

# ESTUDIO E INTERPRETACION DE LAS PRINCIPALES FACIES SEDIMENTARIAS COMPRENDIDAS EN LAS FORMACIONES NARANCO Y HUERGAS (DEVONICO MEDIO) EN LA CORDILLERA CANTABRICA

J. C. GARCIA-RAMOS

TRABAJOS DE  
G E O L O G I A



García-Ramos, J. C. (1978).—Estudio e interpretación de las principales facies sedimentarias comprendidas en las Formaciones Naranco y Huergas (Devónico medio) de la Cordillera Cantábrica. *Trabajos de Geología*, Univ. de Oviedo, 10, 000-0000.

Dentro de las series detríticas del Devónico medio en la Cordillera Cantábrica (Formaciones Naranco y Huergas), se han diferenciado trece facies distintas y diversas subfacies que son descritas e interpretadas en el presente estudio, considerándose en cada una de ellas varios aspectos tales como: litología, geometría, estructuras orgánicas e inorgánicas, fósiles, ordenación, distribución y facies asociadas.

El conjunto se ha depositado en su mayor parte dentro de la plataforma, bajo dos modelos distintos de la misma, superpuestos verticalmente. A su vez, dentro de cada modelo, se observan variaciones laterales acusadas, especialmente entre las áreas de sedimentación asturiana y leonesa.

In the study of the mainly detrital series of the Middle Devonian in the Cantabrian Mountains (Naranco and Huergas Formations), thirteen sedimentary facies and several subfacies are distinguished and interpreted on the basis of lithology, geometry, sedimentary structures, ichnofauna, body fossils, cyclic behaviour, areal distribution and associated facies.

As a whole, the sediments are deposited mostly on the shelf in two vertically superposed sedimentary models, both of them displaying important lateral changes, specially between asturian and leonese areas.

*José Carlos García Ramos, Dpto. de Estratigrafía y Geología Histórica, Universidad de Oviedo, España. Manuscrito recibido el 15 de junio de 1978.*

El objeto del presente trabajo consiste en la descripción, estudio e interpretación de las diferentes facies sedimentarias (Fig. 2) que aparecen en las series detríticas del Devónico medio (Formaciones Naranco y Huergas; Fig. 1) aflorantes en una franja estrecha y discontinua a lo largo del arco devónico asturiano y su prolongación en la zona N. de León.

Dentro del conjunto, se pueden separar en el tiempo dos modelos diferentes de sedimentación superpuestos, cuyas facies presentan a su vez entre sí, cambios laterales importantes, especialmente entre las áreas asturiana y leonesa.

El primero de ellos corresponde en su mayor parte a una sedimentación de plataforma marina gradada con extensión variable en las dos zonas antes citadas, a donde tiene lugar en ese período, una llegada masiva de siliciclásticos procedentes probablemente de una zona emergida y altamente inestable situada hacia el E. y/o NE., en el interior del arco asturiano. El dominio del oleaje es aquí



Fig. 1.-Situación de afloramientos del Devónico medio y series estudiadas.

acusado y las estructuras más comunes en las zonas someras y agitadas son las barras arenosas y bioclásticas.

El segundo modelo de plataforma coincide con una disminución brusca e importante en la proporción y tamaño de grano de los aportes procedentes del continente y viene acompañado por una variación neta de los tipos de facies con respecto al modelo anterior. Durante éste período, se establece una costa baja e irregular, en parte de carácter fangoso, probablemente en relación con desembocaduras de estuarios y con una influencia mareal notable. Las barras son sustituidas aquí por bancos y lenguas arenosas (shoals, sand ridges y sand tongues).

La distribución de las distintas facies en ambos modelos no es aleatoria, sino que tiende a adoptar ordenaciones secuenciales o cíclicas a diversas escalas, muy características (Figs. 5 y 6).

Se ha prestado también aquí una especial atención a la paleoecología de la fauna (1) e icnofauna en función de cada tipo de facies (Tabla I), así como a su relación con las paleocorrientes (Fig. 4).

## ESTUDIO E INTERPRETACION DE LAS FACIES

### FACIES-A.

**Litología.**—Areniscas de grano medio a fino compactas, rojizo-oscuro y de mediana a relativamente mal calibradas; a veces (subfacies A<sub>1</sub>) presentan aspecto listado en bandas rojizas y verdosas. Con cierta frecuencia, la base del conjunto (y a veces también en el techo) suelen tener tonos verdosos

TABLA I.—Relación entre icnofauna y facies en las Formaciones Naranco y Huergas. MA: muy abundante; A: abundante; F: frecuente; C: común; E: escaso; ME: muy escaso; L: localmente.

	FACIES		A	B	C	D		E		F	G	H		K		L	M	N	S	
	SUBFACIES		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>				H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>				
ICNOGENEROS	ARENICOLITES (TIPO A)	ME			LMA	LA									LA	LE				
	ARENICOLITES (TIPO B)		E		E		ME	LC	LF		C							LC		
	ASTURICHNUS							MA	MA									LA		
	BERGAUERIA					E		E	ME						E			ME		
	BIFUNGITES					E		LF	LF		C				LF			LC		
	CORCOTICHNUS						F	F	C		C				C			LC		
	COSMORHAPHIS		LF																	
	CRUZIANA (TIPO A)					F	ME	F	F		A				C					
	CRUZIANA (TIPO B)					E	ME	A	A		C									
	CYLINDRICHNUS SUBHORIZONTALES					C		MA	MA		E									
	CYLINDRICHNUS OBLIQUOS					C		A	A	ME	E				F					
	CYLINDRICHNUS VERTICALES					C		F	F		C				F					
	CHONDRITES (TIPO A)					ME		MA	MA	LE	LE				E			LF		
	CHONDRITES (TIPO B)							C	C						LME			ME		
	DIDYMAULICHNUS										ME									
	GORDIA					E					E									
	GYROLITHES					E														
	HELMINTHOPSIS								ME	ME										
	MONOCRATERION	F	F		A		ME	LE	LE						LC	ME				
	NEONERITES															ME				
	NERITES		C					E	E											
	PHYCOCDES					F		F	F		C				E			E		
	PLANOLITES		C			F		MA	MA	E	E				C			C		
	PROTOVIRGULARIA										ME									
	RHIZOCORALLIUM							E	E						ME					
	ROSSELIA	F	F		F															
	RUSOPHYCUS					LF		C	E	E	C									
	SCOLICIA		ME			E		ME	ME		E								ME	
	SKOLITHOS	E			C	F	ME	ME	LE						LF	LE		LE		
	TEICHICHNUS (TIPO A)					MA	E	A	A		MA				F			C		
TEICHICHNUS (TIPO B)					C	E	MA	A		C							F			
THALASSINOIDES					ME		ME			ME										
PERFORACIONES (BORINGS)		LA								C		MA	F							

oscuros cloríticos (subfacies A<sub>2</sub>), asociados generalmente en aquella a cantos negros y ovoidales de colofana así como a nódulos y costras de siderita (estos últimos con envoltura externa rojiza de alteración). Son también comunes aquí (especialmente en A<sub>2</sub>) los oolitos arcilloso-hematíticos y/o cloríticos, así como la matriz o cemento, que pueden estar formados por cualquiera de estos dos componentes, aunque es más frecuente el primero. En algunos casos, el porcentaje de estos oolitos es incluso muy superior al de granos de siliciclásticos.

Los granos de cuarzo oscilan entre bien redondeados (predominando en los tamaños de arena media) y subangulosos (menos frecuentes y perteneciendo en su mayoría a los tamaños arena fina y muy fina). Interestratos arcillosos raramente; cuando aparecen, lo hacen en lechos muy delgados y esporádicos.

**G e o m e t r í a .**—Capas generalmente de espesores medios a gruesos (15 a 110 cm.). Debido a la poca extensión de los afloramientos, no se puede apreciar con exactitud la continuidad lateral de esta facies, pero probablemente alcance varios centenares de metros; no obstante, es bastante variable y parece estar en la mayoría de los casos en relación directa con el espesor de la facies. La continuidad lateral de las capas que la componen, suele ser también bastante apreciable.

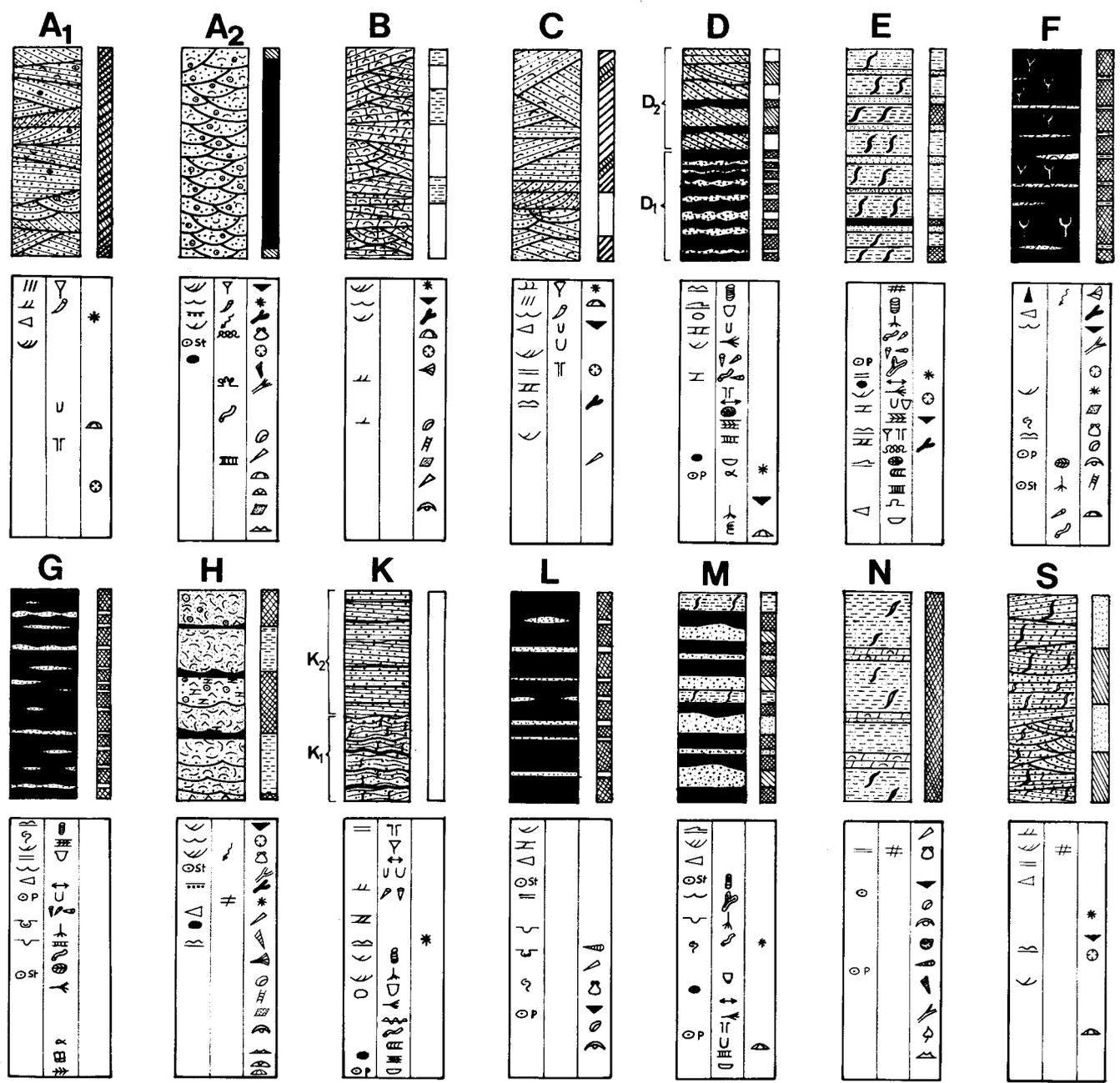
Los contactos inferiores de esta facies con las adyacentes pueden ser graduales o bien muy netos y erosivos según que se trate respectivamente de las subfacies  $A_1$  o  $A_2$ ; los contactos superiores pueden presentar igualmente estas dos alternativas, pero aparentemente sin relación con la presencia de  $A_1$  o  $A_2$ .

**E s t r u c t u r a s I n o r g á n i c a s .**—Estrat. cruzada a pequeña y mediana escala, predominando ésta última; en las subfacies  $A_1$  es más frecuente la de tipo planar que la de surco, siendo por el contrario esta última la más común en  $A_2$  (Lám. I A). El espesor de los sets en surco oscila entre 4 y 20 cm., mientras que su amplitud (medida en una sección perpendicular al eje), no suele rebasar los 60 cm. Los sets aparecen siempre agrupados constituyendo cosets del mismo espesor de la capa que los contiene. Las láminas de los sets de tipo planar son casi todas tangenciales a la base, quedando truncadas en el techo erosivamente por las del que se le superpone.

Muy raramente, se observan algunas ondulaciones de pequeños ripples de oleaje o de interferencia. Entre las estructuras diagenéticas destacan los nódulos, lentejones y masas irregulares sideríticas, generalmente asociadas a las zonas basales de la subfacies  $A_2$ .

**E s t r u c t u r a s O r g á n i c a s .**—La icnofauna es relativamente escasa predominando *Monocraterion* y *Rosselia*, que se sitúan preferentemente en el techo del conjunto (GARCÍA-RAMOS 1976). Muy localmente, aparecen *Nereites*, *Planolites*, *Cosmorhaphé*, *Arenicolites* y *Scolicia*. Hay aquí un claro predominio de las estructuras orgánicas de desarrollo vertical pertenecientes en su mayoría a organismos que se alimentan de suspensiones, sobre el resto. En las conchas de braquiópodos y de lamelibranquios suelen ser comunes las perforaciones orgánicas probablemente producidas por pequeños gusanos poliquetos.

**F ó s i l e s .**—La fauna oscila entre muy escasa y abundante. Generalmente, las subfacies  $A_1$  suelen contener poca fauna que a su vez es poco variada, de pequeño tamaño y fragmentada. Las subfacies  $A_2$  pueden ser también pobres en fauna, pero lo más común es que ésta sea abundante, bastante variada y con mezcla de ejemplares grandes y pequeños, enteros y fragmentados, de caparazón o esqueleto grueso y delgado. En ambas subfacies, la fauna cuando existe, está concentrada en niveles coincidiendo con las láminas de estratificación cruzada, y



**COLOR**

ROJIZO	BLANCO, GRIS-CLARO, BEIGE.
LISTADO { ROJIZO Y BLANCO " " ROSADO	GRIS OSCURO A NEGRO
LISTADO (ROJIZO Y VERDOSO)	GRIS-VERD. o PARDO-AMAR.
VERDOSO	GRIS MEDIO

**ESTRUCTURAS INORGANICAS**

RIPPLE-MARKS
ESTRATIFICACION CRUZADA(en general)
" " PLANAR
" " EN SURCO

**GRADO BIOTURBACION**

BIOTURBACION MUY LIGERA
" " MEDIA
" " MUY INTENSA

ABUNDANCIA (↕)

ESTRUCTURAS INORGANICAS
ESTRUCTURAS ORGANICAS
FAUNA Y FLORA

**COMPOSICION LITOLOGICA**

(GRANOS DE Q.)	} ARENISCA GRANO MEDIO-GRUESO
(OOLITOS: ARCIL-HEMAT., CLORIT.)	
ARENISCAS GRANO MUY FINO Y LIMOLITAS	
LIMOLITAS ARCILLOSAS	
PIZARRAS LIMOSAS	
PIZARRAS	
CALIZAS	
DOLOMIAS	
Siderita	

**CARACTER DE LA FAUNA**

TRANSPORTADA
EN POSICION DE VIDA O MUY POCO TRANSPORTADA

Caracterización de las principales facies sedimentarias.

Fig. 2.-Esquema general de las facies estudiadas.

concretamente en  $A_2$ , es especialmente común en la base de los sets en surco con una cierta disminución en el porcentaje y en el tamaño de los ejemplares hacia la parte alta de los mismos.

En los casos de mayor diversidad, esta fauna consta de: braquiópodos, corales solitarios, crinoideos, gasterópodos, lamelibranquios de concha gruesa (ej: *Gosseletia devónica*; Lám. III E), tabulados, briozoos, tentaculítidos, ostrácodos, conodontos, placas dérmicas de peces, etc.

No parece existir ninguna orientación preponderante de los ejemplares con respecto al muro y techo de las capas, aunque hay un ligero predominio de las posiciones más estables así como una alineación de los mismos por corrientes (Lám. III E).

Los nódulos y costras sideríticas, cantos de colofana y oolitos hematíticos o cloríticos, están muy a menudo asociados a estos niveles ricos en fauna.

**O r d e n a c i ó n .**—Al ser la litología prácticamente homogénea, no parece haber un desarrollo secuencial de orden menor; no obstante, existe a veces un cierto ordenamiento en los espesores de las capas (polaridad) que suele estar en relación directa con el tamaño del grano. Por otro lado, las subfacies  $A_1$  suelen constituir el término superior de secuencias negativas mayores, mientras que las  $A_2$ , por su carácter canalizado, suelen colocarse indistintamente truncando a unas y otras facies, pero nunca se disponen sobre aquellas de carácter más distal.

En cuanto a ordenamiento interno (secuencia menor), a veces no existe, adoptando la facies un carácter prácticamente homogéneo, pero lo más común es que presenten en la base un intervalo corto con polaridad negativa, seguido por otro más largo de permanencia y terminando superiormente en otro intervalo corto positivo. En la subfacies  $A_2$ , tiene lugar a veces una superposición de pequeñas unidades con granoselección positiva que coinciden con sets de estratificación cruzada. Finalmente, se dan también algunos casos de polaridad negativa interna o menor, especialmente en la subfacies  $A_1$ .

**D i s t r i b u c i ó n y F a c i e s A s o c i a d a s .**—Esta facies está representada en la inmensa mayoría de las series de la vertiente asturiana, siempre por encima de los 85 a 200 m. inferiores de las mismas, con la excepción quizás de las de Soto Ribera-Telleo y Los Alfilorios, en las que no aparece (Fig. 1). En la vertiente leonesa sólo está bien desarrollada en las series de Ciñera (subfacies  $A_1$ ), Vozmediano y Corniero (subfacies  $A_2$ ), no obstante, en la de Quejo, existe también algún pequeño intervalo atribuible a ésta facies A. (GARCÍA-RAMOS 1977).

En la zona asturiana tiende a aparecer asociada a las facies E y G (especialmente a la primera) y en mucha menor proporción a las K y M; en la zona leonesa, lo hace generalmente a las K y P. Los contactos con las facies E y G suelen ser netos (subfacies  $A_2$ ), mientras que con las K, son a menudo graduales o transicionales (subfacies  $A_1$ ).

**I n t e r p r e t a c i ó n .**—A) Subfacies  $A_2$ .—El carácter erosivo de la base, mal calibrado, presencia común de fauna con mezcla de ejemplares variados enteros y fragmentados de muy diferentes tamaños, matriz arcillosa entre los

granos, contenido oolítico a veces elevado, el tipo, agrupamiento y escala de la estratificación cruzada, la coloración rojiza uniforme, el carácter y disposición de las variaciones en el tamaño del grano, la presencia en la base de nódulos de siderita y cantos de colofana, y la disposición en las series sobre otras facies distintas sin ningún tipo de ordenación, nos han inducido a interpretar estos depósitos como pertenecientes a facies de bancos arenosos muy amplios de base canalizada, situados en zonas submareales muy someras y en relación probable (al menos algunos de ellos) con desembocaduras de grandes estuarios.

El hecho de que la base de estos canales sea siempre una superficie de gran extensión horizontal y de relieve muy bajo, parece indicar que ha habido una erosión uniforme de la capa arenosa rojiza sobre aéreas muy amplias en una región de escaso relieve; asimismo, indicarían que la erosión debió de producirse bajo una capa de agua relativamente extensa y de una profundidad bastante uniforme. De todas formas, es probable que a medida que nos acercásemos a las zonas emergidas (no visibles en la actualidad) estos canales disminuyesen en extensión lateral e incrementasen su profundidad. Así, hemos podido comprobar que en los afloramientos de la zona asturiana situados más al SW., la frecuencia y el espesor de los tramos con esta facies disminuye considerablemente (GARCÍA-RAMOS 1977).

