovisionamiento (ver gráfico 6). Para las terrazas los valores obtenidos son:

- Terraza d'Antolí: C (máximo) = 4'5 y F (mínimo) = 6'5.
- Terraza d'En Roig: C (máximo) = 3'5 y F (mínimo) = 6'25.
- Terraza de les Timbes: C (máximo) = 4'25 y F (mínimo) = 6'15.

Otro elemento que se analiza en este gráfico es la pendiente (K) de los dos triángulos rectángulos que se forman en el interior de la «V» invertida. El valor máximo que puede alcanzar es 1 y en cada terraza es:

- En Roig: 0'64.
- Antolí: 0'76.

Como se puede observar K mantiene valores altos, de lo que se deduce que:

- Las modas aportadas por la fuente están bien clasificadas y son sólo dos.
- El ambiente deposicional ha sido poco efectivo en la clasificación.

La forma de la curva es también muy significativa:

- Los mínimos (mejor clasificación) coinciden con histogramas de modas prominentes: En Roig VII, I, XV (ver gráfico n.º 2).
- Los máximos (peor clasificados) corresponden a histogramas con muestras de material heterométrico: Antolí VIII, XIII y II (ver gráfico n.º 1).

¹ Hay que señalar que los índices que se manejan en este trabajo se obtienen a partir de los análisis de laboratorio de los materiales finos. En consecuencia, cuando hablamos del flujo que depositó los materiales, nos estamos refiriendo a la fracción fina y no a los cantos y a las gravas.

