

**TURBIDITAS DEL
CRETACICO SUPERIOR
DEL PAÍS VASCO**

(hoja 1:200.000 , BILBAO)

J.Rosell , E. Remacha , M.Zamorano.



**TURBIDITAS DEL CRETACICO SUPERIOR
DEL PAIS VASCO**

1.- INTRODUCCION

2.- METODOLOGIA DE TRABAJO

**3.- UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS DEL CRETACIO SUPERIOR Y SUS
FACIES**

3.1.- FLANCO SEPTENTRIONAL DEL ANTICLINORIO DE VIZCAYA

3.1.1.- Sección de la Ensenada de Atxui

3.1.1.1.- La Secuencia deposicional de ATXUI 1 (SA-1)

3.1.1.2.- La Secuencia deposicional de ATXUI 2 (SA-2)

**3.1.1.3.- Consideraciones sobre la Secuencia Depositional
de ATXUI-2 (hipótesis no confirmada)**

3.1.1.4.- La Secuencia deposicional de Atxui 3 (SA-3)

**3.1.1.5.- Significado sedimentológico de las facies B₂ presentes
en la serie de la Ensenada de Atxui.**

**3.1.1.6.- Descripción de los logs de detalle de la serie de la
Ensenada de Atxui.**

Log nº 1.1. Descripción y discusión de sus facies.

Log nº 1.2.

Log nº 1.3. Ejemplo de las facies de Punta Endata

Log nº 1.4. Descripción y discusión de sus facies

Log nº 1.5. Descripción y discusión de sus facies

Log nº 1.6. Descripción y discusión de sus facies

3.1.2.- Sección de Lazcano-Zumaia

3.1.2.1.- Descripción de los logs de detalle.

Log nº 2.1. Descripción e interpretación de sus facies

Log nº 2.2. Descripción e interpretación de sus facies

3.1.3.- Sección de Ursubil-Orio

3.1.3.1.- Descripción de los logs de detalle

Log nº 3.1. Descripción e interpretación de sus facies

Log nº 3.2. Descripción e interpretación de sus facies

Log nº 3.3. Descripción e interpretación de sus facies

3.2.- SINCLINORIO DE BILBAO

3.2.1.- Aspectos generales

3.2.2.- Transversal de Eibar-Monte Urco

3.2.2.1.- Descripción de los logs de detalle

Log nº 4.1. Descripción e interpretación de sus facies

Log nº 4.2. Descripción e interpretación de sus facies

3.2.3.- Transversal de Elguerta-Eibar

3.2.3.1.- Descripción de los log de detalle

Log nº 5.1. Descripción e interpretación de sus facies

Log nº 5.2. Descripción e interpretación de sus facies

Log nº 5.3. Descripción e interpretación de sus facies

3.2.4.- Transversal de Goyuria

Log nº 6. Descripción e interpretación de sus facies

3.2.5.- Transversal de Urruchua-Elejade

Log nº 7.

3.2.6.- Sección de Zugastieta-Mugica

3.2.6.1.- Descripción de los logs de detalle.

Log nº 8.1. Descripción e interpretación de sus facies

Log nº 8.2. Descripción e interpretación de sus facies

4.- CONCLUSIONES

4.1.- INTRODUCCION

4.2.- ESTRATIGRAFIA Y FACIES DEL FLANCO SEPTENTRIONAL DEL ANTICLINORIO DE VIZCAYA.

4.3.- SINCLINORIO DE BILBAO

4.4.- RELACION ENTRE DOS SECTORES

4.5.- EQUIVALENCIA DE LAS SECUENCIAS DEPOSICIONALES DEFINIDAS CON LAS EQUIVALENTES EN LA CUENCA PIRENAICA CENTRAL

5.- BIBLIOGRAFIA

TURBIDITAS DEL CRETACICO SUPERIOR DEL PAIS VASCO

1.- INTRODUCCION

En el presente informe se analizan los resultados obtenidos en el estudio de las facies de la cuenca turbidítica del Cretácico superior de Vizcaya y Guipuzcoa (fig. 1). Se ha realizado con el fin de confeccionar la síntesis estratigráfica de la hoja 1:200.000, nº 12 (BILBAO), plan MAGNA.

En el País Vasco, así como en el Prepirineo Central, generalizando, las facies turbidíticas se presentan en tres niveles diferentes: (1) El más inferior, llamado también "flysch negro", de edad Albiense, posee muy poco desarrollo en el Prepirineo Central español mientras que está bien representado en el Prepirineo francés y País Vasco. (2) Las turbiditas del Cretácico superior, de edad Campaniense, que en el Prepirineo Central reciben la denominación formal de Fm. Vallcarga. (3) Las turbiditas terciarias de edad Ypresienses a Bartonense que se desarrollan en el País Vasco y Prepirineo Central. Estas últimas conocidas bajo el nombre de Grupo de Hecho.

La serie turbidítica del Cretácico superior (Campaniense) del País Vasco, ha sido poco estudiada bajo un punto de vista sedimentológico.

Los trabajos de GOMEZ DE LLERENA (1954-1956), JEREZ, ESNAOLA y RUBIO (1971) y MATHEY (1981), entre los principales, reseñan su existencia y definen sus facies desde un punto de vista muy general.

La falta de estudios estratigráficos, paleontológicos y cartográficos de detalle, junto a la escasez y mala calidad de los afloramientos (exceptuando los de la costa que son óptimos), dificulta grandemente el establecimiento de correlaciones. Por ello hemos intentado, fundamentalmente, aportar datos en el campo de la Sedimentología y Estratigrafía que puedan ser utilizados en ulteriores trabajos.

2.- METODOLOGIA

El presente informe ha sido realizado con datos obtenidos fundamentalmente con métodos de campo. En primer lugar se ha efectuado un reconocimiento de facies sobre el terreno, e igualmente sobre él se ha analizado la cartografía existente de la zona. Posteriormente se han relacionado las columnas estratigráficas consideradas como óptimas para realizar los análisis detallados que aquí se presentan.