La semejanza en composición, tamaño de grano, orientación de láminas y escala de los sucesivos sets agrupados de estratificación cruzada que componen cada tramo con facies A<sub>2</sub>, indican que el proceso que los forma es prácticamente siempre el mismo, actuando repetidamente en la misma forma y con similar intensidad todo a lo largo de dicho tramo.

Esta subfacies presenta un carácter similar en muchos aspectos a la de bancos arenosos alargados (sand ridges) situados en la actualidad en zonas submareales someras de la plataforma, similares a los descritos por OFF (1963), HOUBOLT (1968), EVANS (1970), SWIFT et al. (1973) y especialmente DAVIES (1976). Su origen sería debido probablemente a la acción repetitiva de fuertes corrientes de fondo generadas conjuntamente por mareas importantes y tempestades; la orientación dominante de los ejes mayores de los surcos de estrat. cruzada que componen éstos cuerpos en las series del Cabo Peñas, es NE-SW., es decir probablemente paralela o ligeramente oblicua a la hipotética línea de costa, con procedencia principal de la corriente del NE. (GARCÍA-RAMOS 1977).

El que en la zona leonesa, sólo aparezca en algunos de los afloramientos situados más al N. (Ciñera y Vozmediano), prueba su disposición exclusiva en zonas someras.

Esta subfacies parece muy similar igualmente a los canales submareales que describen REINECK y SINGH (1973) enfrente de las desembocaduras de estuarios en la Bahía Germana (extremo S. del mar del Norte).

B) Subfacies A<sub>1</sub>.—El carácter gradual de la base, relativamente buen calibrado, presencia de fauna en proporciones muy variables, pero casi siempre fragmentada y de pequeño tamaño, el tipo, agrupamiento y escala de la estratificación cruzada, la coloración rojiza o verdosa (a veces listada), el tamaño del

grano de arena media y la disposición frecuente en la parte alta de secuencias negativas mayores, parecen indicar que se trata de depósitos pertenecientes a bancos arenosos (shoals) de zonas submareales.

La presencia frecuente de algo de matriz arcilloso-hematítica o clorítica entre los granos, prueba que no ha tenido lugar aquí un retoque energético importante que produjese un efecto de eliminación de finos (winnowing) por lo que su comportamiento respondería más bien al de un banco arenoso (shoal) que al de la parte superior, de mayor energía, de una barra propiamente dicha.

La posición y características de estas subfacies A<sub>1</sub>, en la parte superior de secuencias negativas mayores, es similar a la de los «sand bars», «sand tongues» y «shoals» que citan REINECK y SINGH (1973) en zonas submareales en la región de Nordergrunde (parte S. del Mar del Norte), o SYKES (1974) en el Lías del E. de Groenlandia. Igualmente se puede establecer aquí una semejanza con los depósitos de «sand ridges» apuntados anteriormente en el caso de la subfacies A<sub>2</sub>.

Aparte de que en algunos casos, ambas subfacies pueden llegar a tener un aspecto similar en el campo, se ha observado a veces, debido a la migración de éstos depósitos, una superposición de las subfacies de bancos arenosos sobre las canalizadas (estas dos características han sido igualmente citadas por REINECK y SINGH (1973) en los modelos del S. del Mar del Norte.

#### FACIES-B.

**Litología.**—Dolomías grainstone (localmente packstone) a menudo arenosas y muy bioclásticas de tonos gris claros, rosados o rojizos (a veces con un aspecto listado), Fig. 2. En algunos casos, la dolomitización no ha sido muy intensa por lo que la roca puede clasificarse como caliza dolomítica. El tamaño de los granos de cuarzo es el de arena media y el de los bioclastos oscila entre arena media y grava de pequeño tamaño. El redondeamiento de los granos de cuarzo suele ser bueno y el calibrado variable. No existen restos de material arcilloso, excepto en forma de interestratos muy finos y muy localizados. Cemento de dolomita ferrosa común y de pirita escaso y local (serie de Punta La Vaca). A veces, el porcentaje de granos de cuarzo rebasa ligeramente al de carbonato por lo que la roca se podría clasificar como una arenisca bioclástica. En otros casos, por el contrario, no aparecen granos de cuarzo.

**Geometría.**—Capas comprendidas habitualmente entre 20 y 140 cm. de espesor. Transiciones horizontales y verticales muy comunes a la facies C, generalmente de una manera gradual. La continuidad lateral de las capas es muy variable: entre 40 cm. y varios metros.

**Estructuras Inorgánicas.**—Estratificación cruzada en surco (Lám. II H) y planar en cuña, ambas a pequeña y mediana escala predominando mucho ésta última dimensión sobre la anterior. Sets agrupados oscilando entre 3 y 30 cm. de espesor con láminas generalmente tangenciales en la base y truncadas en el techo, aunque se dan algunos pocos casos con láminas sigmoidales; su distribución suele adoptar un carácter bimodal (Lám. II H).

**Estructuras Orgánicas.**—No se han encontrado en ésta facies.

**Fósiles.**—Fauna abundante constituyendo bioclastos de composición calcárea (aunque a veces puede estar afectada por dolomitización posterior), muy fragmentada, de pequeño tamaño, a menudo recristalizada y formada en su mayoría por: equinodermos (los más abundantes, predominando los crinoideos sobre los equínidos), braquiópodos, briozoos (coloniales, fenestrales, etc.) y corales; en pequeña proporción suelen aparecer: ostrácodos, trilobites y tentaculítidos. Se observan con cierta frecuencia rellenos e impregnaciones hematíticas en los bioclastos, especialmente en los equinodermos y en los zoocios de los briozoos. Asimismo son a veces comunes las envueltas micríticas de algas alrededor de los bioclastos así como las interpenetraciones entre estos últimos (a menudo con contactos microestilolíticos).

**Ordenación.**—No suelen ser frecuentes aquí las ordenaciones en sentido vertical; no obstante, a veces puede observarse un aumento gradual en las dimensiones de los sets de estratificación cruzada y una disminución de los interstratos arcillosos finos desde la base hasta la parte media, produciéndose a partir de aquí el fenómeno inverso hasta el techo.

Finalmente, en otros casos, (sobre todo si se trata de calizas o dolomías packestone) las capas pueden adoptar una ligera polaridad positiva.

**Distribución y Facies Asociadas.**—Esta facies suele estar representada esporádicamente en los tramos inferior y superior de las series asturianas y especialmente en aquellas situadas más al W. y por tanto más alejadas del borde de cuenca (Aguasmestas-Pigüeña, Moniello-Punta la Vaca, etc., Fig. 1); no obstante, también puede aparecer, aunque muy localmente y con poco desarrollo, en la parte media de éstas últimas. En la vertiente leonesa, por el contrario, no se presenta nunca, pero si puede ser común en el techo y muro respectivamente de las Formaciones adyacentes (Santa Lucía y Portilla). Las facies asociadas más frecuentes son la F y la C.

**Interpretación.**—Se ha interpretado esta facies (GARCÍA-RAMOS 1977) como barras bioclásticas o bioclástico-arenosas situadas en una zona marina de plataforma muy somera por encima del nivel de base del oleaje. Se excluye la posibilidad de que se trate de una zona de canal (aunque pueden aparecer esporádicamente asociados a ella), por el contacto gradual con las facies infrayacentes, la fuerte fragmentación y redondeamiento de los bioclastos sin que aparezcan mezclados con otros ejemplares de fauna enteros, la ausencia prácticamente de material arcilloso, el carácter relativamente bien calibrado, el paso gradual a facies de barras arenosas por disminución del contenido y variedad de bioclastos y aumento en el de granos de cuarzo, etc.

El gran predominio de equinodermos (principalmente crinoideos) puede explicarse en parte debido a su probable abundancia en las zonas de donde provienen, y en otra, a la fácil desarticulación de su esqueleto así como a su elevada porosidad, por lo que sus fragmentos pueden ser fácilmente transporta-

dos en suspensión intermitente, a veces incluso, sin signos aparentes de abrasión (HERM 1972).

La fuerte micritización superficial de algunos bioclastos (probablemente debida a algas) y su acusado redondeamiento, indica que han sufrido períodos largos e intermitentes de retoque y reposo sobre la superficie del sedimento antes de su enterramiento definitivo en una zona somera.

La presencia de algunos fragmentos de fauna hematizados (especialmente equinodermos y en menor proporción briozoos, braquiópodos y corales) incluidos dentro de una masa de dolomía grainstone a packstone no roja, y sin indicios de haberlo sido originalmente, prueba que el origen de dicha impregnación rojiza es alóctono así como su procedencia de otra zona marina oxidante, somera y de salinidad normal, en la que tendría lugar previamente el recubrimiento hematítico.

La ausencia de estructuras orgánicas tanto de tipo figurativo como deformativo (bioturbación) se debe al retoque continuo del sedimento, situado en una zona de alta energía, que impide el desarrollo de las mismas.

El preferente desarrollo de esta facies en los afloramientos situados más al W. y NW. de Asturias (ej: Moniello-P. la Vaca, Aguasmestas-Pigüena, etc.) coincide con zonas más alejadas de la hipotética línea de costa en las que sin dejar de ser importante el aporte de siliciclásticos gruesos (arena media), éste se hace más intermitente empezando a haber largos períodos con acumulación de finos (limo y arcilla) y zonas protegidas en las que comienza a desarrollarse fauna con concha o esqueleto; estos períodos, alternarían a su vez, con otros de fuerte agitación que introducen material más grueso (arena) y fragmentan, clasifican y concentran la fauna, eliminando el material más fino intersticial que es transportado a otras zonas más tranquilas.

La composición de la fauna, similar a la de la facies F (aunque con fuertes diferencias en el número y porcentaje de los distintos taxones), situada a su vez con frecuencia estratigráficamente por encima y por debajo de la B, demuestra que ésta última se formó en gran parte a expensas de aquélla.

#### FACIES-C.

**L i t o l o g í a .**—Areniscas cuarzosas de grano medio, muy bien calibradas, con granos generalmente bien redondeados y aspecto muy a menudo listado en bandas alternas rojizas y gris claras o rojizas y rosadas (Fig. 2). Con menor frecuencia, pueden tener tonalidades uniformes rojizas, gris claras y beigeas, o bien listadas en bandas rojizas y ligeramente verdosas o gris-medio y gris-oscuras (Lám. II F). Estas areniscas contienen a menudo algo de cemento dolomítico pero comúnmente aparecen dedolomitizadas, especialmente en las series del interior. El cemento predominante es de cuarzo, luego sigue en importancia el de dolomita ferrosa y finalmente la hematites y la pirita, estas dos últimas ya en pequeña proporción.

Los componentes que dan lugar a los distintos tipos de coloraciones son los siguientes: hematites (rojizo), clorita (verdoso), cuarzo (gris-claro o blanco), pirita abundante (gris-oscuro), pirita escasa o dolomita ferrosa (gris-medio), limonita muy escasa (beige o ligeramente amarillento), limonita frecuente (pardo amarillento), hematites muy escasa (rosado).

La mayor parte de la hematites aparece aquí en forma de película alrededor de los granos, aunque una pequeña cantidad puede encontrarse como cemento o matriz. En algunos casos aislados, el aspecto rojizo, aparece sólo en la parte más externa del afloramiento como consecuencia de meteorización superficial actual de bandas ricas en cemento de pirita. Los granos de cuarzo de mayor tamaño son los que presentan con más frecuencia la película hematítica alrededor.

Muy localmente, pueden aparecer también dentro de esta facies: a) granos amarillentos arcilloso-limoníticos o, blancos caoliníticos o verdosos de glauconita-illita, b) cantos blandos arcillosos rojizo-hematíticos, c) interestratos pizarrosos muy finos, y d) pirolusita en forma de pequeños nódulos o rellenando grietas.

**G e o m e t r í a .**—Capas con predominio de espesores medios a gruesos (valores extremos de 10 a 130 cm., valores más frecuentes de 30 a 80 cm.). Los estratos presentan cambios laterales rápidos en el espesor y los acuñamientos son abundantes. Los contactos verticales con las facies adyacentes pueden ser netos, graduales o erosivos, sin un predominio neto de ninguno de ellos.

**E s t r u c t u r a s I n o r g á n i c a s .**—Estratificación cruzada planar en cuña a mediana escala constituyendo sets generalmente agrupados con espesores que oscilan entre 10 y 150 cm. siendo los más frecuentes del orden de 25 a 65 cm.; la amplitud de estos sets suele ser siempre superior a un metro y las láminas que los componen son a menudo tangenciales en la base (Lám. II F). En proporción algo menor se encuentra estratificación cruzada en surco a mediana escala y también planar tabular con láminas sigmoidales. Las superficies erosivas y los paleocanales son a veces frecuentes. Muy localmente, ripples de oleaje, en su mayoría de interferencia. En algunos casos aparece igualmente laminación paralela o cruzada de muy bajo ángulo en capas delgadas (Lám. II F), así como estratificación cruzada en surco a pequeña escala debida a ripples tridimensionales. Las paleocorrientes medidas en esta facies (basándose en láminas de estratificación cruzada) tienen un carácter bimodal en la mayoría de los casos con las dos componentes principales separadas entre sí unos 90° por término medio y con direcciones hacia el E-SE y S-SW (Fig. 4a).

**E s t r u c t u r a s O r g á n i c a s .**—Hay un gran predominio de aquellas producidas por organismos (en este caso, gusanos en su mayoría) que se alimentan de suspensiones. Los icnogéneros más comunes aquí en orden de mayor a menor frecuencia son: *Monocraterion*, *Rosselia*, *Arenicolites* (variedades A y B) y *Skolithos*. No obstante, el porcentaje de icnofauna es aquí relativamente bajo. Todos los icnogéneros citados aparecen formando relieves completos, y tienden a predominar en la parte superior de las capas (GARCÍA-RAMOS 1976).

Esporádicamente se observan algunas pistas sinuosas en las superficies de los estratos.

**F ó s i l e s .**—Existe a menudo fauna, pero aparece siempre muy fragmentada y es de pequeño tamaño (arena media a grava fina). En la composición de la misma, dominan extraordinariamente los equinodermos (especialmente los crinoideos) y en menor proporción los restos de braquiópodos y de corales, unos y otros a menudo concentrados en niveles, aunque pueden aparecer también dispersos. Muy localmente se encuentran láminas ricas en acumulaciones de tentaculites bentónicas. Lo más común, no obstante, es que toda esta fauna aparezca en forma de porosidad móldica por dedolomitización actual.

**O r d e n a c i ó n .**—Debido a su litología homogénea no presenta un claro desarrollo secuencial. La polaridad de las capas tampoco suele tener un carácter muy definido, aunque tiende a predominar la de tipo negativo. El estudio de esta facies mediante matrices de transición, con respecto a las adyacentes, confirma que su desarrollo raramente es completo presentándose continuas truncaciones en el mismo.

**D i s t r i b u c i ó n y F a c i e s A s o c i a d a s .**—Aparece ordinariamente en los 85 a 100 m. inferiores de todas las series asturianas, no obstante, en aquellas situadas más al W. y por tanto más alejadas del borde de cuenca (ej: Moniello-Punta la Vaca), su desarrollo, aunque en éste caso con intercalaciones de otras facies distintas, puede alcanzar hasta los 214 m. sobre la base. En la vertiente leonesa, el único lugar en donde ha podido ser detectada, es en la zona del autóctono del Esla (parte inferior-media de las series de Corniero, Agradados y Vozmediano; Fig. 1). Las facies más comúnmente asociadas son la B y la D, y en menor grado la K; el paso a la facies B suele ser gradual por un enriquecimiento en la cantidad de bioclastos y un aumento en la proporción de cemento dolomítico que es sustituido por el de cuarzo.

**I n t e r p r e t a c i ó n .**—Esta facies ha sido interpretada (GARCÍA-RAMOS 1977) como correspondiente a un conjunto de barras arenosas paralelas a la costa y migrando en dirección a ella (Fig. 3). Estas barras estarían generalmente sumergidas en una zona marina muy somera, de muy escaso relieve y próxima a la costa. Asociadas a estas barras, se encontraron esporádicamente otro tipo de estructuras con disposición aproximadamente perpendicular a las mismas y superpuestas a ellas; se han interpretado como megaripples tridimensionales en media luna producidos probablemente por corrientes importantes de salida hacia el mar que truncan las barras en diversos lugares (rip-currents), Fig. 3.

La línea de costa sería probablemente de moderada a alta energía; la mayor parte de las estructuras que se observan actualmente en ésta facies parecen corresponder a períodos de fuerte oleaje (y por tanto con mayor potencial de conservación) durante los cuales se destruirían las que se pudieron haber formado durante intervalos de calma.

Corroboran esta interpretación, por un lado, los datos obtenidos por nosotros: tipos y disposición de la estratificación cruzada, tamaño de grano, buen calibrado, madurez, orientación de paleocorrientes, coloración, tipos y conserva-

ción de fauna e icnofauna, ordenación y asociación con respecto a otras facies, modelos de ripple-marks, etc.

Por otro lado, se ha hecho una comparación con modelos de facies similares, tanto antiguas (MASTERS 1967; MC CAVE 1973) como actuales (MC KEE y STERRETT 1961; CLIFTON et al. 1971; DAVIDSON-ARNOTT y GREENWOOD 1974), con resultados satisfactorios.

Las estructuras más frecuentes en esta facies constan de sets con estratificación cruzada, generalmente planar a mediana escala, con láminas buzando hacia la costa, a las que se les superponen erosivamente otras de menor espesor con laminación paralela o cruzada de bajo ángulo buzando hacia mar abierto; si seguimos ahora lateralmente en dirección al mar, las láminas superiores de estas últimas, vemos que llegan a enlazar gradualmente con las láminas cruzadas inferiores (todavía de bajo ángulo) de un nuevo set suprayacente, las cuales aumentan de ángulo gradualmente a medida que nos desplazamos hacia el litoral a la vez que comienzan a cortar erosivamente al set de laminación paralela inferior (Fig. 3; Lám. II F).

Si comparamos estas observaciones con los datos experimentales números 12 y 13 obtenidos en barras artificiales longshore por MC KEE y STERRETT (1961) en zonas de rotura de olas, podemos apreciar la gran semejanza entre ambos. Estos autores han llegado a los dos casos mencionados, bajo condiciones de aguas someras y oleaje de moderado a fuerte respectivamente.

Si intentamos relacionar ahora nuestros datos con los obtenidos en sedimentos actuales por CLIFTON et al. (1971) y especialmente por DAVIDSON-ARNOTT et al. (1974) en barras muy someras y paralelas a la costa de New Brunswick (Canadá), vemos aún un mayor parecido entre ambos, y podemos dar una interpretación de acuerdo con sus datos.

Así, según DAVIDSON-ARNOTT et al. (1974), cuando las olas retocan el fondo muy poco profundo de la barra, sin llegar a romper, se forman pequeños ripples de oleaje simétricos o ligeramente asimétricos tanto sobre la cresta como sobre el talud hacia el mar de dicha barra. Nosotros sólo los hemos encontrado raras veces en dichas posiciones debido probablemente al escaso potencial de conservación en éstas zonas de donde serían eliminados fácilmente al formarse la laminación paralela o cruzada de bajo ángulo buzando hacia el mar que representa condiciones de mayor energía. Sin embargo, hemos localizado a menudo esos mismos ripples en zonas lateralmente adyacentes, tanto hacia la costa (surco) como hacia mar abierto (Fig. 3); sus características: crestas alargadas de hasta varios metros de continuidad, ligera asimetría, longitud de onda entre 10 y 12 cm. y altura de 0,5 a 2 cm., también son muy parecidas a las descritas por dichos autores.