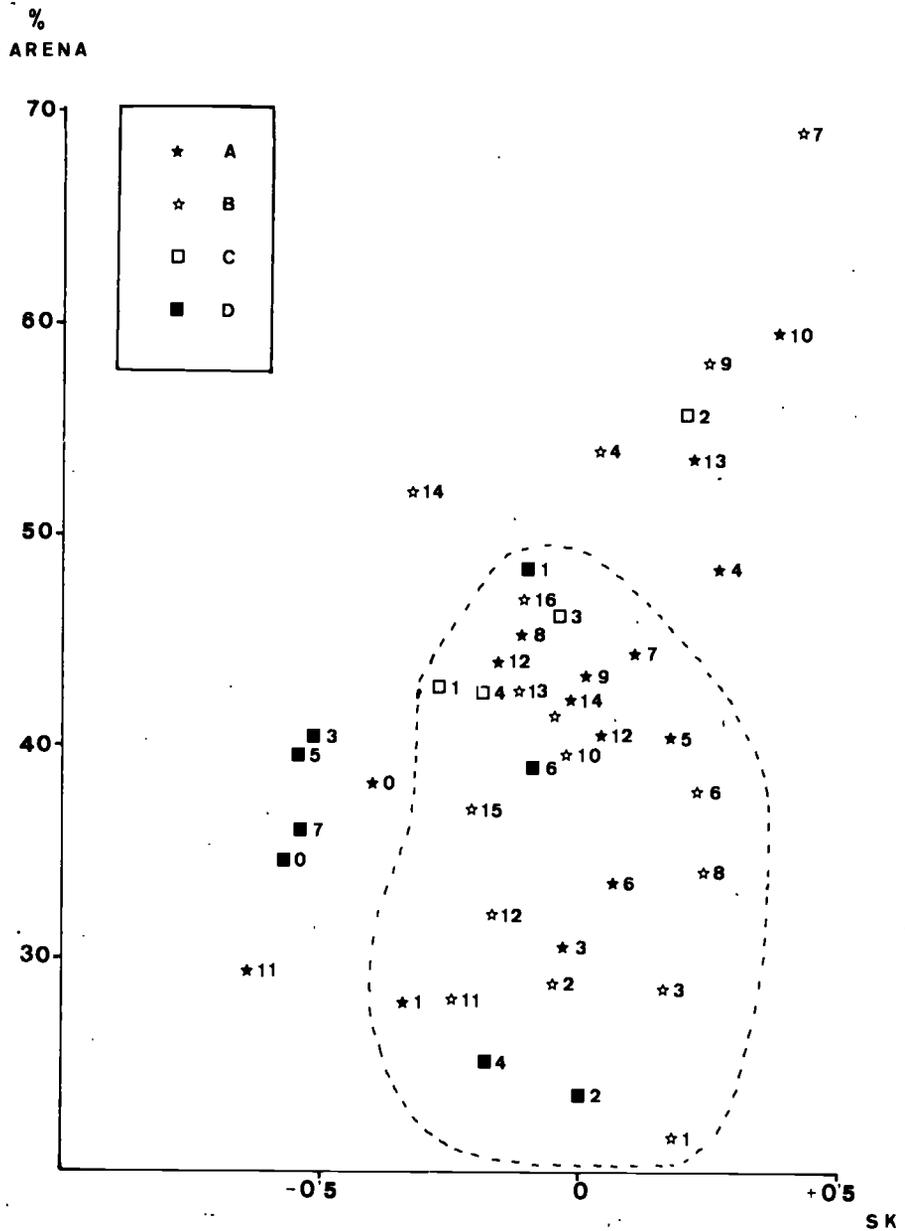


Gráfico 5. — Representación de las relaciones existentes entre los índices granulométricos de la *skewness* y el porcentaje de la arena. A. Antolí; B. Camí d'En Roig; C. Corrents; D. Timbes. La numeración arábica se corresponde con los números romanos del texto.

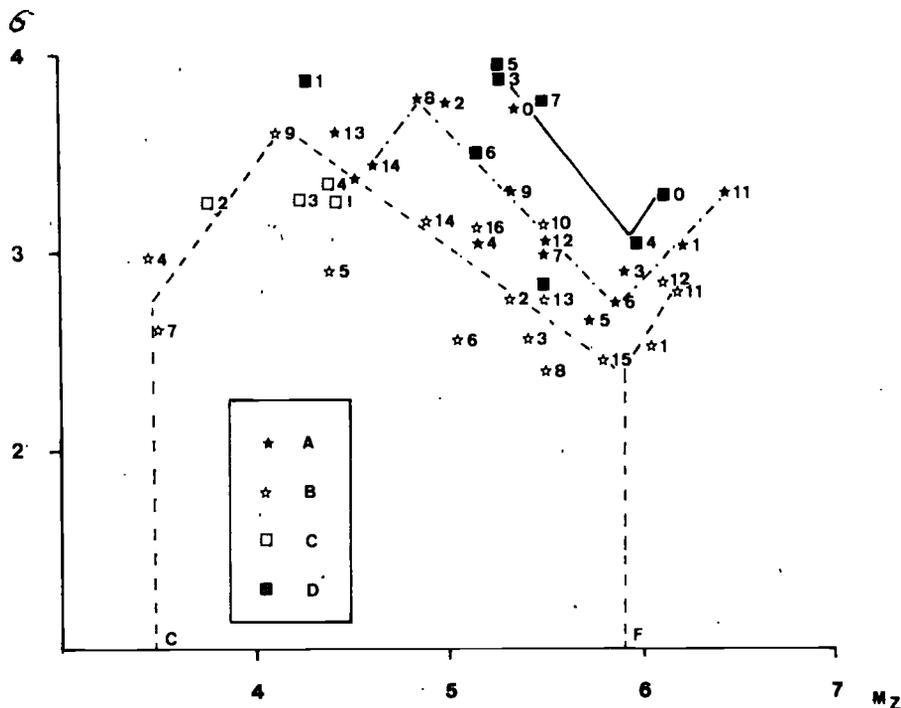


Gráfico 6. — Relaciones entre los índices granulométricos de la desviación *standard* y la media. A. Antolí; B. Camí d'En Roig; C. Corrents; D. Timbes.

5.3. *Desviación standard y kurtosis*

Se pueden distinguir varios grupos: (ver gráfico nº 7).

Grupo I. La peor clasificación se encuentra en una distribución bimodal, con cantidades iguales de las dos modas y con la *kurtosis* más baja:

- Timbes III, V, I, VII.
- Antolí O, II, VIII.

