

## Caracteres sedimentológicos generales del «Flysch-Negro» entre Baquio y Guernica (Albiense superior-Cenomaniense inferior, provincia de Vizcaya)

A. ROBADOR<sup>(1)</sup> y J. GARCÍA-MONDÉJAR<sup>(2)</sup>

(1) División de Geología, Instituto Geológico y Minero de España. C/ Ríos Rosas, 23, Madrid.

(2) Dpto. de Estratigrafía, Geodinámica y Paleontología. Universidad del País Vasco. Apartado 644. 48080 Bilbao.

### RESUMEN

El Flysch Negro (Albiense superior-Cenomaniense inferior) de Baquio-Guernica está compuesto fundamentalmente por facies areniscosas y lutíticas con escasos conglomerados. Se depositó en un medio marino relativamente profundo, principalmente mediante corrientes de turbidez y en menor proporción por deslizamientos gravitatorios en masa. El tipo de facies, la distribución geográfica de las mismas y las paleocorrientes sugieren una procedencia general de aportes del NE, así como la existencia de al menos 3 pequeños sistemas de dispersión de tipo abanico, quizás confinados. En conjunto el depósito habría correspondido a un ambiente de talud (*slope apron*) alimentado por materiales pre-jurásicos. Se propone la división de la unidad en dos secuencias deposicionales, originadas por sendas caídas relativas bruscas del nivel del mar seguidas por los ascensos relativos correspondientes.

**Palabras clave:** Flysch. Albiense-Cenomaniense inferior. Talud. Abanicos. Secuencias deposicionales. Vizcaya.

### ABSTRACT

The U. Alban-L. Cenomanian «Black Flysch» in the Baquio-Guernica area (northern Spain), is made up of several types of sandstone and black mudstone facies, with minor siliceous conglomerates and carbonates. It was formed through the development of three turbidite current dispersal systems on a slope apron facing the SW. These systems were probably affected by slight halokinetic confinements, and together fed a NE-SW oriented sinsedimentary trough between Arminza and Guernica. The «Black Flysch» of this area, whose maximum thickness is about 1000 meters, consists of two main megasequences which could have been the result of relative sea-level variations and/or tectonic pulses.

**Key Words:** Flysch. Alban-L. Cenomanian. Slope apron. Fans. Depositional sequences. Northern Spain.

### INTRODUCCIÓN

El tradicionalmente denominado Flysch Negro, de edad Albiense-Cenomaniense inferior, constituye el primer episodio de sedimentación marina profunda dominante turbidítica del ciclo alpinopirenaico (Souquet *et al.*, 1985), (fig. 1). En general se atribuye su origen al relleno de una cuenca con control morfotectónico, a través de sistemas de talud (*slope aprons*) y abanicos ligados a cañones submarinos.

El Flysch Negro de la región Vasco-Cantábrica constituye la parte septentrional del Complejo Supraurgoniano (Rat, 1959). Aflora en el Arco Vasco (fig. 1), donde viene siendo referido como Fm. de Deva. Consta principalmente de lutitas negras, areniscas y conglomerados, por orden de importancia, y en mucha menor proporción de lavas, cenizas basálticas y niveles carbonatados. Contiene pocos fósiles, entre los que destacan foraminíferos diversos, orbitolínidos resedimentados, ammonites y belemnites dispersos. Abundan, no obstante, las trazas orgánicas, principalmente de la icnofacies *Zoophycus*, así como también restos detríticos de vegetales que testifican condiciones anóxicas en el fondo marino. Su potencia media es de unos 800 m. Antecedentes sobre esta unidad son los trabajos de Gómez de Llarena (1958), Rat (1959), Voort (1964), Feuillée (1967), Aguilar (1975), Crimes (1976), Wiedmann *et al.* (1983), Badillo *et al.* (1983, 1984), Robador (1984) y García-Mondéjar y Pujalte (1985).

El área estudiada presenta en general buenos afloramientos (fig. 1). Dominan las areniscas y lutitas negras en todos los cortes, acompañadas de conglomerados en la part septentrional costera. La potencia máxima supe-

