

EULÀLIA SANJAUME SAUMELL
FRANCISCA SEGURA BELTRAN

ANALISIS MORFOLOGICO Y SEDIMENTOLOGICO DE LA LLANURA ALUVIAL ENTRE ORPESA Y LA RIBERA DE CABANES

RESUMEN

Este estudio analiza, por una parte, algunos aspectos sedimentológicos y mineralógicos de los conos aluviales del Xinxilla y del Barranc de la Font del Campello y, por otra, los sedimentos playeros situados entre el extremo meridional de la marjal de Torreblanca y la zona del Morro de Gos (Orpesa), con el fin de poder determinar la mayor o menor importancia de los materiales continentales, tanto en la formación de la llanura costera como en la composición de la playa actual.

Los sedimentos continentales han contribuido de manera directa a la formación de los conos aluviales que se superponen y solapan formando la llanura costera. Por el contrario, las grandes diferencias mineralógicas existentes entre los materiales de los conos y los que componen la playa actual sugieren que éstas están siendo alimentadas por materiales fluviales de áreas más septentrionales que son transportados gracias a la corriente de deriva.

SUMMARY

This paper analyze, on one hand, some sedimentological and mineralogical, features of the alluvial fans of Xinxilla and Barranc de la Font del Campello, and, on the other hand, the coastal sediments between the southern end of the Marjal de Torreblanca and the zone of the Morro de Gos (Orpesa), in the order to determine the greater or lesser importance of the continental materials in the formation of the coastal plain and in the composition of the present beach.

Continental sediments have contributed directly to the formation of the overlapping alluvial fans that make up the coastal plain. On the contrary, the great mineralogical differences between the sediments of the alluvial fans and those of the present beach show that the beach is being supplied with fluvial materials from northern areas transported by the littoral drift.

I. INTRODUCCIÓN

Entre el extremo meridional de la marjal de Torreblanca y la pequeña albufera de Orpesa se abre una amplia llanura aluvial formada con los aportes del Barranc de Xinxilla y del Barranc de la Font del Campello. Este ámbito queda enmarcado además por un retablo montañoso formado por la Serra d'Orpesa y la Ferradura. Por otra parte, hay que señalar que estos conos litorales han servido de punto de apoyo para la restinga que cerró la albufera de Torreblanca y, a su vez, de punto de arranque para la más modesta de Orpesa.

El presente trabajo pretende estudiar algunos aspectos sedimentológicos de los conos del Xinxilla y del Barranc de la Font del Campello, así como de la playa de todo este sector, con el fin de poder, determinar la mayor o menor importancia de dichos aportes en la formación de la llanura costera y en la composición de la playa actual.

2. CONDICIONANTES GEOMORFOLÓGICOS Y ESTRUCTURALES

El área drenada por el Barranc de Xinxilla —que presenta una longitud de 11'79 Km— supone una extensión de 42'92 Km² y abarca una litología bastante variada: pizarras arcillosas del Paleozoico, areniscas y argilitas del Buntsandstein, así como calizas y dolomías jurásicas y cretácicas. Este barranco drena la Serra de les Santes, la de les Agulles de Santa Àgueda y la Serra d'Orpesa, siendo sus afluentes principales el Barranc del Negre, el de Miravet y el de les Santes.

Por lo que respecta al Barranc de la Font del Campello, con una longitud de 8'19 Km y una cuenca de 26'42 Km², drena —con aguas que provienen del Campello y de la Ferradura— una zona mucho más homogénea litológicamente, ya que sólo aparecen calizas y margas cretácicas y jurásicas.

Estructuralmente, las sierras que ceden sus aguas a los barrancos anteriormente citados forman parte del macizo del Desert de les Palmes, que es un domo anticlinal de dirección ibérica. Se encuentra compartimentado por fracturas de orientación catalana, de tal manera que, según CANEROT (1974), p. 445), el eje anticlinal se encuentra desplazado por fallas de dirección. La cuenca del Barranc de Xinxilla se ha visto afectada por dos de estas fallas, que han experimentado un reajuste en una nueva fase distensiva a finales del Plioceno o a principios del Pleistoceno (SIMÓN, 1982, pp. 353-359).

Hasta mediados del Pleistoceno habría existido un umbral que habría impedido que la escorrentía del Pla de Cabanes se dirigiera hacia el Mediterráneo. Sin embargo, la fracturación tuvo como consecuencia un incremento de la erosión regresiva de la cabecera de los barrancos, y parte de la escorrentía del Pla se dirigió hacia la cuenca del Xinxilla, ya que durante el Plioceno es muy probable que la Serra de les Santes constituyera la cuenca vertiente de una red de drenaje que se dirigiría hacia el Pla de Cabanes. Los paleocauces existentes en la parte sur-

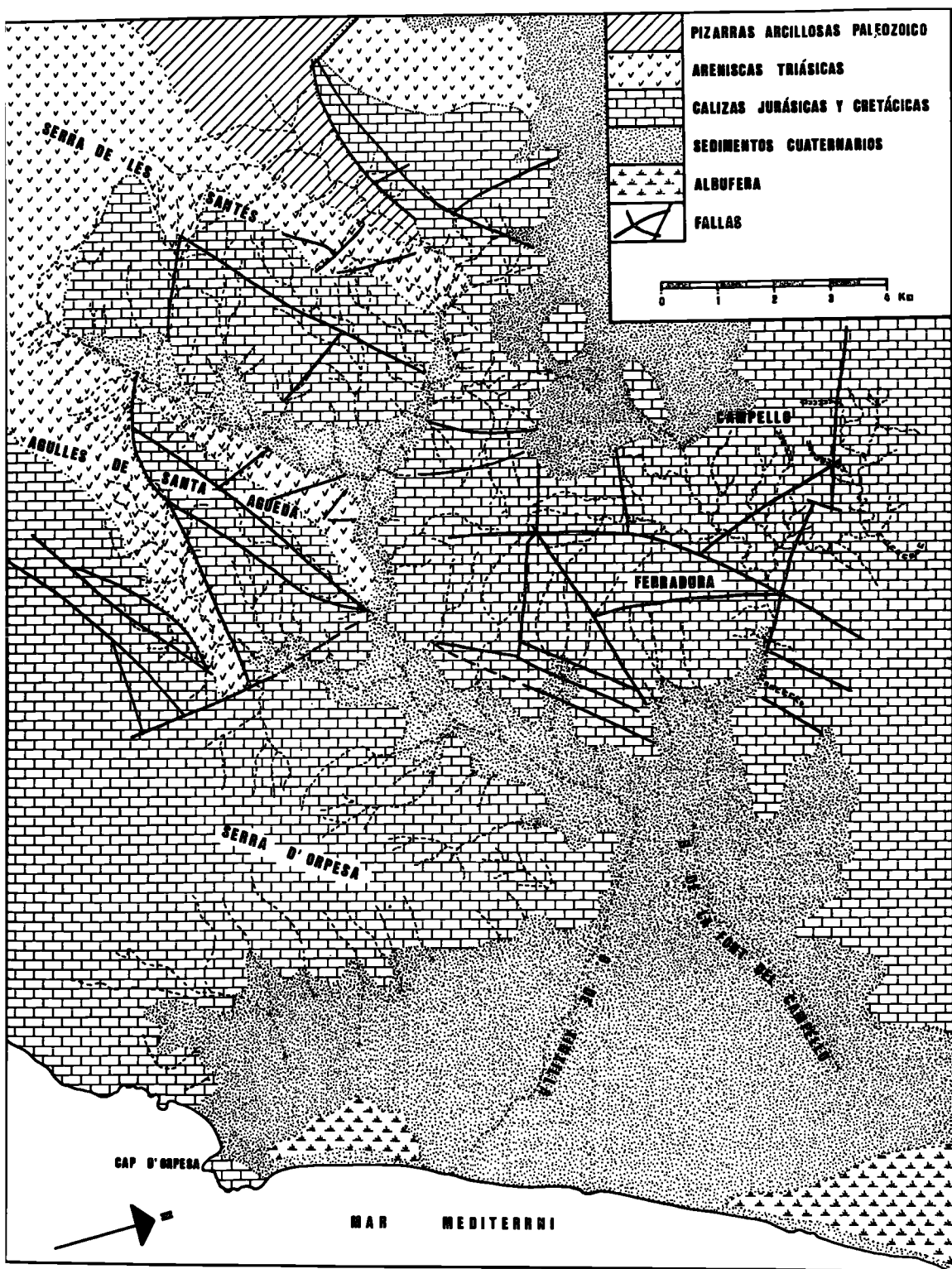


Fig. 1. — Esquema litológico de la zona estudiada

occidental del Pla entre el escarpe y los relieves residuales —así como los cantos de arenisca localizados en este ámbito, que tan sólo pueden proceder de la Serra de les Santes, parecen confirmar esta hipótesis.

Con el incremento de la erosión regresiva de la cabecera de los barrancos, el Barranc de Xinxilla captura el Barranc de les Santes desorganizando la antigua red de drenaje. Este hecho es probable que se haya producido como consecuencia de la reactivación durante la fase distensiva villafranquiense del llamado «escalón de Torreblanca» (SIMÓN, 1982, pp: 322-329). Por otra parte, la existencia de conos aluviales relativamente potentes en las vertientes del Barranc de Miravet y en el tramo central del Xinxilla, quizá también podrían explicarse por el incremento de la erosión a consecuencia de la reactivación de la mencionada falla a principios del Cuaternario (SEGURA, SANJAUME, 1985, p. 5).

La red de drenaje de la zona estudiada adopta, en su conjunto, una disposición ortogonal siguiendo la dirección catalana e ibérica de las fallas. La mayoría de los cauces se presentan fuertemente encajados y el Barranc de Xinxilla, en su tramo final, está incidiendo en los sedimentos de su propio cono. Por lo que se refiere a las terrazas, la superior alcanza una potencia máxima de hasta 6 m, con materiales muy heterométricos. El tamaño medio oscila entre gravas y cantos, aunque en ocasiones se observan bloques de gran diámetro englobados entre los cantos. La matriz fina es, sin embargo, bastante escasa. Dentro de esta terraza se pueden distinguir varios estratos de acuerdo con el calibre de los sedimentos. Aunque no presentan estratificación interna, en algunos puntos se han podido observar laminaciones inclinadas (*avalanche front*). Todos estos sedimentos presentan, de manera discontinua, una ligera cementación superficial que se incrementa hacia el techo de la formación. La terraza inferior prácticamente no supera el metro de espesor. Presenta materiales heterométricos totalmente sueltos, sin bloques y con matriz fina muy escasa. Estas terrazas enlazan con los relieves circundantes, bien con depósitos de ladera, bien a través de conos, que son el elemento geomorfológico más característico de todo este sector.

3. LOS CONOS ALUVIALES COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN COSTERA

En la cuenca del Barranc de Miravet, y en el tramo del Xinxilla que discurre de W a E, hay una gran cantidad de conos. Aunque presentan dimensiones variables —de acuerdo con la mayor o menor amplitud de sus cuencas— no suelen superar los 300 m² de área y tienen fuerte pendiente. Por las características de sus depósitos se pueden distinguir acumulaciones del tipo *mud flow* o *debris flow* (según textura y clasificación de sus elementos) y *stream flow* en capas dispuestas de manera alternante.

En la parte baja de la cuenca se ha desarrollado un cono de grandes proporciones, generado por la labor conjunta del Xinxilla y del Barranc de la Font del Campello. Este cono, presumiblemente pleistoceno, presenta una generatriz de 4'5 Km y ocupa un área de 12 Km². Como es evidente, dada su ubicación en el

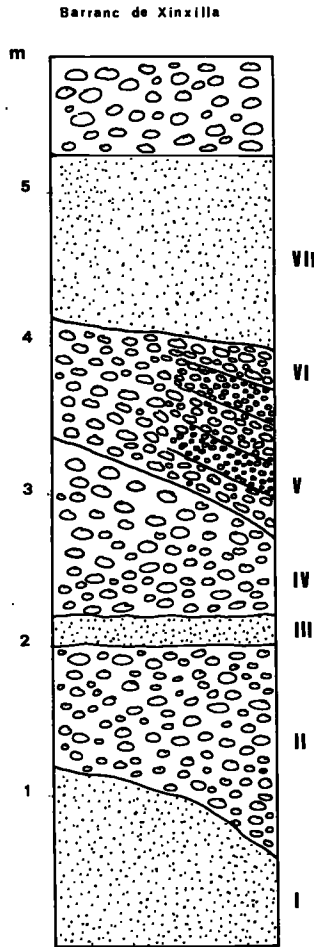


Fig. 2. — Esquema del corte del Barranc de Xinxilla

llano costero, presenta escasa pendiente. En los cortes estudiados se han podido apreciar depósitos del tipo *mud flow*, *debris flow* y *stream flow*.

