

# ESTUDIO SEDIMENTOLOGICO DE UN DEPOSITO ARENOSO DE LA RASA CANTABRICA .

## APLICACION DE LA EXOSCOPIA DEL CUARZO

BARRAL SILVA ,M.T.; GUITIAN RIVERA, F.; GUITIAN OJEA,F.

Departamento de Edafología .

Facultad de Farmacia .Santiago de Compostela



### RESUMEN.

Mediante la técnica de Exoscopia del Cuarzo se estudia un sedimento arenoso de la Rasa Cantábrica, en las proximidades de S.Miguel de Reinante (Lugo), contrastando los resultados de este estudio con los obtenidos por las metodologías clásicas de granulometría y morfoscopia. De la aplicación conjunta de estas técnicas se puede deducir que aún siendo las arenas depositadas en un mismo episodio final de sedimentación, cuya naturaleza se discute, tienen orígenes diversos cuya evolución intenta reconstruirse con ayuda de la técnica de Exoscopia del Cuarzo.

### RESUMÉE.

A l'aide de la technique d'Exoscopie des Quartz on étudie un sédiment sableux de la "Rasa Cantabrica" aux environs de S.Miguel de Reinante (Lugo). Les résultats de cet étude sont confrontés avec ceux issus des méthodes classiques de granulometrie et morphoscopie. L'application conjointe de ces techniques permet déduire que, bien que déposées dans une même épisode finale de sédimentation, dont la nature se discute, les sables de ce dépôt ont des origines diverses dont l'évolution on tente de reconstruire par l'Exoscopie des Quartz.

## INTRODUCCION

Una parte importante del estudio de los sedimentos tiene como fin conocer el origen de los materiales que los constituyen, las características de los agentes que los han transportado y modelado, así como el ambiente final en que ocurrió su deposición. Con este objetivo se han empleado diversas técnicas, ya clásicas, cuya metodología se ha desarrollado desde finales del siglo pasado, basadas fundamentalmente en el estudio de la granulometría del sedimento y en el examen morfooscópico de las arenas.

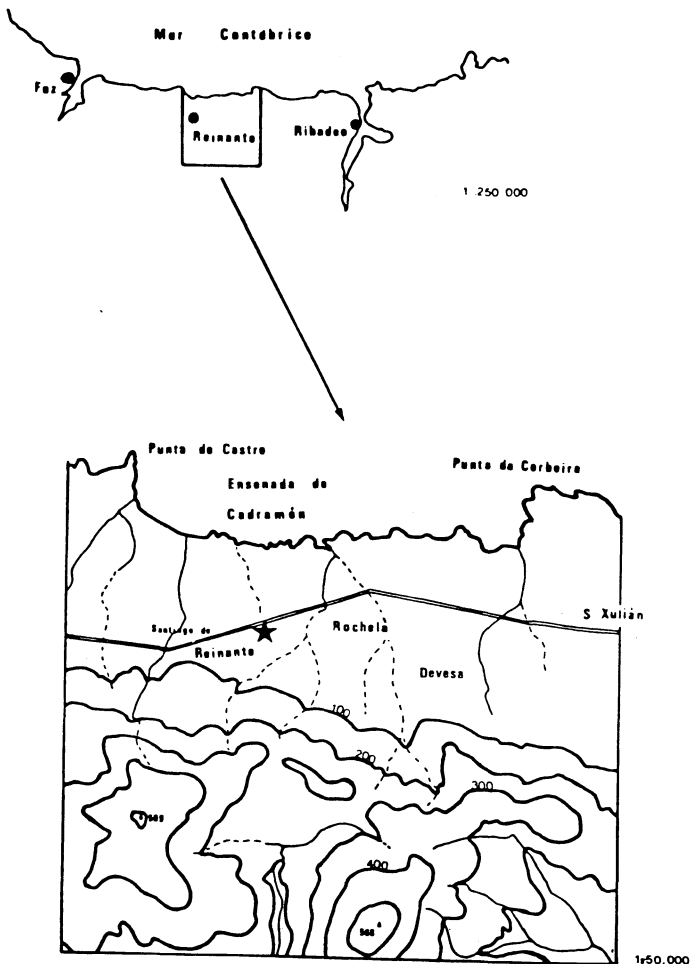
Con el empleo del microscopio electrónico de barrido se ha desarrollado una nueva técnica, la exoscopia del cuarzo, basada en la observación detallada de las texturas superficiales de este mineral. Las huellas de las acciones mecánicas, químicas y biológicas nos permiten reconstruir los ambientes en los que han permanecido los granos y situar cronológicamente cada uno de los episodios de su historia erosiva y deposicional.