Durante los períodos en los que las olas rompen sobre la barra, pueden formarse megaripples lunares sobre el talud que da hacia el mar, mientras que en el techo y la cresta se originaría laminación paralela, que hacia mar abierto pasaría a ser cruzada de bajo ángulo. Este tipo de laminación pudiera estar también ligeramente influenciado por las corrientes mareales de refluo, pero siempre en pequeña proporción, puesto que no existen pruebas de que las mareas

sean aquí importantes como parece demostrar la escasez de estructuras influenciadas por ella. El depósito arenoso vendría controlado por un fuerte desplazamiento horizontal de la masa de agua que removiliza sedimentos en la zona de turbulencia (surf), los cuales bajo condiciones de muy intenso oleaje dan lugar a megaripples lunares con laminación cruzada interna de alto ángulo buzando hacia tierra, sobre la cresta de la barra.

Cuando la profundidad de agua sobre la barra es muy pequeña, la removilización de sedimentos en la zona turbulenta (surf), puede producir, según DAVIDSON-ARNOTT et al., pequeñas lomas de 10 a 20 cm. de altura, de techo plano, paralelas a la cresta de la barra y con laminación cruzada interna de alto ángulo buzando hacia tierra; estas lomas, migrarían luego a través de la barra dando lugar a sets tabulares con las características indicadas. Este fenómeno es frecuente en la Formación Naranco tanto en esta facies C como en la subfacies D<sub>2</sub>.

Durante períodos de fuerte oleaje, en el surco situado entre la barra y el litoral (o entre dos barras) se forman corrientes paralelas a la costa (longshore) que fluyen más tarde hacia el mar en forma de «rip currents» ya sea a través de canales que cortan los sistemas de barras paralelas (Fig. 3), o bien, sobre las depresiones situadas entre dos barras adyacentes, si éstas son de tipo crecscéntico.

En estas zonas por las que fluyen hacia el mar las «rip currents», o en otras próximas a ellas, se producen megaripples formados internamente por sets de estratificación cruzada generalmente en surco y a mediana escala con láminas buzando hacia el mar (Fig. 3).

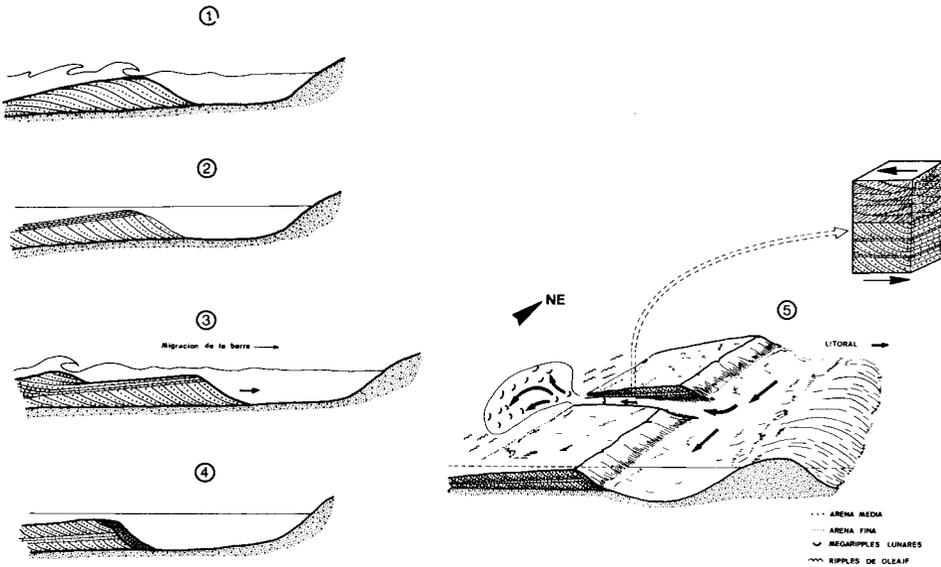


Fig. 3.—Esquema e interpretación de la facies C.

El talud de la barra situado hacia tierra, presenta estratificación cruzada planar a mediana escala con láminas de alto ángulo buzando hacia tierra (Lám. II F); estas láminas se producirían por la migración del talud de avalancha del frente de la barra (Fig. 3). Según DAVIDSON-ARNOTT et al. (1974), el ángulo de buzamiento de estas láminas es bajo cerca de la cresta de la barra, pero aumenta hacia el pie del talud pudiendo alcanzar hasta 25°; en estas zonas de la facies C, nosotros hemos llegado a medir inclinaciones de láminas de hasta 30° (ej: N. de Cornellana, La Gáraba-Coallajú, S. Pedro de Nora, etc.). Estas unidades, por sucesivo avance y relleno, pueden llegar a alcanzar un espesor igual a la altura de la barra, pudiendo extenderse varios metros (a lo largo y a lo ancho) por detrás de la misma.

En cuanto al aspecto listado alternante, en bandas rojizas y blancas que aparece muy a menudo en los sets de estratificación cruzada de alto ángulo, corresponde al depósito sucesivo de láminas provistas de granos de cuarzo con y sin película hematítica alrededor. Esta película es más frecuente en los tamaños de grano de arena gruesa que en los de arena fina, razón por la cual, en los intervalos de laminación paralela o cruzada de bajo ángulo en los que domina esta última fracción, el aspecto listado no existe o bien alcanza un menor desarrollo (Lám. II F).

En un medio inestable de alta energía y constante retoque como el presente es imposible el desarrollo de fauna con concha o esqueleto; por esta razón los pocos fragmentos pequeños que aparecen, provendrían de otras áreas más tranquilas siendo transportados sus restos hasta aquí, en parte debido a su alta porosidad (predominio de equinodermos).

En cuanto a la icnofauna, hay un gran predominio de las formas de desarrollo vertical, unas debidas a escape de organismos para evitar su enterramiento (principalmente gusanos) y otras a huellas de morada excavadas a partir de la superficie hacia el interior del sedimento.

#### FACIES-D.

**Litología.**—Alternancia de areniscas compactas cuarzosas de grano medio y bien calibradas, con pizarras grises oscuras (Fig. 2). Las areniscas son de tonos blancos, gris-claros o gris-verdosos, a menudo algo dolomíticas y contienen con frecuencia cantos blandos muy aplanados. Por regla general, aunque existen excepciones, la proporción de arenisca /-pizarra suele ser igual o superior a 1 (Lám. II D). En el caso particular de la subfacies D<sub>2</sub>, el contenido en pizarras suele ser muy escaso o incluso nulo.

Los granos tienden a ser subredondeados y el cemento que los une es en su mayoría de cuarzo al que suele acompañar en menor cantidad el de dolomita ferrosa o clorita y muy raramente el de siderita. La clorita puede presentarse también a modo de película sobre los granos. A veces existe algo de piritita intersticial.

**G e o m e t r í a .**—El espesor de las capas oscila entre unos mm. y 35 cm., pero los valores más frecuentes están comprendidos entre 2 y 15 cm. Estas variaciones están también en función de la subfacies considerada, siendo las capas más gruesas las correspondientes a  $D_2$  y viceversa.

La continuidad lateral de los estratos areniscosos suele ser más bien escasa con oscilaciones horizontales rápidas en el espesor (más acentuadas en  $D_2$ ) y frecuentes acuñamientos (Lám. II D).

En cuanto a los tipos de contactos verticales con las facies adyacentes, pueden ir desde graduales a netos o incluso erosivos, tanto superior como inferiormente. Cuando las subfacies  $D_2$  y  $D_1$  aparecen asociadas, el paso de una a otra es siempre gradual (Lám. III B).

**E s t r u c t u r a s I n o r g á n i c a s .**—La subfacies  $D_2$  se caracteriza por tener estratificación cruzada tabular y unimodal a mediana escala en sets de 5 a 30 cm. de espesor con láminas de alto ángulo tangenciales en la base (y con frecuencia incluso sigmoidales) que corresponden a megaripples aparentemente bidimensionales de varios metros de longitud de onda.

En la subfacies  $D_1$ , predomina la estratificación cruzada a pequeña escala (sets de hasta 5 cm. de espesor), de tipo tabular o en surco con pequeños ripples superpuestos, tanto de oleaje como de corriente y muy a menudo de interferencia (Lám. II D).

En el conjunto de la facies, es muy común la estratificación cruzada de los tipos flaser, ondulante y lenticular, predominando la primera en la subfacies  $D_2$  y las dos restantes en la  $D_1$ .

Otras estructuras comunes aquí, son los cantos blandos arcillosos de tonos grises oscuros y muy aplanados que se sitúan preferentemente en la base y en el interior de las capas areniscosas, en este último caso con disposición paralela a las láminas de estratificación cruzada (Lám. II D).

Existen también algunos nódulos de pirita, así como cantos de colofana locales.

**E s t r u c t u r a s O r g á n i c a s .**—Son bastante frecuentes aquí, especialmente en la subfacies  $D_1$  (GARCÍA-RAMOS 1976). Los icnogéneros más comunes son: *Conostichus*, *Planolites*, *Arenicolites* (tipo A), *Cylindrichnus* verticales, subhorizontales y oblicuos. *Phycodes* y *Teichichnus*. En menor proporción, pueden aparecer: *Bifungites*, *Skolithos*, *Rusophycus*, *Cruziana*, *Asterosoma* y *Scolicia*. Más raramente, se encuentran: *Gordia*, *Cyrolithes*, *Bergaueria* y *Chondrites*.

**F ó s i l e s .**—Por lo general, la fauna es escasa o nula en esta facies. Cuando aparece, consta de fragmentos pequeños de equínidos, braquiópodos y crinoideos, todos ellos en el interior de las capas areniscosas.

**O r d e n a c i ó n .**—En la mayoría de los casos en que aparece esta facies, se observa en su interior una ordenación de tipo secuencial menor que puede ser

de carácter positivo, negativo o positivo-negativo (bisecuencia o ciclo) sin que se haya podido observar estadísticamente a lo largo de las series ningún predominio neto de una de ellas sobre las restantes.

En cuanto a colocación de esta facies con respecto a otras adyacentes dentro de una secuencia de orden mayor, la única ordenación observada es el paso gradual hacia arriba, que tiene lugar en algunas ocasiones a la facies K, dentro de una secuencia negativa del tipo DK o incluso DKC (Fig. 6).

**Distribución y Facies Asociadas.**—Esta facies es relativamente común dentro de los 80-200 m. inferiores de las series asturianas, especialmente en aquellas situadas más al W. (ej: Moniello-Punta la Vaca). En la vertiente leonesa, por el contrario, sólo ha sido localizada con seguridad en la mitad inferior de algunas de las series estudiadas más al NE. (Vozmediano, Corniero) dentro de la zona del autóctono del Esla, alcanzando allí de todas formas muy poco desarrollo (Fig. 1). Esto hace pensar que en la zona leonesa, esta facies debió de estar mejor representada de lo que se aprecia en la actualidad en los afloramientos más proximales situados todavía más al N. y no observables hoy día.

La facies asociada más común es la C; con menor frecuencia, lo hace la K y raramente las B, F y G.

**Interpretación.**—En la subfacies D<sub>2</sub>, los sets gruesos de areniscas bien calibradas de grano medio con estratificación cruzada tabular y unimodal a mediana escala de láminas sigmoidales buzando hacia tierra, y sin señales de excavaciones orgánicas, indican una velocidad de sedimentación elevada con migración hacia la costa de megaripples (aparentemente de crestas rectas), producidos probablemente en la destrucción o migración de una barra arenosa dentro de una zona marina somera situada por encima del nivel de base del oleaje, y durante períodos de alta energía (Fig. 4a).

En algunos casos, por encima, y de una manera gradual, se superpone la subfacies D<sub>1</sub> en forma de secuencia positiva con disminución hacia arriba del espesor de las capas y de los sets de estratificación cruzada, acompañado de un aumento en el mismo sentido de la proporción de arcilla y de la cantidad de ripples; este hecho corresponde a una disminución energética importante aunque gradual, probablemente como consecuencia de un aumento en la profundidad de la masa de agua.

Estos sedimentos pueden haber tenido una ligera influencia de mareas: frecuente estratificación cruzada con flaser, flaser, y ondulante (REINECK y WUNDERLICH 1968), superposición de pequeños ripples de interferencia o de oleaje sobre la superficie de los megaripples, escasa continuidad lateral de las capas, presencia local de superficies de discontinuidad o reactivación en los megaripples, contactos muy netos areniscas-pizarra, etc. La no aparición de estratificación cruzada en espina de pescado (herringbone) así como de grietas de deseca-

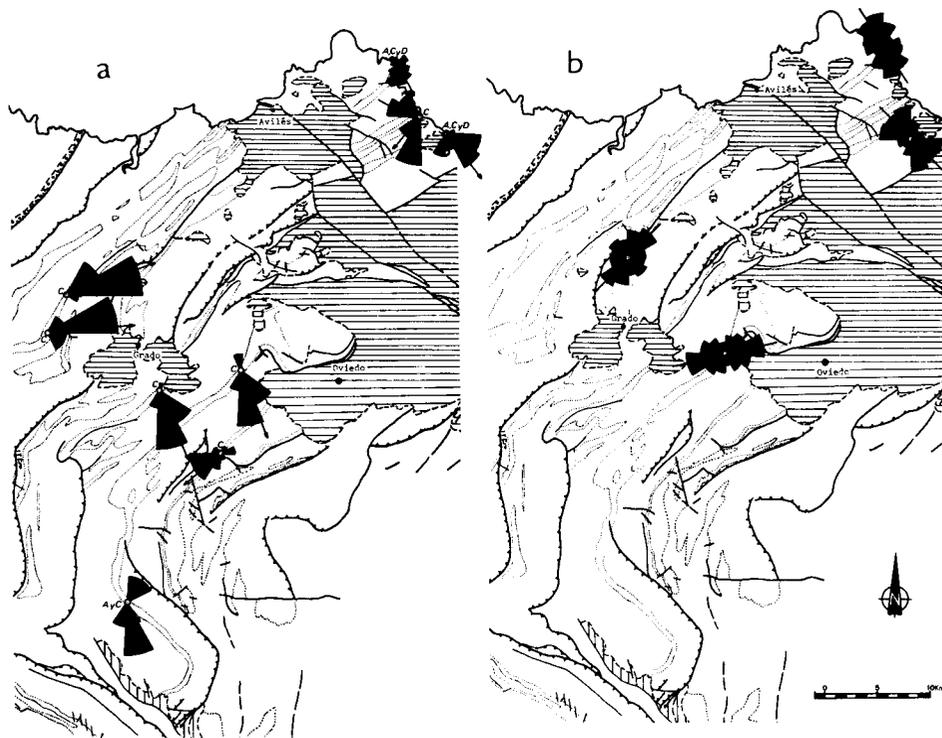


Fig. 4.-Esquema de paleocorrientes basado en estratificaciones cruzadas (a) y en orientación de icnofauna (b).

ción, ripples de cresta aplanada, etc., se explica por su posición en una zona submareal.

La ausencia de fauna con caparazón o esqueleto (excepto algunos fragmentos muy pequeños y esporádicos) se debe probablemente a la inestabilidad del fondo producida por el retoque continuo que sufre el sedimento, impidiendo el desarrollo de la misma, ya que para ello se requiere un período suficientemente largo de tiempo durante el cual el fondo permanezca estable. La ausencia de estructuras deformativas (bioturbación) con homogenización del sedimento, es otra prueba de lo dicho. Así por ejemplo, se sabe que en la actualidad, la mayoría de los moluscos requieren un período de varios años para su desarrollo; si la removilización del fondo es frecuente, las larvas no tienen posibilidad de desarrollarse y los pocos individuos que alcanzan las etapas juveniles, por su escaso peso serían transportados fuera de aquí hasta zonas más tranquilas en donde tendría lugar la acumulación (WUNDERLICH 1970).

#### FACIES-E.

**Litología.**.-Alternancia de limolitas arcillosas micáceas (localmente pueden ser pizarras limosas o areniscas arcillosas de grano muy fino), mal

calibradas, intensamente bioturbadas y de tonos gris medio, con pizarras grises oscuras y con limolitas (o areniscas de grano fino a muy fino) en láminas cruzadas de ripples, bien calibradas y de color gris (subfacies  $E_1$ ; Lám. I F). Con frecuencia, la alternancia tiene lugar solamente a base de los términos limolíticos sin que aparezca el interestrato pizarroso (subfacies  $E_2$ ). No obstante, existen localmente, algunos tramos aún más complejos, en los que intervienen además otros dos intervalos: uno de limolitas con laminación paralela y otro superpuesto a él, formado por pizarras limosas con algunas láminas limolíticas muy finas intercaladas, también con laminación paralela (Figs. 2 y 5).

Las limolitas arcillosas bioturbadas suelen ser bastante feldespáticas y como componente intersticial domina la matriz arcillosa y el cemento dolomítico, clorítico y cuarzoso; estas limolitas constituyen casi siempre la litología dominante dentro de la facies.

Las limolitas laminadas son también feldespáticas, cuarzosas y algo dolomíticas con frecuentes minerales pesados alineados en lechos muy finos.

Por regla general, en el caso de alternancias de sólo dos términos (subfacies  $E_2$ ), el tamaño del grano suele ser ligeramente superior en ambos.

**G e o m e t r í a .**—Los espesores de los cinco intervalos que se repiten sucesivamente dentro de una alternancia (en el caso de mayor complejidad), están comprendidos entre los valores extremos siguientes: 2 a 170 mm. para el pizarroso (a), 4 a 400 mm. para el de limolitas arcillosas bioturbadas (b), 4 a 40 mm. para el de limolitas con laminación de ripples (c) en la subfacies  $E_1$ , 20 a 100 mm. para el de areniscas de grano fino con laminación cruzada de bajo ángulo de megaripples ( $c_2$ ) en la subfacies  $E_2$ , 4 a 50 mm. para el de limolitas con laminación paralela (d), y 5 a 60 mm. para el de pizarras limosas con láminas limolíticas y laminación paralela (e).

Por regla general, en los casos en los que no aparece el interestrato pizarroso (subfacies  $E_2$ ), los espesores citados se aproximan más a los valores superiores, y viceversa en los casos de alternancias más complejas (subfacies  $E_1$ ).

La continuidad lateral de los distintos intervalos parece ser apreciable (generalmente superior a los 4-5 m.), aunque la poca extensión de los afloramientos impide una buena observación; no obstante, está claramente en función directa con el espesor de dichos intervalos. De aquí se deduce, que el tramo limolítico bioturbado (Lám. III H) y el de areniscas de grano fino con megaripples, son siempre más continuos lateralmente.

El carácter de los contactos entre los cinco tipos de intervalos que componen esta facies es el siguiente: 1) neto aunque muy irregular debido a la actividad orgánica, entre a y b, 2) gradual entre b y c, aunque aparece en gran parte destruido por la bioturbación que le imprime como en el caso anterior un aspecto irregular, 3) variable entre c y d, aunque lo más común es que sea ligeramente erosivo, 4) muy gradual entre d y e, y 5) de nuevo gradual entre e y a en el comienzo de una nueva secuencia (lám. II. I. y III A). En el caso particular de la parte alta de la secuencia negativa de que consta la subfacies  $E_2$ , el contacto

entre los intervalos b (bioturbado) y  $c_2$  (megaripples) suele ser una superficie erosiva.

El espesor de los intervalos, influye también aquí en la observación y deducción de los tipos de contactos; así por ejemplo, cuanto más grueso sea el intervalo c de limolitas con laminación de ripples, más posibilidades hay de que se conserve como tal sin ser afectado por la fuerte bioturbación del intervalo b anterior.

En cuanto a los tipos de contactos entre esta facies y las adyacentes, son sumamente variados, incluso a lo largo de una misma serie, pero predominan los inferiores netos y los superiores graduales.