Se han medido un total de 20 secciones (fig. 2) que contienen un total de 2,135 capas. De cada una de éstas se han tomado los datos que se indican a continuación: espesor de las mismas, litología, variación granulométrica vertical, espesor de los intervalos o términos deposicionales, "sensu" BOUMA (1962), tipos de contactos entre estratos y presencia, en su caso, de estructuras erosivas en la base. Estas se han utilizado para cuantificar la dirección y sentido de las paleocorrientes. Se han medido casi exclusivamente a partir de *scour marks* y se presentan dando una visión de conjunto en el mapa de paleocorrientes de la fig. 3. Debe indicarse, no obstante, que al faltar datos estructurales detallados de la zona, no se han ajustado palinspásticamente. También se han tenido en cuenta todas aquellas características observables que se han considerado de interés, tales como el contenido en restos fósiles, trazas fósiles, presencia de restos vegetales, inclusiones pelíticas y su posición dentro de la capa arenisca, acuíferos de las capas a escala del afloramiento, etc.

Los datos anteriormente reseñados, se han representado gráficamente en forma de columnas, simplificando la información para facilitar la visión de conjunto del log en cuestión y poner de manifiesto las variaciones verticales del espesor y granulometría, evidenciando la organización cíclica fundamental de los estratos cuando éstos la poseen. Como ejemplo y leyenda de tal representación gráfica propuesta véase la fig. 4.

Finalmente, se han interpretado ambientalmente las facies indicando en su caso las diferencias existentes con sus similares establecidas en los modelos clásicos y se ha confeccionado un esquema donde se muestra una visión de conjunto (fig. 5) de los datos de facies obtenidos puntualmente.

Hubiera sido de desear el poder establecer correlaciones entre los diferentes cortes con la finalidad de conocer la geometría de los cuerpos litológicos que componen la serie. Ello ha sido imposible por: en primer lugar carecer de una datación fidedigna, por ejemplo de una malla de dataciones por nannoplancton. Y, en segundo lugar, por la cobertera vegetal que dificulta la obtención de series completas y su correlación por métodos cartográficos.

Tras las fases de trabajo indicadas, se ha abordado una segunda que podríamos denominar estudio comparado de facies y estratigrafía entre este sector de la cuenca y sus homólogos coetáneos del resto del Pirineo, fundamentalmente central. Se ha procurado correlacionar límites de secuencias y, obviamente, posiciones relativas del nivel del mar, dentro de la dimensión temporal objeto del presente trabajo. Para ello se ha contado con datos procedentes en su mayor parte de la experiencia personal y también se han utilizado otros procedentes de la bibliografía clásica regional del Cretácico superior Pirenaico.

3.- UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS DEL CRETACICO SUPERIOR Y SUS FACIES.

Las áreas de afloramiento de las turbiditas del Cretácico superior de Guipúzcoa y Vizcaya, pueden considerarse agrupadas en dos sectores que son: (1) el flanco septentrional del anticlinorio de Vizcaya y (2) el sinclinorio de Bilbao. Como se verá posteriormente la relación entre ambos sectores es problemática y, en función de los datos obtenidos, creemos que los sedimentos de uno y otro sector se han generado independientemente, aunque provocados por las mismas caídas del nivel del mar. Esta misma situación sucede también al comparar las facies terciarias de ambos sectores, lo cual apoya la hipótesis por la que las áreas de sedimentación respectivas, septentrional y meridional, paleogeográficamente pueden considerarse independientes como mínimo hasta el Eoceno medio.

3.1.- FLANCO SEPTENTRIONAL DEL ANTICLINORIO DE VIZCAYA

En el flanco N del anticlinorio de Vizcaya se han estudiados tres secciones estratigráficas que de W a E son: (1) sección de la ensenada de Atxui, (2) sección de Lezcano-Zumaia y (3) sección de Usurbil-Orio. De cada una de ellas se han seleccionado algunos tramos con buenas condiciones de afloramiento con el fin de caracterizar las facies. La representación gráfica de estas columnas parciales se incluye en el anexo adjunto al informe y su situación se encuentra en la fig. 2.

De las tres secciones indicadas la que se considera completa, representativa y de referencia para todas las demás, es la denominada ensenada de Atxui, cuyas características se simplifican y muestran en la fig. 6.

3.1.1.- Serie de la Ensenada de Atxui (fig. 6)

La serie turbidítica del Cretácico superior aflora prácticamente en su totalidad, junto a la costa y en marea baja entre

Deva y Zumaia, en la ensenada cuyo nombre toma la serie, es por ello que ésta se ha escogido como tipo para las turbiditas del flanco N del anticlinorio de Vizcaya; queda delimitada en base y techo por dos plataformas: a) la inferior, en la punta Aitxuri, está formada por facies margonodulosas que en su techo, constituyendo un límite de secuencia con la serie turbidítica, tiene un nivel olistostrómico (debris flow). b) La plataforma superior, en las proximidades de la punta Aitzgorri, la constituyen margas y calizas margosas con *Inoceramus* del Maastrichtiense. Ambos límites marcan la aparición y desaparición respectivamente de capas turbidíticas. No obstante, en la mitad inferior de la serie se intercalan dos niveles margoarcillosos grises asimismo interpretados como momentos en los que se restablecen las condiciones de *highstanding* que favorecen el establecimiento de plataformas y serán tratadas con mayor detalle a continuación.

La serie en cuestión se ha dividido en tres tramos principales (ver fig. 6) que adquieren rango de secuencia deposicional. La inferior, secuencia deposicional de Atxui-1 (Sa-1), muestra un espesor total de 320 m. La intermedia, secuencia deposicional de Atxui-2 (Sa-2), totalmente turbidítica y con un total de 900 m de espesor. La superior, secuencia deposicional de Atxui -3 (SA-3), tiene un espesor total de 825 m de los cuales los primeros 600 m son turbidíticos, mientras que por encima de ellos y con el contacto transicional se va pasando a las facies carbonatadas de la plataforma maastrichtiense anteriormente indicada y, en su conjunto, forma un ciclo en el sentido de VAIL et al. (1977).

3.1.1.1. - La secuencia deposicional de Atxui-1 (SA-1)

La base de dicha secuencia se establece, como se indicaba anteriormente, en el *debris flow* de 25 m de espesor que marca el momento de *lowstand* de edad posiblemente Santoniense (?). Dicho *debris flow* contiene cantos de grandes dimensiones y la matriz procede de la plataforma infrayacente.

Sobre este nivel caótico se instala un tramo margoarcilloso

en el que se pueden diferenciar dos ciclos en el sentido de VAIL (1977).

El inferior engloba en la base al (a) **debris flow** antes mencionado, (b) facies de **channel levee**, en el sentido de MUTTI (1984) en el tramo intermedio y (e) facies de plataforma a techo. El superior, está formado tan solo por facies de **channel levee** en la base y, cerrando el ciclo 150 m de facies de plataforma.