Grupo II. Agrupa a sedimentos unimodales con *kurtosis* normal y están bien clasificados:

- Antolí X, IX, I, IV, XII, VII, III, VI, XI y V.
- Timbes O y IV.
- Cono d'Antolí I, II, III, IV.
- Corrents, I, II, III, IV.
- Camí d'En Roig X, XIV, XVI, XII, XI, XIII, XV, I y VIII.

Grupo III. Agrupa las muestras con *kurtosis* más alta y clasificación moderada; se da en muestras con una moda dominante y otra subordinada:

- Timbes II.
- Camí d'En Roig V, II, III, VII, IV y VI.

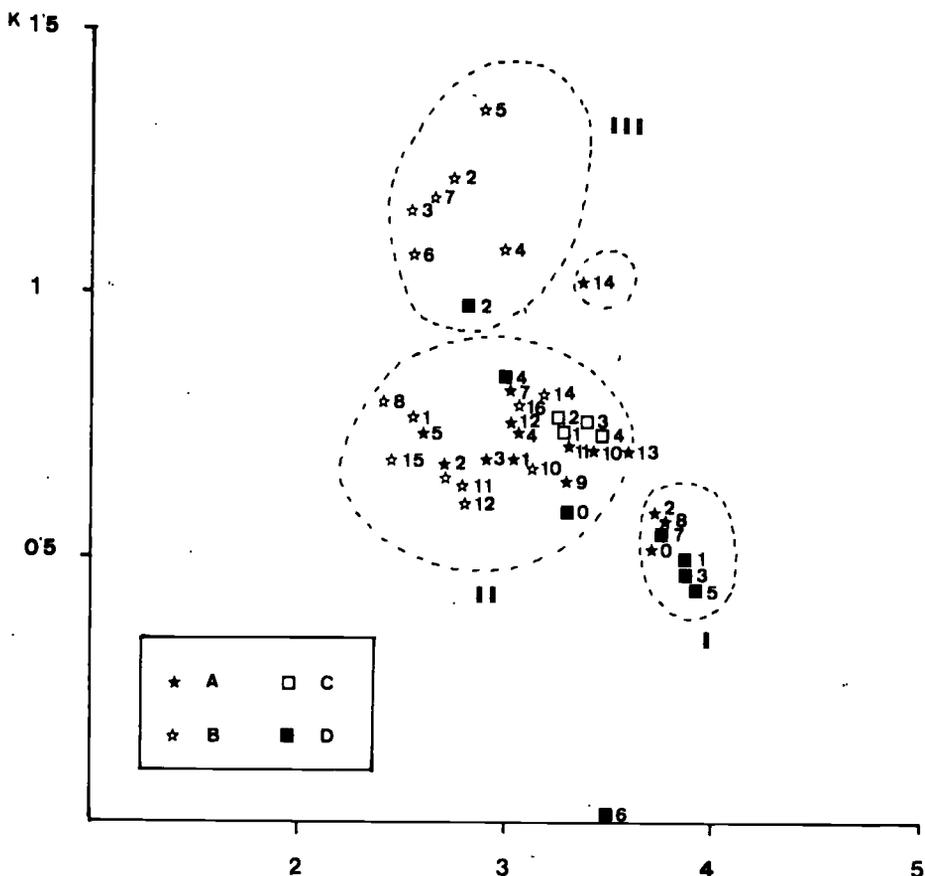


Gráfico 7. — Relación del índice granulométrico de la desviación *standard* y la *kurtosis*.

Grupo IV. Se trata de grupos de transición:

— En Roig IX, VII, I, XV; Antolí XIII, V y XIV y Timbes VI.

5.4. *Tamaño medio y skewness*

En este gráfico se pueden distinguir tres grandes conjuntos (ver gráfico n.º 8):

- Las muestras con *skewness* positiva donde hay dos modas y domina la fracción gruesa.

- Las muestras con *skewness* negativa, donde hay dos modas y domina la fracción más fina, sobre todo las arcillas.