**E s t r u c t u r a s I n o r g á n i c a s .**—Las estructuras no diagenéticas, prácticamente sólo son observables en las capas sin bioturbar. Entre ellas se pueden citar: laminación paralela en limolitas (intervalo d) o en pizarras limosas con lechos finos limolíticos (intervalo e), laminación cruzada en surco de ripples a pequeña escala (a menudo de interferencia o linguoides) y de muy poca altura (intervalo  $c_1$ ), laminación cruzada de bajo a muy bajo ángulo (o incluso subparalela) en areniscas de grano fino, constituyendo cada capa un solo set tabular a pequeña o mediana escala, predominando esta última (intervalo  $c_2$ , subfacies  $E_2$ ).

En los intervalos de limolitas bioturbadas (b), se observan a veces señales difusas de las ondulaciones de ripples originales, separadas entre sí por finas láminas arcillosas, sin embargo, la intensa actividad orgánica homogeneiza las litologías impidiendo la identificación de las estructuras preexistentes (Lám. I E). Localmente, pueden aparecer también algunos convoluted y slumping.

Dentro de las estructuras diagenéticas, destacan los nódulos de piritita que oscilan de escasos a frecuentes, así como los nódulos y cantos de colofana que son por regla general escasos y se encuentran dispersos en niveles dentro de los intervalos de limolitas bioturbadas. Los nódulos de siderita, cuando aparecen (lo cual ocurre aquí muy raramente) sólo lo hacen en los contactos con otras facies adyacentes (ej:  $A_2$  y H).

**E s t r u c t u r a s O r g á n i c a s .**—La más común es la bioturbación que llega en algunos casos a ser extraordinariamente intensa (intervalo de limolitas arcillosas) con destrucción prácticamente total de la estratificación.

Esta facies es la que ha proporcionado la mayor cantidad y variedad de icnofauna (GARCÍA-RAMOS 1976). Un estudio estadístico de la misma, nos ha permitido separar aquí cuatro grupos de icnogéneros en orden decreciente de importancia:

Abundantes: *Teichichnus*, *Chondrites*, *Planolites*, *Asturichnus* y *Cylindrichnus*.

Frecuentes: *Bifungites*, *Arenicolites* (tipo B), *Phycodes*, *Conostichus* y *Cruziana*.

Escasos: *Monocraterion*, *Skolithos*, *Nereites* y *Rusophycus*.

Muy escasos: *Rhizocorallium*, *Scolicia*, *Helminthopsis* y *Bergaueria*.

Por otro lado, los distintos icnogéneros tienden a predominar en un intervalo determinado:

Intervalo pizarroso (a): *Teichichnus*, *Chondrites*, *Conostichus*, *Cruziana*, *Rusophycus* y *Bergaueria*.

Contacto pizarra-limolita arcillosa (a-b): todos los anteriores más *Asturichnus* y *Phycodes*.

Intervalo de limolitas arcillosas (b): todos los anteriores más *Planolites*, *Rhizocorallium* y *Cylindrichnus* oblicuos y subhorizontales.

Intervalos limolíticos o areniscosos con lám. paralela o cruzada (c-c<sub>2</sub>-d): *Cylindrichnus* verticales, *Bifungites*, *Arenicolites* (tipo B), *Monocraterion*, *Skolithos*, *Nereites*, *Scolicia* y *Helminthopsis*.

Intervalo de pizarras limosas (e): prácticamente sin icnofauna.

**F ó s i l e s .**—La fauna, cuando aparece, está localizada dentro del intervalo de limolitas bioturbadas, siendo por lo general escasa y dispersa. Consta en la mayoría de los casos de crinoideos (a veces se conservan incluso fragmentos largos de tallos sin desarticular), corales solitarios, braquiópodos y algunos briozoos.

**O r d e n a c i ó n .**—Es muy característico en esta facies, su colocación en la parte inferior de secuencias negativas mayores, representando en la mayoría de los casos, el comienzo de las mismas (Fig. 6).

Sólo en contadas ocasiones se ha observado la existencia de otras facies (concretamente la G) por debajo de ella, dentro de dichas secuencias negativas.

En cuanto a ordenamiento interno dentro de la facies, existe también una disposición en pequeñas secuencias igualmente negativas, ya sea ocupando la totalidad de la misma (secuencias menores) o bien repitiéndose sucesivamente a lo largo de ella un conjunto de minisecuencias (Fig. 5). Por otro lado, es muy común que estas últimas sean incompletas faltando uno o más términos, por lo que pueden darse diversas combinaciones entre ellos, aunque siempre manteniendo un orden (Lám. II. I y III A); a partir de estas minisecuencias se ha establecido la sucesión completa ideal de una secuencia menor (Fig. 5).

Este carácter ordenado es más neto y manifiesto en la subfacies E<sub>1</sub> que en las E<sub>2</sub>, siendo frecuente el paso gradual de abajo a arriba, dentro de una secuencia negativa menor, de las primeras a las segundas (Fig. 5).

**D i s t r i b u c i ó n y F a c i e s A s o c i a d a s .**—El mayor desarrollo de esta facies corresponde a las series asturianas en las que está siempre ampliamente representada, con la única excepción de los 80 a 200 m. inferiores de las mismas, en los que nunca aparece.

En la vertiente leonesa, su presencia es relativamente común en las series situadas más hacia el N. (Ciñera, Quejo, Puerto de Somiedo, Corniero, etc.), especialmente en su mitad inferior. En las localizadas en una posición intermedia (Vega de Gordón), queda restringida a un pequeño tramo situado en la parte

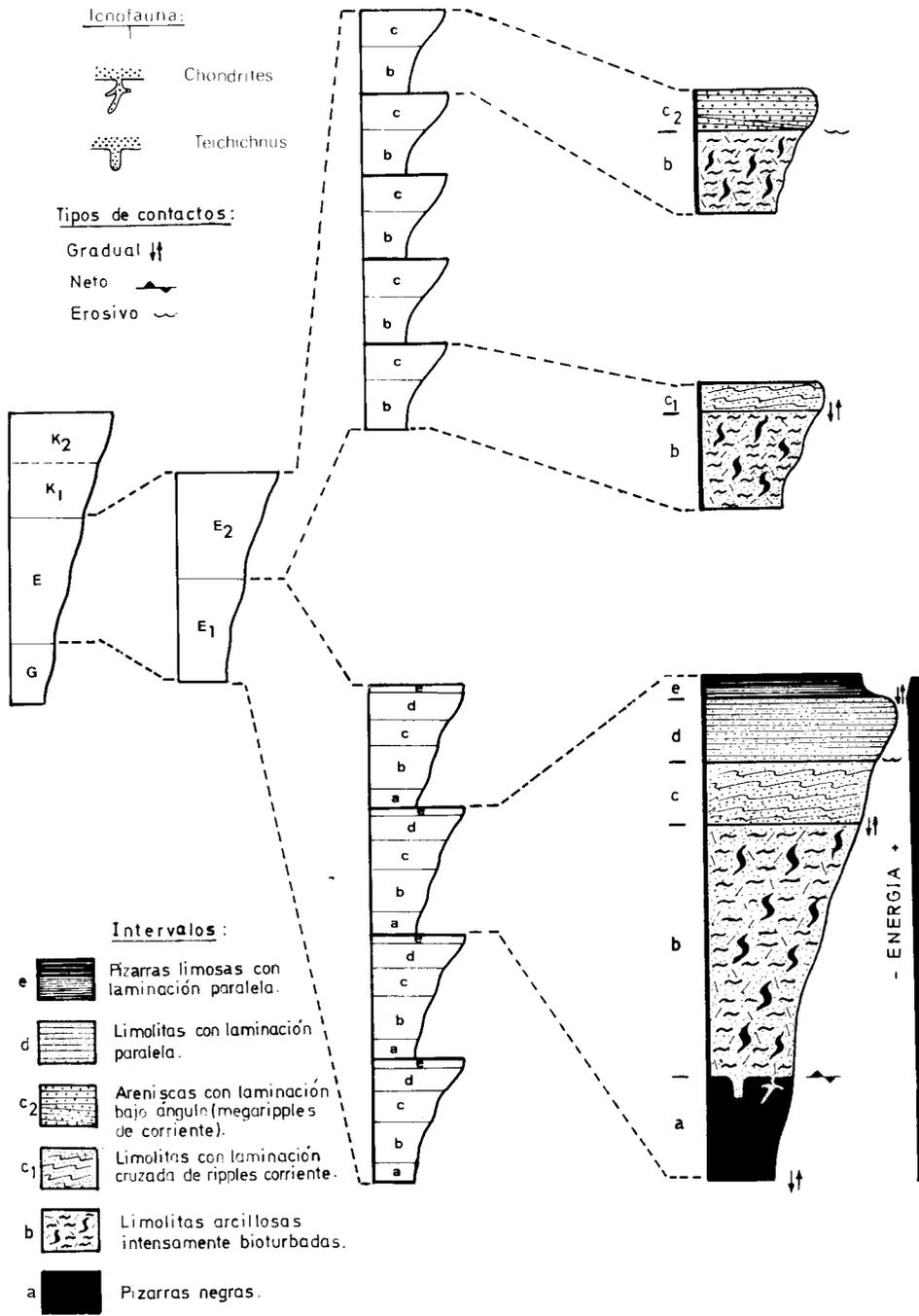


Fig. 5.-Esquema de ordenamiento de la facies E.

media. Finalmente, en las que ocupan una posición más al S. dentro de los afloramientos devónicos (Huergas de Gordón, S. de Llama de Colle, Mirantes de Luna, Las Bodas, etc.) esta facies no aparece ya, o bien lo hace en una mínima proporción (Fig. 1).

En lo que se refiere a asociación con otras facies, existe una diferenciación muy neta entre las series asturianas y las leonesas. En las primeras, la yuxtaposición con la facies A es extraordinariamente común; con mucha menor frecuencia, existen asociaciones con las G y H (Lám. II G), así como con ella misma (recurrencia o retorno) y más raramente con las K, M y F. Por el contrario, en la vertiente leonesa, la asociación más común tiene lugar con las K y R, e incluso con ella misma (Fig. 6).

**I n t e r p r e t a c i ó n .**—La mayor parte de las características de esta facies E indican que su depósito debió de tener lugar en conjunto, en una zona marina somera (ver tipo de fauna; GARCÍA-RAMOS 1977) de escasa energía y bien oxigenada. El amplio desarrollo, tanto vertical como horizontal de esta facies, así como el carácter de las asociadas a ella, el comúnmente bajo gradiente del fondo que parece ser común en toda el área, y la ausencia de estructuras que denotan la existencia de un oleaje importante, demuestran, a nuestro modo de ver que su sedimentación tuvo lugar en una amplia zona durante largos períodos de tiempo en los cuales la energía del oleaje no debió de ser muy importante con respecto a la producida por la acción de las mareas.

A su vez, en estas zonas, la presencia por un lado de una intensa bioturbación y por otro, el hecho de haber identificado en ellas una gran variedad de icnogéneros, es una prueba de que se dan simultáneamente las siguientes condiciones:

- 1) Disponibilidad de gran cantidad de tiempo sin retoque ni adición importante de sedimentos; esta última debería de tener lugar de una forma esporádica y con aporte de muy poca cantidad de sedimentos de cada vez.
- 2) Gran densidad y variedad de organismos predominando aquellos que se alimentan principalmente de depósitos, sobre los que lo hacen de suspensiones.
- 3) Presencia de organismos muy activos.
- 4) Sedimentos muy ricos en nutrientes.

Ahora bien, si observamos con detalle la composición interna de esta facies, podemos observar en el caso de mayor complejidad (subfacies E<sub>1</sub>) los 5 intervalos indicados anteriormente en la descripción, que se repiten sucesivamente una y otra vez a lo largo de estos tramos.

Cada uno de estos intervalos representaría a su vez, unas condiciones de sedimentación distintas que a nuestro juicio son las siguientes (ver Fig. 5).

— El intervalo a) representaría tranquilidad en los aportes depositándose tan sólo material muy fino en suspensión (arcillas negras). Al final del mismo puede haber un período de no-deposición adquiriendo el sedimento una ligera consolidación; en ese momento se produciría la explotación del mismo, principalmente por gusanos y artrópodos (*Chondrites* y *Teichichnus*) con el fin de

conseguir nutrientes orgánicos. Por otra parte, el interior del sedimento sería inhabitable para la mayoría de la icnofauna que se alimenta de depósitos a causa de la gran toxicidad que presenta debido a las condiciones rigurosamente anaeróbicas y reductoras que se darían ya a unos pocos milímetros por debajo de la interfase agua-sedimento; otra posible causa que puede influir aquí en la ausencia de bioturbación de este intervalo, es la dificultad que experimentan gran parte de estos organismos para mover su cuerpo a través de este tipo de sedimento (PURDY 1964; HOWARD y FREY 1973).

-Durante el intervalo b), comenzarían a depositarse alternativamente en momentos de menor o mayor energía, sedimentos arcillosos y limosos, predominando estos últimos ligeramente (en parte constituyendo ripples) comenzando por rellenar los huecos de *Teichichnus* y *Chondrites*. A lo largo del depósito de estos materiales, que tendrían lugar muy lentamente y con interrupciones constantes, los organismos comedores de sedimentos finos (que darían lugar a estructuras tales como *Asturichnus*, *Planolites*, *Phycodes*, etc.) removerían activamente de una forma gradual y continua el substrato en busca de nutrientes a medida que se suceden los aportes, hasta producir finalmente el típico aspecto moteado e irregular de este intervalo.

-Posteriormente y durante el intervalo c), se produciría un nuevo aumento gradual en la energía total, depositándose sucesivamente y bajo una repetición constante de las mismas condiciones, finas capas limosas de ripples, sin que entre cada uno de estos aportes se llegue a depositar arcilla, aunque es también posible que ésta sea eliminada por corrientes débiles (caso menos probable). El tipo de icnofauna es aquí más bien figurativo que deformativo, predominando las formas de desarrollo vertical correspondientes a huellas de morada o de escape de organismos (*Bifungites*, *Arenicolites*, *Skolithos*, *Monocraterion*, etc.) de las cuales, las primeras corresponden a individuos que se alimentan principalmente de suspensiones.

-Como consecuencia de un nuevo aumento brusco (contacto a menudo ligeramente erosivo) en la energía (intervalo d), se depositan capas de limos o de limos arenosos con laminación subparalela o cruzada de muy bajo ángulo a pequeña escala. Esta acumulación limosa tendría lugar de una forma súbita, impidiendo así el retoque o bioturbación de la misma por los organismos subyacentes, los cuales solo son capaces de alterar ligeramente el contacto con el intervalo anterior que adopta a menudo un aspecto irregular y aparentemente gradacional. La presencia aquí de algunas pocas estructuras de desarrollo vertical, se explica en parte como el producto de escape de aquellos organismos más potentes, y en parte como excavación, desde afuera, de tubos de morada de individuos, que se alimentan de suspensiones. En el techo del intervalo aparecen finalmente algunas huellas orgánicas de desplazamiento sobre el fondo limoso (*Nereites*, *Scolicia*, etc.).

-A partir de aquí, y durante el intervalo e), se iniciaría una disminución en la energía depositándose principalmente capas de arcillas limosas gris oscuras separadas por láminas muy delgadas de limos con laminación paralela. A medida

que se asciende en el intervalo hasta comenzar un nuevo ciclo, la proporción de limo en las arcillas disminuye gradualmente. El hecho de que, a consecuencia de la disminución de la energía, no se vuelvan a repetir las estructuras de ripples como en los intervalos anteriores b ó c, puede explicarse de dos maneras:

1) No disponibilidad de tamaño de grano adecuado para su formación (predominio grande de arcillas).

2) Existencia de un régimen de flujo situado por encima o por debajo del requerido para su presencia (laminación paralela en las capas de limos). La ausencia aquí de cualquier tipo de bioturbación parece apuntar más bien a la existencia aún de un régimen de flujo alto (al menos en la mitad inferior del intervalo).

En el caso de la subfacies E<sub>2</sub>, el intervalo c<sub>2</sub> (Fig. 5) se debió de depositar en un período relativamente corto de tiempo (truncando al b inferior) sin dar lugar a que la bioturbación actuase sobre él.

De todo lo expuesto se deduce que la facies E debió de depositarse en un área marina somera probablemente en el límite o algo por debajo del nivel de la base de oleaje.

Sus características recuerdan en gran parte a las descritas por COTTER (1975) para las Unidades Washboard y Clawson, en el Cretácico superior de Utah, e interpretadas por el autor como pertenecientes a la zona inferior del shoreface y a la superior del offshore respectivamente, dentro de un mar epírico de baja energía.

También es muy semejante esta facies a la que REINECK y SINGH (1973) describen como «facies de transición» a fangos de plataforma en frente de zonas submareales de estuarios y por debajo del nivel de base del oleaje, tales como las de Nordergrunde en la bahía germana (extremo S. del Mar del Norte).

De características similares parece ser igualmente la Unidad 2 del Miembro Cooksburg en el Devónico medio del estado de Nueva York (MC CAVE 1973).

## FACIES-F.

**Litología.**—Pizarras y pizarras limosas grises oscuras con algunas capas delgadas (varios mm. a 8 cm. de espesor) de calizas wackestone o packstone arenosas o limosas y dolomitizadas de tonos gris medio a gris oscuro (fig. 2). El espesor y frecuencia de las capas carbonatadas así como el porcentaje de arena o limo que contienen, son bastante variables en los distintos puntos en que aparece esta facies a lo largo de una serie determinada; en algunos pocos casos, el porcentaje de arena o limo de estas últimas capas puede suponer incluso más del 50 %, por lo que pasarían a ser areniscas o limolitas calcáreo-dolomíticas.

Las pizarras pueden contener en su interior lechos limolíticos muy finos (varios mm.).

**Geometría.**—Las capas carbonatadas suelen tener base erosiva muy

neta y su espesor es bastante variable lateralmente, llegando a veces incluso a adoptar un aspecto lenticular, especialmente en las más delgadas.

La geometría de la facies en su conjunto, a juzgar por la difícil correlación entre series vecinas, debe de caracterizarse por su disposición irregular y discontinua, al igual que suele ocurrir con muchas otras durante el Devónico medio.

Los contactos con las facies adyacentes superior e inferiormente, suelen ser muy netos y en muchos casos de carácter erosivo, especialmente los inferiores.

**E s t r u c t u r a s I n o r g á n i c a s .**—Las capas detrítico-carbonatadas suelen presentar estratificación cruzada en surco a pequeña o mediana escala, predominando la primera.

Otras estructuras que pueden aparecer aquí son: superficies erosivas (muy comunes), ondulaciones de pequeños ripples, slumping y discordancias erosivas, las dos últimas probablemente relacionadas entre sí.

Los nódulos de pirita pueden ser frecuentes; más raramente, se encuentran cantos de colofana así como nódulos y finos lentejones sideríticos.

**E s t r u c t u r a s O r g á n i c a s .**—Son más bien escasas en esta facies. La bioturbación, cuando aparece, suele ser muy ligera. Se han visto con frecuencia perforaciones de gusanos en conchas de braquiópodos. Entre los icnogéneros encontrados (todos ellos muy locales y escasos) están: *Rusophycus*, *Chondrites*, *Cylindrichnus* oblicuos y *Planolites*.

**F ó s i l e s .**—Suelen ser abundantes. El lugar predominante lo ocupan los briozoos (*Aulocystis* cf. *ramosa* y especialmente fenestélidos), braquiópodos y tabulados (*Thamnopóridos*, *Aulopóridos*, *Procteria*). Entre los braquiópodos, se han encontrado: *Athyris* sp., *Athyris concéntrica*, *Cyrtina heteroclita*, *Euryspirifer* gr. *intermedius*, *Stropheodonta* sp., *Plicostropheodonta* cf. *piligera*, *productella* sp., *Atrípidos*, *Leptagonia* sp., *Chimaerothyris* cf. *hotzi*, *Paraspirifer praecursor*, *Paraspirifer cultrijugatus*, *Iridistrophia hipponyx*, *Rhipidomella* sp., *Rhipidomella* cf. *subcordiformis*, *Platyorthis* sp., *Eoreticularia curvata*, *Meganteris* sp., *Meganteris archiaci*, *Schizophoria* cf. *schnuri*, *Alatiformia alatiformis*, *Rhenothyris* gr. *curvata*, *Aulacella* sp., *Megastrophia* sp., etc.

