

— (Instituto Geológico y Minero de España), (1976).—Mapa geológico de España, E. 1 : 50.000 «Santander» (35), 19-4. *Inst. Geol. Min. Esp.*, 41 pp.

MENGAUD, L. (1920).—*Recherches géologiques dans la région cantabrique*. Th. Fac. Sc. Toulouse.

MOP (Ministerio de Obras Públicas), (1971).—Estudio previo de terrenos. Autopista del Cantábrico. Tramo: Unquera-Santander. *Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Carreteras. División de Materiales*. 113 pp.

G. Flor (*).—LOS CARBONATOS BIÓGENICOS EN LOS DEPOSITOS ARENOSOS DE LAS PLAYAS DEL LITORAL ASTURIANO

La costa asturiana está alineada en dirección E-W, dentro del conjunto cantábrico, donde la morfología del Cabo Peñas supone una anomalía importante frente a la corriente costera, que sigue una trayectoria hacia el E. Esta alineación estaría relacionada con una gran fractura (d'OZOUVILLE, 1971) y la elevación continuada del Bloque Cantábrico se llevaría a cabo a lo largo de la misma, como lo demuestran las rasas y depósitos del Cuaternario antiguo y la escasa potencia sedimentaria actual del borde costero y plataforma interna.

Los depósitos arenosos costeros dependen en gran parte del material disponible (las descargas fluviales proporcionan los componentes insolubles: cuarzo, fragmentos de roca, etc. mientras que los restos biogénicos los aporta el medio marino), de la morfología costera, la corriente costera que los distribuye y de la propia historia geológica.

El río Navia aporta gran cantidad de cuarzo, esquistos y pizarras, los cuales se dejan notar hasta rebasada la localidad de Luarca, en que los fragmentos son de arena más fina. Este hecho es similar al del río Nalón, que desemboca en S. Juan de la Arena, donde el componente de carbón detrítico, procedente de las cuencas mineras, se extiende hasta más al oriente de Avilés. El río Sella aporta fundamentalmente cuarzo. El Eo desemboca en un amplio estuario, en longitud, con buen desarrollo de fangos en la mitad superior, al igual que la ría de Villaviciosa, de dimensiones más reducidas; el primero presenta un frente submareal rocoso, de forma que todo el sedimento que llega al estuario queda atrapado en él, mientras que en el de Villaviciosa, más evolucionado, permite un intercambio con el litoral.

El tipo de mareas, que actúa sobre el litoral, es de las denominadas semidiurnas y con rangos mareales medios (mesomareales), moviéndose la onda mareal de W a E.

Los oleajes del NW son los más frecuentes. Los tendidos del NE actúan principalmente en verano; ambos producen acreción en playas. Los del NW-N y NE son típicos de tormenta y erosionan la playa.

(*) Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias. Oviedo.