- Las fracciones modales puras, con curvas simétricas (*skewness* que tiende a 0) en los niveles Antolí IX y Timbes II.

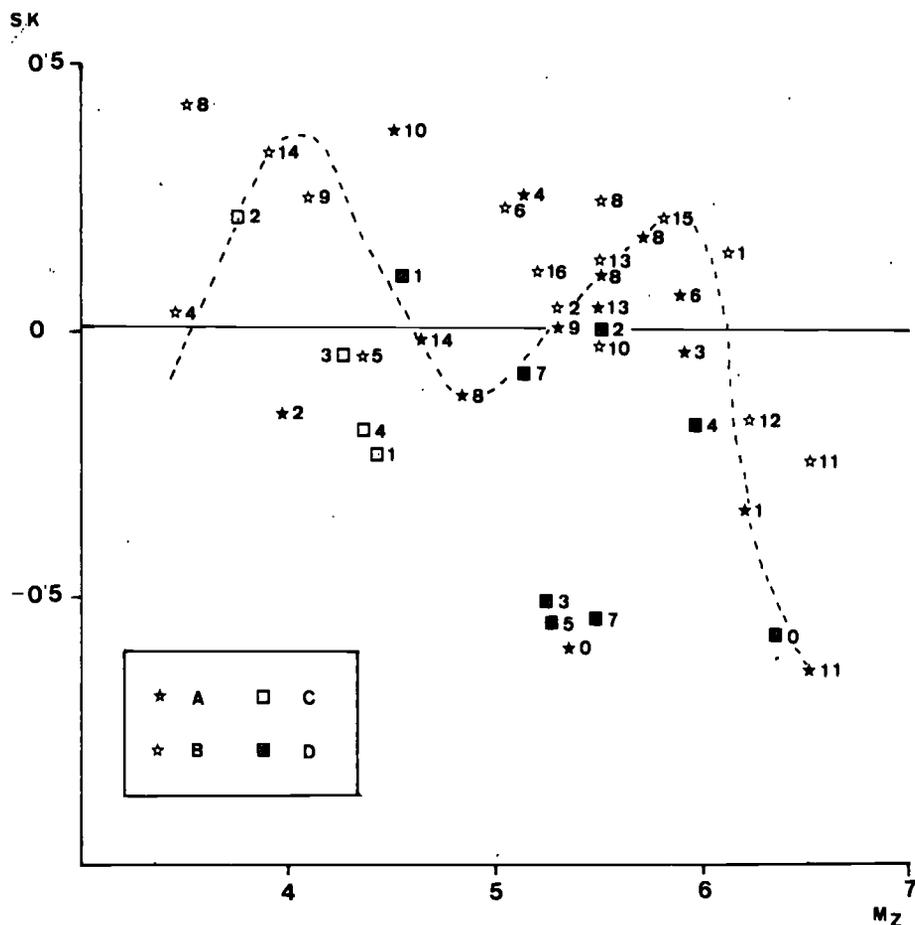


Gráfico 8. — Relación entre los índices granulométricos de la media y la skewness.

5.5. *Desviación standard y skewness*

Se pueden distinguir tres grandes grupos tomando como eje central el valor de skewness 0 (ver gráfico n.º 9):

- A la izquierda de esta línea se encuentran los niveles donde domina la fracción gruesa, en la parte inferior con mejor clasificación que en la parte superior.
- A la derecha los niveles donde domina la fracción fina, arriba con peor clasificación que abajo.
- En la parte central, niveles con una sola moda o con dos modas exactamente iguales.