3.1. Análisis sedimentológico del corte del cono del Xinxilla

Este corte se encuentra en un basurero inmediato a la autopista Barcelona-Valencia. Se ha señalado con la letra A en el mapa geomorfológico correspondiente. De este corte, que presenta ocho niveles, se han muestreado siete, ya que del último no pudo obtenerse muestra por encontrarse a una altura excesiva. De base a techo serían los siguientes:

- I. Se trata de un estrato de 120 cm de espesor en el que predomina el material fino con una cierta bioturbación.
- II. Corresponde a un estrato muy heterométrico, de 80 cm de potencia, en el que predominan los cantos y las gravas englobados en una matriz arenoso-arcillosa.
- III. Este estrato se trata de un lentejón de escaso espesor (25 cm) en el que predominan los materiales de escaso calibre (arenas, limos y arcillas).
- IV. Este estrato presenta un gran predominio de materiales gruesos (cantos) muy heterométricos. Presenta una potencia que va disminuyendo de izquierda a derecha que oscila entre 120 y 40 cm. La separación de este nivel con el siguiente se hace mediante un contacto netamente erosivo.
- V. Al igual que la anterior, esta muestra corresponde a una cara de avalancha, aunque en este caso la muestra se obtuvo de una de las capas de sedimentos finos (gravas y arena), de unos 20 cm de espesor.
- VI. Corresponde a una cara de avalancha de unos 20 cm de potencia en la que alternan las capas de materiales gruesos con las de materiales finos, con una potencia total del conjunto de unos 80 cm. Esta muestra se tomó de una de las capas intermedias de materiales gruesos (cantos y gravas).
- VII. Estrato de unos 110 cm de potencia, compuesto predominantemente por material fino.
- VIII. Presenta unos 60 cm de potencia de material grueso con escasa matriz fina. No se pudo muestrear.

Los análisis granulométricos realizados a estos materiales revelan que:

- El estrato I presenta una proporción de casi un 54% de arena, 32% de limo y 14% de arcilla. La media se establece en $4'67 \varphi$, lo que nos indica que se trata de un material muy fino. Del resto de los índices granulométricos puede deducirse que está mal clasificado, que en su depósito ha predominado la decantación, que se han producido muchas fluctuaciones de velocidad en el momento del depósito y que el agente presentaba una energía moderada. El histograma es polimodal, con un máximo absoluto en $3'5 \varphi$ (arena fina) y otros máximos secundarios en 6φ (limo) y $9'5 \varphi$ (en la arcilla más fina). Por lo que respecta a la curva probabilística, ésta revela que en el momento del depósito el flujo tenía poca competencia de transporte, ya que el 40% del material ha sido transportado en suspensión. El punto de ruptura que da paso a la saltación se sitúa en 4φ . Por esta modalidad de transporte se ha movilizadado el 58% y tan sólo un 2% por rodamiento. El punto de ruptura, en este caso se localiza en 2φ . Este estrato podría ser una facies Fm (limo y arcilla) que MIALL (1978, p. 598) interpreta como un depósito «colgado», es decir como un sedimento que se ha depositado en un lugar poco activo y funcional.

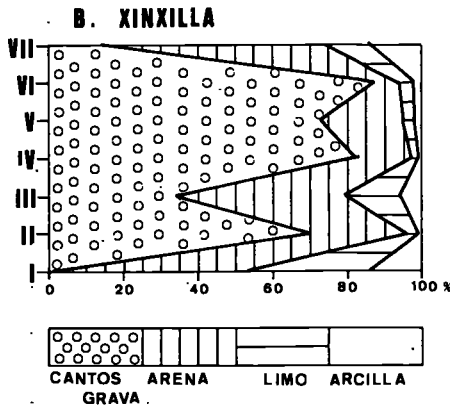
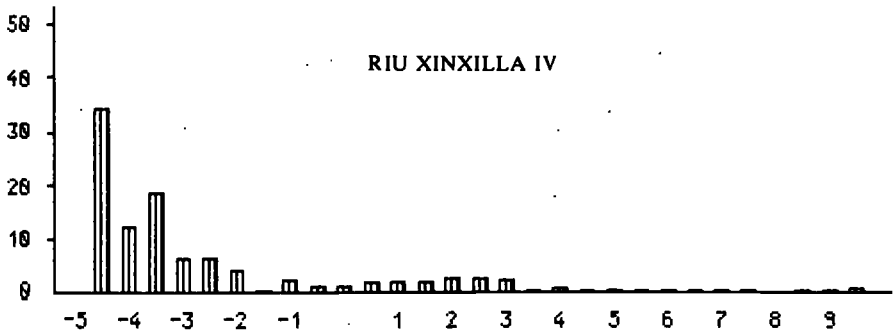
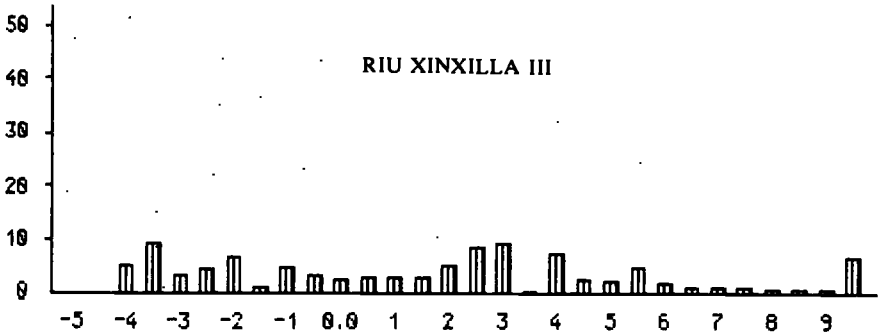
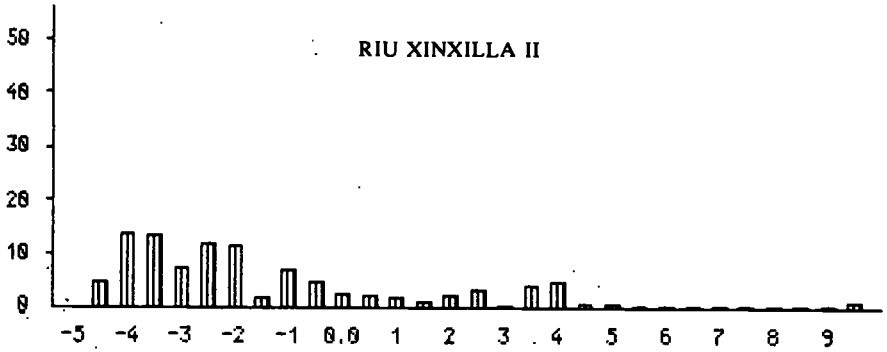
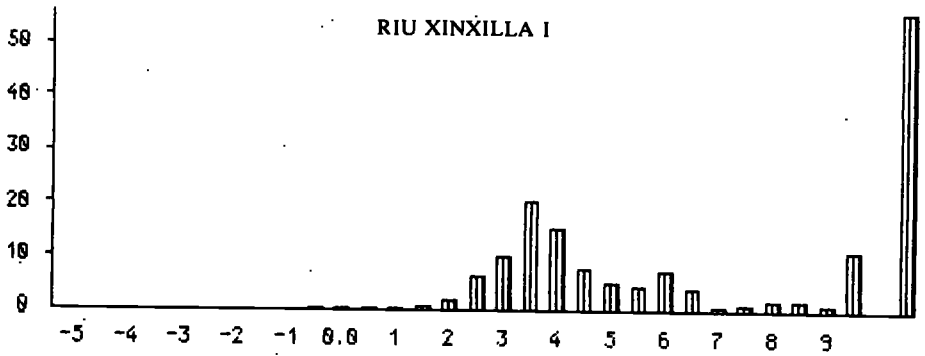


Fig. 3. — Composición textural de las muestras del Barranc de Xinxilla

- El estrato II presenta un material muy heterométrico: 69'73% de fracción gruesa, 25'86% de arena, algo más del 2% de limo y menos de esta cantidad de arcilla. Es una muestra polimodal en la que los máximos, tanto principales como secundarios, se producen todos en la fracción gruesa. La media, asimismo, se mantiene en $-1'51 \varphi$. Esta muestra se encuentra mal clasificada y los índices revelan que la velocidad de la corriente —siempre con gran energía— experimentó grandes fluctuaciones, y que la decantación predominó sobre el lavado. Por lo que respecta a las modalidades del transporte, el principal ha sido el rodamiento que ha afectado al 65% del total de la muestra. El punto de ruptura se sitúa alrededor de -1φ . A continuación la saltación afecta a un 31%, y en el 4% restante se moviliza en suspensión, localizándose el punto de ruptura en 4φ . Esto supone, como es obvio, una elevada competencia de transporte. Correspondería a una facies Gm y se interpreta como un depósito de barras longitudinales.
- El estrato III presenta un predominio de materiales finos (34'31% fracción gruesa, 44'62% de arena, 14'69% de limo y 6'38% de arcilla). Se trata de un material sumamente heterométrico, como puede comprobarse en su histograma polimodal. Su media es de $1'13 \varphi$, con una clasificación extremadamente mala y una curva platicúrtica. El bajo valor de la skewness indica idéntica clasificación, tanto para la fracción gruesa como para la fina. La curva revela que el flujo presentaba una energía moderada, ya que los valores correspondientes a rodamiento, saltación y suspensión son: 25, 68 y 7%, respectivamente. Los puntos de ruptura se observan en -2φ y 6φ . Este estrato, dada su escasa potencia, podría interpretarse como un depósito de *mud flow*, que son muy frecuentes en los conos, tal como indica BULL (1977, p. 237).
- El estrato IV tiene un gran predominio de materiales gruesos, con un 82'40% de fracción gruesa, un 15'26% de arena y tan sólo un 1'31% de



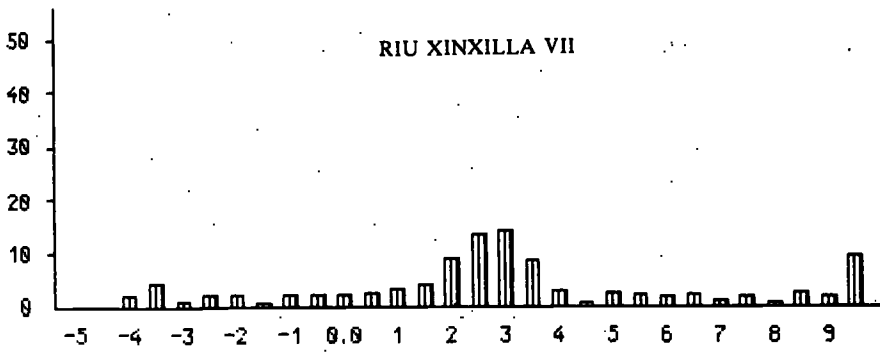
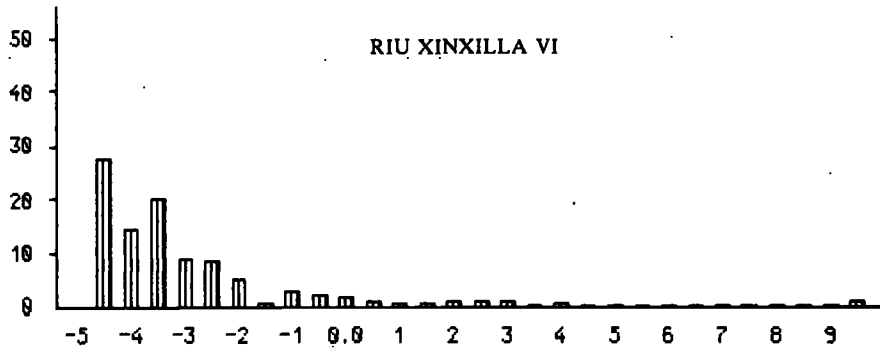
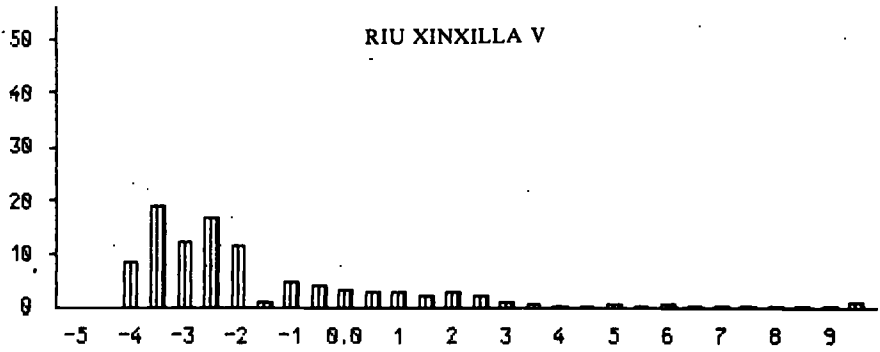


Fig. 4. — Histograma granulométrico de las muestras del Barranc de Xinxilla

limo y un 1'03% de arcilla. Su histograma denota un sedimento heterométrico claramente bimodal, con un máximo principal en $-4'5\varphi$ y otro máximo secundario en $-3'5\varphi$. La media se mantiene en $-3'02\varphi$, lo que da idea de su grueso calibre medio. Su clasificación es mala, habiéndose producido con frecuentes fluctuaciones de velocidad en un medio de elevada energía. Por lo que respecta a la kurtosis, ésta denota la existencia de una curva leptocúrtica. En relación a la modalidad del transporte, el 75% del material ha sido movilizado por rodamiento, con el punto de ruptura en -2φ ; el 22% por saltación y tan sólo el 2% en suspensión, con el punto de ruptura en 5φ . Esto equivale a una energía de flujo moderada. Este nivel que posee en su límite superior un contacto erosivo inclinado podría interpretarse como una facies Gm y se trataría de una barra de canal longitudinal.