En menor proporción, se han encontrado: huesos, dientes y placas dérmicas de peces, rugosos solitarios (*Stereolasma* sp., *Stereolasma rectum*, etc.) crinoideos (incluso algunos fragmentos de tallos largos y finos), trilobites, ostrácos, pelecípodos y equínidos.

Gran parte de la fauna, cuando aparece dentro de los intervalos pizarrosos, está entera e incluso a veces «in situ» y en posición de vida (ej: algunos fenestélidos y corales solitarios); cuando está englobada en las intercalaciones detrítico-carbonatadas, puede encontrarse parcialmente fragmentada, especialmente aquellos ejemplares de constitución más débil.

En las pizarras, la fauna puede aparecer dispersa o concentrada, mientras que en las capas detrítico-carbonatadas está casi siempre concentrada.

En el caso concreto de algunos braquiópodos (ej: *Stropheodontidos*), las valvas suelen encontrarse desarticuladas y aisladas, con un gran predominio de

ellas con la convexidad hacia el techo de las capas (intervalos detrítico-carbonatados) o bien mezclados indistintamente los de ambas disposiciones hacia el muro o techo (intervalos pizarrosos). Igualmente parece existir una cierta orientación de algunos ejemplares con respecto a la componente principal de la corriente (ver apartado de paleocorrientes; GARCÍA-RAMOS 1977).

**O r d e n a c i ó n .**—Es característico de esta facies, el aparecer internamente ordenada formando secuencias positivas menores (Fig. 6), sin embargo, hay algunos pocos casos en los que no se observa en ella ninguna ordenación aparente.

En cuanto a su posible localización dentro de otro conjunto ordenado de orden superior (o secuencia mayor ideal), no ha podido establecerse con seguridad, no obstante, en algunos casos parece constituir la parte más inferior de la misma, por debajo de la facies G.

**D i s t r i b u c i ó n y F a c i e s A s o c i a d a s .**—Esta facies aparece en una buena parte de las series asturianas, especialmente en aquellas situadas más hacia el W., en donde, no sólo es más frecuente su aparición, sino que además alcanza un mayor desarrollo tanto vertical como horizontal.

En la zona leonesa, en cambio, su presencia está mucho más restringida (ej: tramo I de Ciñera, Fig. 1); por otro lado, la escasez y mala conservación de los afloramientos en dicha zona, junto con el carácter eminentemente pizarroso de esta facies, dificulta mucho su identificación.

Respecto a asociación con otras facies, se puede decir que la H es la más común, pues aparece casi siempre ligada a la F, a menudo en forma de intercalaciones dentro de esta última. Otras asociaciones menos frecuentes tienen lugar con la C, G y E y muy raramente con la A.

**I n t e r p r e t a c i ó n .**—La gran abundancia y variedad de la fauna, con ejemplares bien desarrollados de carácter netamente marino y en su mayor parte bien conservados: dentro de sedimentos predominantemente de carácter lutítico, nos induce a pensar que el depósito de esta facies, debió de tener lugar en un área de la plataforma con salinidad normal, bien oxigenada e iluminada, de aguas templadas, someras y ricas en nutrientes en suspensión con un cierto grado de agitación y situada durante largos períodos de tiempo fuera de la zona de influencia de aportes siliciclásticos gruesos.

El hecho de que presente habitualmente una superficie erosiva en la base y un ordenamiento en forma de secuencia positiva menor que ocupa por lo general la totalidad de la facies, nos hace pensar que su depósito está en relación con una fase transgresiva (que daría lugar a la erosión basal), seguida de una estabilización y colonización del substrato como consecuencia de un largo período de estabilidad bajo condiciones favorables para el buen desarrollo de la fauna; el carácter secuencial positivo podría explicarse por un desequilibrio importante en la balanza depósito / subsidencia a favor de esta última debido a una velocidad de sedimentación muy lenta.

Esta interpretación, no obstante, no parece ser válida para todos los casos en los que aparece esta facies, sino sólo para aquellos en los que las característi-

cas indicadas pueden ser cronoestratigráficamente correlacionables entre varias series distintas, al menos de una manera aproximada; esta circunstancia ha podido ser constatada en varios lugares dentro de las series asturianas. En otros casos, sin embargo, no se observa esta correlación, incluso en afloramientos muy próximos entre sí, de donde se deduce que la extensión areal de la facies es pequeña, razón por la cual deberemos pensar más bien en una influencia importante de otros factores, tales como por ejemplo, diferencias en la topografía del fondo marino de la plataforma con restricción de esta facies a zonas protegidas, ya sea entre bancos arenosos (shoals), en amplios canales abandonados, en zonas topográficamente elevadas, etc.

En algunos casos, la fauna no sólo aparece «in situ» sino incluso en posición de vida, como ocurre por ejemplo con algunos fenestélidos en las series asturianas, o con corales solitarios (tramo 1 de Ciñera; GARCÍA-RAMOS 1977). En otros en cambio, se encuentra sólo ligeramente transportada de su posición original (ej.: presencia de braquiópodos o de tallos largos de crinoideos sin desarticular); este efecto puede ser debido a un suave oleaje o a corrientes de poca intensidad que pueden incluso producir una cierta orientación de los distintos individuos (Lám. 1 B). Existe un tercer caso, provocado por un mayor aumento de energía, en el que la fauna es transportada a cierta distancia, desarticulada y finalmente englobada en un sedimento siliciclástico más grosero; cuando este último tiene lugar, aparecen dentro de la facies F, capas intercaladas esporádicamente, de base erosiva y tamaño de grano más grueso en las que hay una mayor concentración de fauna.

Por otro lado, una parte de la fauna (braquiópodos y grandes lamelibranquios), presenta en sus conchas, frecuentes perforaciones orgánicas, en su mayoría de gusanos poliquetos, así como micritización externa atribuible a algas; estas dos razones parece probar que estas conchas, después de la muerte del organismo, debieron de permanecer un cierto tiempo en la interfase agua-sedimento antes de su enterramiento definitivo.

La presencia de algunos slumping y discordancias erosivas, generalmente asociados a capas de mayor tamaño de grano depositadas rápidamente, podría estar en relación con la elevada plasticidad del substrato (predominio de lutitas) en zonas inestables con una ligera pendiente deposicional.

El desarrollo predominante de esta facies, tiene lugar en los afloramientos devónicos situados más al W. y NW. de la región asturiana, lo que coincide allí con una disminución en la importancia y tamaño de grano de los siliciclásticos, ya que se trata de áreas ligeramente más alejadas de las zonas principales de entrada de sedimentos.

#### FACIES-G.

**L i t o l o g í a .**—Alternancia de limolitas micáceas de tonos gris-medio (a veces son areniscas de grano fino a muy fino) en capas delgadas y de pizarras grises oscuras (Fig. 2). La proporción limolita / pizarra puede llegar a ser 1, pero generalmente es bastante inferior a dicho número. Frecuentes nódulos de pirita.

Localmente, puede aparecer nódulos y lentejones delgados sideríticos con envoltura externa rojiza o pardo-amarillenta de alteración.

**G e o m e t r í a .**—El espesor de las capas limolíticas oscila entre unos pocos milímetros y 7 cm., siendo el más frecuente de 1 a 30 mm. (Lám. III C, F y G). La continuidad lateral de las capas no suele ser grande (acuñamientos), por lo que presentan a menudo un aspecto lenticular (Lám. III F). Existe una relación directa muy neta entre el espesor de los estratos y su continuidad lateral. Los contactos entre las limolitas y las pizarras son siempre muy netos. Las superficies de las capas limolíticas oscilan desde lisas a onduladas por efecto de ripples (Lám. III C, F y G).

Los tipos de contactos con facies adyacentes suelen ser variables, siendo el inferior casi siempre muy neto o erosivo mientras que el superior puede ir de gradual a muy neto, predominando el primero de ambos.

**E s t r u c t u r a s I n o r g á n i c a s .**—Las limolitas pueden presentar laminación cruzada tabular o en surco a pequeña escala o laminación paralela. Otras estructuras comunes son: ondulaciones de ripples (a menudo de interferencia), pseudonódulos, load-cast (Lám. III D), ripple-marks deformados por superposición y carga, convoluteds, deslizamientos (slumping), superficies erosivas a pequeña y gran escala, pequeñas discordancias, etc. El conjunto presenta frecuentemente estratificación flaser, ondulante y lenticular (especialmente las dos últimas), Lám. III D.

Entre las estructuras diagenéticas destacan los nódulos de pirita y los lentejones y nódulos de siderita (estos últimos menos comunes).

**E s t r u c t u r a s O r g á n i c a s .**—El icnogénero más común aquí es *Teichichnus* (Lám. III G), al que siguen *Cruziana* y *Conostichus*. En menor proporción aparecen: *Scolicia*, *Planolites*, *Cylindrichnus*, *Arenicolites tipo B*, *Bifungites*, *Phycodes*, *Rusophycus* y *Chondrites*. Más raramente se encuentra: *Didymaulichnus*, *Gordia* y *Protovirgularia*.

A pesar de toda esta icnofauna, no llega a producirse aquí una destrucción importante y generalizada de la estratificación, quedando ésta sólo local y parcialmente afectada en puntos aislados (textura figurativa).

**F ó s i l e s .**—No se ha encontrado fauna alguna dentro de ésta facies.

**O r d e n a c i ó n .**—Suele ser común, aunque no siempre es observable debido a truncaciones, la existencia de un ordenamiento interno de la facies tanto en forma de secuencias menores positivas como negativas, aunque estas últimas son siempre las predominantes.

En relación con otras facies, se observa, en los casos más completos, una localización preferente constituyendo el intervalo basal de secuencias negativas mayores (Fig. 6); con menor frecuencia, pueden ocupar la posición central de ciclos o bisecuencias positivo-negativo.

**D i s t r i b u c i ó n y F a c i e s A s o c i a d a s .**—Esta facies aparece a menudo en las series asturianas, pero se encuentra especialmente desarrollada en las de Moniello-Punta la Vaca y El Tranqueru (Fig. 1).

La asociación más frecuente tiene lugar con la facies E, a la cual suele pasar la mayoría de las veces con un contacto gradual (Lám. II G). Otras facies asociadas comunes son, en orden decreciente de importancia, las A (siempre en contacto neto o erosivo), H y C (esta última con el mismo tipo de contacto que las A).

**I n t e r p r e t a c i ó n .**—El tamaño de grano fino de los sedimentos (limo y arcilla principalmente), ausencia de fauna, y en la mayoría de los casos de ripples de oscilación, estratificación en capas delgadas, y textura predominantemente figurativa de la icnofauna, parecen evidenciar que el depósito ha tenido lugar en una zona apenas influenciada por el oleaje, en un área protegida o fuera del alcance de aportes siliciclásticos gruesos, y por alguna razón no apta para el desarrollo en ella de fauna con caparazón o esqueleto ni para la intensa removilización por organismos de cuerpo blando (bioturbación).

Las superficies erosivas, laminación paralela local, similar y buena orientación de algunos ejemplares de icnofauna (*Teichichnus* y *Cruziana*; Fig. 4b), presencia frecuente de ripples de corriente de muy poca altura, slumpings y con voluteds (Lám. I G) y la ausencia de fauna y bioturbación importante, prueban que el fondo era, al menos durante ciertos momentos, muy inestable y estaba afectado con cierta periodicidad por la influencia de corrientes de relativa intensidad predominantemente unidireccionales, sin apenas disponibilidad en esas zonas de material grueso. Los pequeños convoluteds y deformaciones formados por láminas alternas de limo-arcilla pueden haberse formado a causa de corrientes mareales desarrolladas bajo un régimen de flujo relativamente alto que produciría un arrastre de corriente sobre la superficie del sedimento previamente depositado bajo un régimen de corriente más inferior (SANDERS 1965; PHILLIPS 1974).

Por otro lado, de la asociación de icnofauna en esta facies se desprende que había un gran predominio de organismos que se desplazaban sobre el fondo y / o escavaban en el mismo sin enterrarse (*Teichichnus*, *Cruziana*, *Rusophycus*, *Scolicia*, etc.). Otros en cambio, vivían enterrados pero en comunicación permanente con la superficie (*Chondrites*, *Arenicolites*, *Bifungites*). Sin embargo, no existen organismos productores de una intensa bioturbación y removilización del sedimento. De todo ello, junto con la presencia frecuente de pirita y un contenido en arcilla generalmente elevado, se deduce que la superficie de  $Eh = 0$  debía de encontrarse sólo ligeramente por debajo de la interfase agua-sedimento. El color gris-oscuro de las pizarras, como se ha podido demostrar experimentalmente, es debido a un alto contenido en materia orgánica y monosulfuro de hierro, confirmando la hipótesis anterior.

Este conjunto de características, pueden darse sin embargo, en facies diferentes, tales como: llanuras mareales fangosas o mixtas (VAN STRAATEN 1954; REINECK y SINGH 1973; RIZZINI 1975; EVANS 1965; MECKEL 1975, etc.), zonas submareales en la desembocadura de estuarios (OOMKENS y TERWINDT 1960; DE RAAF y BOERSMA 1971; TERWINDT 1971; MC CAVE 1973; REINECK y SINGH 1973; SYKES 1974; TERWINDT 1975; WUNDERLICH 1970, etc.), o lagoons (MASTERS 1967; REINECK y

SINGH 1973 etc.) y ciertas zonas de plataforma somera offshore (JOHNSON y FRIEDMAN 1969; REINECK y SINGH 1973; MC CAVE 1973).

De todo ello deducimos lo siguiente:

1) Aunque siempre dentro de una zona marina somera (ripples de interferencia, presencia de estratificación ondulante y lenticular, asociación con otras facies de igual carácter: E, A, etc.), es posible que no todos los tramos incluidos en la facies G se hayan depositado en el mismo lugar y bajo las mismas condiciones, ya que existen algunas diferencias entre ellos. Por tanto, aunque provisionalmente se hayan agrupado en una sola facies, es probable que un estudio ulterior más detallado nos permita una interpretación más precisa.

2) Por el momento, puesto que no hemos encontrado hasta ahora ninguna estructura que pudiera indicar ciertos períodos de emersión o de ligera lámina de agua por encima (ej.: grietas de desecación, huellas de raíces, ripples de cresta aplanada, etc.), y además esta facies se disponga predominantemente en la parte baja de secuencias negativas, pensamos que es relativamente improbable que se trate de «mud flats» o mixed flats». Por otro lado, la ausencia de facies de barrera también excluye la posibilidad de verdaderos lagoons.

3) A nuestro juicio, la interpretación más probable es que ésta facies se haya depositado en áreas submareales, ya sea dentro de zonas (canalizadas?) cercanas a la desembocadura de estuarios, o bien en zonas offshore de plataforma somera. De todas formas, es posible que dentro de las series de la Formación Naranco, se den ambos casos.

#### FACIES-H.

**L i t o l o g í a .**—Es muy variada. Puede estar formada por: siderita arenosa, lutita siderítico-arenosa, siderita limoso-dolomítica, arenisca dolomítico-siderítica con oolitos cloríticos, arenisca arcilloso-siderítica, arenisca calcáreo-dolomítica, dolomía arenoso-siderítica, etc. (Fig. 2).

Cuando en la composición domina el carbonato, la roca suele ser una wackestone bioclástica, aunque localmente (sobretudo en la zona asturiana) puede aparecer también alguna packstone.

Las capas oscilan habitualmente entre 4 y 32 cm. de espesor, el calibrado suele ser malo, y el tamaño de los siliciclásticos oscila entre arena de grano medio y limo muy fino con proporciones variables de arcilla.

La siderita aparece en gran parte de las capas de esta facies, especialmente en la base de las mismas y cuanto la composición es wackestone.

Los tonos en fractura fresca oscilan entre el gris-medio (packstones) y el negro, siendo el más frecuente el gris oscuro; aquellas capas ricas en siderita suelen presentar una película externa rojiza o amarillenta de alteración actual a óxidos o hidróxidos de hierro.

**G e o m e t r í a .**—La continuidad lateral de las capas no suele ser muy grande, pero existe una correspondencia directa entre ésta y el espesor de las mismas. La base de cada una de ellas y la del tramo en conjunto, es siempre muy neta y claramente erosiva. En algunos casos, la facies consta de una sola capa.

**E s t r u c t u r a s I n o r g á n i c a s .**—La más característica es la estratificación cruzada en surco a pequeña y mediana escala, predominando la primera; el espesor de los sets oscila entre 1 y 15 cm. Las superficies erosivas de todo tipo son muy comunes.

Entre las estructuras de carácter diagenético destacan los nódulos, lenticiones y capas sideríticas. En algunos casos (series asturianas), existen también a menudo, ondulaciones de ripples.

**E s t r u c t u r a s O r g á n i c a s .**—No se han encontrado apenas en esta facies, a excepción de ciertas texturas deformativas (bioturbación) predominantes en aquellos niveles con mayor contenido en lutitas.

**F ó s i l e s .**—La fauna, que constituye el componente primordial y más característico de esta facies, oscila según los casos, entre frecuente y muy abundante, predominando ésta última. Los ejemplares que la componen pueden aparecer enteros o fragmentados, siendo los primeros los que ocupan el mayor porcentaje en cada caso; no obstante, en rasgos generales, cuanto mayor es la proporción de tamaño arena, más fragmentada aparece la fauna y viceversa.

En la zona asturiana, es frecuente observar, dentro de capas pertenecientes a ésta facies, gran cantidad de ejemplares grandes de braquiópodos desarticulados cuyas valvas presentan un predominio de la convexidad hacia el techo (posición estable), Lám. I C. Por otro lado, existe además en algunos casos una buena orientación de la fauna por corrientes (Lám. I D).

Basándose en el tamaño y composición de ésta última, pueden separarse dos subfacies:

— La  $H_1$ , que contiene principalmente braquiópodos (con predominio de ejemplares de tamaño medio a grande), briozoos, rugosos solitarios y equinodermos. A veces aparecen lamelibranquios de concha gruesa (*Gosseletia devónica*). Los tentaculites dacriocónaridos son muy raros aquí.

—La  $H_2$ , en la que predominan braquiópodos articulados e inarticulados de pequeña talla, rugosos solitarios, tabulados, tentaculites dacriocónaridos, bivalvos, pequeños gasterópodos, etc. Los briozoos suelen ser escasos. Comienza a aparecer aquí ya, fauna pelágica.

**O r d e n a c i ó n .**—Cuando la facies consta de una capa única, suele haber una cierta granoselección positiva dentro de cada uno de los sets en surco que la componen.

Si la facies está formada por varias capas, cada una de ellas tiene a menudo esta disposición positiva con disminución hacia la parte alta del tamaño del grano o de la fauna. En este último caso, se observa a veces vagamente una secuencia positiva que abarca toda la facies.

**D i s t r i b u c i ó n y F a c i e s A s o c i a d a s .**—Varían ambas según las subfacies que consideremos. La  $H_1$ , predomina en las series asturianas, especialmente en las más occidentales y por tanto más alejadas de la supuesta línea de costa. La  $H_2$  en cambio, se encuentra en las series leonesas, sobretodo en aquellas situadas más hacia el N. (Ciñera) y NW. (Puerto de Somiedo, Quejo, etc.), Fig. 1.

La facies asociada más común en Asturias es la F, a la que pasa a menudo gradualmente tanto en vertical (hacia el techo) como en horizontal, y en menor grado, las E G y M. En León, la más frecuente es la L, a la que siguen luego la S y la K.

**I n t e r p r e t a c i ó n .**-A) Subfacies H<sub>1</sub>.-Se han observado dentro de la misma 4 variedades distintas:

a) La primera de ellas se caracteriza por la existencia dentro de la facies F (con la que aparece muy a menudo asociada la H), de diversos intervalos en los que se observa un gradual pero notable incremento en el porcentaje de la fauna sin que ello se traduzca a su vez por un aumento ostensible en la granulometría del sedimento (principalmente fangoso-carbonatado).