## MATERIAL

Se estudia un sedimento arenoso de la Rasa cantábrica. Esta superficie aplanada se extiende por el litoral cantábrico occidental, de Cabo de Peñas a Burela, con una clara basculación hacia el oeste manifiesta en una progresiva pérdida de altitud desde los 110 m. en su extremo oriental asturiano a los 18-20 m. del tramo final, entre Foz y Burela, antes de su desaparición al encontrarse con el batolito granítico de S. Ciprian. Se han sugerido diversas hipótesis sobre su génesis, siendo la más común la que interpreta la Rasa como una penillanura o glacis de origen continental que probablemente existiría ya a finales del Plioceno (Hernández Pacheco y Asensio Amor, 1960; Mary, 1970, 1971) y que experimentó a lo largo del Cuaternario varias transgresiones marinas ligadas probablemente a oscilaciones glacio-eustáticas, que contribuyeron a aplanar aún más su superficie dándole su aspecto actual y que dieron lugar a depósitos

con características marinas y eólicas, retocando también algunos de los sedimentos continentales preexistentes (Hernandez Pacheco y Asensio Amor, 1959,1960,1963,1964 ; Asensio Amor, 1970).

El depósito estudiado se encuentra en la porción occidental de la Rasa , próximo a S.Miguel de Reinante (Lugo) y emplazado a 50 m. sobre el nivel del mar (fig. 1).



No aparecen cantos dentro del perfil ni se reconoce a simple vista ningún tipo de estratificación; como rasgo peculiar presenta fuertes coloraciones rojizas y negras debidas a los óxidos de hierro y manganeso que recubren las arenas llegando a formar en algunas zonas placas cementadas de gran dureza.

Por su altitud no se corresponde exactamente con ninguno de los tres niveles principales de depósitos de Rasa identificados por Asensio Amor (1970) en la margen occidental de la ría de Eo. Díaz-Fierros y Paz (1978) sitúan en esta zona, a un nivel de 30-40 m. un extenso depósito arenoso con cementaciones de óxidos de hierro que por proximidad y semejanza quizás pueda relacionarse con la formación estudiada.

#### METODOS

Se determinó la composición granulométrica de este material, previamente destruida la materia orgánica por ataque con agua oxigenada, y disueltos los revestimientos de naturaleza sesquioxídica por lavado con ácido clorhídrico. Se empleó la tamización para la separación de las partículas de diámetro mayor de 50 micras, y la sedimentación, según el método de la pipeta Robinson, para determinar el contenido en limo y arcilla.

Con los resultados del análisis granulométrico se construyó la curva de frecuencias acumuladas, en escala logarítmica decimal y en escala  $\emptyset$ . Gráficamente y por cálculo estadístico se hallaron los parámetros de rango y, a partir de éstos, los de relación que expresan las medidas de tendencia central, clasificación, asimetría y angulosidad.

Se determinó la proporción estadística de los distintos tipos de cuarzo en la fracción arena según la clasificación de Cailleux (1959) con ayuda de la lupa binocular, siguiendo las recomendaciones para la observación y contaje sugeridas por este autor, trazándose luego las curvas morfoscópicas del sedimento.

Las texturas superficiales de los granos de cuarzo se observaron por exoscopia. La preparación de las muestras consistió en un lavado

con ácido clorhídrico en caliente a fin de eliminar los recubrimientos de sesquióxidos; se seleccionó para su estudio la fracción granulométrica comprendida entre 300 y 500 micras, ya que en ella actúan por igual los factores mecánicos y químicos, lo que da mayor fiabilidad al diagnóstico; de esta fracción se separaron a la lupa binocular los cuarzos morfológicamente diferentes. Un lote de cuarzos de cada tipo se pegó con cemento de grafito a un portamuestras metálico y se metalizaron con oro-paladio hasta un espesor de recubrimiento de 200 Å. La observación se realizó con un microscopio electrónico de barrido ISI Super III A, de 60 Å de resolución, con posibilidad de amplificación entre 50 y 100.000 aumentos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1.- LITOLOGIA

El material está constituido casi exclusivamente por cuarzo, con trazas de feldespatos alterados y micas. En las cementaciones de sesquióxidos se identifica goetita y varios óxidos de manganeso.

### 2.- GRANULOMETRIA

La composición granulométrica global del sedimento se indica en la tabla 1 .

Tabla nº 1.- Granulometría global del sedimento.

Gravas	2000-1000 $\mu$	1000-500 $\mu$	500-200 $\mu$	200-100 $\mu$	100-50 $\mu$	< 50 $\mu$
0	0	2.5	84.6	8.6	0.8	3.5

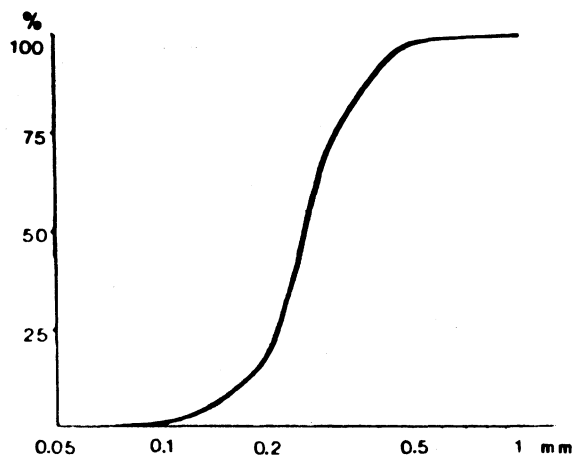
### Parámetros de la curva de frecuencias acumuladas

Q1 mm.	Q2 mm.	Q3 mm.	centilo mm.	Q3 - Q1	So
0.220	0.250	0.310	0.600	0.09	1.19

No existen cantos ni gravas, así como tampoco arena muy gruesa. La arena media es la fracción dominante, constituyendo por sí sola el 84.6 % del sedimento. El material está bastante lavado, con escasa proporción de limo y arcilla.