- Los estratos V y VI son muy parecidos. En ambos predomina la fracción gruesa, aunque esta circunstancia es más acusada en el nivel VI. Son muestras muy heterométricas, con histogramas claramente bimodales. El nivel V presenta un 73'48% de fracción gruesa, un 22'13% de arena, un 2'71% de limo y un 1'68% de arcilla, en tanto que en el nivel VI los porcentajes respectivos son de: 86'52, 10'27, 1'61 y 1'60%. Los valores de los índices granulométricos, como puede observarse en el cuadro 1, también son muy parecidos. La principal diferencia estriba en la media que es de $-1'96\varphi$ para el nivel V y de $-3'31\varphi$ para el VI. Por lo que respecta a las curvas, éstas son también bastante parecidas. Ambas indican una competencia de transporte muy elevada, con más del 60% del material en rodamiento (75% en el caso del nivel VI) y 4% en suspensión. El resto del material se moviliza en saltación. Los puntos de ruptura se localizan en -2φ y 4φ . Estos depósitos son propios de un ambiente fluvial y son frecuentes en las partes distales de las ramblas. Se podrían identificar como facies Gp, ya que poseen estratificación cruzada planar. MIALL (1985, p. 578) las interpreta como barras linguoides o caras de avalancha. En el caso que nos ocupa, y dada la transición que se observa hacia una barra longitudinal (facies Gm) pensamos que podrían interpretarse como depósitos debidos al crecimiento de una barra longitudinal mediante la formación de caras de avalancha.
- El estrato VII es bastante similar al primero. Predominan los materiales finos (13'71% de fracción gruesa, 60'42% de arena, 12'19% de limo y 13'71% de arcilla), ya que la media se establece en $3'03\varphi$. Es una muestra muy heterométrica, muy mal clasificada y con un histograma de frecuencias polimodal, lo que denota fluctuaciones en la velocidad del flujo que produjo el depósito. De la skewness se deduce que todas las fracciones presentan igual clasificación y que su curva sería muy leptocúrtica. Por lo que se refiere a la modalidad del transporte el predominio corresponde a la saltación con un 55%. A continuación el rodamiento con un 25% y, finalmente, la suspensión con un 20%. Estos valores, unidos a los puntos

CUADRO 1

| N.º muestra | $\varphi-5$ | $\varphi-16$ | $\varphi-25$ | $\varphi-50$ | $\varphi-75$ | $\varphi-84$ | $\varphi-95$ | Mz | σ | SK | K |
|----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|----------|-------|------|
| Xinxilla | | | | | | | | | | | |
| VII | -3'64 | -0'42 | 1'23 | 2'54 | 4'48 | 6'99 | 9'25 | 3'03 | 3'80 | 0'12 | 1'62 |
| VI | -4'91 | -4'70 | -4'54 | -3'78 | -2'68 | -1'45 | 2'53 | -3'31 | 1'94 | 0'56 | 1'63 |
| V | -4'20 | -3'80 | -3'56 | -2'69 | -0'80 | 0'58 | 3'13 | -1'96 | 2'20 | 0'54 | 1'08 |
| IV | -4'93 | -4'76 | -4'63 | -3'89 | -2'60 | -0'40 | 2'60 | -3'02 | 2'23 | 0'66 | 1'52 |
| III | -4'03 | -3'26 | -2'28 | 1'58 | 3'72 | 5'07 | 8'85 | 1'13 | 4'04 | -0'02 | 0'88 |
| II | -4'49 | -4'07 | -3'73 | -2'50 | -0'41 | 2'04 | 3'92 | -1'51 | 2'80 | 0'51 | 1'04 |
| I | 2'18 | 2'87 | 3'15 | 3'87 | 5'72 | 7'27 | 9'28 | 4'67 | 2'18 | 0'59 | 1'13 |
| Font Campello | | | | | | | | | | | |
| VIII | -4'21 | -3'41 | -2'15 | 2'93 | 4'94 | 6'90 | 9'17 | 2'14 | 4'61 | -0'15 | 0'77 |
| VII | -4'95 | -4'85 | -4'76 | -4'53 | -3'37 | -1'95 | 5'13 | -3'77 | 2'25 | 0'85 | 2'95 |
| VI | -3'15 | -0'28 | 1'74 | 3'22 | 5'46 | 7'17 | 9'22 | 3'37 | 3'73 | 0'15 | 1'36 |
| V | -4'92 | -4'75 | -4'61 | -3'86 | 1'77 | 3'60 | 8'45 | -1'67 | 4'11 | 0'81 | 0'86 |
| IV | -5'45 | -5'35 | -5'26 | -5'03 | -2'49 | 0'91 | 4'58 | -3'15 | 3'08 | 0'91 | 1'48 |
| III | -4'71 | -3'93 | -3'33 | -1'83 | 0'57 | 1'99 | 5'16 | -1'25 | 2'97 | 0'35 | 1'03 |
| II | -4'42 | -4'24 | -4'09 | -3'62 | -2'98 | -1'19 | 3'68 | -3'02 | 1'99 | 0'69 | 2'99 |
| I | 1'16 | 2'53 | 2'89 | 4'42 | 8'21 | 9'08 | 9'37 | 5'34 | 2'88 | 0'31 | 0'63 |
| Litoral | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2'01 | 2'13 | 2'23 | 2'50 | 2'80 | 2'90 | 3'19 | 2'51 | 0'37 | 0'11 | 0'85 |
| 2 | 1'74 | 2'04 | 2'11 | 2'30 | 2'49 | 2'93 | 3'82 | 2'43 | 0'53 | 0'44 | 2'23 |
| 3 | 2'04 | 2'14 | 2'22 | 2'45 | 2'82 | 2'97 | 3'78 | 2'52 | 0'47 | 0'39 | 1'18 |
| 4 | 2'04 | 2'15 | 2'26 | 2'54 | 2'94 | 3'36 | 3'82 | 2'68 | 0'57 | 0'41 | 1'06 |
| 5 | 1'85 | 2'08 | 2'15 | 2'37 | 2'79 | 3'16 | 3'77 | 2'53 | 0'56 | 0'46 | 1'23 |
| 6 | 2'01 | 2'12 | 2'22 | 2'48 | 2'77 | 2'87 | 2'99 | 2'49 | 0'33 | 0'03 | 0'74 |
| 7 | 1'80 | 2'07 | 2'14 | 2'35 | 3'54 | 3'71 | 3'91 | 2'71 | 0'73 | 0'57 | 0'62 |
| 8 | -0'20 | 0'42 | 0'95 | 2'15 | 2'58 | 2'77 | 3'11 | 1'78 | 1'09 | -0'44 | 0'83 |
| 9 | 2'02 | 2'12 | 2'20 | 2'42 | 3'55 | 3'71 | 3'91 | 2'75 | 0'68 | 0'59 | 0'57 |
| 10 | 2'03 | 2'13 | 2'21 | 2'43 | 2'83 | 3'01 | 3'39 | 2'53 | 0'43 | 0'36 | 0'89 |
| 11 | 2'05 | 2'18 | 2'30 | 2'63 | 2'99 | 3'31 | 3'69 | 2'71 | 0'53 | 0'25 | 0'96 |

de ruptura que se establece en 1'5 φ y 4 φ , indican que la energía de transporte fue tan sólo moderada en el momento del depósito. Por todo lo anterior, atribuimos esta muestra a depósitos colgados o a depósitos de canales cortados (DOEGLAS, 1972, p. 73).

- Finalmente, el estrato VIII (que no se muestreó por encontrarse a una altura excesiva) nos parece por su textura que podría asociarse a una facies Gm propia de barras longitudinales.

En definitiva, este corte podría interpretarse como un modelo intermedio entre el tipo G II y el G III de RUST (1978, p. 63). Del mismo modo, también po-

B. XINXILLA

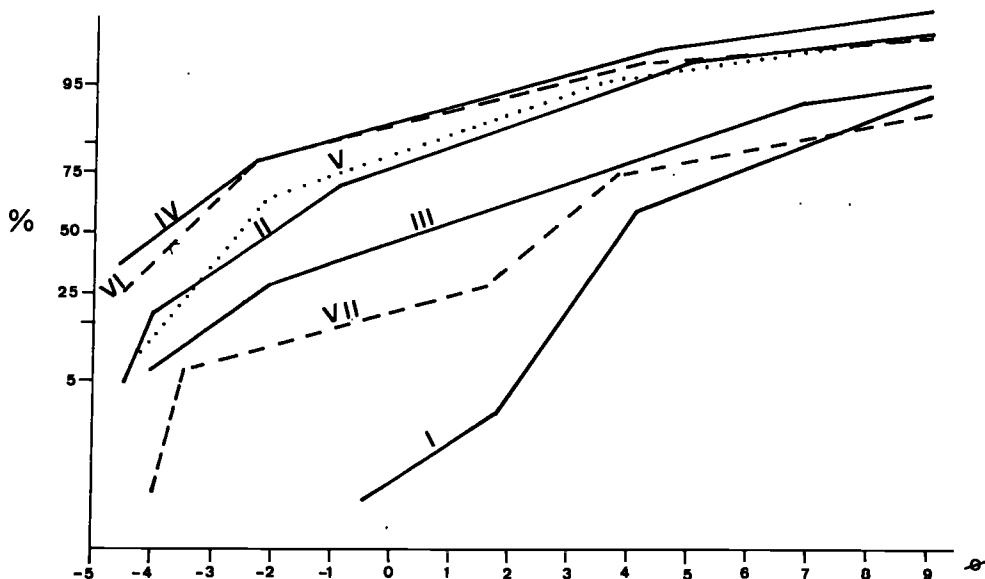


Fig. 5. — Curvas granulométricas de las muestras correspondientes al Barranc de Xinxilla

drían asociarse al modelo 2 de MIALL (1985, p. 290), es decir, se trataría de un modelo tipo *braided* con facies distales.

Mineralógicamente son muestras todas ellas muy homogéneas, en las que la asociación predominante es: turmalina-circón, o bien circón-turmalina (como en el caso del nivel I) o turmalina-piroxenos como ocurre en el nivel VII. Ello nos indica que durante toda la secuencia sedimentaria no se ha producido ningún cambio litológico importante en la cuenca de drenaje. Por lo que respecta a la proporción de carbonatos (cuadro 2), se mantiene entre 28 y 41%. Los porcentajes se van incrementando paulatinamente desde el nivel I hasta el V, aunque después descienden de nuevo. El reparto de los óxidos de hierro también es muy desigual, aunque hay una gran diferencia entre el nivel I (con sólo 0'30 y el nivel VI (con 2'3). Los tres últimos niveles son los más ricos en óxidos de hierro.

En todos los niveles predominan, sobre todo, los minerales resistentes (turmalina y circón, con rutilo y algo de granate). En todos los estratos estos suponen porcentajes entre el 61 y el 69%, aunque en el nivel VII sólo se alcanza un 52%. A continuación destacan los minerales eruptivos, sobre todo, hornblendas y piroxenos. De los minerales de metamorfismo, el único que está presente con cantidades significativas es la estauroлита. Por lo que respecta a las micas, estas se encuentran en cantidades irrelevantes. Todo este conjunto se encuentra bastante

CUADRO 2

| N.º muestra | CO ₂ Ca % | Oxidos Fe % | Frac. ligera % | Frac. densa % |
|-------------------------|----------------------|-------------|----------------|---------------|
| B. Xinxilla | | | | |
| VII | 29'80 | 2'10 | 67'70 | 0'40 |
| VI | 31'60 | 2'30 | 65'50 | 0'60 |
| V | 41'00 | 2'20 | 56'50 | 0'30 |
| IV | 40'90 | 0'70 | 58'10 | 0'30 |
| III | 32'80 | 0'90 | 66'00 | 0'30 |
| II | 29'10 | 0'80 | 69'90 | 0'20 |
| I | 28'40 | 0'30 | 71'10 | 0'20 |
| B. Font Campello | | | | |
| VIII | 32'80 | 1'20 | 65'40 | 0'60 |
| VII | 42'00 | 1'30 | 56'30 | 0'40 |
| VI | 37'10 | 1'00 | 61'30 | 0'60 |
| V | 23'10 | 1'00 | 75'40 | 0'50 |
| IV | 57'30 | 0'60 | 41'90 | 0'20 |
| III | 60'20 | 1'20 | 38'40 | 0'20 |
| II | 48'60 | 1'30 | 49'80 | 0'30 |
| I | 24'70 | 1'50 | 73'40 | 0'40 |
| Litoral | | | | |
| 1 | 26'20 | 0'60 | 69'80 | 3'40 |
| 2 | 28'70 | 0'20 | 67'90 | 3'20 |
| 3 | 33'10 | 0'70 | 61'60 | 4'60 |
| 4 | 33'50 | 0'50 | 58'50 | 7'50 |
| 5 | 25'20 | 0'20 | 73'00 | 1'60 |
| 6 | 31'00 | 0'70 | 64'50 | 3'80 |
| 7 | 31'60 | 0'60 | 62'90 | 4'90 |
| 8 | 22'00 | 0'20 | 74'40 | 3'40 |
| 9 | 33'40 | 0'70 | 50'40 | 15'50 |
| 10 | 37'60 | 0'50 | 54'80 | 7'10 |
| 11 | 34'20 | 0'60 | 59'00 | 6'20 |

alterado, con valores que oscilan entre 80 y 183 alteritas por cien especies transparentes. La mayoría de las alteritas provienen de la alteración de los circones, por lo que podríamos considerar que éste es el mineral más representativo de todo este conjunto.