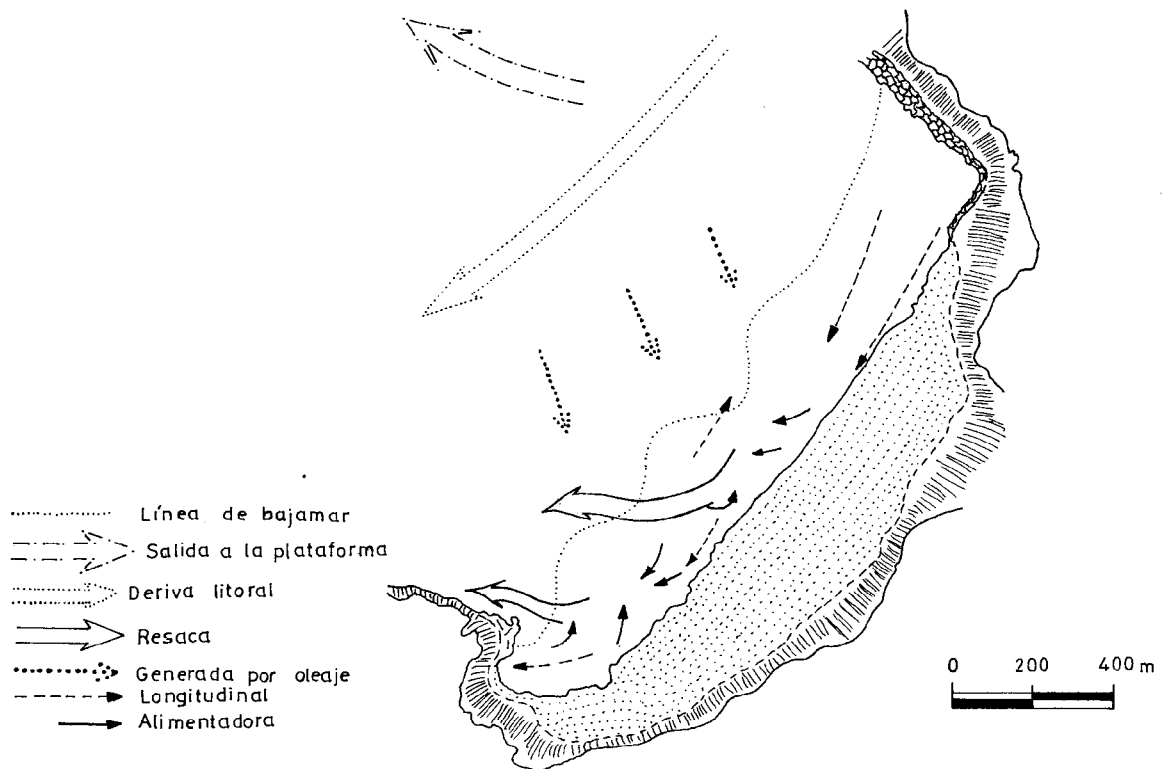
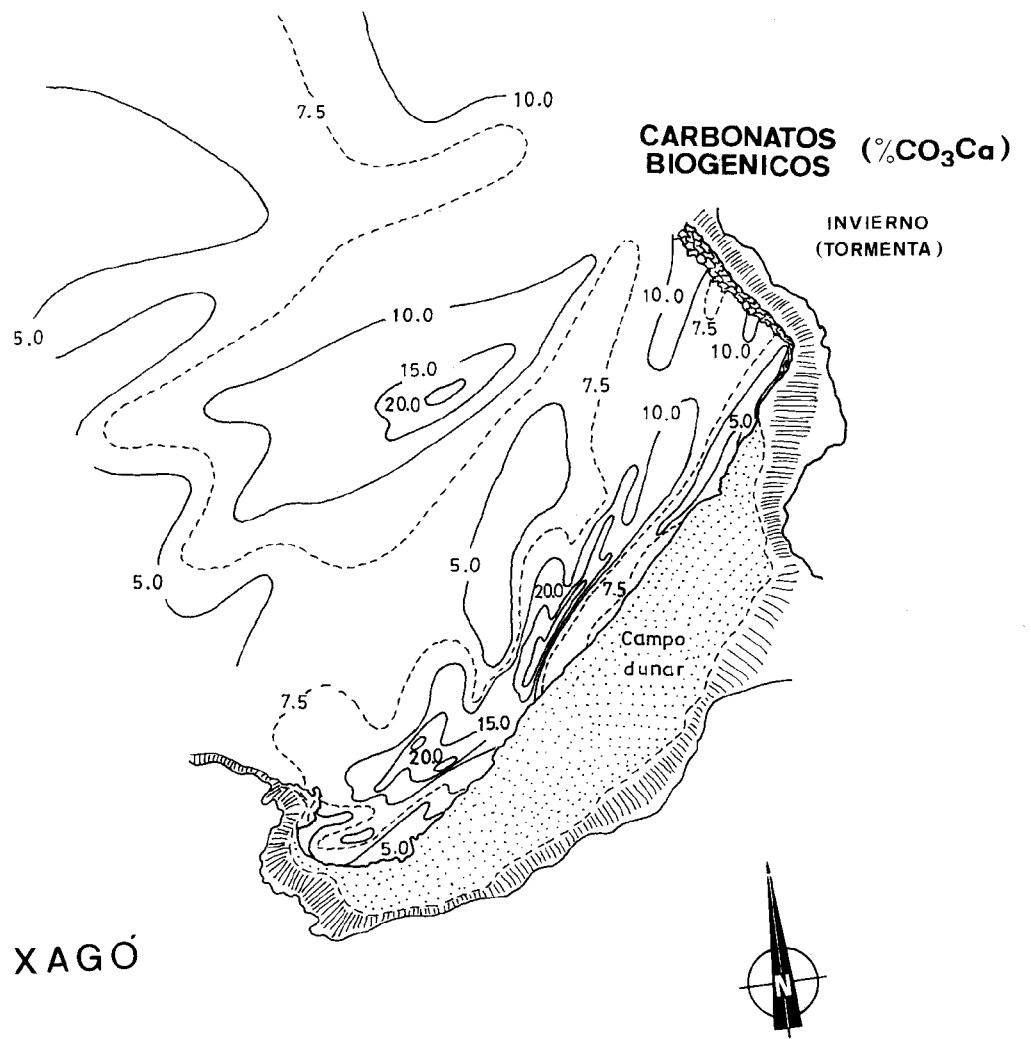


Fig. 1

CARBONATOS COMO PARAMETROS DINAMICOS

Es posible deducir la dinámica de la playa, a partir de la repartición del contenido carbonatado (CO_3Ca , expresado en %), teniendo en cuenta que altos porcentajes implican áreas de fuerte energía y bajos, zona de sombra o lavado y puntos extremos de actuación de corrientes.

Una de las playas que mejor ilustra esta idea es la de Xagó, orientada al SW-NE y situada inmediatamente al E de la desembocadura de la ría de Avilés. Con ocasión de tormentas, particularmente frecuentes en invierno, los frentes de oleaje, que provienen del NW-N y N-NE, provocan una corriente de deriva litoral (*drift current*), que se mueve hacia el W; las corrientes inducidas por el oleaje (*wave surge currents*) se introducen en la playa y van a generar dos corrientes de resaca (*rip currents*) y una serie de corrientes longitudinales (*longshore currents*), que son las responsables de la deriva del material en la playa hacia el borde occidental, y en conjunto constituyen la respuesta a las corrientes de entrada. Las corrientes alimentadoras (*feeder currents*) se encargan de aportar material a las de resaca, siendo de corta extensión. La corriente de salida a la plataforma se sitúa en la zona submareal, en posición central (*output to the shelf*; SWIFT 1975). (Figura 1).