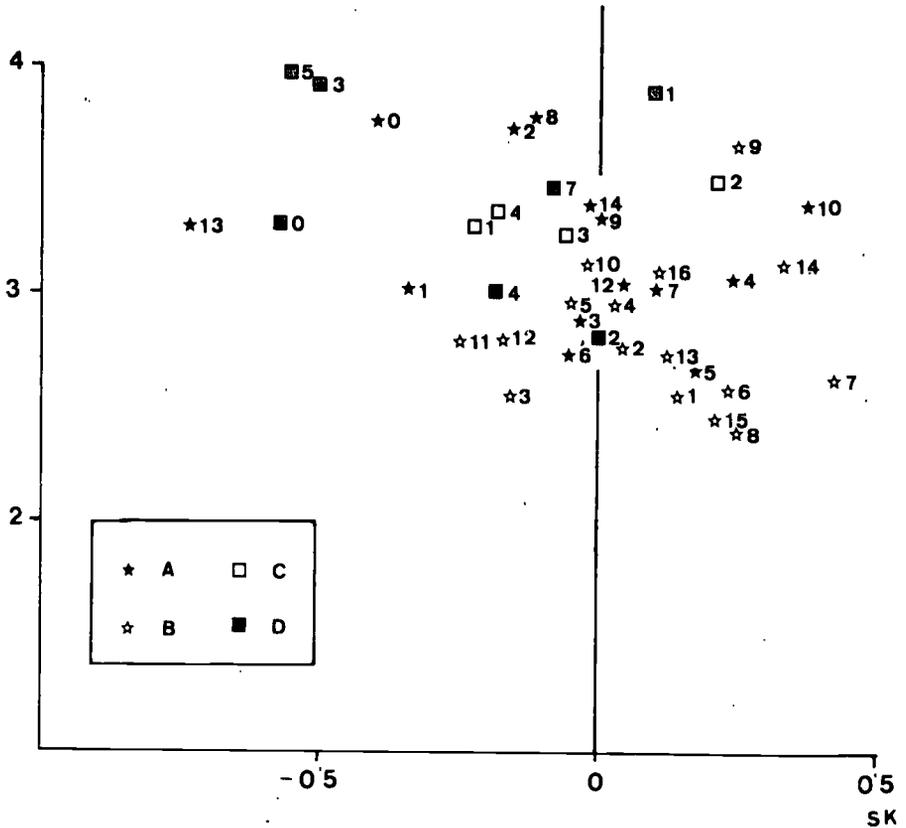


Gráfico 9. — Relación entre la desviación *standard* y la *skewness*.

CONCLUSIONES SEDIMENTOLÓGICAS

Teniendo en cuenta todos los datos obtenidos en los análisis de laboratorio hemos llegado a las siguientes conclusiones:

1. La rambla ha mantenido desde el inicio de la construcción de sus terrazas un cauce con canales *braided*, con circulación esporádica y similar a la actual.

2. En el transcurso de la formación de las terrazas ha habido dos momentos en que la actividad de relleno de la rambla ha cesado:

— En la terraza d'Antolí ha habido diversas interrupciones que han alternado con momentos de deposición según lo demuestra el conglomerado en bandas alternas que existe en ella.

— En la terraza de les Timbes se ha formado sobre la parte superior de la acumulación fluvial una costra con un conglomerado que supone también una interrupción en el proceso sedimentario.

3. Predominio de los procesos de ladera sobre la acción fluvial, en un momento de transición de una época interglacial o una glacial, como ha sucedido en la terraza d'Antolí.

4. El material inferior a-1 va evolucionando con la distancia aguas abajo. Así, en la terraza d'Antolí predomina la arena, en la del Camí d'En Roig el limo y en la de les Timbes, la arcilla.

5. La terraza de les Timbes es probablemente fruto del desmantelamiento de otras terrazas de aguas arriba como lo demuestra el análisis de la *kurtosis*, que indica que los materiales han sido clasificados en otro punto y trasladados a su ubicación actual por un flujo con poco poder de clasificación. Por otra parte el material aportado por la fuente coincide tanto en el caso de les Timbes como en el de Antolí.

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS TERRAZAS

En este apartado intentaremos describir los elementos que individualizan las diversas terrazas, con la ayuda del croquis geomorfológico (ver figura nº 4) y de los cortes transversales del cauce, hechos de forma sistemática a lo largo del mismo y especialmente en algunos puntos conflictivos (ver figura 3).

Terraza d'Antolí

Está ubicada fundamentalmente en la margen izquierda que es donde alcanza su mayor altura. En la parte superior está formada por bandas de conglomerados que alternan con capas de materiales sueltos.