Bastante más significativo resulta, a nuestro entender, el análisis de la morfología de los minerales. En el nivel I son de tamaño muy pequeño y se encuentran extremadamente rodados. Esto sugiere un transporte relativamente largo o bien que son materiales que han sufrido más de un ciclo sedimentario y que probablemente han soportado una selección de talla en un medio de poca energía. Por el contrario, en el nivel II los minerales son grandes —mayor funcionalidad—

pero continúan estando muy rodados, lo que también supone un transporte largo. Los niveles III, IV, V y VI presentan granos de todos los tamaños y, además, se observa una clara mezcla de materiales angulosos junto con otros muy rodados. Esto supondría que se ha producido algún tipo de mezcla de material antiguo con otro de formación más reciente. Por último, el nivel VII presenta de nuevo minerales grandes y muy rodados, lo que supone de nuevo un transporte muy largo.

3.2. *Análisis sedimentológico del corte del Barranc de la Font del Campello*

Este corte se encuentra situado en la partida del Brosseral y se ha señalado con la letra B en el mapa geomorfológico. Este corte presenta ocho niveles que de muro a techo serían los siguientes:

- I. Se trata de materiales finos, principalmente arenosos, que presentan un espesor de 55 centímetros.
- II. Este estrato está formado por materiales gruesos (cantos) y heterométricos, con poca matriz fina. Tiene una potencia de unos 20 centímetros.
- III. Este nivel está formado por gravas pequeñas y arenas, con una potencia de unos 35 centímetros.
- IV. Se trata de un estrato en contacto erosivo con el inmediato inferior y que presenta una potencia de 10 centímetros. Está formado por materiales muy gruesos y heterométricos, con muy poca matriz fina.
- V. Presenta materiales gruesos muy heterométricos, con algo de matriz fina (arena, limo y arcilla). Tienen una potencia de 50 centímetros.
- VI. Este estrato está formado por materiales finos (arena, limo y arcilla) y presenta una potencia de 10 centímetros.
- VII. Presenta unos 11 centímetros de espesor, con materiales muy gruesos (cantos) y heterométricos. Posee muy poca matriz fina.
- VIII. Es un estrato de materiales finos, de 50 centímetros de potencia, en el que predominan las arenas.

De acuerdo con los resultados granulométricos podrían resaltarse las siguientes características:

- El nivel I está formado exclusivamente por materiales finos (48'93% de arena, 24'46% de limo y 26'61% de arcilla. La media con un valor de 5'34 ϕ , da idea de su escaso calibre. Con todo, se trata de un material muy heterométrico cuyo histograma es polimodal. Es un sedimento mal clasificado, que presentaría una curva platicúrtica. La skewness demuestra que ha existido un cierto predominio de la decantación y que el flujo no tuvo excesivas fluctuaciones de velocidad. La curva acumulada probabilística indica que el flujo presentaba muy poca energía puesto que el 50% del material ha sido movilizado en suspensión, el 40% en saltación y tan sólo el 10% por rodamiento. Los puntos de ruptura se sitúan en 4 ϕ y 2 ϕ ,

B. XINXILLA

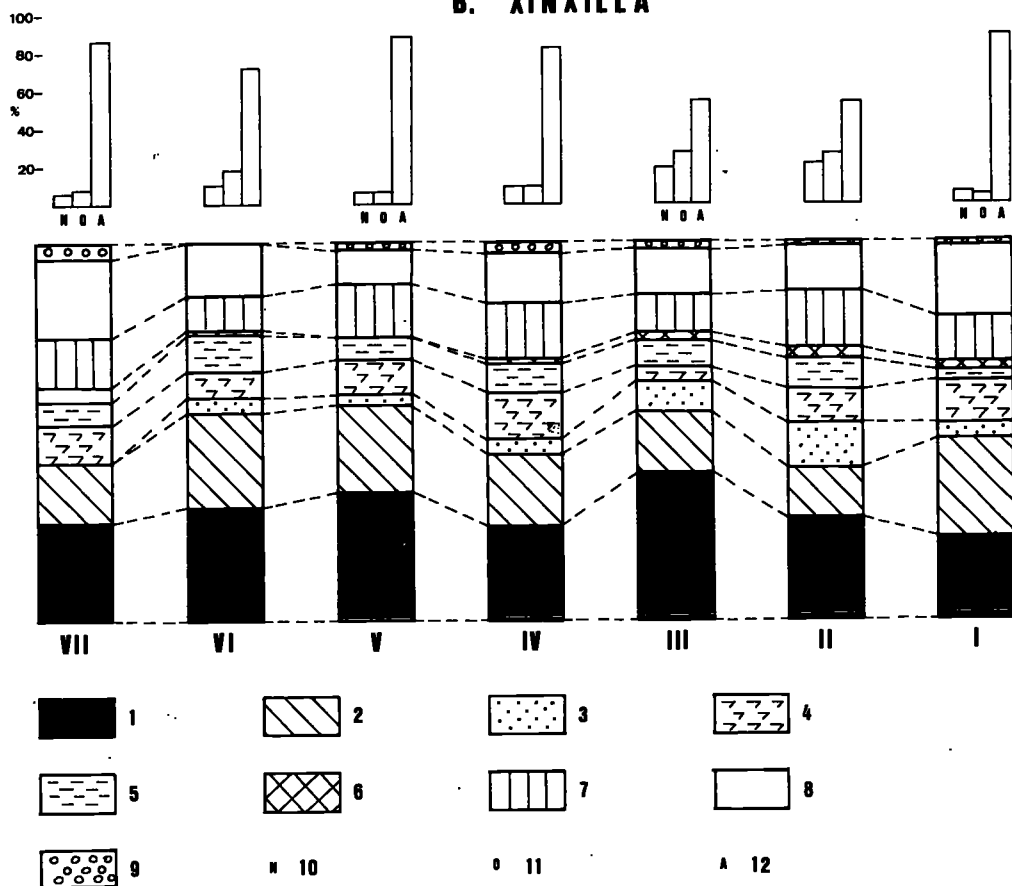


Fig. 6. — Histogramas mineralógicos de las muestras del Barranc de Xinxilla. 1) Turmalina. 2) Circon. 3) Granate. 4) Rutilo. 5) Estauroлита. 6) Epidota. 7) Anfíboles. 8) Piroxenos. 9) Micas y cloritas. 10) Opacos naturales. 11) Opacos de alteración. 12) Alteritas.

respectivamente. Este nivel se interpreta como un depósito de canal abandonado o como una acumulación producida en zonas poco activas.

- El nivel II está formado por material grueso, como demuestra la media, que se sitúa en $-3'02 \varphi$. En su composición hay un 85'65% de fracción gruesa, un 10'36% de arena, un 2'02% de limo y sólo un 1'97% de arcilla. A pesar de que es una muestra heterométrica, propia de un medio fluvial, el histograma nos revela que este material es claramente unimodal. De todos los sedimentos analizados hasta ahora es el que presenta una mejor clasificación, aunque, siguiendo el criterio propuesto por FOLK y WARD (1957), se trataría de un material pobremente clasificado. Su curva sería

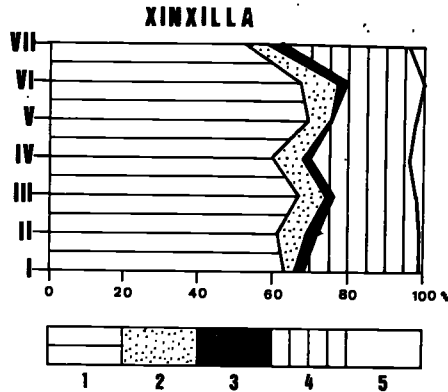


Fig. 7.—Composición mineralógica de las muestras del Barranc de Xinxilla. 1) Minerales resistentes. 2) Minerales de metamorfismo. 3) Epidotas. 4) Minerales eruptivos. 5) Micas y cloritas.

muy leptocúrtica y en su depósito habría tenido más importancia la decantación que el lavado. Por lo que respecta a las modalidades del transporte, al contrario de lo que sucedía con el nivel anterior, aquí predomina de un modo absoluto el rodamiento, que afecta al 80% de muestra. El punto de ruptura se sitúa en -3φ , lo que da idea de la elevadísima competencia de transporte de la corriente. La saltación afecta a un 17% y la suspensión a un 3%, situándose el punto de ruptura en 7φ , que es un valor muy bajo. Se interpreta como una facies Gm, propia de una barra longitudinal.

- El nivel III es sumamente heterométrico (61'28% de fracción gruesa, 31'86% de arena, 4'94% de limo y 1'92% de arcilla), situándose su calibre medio en el tamaño grava fina ($-1'25 \varphi$). El histograma nos revela una muestra polimodal muy mal clasificada que se depositó en un medio con frecuentes fluctuaciones de velocidad. La fracción fina está algo mejor clasificada que la gruesa y su curva sería mesocúrtica. La mayor parte del transporte se produjo por rodamiento (50%), aunque la saltación también tuvo mucha importancia, puesto que afectó al 46%. Si a esto se añade que el punto de ruptura se establece en -2φ , es lógico pensar que la corriente había de tener bastante energía. Este estrato, por su elevada proporción de gravas, podría interpretarse como una barra lateral.
- El nivel IV presenta también un claro predominio de los materiales gruesos (79'53% de cantos y gravas, 14'99% de arena, 2'95% de limo y 2'22% de arcilla), con la particularidad de que más del 50% del sedimento queda

CUADRO 3
Análisis mineralógico

| Muestras | PORCENTAJE DE MINERALES DENSOS TRANSPARENTES ENTRE SI | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|----------------------|-----------|--------|---------|--------|-------------|---------|------------|-------------|-------------------|-----------|-------|----------|------------|-----------|-----|
| | Opacos naturales | Opacos de alteración | Turmalina | Circón | Granate | Rutilo | Esaurrolita | Diatena | Andalucita | Sillimanita | Epídota Anfíboles | Piroxenos | Micas | Cloritas | Carbonatos | Alteritas | |
| Barranc Xinxilla | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VII | 11 | 16 | 26 | 16 | — | 10 | 6 | — | — | — | 4 | 13 | 3 | 1 | — | 163 | |
| VI | 16 | 28 | 31 | 25 | 4 | 7 | 9 | — | 1 | — | 1 | 9 | — | — | — | 110 | |
| V | 13 | 13 | 34 | 23 | 3 | 9 | 6 | — | — | — | — | 14 | 9 | 1 | — | 183 | |
| IV | 16 | 15 | 25 | 24 | 4 | 12 | 7 | — | — | — | 1 | 13 | 2 | 1 | — | 144 | |
| III | 28 | 39 | 39 | 16 | 8 | 4 | 7 | — | — | — | 2 | 10 | 2 | — | — | 80 | |
| II | 39 | 47 | 27 | 13 | 12 | 9 | 7 | — | 1 | — | 3 | 15 | 1 | — | — | 98 | |
| I | 13 | 11 | 22 | 26 | 4 | 11 | 3 | — | — | — | 2 | 12 | — | 1 | — | 183 | |
| Barr. Font Campello | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VIII | 20 | 56 | 27 | 20 | 8 | 9 | 3 | — | — | — | 1 | 17 | 5 | — | — | 93 | |
| VII | 21 | 22 | 28 | 22 | 6 | 9 | 8 | — | — | — | — | 15 | 2 | — | — | 63 | |
| VI | 23 | 38 | 23 | 24 | 5 | 15 | 4 | — | — | — | — | 15 | 7 | — | — | 60 | |
| V | 16 | 40 | 19 | 25 | 12 | 11 | 4 | — | — | — | — | 20 | 6 | — | — | 52 | |
| IV | 25 | 44 | 18 | 29 | 10 | 10 | 7 | — | — | — | — | 17 | 7 | — | — | 49 | |
| III | 43 | 38 | 27 | 24 | 7 | 8 | 6 | — | — | — | — | 18 | 7 | 2 | — | 35 | |
| II | 24 | 35 | 29 | 11 | 4 | 4 | 9 | — | — | — | 2 | 16 | 7 | 1 | — | 62 | |
| I | 42 | 48 | 25 | 12 | 9 | 8 | 12 | — | — | — | 2 | 13 | 17 | 2 | — | 67 | |
| Litoral | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | — | — | — | 3 | 2 | — | — | — | 2 | — | 3 | 5 | 25 | 51 | — | 440 | |
| 2 | 1 | — | 6 | 4 | 16 | — | 3 | — | 10 | — | 26 | 12 | 18 | 5 | — | 125 | |
| 3 | 1 | 6 | 5 | 3 | 5 | — | 1 | — | 4 | 1 | 27 | 16 | 18 | 19 | — | 235 | |
| 4 | 2 | 7 | 2 | 5 | 8 | 1 | 2 | — | 1 | — | 29 | 13 | 18 | 21 | — | 163 | |
| 5 | 1 | 6 | 1 | — | 1 | — | 1 | 3 | 8 | 1 | 14 | 4 | 3 | 59 | — | 300 | |
| 6 | 7 | 5 | 2 | 4 | 13 | — | 4 | 1 | — | 3 | 34 | 9 | 14 | 15 | — | 140 | |
| 7 | — | 10 | 3 | — | 6 | — | 2 | — | 7 | 3 | 33 | 4 | 10 | 3 | 28 | 1 | 240 |
| 8 | 1 | 5 | 3 | 2 | 5 | 1 | 1 | — | 9 | 2 | 29 | 4 | 5 | 37 | — | 230 | |
| 9 | — | 3 | 1 | 1 | 2 | — | 1 | — | 12 | 2 | 30 | 4 | 12 | 31 | 2 | 270 | |
| 10 | — | 7 | 5 | 1 | 10 | 1 | 4 | — | 5 | 4 | 40 | 7 | 15 | 8 | — | 160 | |
| 11 | 2 | 8 | 7 | 1 | 9 | — | 2 | — | 9 | — | 38 | 4 | 19 | 11 | — | 194 | |
| Riu Coves | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| — | — | — | 8 | 4 | 6 | — | 2 | — | 15 | — | 24 | 10 | 21 | 8 | — | 493 | |