RELACION MEDIA-CARBONATOS

En general, se advierte una estrecha relación entre ambos parámetros, en el sentido de que al aumentar el tamaño de grano el contenido carbonatado tiende a ser mayor; donde estos parámetros no son correlativos se habla de componente residual (SÁNCHEZ DE LA TORRE y FLOR, 1976). A lo largo de la plataforma y al alejarnos de la costa, su promedio se hace menor, disminuyendo a la vez el tamaño de grano (PILKEY, 1964).

Al diferenciar en conjuntos inter y submareales, los contrastes Media-Carbonatos permiten determinar el grado de equilibrio del componente carbonatado en el total de la muestra, así como la diferenciación, en ciertos casos, de los subambientes de playa.

Se separan las áreas inter y submareal en las diferentes épocas de verano(calma) e invierno(tormenta) y la submareal de tormentas del borde nororiental del Cabo Peñas (FLOR, 1977).

Como norma general, se deduce un mejor índice de correlación en las áreas submareales que en las intermareales; también se produce una mejoría de verano a invierno, como resultado de una mayor homogenización de todos los tamaños de grano del depósito. Las playas del borde nororiental del Cabo Peñas (Bañugues, Luanco y Antromero) adquieren peores grados de correlación a medida que el área submareal se hace más reducido. En la playa de Xagó los índices son medios en la intermareal y nulos en la submareal, probablemente debido al bajo promedio carbonatado total, que se concentra en mayor proporción en la primera.

TABLA I

Relación Media (Mz) - Carbonatos (% CO₃Ca)

PLAYA	EPOCA	INTERMAREAL	SUBMAREAL	SUBMAREAL DE TORMENTAS	
XAGO	Verano	0.7372	0.3412		
	Invierno	0.7531	0.0141		
VERDICIO	AGUILERINA	Verano	0.6988		
		Invierno	0.8646		
	AGUILERA	Verano	0.0200		0.6809
		Invierno	0.1697		0.8870
TENRERO	Verano	0.3010	0.5202		
	Invierno	0.2326	0.8589		
BAÑUGUES	Verano	0.6627	0.7193		
	Invierno	0.5809	0.8684		
LUANCO	Verano	0.3280	0.3393		0.9987
	Invierno	0.2914	0.1204		
ANTROMERO	Verano	0.2777	----		0.9855
	Invierno	0.6336	0.0640		
CARRANQUES	Verano	0.5217	0.8709		
	Invierno	0.4880	0.9493		
TRANQUERU	Verano	0.9457	0.5568		
	Invierno	0.9042	0.9508		
XIVARES	Verano	0.4382	0.0889		
	Invierno	0.7229	0.7664		

CALCIMETRIAS POR FRACCIONES

Se diferencian varios tipos de curvas (Figura 2):

- Bimodales, con un máximo en tamaños superiores y otro en los medios, propias de áreas intermareales y submareales indistintamente.

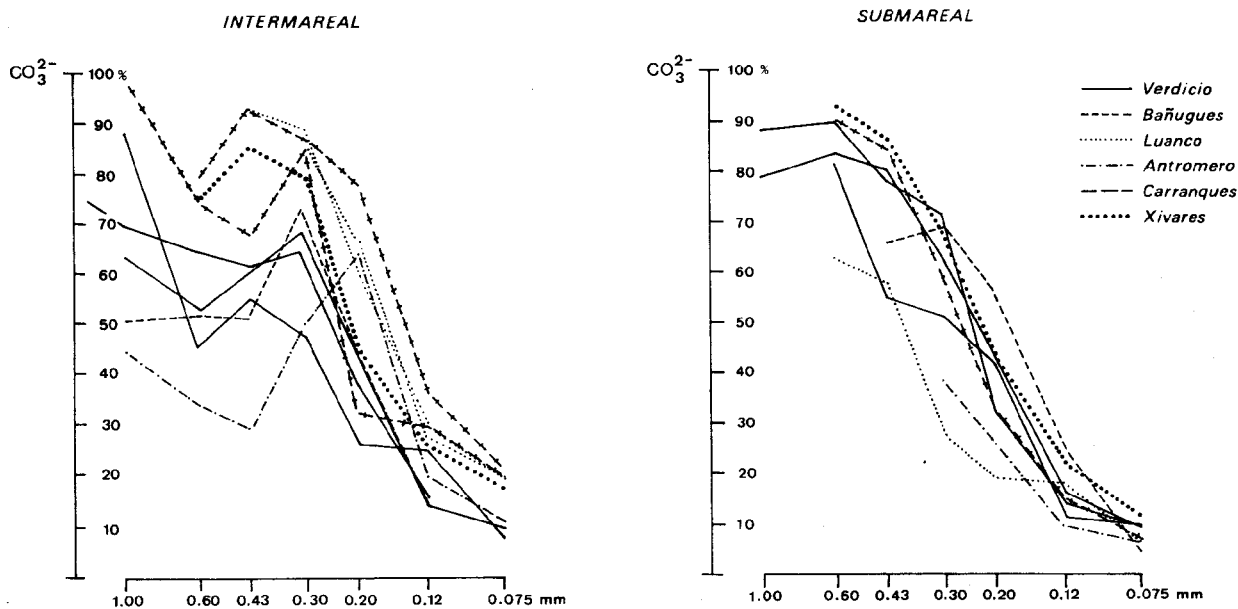


Fig. 2

- Unimodales, con un máximo en las fracciones intermedias, repartidas tanto en las inter como submareales.
- Unimodales, con máximos en los tamaños superiores, disminuyendo el contenido carbonatado al decrecer el tamaño de grano; se dan tanto en la zona inter como submareal, pero en buena parte de las playas lo hacen únicamente en la submareal.