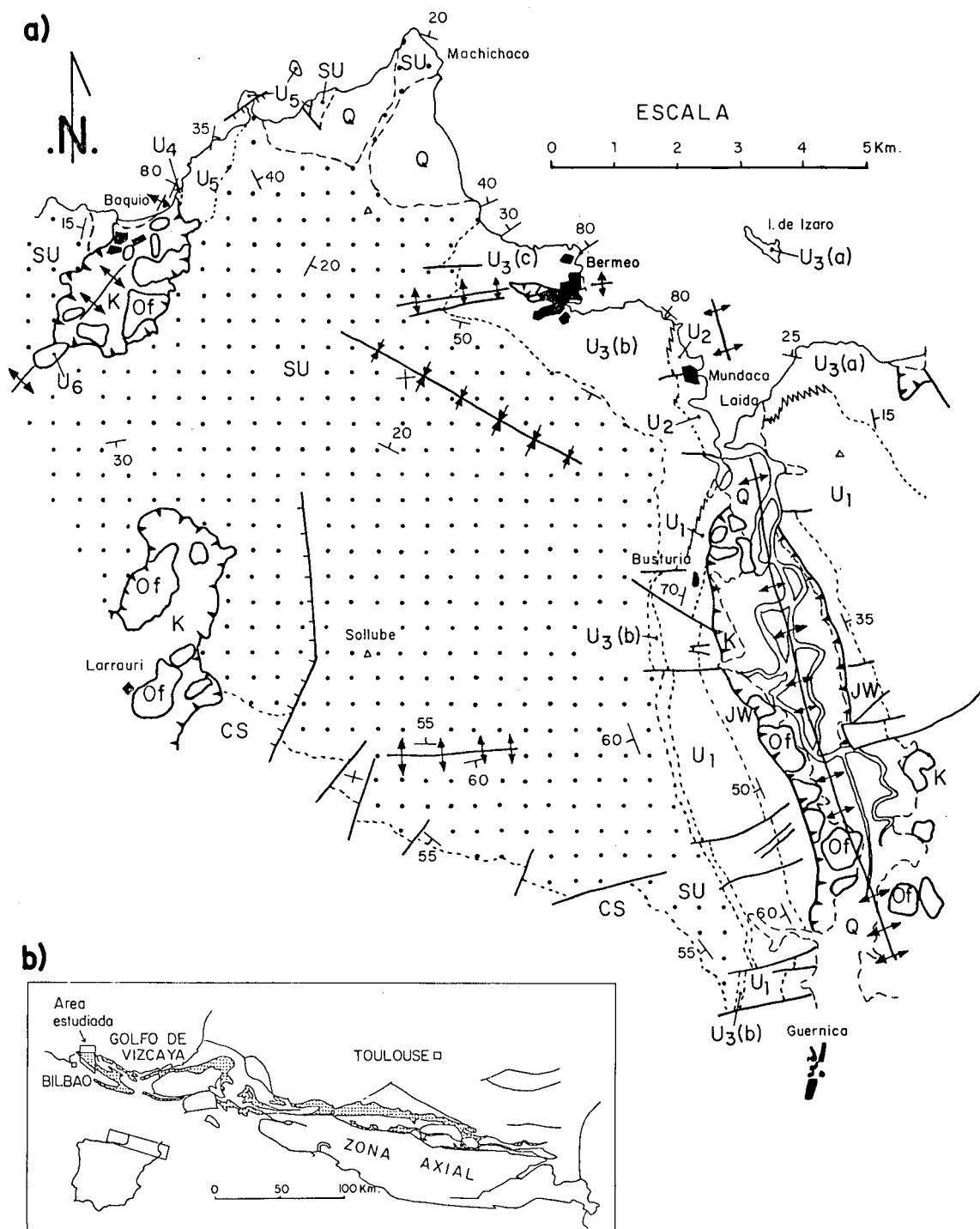


Figura 1. — Mapa geológico del área estudiada (a) y afloramientos del Flysch Negro en el dominio Pirenaico según Souquet *et al.* (1985) (b). K) Keuper; Of) Ofitas; J-W) Jurásico marino y facies Purbeck; U<sub>1</sub>-U<sub>2</sub>-U<sub>3</sub>-U<sub>4</sub>-U<sub>5</sub>-U<sub>6</sub> facies Urganianas; SU) Complejo Supraurgoniano (Flysch negro); CS) Cretácico superior.

Figure 1. — Geologic map of the Baquio-Guernica are (a) and «Black Flysch» outcrops of the Pyrenean domain (Souquet *et al.*, 1985) (b). K) Keuper; Of) Ophiitic igneous rocks; J-W) Marine Jurassic and Purbeck facies; U<sub>1</sub>-U<sub>2</sub>-U<sub>3</sub>-U<sub>4</sub>-U<sub>5</sub>-U<sub>6</sub>) Urganian facies; SU) Supraurgonian Complex (Black Flysch); CS) Upper Cretaceous.

ra 1000 m, y el sentido predominante de aportes fue de NE a SO. El tránsito desde el Urgoniano infrayacente es normal en todos los afloramientos excepto en Baquio oeste, donde aparece una clara superficie de discordancia.

## DESCRIPCIÓN E INTERPRETACIÓN DE FACIES

La descripción de los materiales del Flysch Negro se basa en el esquema propuesto por Pickering *et al.* (1986), modificando el de Mutti y Ricci Lucchi (1972). Las siglas de facies que se incluyen como referencia pertenecen a la clasificación de los primeros autores.