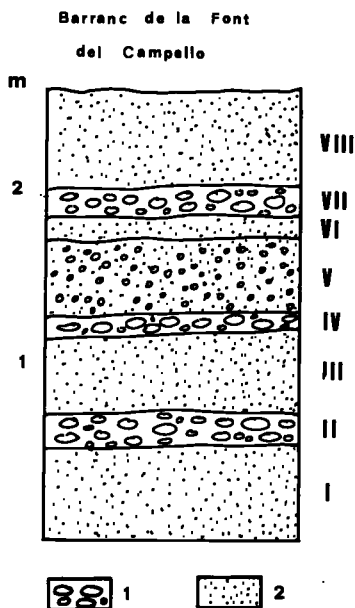


Fig. 8. — Esquema del corte del Barranc de la Font del Campello.
1) Cantos y gravas. 2) Material fino (arena, limo y arcilla).

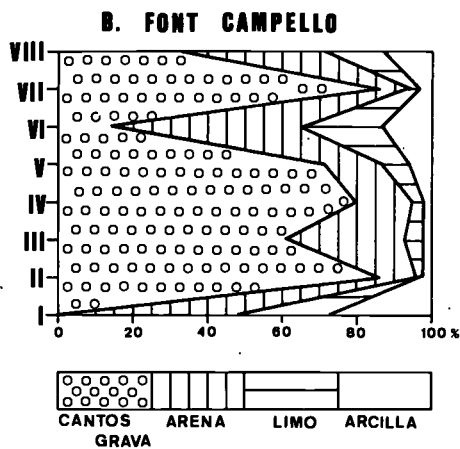


Fig. 9. — Composición de las muestras del Barranc de la Font del Campello.

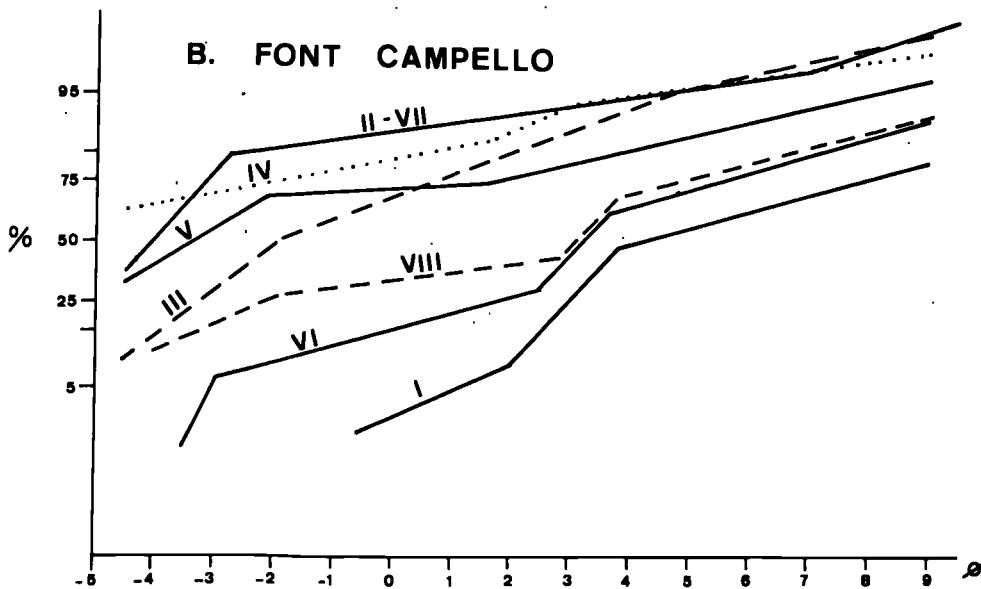
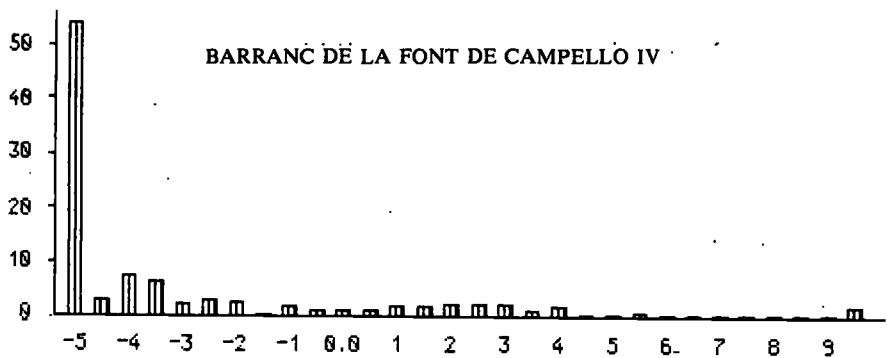
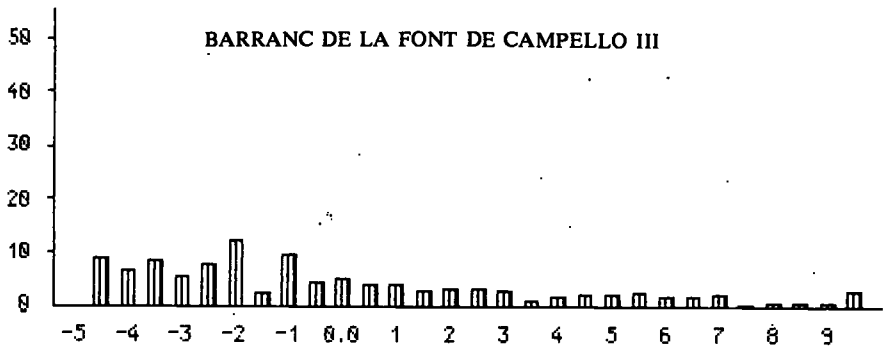
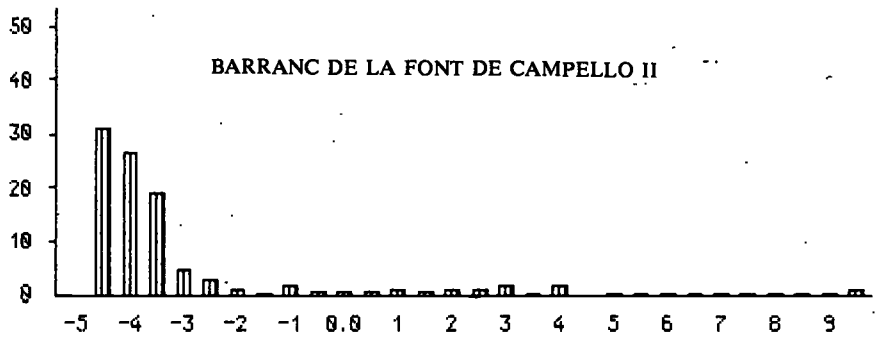
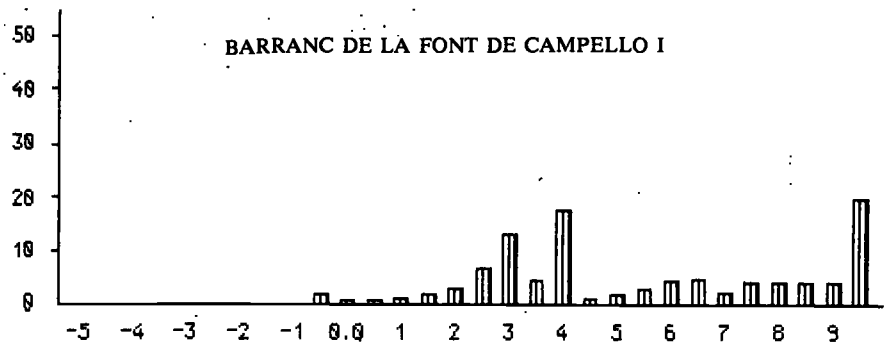


Fig. 10. — Curvas granulométricas de las muestras del Barranc de la Font del Campello

retenido en un sólo tamiz (-5φ), de ahí que su media se establezca en $-3'15 \varphi$. Como es obvio, el histograma de frecuencias es claramente unimodal y su curva sería leptocúrtica. Pero con todo, dado que el resto del material se encuentra muy repartido por todas las fracciones, la clasificación del conjunto es muy mala. Por lo que respecta a la modalidad del transporte, que se produjo con grandes fluctuaciones de velocidad, la curva acumulada demuestra que el 84% del material fue movilizadado por rodamiento, y tan sólo un 11% por saltación y un 5% en suspensión. Estos valores, unidos a los puntos de ruptura, que se sitúan entre 2φ y $3'5 \varphi$, indican una elevadísima competencia de transporte. Por sus características, este sedimento se interpreta de nuevo como una facies Gm, atribuible a una barra longitudinal.

- En el nivel V también predominan los materiales groseros (70'83% de cantos y gravas, 15'80% de arena, 7'68% de limo y 5'69% de arcilla), aunque en este nivel, a diferencia del anterior, predominan las gravas, y de ahí que la media se sitúe en $-1'67 \varphi$. Es un sedimento muy heterométrico, extremadamente mal clasificado, con una skewness fuertemente positiva y una kurtosis bastante alta. La curva probabilística indica que la energía de flujo en el momento del depósito fue moderada. Por una parte tenemos que el 65% del material fue transportado por rodamiento, pero también que el 20% lo fue en suspensión, y tan sólo un 15% en saltación. Los puntos de ruptura se establecen en -2φ y -2φ , respectivamente. Por todas las características granulométricas este nivel se interpreta como un depósito de *debris flow*, muy propio de los conos aluviales (RACHÓCKI, 1981, pp. 20-22; BULL, 1977, p. 237; NIELSEN y MOORE, 1984, pp. 19-22).
- El nivel VI presenta predominio de materiales arenosos con un 13'70% de cantos y grava, un 50'57% de arena, un 23'15% de limo y un 12'58% de arcilla. En este caso la media se sitúa en valores positivos con $3'37 \varphi$. Es una muestra muy heterométrica, muy mal clasificada, con un histograma de frecuencias polimodal y una curva leptocúrtica. El bajo valor de la skewness indica que ambas fracciones tienen una clasificación semejante. La principal modalidad de transporte ha sido la saltación, con un 40%. A continuación estaría la suspensión, con un 35%, y el rodamiento, con un 25%. Esto, unido a los puntos de ruptura, que se sitúan en 2φ y $3'5 \varphi$, indican que la competencia de transporte fue muy escasa. Este nivel, al igual que el I, se interpreta como un depósito de canal abandonado o de zona poco activa.
- El nivel VII es el que presenta mayor proporción de material grueso (86'11% de cantos y gravas, 7'59% de arena, 3'54% de limo y 2'76% de arcilla), por lo que es la muestra que también presenta un calibre medio más elevado ($-3'77 \varphi$). Aquí más del 50% del material ha quedado retenido en el tamiz $-5'5 \varphi$, por lo que el histograma es unimodal, aunque en conjunto la muestra es muy heterométrica y se encuentra mal clasificada. De acuerdo con los índices, esta muestra tendría una curva muy leptocúr-