Las distribuciones bimodales las explica CHAVE (1960, 1964) debido a que la abrasión de Lamelibranquios produce gran cantidad de finos y escasos intermedios. Para PILKEY et al. (1967) se debería más bien a una adición de partículas de carbonato de tamaños mayores.

Puede concluirse que el último tipo de curvas es el resultado final al que tienden los dos primeros, siendo, por tanto, el estado de equilibrio del conjunto carbonatado biogénico en la granulometría.

REPARTICION DE BIOCLASTOS EN LA GRANULOMETRIA

En arenas calcáreas del área del Caribe - Bermuda, FALLS y TEXTORIS (1972) comprueban la dominancia de Moluscos, que decrecen en número hacia los finos, y *Halimeda*; los Foraminíferos son máximos en 0.50 Ø (0.71 mm.), como resultado de la abrasión.

Las formas más frecuentes que componen el residuo carbonatado son: Lamelibranquios, Gasterópodos, Equinodermos, Balanos, Foraminíferos, Briozoos, Esponjas, Algas calcáreas, Ostrácodos, Crustáceos y Serpúlidos.

Llamaremos tamaños superiores a los mayores de 0,43 mm, medios a los comprendidos entre 0,30 y 0,20 mm, ambos inclusivos, e inferiores a los menores de 0,20 mm.

Los Lamelibranquios, que son siempre mayoritarios, son siempre máximos en las fracciones más gruesas, disminuyendo en las intermedias, para volver a

aumentar en las inferiores; este hecho es siempre constante, tanto para la zona inter como submareal.

Los Gasterópodos son bastante irregulares en cuanto a su distribución; suelen ser más abundantes en los tamaños superiores y medios.

Los Equinodermos, en la zona intermareal, son más frecuentes en las fracciones medias, con reparto importante, en algunas ocasiones, en las superiores e inferiores; en la submareal se distribuyen en las superiores y medias.

Los Balanos son más abundantes en las fracciones superiores y medias.

Los Briozoos destacan en las medias e inferiores, lo mismo que los Foraminíferos; estos últimos aparecen como individuos enteros.

Los Ostrácodos suelen aparecer en las intermedias, particularmente en el área submareal.

Las Algas calcáreas, cuando aparecen, se concentran en los tamaños mayores, lo mismo que los restos de Crustáceos y Serpúlidos.

Las Espículas de Esponjas, en la intermareal, aparecen en mayor número en los finos, mientras que en la submareal abundan en los medios y finos.

En la zona submareal, a medida que nos alejamos de la costa, en playas con continuidad arenosa, se puede deducir lo siguiente: los Lamelibranquios, que eran máximos en fracciones mayores y menores, con poca oscilación en las intermedias, disminuyen el promedio general, notándose una disminución hacia los finos; los Equinodermos aumentan y son cada vez más abundantes en los intermedios; los Balanos acaban desapareciendo totalmente; los Briozoos, que abundan más en la intermareal y submareal somera, van ganando hacia los medios e inferiores, y los Foraminíferos aumentan ligeramente su promedio total; las Espículas de Esponjas son ahora más numerosas en la submareal somera, pero a partir de aquí decrecen en cantidad, repartiéndose también por las fracciones medias; los Ostrácodos son más frecuentes hacia los finos, en sectores muy alejados.