### *Facies conglomeráticas*

Aparecen exclusivamente en la mitad inferior de las series más septentrionales y son minoritarias respecto al resto. En el oeste de Bermeo y en la carretera de Baquio a Arminza se encuentran asociadas a facies areniscosas. Predominan los tipos A1.1 y A1.2 (orto y paraconglomerados desorganizados), aunque también se encuentran A2.3 (ortoconglomerados con gradación positiva). Algunos niveles llegan a tener 3 m de potencia y cantos silíceos de 20 cm de tamaño máximo. Se encuentran también clastos de calizas urgonianas de hasta 0,75 m.

Hacia la mitad de la serie del corte de Michachaco se encuentran diversas facies A2: ortoconglomerados con imbricaciones, estratificaciones paralelas y cruzadas, granoclasificaciones negativas y positivas y estructuras de deformación penicontemporánea. Presentan bases erosivas y cantos silíceos de hasta 13 cm. Se suponen ligadas al relleno multiepisódico de depresiones amplias y someras.

### *Facies areniscosas*

Las facies areniscosas asociadas a las conglomeráticas tienen un tamaño de grano de muy grueso a medio. Se encuentran los tipos B1.1 y B1.2 (areniscas desorganizadas en bancos gruesos o finos, respectivamente), junto a los B2.1 y B2.2 (areniscas organizadas con estratificación paralela o cruzada). Los bancos presentan frecuentes amalgamaciones y rellenan superficies cóncavas. Aparecen normalmente en las partes superiores de secuencias negativas. En la mayoría de los casos no contienen la serie de Bouma, y cuando ésta existe sólo presenta los términos más bajos.

En los cortes sin conglomerados, además de las facies citadas aparecen abundantes turbiditas clásicas diversamente desarrolladas (fig. 2). De acuerdo con la proporción arenisca: lutita se han distinguido los tipos siguientes

de secuencias: 1) casi totalmente areniscosas, con facies C1.1, C2.1 y C2.2 (estratos medios y gruesos desorganizados o con términos bajos de la serie de Bouma); 2) con similares contenidos de arenisca y lutita y facies C2.3 (turbiditas finas con secuencia de Bouma completa); y 3) de neto dominio de lutitas o limolitas, con facies C2 (turbiditas areniscosas finas) o D2 (limos organizados). En bastantes casos se han identificado secuencias negativas, positivas y bisecuencias.

En la serie de San Juan de Gaztelugache se encuentra un grueso nivel turbidítico compuesto por granos calizos (casi exclusivamente orbitolinas). Tiene una potencia de 3 m y presenta la serie de Bouma completa. Se interpreta como una megaturbidita que no guarda relación con las secuencias de las turbiditas terrígenas adyacentes.

### *Facies lutíticas*

Tienen colores negros y aparecen asociadas a areniscas de grano fino-muy fino y limolitas. En algunos tramos están bien estratificadas y contienen turbiditas finas (facies D y E). Es frecuente la presencia de delgados estratos discontinuos y nódulos de carbonato ferruginoso («siderosa»), correspondientes a concentraciones diagenéticas de depósitos de origen químico. En otros tramos los materiales lutíticos tienen apariencia caótica y presentan mayor o menor grado de deformación interna (facies F2). Alguno de estos niveles puede superar 20 m de potencia.

En el corte de Baquio sur se encuentran dos tramos aislados de margas de menos de 10 m de espesor cada una. Corresponden a depósitos hemipelágicos (facies G2.1).

De las facies lutíticas destaca en general el alto contenido en materia orgánica vegetal transportada y su pobreza en fósiles marinos.

## PROCESOS DEPOSICIONALES

Los procesos de sedimentación que se deducen de las facies descritas del Flysch Negro son muy variados. En líneas generales, los conglomerados desorganizados pueden suponerse procedentes de fenómenos de flujo de derrubios y los organizados de corrientes de turbidez de alta concentración, con variaciones de acuerdo al tipo de transporte, velocidad de sedimentación y disponibilidad de materiales. Las areniscas desorganizadas potentes se asocian normalmente al depósito rápido de corrientes de turbidez de alta concentración, y las de poco espesor al depósito a través de procesos de tasación individuales. Las organizadas, por su parte, sugieren depósitos rápi-