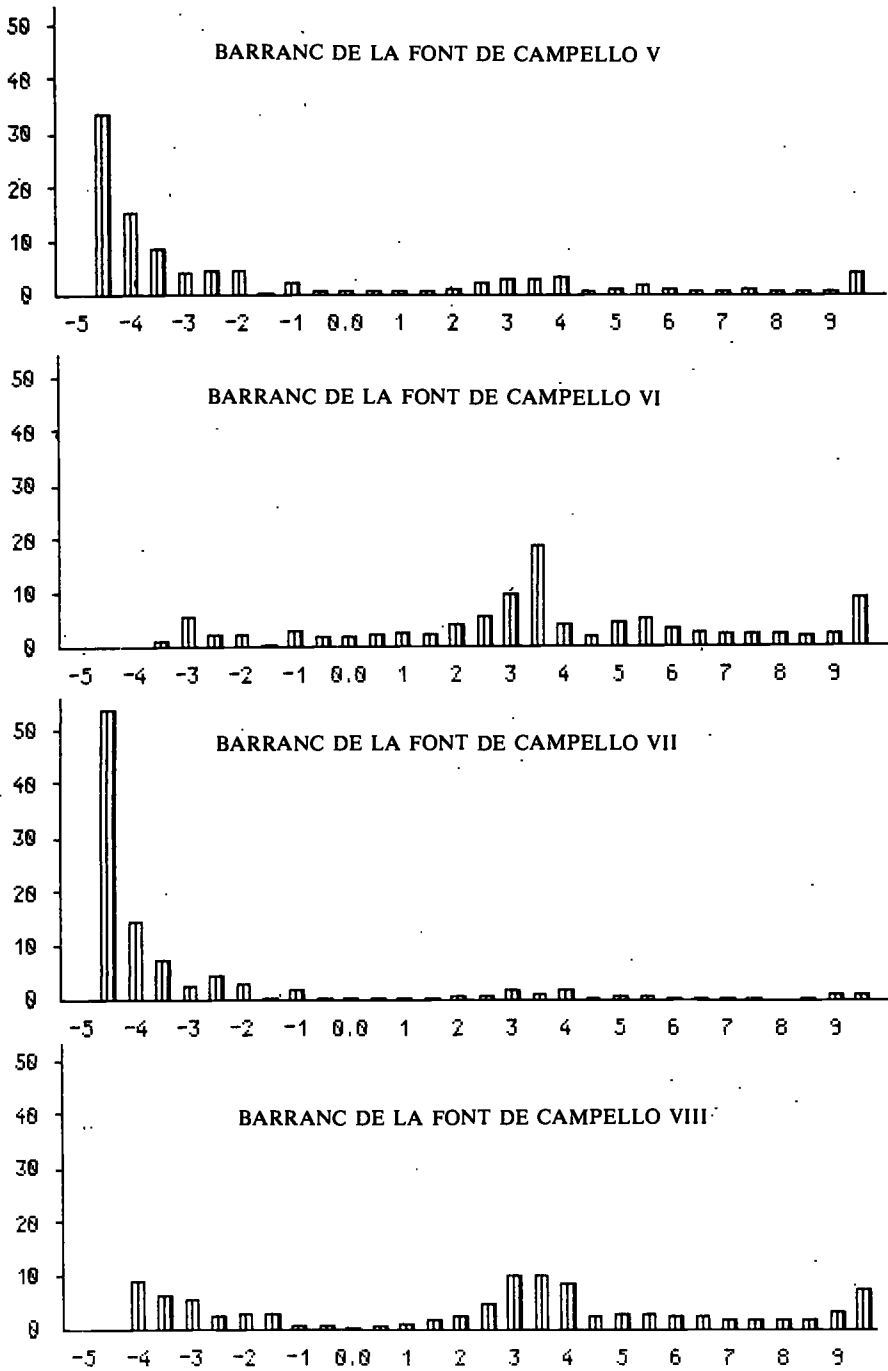


Fig. 11. — Histogramas granulométricos de las muestras del Barranc de la Font del Campello

tica, con una skewness fuertemente positiva. La curva probabilística indica que en este nivel la competencia de transporte fue muy elevada (84% de rodamiento, 6% de saltación y 10% de suspensión). Por todo lo anterior este material se atribuye a una nueva barra longitudinal.

- El nivel VIII, por último, es principalmente arenoso (29'51% de cantos y gravas, 40'40% de arena, 17'27% de limo y 12'82% de arcilla). Es un sedimento fuertemente heterométrico, con un histograma de frecuencias netamente polimodal y un calibre medio de 2'14 ϕ que se inscribe en el tamaño arena. Es, sin lugar a dudas, la muestra peor clasificada de todas las analizadas, lo que supone que es la que ha soportado mayores y más frecuentes fluctuaciones de velocidad en su agente de transporte. Por otra parte, es la única muestra que presenta skewness ligeramente negativa, lo que señala que en este caso el lavado ha predominado sobre la decantación. Por lo que se refiere a la modalidad del transporte, el 45% del material fue movilizadado por saltación, un 30% en suspensión y un 25% en rodamiento, de lo que se deduce que la competencia de transporte del flujo no fue demasiado elevada. Por todas estas características este nivel se interpreta como un depósito de *mud flow* o como un depósito de manto de arroyada.

En conjunto, este corte podríamos interpretarlo también como un modelo de río *braided* con facies distales, exactamente igual al modelo del Xinxilla.

Desde una perspectiva mineralógica, las muestras del corte del Barranc de la Font del Campello son bastante uniformes y se parecen también mucho a las del corte del Xinxilla. La principal diferencia estriba en una mayor presencia de carbonatos, lo que no es extraño si tenemos en cuenta que su cuenca está dominada por calizas. Aquí las proporciones oscilan entre un 23% y un 60% (cuadro 2). Por lo que se refiere a los óxidos de hierro, todos los niveles mantienen valores muy uniformes que oscilan en torno al 1%. Por otra parte, hay que señalar también que los valores de fracción densa se mantienen dentro de los valores considerados como normales.

Las asociaciones mineralógicas predominantes son muy parecidas a las que presentaba el corte del Xinxilla. Aquí, al igual que sucedía allí, la asociación predominante es la de turmalina-circón o circón turmalina, a excepción de los niveles I y II, en los que la asociación es turmalina-piroxenos. Esta igualdad mineralógica nos indica no sólo que la cuenca de drenaje de este barranco no ha sufrido cambios en cuanto al roquedo arenado, sino que también supone que tanto el Barranc de Xinxilla como el de la Font del Campello tienen una misma base mineralógica y que la única diferencia entre ambos estriba en el mayor porcentaje de carbonato cálcico del segundo, la menor alteración de los materiales y la mayor proporción de opacos, tanto naturales como de alteración.

Si clasificamos los minerales según su procedencia, los resultados siguen siendo muy parecidos a los del Xinxilla: máximo predominio de los minerales resistentes, con valores que superan ampliamente el 60%, excepto en los dos niveles

B. FONT CAMPELLO

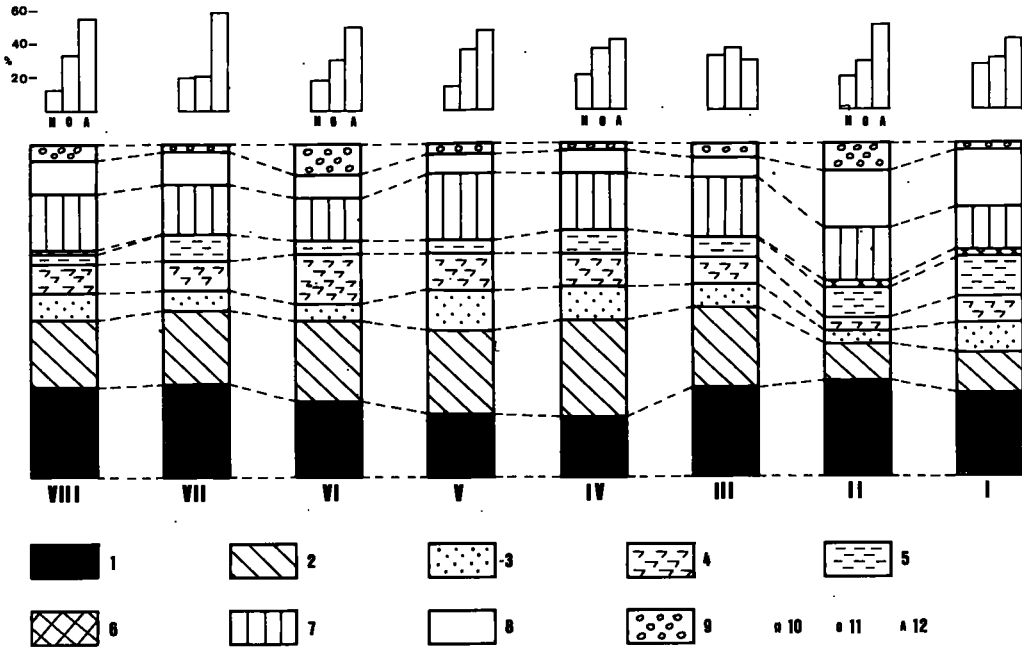


Fig. 12. — Histogramas mineralógicos de las muestras del Barranc de la Font del Campello. 1) Turmalina. 2) Circón. 3) Granate. 4) Rutilo. 5) Estaurolita. 6) Epidota. 7) Anfíboles. 8) Piroxenos. 9) Micas y cloritas. 10) Opacos naturales. 11) Opacos de alteración. 12) Alteritas.

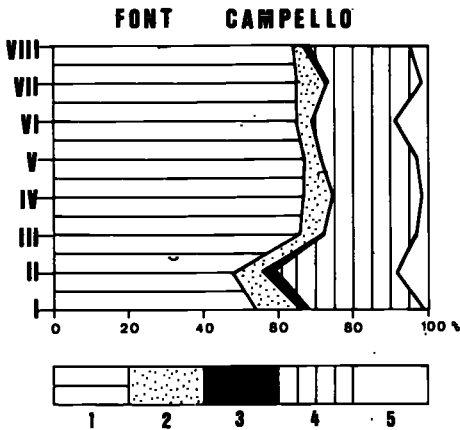


Fig. 13.—Composición mineralógica de las muestras del Barranc de la Font del Campello. 1) Minerales resistentes. 2) Minerales de metamorfismo. 3) Epidotas. 4) Minerales eruptivos. 5) Micas y cloritas.

más antiguos, en los que oscilan en torno al 50%. Entre estos minerales destacan la turmalina y el circón, con algo de rutilo y de granate. Los minerales de metamorfismo son muy escasos, siendo la estauroлита el único representante. Por lo que respecta a los minerales eruptivos, éstos están formados por hornblenda y algunos piroxenos. Las micas son algo más abundantes aquí que en el Xinxilla.

Pero si la composición mineralógica no permite la diferenciación de los distintos niveles, la morfología de los minerales sí que permite hacer algunas distinciones. En el nivel I la granos tienen un tamaño medio y grande y aparecen muy rodados, lo que sugiere un transporte muy largo o materiales muy antiguos. Por el contrario, en el nivel II los minerales tienen mayor calibre medio, son grandes y algunos incluso muy grandes y aparecen tanto rodados como angulosos, lo que supone una mezcla de materiales. En los niveles III y IV volvemos a encontrar las mismas características que en el I, aunque en éstos los granos no están tan rodados, lo que podría suponer un transporte algo menos largo. Por el contrario, en el nivel V los minerales son muy pequeños y muy angulosos. Esta gran diferencia morfológica nos induce a pensar en un cambio sustancial en el régimen de transporte, que tiene que haber sido corto y con materiales de origen puramente local. El nivel VI, por su parte, muestra unos minerales de talla media y muy rodados, lo que de nuevo indica que se ha producido un gran cambio en las condiciones de transporte, ya que estos materiales han de provenir de áreas muy alejadas o de la destrucción de materiales más antiguos. En el nivel superior, el VII, hay minerales de todos los tamaños y aparecen granos tanto rodados como angulosos, lo que de nuevo sugiere una remoción y mezcla de sedimentos. Por último, el nivel VIII presenta minerales de talla mediana y muy rodados, lo que indica un aprovisionamiento de largo recorrido o de la destrucción de materiales muy rodados.

4. PALEOHIDROLOGÍA DE LOS BARRANCOS ESTUDIADOS

En la actualidad los acarreos del Barranc del Xinxilla y del Barranc de la Font del Campello forman conjuntamente la llanura litoral que se extiende entre Orpesa y la Ribera de Cabanes. Las curvas de nivel, en la parte más interna de la llanura, dibujan una clara morfología de cono, la cual se va desdibujando a medida que nos acercamos a la costa. Sin embargo, la fotointerpretación revela la existencia del solapamiento de varios abanicos aluviales.

El abanico que presenta una situación más interna es el que forma el Barranc de la Font del Campello, inmediatamente después de salir del retablo montañoso. La existencia de este gran cono obliga al Barranc de Xinxilla a describir un abrupto codo y circular constreñido a los escarpes montañosos, hasta que el Xinxilla abre su propio cono, el cual se solapa con el anterior. Estos conos internos más antiguos podrían adjudicarse con toda probabilidad al Pleistoceno superior.

Estos conos antiguos están recorridos por una densa red de finos paleocauces que van señalando las distintas divagaciones de los cursos a través de los tiempos.