El espacio intercuartilar ( $Q_3-Q_1$ ) pequeño y el índice de clasificación ( $S_o$ ) muy próximo a la unidad indican una excelente clasificación.

Examinada separadamente la fracción arena, muestra una curva de frecuencias acumuladas monomodal (Fig. 2), con típica forma de "S", característica de acumulaciones libres (deposición por exceso de carga). Los parámetros de rango deducidos de las curvas de frecuencias acumuladas, tanto en escala milimétrica como en escala  $\phi$ , se indican en la tabla n<sup>o</sup>2



Los valores de estos parámetros se compararon con los datos aportados por diversos autores que han buscado caracterizar las condiciones de depósito de los sedimentos a través de las técnicas granulométricas. Se deduce para esta muestra que su deposición se ha producido en un ambiente de baja energía, dado su tamaño medio de partícula y la ausencia de elementos gruesos en el sedimento. Los índices de clasificación reflejan poca variación en la energía del fluido transportador; así, el valor del "sorting" de Trask es propio de materiales muy bien calibrados; el  $QD \phi$

Tabla nº 2 .-Granulometría de las arenas

---

Parámetros granulométricos de la fracción arena (escala milimétrica)

---

Q1	Q2	Q3	$\bar{X}$	Moda	Q3-Q1	So	SKa	QDa	Lg SK
0.215	0.255	0.310	0.283	0.250	0.1	1.20	0.008	0.05	0.01

---

Parámetros granulométricos de la fracción arena (escala  $\phi$ )

---

$\phi$ 5	$\phi$ 10	$\phi$ 16	$\phi$ 20	$\phi$ 25	$\phi$ 50	$\phi$ 75	$\phi$ 84	$\phi$ 90	$\phi$ 95
1.1	1.3	1.5	1.6	1.7	1.9	2.05	2.15	1.3	2.5

$\bar{x}$	Mz	He	QD $\phi$	$\sigma \phi$	$\sigma 1$	SK $\phi$	SKq $\phi$	SK 1	K $\phi$	Kq $\phi$	Kg
1.69	1.85	0.2	0.2	0.58	0.37	0.14	-0.025	-0.19	4.57	0.175	1.64

---

Denominación de los parámetros utilizados

---

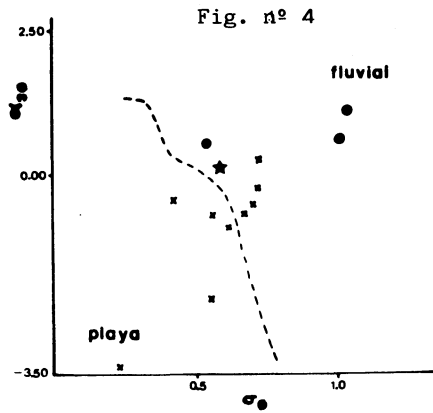
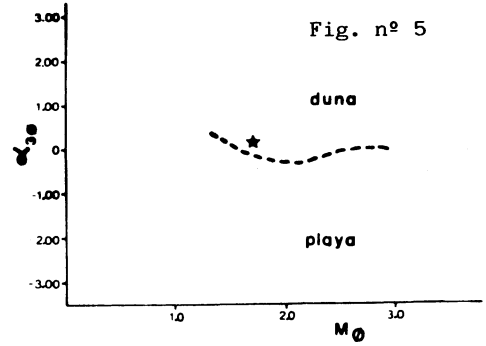
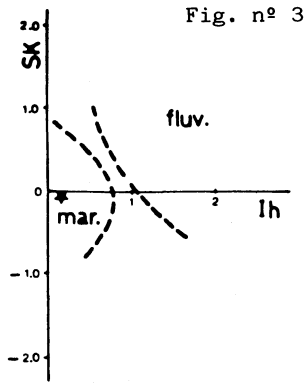
Medidas de tendencia central			Medidas de asimetría	
X (mm)	media	aritmética	SKa (mm)	Asimetría cuartilar arit.
X ( $\phi$ )	"	aritmética	log.SK (mm)	Asim. log.
Mz ( $\phi$ )	"	de Folk y Ward	SK $\phi$ ( $\phi$ )	Asimetría cuartilar
			SK 1 ( $\phi$ )	Asimetría gráf.inclusiva