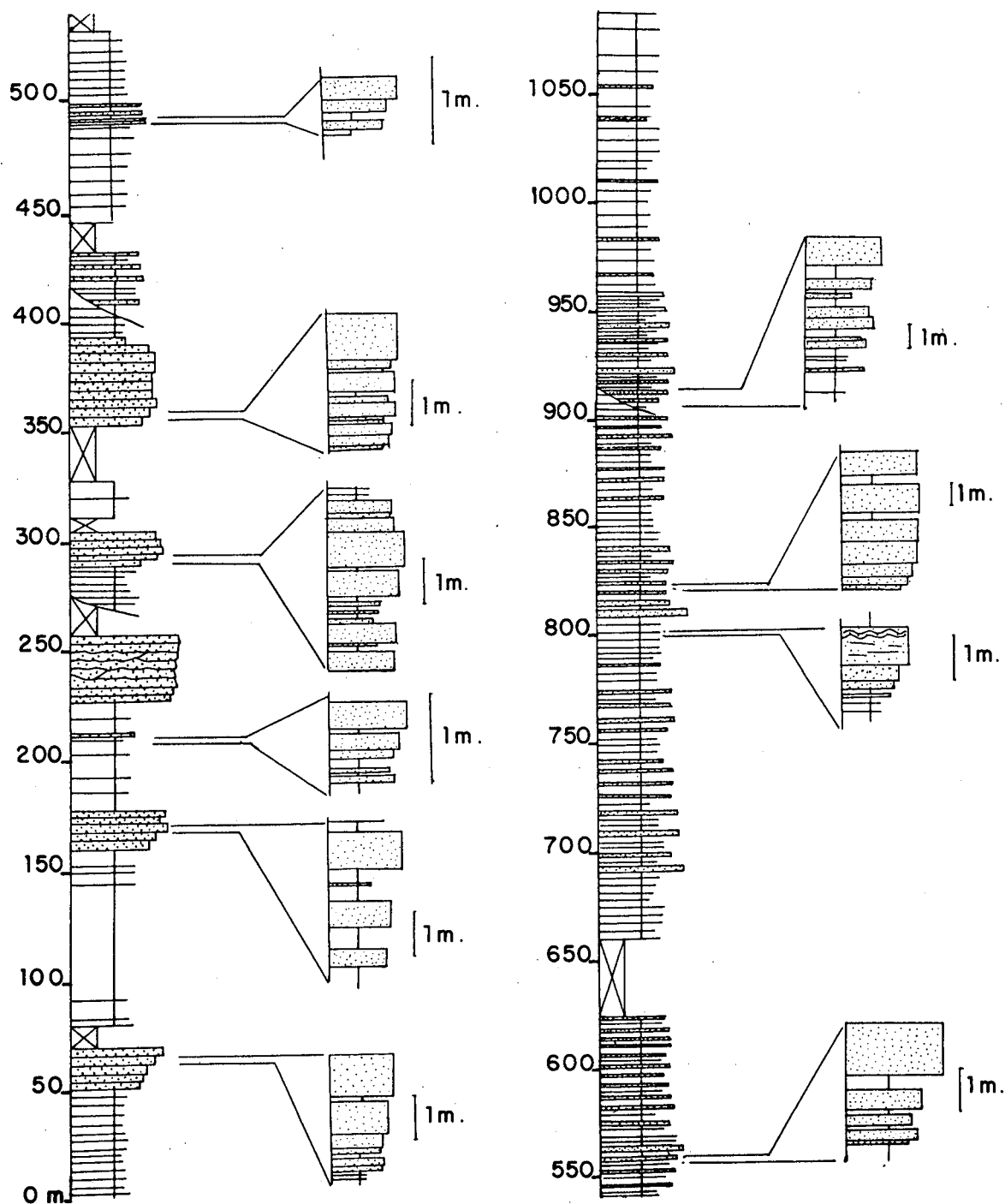


Figura 2. — Columna de Busturia-Paresi, que muestra tramos areniscosos y lutíticos constituyendo diversos tipos de secuencias. Representa las facies típicas de los afloramientos meridionales, caracterizados por la ausencia de conglomerados y facies de materiales deslizados.

Figure 2. — Busturia-Paresi vertical section showing units of sandstones and mudstones with several types of sequential arrangement. It is representative of the southern outcrops, which characteristically lack conglomerates, slumps or debrites.

dos de sucesivas láminas de tracción (traction carpets), que dan lugar a estratificación paralela, o bien sucesivos retrabajamientos por corrientes de turbidez con tracción en vías confinadas (estratificación cruzada). Los binomios arenisca: lutita provienen de corrientes de turbidez de alta o baja concentración, según espesores relativos, mientras que las limolitas y lutitas organizadas sugieren siempre corrientes de turbidez de baja densidad. Las facies caóticas (F2) provienen de deslizamientos gravitatorios en masa por traslación o rotación. La megaturbidita con orbitolinas representa el depósito de una corriente de turbidez excepcional de alta concentración, probablemente inducida por un sismo (sismoturbidita). Finalmente, las hemipelagitas y los depósitos diagenéticos serían el único testimonio individualizado de la sedimentación autóctona del área, en parte carbonatada.

## CONFIGURACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISPERSIÓN

Se han obtenido numerosos datos de paleocorrientes a partir de marcas de turbiditas y ejes de canales. Ello ha permitido determinar un área común de procedencia NE así como ciertos caracteres del ambiente general de sedimentación. Como rasgo principal cabe destacar que las facies de tamaño de grano más grueso muestran menor dispersión de medidas, al contrario que las turbiditas finas, de gran variabilidad incluso en un mismo corte (fig. 3).