En estas facies de **channel levee** indicadas, y con el fin de analizar la facies se ha levantado un log de 5 m, medidos con el máximo detalle, que se presentan simplificados en la columna nº 1.1 y se consideran representativos de la facies en cuestión.

Lógicamente, los dos ciclos aquí tratados pueden llegar a alcanzar rango de secuencia pero en nuestro caso, por falta de información documentable cartográficamente y mediante análisis lito y/o bioestratigráficos del resto de la cuenca, preferimos apuntarlo tan solo como hipótesis.

3.1.1.2.- La secuencia deposicional de Atxui-2 (SA-2)

Encima de la plataforma que cierra el ciclo superior de la SA-1, aparece un nivel olistostrómico (**debris flow**) ^{sobre el que} se instalan facies tractivas B₂. Estas facies marcan una nueva caída del nivel del mar, en este caso mucho más importante que la precedentemente tratada, que implica el establecimiento de un régimen turbidítico en la cuenca que no cesará, en cuanto al registro fósil, hasta el Maastrichtiense medio.

Dicha secuencia la consideramos dividida en dos niveles principales : a) uno inferior que con un total de 120 m está formado por facies similares a las que en la literatura clásica se denominan **fan fringe**. En este caso dicha denominación no se considera excesivamente correcta pues se encuentra en toda la cuenca el mismo tipo de facies y se desconoce su posible relación con facies de lóbulo. Esta ha sido tratada en otras cuencas y denominada tipo "Cotefablo" por REMACHA (1983) y, más recientemente, aunque en el mismo lugar, **thin-bed lobes**

por MUTTI et al (en prensa). De cualquier manera parece seguro que corresponden a facies distales de un tipo 1 (en el sentido de MUTTI, 1985).

b) El nivel superior, 800 m de espesor total, lo consideramos dividido a su vez en dos partes: b_1) El inferior, de 150 m de potencia, que forma los resaltes de punta ENDATA, es predominantemente arenoso. En él, con el fin de caracterizar la facies, se ha levantado el log 1.3, que corresponde a lóbulos de deposiciones de tipo "Broto" (REMACHA op. cit.) o verdaderos lóbulos de tipo 1, esto es, facies depositadas en momentos de un máximo lowstanding del nivel del mar. Y b_2) la superior, que se inicia en facies tractivas B_2 , presenta características por lo general idénticas a las referidas en el apartado a) de esta misma secuencia, aunque, en algunas ocasiones, el contenido de areniscas sea algo superior, como por ejemplo en las facies simplificadas en el log 1.4. En definitiva, este tramo se interpreta como de características mixtas entre fan fringe y lóbulo distal tipo "Broto", aunque con dominio de la primera facies sobre la segunda. En definitiva, representan facies moderadamente distales de tipo 1.

3.1.1.3.- Consideraciones sobre la secuencia deposicional de Atxui-2. Hipótesis no confirmadas.

Teniendo en cuenta los cambios bruscos de facies y las facies B_2 que se sitúan sobre los lóbulos de punta ENDATA (ver capítulo 3.1.1.6) existe la posibilidad de a) que los 120 m basales (sus características han sido comentadas en 3.1.1.2.-a) constituyan por sí mismos una secuencia independiente; b) igualmente, los lóbulos de punta Endata, situados sobre la secuencia anterior (comentados en 3.1.1.2.-b.1) y hasta la base de las facies B_2 podría llegar a considerarse como una secuencia independiente; c) también lo sería la parte que restaría de la secuencia SA-2.

Todo ello, por el momento, queda relegado al campo de la hipótesis sin confirmar por falta de datos suficientes y con el único fin de ofrecer aquí límites seguros estos últimos apuntados: no se tratarán en profundidad.

3.1.1.4.- Secuencia deposicional de Atxui-3

La separación entre la secuencia ahora tratada y la inferior SA-2, se establece en un nivel en el que se encuentra un cambio brusco de facies, apoyado por la presencia de facies tractivas B₂ (ver apartado 3.1.1.6). Con esta últimas se iniciaría, en este punto de la cuenca, la sedimentación de la SA-3.

Por sus facies se ha dividido en dos tramos distintos: a) el inferior, constituido exclusivamente por capas turbidíticas y b) el superior, por capas carbonáticas y turbidíticas muy finas en cuanto a su espesor. El límite entre ambos es totalmente transicional y situado ya dentro del Maastrichtiense.

a) El tramo inferior de la SA-3, con un total de 600 m aproximadamente de espesor, se inicia con las facies B₂ cuyo significado se tratará en el próximo apartado y que se han reseñado anteriormente. Este tramo está formado por facies totalmente similares a las ya descritas en la base de la SA-2 e indicadas bajo el nombre de fan fringe tipo "Cotefablo" (REMACHA op. cit.). Con el fin de caracterizar aquí esta facies, se ha levantado el log 1.5 que se adjunta posteriormente.

b) El tramo de biomicritas con turbiditas que cierra la secuencia, como se ha indicado anteriormente, presenta el contacto basal totalmente transicional y en él se observa que hacia el techo el progresivo aumento de capas calizas va en detrimento de las turbidíticas siliciclásticas, quedando finalmente estas prácticamente relegadas a capas finas turbidíticas (TBT) en facies diluídas. En esta facies se ha levantado el log 1.6 con el fin de documentarla y estudiarla en detalle.

Por sus características podrían asimilarse a capas de basin plain, pero, (ver informe del Terciario, base de la secuencia de San Telmo superior) por nuestra parte creemos que es una facies no descrita y depositada paleogeográficamente en otras áreas, equivalentes respecto a la posición del nivel del mar, con las facies de channel-levee de MUTTI (1984), esto es, facies de higstanding. Ello iría de acuerdo con la presencia aquí de Zoophycus, Inoceramus, Chondrites y Ammonites que parecen indicar condiciones de plataforma.

3.1.1.5.- Significado sedimentológico de las facies B₂ presentes en la serie de la ensenada de Atxui.

Como se ha visto anteriormente, en la serie de la ensenada de Atxui, las facies B₂ se sitúan coincidiendo con límites inferiores de secuencia deposicional (ver fig. 6).^(*)

Es un hecho conocido en la literatura que dichas facies se producen en el salto hidráulico de corrientes turbidíticas que han efectuado el **by-passing**. Entre otras causas, éste se produce en los lugares donde existe un cambio de pendiente del substrato y allí donde tal pendiente se atenúa. Según estudios recientes efectuados por los autores en los **sand tongues** de Broto, se deduce que las facies turbidíticas no canalizadas y depositadas en la fase de tipo I (en el sentido de MUTTI, 1985) se establecen en **onlap** contra corriente y contra el techo de la secuencia anterior (ver fig. 7 de REMACHA, en preparación), marcando así la discordancia que en esta posición de la cuenca tendrá un ángulo tan bajo que sólo es deducible mediante cartografías muy detalladas.