---

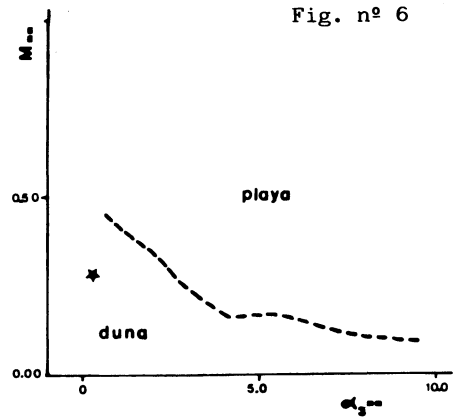
Medidas de dispersión		Medidas de angulosidad	
SO (mm)	"Sorting"de Trask	Kq $\phi$ ( $\phi$ )	Ang. cuartilar
QDa (mm)	Desviación cuartilar	K $\phi$ ( $\phi$ )	Angulosidad $\phi$
QD $\phi$ ( $\phi$ )	Desviación cuartilar	Kg ( $\phi$ )	Angulosidad gráfica

---

de Krumbein indica una dispersión menor incluso que la que suelen presentar dunas o playas, y el índice de heterometría de Cailleux tiene un valor próximo al que este autor considera característico de depósitos eólicos, si bien él mismo reconoce que es difícil establecer límites claros en casos de franca homometría como el presente, en el que no se podría rechazar su posible depósito como playa marina.



x formaciones de playa actuales  
 o formaciones fluviales "





Otros índices se relacionan por medio de gráficas en las que se acotan con relativa precisión los campos de valores característicos de diversos ambientes sedimentarios. En la fig. 3 se representan en abscisas los valores del índice de heterometría de Cailleux y en ordenadas los valores del SK de Krumbein; la muestra se sitúa claramente en el dominio marino, de acuerdo con los límites propuestos por Soares de Carvalho (1953).

Aplicando a la fracción arena la técnica descrita por Friedman (1962) se relacionaron gráficamente varias medidas momento. En la fig. 4 se representa la desviación típica ( $\sigma_{\phi}$ ) frente a la simetría ( $\alpha_{3\phi}$ ) en escala  $\phi$ , a fin de distinguir entre formaciones de origen marino y de origen fluvial; la muestra se sitúa en este diagrama dentro del dominio fluvial aunque muy próxima al límite, entre este ambiente y el marino, propuesto por Friedman. Conviene señalar que este diagrama quizás no sea adecuado para la zona estudiada, pues diversas formaciones de playa actuales de este litoral analizadas por Asensio Amor (1964) se sitúan en esta gráfica muy próximas a la muestra estudiada e indistintamente a uno y otro lado del límite entre ambos dominios.

Como consecuencia de los resultados anteriores aceptamos como hipótesis más probable que este sedimento se haya formado en medio litoral, e intentamos precisar si éste era playero o dunar, para lo cual, aplicando también las gráficas de Friedman, representamos la media ( $M_{\phi}$ ) frente a la simetría ( $\alpha_{3\phi}$ ) en escala  $\phi$  (fig. 5) y la media frente a la simetría en escala milimétrica (fig. 6). De acuerdo con ambos diagramas podríamos atribuir al depósito un origen dunar.

### 3.- MORFOSCOPIA

La observación de las arenas a la lupa binocular mostró una morfología muy variada de los granos de cuarzo; no desgastados, subangulosos-brillantes, redondeados-brillantes, redondeados-mates, redondeados-mates fracturados y subangulosos-picoteados, siendo el subanguloso-brillante el aspecto más común en todos los tamaños de arenas. Los resultados se expresan gráficamente en las curvas morfoscópicas de la figura 7, como

porcentajes de los tipos principales de granos en cada fracción granulométrica.

El porcentaje de redondeados-brillantes en la dimensión de 0.3 mm. supera el 20 % , lo que según Cailleux (1959) indica desgaste probable en playa. Si a estos sumamos los subangulosos brillantes, el porcentaje total nos llevaría a considerar un desgaste cierto en playa, rechazando en consecuencia que la evolución de las arenas haya sido exclusivamente fluvial.

Por otra parte el porcentaje de redondeados-mates no tiende a cien con el tamaño creciente de los granos, sino que alcanza un máximo en la fracción 0.5-0.7 mm. Según Cailleux este hecho puede ser interpretado como indicativo de que ha habido mezcla en el material.