La integración de datos de facies y paleocorrientes ha permitido establecer una serie de sistemas de dispersión de terrígenos que configuran el modelo de sedimentación del área estudiada. Se distinguen al menos 3 ejes principales de aportes: Baquío oeste, Bermeo oeste y Busturia-Fórúa (figs. 3 y 4).

Al oeste de Baquío y en la carretera de Baquío a Arminza se encuentran facies de tamaño de grano grueso desde el comienzo de la sedimentación terrígena, sobre una superficie de discordancia basal. Representan términos muy proximales, atribuibles a depósitos de cañón submarino y transición cañón-sistema distribuidor canalizado. En líneas generales el sistema tuvo una amplitud de unos pocos kilómetros y una polaridad hacia el SO. Las areniscas aflorantes en Baquío sur no tienen conglomerados, están mejor organizadas en estratos plano-paralelos y muestran paleocorrientes hacia el sur (fig. 3). Estos hechos permiten su asimilación al sistema de dispersión anterior, aunque ocupando una posición más «distal», formando parte de probables lóbulos de abanico.

El sistema de Bermeo oeste muestra facies «proximales» hacia la parte inferior de la serie y paleocorrientes similares a las de Baquío oeste. El corte de S. Juan de Gaztelugache, situado entre los dos ejes de sistemas descritos, muestra una bipolaridad de paleocorrientes atribuible a la influencia alternante de ambos. Al ser sus facies de menor energía (areniscas), en gran medida plano-paralelas y lutitas, cabe imaginar para las mismas un origen a través de corrientes de turbidez «desbordadas» de los ejes de dispersión adyacentes, con creación de algunas secuencias negativas atribuibles a lóbulos progradantes. Todo lo expuesto sugiere fuertemente que los

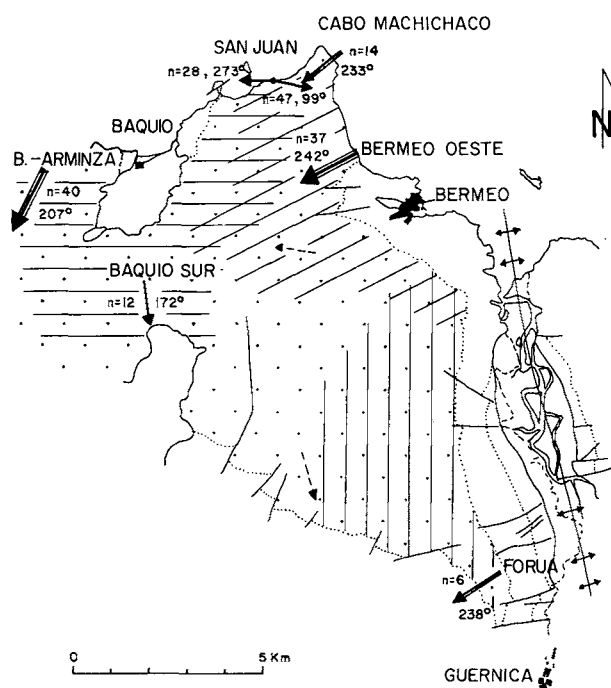


Figura 3. — Distribución regional de paleocorrientes. En cada punto de medida se representan el número de lecturas (n) y la orientación de la media (vector y grados). Los vectores dibujados con varios trazos representan los principales ejes de sistemas de dispersión, mientras que las líneas de trazo discontinuo representan medidas sueltas. Excepto en San Juan todos los puntos poseen una distribución local de paleocorrientes claramente unipolar. Los rayados expresan dominios de sistemas de dispersión. Rayado horizontal: Sistema de Baquío Oeste; rayado oblicuo: Sistema de Bermeo Oeste; y rayado vertical: Sistema de Forua-Guernica.

Figure 3. — Regional palaeocurrent pattern. Number of readings (n) and vector mean orientation (in degrees) are indicated for each point. Big arrows represent axes of the main dispersion systems, and dashed arrows represent vector means from only a few readings. All but S. Juan station are characterized by unimodal palaeocurrent patterns. Rulings represent diverse dispersion systems: horizontal West Baquío, oblique West Bermeo and vertical Forua-Guernica.

sistemas descritos o bien tuvieron morfologías de abanico relativamente alargado, o bien rellenaron ligeras depresiones longitudinales en el fondo marino separadas por altos de origen halocinético (proto-diapiros en Baquio, Bermeo y Guernica); lo más probable es que ambas situaciones se produjeran a la vez.

En Cabo Machichaco, hacia la parte media de la serie afloran facies de areniscas y conglomerados de alta energía, que probablemente debieron constituir el eje de un sistema de dispersión más amplio (fig. 4).