En la descripción de esta terraza hacemos referencia especialmente a los contactos con otros elementos geomórficos, tanto por su parte interna, como por la parte del cauce (parte externa). Así pues distinguiremos:

1) Contacto con las vertientes adyacentes:

a) Conos aluviales, depositados sobre la terraza y originados por pequeños barrancos que descienden de la ladera (ver figura nº 4). No tienen suficiente fuerza para excavar en los materiales excepto en el caso del barranc de l'Espadella. En algunos puntos donde la vertiente no tiene bien desarrollado el sistema de drenaje, el material coluvial sustituye a las acumulaciones producidas por los conos.

En el ciclo geomorfológico propuesto por VAN ZUIDAM para el valle del Ebro la formación de estas terrazas con conos y material coluvial estaría incluida en el tercer ciclo. El autor señala que las terrazas se forman por el cambio de climas glaciales a interglaciales, pero en la transición de un interglacial a una época glacial se produce una estabilización de las terrazas y una integración de este material con conos y material coluvial.

b) Contactos con los materiales cretácicos. En general son nítidos, aunque un poco difuminados por la vegetación. De las laderas proceden derrubios origi-

nados por la gelifracción, como se observa en la zona comprendida entre Antolí y la Venta de l'Aire, en la margen derecha.

c) Contacto claro con un conglomerado plioceno, resto de una antigua cubierta sedimentaria que estaría rellenando la cuenca de la Rambla, como lo demuestran los restos localizados en el actual cauce. Esto indicaría un proceso de destrucción de esta cubierta, anterior a la formación de estas terrazas.

2) Contactos por su parte externa con el cauce o con otras terrazas. El escarpe es muy claro en todos los casos.

La conservación de esta terraza es bastante buena en su margen izquierda, mientras que está casi desmantelada en su orilla derecha. En ambos casos está afectada por profundas y espectaculares cárcavas que se hunden decenas de metros en los materiales. Las mayores han sido provocadas por los desagües de la carretera N—232 que discurre sobre la margen izquierda. Alcanza una extensión máxima de unos 200 m y mínima de unos 10 m. En algunos puntos al pie de la terraza se han acumulado montones de derrubios en forma de talud, signo de la escasa competencia de la Rambla en la actualidad.

Terraza del Camí d'En Roig

Se trata de una terraza con materiales totalmente sueltos. Se inicia en la cuenca alta y extiende hasta la Serafina. Está igualmente desarrollada a ambos lados del cauce y se conserva bastante bien en las dos márgenes. La anchura máxima está en torno a un kilómetro.

Por lo que se refiere a los contactos tenemos:

1) Por su parte interna:

a) Escarpe neto con los materiales pliocenos aguas abajo d'En Roig.

b) Escarpe neto con los materiales cretácicos, desde Antolí hasta En Roig.

c) Contacto desdibujado con una terraza más alta en las cercanías de Xert.

Esto puede ser consecuencia de la acción de los barrancos de fondo plano que han ido rebajando las superficies de las terrazas.

2) Por su parte externa:

a) Escarpe neto cuando la terraza da a la Rambla o a una terraza inferior.

b) Escarpe desdibujado en el tramo localizado aguas abajo de Xert.

Terraza de les Timbes

Se extiende desde la Serafina hasta las cercanías de Cervera. Tiene una potencia de unos 10 m sobre el cauce; los tres metros superiores forman un conglomerado coronado por una costra caliza de varios cm de espesor. Alcanza un máximo de 1 km en su margen derecha.

Por su parte externa conecta de forma clara con la terraza más alta o bien con el cauce. Por su parte interna está encajada en materiales pliocenos de un cono formado por la propia Rambla. En la margen derecha el contacto con este cono es limpio, pero en la izquierda los límites, tanto con el cono, como con la terraza más

baja, están desdibujados debido al desmantelamiento de la misma (ver fig. nº 4).