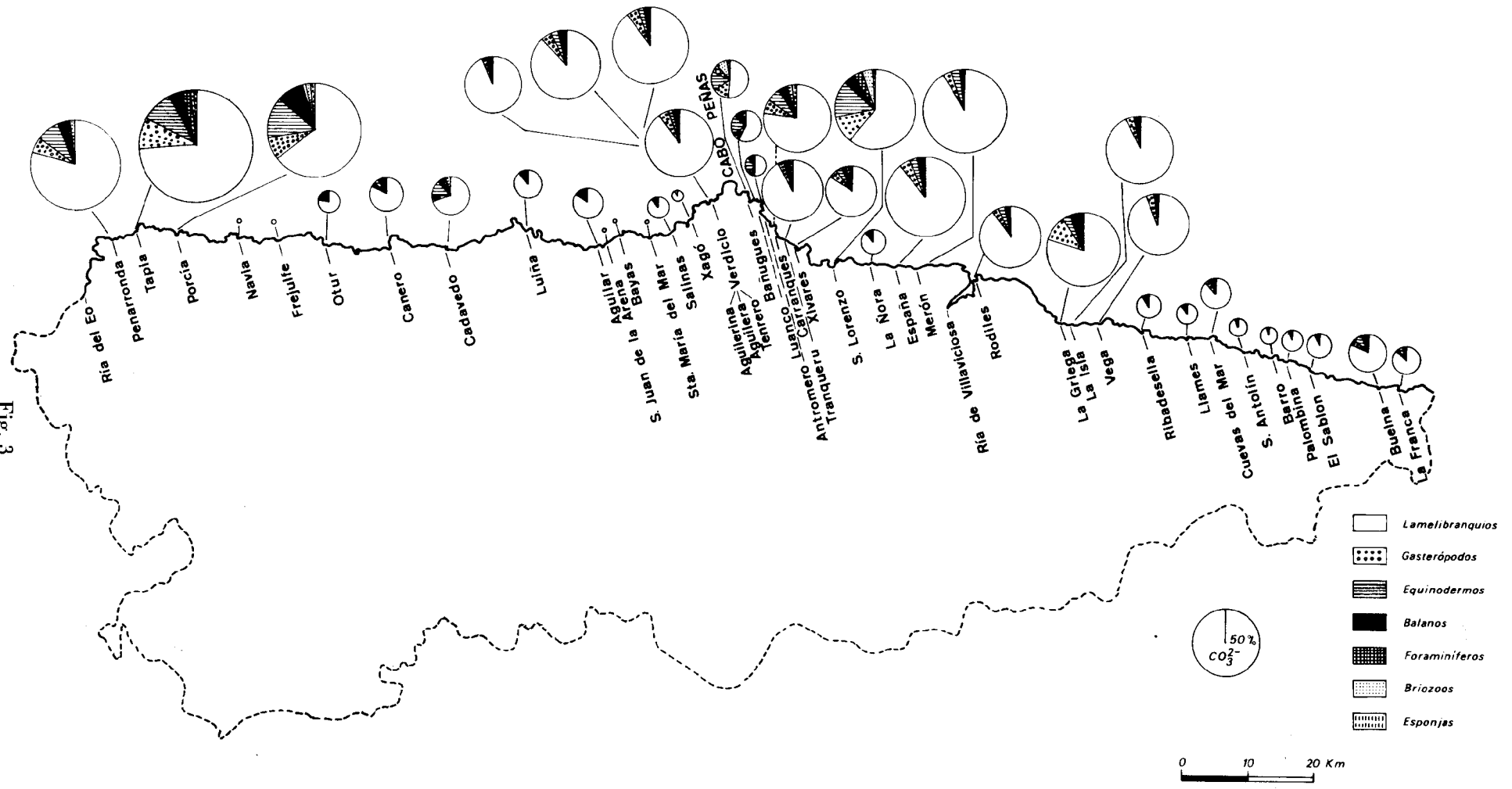
PROMEDIO CARBONATADO TOTAL

Para este análisis se han muestreado las playas arenosas más representativas del litoral asturiano, en su porción intermareal; con ello se consigue una mayor uniformidad de criterio y economía de medios. (Figura 3).

La mayor o menor cantidad de restos biogénicos es interpretada de muy diferente manera, no llegando la mayoría de los autores, a tener en cuenta otras variables. GORSLINE (1963) dice es el resultado del efecto de fuertes corrientes oceánicas, por una parte, y del transporte generado por las olas y calibrado (sorting), por otra. GILES y PILKEY (1965) piensan en un control de disponibilidad de materiales y de la energía de la ola; es claro que la energía del oleaje produce una fragmentación y abrasión de los restos biogénicos, permitiendo la existencia del material carbonatado. KEARY (1967) correlaciona el contenido carbonatado con la exposición de la costa.

Conocida la corriente costera, que recorre el litoral de W. a E., se induce,

Fig. 3



en varios tramos, tal trayectoria, al disminuir el contenido carbonatado hacia el E., por una fragmentación de los restos en este sentido (Tapia a Navia, Salinas a Xagó, Bañugues a Antromero, Carranques a Xivares, Gijón a Rodiles, la Griega a Llamas de Pría, etc.). La corriente costera al chocar con la geografía de Peñas origina corrientes de ascenso (*upwelling*), que a su vez son las responsables de los aportes nutrientes a la zona de Verdicio, donde aumenta extraordinariamente el contenido carbonatado; ya en el borde oriental del Cabo, al acercarse la corriente al litoral, produce nuevamente corrientes de ascenso: a la altura de Carranques, cuando dominan frentes de oleaje del N. y NE, o de Gijón, cuando los frentes son del NW.; en todos los casos aumentan fuertemente los restos biogénicos. Queda delimitada en el borde nororiental del Cabo, una zona de sombra (Bañugues, Luanco y Antromero) en que las condiciones de exposición de cada playa determina la proporción de carbonatos: cuanto mayor es la exposición, mayor es el contenido carbonatado, donde además queda registrado el sentido de la corriente costera hacia el SE. Este mismo fenómeno de exposición se repite en las playas de Verdicio, dominando este efecto al que provoca la corriente costera en las restantes playas, por lo que la distribución de carbonatos resulta ser exactamente contraria.

El aumento de carbonatos al E. de estuarios bien desarrollados en fangos (Eo y Villaviciosa) ratifica el sentido de la corriente costera. Son estos estuarios los que proporcionan nutrientes para un mejor desarrollo de las faunas costeras; en el primero, este efecto se deja notar en la playa de Tapia de Casariego y, en el segundo, en la de la Griega (Colunga). El alto contenido en las playas más occidentales (Penarronda a Porcía) es debido a este mismo efecto de aportes de nutrientes de las rías del litoral lucense y la propia del Eo, y al gran desarrollo de benches o plataformas de abrasión en los bordes acantilados.