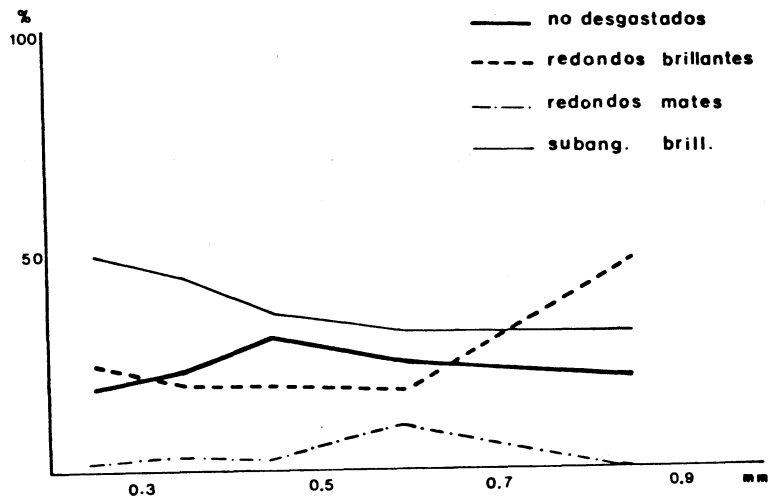


Fig. nº 7

#### 4.- EXOSCOPIA

Se examinaron con el SEM cinco tipos de granos de cuarzo que previamente habían sido separados según su aspecto a la lupa binocular. El tipo 1 corresponde a granos muy redondeados y mates; el tipo 1 (bis) designa a aquellos cuarzos fracturados que conservan partes con morfología similar a la del tipo 1 ; el tipo 2 es de redondeados-brillantes; el tipo 3 es de angulosos-brillantes , y el tipo 4 es de subangulosos-brillantes .

##### Tipo 1 (Lám. 1)

Fig. a .- Aspecto muy redondeado. Numerosas trazas de choque sobre toda la superficie que son las que dan al grano la apariencia mate a la lupa binocular. Se observan también cúpulas de choque (2), alguna de borde sinuoso como consecuencia de la intersección de dos de estas marcas (150x).

Fig. b.- Con mayores aumentos pueden distinguirse varios conjuntos de trazas de choque: (1) trazas de choque con gradiente de pulido (2) "V" y "croissants" con pulido uniforme, que son las marcas más visibles a pequeños aumentos ; (3) algunas "V" de choque con bordes mas angulosos que las anteriores (1000x).

Fig. c.- Superficie muy suavizada (1), entallada por cúpulas de choque (2) (500x) .

Fig. d.- Los bordes de las grandes cúpulas de choque están suavizadas y su interior está prácticamente desprovisto de nuevas marcas de choques (2000 x) .

Discusión: La interpretación de estos rasgos nos ha llevado a considerar como probable la siguiente evolución:

- a) Un transporte medio acuático, que ha producido las marcas de choque con gradiente de pulido (1).
- b) Una intensa eolización posterior que originó las abundantes trazas de choque (2) y produjo el redondeamiento del grano, tan característico del modelado por el viento.
- c) Una evolución en medio marino de baja energía, que suavizó uniformemente las marcas preexistentes.
- d) Un medio de gran energía , que interpretamos también como marino, produjo las grandes cúpulas.
- e) La estancia en un medio marino de baja energía ocasionó el suavizado final del grano, patente en los bordes redondeados de las cúpulas de choque.