Esta circunstancia podría explicarse por un aumento en la velocidad de la corriente que no transporta siliciclásticos gruesos, pero que puede producir un cierto retoque y concentración de la fauna bentónica, favorecido simultáneamente por un proceso incipiente de eliminación de finos. Otra posible causa del mismo fenómeno, sería el paso sucesivo de olas de gran amplitud (posiblemente durante tempestades) que podrían producir igualmente un efecto de calibrado y concentración similar al que describen BRENNER y DAVIES (1973) en el Jurásico superior de Wyoming y Montana. Cualquiera de los dos procesos daría lugar (en el caso concreto de los braquiópodos) a una acumulación con la convexidad de las valvas desarticuladas hacia la parte superior (posición estable).

b) Existe sin embargo, un segundo caso con superposición de pequeños intervalos pertenecientes alternativamente a las facies H y F, pero que se manifiesta por el carácter a menudo erosivo de la primera sobre la segunda; esto indica que la H se formó en parte a expensas de la F como consecuencia de un incremento energético brusco en la velocidad de la corriente que a su vez transportaba siliciclásticos más gruesos (arena media) y removilizaba el fondo produciendo simultáneamente dos efectos distintos: uno de concentración de la fauna y otro de mezcla de ésta última con los materiales detríticos que transporta.

El hecho de que la mayoría de la fauna (al menos los ejemplares más resistentes) aparezca prácticamente entera, aunque desarticulada, y el que la composición de la misma sea similar a la de la facies F subyacente, prueba que el transporte debió de ser escaso. Los ejemplares de menor tamaño o densidad (fenestélidos, ostrácodos, etc.) serían transportados a mayor distancia y concentrados finalmente en otras áreas. Este modelo recuerda algo a los «storm lags» de BRENNER y DAVIES (1973).

c) Se ha visto también un tercer caso en el que las capas con facies H (que incluyen material heterogéneo, mal calibrado y mineralógicamente inmaduro) se disponen en contacto erosivo muy neto sobre sedimentos de otras facies distintas desprovistas de fauna (o con ella pero de distinta composición a la de las H).

La facies H representaría en este caso (a juzgar por su extensión lateral) la excavación y relleno de amplias zonas canalizadas, por material muy diverso (cantos de colofana, granos de cuarzo, fauna mixta con ejemplares tanto enteros

como fragmentados y de tamaño desigual, oolitos, etc.), en el que es frecuente observar una cierta granoselección positiva.

En caso de disponer aquí además, durante un período prolongado, de un porcentaje elevado de tamaño arena junto con gran cantidad de oolitos arcilloso-hematíticos, nos encontraríamos con las características típicas de la facies A (subfacies A<sub>2</sub>).

d) El cuarto caso, consta de capas de dolomías (o calizas dolomíticas) packstone arenoso bioclásticas con fauna de pequeño tamaño. Estas capas, tienen poca continuidad lateral, estratificación cruzada en surco y se apoyan erosivamente sobre otras de granulometría mucho más fina que contienen a veces fauna entera e incluso a veces poco transportada (facies F). El material que compone este cuarto modelo, procede de la destrucción de barras bioclásticas próximas.

Mientras que las 3 primeras variedades aparecen exclusivamente en los 2/3 superiores de gran parte de las series asturianas, la cuarta sólo se encuentra en el tercio inferior de las mismas.

El conjunto de la subfacies H<sub>1</sub>, a juzgar por sus características, debió de formarse en una zona somera, bien oxigenada e iluminada de la plataforma, con salinidad normal y aguas templadas ricas en nutrientes en suspensión, muy aptas para el desarrollo de una fauna abundante y variada.

Estas condiciones quedarían truncadas esporádicamente como consecuencia de aumentos importantes en la energía del medio acompañados a menudo de aportes detríticos groseros que se mezclarían con los sedimentos más finos y la fauna del fondo, sufriendo un mayor o menor transporte, predominantemente en una dirección paralela a la línea de costa, según la importancia de las corrientes.

B) Subfacies H<sub>2</sub>.—A diferencia de lo visto anteriormente para la subfacies H<sub>1</sub>, existe aquí una variación muy neta en el tamaño y composición de la fauna, acompañada de una disminución en la granulometría del sedimento, en el espesor de las capas y en las dimensiones de las estructuras sedimentarias que contiene.

Todas estas características, junto con las detalladas anteriormente en la descripción de la facies, parecen indicar que el depósito de la misma tuvo lugar en unas condiciones menos oxigenadas, con menor agitación y posiblemente más profundas y/o restringidas de las que se dieron en H<sub>1</sub>; aparte de esto, la llegada de aportes detríticos quedó disminuida, descendiendo igualmente el tamaño de los siliciclásticos.

Indicaremos finalmente, que ambas subfacies, tienen características muy similares, tanto en disposición como en composición con los niveles de coquinitas que describen SUTTON et al. (1970), BOWEN et al. (1974) y THAYER (1974) en distintas facies deltáicas (prodelta, frente deltáico y plataforma deltáica) del Devónico superior de Nueva York.

## FACIES-K.

L i t o l o g í a .—Areniscas compactas de grano medio, feldespáticas, relativamente bien calibradas, en capas de 3 a 22 cm. de espesor, con tonalidades de

verde oscuras a gris claras o blancas (dependiendo de que exista o no respectivamente película clorítica sobre los granos de cuarzo).

Localmente, y coincidiendo con los intervalos dispuestos en capas más delgadas, pueden existir interestratos laminares arcillosos o arcilloso-limosos muy finos y a menudo discontinuos (Fig. 2).

El cemento de las areniscas es en la mayoría de los casos todo él de cuarzo, aunque a veces pueden aparecer pequeñas cantidades de dolomita ferrrosa.

La matriz arcillosa suele ser siempre muy escasa o nula, predominando este último caso; cuando se presenta, está en relación con zonas algo bioturbadas.

A veces, en la parte inferior de la facies, pueden encontrarse algunas capas de limolitas arcillosas grises y bastante bioturbadas, que corresponden ya a la zona de tránsito gradual a una de las facies habitualmente subyacentes.

**Geometría.**—Se pueden separar aquí dos subfacies con distintas características geométricas, sucediéndose con frecuencia una a la otra; en la  $K_1$ , las capas son más delgadas, con superficies más irregulares (ondulantes), algún interestrato laminar arcilloso y más bien escasa continuidad lateral; la  $K_2$ , consta de capas areniscosas más gruesas, con tamaño de grano ligeramente superior, superficies lisas en bastante espacio, y acentuada continuidad lateral.

Los contactos entre  $K_1$  y  $K_2$  suelen ser graduales al igual que los del conjunto de la facies con las adyacentes superior e inferiormente.

**Estructuras Inorgánicas.**—Las principales son la laminación paralela o cruzada de tipo planar en cuña o tabular, en sets a mediana escala de base erosiva con láminas de bajo ángulo y base tangencial (subfacies  $K_2$ ), y la laminación ondulante en sets a pequeña escala debidos a ripples de oleaje y/o corriente.

Localmente, dentro de la subfacies  $K_2$ , puede existir también laminación cruzada de mayor ángulo, así como estratificación cruzada en surco muy tendida. Por otro lado, la subfacies  $K_1$ , presenta a veces estratificación cruzada con flaser. Esporádicamente pueden aparecer algunos cantos blandos arcillosos y aplanados, y más raramente cantos de colofana y nódulos de piritita (subfacies  $K_1$ ).

**Estructuras Orgánicas.**—No suelen encontrarse aquí estructuras orgánicas de tipo deformativo (bioturbación) salvo esporádicamente en capas de limolitas arcillosas situadas cerca de la base de esta facies en algunos afloramientos, no obstante en aquellas situadas en las series más hacia el S. de la vertiente leonesa, puede existir una ligera bioturbación deformativa a todo lo largo de las mismas.

Entre las estructuras de tipo figurativo destacan los icnogéneros: *Arenicolites* (tipos A y B), *Cylindrichnus* oblicuos y verticales, *Bifungites*, *Monocraterion* y *Skolithos*. Con menor frecuencia y preferentemente en la subfacies  $K_1$  pueden aparecer: *Teichichnus*, *Chondrites*, *Conostichus*, *Phycodes*, *Neonereites*, *Planolites*, *Rhizocorallium*, *Cruziana*, *Bergaueria* y pistas horizontales no identificadas en las superficies de las capas.

**F ó s i l e s .**—No suele existir fauna en esta facies. Cuando aparece, es muy escasa, fragmentada y de pequeño tamaño (equinodermos).

**O r d e n a c i ó n .**—Esta facies constituye en algunos casos uno de los tramos intermedios dentro de secuencias negativas mayores, mientras que en otros, representa la culminación de las mismas. En algunos de estos últimos, la terminación superior de la secuencia negativa está un poco por debajo del techo de la facies, iniciándose a partir de ahí, y de una manera gradual, una pequeña secuencia positiva; el conjunto representaría, por lo tanto en éste caso, una bisequencia o ciclo de carácter asimétrico.

Cuando forma parte de secuencias negativas mayores, la facies K suele estar limitada superiormente por las A<sub>1</sub> o C e inferiormente por las D ó E<sub>2</sub>.

**D i s t r i b u c i ó n y F a c i e s A s o c i a d a s .**—Esta facies se halla presente en la mayor parte de las series asturianas. Dentro de la vertiente leonesa, aparece esporádicamente en los dos tercios inferiores de la mayor parte de las series, con la excepción de aquellas situadas más al S. y SW. (ej: Huergas de Gordón, S. de Llama de Colle, Mirantes de Luna, etc.; Fig. 1).

Las facies asociadas más comunes son la E y la C, y en menor proporción la A y la D.

**I n t e r p r e t a c i ó n .**—El cambio gradual de composición y de estructuras tanto orgánicas como inorgánicas, de la subfacies K<sub>1</sub> (ondulaciones de pequeños ripples, bioturbación, variaciones verticales rápidas en el tamaño de grano, menor espesor de las capas, etc.) a la subfacies K<sub>2</sub> (mayor tamaño de grano y mejor calibrado, ausencia de ripples, laminación paralela o cruzada de bajo ángulo, estructuras orgánicas de desarrollo vertical, capas de mayor potencia con base lisa y ligeramente erosiva etc.), se debe a un aumento importante en la energía de la corriente.

Según WUNDERLICH (1970), las areniscas con laminación paralela o subparalela son típicas de los bordes de barras arenosas en zonas mareales, en donde la corriente circula a una velocidad demasiado alta o es demasiado turbulenta, impidiendo la formación de ripples.

De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta además por un lado, el carácter muy somero que indica la asociación de icnofauna, y por otro, el hecho de que sobre la subfacies K<sub>2</sub> se dispongan a menudo en las series estudiadas, en forma de secuencia negativa (y como resultado de la progradación o migración), las facies A<sub>1</sub> ó C, que constituyen bancos arenosos (shoals) y barras respectivamente, es lógico pensar que la K represente una zona de borde o de transición a zonas adyacentes topográficamente más deprimidas y de menor energía (facies E).

En la zona asturiana y del N. de León, el depósito de esta facies K, tendría lugar por lo tanto en una zona submareal somera y bien oxigenada de la plataforma en áreas con disponibilidad de abundantes siliciclásticos, situadas por encima del nivel de base del oleaje y sometidas a una energía gradualmente ascendente.

En los afloramientos leoneses situados en una zona intermedia con res-

pecto a un hipotético eje N-S (ej: Vega de Gordón), la existencia de un mayor grado de bioturbación y la limitada repartición de esta facies en los mismos (sobretudo de la subfacies K<sub>2</sub>) refleja unas condiciones probablemente algo más profundas y/o restringidas sobre un fondo con un gradiente algo superior al de la zona asturiana (GARCÍA-RAMOS 1977).

#### FACIES-L.

**L i t o l o g í a .**—Pizarras grises oscuras y gris-verdosas (localmente algo limosas) con lentejones y capas esporádicas de limolitas micáceas beigeas (a veces areniscas de grano muy fino) comprendidas entre 2 y 90 mm. de espesor (el más común oscila entre 3 y 40 mm). Fig. 2.

Las limolitas son bastante feldespáticas y presentan con frecuencia láminas finas de óxidos de hierro coincidentes con la laminación paralela o cruzada y producidas por alteración meteórica actual de opacos y otros minerales inestables. Estas láminas ferruginosas coinciden a veces con zonas más arcillosas y micáceas, por donde la meteorización actúa con más facilidad. Entre las micas se encuentran: biotita, clorita y moscovita. El calibrado es bastante bueno y los granos son predominantemente angulosos.

**G e o m e t r í a .**—La continuidad y el espesor de las capas limolíticas suele oscilar bastante lateralmente con frecuentes lentejones y acuñamientos (Lám. II A); no obstante, algunos estratos (especialmente los más gruesos) pueden alcanzar más de 80 m. de extensión lateral.

La base de las capas o lentejones limolíticos suele ser neta con respecto a las pizarras subyacentes (generalmente limosas), sin embargo el techo es a menudo transicional aunque este paso gradual tiene lugar en muy poco espacio (menos de 2 cm.).

El paso de esta facies a las que limitan superior e inferiormente, es gradual. Por otro lado, su continuidad lateral parece alcanzar en algunos casos hasta varios kilómetros.

**E s t r u c t u r a s I n o r g á n i c a s .**—La principal es la laminación cruzada de ripples de corriente a pequeña escala, tabular o en surco (Lám. I H). Menos común es la estratificación cruzada tabular a mediana escala en sets de 5 a 9 cm. de espesor con láminas tangenciales en la base o incluso sigmoidales (megaripples de corriente). La dirección de las plaecorrientes medidas en las láminas de estos sets, se dirige aproximadamente hacia el S. Otras estructuras observadas son pequeños convoluted y slumping. A veces, las capas limolíticas con laminación de ripples, pasan hacia arriba a laminación ondulada muy suave y finalmente a laminación paralela, a la vez que desciende el tamaño de grano hasta convertirse en pizarras limosas.

Entre las estructuras diagenéticas destacan los nódulos alineados, lentejones y capas finas sideríticas, de tonos amarillentos o pardoamarillentos, a veces con costras externas rojizo-oscuras de óxidos e hidróxidos de hierro; estas capas

sideríticas pueden aparecer adosadas a las superficies de las capas limolíticas, o bien aisladas dentro de las pizarras. Nódulos de pirita muy esporádicos.

**E s t r u c t u r a s O r g á n i c a s .**—Son muy escasas en esta facies. Se han visto a veces algunas pistas horizontales, de carácter ondulante y muy aplanadas (con escaso relieve) producidas probablemente por gusanos (diámetro 2 a 6 mm.). Muy localmente, puede aparecer una ligera bioturbación debida a organismos de pequeño tamaño (probablemente en estado larvario) en intervalos de pizarras limosas. También se han visto algunas perforaciones (borings) de gusanos poliquetos en caparazones de nautiloideos ortocónicos.

**F ó s i l e s .**—Son muy escasos, aparecen dispersos y generalmente tienen un carácter pelágico. Entre ellos pueden encontrarse: nautiloideos ortocónicos en el interior de nódulos sideríticos, algunos tentaculítidos (dacriocónaridos), bivalvos de concha fina, ostrácodos y braquiópodos articulados e inarticulados (unos y otros de tamaño muy pequeño, predominando los últimos).

**O r d e n a c i ó n .**—No se ha observado ninguna ordenación interna menor dentro de la facies. Sin embargo, considerada en su conjunto con respecto al resto, ocupa a menudo las posiciones más inferiores dentro de secuencias mayores negativas.

En el interior de las capas limolíticas con laminación cruzada, existe a menudo una fina alternancia (microsecuencia) de lechos con distinta composición o tamaño de grano (limo grueso, arcilla, limo fino, etc.) que representan pequeñas intermitencias o discontinuidades en el material fino de que consta la estructura interna de los ripples de corriente.

**D i s t r i b u c i ó n y F a c i e s A s o c i a d a s .**—Esta facies aparece únicamente en la vertiente leonesa de la Cordillera, alcanzando un mayor desarrollo en aquellas series situadas cada vez más al S. o SW. (S. de Geras, Aleje, Vega de Gordón y Huergas, Puerto de Somiedo, Quejo, Mirantes de Luna, etc. Fig. 1); sin embargo, en algunas de ellas como Aleje y Quejo, la facies sólo está bien representada en la mitad superior de las mismas.

Por otro lado, la facies a la que más comúnmente aparece asociada, es la N, siendo frecuentes las alternancias de ambas dentro de una misma serie.

**I n t e r p r e t a c i ó n .**—Atendiendo a una serie de características tales como: el gran predominio de tamaños finos (lutitas en su mayor parte), pequeño espesor de los estratos limolíticos, menor tamaño de las micas en comparación con las de otras facies, ausencia de ripples de oleaje, gran escasez de fauna (cuando aparece es pelágica en su mayoría), asociación íntima con la facies N, y aumento gradual en importancia en los afloramientos devónicos situados más al S. y por tanto más alejados de la zona litoral, junto con su ausencia en las zonas de más al N., nos inducen a pensar que el depósito de estos materiales debió de tener lugar en una zona offshore por debajo del nivel de base del oleaje.

La escasez de fauna, el carácter pelágico de la misma, el tipo de icnofauna (con predominio casi absoluto de estructuras debidas a organismos que se alimentaban de sedimentos), la presencia de pirita y el color negro de las pizarras (materia orgánica + monosulfuro de hierro) hacen suponer la existencia de un

fondo con muy escaso contenido en oxígeno y por lo tanto muy poco apto para la vida bentónica.

La orientación predominantemente hacia el S. de las láminas de estratificación cruzada, medidas en las capas limolíticas más gruesas, apuntan a una procedencia del N.

Las frecuentes discontinuidades laterales de las capas más delgadas limolíticas con laminación cruzada de ripples de corriente, junto con los cambios rápidos a arcillas, en vertical y horizontal, de las láminas de estratificación cruzada en distancias muy cortas (de menos de 1 mm. a varios cm. respectivamente), parece indicar una escasa disponibilidad en estas zonas, de material de tamaño limo, así como una velocidad de sedimentación baja.

Muy esporádicamente, la velocidad de la corriente puede sufrir un incremento, y si se dispone de material de tamaño arena muy fina suficiente, se formarían megaripples de corriente, aparentemente tridimensionales y formados a menudo por un sólo set de estratificación cruzada que ocupa toda la capa, por lo general de más de 4 cm. de espesor.

Dado que la continuidad lateral de todo el conjunto es bastante notable, suponemos que se trataba de un área amplia con una disposición aproximada WNW-ESE, en la que se estaban dando continuamente las condiciones citadas.

La ausencia de esta facies en la región asturiana nos hace pensar una vez más en un modelo sedimentario algo distinto al de la zona leonesa.

El conjunto presenta diversas características que coinciden con las de cierto tipo de depósitos influenciados por corrientes de turbidez (turbiditas). Intervalos con características similares a las aquí descritas han sido citados por MUTTI y RICCI-LUCCHI (1975) y MUTTI (1977).

#### FACIES-M.

**Litología.**—Areniscas verdosas o gris-verdosas algo cloríticas, de grano fino a muy fino (localmente de grano medio), bastante feldespáticas, ligeramente micáceas y relativamente bien calibradas en capas de 5 a 100 cm. de espesor (el más común está comprendido entre 10 y 50 cm.); estos valores más altos en la potencia de las capas, se deben en muchos casos a amalgamación de los estratos areniscosos.

Intercalados con las areniscas, aparecen capas de pizarras grises oscuras a negras y de pizarras limosas bioturbadas del mismo color (Lám. II B y C); a veces pueden encontrarse también capas de limolitas arcillosas bioturbadas de 3 a 200 cm. de espesor (Fig. 2).

Frecuentes lentejones y capas muy finas sideríticas con envoltura externa rojiza dentro de los intervalos pizarrosos.