En la margen derecha, orientada al N, el tramo encostrado ha quedado en resalte a consecuencia de la erosión diferencial. En algunos puntos se han formado concavidades a consecuencia de la acción del viento.

Terraza inferior

Empieza en En Roig y se va desarrollando cada vez más aguas abajo. La mayor extensión que alcanza es de unos 500 m. La altura va desde los 2 m a los 0'5 m.

En el croquis geomorfológico (fig. nº 4) se ha diferenciado entre la terraza baja y las islas adosadas a la misma. La distinción se basa en la altura en algunos casos y en otros en la falta de cultivos en tales islas, lo cual implica todavía cierta inestabilidad.

La terraza inferior tiene una superficie bastante llana. Está ocupada generalmente por viña, ya que la abundancia de la fracción gruesa impide la plantación de otros cultivos.

CONCLUSIONES

Aunque en las terrazas no se ha encontrado ningún resto susceptible de datación, hemos resumido las características que señalan otros autores en sus estudios a fin de compararlas. En definitiva, todos los autores coinciden en señalar que la terraza Riss se caracteriza porque pasa lateralmente a material coluvial.

En consecuencia hemos encontrado una serie de terrazas que describimos a continuación (fig. 4).

T_0 , que serían las islas del canal.

T_1 , terraza histórica, de muy poca altura que a veces se confunde con las islas antes mencionadas.

T_2 , que hemos denominado en sedimentología terraza del Camí d'En Roig. Se caracteriza por:

- Altura de 7 a 10 m sobre el cauce.
- Ausencia de encostramiento, con materiales sueltos.
- Suelo de unos 20 cm desarrollado en superficie.
- La Rambla la erosiona por zapa lateral.

T_3 , que corresponde a la terraza de les Timbes en sedimentología:

- Altura de 5 a 8 m sobre el cauce.
- Conglomerado en la parte superior con una matriz de color ocre, que culmina con una costra calcárea de 5 a 10 cm de espesor.
- Suelo desarrollado sobre la costra de unos 20 cm.
- Erosión en alveolos.

T_4 , que corresponde en sedimentología a la terraza d'Antolí:

- Tiene una altura entre 20 y 30 cm.
- En su parte central está formada por bandas de conglomerado discontinuo que abarca varios m de espesor.

— En algunos puntos sobre estos conglomerados existe material procedente de la ladera, bien aportado de forma masiva o bien estratificado como consecuencia de la formación de conos aluviales.

Si observamos en el croquis geomorfológico (fig. nº 4) la ubicación de estas terrazas, se ve como aguas arriba de la Serafina se localizan T_4 y T_2 , aguas abajo de este punto está situada T_3 , mientras que T_1 y T_0 se encuentran por todo el cauce. Por otra parte la Serafina es el punto de contacto entre el *horst* de la Valldàngel Occidental (aguas arriba) y la Fosa Media. Por todo ello pensamos que la secuencia acumulación-incisión ha sido diferente debido a la ruptura de pendiente que supone este hecho, que ya en el Plioceno provocó la formación de un cono aluvial, ahora muy devastado. En consecuencia pensamos que se puede establecer la siguiente secuencia acumulación-incisión:

— En un primer momento se da una acumulación de materiales en la parte de aguas arriba de la Serafina (T_4) que corresponde a una incisión en el cono plioceno aguas abajo. Esto sucedería durante el Riss.

— En el interglaciar Riss-Würm en una primera fase más húmeda se produciría acumulación aguas abajo de la Serafina (T_3) e incisión aguas arriba, que formaría definitivamente T_4 . Posteriormente durante la fase del interglaciar más seco podría formarse la costra que descansa sobre T_3 .

— En el Würm se produce una incisión aguas abajo (T_3) y una acumulación aguas arriba que dará lugar a T_2 .

— Por último en el Holoceno la acumulación se produce a lo largo de todo el cauce porque es una terraza que está en formación aún en la actualidad.