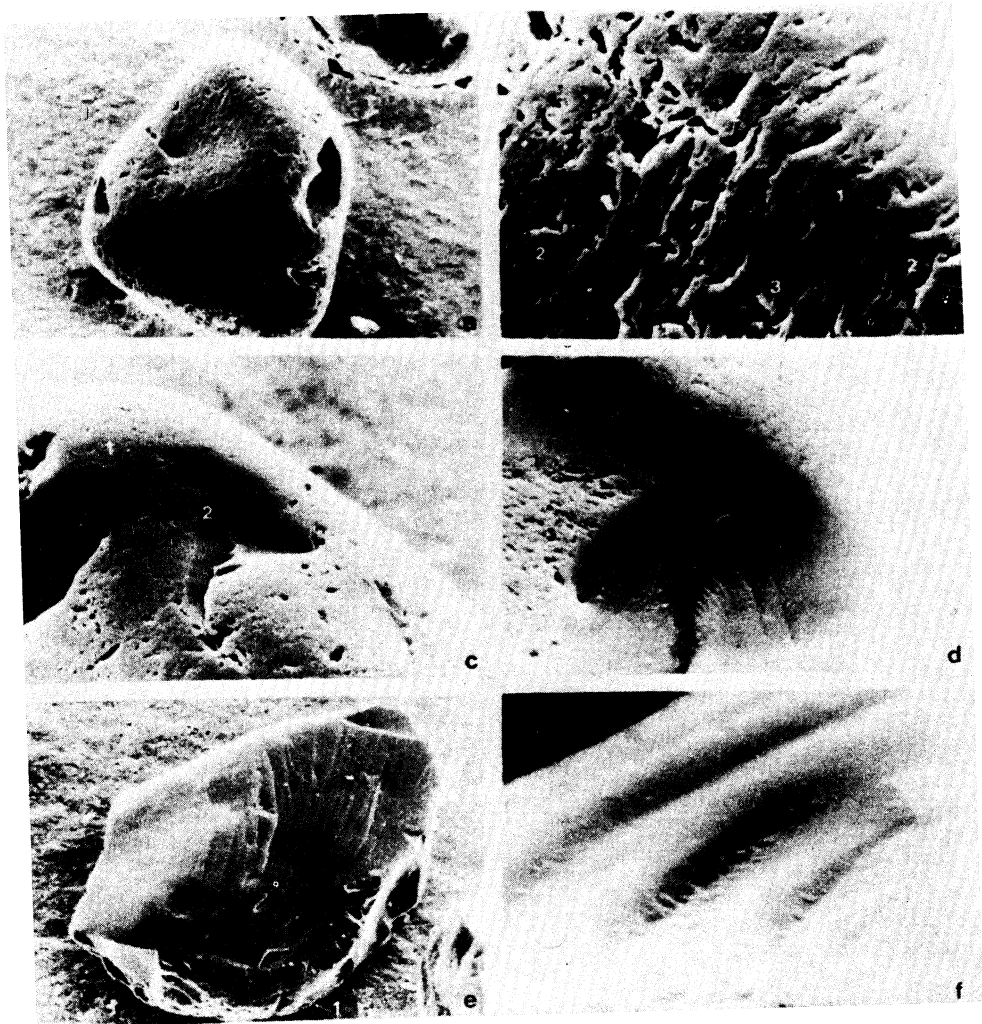


Lámina nº 1

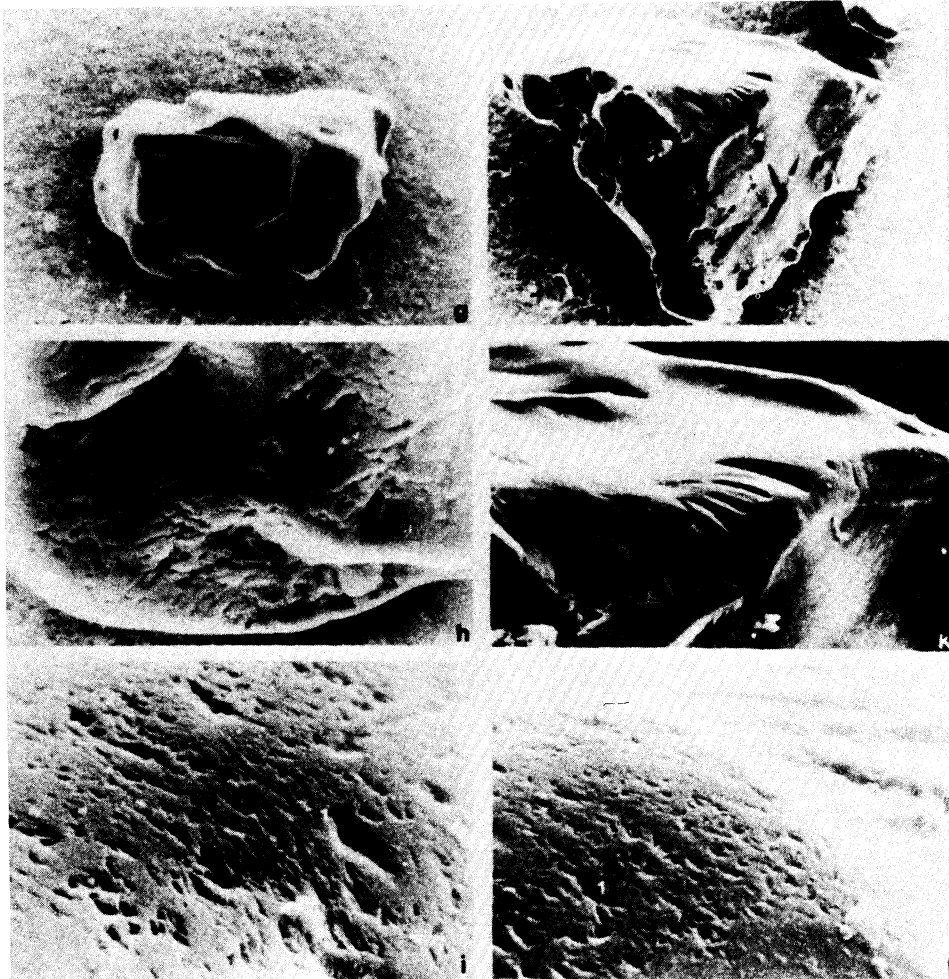


Lámina nº 2

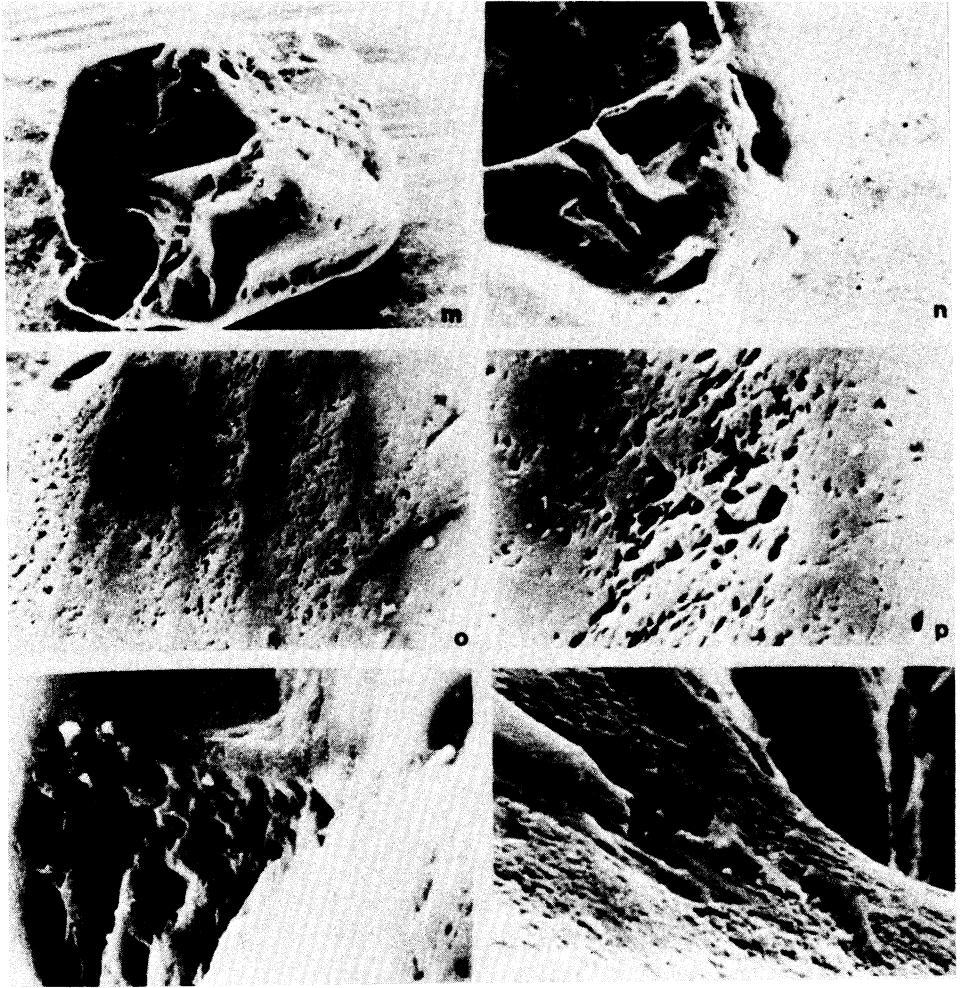


Lámina nº 3

Tipo 1 (bis) (Lám. 1)

Fig. e.- Aspecto general de uno de los granos. Conserva una parte (1) con la misma textura que la del tipo 1 ; el resto del grano aparece fracturado, con cizallas y grandes cúpulas de choque (2) todas ellas con bordes suavizados (200 x) .

Fig. f.- Depósitos de sílice sobre las cizallas (15.000 x).

Discusión: La evolución de este grano sería similar a la del tipo 1, con la particularidad de que el episodio (d) que produjo las grandes cúpulas de choque en aquellos granos, habría llegado a ocasionar la fracturación de estos otros.

El suavizado posterior que atribuíamos a un medio marino de baja energía, se aprecia también en los bordes de las fracturas de estos cuarzos. Los depósitos de sílice corresponderían a una fosilización final.

Tipo 2 (Lám. 2)

Fig. g.- Aspecto general del grano, con aristas muy redondeadas (200x).

Fig. h.- Red de disolución anastomosada. Este rasgo es muy característico de los cuarzos que han estado sometidos a intensas acciones mecánicas las cuales producen una amorfización de las superficies, originando una capa desorganizada exterior que, por intermedio de una capa de transición, pasa gradualmente al cuarzo bien cristalizado más interno. Cuando la disolución afecta a estos granos disuelve primero la capa amorfizada, produciendo una morfología en escamas convexas; alcanza luego la zona de transición, donde origina redes de disolución anastomosadas; finalmente, cuando se produce la disolución de la sílice bien cristalizada, triángulos y pirámides son las formas características (700 x).