**Geometría.**—La continuidad lateral de las capas areniscosas no es demasiado grande, excepto en los casos de amalgamación; de todas formas, está en proporción directa con el espesor de las mismas. Frecuentes acuñamientos y cambios rápidos en horizontal, de los espesores de los estratos. Por el contrario, la extensión del conjunto de la facies en este mismo sentido, es grande.

Los contactos verticales entre ésta y las facies adyacentes son netos (e incluso a veces erosivos) en la mayor parte de los casos.

**E s t r u c t u r a s I n o r g á n i c a s .**—La estructura más característica de las capas areniscosas, son los megaripples que alcanzan varios metros de longitud de onda y hasta 65 cm. de altura (Lám. II B y C). Estos megaripples a su vez, contienen internamente sets muy amplios de estratificación cruzada en surco a mediana escala, con predominio de láminas de bajo ángulo en los sets más gruesos y viceversa. Sobre las superficies de estas capas no se han observado nunca ripples superpuestos de tamaño normal, pero sí microripples muy esporádicos de crestas discontinuas e irregulares.

Otras estructuras comunes son las superficies erosivas y los load-cast (ambos en la base de las capas areniscosas, especialmente en las más gruesas), así como los slumping de estas capas dentro de intervalos pizarrosos o de pizarras limosas. Cantos de colofana locales.

Entre las estructuras diagenéticas, son frecuentes los nódulos, lentejones delgados y capas sideríticas, y en menor grado, los nódulos de pirita; tanto unos como otros aparecen también en los intervalos pizarrosos; algunas de las capas sideríticas más gruesas (hasta 20 cm. de espesor), contienen oolitos cloríticos.

**E s t r u c t u r a s O r g á n i c a s .**—Sólo se han encontrado en las capas de limolitas, limolitas arcillosas bioturbadas y pizarras intercaladas entre las capas de areniscas con megaripples.

Entre los icnogéneros encontrados destacan: *Teichichnus* (frecuente), *Asturichnus* (de escaso a muy abundante), *Chondrites* (frecuente a abundante), *Planolites* (de escaso a frecuente) y *Conostichus* (de frecuente a muy escaso).

En muy pequeña proporción pueden encontrarse: *Bifungites*, *Phycodes*, *Skolithos*, *Arenicolites* tipo B, *Scolicia* y *Bergaueria*.

**F ó s i l e s .**—No aparece apenas fauna en esta facies; sólo se han encontrado fragmentos de quinodermos muy esporádicos.

**O r d e n a c i ó n .**—No parece existir ninguna ordenación secuencial característica, ni en el interior de la facies, ni de ésta con respecto a otras.

**D i s t r i b u c i ó n y F a c i e s A s o c i a d a s .**—Esta facies es muy común aproximadamente en el tercio superior de gran parte de las series asturianas (excepto en las de Soto Ribera-Telleo y Los Alfilorios), y alcanza su mayor desarrollo en aquellas situadas más al W. o NW. (Fig. 1). Localmente, puede presentarse también, aunque con muy poco desarrollo, en el tercio medio de las mismas.

En la vertiente leonesa, ocupa también a grandes rasgos, parte del tercio superior de las series estudiadas más al N. (Corniero, Vozmediano, etc.) y va disminuyendo en importancia a medida que se avanza en dirección S. hasta pasar de una manera gradual probablemente a la facies L; este paso viene acompañado por una disminución en el tamaño del grano y en el espesor de las capas de areniscas con megaripples que se van haciendo progresivamente limosas a la vez que aumenta considerablemente el espesor de los intervalos pizarrosos.

Por otro lado, no parece que exista aquí ninguna asociación claramente

dominante con una facies determinada, aún así, es posible que la E, la H y la A, sean las que más destaquen en este aspecto.

**I n t e r p r e t a c i ó n .**—La ausencia en la mayoría de los casos de ripples sobre la superficie de las capas formadas por migración de megaripples tridimensionales, y el apreciable tamaño de estos últimos, indica que debieron de formarse durante períodos de alta energía probablemente producidos por fuertes corrientes de marea que proporcionarían a su vez gran cantidad de siliciclásticos. Esto viene confirmado por la presencia relativamente común de load-cast y de slumping en relación con las capas de megaripples; estas estructuras estarían favorecidas por una velocidad de acumulación rápida de los sedimentos arenosos sobre el fondo blando arcilloso en el que se depositaban a menudo.

MC CAVE (1973) y ANDERTON (1976) indican que megaripples con estas dimensiones sólo se dan muy raramente en mares con pequeñas mareas, lo que parece reforzar la idea anterior.

En algunos casos, los estratos areniscosos con megaripples, pueden alcanzar espesores mayores de los habituales como consecuencia de amalgamación de varios de ellos depositados durante dos períodos distintos sucesivos.

Intercaladas entre las capas con megaripples aparecen a menudo pizarras o limolitas arcillosas bastante bioturbadas que deben corresponder a momentos de relativa tranquilidad en los que la velocidad de sedimentación es muy lenta con aportes de grano muy fino, interrumpidos localmente por aumentos energéticos que dan lugar a capas delgadas de areniscas de grano fino con estratificación cruzada en surco a pequeña escala debida a ripples de corriente de tipo linguoide.

La gran continuidad lateral de esta facies en la zona asturiana y su mayor desarrollo en las series situadas más al W. de la misma (especialmente en el tercio superior, en donde llega a predominar sobre el resto de las facies), indica, por un lado, un cambio brusco en las condiciones de sedimentación con respecto a los dos tercios restantes, así como una disposición preferente en las zonas algo más alejadas de la hipotética línea de costa, y por otro, que no está ligada a procesos locales en relación con unas condiciones determinadas dentro de una pequeña área. Además, su acentuada extensión vertical, prueba que dichas condiciones, aunque no de una manera continua, puesto que aparecen otras facies intercaladas, tuvieron lugar preferentemente durante un período prolongado de tiempo.

La ausencia de una ordenación de tipo secuencial bien definida, junto con la existencia de contactos muy netos arenisca-pizarra o arenisca-limolita arcillosa, sugiere que cada uno de los depósitos de sedimentos arenosos con megaripples comenzaron y cesaron de una manera brusca, dentro de una amplia zona de batimetría poco variable, bajo condiciones muy similares.

A diferencia de lo que ocurre comúnmente con las areniscas de otras facies, estas no contienen prácticamente fauna (cuando aparece es muy escasa, fragmentada y poco variada), debido probablemente a las condiciones de inestabilidad del substrato durante largo tiempo en una zona muy amplia de la plataforma, lo que impediría en toda ella el desarrollo de organismos con caparazón o

esqueleto; el hecho de que la contengan otras facies intercaladas con la M, y el carácter de las mismas, confirma que su presencia está controlada principalmente por la estabilidad del fondo.

El depósito tendría lugar en una zona offshore, aunque relativamente somera de la plataforma, y probablemente por debajo del nivel de base del oleaje normal.

#### FACIES-N.

**Litología.**—Dolomías wackestone limoso-arcillosas de tonos grises oscuros a negros, micáceas y fétidas; gradualmente puede aumentar su contenido en granos de cuarzo y feldespato, disminuyendo a su vez la cantidad de arcilla intersticial hasta pasar a ser una limolita (o arenisca de grano muy fino) con cemento dolomítico abundante (Fig. 2).

Asociadas a ellas existen además pizarras limoso-dolomíticas, también micáceas, fétidas y de tonos grises muy oscuros.

Esporádicamente, pueden aparecer capas (del orden de 2 a 7 cm. de espesor), lentejones, nódulos y cantos de dolomías mudstone muy compactas y grises oscuras (casi negras), a veces con pequeños nódulos o masas irregulares de pirita en su interior.

**Geometría.**—El espesor de las capas de dolomías y limolitas, aunque pequeño, es difícil de calcular ya que no existen superficies netas de discontinuidad en sentido vertical, por un lado a causa de la bioturbación y por otro, a que los cambios en composición son muy graduales como se ha indicado al hablar de la litología; aún así, se puede estimar del orden de los 3 a 50 cm.

La continuidad lateral de estos tramos es, al menos en algunos casos, de 100 m. como mínimo; aunque la poca visibilidad de los afloramientos dificulta la observación, y a juzgar por las mediciones realizadas en diversas series, parece que algunos de los tramos con esta facies son correlacionables en distancias de hasta varios Km.

Los contactos con otras facies vecinas son habitualmente graduales.

**Estructuras Inorgánicas.**—Son muy escasas y en su mayoría de carácter diagenético: nódulos de dolomías mudstone gris oscuros y nódulos de pirita.

La laminación que pareció existir inicialmente quedó luego con posterioridad destruida por la fuerte bioturbación.

**Estructuras Orgánicas.**—Son abundantes, pero es difícil la identificación de icnogéneres debido a la intensa bioturbación de tipo deformativo. Existe de todas formas un gran predominio de estructuras producidas por organismos que se alimentaban de sedimentos y vivían enterrados (icnoinfauna).

**Fósiles.**—La fauna es muy abundante (especialmente en determinados niveles en donde se concentra en grandes cantidades), en su mayoría de carácter pelágico y de tamaño muy pequeño: tentaculites dacrioconáridos, bivalvos de concha fina, pequeños braquiópodos articulados e inarticulados, ostrácodos, tri-

lobites, goniatítidos, nautiloideos ortocónicos, pequeños gasterópodos, algunos tabulados, conodontos, etc.

Esporádicamente aparecen algunos fragmentos de vegetales flotados de tamaño variable (hasta de 12 cm. de longitud y 11 mm. de anchura).

**O r d e n a c i ó n .**—Se observan, como se indicó en el apartado de litología, cambios graduales de dolomías a limolitas (o incluso a areniscas de grano muy fino) dolomíticas que se repiten sucesivamente dentro de la facies. Lo que no hemos podido hasta el momento averiguar es la disposición de los términos que componen estas pequeñas secuencias internas, y por tanto el carácter positivo o negativo de las mismas.

En cuanto a su posible ordenación con respecto a otras facies, debido a la posición que ocupa, siempre en relación con la L, pudiera constituir al igual que ésta, una de las posiciones más inferiores dentro de secuencias negativas mayores, pero hasta ahora no hemos logrado encontrar datos que lo prueben.

**D i s t r i b u c i ó n y F a c i e s A s o c i a d a s .**—Esta facies aparece exclusivamente en las series de la vertiente leonesa de la Cordillera, excepto en aquellas situadas más al N. (Ciñera, Corniero, Vozmediano, Valporquero, etc. (Fig. 1); en algunas series tales como Vega de Gordón, S. de Geras y Hurgas de Gordón, solamente se ha encontrado esta facies en el aproximadamente tercio inferior de las mismas, debido a la falta de afloramientos en el tercio superior, en unos casos por aparecer cubiertos por la vegetación y en otros por la existencia de fallas que lo hacen desaparecer. A pesar de ello, y teniendo en cuenta la evolución normal de las facies en esta zona, pensamos que es muy probable que la N se encuentre también representada en dicho tercio superior.

La facies a la que con más frecuencia aparece asociada es la L, con la que alterna muy a menudo dentro de una misma serie.

**I n t e r p r e t a c i ó n .**—La presencia de fauna con un limitado número de especies pero con elevado número de individuos, la fuerte bioturbación de tipo deformativo, los fragmentos de vegetales bien conservados, el tamaño de grano fino de los sedimentos, la composición de la icnofauna, las pequeñas dimensiones y el carácter de los braquiópodos, la desaparición de briozoos, el tipo de tabulados (*Pleurodictyum*) y el predominio de organismos pelágicos, nos hacen pensar en un medio muy tranquilo dentro de la plataforma, pero por debajo del nivel de base del oleaje (incluso del de tempestad), con un fondo muy blando, rico en materia orgánica, pero pobre en oxígeno y por lo tanto sólo apto para el desarrollo en él de unos pocos organismos bentónicos, principalmente gusanos, que se desplazaban sobre su superficie o en su interior alimentándose de sedimentos. En estos casos, según RHOADS (1975), la concentración en oxígeno estaría comprendida probablemente entre 0,1 y 1 ml/l.

Por otro lado, la velocidad de sedimentación sería aquí muy lenta, aunque discontinua como lo demuestran las fuertes oscilaciones en sentido vertical en cuanto al contenido en limos. La muerte de organismos nectoplanctónicos, produciría una acumulación importante de los mismos sobre el fondo; esta concentra-

ción, alcanzaría los mayores valores en los períodos con sedimentación muy lenta (condensación).

La desaparición brusca de esta facies hacia el N., prueba igualmente su posición en las zonas más distantes del área emergida, y por tanto, con menor contaminación de siliciclásticos gruesos.

Bajo estas condiciones de tranquilidad, cabría esperar el que nos encontráramos una laminación horizontal acusada, pero su ausencia queda explicada por la fuerte bioturbación que da a la roca un aspecto moteado e irregular, aunque se observa aún en algunos puntos la alineación original de una parte de los ejemplares de la fauna que no han sido removilizados.

La abundancia de fauna pelágica, prueba que las aguas eran también ricas en nutrientes. Aparte de ésto, la asociación de braquiópodos tales como: *Productella*, *Douwillina*, *Ambocoélidos* y *Chonétidos* (todos ellos encontrados en esta facies), parece ser característica de organismos que se asientan sobre substratos blandos y muy poco agitados (THAYER 1974; NUSSMANN 1975; MC. GHEE 1976).

El color gris oscuro de los sedimentos sería debido en gran parte a la presencia de elevadas cantidades de materia orgánica (olor fétido en fractura fresca, efervescencia con el agua oxigenada) así como a la presencia de monosulfuro de hierro.

#### FACIES-S.

**L i t o l o g í a .**—Areniscas de grano medio a fino algo micáceas, de ligera a medianamente bioturbadas, compactas, de tonos verdosos oscuros o gris-verdosos (pardos en superficie) y relativamente mal calibradas. Sobre los granos de cuarzo aparecen a menudo películas cloríticas (Fig. 2).

Rellenando parte de los huecos entre los granos existe matriz arcillosa (más abundante allí donde la bioturbación es mayor) coincidiendo con las zonas de poco calibrado. El resto de los huecos puede aparecer relleno por cemento de cuarzo, de clorita o de dolomita ferrosa. Cuando esta última aparece, la arenisca presenta un aspecto poroso superficial por dedolomitización actual.

Interestratos pizarrosos raramente presentes; cuando aparecen, lo hacen en capas muy finas y esporádicas.

**G e o m e t r í a .**—Capas generalmente con espesores medios (5 a 70 cm.). La continuidad lateral de los estratos es más bien escasa con frecuentes acuña- mientos, no obstante, la facies en su conjunto, persiste horizontalmente durante bastante espacio.

Las superficies de las capas suelen ser lisas, aunque esporádicamente puede haber alguna ondulación de ripples.

Los contactos inferiores de la facies, son por regla general graduales, mientras que los superiores pueden ser tanto netos como graduales. En algunos casos, la base puede ser erosiva.

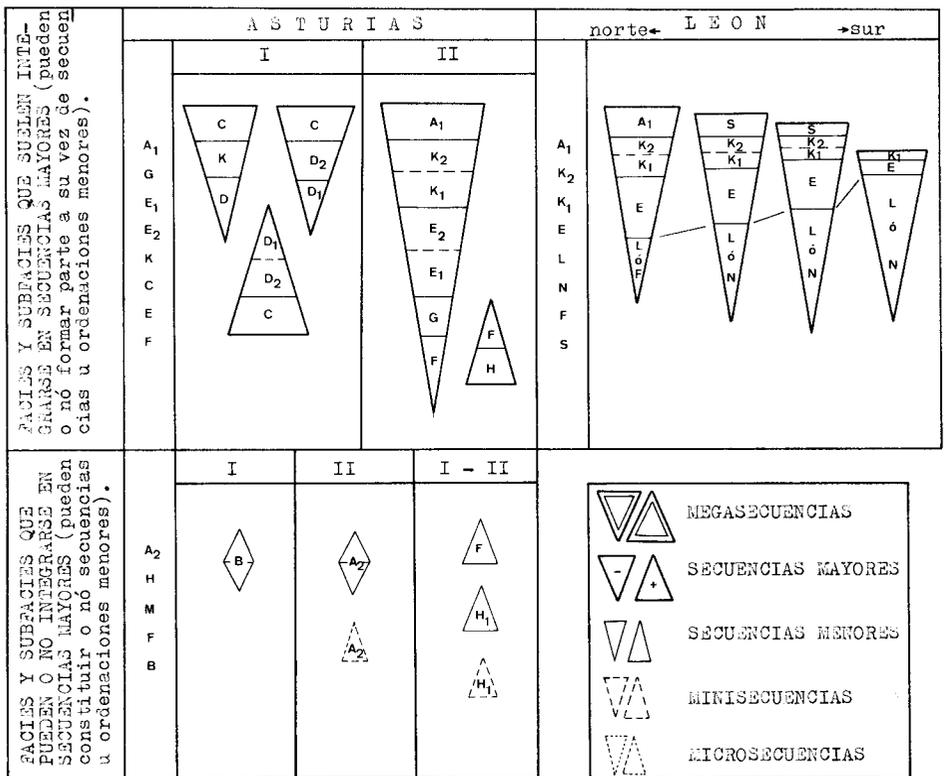
**E s t r u c t u r a s I n o r g á n i c a s .**—La más característica es la estratificación cruzada, predominantemente planar, aunque también es común la

estrat. en surco, con sets agrupados a mediana escala. Con menor frecuencia, puede existir laminación cruzada de muy bajo ángulo a subparalela. Algunos ripple-marks esporádicos. Estratificación cruzada a pequeña escala, local.

**Estructuras Orgánicas.**—Son en gran parte de carácter deformativo (bioturbación); esta última a su vez oscila entre muy ligera y media, observándose en la zona leonesa, un aumento gradual de la misma de N. a S.

**Fósiles.**—La fauna oscila entre muy escasa y común; cuando aparece, puede constar de fragmentos de crinoideos, braquiópodos y corales, predominando los primeros.

**Ordenación.**—Por regla general, esta facies ocupa la parte más superior de secuencias negativas mayores. A su vez, suele ser frecuente, que las capas que la componen estén ordenadas internamente presentando un aumento gradual de sus espesores hacia la parte alta (polaridad negativa menor).



**MEGASECUENCIAS:** Secuencias que tienen lugar a nivel de Formación (Formaciones Naranco y Huergas).

**SECUENCIAS MAYORES:** Aquellas que abarcan dos o más facies.

**SECUENCIAS U ORDENACIONES MENORES:** Las que no exceden el límite de una facies determinada. Su amplitud equivale normalmente al de una facies o subfacies.

**MINISECUENCIAS:** Secuencias de tamaño muy pequeño que se repiten sucesivamente a lo largo de una facies o subfacies.

**MICROSECUENCIAS:** Las que se realizan a escala microscópica o de lupa.

Fig. 6.—Ordenación secuencial de las distintas facies.

**Distribución y Facies Asociadas.**—Esta facies se encuentra exclusivamente en la zona leonesa, alcanzando solamente un buen desarrollo en aquellos afloramientos que ocupan una posición intermedia en cuanto a distancia de la costa (ej: Aleje, Vega de Gordón). En los situados más al S. (Huergas de Gordón, S. de Llama de Colle, Las Bodas, etc.) la facies no llega a existir, mientras que en los más proximales (Ciñera) es sustituida por la A<sub>1</sub> (Fig. 1).

Las facies a las que con más frecuencia aparece asociada son, la K, la E y la L.

**Interpretación.**—Parte de las características de esta facies, especialmente su posición en la parte superior de secuencias negativas mayores, recuerdan a las de bancos arenosos (A<sub>1</sub>) descritas en gran parte de la zona asturiana así como en los afloramientos situados más al N. en la región leonesa (ej: Ciñera).

Por otro lado, a medida que avanzamos en dirección sur-norte, se observa en los distintos afloramientos de la Formación Huergas, un paso gradual de la facies S a la A<sub>1</sub>.