Entre Bermeo y Guernica las facies son sólo de areniscas y lutitas, correspondientes a uno, o quizás dos, sistemas de dispersión de polaridad SO. Las secuencias

atribuibles a lóbulos y el control lateral de cuerpos areniscosos lleva a sugerir también morfologías de abanico. Aquí, sin embargo, el corte ofrecido por los afloramientos sería simplemente más «distal» (figs. 3 y 4).

En resumen, las facies estudiadas de la mitad inferior del Flysch Negro se pueden atribuir al desarrollo de tres, o quizás cuatro, sistemas de dispersión con probables morfologías de abanico y polaridad SO. La estrecha asociación de secuencias atribuibles a lóbulos y a canales sugiere abanicos de baja eficacia de transporte (Mutti, 1977). Finalmente, la estrecha yuxtaposición lateral de los abanicos, su pequeño tamaño (algunos kilómetros), su común polaridad SO, y la frecuencia en ellos de fa-

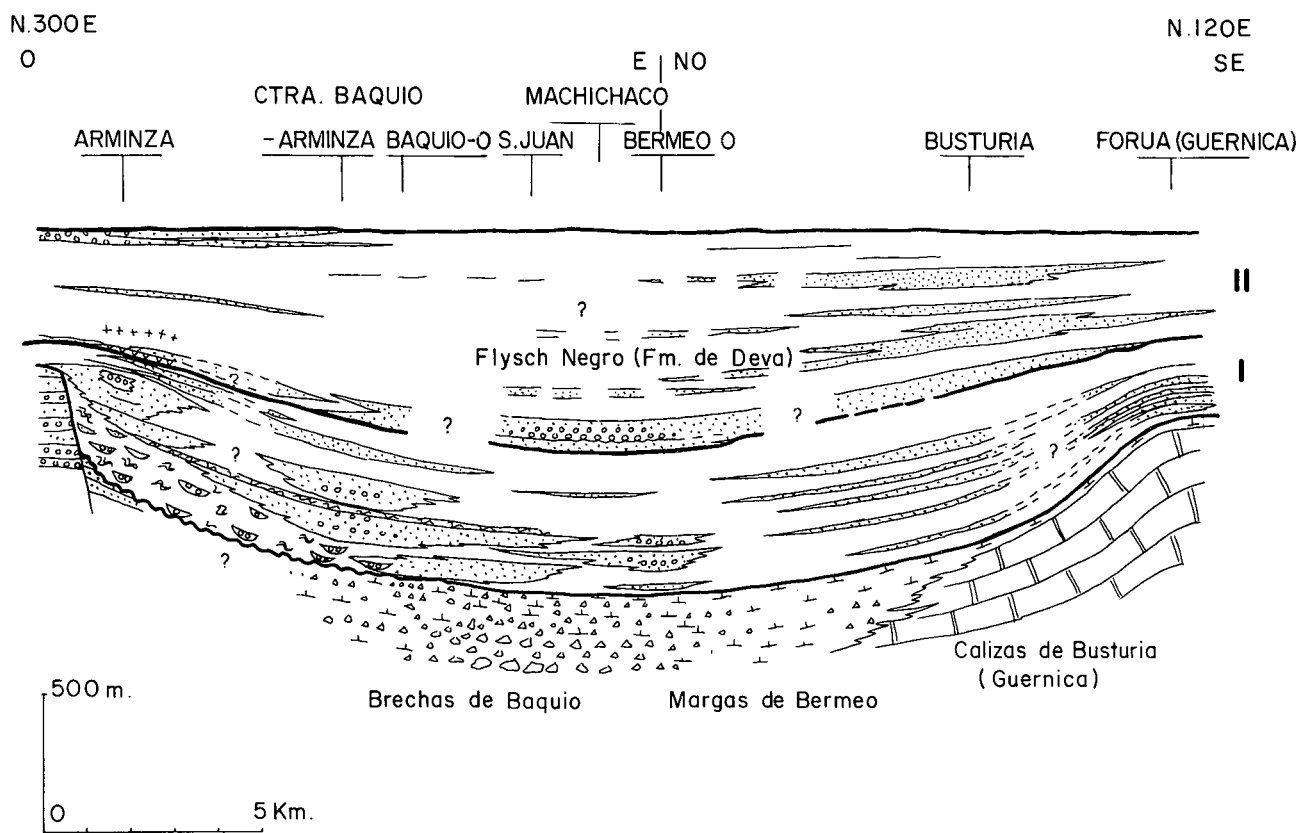


Figura 4. — Corte de correlación del Flysch Negro entre Arminza y Fórúa (Guernica), mostrando la distribución de los cuerpos principales areniscosos y conglomeráticos entre lutitas negras (en blanco). Datos de Arminza tomados de García-Mondéjar y Pujalte (1985). Las líneas gruesas representan los límites de las secuencias I (Arminza) y II (Machichaco), definidas provisionalmente.