Fig. i.- Trazas de choque afectadas por la disolución. Las escamas de sílice reflejan la fosilización final (10.000 x).

Discusión: La evolución propuesta para este tipo de granos es la que sigue:

- a) Estancia en un medio de fuertes acciones mecánicas, que produciría una amorfización superficial de los granos.
- b) Disolución en un medio marino de baja energía, probablemente infratidal (del que las redes de disolución anastomosadas son muy características).

c) Fosilización final que origina los depósitos de sílice sobre los rasgos precedentes.

Tipo 3 (Lám. 2)

Fig. j.- Aspecto general anguloso. Superficies de fractura con cizallas (200x).

Fig. k.- Las aristas y cizallas están bastante suavizadas (500x)

Fig. l.- Detalle de una cizalla. Trazas de choque pulidas (1). Depósitos de sílice en forma de escamas cóncavas (2) (10.000x).

Discusión: Suponemos para estos granos la siguiente evolución:

- a) Fracturación por choques en medio marino de alta energía.
- b) Disolución en medio marino de baja energía, que ocasiona el suavizado de las aristas.
- c) inmovilización final con deposición de sílice.

Tipo 4 (Lám. 3)

Fig. m.- Aspecto subanguloso de los granos. Algunas caras aparecen limpias, en otras se aprecian depósitos (150 x).

Fig. n.- Cúpulas de choque de bordes suavizados (500x)

Fig. o.- Aspecto estriado de una de las caras (1000x)

Fig. p.- Con mayores aumentos se distinguen bandas muy pulidas, con figuras de frotamiento (1), que alternan con zonas en las que las trazas de choque están menos desgastadas (5000x).