Las corrientes turbidíticas que irán a parar al sistema no canalizado de acumulación de tipo I, por gravedad, se depositarán en la parte más baja de la cuenca y con una clara tendencia a adaptarse al fondo por su base, mientras que su techo tenderá a restablecer la horizontal. Con ello, amortiguarán el gradiente de la superficie superior de la secuencia anterior a la vez que darán el **onlap**.

Entre el techo de la secuencia anterior y la horizontal a la que tenderán los depósitos de las corrientes turbidíticas, existirá una ruptura de pendiente en la cual la próxima corriente efectuará el salto hidráulico dejando así un residuo que formará la facies B₂ (fig. 8a).

(*) Respecto a las facies B₂ situadas sobre los lóbulos de punta Endata, se recomienda ver el apartado 2.1.1.3 tratado anteriormente en el que se dá como hipótesis la posibilidad de establecer en estas facies B₂ el límite inferior de la secuencia que se situaría en la parte alta de las SA-2 anteriormente indicada.

De esta manera los sucesivos puntos límites de secuencia deposicional pueden quedar marcados por cambios bruscos de facies que pueden estar asociados a facies B_2 . Con estas (fig. 8b) se iniciará la nueva secuencia en el punto considerado. Ambos aspectos asociados constituyen un criterio diagnóstico para localizar un límite de secuencia en sistemas de acumulación de tipo I.

Todo ello, en la ensenada de Atxui, puede constatarse puesto que las posiciones de las facies B_2 , que además comportan cambios bruscos de facies, (exceptuando el caso sobre los lóbulos de punta Endata que ya se ha discutido), se han atribuido a límites de secuencia que en este caso son, creemos, correlacionables con las cuencas turbidíticas del Cretácico superior del Pirineo central como se verá posteriormente.

3.1.1.6.- Descripción de los logs de detalle de la serie de la ensenada de Atxui.

Log nº 1.1. Descripción y discusión de sus facies.

Localización: Hoja nº 63 (1:50.000), EIBAR (fig.2) Coordenadas
UTM= 5₅50 47₉₄20

Se han medido 5 m de facies predominantemente pelíticas con una proporción de arenisca muy baja, 12,13%, y una frecuencia de 0,13 capas de arenisca por cada metro de serie. Sus facies son casi exclusivamente D_3 y su geometría, a escala del afloramiento es de tres tipos: capas planoparalelas, slumpizadas o con rápidos acuñaientos rellenando pequeños canales de profundidad no superior a 2 m y anchura que por lo general oscila alrededor de 10 m. Manifiestan una marcada aciclicidad. La granulometría de las capas de arenisca no sobrepasa en ningún caso el tamaño fino. Se interpretan como pertenecientes a facies de channel-levee en el sentido de MUTTI (1984) o lo que implica lo mismo, considerando la posición relativa del nivel del mar, turbiditas de tipo III *sensu* MUTTI (1985).

Este tipo de sedimentos, según el autor y obra citados, se generan con una posición del nivel del mar que es la más

alta posible en la génesis de turbiditas y en origen se han dado ligadas a procesos de progradación deltaica por lo que se han considerado como de *highstanding* y asimilables a los sistemas turbidíticos actuales.

log nº 1.3. Ejemplo de las facies de Punta Endata. Descripción y discusión.

Localización: Hoja nº 63 (1:50.000) EIBAR, (fig. 2). Coordenadas
UTM = 5₅₆10 47₉₄35

La facies aquí analizada forma los resaltes topográficos que se adentran hacia el mar para dar la punta Endata. En la misma costa y con la marea baja, se han seleccionado 22,5 m de serie que se consideran representativos. Estos están formados por facies predominantemente areniscosas, 66,42% de arenisca y una frecuencia de 9 capas de arenisca por cada m de serie.

Las facies reconocidas, siguiendo la nomenclatura de MUTTI & RICCI LUCCHI (1975) son predominantemente D₁ encontrándose también muy frecuentemente abundantes D₂ y D₃. Sus granulometrías no sobrepasan el tamaño fino, siendo muy frecuente encontrar un paso gradual de la arenisca hacia la pelita del intervalo e de BOUMA. En este tránsito limoso se instala la laminación paralela superior que en estas capas es visible.

Igualmente, el grado de deformación de las láminas de los convolutes y *water-scape* (sensu LOWE, 1975) por lo general es muy alto. También es grande la longitud de onda de los ripples del techo de las capas areniscosas (del orden de entre 10 y 12 cm). Las tres características dadas: gradación, grado de deformación y longitud de onda de los ripples han sido comentadas por REMACHA (1983) como indicativas de distalidad.

La geometría de las capas acusa una marcada tabularidad y paralelismo a escala del afloramiento, destacando también una organización en ciclos de compensación de orden decimétrico y raramente métrico, formados por entre 2 y 7 capas como máximo.

Las paleocorrientes observadas muestran una dispersión entre N 295° y N 305°.

Las facies aquí descritas concuerdan ampliamente con las indicadas por REMACHA (op.cit.) en el sector de Biescas-Aragües de los sand tongues de Broto, y su interpretación es la misma: se trata de facies de lóbulo distal depositadas en una fase de máxima caída del nivel del mar o lo que es lo mismo, del tipo I de MUTTI (1985).

log. nº 1.4. Descripción y discusión de sus facies.

localización: Hoja nº 63 (1:50.000) EIBAR (fig. 2). Coordenadas
UTM= 5₅₇25 47₉₄⁰⁵

Dicho log, con un total de 15,4 m, caracteriza a las facies situadas por encima de los lóbulos de punta Endata. Aunque en ocasiones se observan variaciones en el contenido de arenisca, si se efectúan análisis muy detallados, la facies en cuestión puede considerarse monótona y con las características que se indican a continuación.

Son facies areniscoso-pelíticas, 60% de arenisca, cuya frecuencia es de 11,62 capas por cada m de serie.

Los estratos, siguiendo la nomenclatura de MUTTI & RICCI LUCCHI (1975) son D₃, D₂ y D₁. Localmente aparecen capas de sedimentación autóctona (facies G).