BIBLIOGRAFIA

- BERNABÉ MAESTRE, J.M., «Red fluvial y niveles de terrazas en la depresión Cocentaina-Muro (Valls d'Alcoi)», *Cuadernos de Geografía*, nº 16, 1975, pp. 23-29.
- BUTZER, K.; MIRALLES SEGURA; MATEU BELLÉS, J.F., «Las crecidas medievales del río Júcar según el registro geoarqueológico de Alzira», *Cuadernos de Geografía*, nº 32/33, 1982, pp. 311-335.
- CANEROT, J., *Recherches géologiques aux confins des chaînes Iberiques et Catalanes*. ENADIMSA, Madrid, 1974.
- CARMONA GONZÁLEZ, P., «Las terrazas del Bajo Turia», *Cuadernos de Geografía*, nº 30, 1982, pp. 41-61.
- DOEGLAS, J., «The structure of sedimentary deposits of braided rivers», *Sedimentology*, nº 1, 1962, pp. 167-190.
- FAIRBRIDGE, R., «Terraces fluvial - Introduction», pp. 1.117-1.124; «Terraces fluvial - Environmental controls», 1.124-1.137. *The Encyclopedia of Geomorphology. Encyclopedia of Earth Sciences*. Volumen III, New York, 1968. Ed. by Rhodes W. Fairbridge. Reinold Book Corporation, 1.295 pp.
- FOLK, R.L.; WARD, R., «Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters», *Journal of Sedimentary Petrology*, vol. 27, nº 1, pp. 3-26, 1971.
- GLADFELTER, B.G., *Meseta and Campiña landforms in Central Spain. A geomorphology of the Alto Henares basin*. Chicago. The University of Chicago. Department of Geography. 1971.
- GREGORY K.J. and WALLING D.E., *Drainage basin. Form and Process. A Geomorphology approach*. Norwich, Fletcher & Son Ltd. 1973, 458 pp.

- GUTIÉRREZ ELORZA, M. y PEÑA MONNÉ, J.L., «Glacis y terrazas en el curso medio del río Alfambra (provincia de Teruel)», *Boletín Geológico y Minero*, t. LXXXVII, 1976, pp. 561-570.
- HELGREN, D.M., *River of Diamonds. An alluvial history of the Lower Vaal Basin, South Africa*. Chicago, University of Chicago. Department of Geography, 1979, 389 pp.
- LEOPOLD, WOLMAN and MILLER, *Fluvial processes in Geomorphology*. San Francisco, Freeman and Company, 1974, 522 pp.
- MATEU BELLÉS, J.F., *El Norte del País Valenciano: geomorfología litoral y prelitoral*. Valencia. Universidad de Valencia. Sección de Geografía, 1982, 286 pp.
- PÉREZ CUEVA, A. (*In fieri*), *El Norte del sector levantino de la Cadena Ibérica: morfogénesis plio-cuaternaria*.
- ROSSELLÓ VERGER, V.M., «Costras y encostramientos calizos». *Estudios Geográficos*, n° 145, 1976, pp. 498-506.
- RUST, S., «Structure and process in a braided river», *Sedimentology*, n° 18, 1972, pp. 221-245.
- SANJAUME SAUMELL, E., *Las costas valencianas: sedimentología y algunos aspectos de morfología litoral*, Tesis Doctoral inédita. Dpto. de Geografía, Universidad de Valencia, 1984.
- SIMÓN GÓMEZ, J.L., *Compresión y distensión alpinas en la Cadena Ibérica Oriental*. Tesis Doctoral dirigida por M. Gutiérrez. Zaragoza, 1982, 2 vol. 501 pp.
- SOS BAYNAT, V., «Las terrazas fluviales del barranco del Malvestit (Castellón)», *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*, 1975, pp. 316-330.
- SCHUMM, S., *The fluvial system*. New York. John Wiley & Sons, 1977, 338 pp.
- ULLASTRE MARTORELL, V., «Contribución al conocimiento geomofológico de la Valltorta (Castellón)», *Speleon*, n° 24, 1978, pp. 133-141.
- ZUIDAM, R.A., *Geomorphological development of the Zaragoza región. Spain*. Enschede-Netherlands. International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC), 1976, 211 pp.