Fig. q.- Figuras de disolución (2500x).

Fig. r.- Depósitos de sílice sobre alguna de las superficies (5000x).

Discusión: El conjunto de rasgos de estos cuarzos resulta bastante difícil de interpretar, por lo que solo como posible proponemos la siguiente evolución :



- a) Eolización intensa .
- b) Un medio de alta energía, probablemente marino produjo las cúpulas de choque.
- c) Pulido de las trazas anteriores en medio marino de baja energía.

Las estrías de la fig. 8, de morfología tan particular, hemos supuesto que se han formado de acuerdo al siguiente esquema:

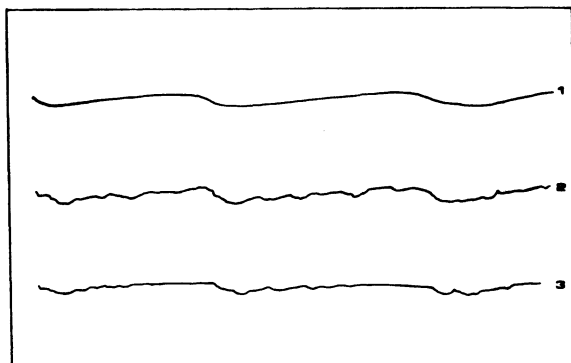


Fig. nº 8

- 1.- Superficie con cizallas preexistente .
- 2.- Choques eólicos muy numerosos afectaron a toda esa superficie .
- 3.- El pulido de las partes más salientes produce la morfología en bandas conservándose las marcas de choque profundas en lo que serían las partes más deprimidas de las cizallas.

De los resultados de la exoscopía anteriormente expuestos podemos concluir que en todos los tipos de granos se aprecian una o más evoluciones en medio marino; así mismo, algunos granos muestran claramente los efectos de una eolización, incluso de gran intensidad, que en ningún caso puede ser interpretada como el episodio final de deposición ya que sus marcas aparecen modificadas por una posterior evolución en medio marino.

## CONCLUSION GENERAL

Todas las técnicas aplicadas coinciden en indicar que la deposición de este sedimento ha tenido lugar en un medio capaz de producir una fuerte clasificación en los materiales: marino o eólico. Sin embargo, si el análisis gráfico de los datos granulométricos le atribuía con bastante claridad un carácter dunar, la exoscopía no pone de manifiesto las trazas frescas de choques eólicos que confirmen que el viento ha sido el agente del transporte final. Esta aparente contradicción puede tener dos posibles explicaciones .

- La primera, que un transporte breve por el viento no produzca forzosa-  
mente choques en la superficie de los granos .
  
- Una segunda posibilidad es que este depósito se haya formado por acción  
de factores marinos ( olas, mareas) en condiciones de baja energía,  
capaces también de originar la fuerte clasificación de este material  
En este caso sería discutible la utilidad de los métodos gráficos em-  
pleados , para situaciones de tal homometría como la presente .

## BIBLIOGRAFIA

- CAILLEUX, A. (1942) - Les actions éoliennes périglaciaires en Europe. Mem. Soc. Géol. France, 46. 1-176.
- CROOK, K (1968) - Weathering and roundness of quartz sand grains. *Sédimentology*, 11:171-182.
- FAUCK, R. (1970) - Evolution des quartz dans les sols rouges ferrallitiques développés sur les roches sableuses et gréseuses de l'Afrique Occidentale. C.R. Acad. Sci. Paris, 271: 2273-2276.
- FLAGEOLLET, J.C. (1980-81) - Aspects morphoscopiques et exoscopiques des quartz dans quelques sols ferrallitiques de la région de CECHI (Côte d'Ivoire). Cah. ORSTOM, sér. Ped., vol. XVIII, n°2, 111-121.
- LEGIGAN, Ph; LE RIBAUT, L. (1974) - Evolution des quartz dans un podzol humo-ferrugineux développé sur le sable des Landes. C.R. Acad. Paris. 279: 799-802.
- LENEUF, N. (1972) - Aspects microscopiques de la surface des grains de quartz du continental terminal de la Côte d'Ivoire, Cah. ORSTOM, sér. Péd., vol XI, n°1, 43-51.
- LE RIBAUT, L. (1975) - L'Exoscopie. Méthode et applications. Notes et Mém. Total, Comp. Franc. des Pétroles. Paris.
- LE RIBAUT, L. (1977) - L'Exoscopie des Quartz. Ed. Masson. Paris.
- GUITIAN, F. et al (1982) - O Caurel. Universidad de Santiago (en prensa)
- GUITIAN, F. et al (1973) - I Reunión sobre suelos del NW de España. Itinerarios de campo. Univ. Santiago.
- VALDES BLANCO-RAJOY, M.T. (1981) - Contribución al estudio de los suelos del Pico Sacro. Tesina de Licenciatura. Fac. Farmacia. Univ. Santiago.