En playas situadas en la desembocadura y al oriente de estuarios con grandes aportes fluviales, disminuyen los restos biogénicos carbonatados. EARLY (1967) aduce una disolución debida al material fluvial. Creemos mejor en un aporte de detríticos insolubles. Es neto el caso de Ribadesella, Navia y Frejulfe, La Arena y Bayas, etc., aunque en estas últimas los aportes son de carbón detrítico industrial.

Las playas de Santa María del Mar y Xagó, situadas inmediatamente al E. de las de Bayas y Salinas, de grandes dimensiones, rebajan considerablemente el contenido carbonatado por la casi inexistencia de hábitat rocoso para el desarrollo de faunas.

El contenido carbonatado se estabiliza en áreas donde no existe ningún estuario de uno u otro tipo y donde la morfología litoral es más o menos constante, como es el caso de los tramos comprendidos entre Canero y Aguilar y el sector del concejo de Llanes, oscilando entre el 13 y el 29 %.

La recuperación de carbonatos en ciertas playas (Salinas, Buelna, Canero, etc.) implica una amortiguación de los aportes detríticos insolubles procedentes de los ríos y transportados por la corriente costera.

El bajo promedio en la Ñora se debe a que la playa es de grano grueso

(arenas gruesas y gravillas), predominando la abrasión de los materiales del Jurásico detrítico del acantilado sobre la deriva de los restos biogénicos.

En la playa de Salinas, el promedio carbonatado se ve ligeramente reducido por la contaminación de residuos industriales, vertidos por la fábrica de Arnao e incorporados totalmente al sedimento.

Como norma general, en una playa aislada, la deriva costera no queda definida, porque los procesos de la circulación playera en conjunto son dominantes, sin embargo, entre playas contiguas o bien diferenciadas, separadas por un promontorio o tramo acantilado, el sentido queda perfectamente marcado.

CONTENIDO BIOCLASTICO

En cuanto a la relación de bioclastos en el total de la muestra, se determina la presencia e influencia de las plataformas de abrasión (*benches*) y si son playas protegidas o expuestas. (Figura 4).

Normalmente, las playas expuestas están representadas por una escasa variedad de organismos: Lamelibranquios, Gasterópodos, Equinodermos y Balanos, donde los primeros ocupan la casi totalidad. La mayor parte de las playas del litoral asturiano quedan dentro de esta categoría (Navia, Canero, Luiña, Xagó, Verdicio, Xivares, España, Ribadesella, etc.). Pero la presencia de importantes *benches* puede reducir el porcentaje de Lamelibranquios a favor de las restantes formas (Penarronda a Porcía, La Griega, Buelna). En el borde nororiental del Cabo Peñas, que constituye una zona de sombra, ya citada en diversas ocasiones, hay un desarrollo importante de plataformas de abrasión y áreas acantiladas bajas, junto con el mismo fenómeno de sombra, que proporcionan no sólo un aumento de Gasterópodos y Equinodermos, y desaparición de Balanos, sino un aumento de formas microscópicas (Briozoos, Foraminíferos, Ostrácodos, espículas de Esponjas). El arrastre de la corriente costera sobre esta zona proporciona una influencia de estos restos sobre Carranques y Gijón.

REDONDEAMIENTO DE LAMELIBRANQUIOS

El desgaste de los restos de Lamelibranquios, que representan las formas más abundantes, se ha efectuado a partir de las tablas de PILKEY et al. (1967) y de la fórmula de STRAKHOV (1957), contrastando el índice de redondeamiento con los diferentes tamaños tenidos en la granulometría.

Las ideas de SANCHEZ DE LA TORRE y AGUEDA VILLAR (1970), permiten separar las distintas modalidades de transporte. En los tamaños superiores los granos son llevados por arrastre sobre el fondo, lo que supone una mayor pérdida de masa; decrece con el tamaño de grano hasta 0,30 mm. en que el desgaste es mínimo debido a que los granos se trasladan por rodamiento; hacia 0,20 mm. son más frecuentes los procesos de saltación, alcanzando un mayor redondeamiento, a partir de cuyo tamaño las fracciones más finas serán transportadas por suspensión y con mínimo desgaste (Fig. 4). Estos límites coinciden muy exactamente con los del Cuarzo (FLOR 1979).