Figure 4. — Cross-section of the Black Flysch between Arminza and Fórúa (Guernica), showing the arrangement of the main sandstone and conglomerate units within pervasive black mudstones (white). Arminza data from García-Mondéjar and Pujalte (1985). Boundaries of megasequences I (Arminza) and II (Machichaco) in thick lines.

cies de flujos de derrubios y de deslizamientos en masa, lleva a establecer un ambiente de conjunto de talud (slope apron). Las observaciones en la mitad superior de la serie son más parciales por cuestión de afloramiento. Estas sugieren, no obstante, una cierta continuación del esquema general, aunque con facies más «distales» asociadas también a nuevos sistemas de dispersión.

## HISTORIA SEDIMENTARIA

El análisis detallado del corte de correlación de la figura 4 permite establecer la historia general de la sedimentación turbidítica en el área, a lo largo del Albiense superior-Cenomaniense inferior.

Previamente al Flysch Negro los materiales urgonianos que se depositaban eran muy variados (terrígenos y carbonatos de plataforma, brechas y margas de talud). El cambio de régimen se produjo a través de una pulsación tectónica brusca acompañada de una probable caída relativa del nivel del mar, que dio lugar a una discordancia en Arminza (García Mondéjar y Pujalte, 1985) y en Baquio oeste (Robador, 1984) (figs. 1 y 4). Inmediatamente después tuvo lugar una subsidencia diferencial acusada que mantuvo y amplió el surco paleogeográfico de Bermeo (García-Mondéjar y Robador, en este volumen). Dicho surco quedó limitado por una falla sinsedimentaria en Arminza y por intumescencia probablemente halocinética, también sinsedimentaria, en Guernica. El hundimiento pulsante del fondo marino en la mitad occidental del surco, pudo haber determinado el progresivo desplazamiento lateral hacia el oeste de los principales cuerpos areniscosos (abanicos turbidíticos). La llegada de terrígenos gruesos (areniscas y conglomerados) disminuyó netamente poco antes de producirse el registro de la parte media de la sucesión. Dicha pausa fue seguida por una nueva pulsación tectónica y otra probable caída relativa del nivel del mar, a las cuales se asociaron las efusiones de rocas volcánicas en Arminza y la invasión de terrígenos gruesos en muchos lugares (por ejemplo conglomerados en Machichaco). Este episodio fue el punto de partida de la remisión de la subsidencia diferencial en el área, ya que a partir de entonces las potencias registradas en las zonas de alto relativo y de surco tendieron a igualarse progresivamente.

De lo expuesto hasta aquí se puede deducir la existencia de dos megasecuencias principales. Arminza (I) y machichaco (II). Aunque ambas pueden ser únicamente de validez local, no se descarta la posibilidad de que representen secuencias deposicionales en el sentido de Mitchum *et al.* (1977), abarcando a grandes rasgos el Albiense superior la primera y el Albiense final-

Cenomaniense inferior la segunda. Las dos provendrían de sendos pulsos tectónicos acompañados de caídas relativas bruscas del nivel del mar, seguidas éstas de elevaciones paulatinas también relativas, de acuerdo con el análisis de facies y la secuencia vertical general. Comparando con las relaciones estratigráficas que Mutti (1985) establece entre sistemas turbidíticos y secuencias deposicionales, y con lo deducido por García-Mondéjar y Pujalte (1985) en Arminza, la primera secuencia (Arminza) se habría formado sucesivamente a través de rellenos de excavación submarina en un talud, depósito de lóbulos y depósito de lutitas de «cuenca», en secuencia retrogradante (solapante). La segunda secuencia (Machichaco), con representación de lóbulos, transiciones lóbulo-canal y lutitas de cuenca, también habría tenido un carácter general retrogradante (solapante). Posteriores análisis en zonas vecinas determinarán la validez real de estas secuencias y su posible adscripción a cambios globales del nivel del mar.

La hipótesis de la existencia de un talud con sistemas de dispersión terrígenos hacia el SO, lleva a situar al NE del mismo la plataforma marina somera de la que debían derivar sus materiales. El marco general de pequeños abanicos con granulometría gruesa sugiere que dicha plataforma debía de ser muy estrecha, o casi inexistente, y que abanicos aluviales adosados a relieves cercanos eran las verdaderas fuentes del material terrígeno. Cabe imaginar una tectónica activa como responsable de la emersión y mantenimiento de dichos relieves, que por otra parte debieron de estar constituidos por materiales prejurásicos (fundamentalmente paleozoicos) a tenor de la composición de los cantos observados: cuarzo, cuarcitas, areniscas, chert, conglomerados silíceos, etc. Se trataría del macizo emergido postulado por Voort (1964), del que nuevamente se obtienen indicios positivos de su hipotética existencia.