En todos los casos y a escala del afloramiento se observa una muy acusada tabularidad y paralelismo entre capas, observándose una cilicidad negativa de orden decimétrico (entre 20 y 50 cm de espesor) que en muchos casos muestra una marcada compensación entre estratos.

Comparando sus facies con las de otras cuencas (Marnoso Arenácea y Grupo de Hecho, sobre todo) pueden ser atribuidas al límite entre lóbulo distal-franja de lóbulo aunque, dejando a parte terminologías que implican atribuciones a modelos concretos, preferimos interpretarlas como partes distales de tipo I (sensu MUTTI 1985) depositadas en fases de lowstand.

log nº 1.5 Descripción y discusión de sus facies.

localización: Hoja nº 63 (1:50.000), EIBAR (fig. 2). Coordenadas
UTM= 5₅₈85 47₉₄20

Las facies ahora tratadas tienen un espesor aproximado de 600 m y como se indicaba anteriormente forman la base de SA-3. Todo su afloramiento es muy uniforme y muestra sus características prácticamente constantes, exceptuando el tránsito superior a las facies no turbidíticas que se comentará posteriormente. No obstante, este log se considera representativo de dichas facies.

Se han medido 14,4 m de facies pelítico-areniscosas que comportan el 47,9% de arenisca y un promedio de 6,5 capas por cada m de serie. Sus facies son D₂ y D₃ fundamentalmente aunque existen también abundantes D₁.

El tránsito a la pelita, en cada estrato, frecuentemente es muy gradual comportando tramos centimétricos limosos, mientras que en los casos en que este tránsito es brusco, mediante ripples de corriente, estos tienen una longitud de onda grande.

La geometría de las capas siempre acusa una muy monótona tabularidad y paralelismo a escala del afloramiento. La ciclicidad es siempre de orden decimétrico y en raras ocasiones de orden métrico.

Las paleocorrientes medidas muestran un sentido dominante hacia N 290°.

Teniendo en cuenta la nomenclatura de la bibliografía clásica, estas facies se atribuirán a franja de abanico. Como se ha discutido ya anteriormente, no se conocen sus equivalentes en facies de lóbulo, lo cual hace sospechar que sea más correcto denominarlas thin bed lobes, por nuestra parte y con la única intención de no prefijar esquemas de facies que impliquen modelos concretos, preferimos interpretarlas como equivalentes distales de depósitos sedimentados en fases de lowstand de tipo I. Pero en este caso serían depósitos más distales que los discutidos en el log anterior 1.4.

log nº 1.6. Descripción y discusión de sus facies.

localización: Hoja nº 63 (1:50.000) EIBAR (fig. 2). Coordenadas
UTM = 5₅₉³⁰ 47₉₄⁶⁰

Como se indicaba anteriormente, el paso de las turbiditas a la plataforma superior Maastrichtiense, que cierra la SA-3,

es totalmente transicional. Estas facies de tránsito alcanzan un espesor aproximado de 200 m y con el fin de analizar sus características e interpretarlas se ha levantado un log de 6,1 m de facies margo-hemipelágicas en las que se encuentran intercaladas capas turbidíticas finas (TBT) que en todos los casos corresponden a facies diluídas D_2 y D_3 siguiendo la nomenclatura propuesta.

Estas tres litologías se presentan en el siguiente porcentaje: 11,2% de arenisca, 26,9% de hemipelagita y 61,9% de marga. La frecuencia de aparición de las capas de arenisca es de 5 capas por cada m de serie, mientras que las de hemipelagita lo hacen con una frecuencia de 3,4 capas por m de serie.

La geometría de las capas es siempre planoparalela y tabular a escala del afloramiento.

Considerando todos los elementos litológicos se ha puesto de manifiesto una ciclicidad elemental que responde a la propia génesis del depósito de la corriente de turbidez, en el sentido de BOUMA (1962). Como es sabido, consta de la capa areniscosa en la base, más la pelita a techo. En el caso que nos ocupa, en muchas ocasiones se observa que sobre el intervalo e reposa la capa hemipelágica de sedimentación autóctona. Esta última frecuentemente se ve sometida a procesos de amalgamación provocados por una nueva capa areniscosa que inicia el ciclo elemental siguiente. En otros casos este queda abortado por la base y sobre la capa caliza se establecen facies e de BOUMA (op.cit). En este caso estas facies son indicativas aún de mayor distalidad en la evolución de la corriente de turbidez.

Este tipo de ciclicidad ha sido descrito en la literatura clásica en gran cantidad de ocasiones y ha sido interpretado como facies de basin plain ligadas a sistemas turbidíticos de los modelos más o menos conocidos. Por nuestra parte vemos notables diferencias, que resumiremos a continuación, y que hacen que no podamos atribuir esta facies a un basin plain típico.

En primer lugar la influencia del material terrígeno: Tomando el computo de estas facies de tránsito, esta influencia empieza siendo abundante y va disminuyendo hacia el techo hasta casi desaparecer. Esto va a favor del progresivo aumento de las capas de caliza. Si la parte inferior de la SA-3 es turbidítica y de lowstanding, ello va en favor de colocar estas facies de tránsito, como mínimo, en una posición intermedia del nivel

del mar . No obstante creemos que dichas facies fueron depositadas en un momento de **higstanding**, ya que en los sedimentos de **basin plain** ligados a sistemas turbidíticos, la influencia de material arenoso o pelítico es muy importante, mientras que en este caso predominan los sedimentos hemipelágicos.

Por lo tanto, preferimos interpretar esta facies como depositada en condiciones similares a las descritas para los sistemas de **channel-levee** (sensu MUTTI, 1984).

En efecto, tomando posiblemente el único caso en el mundo en el que se ha seguido la evolución lateral desde un sistema deltaico hasta el talud, esto es, la parte de **higstanding** de la Secuencia Depositional de Sta. Liestra (MUTTI *et al.* en prensa, Guide Book 6th European Regional Meeting). Se observa que, corriente abajo, las facies del fan delta (conglomerados de Sta. Liestra) pasan a facies de plataforma y **channel-levee**, que en sus términos más distales (margas de Cajol) han sido interpretadas como facies de talud continental (REMACHA, 1983). Dichas facies son muy ricas en hemipelagita y turbiditas finas (TBT) similares en algunos aspectos, a las descritas para este tránsito.