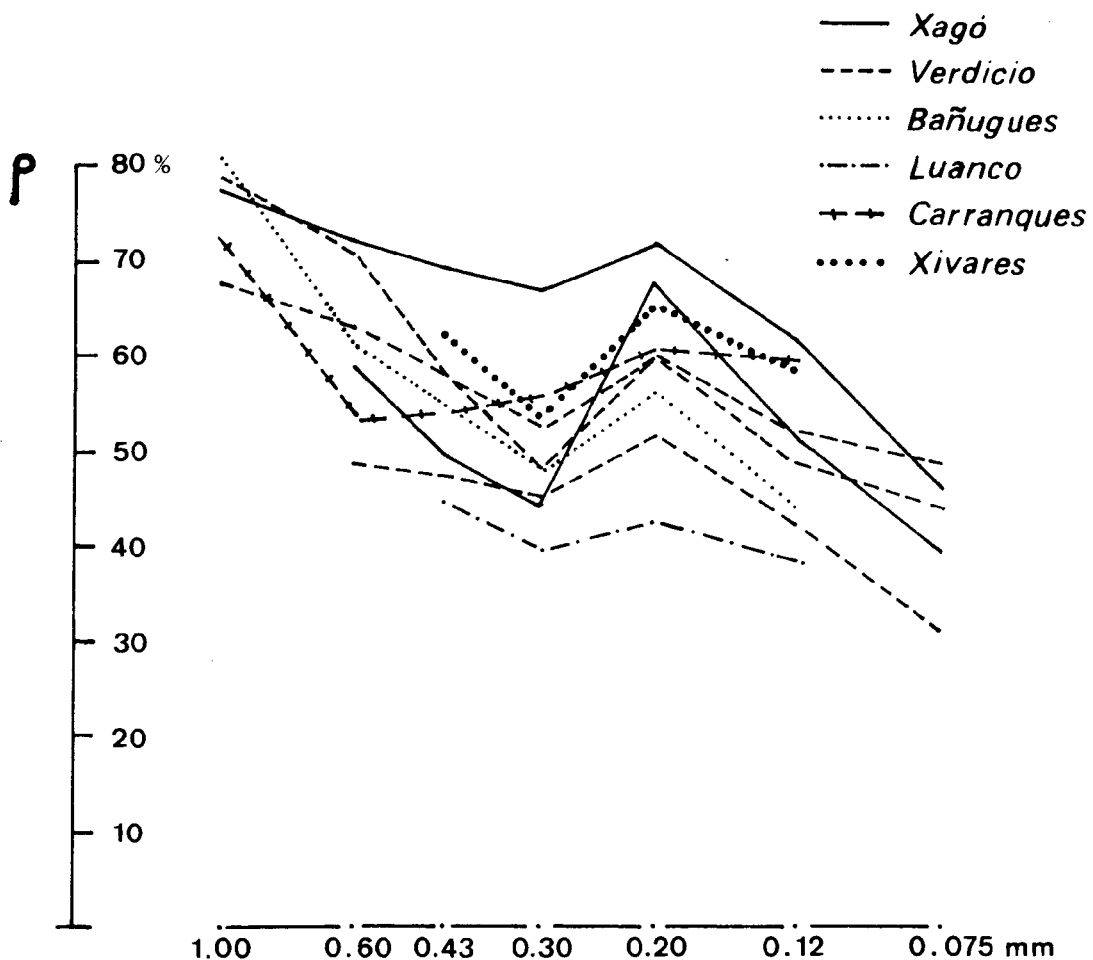


Fig. 4

CONCLUSIONES

- La distribución del promedio carbonatado en el medio de playa está controlada por el sistema de circulación, respondiendo como un componente detrítico. La interpretación se complementa de la comparación con los restantes parámetros granulométricos. Los máximos representan, en el área intermareal, zonas de actuación de la corriente de resaca y, en el submareal, una concentración residual; en ambos casos, las isólineas siguen bandas paralelas al nivel del mar. Las corrientes alimentadoras son de pequeña magnitud, pero de gran intensidad, mientras que las longitudinales son débiles y producen una decantación de materiales finos. La corriente de salida a la plataforma supone una disminución del contenido carbonatado en la parte más externa submareal. Las corrientes de entrada por el oleaje empiezan a funcionar, con mayor intensidad, una vez rebasada la banda de rompientes. La corriente de deriva es interpretada a partir de los frentes de oleaje, en una posición más interna a los rompientes.

- La relación Media-Carbonatos indica un mejor ajuste en la intermareal y mejora de verano a invierno, por lo que hay que pensar que los restos biogénicos, como componente detrítico, están mejor asimilados a la granulometría en las zonas submareales; en las intermareales, donde los procesos de abrasión y desgaste de los fragmentos son más intensos, el equilibrio es precario, excepto en Xagó.

- Estos procesos se deducen también de los análisis de calcimetrías por fracciones, donde las curvas tienden a una unimodalidad en que el contenido carbonatado disminuye desde los tamaños gruesos a los más finos.

- Los Lamelibranquios, que son mayoría, disminuyen ligeramente en las fracciones intermedias, en la intermareal, mientras que en la submareal disminuyen con el tamaño de grano; los Gasterópodos, frecuentemente, son más abundantes en los superiores y medios; los Equinodermos son más frecuentes en los medios, en la intermareal, y en las superiores y medias en la submareal; los Balanos abundan en tamaños superiores y medios, desapareciendo totalmente en la submareal; los Briozoos se concentran en mayor número en los medios e inferiores, al igual que los Foraminíferos; los Ostrácodos en los intermedios; Algas calcáreas, Crustáceos y Serpúlidos en los superiores y las espículas de Esponjas, en la intermareal, se concentran en los tamaños finos, en tanto que en la submareal lo hacen en medios y finos.

- El promedio carbonatado total indica el sentido de la corriente costera, al disminuir éste hacia el E; en ocasiones (Verdicio), es contrario por predominar el efecto de exposición de la playa. El choque de la corriente con la geografía del Cabo Peñas produce un aumento relativo como resultado de la formación de corrientes de ascenso (Verdicio, Carranques y Gijón). Los incrementos pueden deberse a la proximidad de estuarios bien desarrollados en fangos (Eo y Villaviciosa). Las playas de las zonas de actuación de ríos con fuerte caudal fluvial (Navia, Nalón y Sella) aportan gran cantidad de detríticos insolubles, que rebajan el contenido total; este hecho es menos importante en Ribadesella.