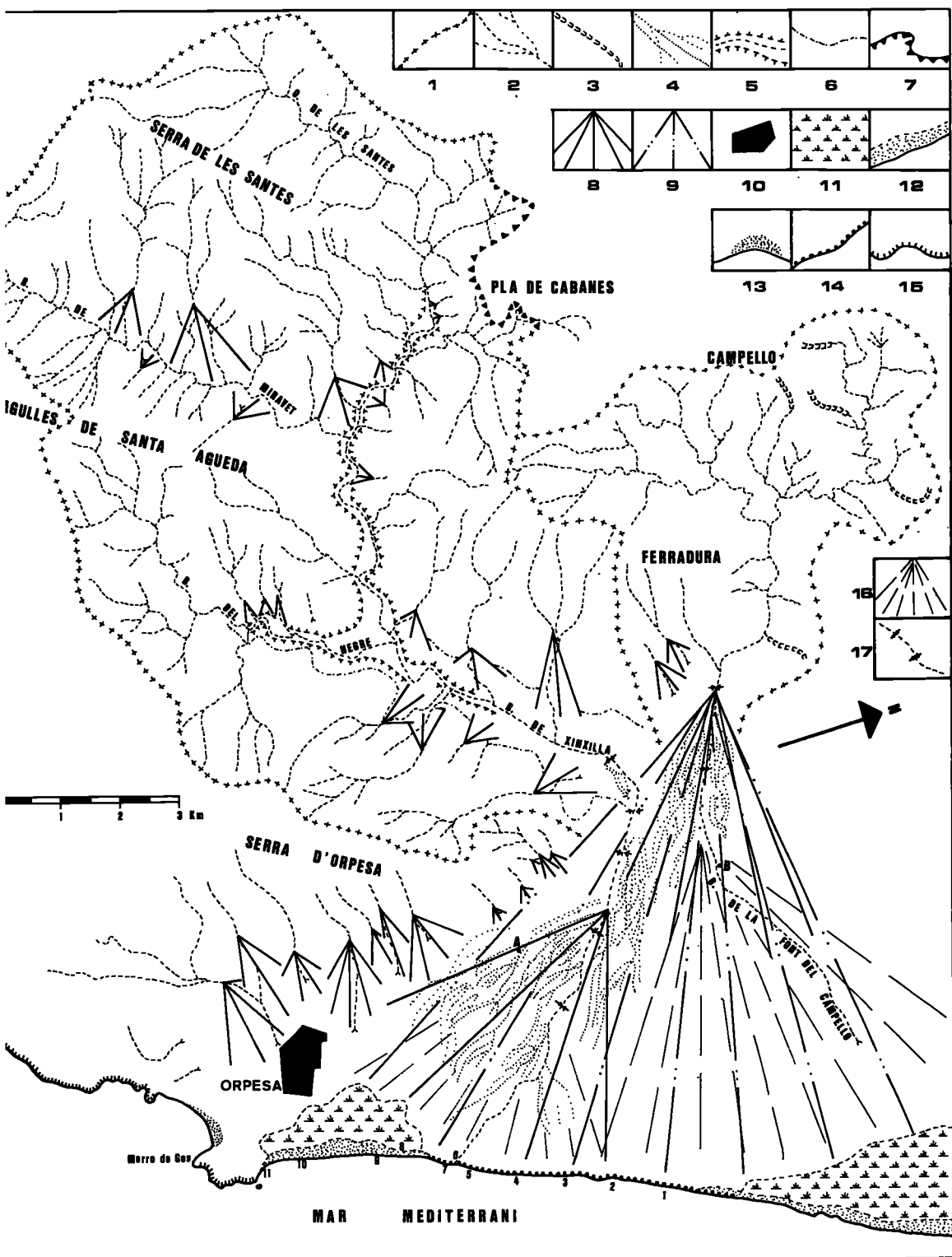


Fig. 14. — Esquema geomorfológico de la zona estudiada. 1) Límite de la cuenca. 2) Curso fluvial. 3) Barrancos de fondo plano. 4) Paleocauces. 5) Terrazas. 6) Límite superior terrazas. 7) Escarpe. 8) Cono holoceno del Xinxilla. 9) Cono pleistoceno. 10) Núcleo urbano. 11) Albufera. 12) Restinga. 13) Playa de arena. 14) Playa de cantos. 15) Acanalado medio. 16) Conos actuales. 17) Escalones en cursos fluviales.

Donde desaparecen los paleocauces se inicia el abanico holoceno, que se solapa con los conos más antiguos, sobre todo el amplísimo cono holoceno del Barranc de la Font del Campello. Esta morfología es muy parecida a la que existe tanto en la desembocadura de la Rambla de Cervera como en la del Riu Cervol (SEGURA, *in fieri*).

Pero aunque en superficie sólo se pueden apreciar dos conos que se solapan, en profundidad es muy posible que exista un tercero más antiguo, ya que los escalones que se observan en la parte proximal del cono pleistoceno dejan al descubierto unos niveles de materiales muy encostrados. Estos probablemente podrían asociarse a los depósitos C_2 de la Rambla de Cervera (SEGURA, *in fieri*). De ello parece deducirse la existencia de un cono más antiguo cuya edad podría atribuirse al Pleistoceno medio. Este cono queda recubierto por los otros dos conos anteriormente mencionados.

Hoy en día en el lecho funcional de los barrancos se están formando brucas rupturas de pendiente que dejan en resalte —puesto que los niveles de materiales finos son arrancados— los estratos de materiales más gruesos y más cementados. En el Barranc de Xinxilla pueden observarse seis rupturas de pendiente, mientras que en el Barranc de la Font del Campello sólo se reconocen dos. En realidad son escalones de menor envergadura que los que existen en la Plana de Vinaròs-Benicarló (SEGURA, *in fieri*). Sin embargo, en la Plana de Orpesa-Torreblanca se produce una coincidencia más clara entre la formación de estos escalones y el arranque o difluencia de los paleocauces más importantes, algo que en los ámbitos más septentrionales no se hacía tan patente.

5. ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO DE LAS MUESTRAS PLAYERAS

Para comprobar la posible importancia de la aportación de los sedimentos de los conos en la acumulación playera se han tomado una serie de muestras en las playas que se extienden entre el Morro del Gos (Orpesa) y la Torre de la Sal (Ribera de Cabanes). La situación de las muestras, de Norte a Sur, es la siguiente:

1. Torre de la Sal. Muestra tomada al sur del afloramiento de eolianitas.
2. Playa de Roquetes del Pacre, al norte del *camping* Blavamar. Playa de pequeñas gravas. Muestra tomada del estrán emergido.
3. Playa de Roquetes Rogés. Estrán emergido.
4. Al sur de les Roquetes Roges, pequeña ensenada al abrigo de afloramientos continentales. Muestra tomada en el estrán emergido.
5. Norte de la desembocadura del Xinxilla. Estrán emergido.
6. Interior desembocadura del Xinxilla, a unos 150 m de la playa.
7. Muestra tomada en la restinga de l'Albufereta d'Orpesa, al sur de la desembocadura del Xinxilla.
8. A la altura del hotel Korál, muestra tomada a unos 100 m de la playa, en el interior de la marjal.

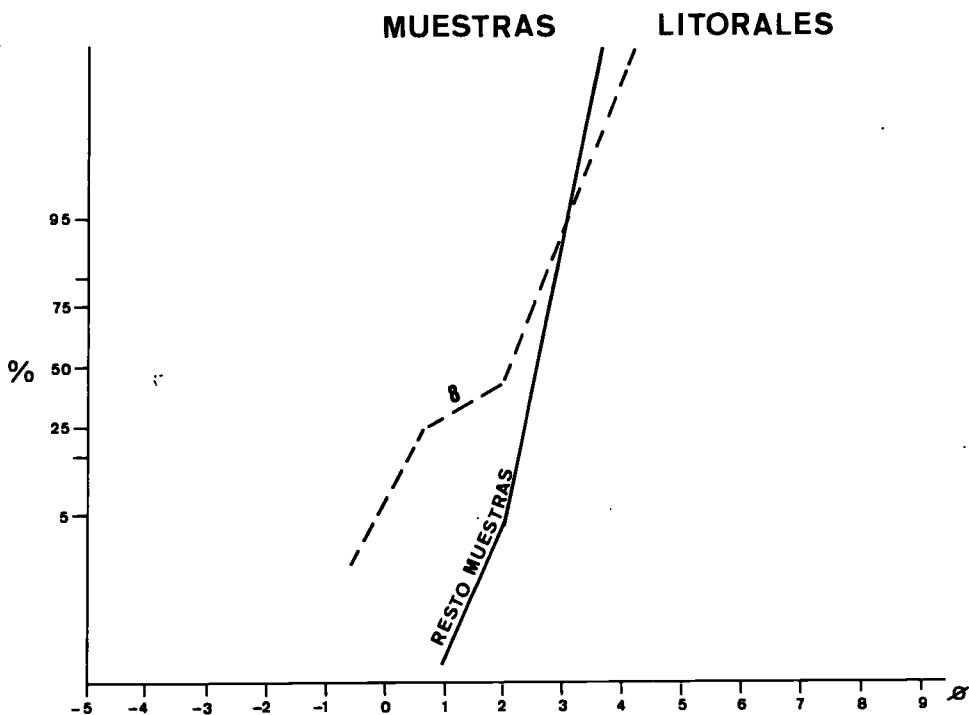


Fig. 15. — Curvas granulométricas de las muestras litorales

9. Frente al hotel Koral, al final de la marjal de l'Albufereta d'Orpesa. Muestra tomada en el estrán emergido.
10. Muestra tomada al norte del Morro del Gos, pero en la zona media de la ensenada, también del estrán emergido.
11. Tomada unos 100 m al norte del Morro del Gos. Estrán emergido.

Todas estas muestras son típicamente playeras, por lo que su calibre es moderado. Las medias más frecuentes (cuadro 1) se sitúan entre $2'4 \varphi$ y $2'7 \varphi$, aunque los casos extremos se encuentran en $1'78 \varphi$, que es la muestra playera que presenta mayor calibre medio (la número 8, que corresponde a la marjal) y la que presenta un diámetro más pequeño, que es la muestra 9, con una media de $2'75 \varphi$. Todas las muestras presentan una buena clasificación, que es excelente en el caso de la muestra 6, y tan sólo moderada en las muestras 9, 7, y 8. Esta última es la que presenta la peor clasificación, lo cual no es extraño si tenemos en cuenta que ya corresponde a terrenos de marjal.

Por lo que respecta a la skewness, los valores denotan que en todas las muestras ha predominado la decantación, excepto en la número 8, mencionada anteriormente, en la que se apreciaría un cierto lavado. La realidad es que todas las muestras presentan valores muy próximos a cero, lo que significa que todo el ma-

CUADRO 4

| N.º muestra | Resistentes | Metamórficos | Epidota | Eruptivos | Micas-Cloritas |
|-------------------------|-------------|--------------|---------|-----------|----------------|
| B. Xinxilla | | | | | |
| VII | 52 | 6 | 4 | 34 | 4 |
| VI | 67 | 10 | 1 | 22 | — |
| V | 69 | 6 | — | 23 | 2 |
| IV | 60 | 8 | 1 | 28 | 3 |
| III | 67 | 7 | 2 | 22 | 2 |
| II | 61 | 8 | 3 | 17 | 1 |
| I | 63 | 3 | 2 | 31 | 1 |
| B. Font Campello | | | | | |
| VIII | 64 | 3 | 1 | 27 | 5 |
| VII | 65 | 8 | — | 25 | 2 |
| VI | 65 | 4 | — | 22 | 9 |
| V | 67 | 4 | — | 26 | 3 |
| IV | 67 | 7 | — | 24 | 2 |
| III | 66 | 6 | — | 25 | 3 |
| II | 48 | 9 | 2 | 33 | 8 |
| I | 54 | 12 | 2 | 30 | 2 |
| Litoral | | | | | |
| 1 | 5 | 2 | 3 | 14 | 76 |
| 2 | 26 | 13 | 26 | 30 | 5 |
| 3 | 13 | 6 | 27 | 34 | 20 |
| 4 | 16 | 3 | 29 | 31 | 21 |
| 5 | 2 | 13 | 14 | 7 | 64 |
| 6 | 19 | 8 | 34 | 23 | 16 |
| 7 | 9 | 12 | 33 | 14 | 31 |
| 8 | 11 | 12 | 29 | 9 | 39 |
| 9 | 4 | 15 | 30 | 16 | 33 |
| 10 | 17 | 13 | 40 | 22 | 8 |
| 11 | 17 | 11 | 38 | 23 | 11 |
| Riu Coves | 18 | 17 | 24 | 31 | 10 |

terial está bien clasificado. Las curvas, muy empinadas, también confirman esta excelente selección. Esta es precisamente una de las características principales de los materiales playeros, ya que el oleaje es un agente bastante selectivo y la actuación del viento en la playa acaba de seleccionar el material.