3.1.2.- Serie de Lazcano-Zumaia

Esta sección se ha realizado a lo largo del río Urola, entre las localidades de Lazcano y Zumaia, y es equivalente a la sección de la Ensenada de Atxui, comentada anteriormente. Por lo general, las condiciones de afloramiento son malas, estando la mayor parte de ésta cubierta por la vegetación. No obstante, existen dos afloramiento de extraordinaria calidad y éstos se han escogido con el fin de analizar sus facies. Los logs 2.1 y 2.2 representan las columnas de detalle características de estas facies. El primero de ellos es equivalente estratigráficamente a los lóbulos de punta Endata o sea, pertenece a la SA-2; mientras que el segundo es equivalente a la parte baja de la SA-3.

3.1.2.1.- Descripción de los logs de detalle.

log. nº 2.1.. Descripción e interpretación de sus facies

Localización: Hoja nº 63 (1:50.000) EIBAR, (fig. 2). Coordenadas UTM= 5₆₂³⁵ 47₉₀¹⁵

Como se ha indicado anteriormente, estas facies son equivalentes laterales de las descritas en el log nº 1.3. y por lo tanto pertenece a la secuencia SA-2.

En las proximidades de Lazcano (entre el km 35 y 36) se han medido 20,8 m de facies predominantemente areniscosas: 60% de arenisca. La frecuencia de aparición de estas capas es de 12,25 por cada m de serie y corresponden a facies D₁ fundamentalmente, aunque también existen abundantes D₂ y D₃. Las granulometrías de éstas no sobrepasan nunca la clase fina. Son capas con base y techo planoparalelos a escala del afloramiento y manifiestan una marcada tabularidad.

Más en detalle, atendiendo al tránsito arenisca-pelita de cada estrato se observa de dos tipos: brusco, con ripples de corriente de gran longitud de onda (hasta 30 cm); o bien gradacional, pasando por términos limosos con laminación paralela superior.

La única manifestación cíclica presente en este caso es diagnóstica de la facies y son los ciclos de compensación (sensu MUTTI & SONNINO, 1980). Las paleocorrientes observadas oscilan entre N 295 y N 300°.

Esta facies se interpreta como lóbulo distal.

log. nº 2.2. Descripción e interpretación de sus facies.

Localización: Hoja nº 63 (1:50.000) EIBAR, (fig. 2). Coordenadas UTM= 5₆₁⁴⁰ 47₆₂⁶⁰

Este log se ha medido junto al río Urrola, en el meandro situado aproximadamente a 800 m al S de San Miguel de Artadi. Como se ha dicho anteriormente pertenece a la parte

baja SA-3.

Sus facies son predominantemente pelítico-areniscosas, con un total de 46,6% de arenisca. Presentan una relativa abundancia de hemipelagita (10,5%) que se presenta en capas muy bioturbadas y mezcladas con un contenido de material siliciclástico más elevado que el descrito en la literatura para las facies del mismo tipo de llanura submarina.

Las granulometrías observadas no sobrepasan en ningún caso la clase fina. Los estratos son fundamentalmente D₂ aunque se encuentran con relativa abundancia estratos del tipo D₁ y D₃.

Las bases de estos estratos son siempre netas mientras que el paso al intervalo pelítico puede ser de dos tipos: (a) brusco con ripples de corriente de hasta 30 cm de longitud de onda; (b) transicional mediante términos limosos con laminación paralela superior.

En cuanto a la geometría de las capas, estas presentan una muy acusada tabularidad. La ciclicidad es poco manifiesta y en todos los casos negativa de orden decimétrico o métrico.

Las paleocorrientes muestran una dispersión entre N 310° y N 320°.

En cuanto a su interpretación, estas facies al igual que sus equivalentes de la Ensenada de Atxui pertenecen a depósitos de fan-fringe o lo que se cree más correcto facies distales de un sistema de tipo I (sensu MUTTI 1984).

3.1.3.- Serie de Usurbil-Orio

Esta sección ha sido realizada a lo largo de la carretera nacional nº 634, entre los kms 3 y 11, o sea entre Usurbil y Orio, de ahí su nombre.

La serie del Cretácico superior en este sector aflora incompleta, pues su base y parte media (SA-1 y SA-2) se encuentran cubiertas bajo el núcleo de una estructura anticlinal. Es por ello que tan solo encontramos términos equivalentes a la SA-3.

La sección estudiada presenta un espesor aproximado de 700 m aunque ello es difícil de precisar por los numero-

esos pliegues menores que afectan a la base aflorante.

En el tramo más basal de la sección se encuentra una megaturbidita de la cual no se han encontrado términos equivalentes en la Ensenada de Atxui; aunque por nuestra parte creemos que está en una posición estratigráfica equivalente a la base de la SA-3.

Con el fin de analizar las facies se han levantado los logs de detalle que se exponen a continuación.

3.1.3.1.- Descripción e interpretación de los logs de detalle

log nº 3.1. Descripción e interpretación de sus facies.

Localización: Hoja nº 64 (1:50.000) SAN SEBASTIAN, (fig.2).

Coordenada UTM= 5₇₆³⁵ 47₉₂⁴⁵

Se han medido 16 m de facies pelítico-areniscosas con un 49% de arenisca y 11,5 capas de ésta por m de serie. Los estratos son D₂ fundamentalmente, con abundantes D₁ y D₃. Localmente se observan también algunos C₂.

En todos los casos son capas con base y techo plano a escala del afloramiento.

El único ordenamiento cíclico manifiesto es en ciclos negativos de orden decimétrico y métrico formados por entre 2 y 4 capas.

Las paleocorrientes observadas oscilan entre N 250° y N 245°.

Estas facies se interpretan como de fan fringe de tipo Cotefablo o bien facies distales de un sistema turbidítico de tipo I (sensu MUTTI 1984).

Cabe destacar que hacia la parte baja del log se encuentra una megaturbidita. Esta consta de 4 partes principales que de base a techo son:

(a) 70 cm de tramo con bloques de caliza margocaliza y arenisca. Estos son poco redondeados y con un diámetro máximo de 60 cm. El diámetro medio predominante es entre 10 y 30 cm.

En este tramo se encuentra un bloque excepcional que corresponde a una capa turbidítica arrancada de las facies subyacentes.

(b) 57 cm de tramo de cantos blandos de dimensiones variables, entre los que se encuentran cantos de caliza y margocaliza de 3 a 4 cm de diámetro medio dispersos entre la matriz.

(c) 30 cm de calcarenita con granulometría media en la base y fina en el techo. Esta tiene base erosiva y cantos blandos de pequeñas dimensiones.