- El desarrollo de plataformas de abrasión proporciona gran variedad de organismos, lo mismo que en playas situadas en la zona de sombra del Cabo Peñas. Las comprendidas en tramos con gran desarrollo de acantilados y expuestas al oleaje se caracterizan por una preponderancia de Lamelibranquios, seguidos de Balanos y Equinodermos y Gasterópodos.

- Los fenómenos de desgaste de los restos de Lamelibranquios se producen con una distribución equivalente a los de granos de Cuarzo, como consecuencia de los procesos de transporte en función de la masa del fragmento biogénico.

BIBLIOGRAFIA

- CHAVE, K. E. (1954).-Aspects of the biochemistry of magnesium. 1. Calcareous marine organisme. *Jour. Geol.*, 62, pp. 266-283.
- CHAVE, K. E. (1964).-Carbonate skeletons to limestones: problems. *Trans. N. Y. Acad. Scien.*, 23, pp. 14-24.
- FALLS, D. L. y TEXTORIS, D. A. (1972).-Size, grain type and mineralogical relationships in recent marine calcareous beach sands. *Sediment. Geol.* 7(2), pp. 89-102.
- FLOR, G. (1977).-Depósitos submareales del borde nororiental del Cabo Peñas. Comunicación al VIII Congreso Nacional de Sedimentología. Oviedo-León. (Inédito).
- FLOR, G. (1979).-Depósitos arenosos de las playas del litoral de la región de Cabo Peñas: sedimentología y dinámica. Tesis Doctoral. Departamento de Estratigrafía. Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo. (no publ.).
- GILES, R. T. y PILKEY, O. H. (1955).-Atlantic beach and dune sediments of the Southern United States. *Jour. Sedim. Petrol.* 35(4), pp. 900-910.

- GORSLINE, D. N. (1963).—Bottom sediments of the Atlantic shelf and slope off the Southern United States. *Jour Geol.*, 71(4), pp. 422-440.
- KEARY, R. (1967).—Biogenic carbonate in beach sediments of the West coast of Ireland. *The Scient. Proc. of the Royal Dublin Society. Series A.*, 3(7), pp. 75-85.
- OZOUVILLE, L. d' (1971).—Le Plateau Continental Nord Espagnol entre 4°W et 7° 40'W. Thèse de 3^{em} cycle. Université de Rennes.
- PILKEY O. H. (1964).—The size distribution and mineralogy of the carbonate fraction of United States South Atlantic Shelf and upper Slope sediments. *Marine Geology*, 2(1/2), pp. 121-136.
- PILKEY, O. H., MORTON, R. y LUTERNAUER, J. (1967).—The Carbonate fraction of beach and sand dunes. *Sedimentology*, 8(4), pp. 311-327.
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. y AGUEDA VILLAR, J. A. (1970).—Paleogeografía del Triásico en el sector occidental de la Cordillera Ibérica. *Estudios Geológicos*, XXVI, pp. 423-430.
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. y FLOR, G. (1976).—Sedimentación en el litoral del Cabo Peñas (Verdicio). *Trabajos de Geología* 8, pp. 311-316.
- STRAKHOV, N. M. (1957).—Méthode d'étude des roches sédimentaires. 1 y 2. *Service Inf. Géol. Annales*.
- SWIFT, D. J. P. (1975).—Barrier-island genesis: evidence from the central Atlantic Shelf, Esatern U. S. *A. Sedimentary Geology* 4, pp. 1-43.

Jacques Thibieroz (*).—TRANSGRESION DE LA «CALIZA GRIOTTE» (VISEENSE) ENCIMA DE UN ZOCALO ACIDO (PICO PRIMIELLO, CONCEJO DE AMIEVA, ASTURIAS)

Un km al Norte de Amieva, debajo de la Caliza de Montaña (Namuriense) del Pico Primiello, aparece la Caliza griotte (Viseense); el buzamiento es casi vertical. Estos tramos corresponden a la terminación oeste de los Picos de Europa, en el contacto con el Manto de Ponga (Manto de Sebarga) (JULIVERT *et al.*, 1971).

Al Este del Collado de Amieva (Figura 1), mas arriba de las últimas majadas, buscando un indicio de mineral, encontré unos pequeños afloramientos (10 a 40 m²) de una roca maciza de color gris verdoso, parecida a un granito. En realidad, se trata de una arcosa, con granos bastante angulosos (tamaño 0,2 a 8 mm), que manifiestan una fuente u origen próximo. Se puede reconocer:

- Cuarzo, muy abundante. Algunos cristales evocan los cuarzoidios de las riolitas.
- Feldespato potásico.
- Granos de micropegmatita.
- Plagioclasas.
- Mirmeckitas.
- Fragmentos de rocas volcánicas, con microlitos de feldespatos.
- Turmalina, abundante.

El cemento tiene pequeña importancia, está constituido de filitas verdes (biotita o mineral interestratificado clorita-vermiculita).

Los únicos datos para llamarla «arcosa» son: una estructura de estratificación gradada y los granos a veces redondeados. Los afloramientos son muy

(*) Département de Géologie Appliquée, tour 16, Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu 75230 París Cedex 05.

E. R. du CNRS, n.º 194: Provinces métallogéniques.