## CONCLUSIONES

1. — Se ha deducido una procedencia general NE para el Flysch Negro de Baquio-Guernica. El área fuente no aflorante debía estar constituida por materiales prejurásicos.
2. — En la parte inferior de la unidad se han distinguido tres sistemas de dispersión, correspondientes a abanicos elongados que interferían lateralmente entre sí. En la parte superior, menos expuesta, se reconoce un único sistema con una distribución más amplia.
3. — Los sistemas individuales correspondían a abanicos de baja eficiencia de transporte. En conjunto formaban un ambiente de talud (slope apron) que debió situarse al pie de escarpes de origen tectónico.

4. — Se distinguen dos megasecuencias de validez local, Arminza y Machichaco, que pueden representar, tras verificación en áreas adyacentes, secuencias deposicionales.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, M.J., 1975: Sedimentología y paleogeografía del Albense de la cuenca Cantábrica. *Estudios Geológicos*, 31: 1-213.
- BADILLO, J.M., GARCÍA-MONDÉJAR, J. y PUJALTE, V., 1983: Análisis del "Flysch Negro" (Albiense sup.-Cenomaniense inf.) en la Bahía de Arminza, Vizcaya. *Comunicación X Congreso Nacional de Geología*: 4.6-4.9.
- BADILLO, J.M., GARCÍA-MONDÉJAR, J. y PUJALTE, V., 1984: An example of turbidite retrogradational sequence: the «Black Flysch» (U. Albian-L. Cenomanian) of N Spain. *Abstracts 5th European Regional Meeting of Sedimentology*: 38-39.
- CRIMES, T.P., 1976: Sand fans, turbidites, slumps and the origin of the Bay of Biscay: a facies analysis of the Guipuzcoan flysch. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 19 (1): 1-16.
- FEUILLÉE, P., 1967: Le Cénomaniens des Pyrénées basques aux Asturies. Essai d'analyse stratigraphique. *Mém. Soc. Géol. France*, 46: 343.
- GARCÍA-MONDÉJAR, J. y PUJALTE, V., 1985: The Black Flysch (Upper Albian-Lower Cenomanian) in the Bay of Arminza, Vizcaya. In M.D. Milá y J. Rosell, eds. *6th European Regional Meeting, Lérida. Excursion Guidebook*, Excursión nº 9: 313-329.
- GARCÍA-MONDÉJAR, J. y ROBADOR, A. (en prensa): Sedimentación y paleogeografía del Complejo Urgoniano en el área de Bermeo (Región Vasco-Cantábrica septentrional). *Acta Geol. Hispánica*.
- GÓMEZ DE LLARENA, J., 1958: Datos paleontológicos del flysch litoral de Guipúzcoa; el Vraconiense de septarias de Motrico. *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, Madrid, nº 50.
- MITCHUM, R.M. Jr., VAIL, P.R. y THOMPSON, S. III., 1977: The Depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis. In Ch. E. Payton ed. *Seismic stratigraphy-application to hydrocarbon exploration*. Am. Ass. of Petrol. Geol. Mem., 26: 53-62. Tulsa, Oklahoma.
- MUTTI, E., 1977: Distinctive thin-bedded turbidite facies and related depositional environments in the Eocene Hecho Group (South Central Pyrenees, Spain). *Sedimentology*, 24: 107-131.
- MUTTI, E., 1985: *Turbidite systems and their relations to depositional sequences*. In: G.G. Zuffa, ed. *Provenance of Arenites*. NATO ASI Series (C), vol. 148: 65-93. Dordrecht, D. Reidel Publishing Company.
- MUTTI, E. y RICCI LUCCHI, F., 1972: Le torbiditi dell'Appennino settentrionale: introduzione all'analisi di facies. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 11: 161-199.
- PICKERING, K., STOW, D., WATSON, M. HISCOTT, R., 1986: Deep-water Facies, processes and models: A review and classification scheme for modern and ancient sediments. *Earth-Science Reviews*, 23: 75-174.
- RAT, P., 1959: Les pays crétacés basco-cantabriques (Espagne). *Thèse Fac. Sci. Publ. Univ. Dijon*, 18: 525 pp.
- ROBADOR, A., 1984: *Estudio geológico del sector de Bermeo (entre Bakio y Gernika)*. Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias. Univ. País Vasco: 163 pp.
- SOUQUET, P., DEBROAS, E.J., BOIRIE, J.M., PONS, P., FIXARI, G., ROUX, J.C., DOL, J., THIEULOY, J.P., BONNE-MAISON, M., MANIVIT, H. y PEYBERNÈS, B., 1985: Le groupe du Flysch Noir (Albo-Cénomaniens) dans les Pyrénées. *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, 9 (17): 183-252.
- VOORT, H.B., 1964: Zum flysch problem in den westpyrenäen. *Geolog. Rundschau.*, 53: 220-233.
- WIEDMANN, J.A., REITNER, J., ENGESER, T. y SCHWENTKE, W., 1983: Plattenkonik, Fazies und Subsidenzgeschichte des basko-kantabrischen kontinentalrandes während Kreide und Alttertiär. *Zitteliana*, 10: 207-244.