(d) 10 cm de marga equivalente al intervalo e de BOUMA, cuya composición parece tener gran proporción de hemipelagita resedimentada.

log. nº 3.2. Descripción e interpretación de sus facies

Localización: Hoja nº 64 (1:50.000) SAN SEBASTIAN, fig.
2. Coordenadas UTM= 5₇₅80 47₉₂10

Se han medido 14 m de facies pelítico-areniscosas situadas a 100 m aproximadamente bajo el log nº 3.1. La proporción de arenisca es del 46,4% y tiene 11,2 capas de arenisca por m de serie.

Las facies dominantes son D₂ aunque existe también algunas D₁ y D₃.

La geometría es planoparalela y tabular a escala del afloramiento y se ordena en ciclos de compensación (sensu MUTTI & SONNINO, 1980) de orden decimétrico a métrico.

Las paleocorrientes oscilan entre N 240° y N 250°.

Esta facies, al igual que la anterior se interpreta como fan fringe o bien, facies distales de un sistema turbidítico de tipo I.

log nº 3.3 . Descripción e interpretación de sus facies

Localización: Hoja nº 64 (1:50.000) SAN SEBASTIAN (fig.
2. Coordenadas UTM= 5₇₃25 47₉₂20

A unos 400 m por encima del log 3.1, se han medido 39 m de facies pelítico-areniscosas con un 51% de arenisca

y 7,3 capas de esta po m de serie.

Los estratos son D_1 y D_2 predominantemente aunque también existen algunas D_3 y C_2 .

En cuanto a su geometría son planoparalelas a escala del afloramiento. Su base es neta mientras que su techo es perfectamente transicional a la capa pelítica superior. Se ha observado igualmente, que los ripples son de gran longitud de onda.

La ciclicidad, siempre negativa, es de orden decimétrico y métrico, estando estos ciclos constituídos por entre 2 y 6 capas.

las paleocorrientes muestran un sentido dominante que oscila entre $N 240^\circ$ y $N 260^\circ$.260

Estas facies, al igual que las de los logs descritos anteriormente, se interpretan como las partes distales de un sistema turbidítico de tipo I.

3.2.- SINCLINORIO DE BILBAO

3.2.1.- Aspectos generales

El sinclinorio de Bilbao corresponde a una estructura compleja orientada de SE a NW que ocupa la mayor parte de las provincias de Vizcaya y Guipúzcoa. Su núcleo está constituido por los materiales de la serie turbidítica terciaria (fig. 1), mientras que sus flancos, septentrional y meridional, lo constituyen los materiales, predominantemente turbidíticos, del Cretácico inferior y superior.

La serie del Cretácico superior en su flanco N, por lo general es muy pobre en afloramientos y estos a su vez de mala calidad. Por ello solo permite el análisis puntual de sus facies siendo de enorme dificultad el establecimiento de series generales que puedan considerarse representativas. En el flanco S del sinclinorio, una importante falla inversa pone en contacto las turbiditas terciarias con las margas y margocalizas, con intercalaciones volcánicas, del Cenomaniense y Coniaciense. La mayor parte de la serie turbidítica del Cretácico superior, en este flanco, queda desmantelada por erosión.

Por lo que concierne a la distribución general de las facies cabe indicar que éstas se han agrupado dentro de dos secuencias deposicionales que, sobre todo por la posición respecto a las margas y margocalizas finicretácicas y teniendo en cuenta igualmente las facies depositadas en los momentos de máximo lowstand, son correlacionables con las fases homólogas de la Ensenada de Atxui, concretamente con la SA-2 y SA-3. De todos modos, cabe hacer una consideración importante y es que entre ambos sectores, sinclinorio de Bilbao y flanco N del anticlinorio de Guipuzcoa, no se ha encontrado una clara conexión y es más, creemos que los sistemas respectivos han funcionado independientemente y no tienen nada que ver: las facies del anticlinorio se encuentran descritas en la literatura clásica mientras que la mayor parte del sinclinorio no.

Igualmente considerando las paleocorrientes y distribución lateral de facies se llega a la misma conclusión.

En el sinclinorio de Bilbao, centrado el tema, tanto la parte equivalente a SA-2, como la equivalente a la SA-3

se pierden en las inmediaciones del río Buirón. En el sector comprendido entre este río y el extremo suroriental del sinclino, se han efectuado 5 cortes transversales, en los que se han medido 9 logs detallados con el fin de analizar las facies (fig. 2) . Estos cortes transversales se han denominado: Eibar-Monte Urco, Elgueta-Eibar, Goyuria, Urruchua-Eljade y Zugastieta-Múgica.

3.2.2.- Transversal de Eibar-Monte Urco

Las facies de esta sección han sido estudiadas a lo largo de la autopista de Bilbao-Behobia, en las proximidades de Eibar y en las inmediaciones del Monte Urco.

La parte inferior de la serie en esta transversal no aparece, encontrándose con buen afloramiento tan solo los equivalentes de la parte media correspondientes al momento SA-2.

Por lo general las facies son muy uniformes siendo en su conjunto altamente areniscosas, aunque por lo que respecta al espesor de las capas, muy raramente se observan clases superiores a finas . Este tipo de facies es desconocida hasta el momento en la literatura, por lo que optamos por no interpretarla aplicando nomenclaturas de modelos que en ningún momento presentan facies similares a las aquí tratadas y cuyas características se discutirán a continuación. Valga por el momento indicar que estas facies podrían entrar en las turbiditas tipo Fm.Vallcarga MUTTI & ROSELL (1969) y también "Turbiditas de Ripoll" (Fm.Campdevanol, ROSELL & GICH 1971) las cuales se encuentran en una fase de estudio en la que todavía no se han definido asociaciones de facies completas.

Pese a lo anteriormente indicado, según el trabajo de MUTTI & ROSELL (op.cit.) si parece poderse afirmar que tales sedimentos se encuentran ligados a fenómenos de movimientos de basculamiento de bloques controlados por fracturas.

3.2.2.1.- Descripción de los logs de detalle

log nº 4.1 Descripción e interpretación de sus facies

Localización: Hoja nº 63 (1:50.000), EIBAR. Coordenadas UTM
5₄₄¹⁵ 47₈₂²⁰ . (Fig. 2).

Se han medido 5,87 m de facies predominantemente areniscosas que contiene el 67% de arenisca, con un promedio de 19 capas por m de serie.