En la mayoría de las muestras playeras estudiadas hay un predominio absoluto de la saltación como modalidad de transporte, ya que afecta al 95% del total. El 5% restante es transportado por rodamiento y el punto de ruptura entre ambas modalidades se instala en 2ϕ . Por el contrario, la muestra 8 presenta unas características peculiares: 25% de material en rodamiento, 25% en saltación y 50% en suspensión, situándose los puntos de ruptura en 0.5ϕ y 2ϕ , respectivamente.

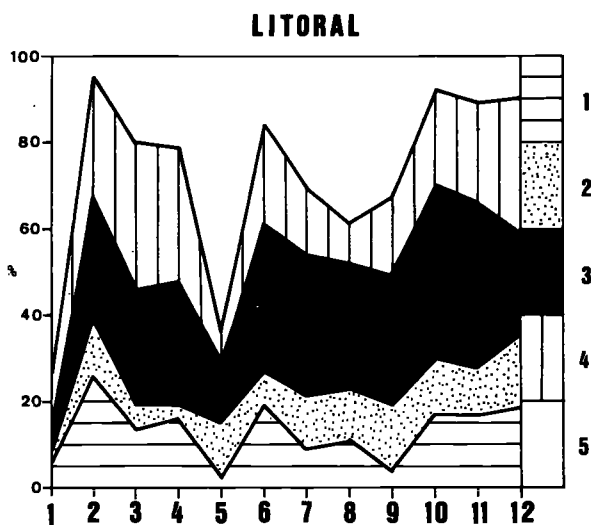


Fig. 16.—Composición mineralógica de las muestras litorales.
 1) Minerales resistentes. 2) Minerales de metamorfismo. 3) Epidota. 4) Minerales eruptivos. 5) Micas y cloritas.

Mineralógicamente todas las muestras litorales —incluida la tomada en la zona más costera de la marjal— son bastante parecidas y muy distintas a los cortes analizados anteriormente. Por término medio estas muestras presentan una menor proporción de carbonatos (normalmente entre 25% y 33%), así como una cantidad irrelevante de óxidos de hierro (de 0'20 a 0'70), como puede verse en el cuadro 2. Sin embargo, estas muestras son mucho más ricas que las continentales en proporción de fracción densa, con porcentajes poco frecuentes, ya que, en algunos casos, llegan a un 7'5%, como es el caso de la muestra 4, o incluso a un 15'5%, como en la muestra 9. La única explicación para este incremento local es una localización deprimida que favorezca la acumulación de los minerales densos.

Son unas muestras extremadamente alteradas, puesto que con mucha frecuencia superan las 200 alteritas por cien especies transparentes, llegándose a alcanzar valores de 440 (muestra 1) e incluso 493 en la muestra que se tomó con una finalidad comparativa en el Riu de les Coves. Con estos elevadísimos índices de alteración no es extraño que las asociaciones mineralógicas predominantes sean: epidota-clorita o clorita-epidota.

Hay que señalar la gran diferencia mineralógica que separa estas muestras de las continentales. Los minerales resistentes que allí predominaban aquí presentan en ocasiones valores muy inferiores al 20% (cuadro 4). Por el contrario, la epidota, que allí presentaba valores irrelevantes aquí tiene porcentajes que oscilan entre 9% y 34%. Por otra parte, los minerales de metamorfismo también experimentan un incremento sustancial, con la particularidad de que en los conos era la estaurolita el máximo representante, mientras que en las muestras playeras lo

es la andalucita. Del mismo modo hay que destacar la disminución de anfíboles y la sustitución de los piroxenos oscuros por piroxenos transparentes tipo enstatita y diópsido. Pero, sin lugar a dudas, es la gran presencia de clorita (mineral de alteración) lo que concede originalidad a estas muestras.

La morfología de los granos minerales no permite diferenciar entre las distintas muestras. Todos los minerales son de gran tamaño y se presentan rodados, lo que sugiere una única fuente de alimentación y un transporte largo. Solamente las muestras más cercanas al afloramiento del Morro del Gos presentan mezcla de materiales. Unos tendrían origen local, mientras que el resto, como en las muestras anteriores, habrían sido transportados por la corriente de deriva, que en este sector presenta una componente N-S, como también sucede en el óvalo valenciano (SANJAUME, 1985, p. 401).

La muestra que se tomó del Riu de les Coves, aunque se encontraba alteradísima, presenta una composición mucho más parecida a la de las muestras playeras del sector estudiado que no el Barranc de Xinxilla o el de la Font del Campello. De ello podría deducirse que es el primero de los ríos citados el que aprovisiona de material a las playas más meridionales, aunque no se descarta un sustrato (que ahora podría provenir del estrán sumergido) con minerales correspondientes a los aportes del río Ebro.

6. CONCLUSIONES

De todo lo expuesto anteriormente se podría concluir que en relación a los conos existe una superposición de varios abanicos. En superficie pueden reconocerse dos conos en cada barranco (el Pleistoceno superior y el Holoceno), aunque estos sedimentos más recientes están recubriendo otros materiales de abanicos más antiguos. Por lo que se refiere a la evolución de los conos superficiales se ha detectado una movilidad extraordinaria de los canales, como demuestra la existencia de numerosos paleocauces.

Aparentemente la deposición se inició en la parte central, que fue la que primero se colmató, y después se habrían ido rellenando las áreas marginales. Con posterioridad, en una segunda fase dentro del Holoceno, se ha producido el encajamiento del actual barranco en sus propios sedimentos. La juventud de este encajamiento explicaría la formación de los escalones como un intento de adaptación, por parte del perfil longitudinal del barranco, a los cambios climáticos y eustáticos recientes. Asimismo, la ubicación de estos escalones junto a las diluencias de los paleocanales, significaría el esfuerzo que estos cursos fluviales han realizado con el fin de adaptarse a un nuevo trazado.

Por lo que se refiere a la zona costera es muy probable que la restinga que cerró l'Albufereta d'Orpesa arrancara en el cono pleistoceno del Barranc de Xinxilla y se adosara a los contrafuertes del espolón del Morro del Gos. Por su lejanía, no es probable que los materiales del Barranc de la Font del Campello hayan contribuido a su colmatación. Es más fácil que haya sido obra del Xinxilla. Sin

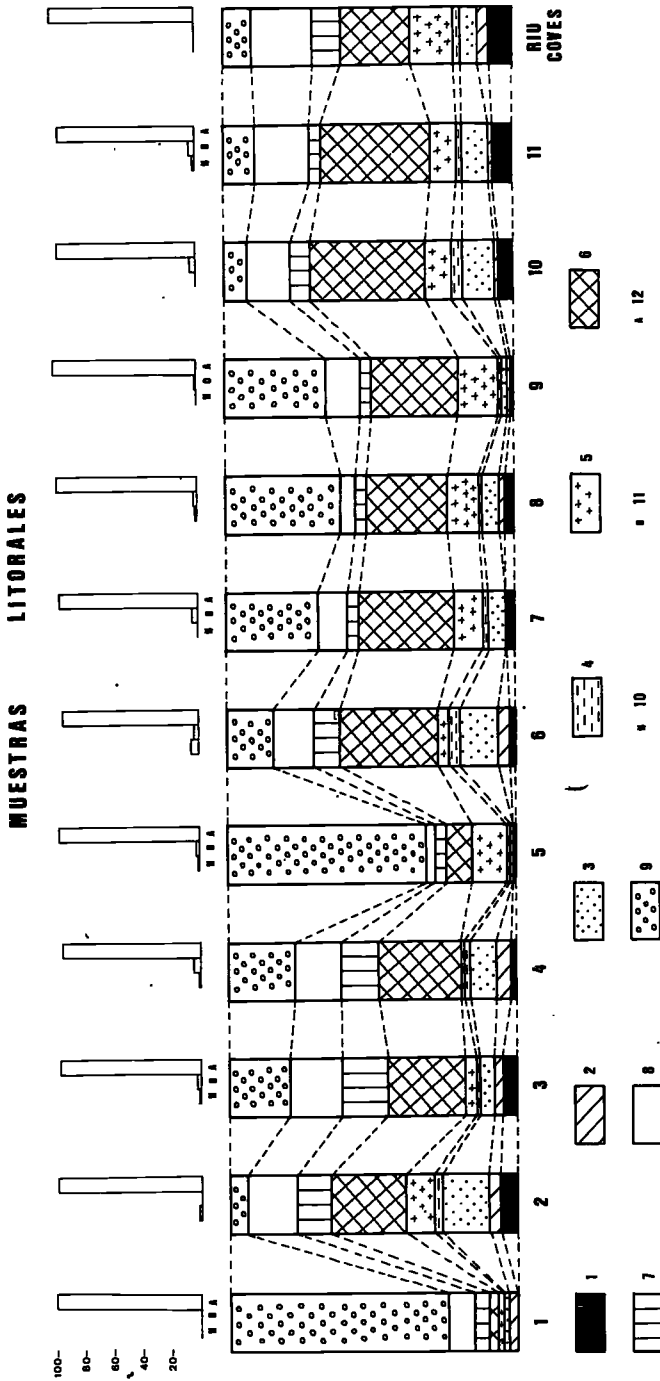


Fig. 17. — Histogramas mineralógicos de las muestras litorales. 1) Turmalina. 2) Circón. 3) Granate. 4) Estauroлита. 5) Andalucita. 6) Epidota. 7) Anfíboles. 8) Piroxenos. 9) Micas y cloritas. 10) Opacos naturales. 11) Opacos de alteración. 12) Alteritas.

embargo, las diferencias mineralógicas existentes entre los ámbitos de marjal más cercanos a la playa y los aportes del Xinxilla, parecen sugerir que la aportación desde la playa —gracias a los vientos del primer cuadrante— ha sido mucho más importante de lo que cabía suponer en un primer momento.

Resulta muy llamativo ver que en las acumulaciones playeras actuales no hay ninguna influencia de los barrancos mencionados. Esto hace pensar que dichos barrancos habrán sido funcionales durante el Pleistoceno y, quizá, en los primeros momentos del Holoceno, pero que en la actualidad han perdido beligerancia, al igual que ha sucedido con el Vinalopó en la Albufera de Santa Pola (SANJAUME, GOZÁLVEZ, 1978, p. 90), y sus aportes no llegan a la playa, sino que se quedan como mantos de inundación sobre el mismo cono.

Las playas de este sector se ven alimentadas por materiales más septentrionales que transporta la deriva litoral. Por comparación con la mineralogía del Riu de les Coves podría ser que este río tuviera más importancia en cuanto al aprovisionamiento de material que los propios barrancos de los conos litorales. Aunque, por otra parte, también podría suceder que el aporte procediese de las zonas costeras sumergidas. Estos materiales llegarían a la orilla mediante las corrientes transversales y podrían contener un sustrato de materiales aportados por el Ebro en épocas de regresión que, sin duda, es el colector de mayor envergadura, tanto por la extensión de su cuenca como por su caudal y el volumen de sedimentos aportados al mar.

BIBLIOGRAFIA

- BULL, W. B. (1977): «The alluvial fan environment», *Progr. in Phys. Geogr.*, 1, pp. 222-270.
- CANEROT, J. (1974): *Recherches géologiques aux confins des Chaînes Ibérique et Catalane*, Madrid, ENADIMSA, 517 pp.
- DOEGLAS, D. J. (1962): «The structure of sedimentary deposits of braided rivers», *Sedimentology*, 1, pp. 167-190.
- FOLK, R.; WARD, W. (1957): «The Brazos River Bar: A study in the significance of grain size parameters», *J. of Sed. Petrol.*, 27, pp. 3-26.
- MIALL, A. D. (1978): «Litofacies types and vertical profiles modes in braided river deposits», in MIALL, A. D. (ed.): *Fluvial Sedimentology*, Calgary, Com. Soc. of Petrol. Geol., 859 pp.; cf. pp. 597-605.
- MIALL, A. D. (1985): «Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits», *Earth Science Rev.*, 22, pp. 261-308.
- NIELSEN, T. H.; MOORE, T. E. (1984): *Bibliography of alluvial-fans deposits*, Norwick, Geo Books, 96 pp.
- RACHOCKI, A. (1981): *Alluvial fans*, London, John Wiley & Sons, 161 pp.
- RUST, B. R. (1978): «Depositional models for braided alluvium», in MIALL, A. D. (ed.): *Fluvial Sedimentology*, Calgary, Com. Soc. of Petro. Geol., 859 pp., cf. pp. 605-627.
- SANJAUME, E. (1985): *Las costas valencianas. Sedimentología y morfología*, Valencia, Sección de Geografía, Universidad de Valencia, 505 pp.
- SANJAUME, E.; GOZÁLVEZ, V.: «L'Albufera d'Elx y su litoral», *Cuad. de Geogr.*, 23, pp. 83-106.
- SEGURA, F.; SANJAUME, E. (1985): «Barrancos y conos en el sector septentrional del macizo del Desert de les Palmes», Murcia, *IX Coloquio de Geografía*.
- SIMÓN GÓMEZ, J. L. (1982): *Compresión y distensión alpinas en la Cadena Ibérica oriental*, Universidad de Zaragoza, tesis doctoral, 501 ff., 2 vols.