En este tránsito gradual, existen de norte a sur un conjunto de modificaciones tales como: desaparición de los tonos rojizos hematíticos y paso a tonalidades verdosas y gris-verdosas cloríticas, aumento de la bioturbación y de la matriz arcillosa, ligera disminución en el tamaño del grano, etc.

De todo ello, se deduce, que la facies S debería de representar la prolongación mar adentro, hacia zonas de menor energía y algo más profundas, de los bancos y lenguas arenosas que constituyen la facies A<sub>1</sub>.

#### BIBLIOGRAFIA

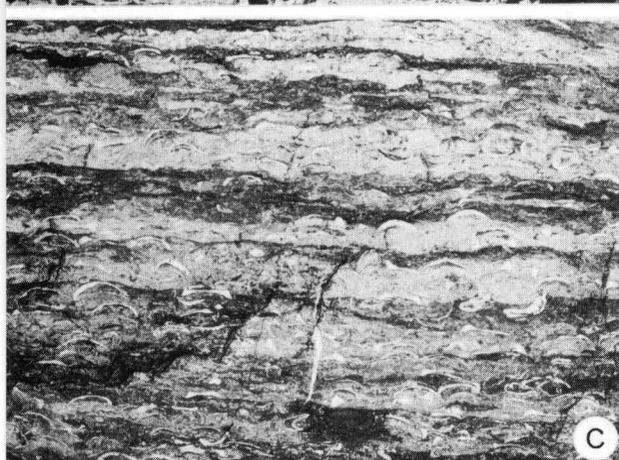
- ANDERTON, R. (1976).—Tidal-shelf sedimentation: an example from the Scottish Dalradian. *Sedimentology*, 23 (4), 429-458.
- BOWEN, Z.P., RHOADS, D. C. y MCALESTER, A. L. (1974).—Marine benthic communities in the Upper Devonian of New York. *Lethaia*, 7 (2), 93-120.
- BRENNER, L. y DAVIES, D. K. (1973).—Storm-generated coquinooid sandstone: Genesis of high-energy marine sediments from the Upper Jurassic of Wyoming and Montana. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 84 (5), 1685-1698.
- CLIFTON, H. E., HUNTER, R. E. y PHILLIPS, R. L. (1971).—Depositional structures and processes in the non-barred high-energy nearshore. *Jour. Sed. Petrol.*, 41 (3), 651-670.
- COTTER, E. (1975).—Late Cretaceous sedimentation in a low-energy coastal zone: The Ferron Sandstone of Utah. *Jour. Sed. Petrol.*, 45 (3), 669-685.
- DAVIDSON-ARNOTT, R.G.D. y GREENWOOD, B. (1974).—Bedforms and structures associated with bar topography in the shallow-water wave environment, Kouchibouguac Bay, New Brunswick, Canadá. *Jour. Sed. Petrol.*, 44 (3), 698-704.
- DAVIES, D.K. (1976).—Sand ridges-Ignored stratigraphic traps. In: R.S. SAXENA (Ed.), *Sedimentary environments and hydrocarbons*, New Orleans, 116-128.
- EVANS, G. (1965).—Intertidal flat sediments and their environments of deposition in the wash. *Quart. J. Geol. Soc. London*, 121 (2), 209-245.
- EVANS, W. E. (1970).—Imbricate linear sandstone bodies of Viking Formation in Dodsland-Hoosier area of southwestern Saskatchewan, Canadá. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 54 (3), 469-486.
- GARCÍA-RAMOS, J. C. (1976).—Morfología de trazas fósiles en dos afloramientos de Arenisca de Naranco (Devónico medio) de Asturias (NW. de España). *Trabajos de Geología*, 8, 131-171, Oviedo.
- GARCÍA-RAMOS, J. C. (1977).—Estratigrafía, sedimentología y paleogeografía de las series detríticas del Devónico Medio en la Cordillera Cantábrica (Asturias y León). Tesis Doctoral, Univ. Oviedo.
- HERM, D. (1972).—Pitfalls in paleoecologic interpretation - An integrated approach to avoid the major pits. *24th Intern. Geol. Congress*, 7, 82-88, Montreal.

- HOUBOLT, J. J. H. C. (1968).—Recent sediments in the southern bight of the North Sea. *Geol. Mijnbouw.*, 47 (4), 245-273.
- HOWARD, J. D. y FREY, R. W. (1973).—Characteristic physical and biogenic sedimentary structures in Georgia estuaries. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 57 (7), 1169-1184.
- JOHNSON, K. G. y FRIEDMAN, G. M. (1969).—The Tully clastic correlatives (Upper Devonian) of New York state; a model for recognition of alluvial, dune (?), tidal, nearshore (bar and lagoon) and offshore sedimentary environments in a tectonic delta complex. *Jour. Sed. Petrol.*, 39 (2), 451-485.
- MASTERS, C.D. (1967).—Use of sedimentary structures in determination of depositional environment, Mesaverde Formation, Williams Fork Mountains, Colorado. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 51 (10), 2033-2043.
- MC. CAVE, I. N. (1973).—The sedimentology of a transgression: Portland Point and Cooksburg members (Middle Devonian), New York state. *Jour. Sed. Petrol.*, 43 (2), 484-504.
- MC. GHEE, G.R. Jr. (1976).—Late Devonian benthic marine communities of the central Appalachian Allegheny Front. *Lethaia*, 9, 111-136.
- MC. KEE, E. D. y STERRETT, T. S. (1961).—Laboratory experiments on form and structure of longshore bars and beaches. In: J. A. PETERSON y J. C. OSMOND (Eds.), *Geometry of sandstone bodies*, *Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 13-28.
- MECKEL, L.D. (1975).—Holocene sand bodies in the Colorado delta area, Northern Gulf of California. In: M. L. BROUSSARD (Ed.), *Deltas-Models for exploration*, Houston Geol. Soc., 239-265.
- MUTTI, E. (1977).—Distinctive thin-bedded turbidite facies and related depositional environments in the Eocene Hecho Group (South-central Pyrenees, Spain). *Sedimentology*, 24 (1), 107-131.
- MUTTI, E. y RICCI LUCCHI, F. (1975).—Turbidite facies and facies associations. In: *Examples of Turbidite Facies and Facies Association from Selected Formations of the Northern Apennines* (E. MUTTI et al.), pp. 21-36, IX Int. Congr. Sedim. Nice-75.
- NUSSMANN, D. G. (1975).—Paleoecology and pyritization. In: *Stata and megafossils of the Middle Devonian Silica Formation, Pap. on Paleontol.*, 8, 173-226, Michigan.
- OFF, T. (1963).—Rhythmic linear sand bodies caused by tidal currents. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 47 (2), 324-341.
- OOMKENS, E. y TERWINDT, J. H. J. (1960).—Inshore estuarine sediments in the Haringvliet. *Geol. Mijnbouw.*, 39 (11), 701-710.
- PHILLIPS, W. E. A. (1974).—The stratigraphy, sedimentary environments and palaeogeography of the Silurian strata of Clare Island, Co. Mayo, Ireland. *Jour. Geol. Soc. London*, 130 (1), 19-41.
- PURDY, E. G. (1964).—Sediments as substrates. In: J. IMBRIE, y N. D. NEWELL (Eds.), *Approaches to paleoecology*, Wiley y Sons, New York, 238-271.
- RAAF, J. F. M. DE y BOERSMA, J. R. (1971).—Tidal deposits and their sedimentary structures. *Geol. Mijnbouw.*, 50 (3), 479-503.
- REINECK, H. E. y SINGH, I.B. (1973).—Depositional sedimentary environments.—Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 439 pp.
- REINECK, H. E. y WUNDERLICH, F. (1968).—Classification and origin of flaser and lenticular bedding. *Sedimentology*, 11 (1/2), 99-104.
- RHOADS, D. C. (1975).—The paleoecological and environmental significance of trace fossils. In: R. W. FREY (Ed.), *The study of trace fossils*, Springer-Verlag, New York, 147-160.
- RIZZINI, A. (1975).—Sedimentary sequences of Lower Devonian sediments (Uan Caza Formation) South Tunisia. In: R. N. GINSBURG (Ed.), *Tidal Deposits*, Springer-Verlag, New York, 187-195.
- SANDERS, J. E. (1965).—Primary sedimentary structures formed by turbidite currents and related resedimentation mechanism. In: G. V. MIDDLETON (Ed.), *Primary sedimentary structures and their hydrodynamic interpretation. A symp., Soc. Econ. Pal. Min. Spec. Publ.*, 12, 192-219, Tulsa.
- STRAATEN, L.M.J.U. VAN (1954).—Composition and structure of Recent marine sediments in the Netherlands. *Leidse Geol. Meded.*, 19, 1-110.
- SUTTON, R. G., BOWEN, Z. P. y MC. ALESTER, A. L. (1970).—Marine shelf environments of the Upper Devonian Sonyea Group of New York. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 81, 2975-2992.
- SWIFT, D.J.P., DUANE, D.B. y MC. KINNEY, T.F. (1973).—Ridge and swale topography of the Middle Atlantic bight, North America: secular response to the Holocene hydraulic regime. *Mar. Geol.*, 15 (4), 227-247.
- SYKES, R.M. (1974).—Sedimentological studies in southern Jameson Land, East Greenland. II. Offshore-estuarine regressive sequences in the Neill Klinger Formation (Pliensbachian-Toarcian). *Bull. Geol. Soc. Denmark.*, 23 (3-4), 213-224.
- TERWINDT, J.H.J. (1971).—Litho-facies of inshore estuarine and tidal-inlet deposits. *Geol. Mijnbouw.*, 50 (3), 515-525.
- TERWINDT, J. H. J. (1975).—Sequences in inshore subtidal deposits. In: R. N. GINSBURG (Ed.), *Tidal Deposits*, Springer-Verlag, New York, 85-89.
- THAYER, C. W. (1974).—Marine paleoecology in the Upper Devonian of New York. *Lethaia*, 7 (2), 121-155.
- WUNDERLICH, F. (1970).—Genesis and environment of the «Nellenköpfchen-Schichten» (Lower Emsian, Rheinian Devon) at locus typicus in comparison with modern coastal environment of the German Bay. *Jour. Sed. Petrol.*, 40 (1), 102-130.

## LAMINAS

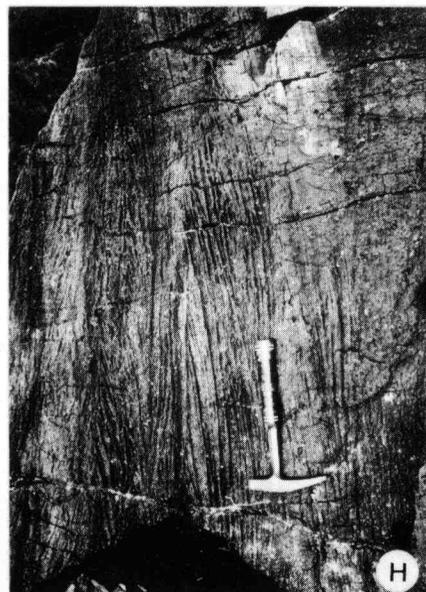
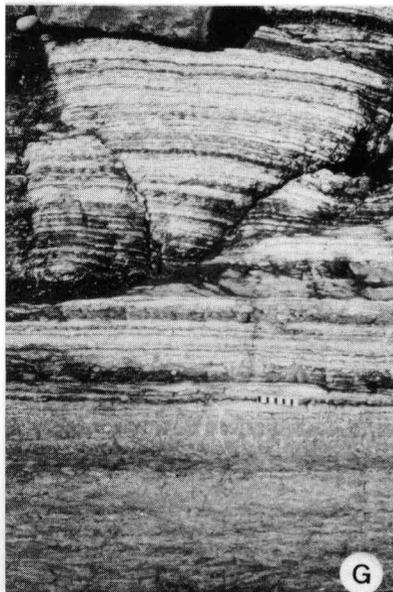
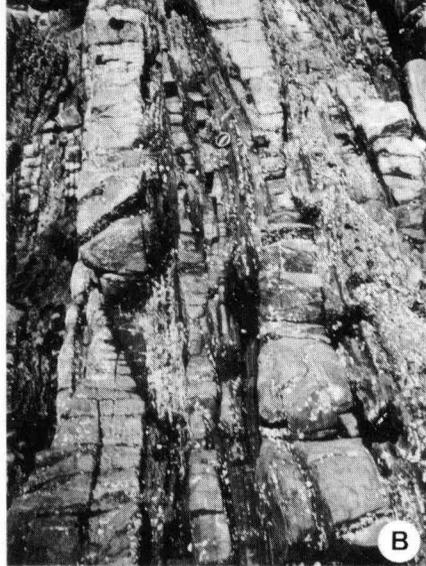
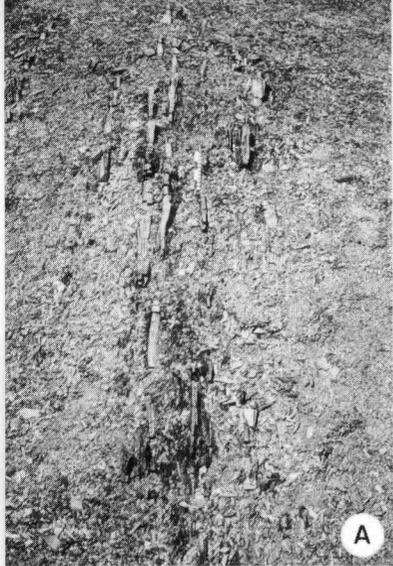
## LAMINA I

- A) Estratificación cruzada en surco a mediana escala (sets agrupados de 5 a 16 cm. de espesor) de relleno de canal en areniscas rojas oolíticas con fauna abundante. Techo hacia arriba. Facies A. Serie de El Tranqueru.
- B) Fauna de briozoos (Fenestélidos y *Aulocystis cf. ramosa*) en su mayor parte «in situ». Facies F. Serie de Moniello-Punta la Vaca.
- C) Alternancia de pizarras arenoso-dolomíticas y de dolomías arenosas (a veces areniscas dolomíticas), ambas con abundante fauna (en su mayoría braquiópodos, y en menor proporción corales solitarios y briozoos). Los braquiópodos aparecen desarticulados pero enteros, predominando la posición estable con la concavidad hacia abajo. Techo hacia arriba. Facies H. Serie de Moniello-Punta la Vaca.
- D) Secciones de braquiópodos y de fenestélidos en la superficie inferior de una capa de dolomías arenosas. Los braquiópodos aparecen orientados por la corriente. Facies H. Serie de Moniello-Punta la Vaca.
- E) Intervalo de limolitas arcillosas muy bioturbadas con destrucción total de la estratificación. Techo hacia arriba. Facies E. Serie de Moniello-Punta la Vaca.
- F) Detalle de secuencias negativas. Intervalo de paso gradual de la facies G a la E. Obsérvense las pequeñas secuencias a base de pizarras con lentes finas limolíticas, limolitas arcillosas muy bioturbadas y limolitas con laminación cruzada de ripples en capas finas pero continuas. Se aprecian también ripples apilados por carga (load-casted ripples). Techo hacia arriba. Escala en cm. Serie de El Tranqueru.
- G) Convoluted and slumping dentro de un tramo formado por alternancias de limolitas en capas finas y pizarras. Facies G. Techo hacia arriba. Serie de El Tranqueru.
- H) Lentejón limolítico con lám. cruzada de pequeña escala debida a ripples de corriente tridimensionales. El lentejón aparece dentro de un tramo pizarroso. Techo hacia arriba. Facies L. Serie del S. de Geras (León).



## LAMINA II

- A) Lentejones limolíticos con laminación cruzada de ripples dentro de un intervalo pizarroso. Techo hacia la izquierda. Facies L. Serie del S. de Geras (León).
- B) Secciones de megaripples de corriente alternando con pizarras. Techo hacia la izquierda. Facies M. Serie de El Tranqueru.
- C) Idem. que B). Techo hacia la derecha.
- D) Areniscas con ondulaciones de ripples e interestratos pizarrosos finos y discontinuos. Estratificación flaser. En el centro se aprecia un megaripple con laminación cruzada a mediana escala de láminas sigmoidales. Migraciones de ripples y abundantes cantos blandos aplanados dentro de las areniscas. Rotulador como escala. Techo hacia la izquierda. Facies D. (subfacies D<sub>2</sub>). Serie de Moniello-Punta la Vaca.
- E) Macros lumping en areniscas de grano fino dentro de pizarras. Techo hacia la izquierda. Serie de Moniello-Punta la Vaca.
- F) Estratificación cruzada planar en cuña a mediana escala (sets de hasta 48 cm. de espesor) en areniscas listadas de grano medio. Se aprecia el carácter erosivo de la base de los sets y la bimodalidad de las láminas de estratificación cruzada de alto ángulo, con una dirección muy predominante hacia tierra, a la que se le superpone otra de bajo ángulo. Techo hacia la derecha. Facies C. Serie de la Gáraba-Coallajú.
- G) Contacto entre las facies E (inferior) y G (superior). Escala en cm. Techo hacia arriba. Serie de El Tranqueru.
- H) Estratificación cruzada en surco de carácter bimodal en areniscas dolomíticas y dolomías arenosas biocclásticas. Sets agrupados de 2 a 30 cm. de espesor. Techo hacia la izquierda. Facies B. Serie de El Tranqueru.
- I) Alternancia rítmica de pizarras, limolitas arcillosas muy bioturbadas y limolitas con lám. cruzada de ripples. Obsérvese la repetición de pequeñas secuencias. Facies E. Techo hacia la derecha. Serie de El Tranqueru.



### LAMINA III

- A) Alternancia rítmica de pizarras, limolitas arcillosas muy bioturbadas y limolitas con laminación cruzada de ripples. El conjunto presenta una repetición de pequeñas secuencias. Facies E. Techo hacia arriba. Serie de El Tranqueru.
- B) Vista de conjunto de la facies D. Se observa aquí una disposición en secuencia positiva muy neta con la subfacies D<sub>2</sub> (de megaripples con estratificación cruzada unimodal) a la derecha que pasa gradualmente a la D<sub>1</sub> hacia la izquierda. Techo hacia la izquierda. Serie de Moniello-Punta la Vaca.
- C) Alternancia de limolitas lenticulares con ondulaciones de pequeños ripples y de pizarras. En el centro sección de *Teichichnus* provocando deformaciones por compactación diferencial. Facies G. Serie de El Tranqueru.
- D) Deformaciones de carga (load-cast) de areniscas de grano fino depositadas sobre un intervalo pizarroso. Facies G. La mancha negra por debajo de la escala es un nódulo de pirita. Techo hacia arriba. Serie de El Tranqueru.
- E) Secciones del pelecípodo *Gosseletia devónica* en la superficie inferior de una capa de areniscas rojizas de la facies A (Subfacies A<sub>2</sub>). Obsérvese la orientación de los ejemplares por la corriente. Serie de Moniello-Punta la Vaca.
- F) Detalle de la facies G en una posición alta dentro de una secuencia negativa. Hacia la parte alta disminuye la proporción de arcillas. Estratificación flaser. Techo hacia arriba. Serie de El Tranqueru.
- G) Sección transversal de *Teichichnus* (tipo B) con relleno limolítico. Nótese las ondulaciones de pequeños ripples, las superficies erosivas (especialmente resaltadas por encima del ejemplar) y las señales de compactación diferencial. Los tonos grises oscuros son pizarras. Escala en cm. Facies G. Techo hacia arriba. Serie de El Tranqueru.
- H) Detalle de las pequeñas secuencias de la facies E (subfacies E<sub>2</sub>). El intervalo de limolitas arcillosas bioturbadas es amplio y la removilización se debe principalmente a *Chondrites* y en menor grado a *Asturichnus* y *Planolites*. Techo hacia arriba. Serie de El Tranqueru.

(1) La fauna ha sido clasificada por los Dres. J. GARCÍA-ALCALDE (braquiópodos), L. SANCHEZ POSADA (ostrácodos), M. ARBIZU (trilobites) y F. SOTO (corales), todos ellos del Dpto. de Paleontología de ésta Universidad.