Las facies son únicamente de D_2 y D_3 con geometría tabular a escala del afloramiento y granulometrías que como máximo alcanzan el tamaño fino.

La ciclicidad a escala del afloramiento es muy poco manifiesta y mediante observaciones indirectas, esto es mediante la representación gráfica del log, se observa una tendencia a formar ciclos negativos, siempre a escala decimétrica. Estos ciclos están formados por un máximo de 3 ó 4 capas.

Como se indicaba anteriormente, este tipo de facies no se encuentra mencionado en la literatura y, por nuestra parte, pensamos que su deposición se ha efectuado bajo condiciones de lowstand tectónico, aunque en la fase máxima de caída del nivel del mar.

log. nº 4.2 Descripción e interpretación de sus facies.

Localización: Hoja nº 63(1:50.000), EIBAR. (Fig. 2).Coordenadas

UTM= 5₄₂⁴⁵ 47₈₄⁰⁰ .

Son facies areniscoso-pelíticas en las que se han medido 6,8 m con el fin de estudiarlas en detalle.

Estas contiene el 48,3% de arenisca y muestran una frecuencia de aparición elevadísima: 19,2 capas/m de serie.

Las facies son diluidas y atribuibles casi en su totalidad a D_2 y D_3 ; muy localmente aparecen D_1 . Todas ellas acusan una muy marcada tabularidad y no puede hablarse de que se organicen en ciclos.

Esta facies al igual que la anterior es anómala si se compara con las ofrecidas en la literatura. Bajo nuestro punto de vista serían algo más distales que las anteriores aunque no puedan desvincularse las unas de las otras por lo que se siguen ofreciendo con la misma interpretación.

3.2.3.- Transversal de Elgueta-Eibar

Esta sección se ha realizado a lo largo de la carretera que va de Elgueta a Eibar, entre los km 75 y 77. Su espesor total es difícil de evaluar ya que se encuentra afectada por pliegues menores asociados al núcleo del sinclinorio, presentando además numerosos tramos cubiertos. No obstante, podemos indicar que su espesor se aproxima a los 1300 m. (Fig. 9)

El tramo aflorante más inferior equivale al momento de deposición de los lóbulos de Punta Endata (SA-2), (fig. 6) y está constituido por facies dominantemente areniscosas en las que se encuentran fenómenos autocíclicos (ciclos de compensación). Por ello no nos parece excesivamente incorrecto atribuir esta facies a depósitos, no canalizados, del sistema de acumulación de tipo I *sensu strictu*, para mayor información véase la descripción de log nº5.1. Estas facies constituirían la base de la secuencia más inferior deducida en el sinclinorio en cuestión.

Sobre ellas se instala un tramo que con espesor aproximado de 500 m está constituido por facies anteriormente indicadas en los logs nºs 4.1 y 4.2 y que se han considerado "anómalas" o mejor, no descritas en la literatura (log. 5.2).

Hacia el techo éstas últimas van disminuyendo la proporción de arenisca en favor del incremento en pelita. Ello va acompañado por la instalación, en las facies de tránsito, de pequeños niveles caóticos. El conjunto, equivalente a la SA-2 finalmente se cierra por medio de la aparición de facies predominantemente pelíticas, formadas por alternancias de capas turbidíticas finas (TBT) y abundante marga. Estas capas turbidíticas ultimamente mencionadas se presentan con un espesor no superior a los 3 cm, siempre en facies diluídas y con una media de 12 capas por cada m de serie. Su interpretación es de facies de tipo III que cierran la secuencia equivalente a la SA-2.

La base de la secuencia equivalente a SA-3, está constituida por una asociación de facies que se disponen con el contacto inferior brusco. Estas presentan unas características de proximalidad hasta ahora nunca encontradas en la cuenca (log 5.3). En resumen la asociación de facies encontrada podemos decir, por comparación con otras cuencas mejor estudiadas,

que se trata de facies de relleno de canal o cañon submarino, por tanto tipo II y, en este caso, base de secuencia deposicional que es equivalente, como se ha dicho, a la base de la Sa-3. Concordantemente, sobre éstas se encuentran facies predominantemente areniscosas y también areniscoso-pelíticas con iguales características que las denominadas "anómalas" ya descritas en el log 5.2, por ejemplo.

Cerrando este tipo y secuencia se intalan las margas y margo calizas finicretácicas de plataforma, esto es de **high-standing**

3.2.3.1.- Descripción de los logs de detalle

log nº 5.1 Descripción de sus facies

Localización: Hoja nº 88 (1:50.000), VERGARA. (Fig. 2).

Coordenadas geográficas 1° 12' 50" - 43° 09' 46"

Se han medido 15,2 m en detalle compuestos de facies predominantemente areniscosas que comportan el 73% de arenisca y 11 capas por m de serie. Las facies encontradas, siguiendo la nomenclatura propuesta, son: D₁ principalmente, alguna C₂ y abundantes D₂ y D₃. Muy localmente se observan facies B₂. La granulometría predominante oscila entre fina en la base y muy fina a techo de cada capa, aunque, lógicamente, en las capas B₂ la granulometría puede ser media o incluso gruesa.

Dejando aparte la geometría propia de estas últimas capas el resto posee una marcada tabularidad a escala del afloramiento.

El conjunto de éstas presentan ordenamiento autocíclicos producto de compensación de las diferencias topográficas impuestas por la morfología propia de estas capas: si se observa la representación gráfica del log se desprende que a un espesor determinado de una capa gruesa o muy gruesa le sucede un tramo, de espesor equivalente, compuesto por varias capas (máximo 6) finas o muy finas.

Las paleocorrientes observadas se dirigen entre N 230° y N 250°.

Estas facies han sido interpretadas como depositadas en zonas no canalizadas, de acumulación, cuando existe un máximo de material disponible. Esto es, facies atribuibles al tipo I (lóbulo).

log. nº 5.2. Descripción e interpretación de sus facies.

Localización: Hoja nº 88 (1:50.000), VERGARA (fig. 2). Coordenadas geográficas $1^{\circ}12'32''$ - $43^{\circ}09'50''$

Se han seleccionado 5,3 m de facies predominantemente areniscas aunque con predominio de capas finas y muy finas respecto al espesor. Estas, con un promedio de 14,4 capas de arenisca por m de serie presentan un porcentaje del 67% de arenisca.

Las facies son D_2 principalmente, aunque existen abundantes D_1 y presentan una geometría tabular muy acusada. La granulometría en ningún caso sobrepasa la clase fina y, aunque normalmente se manifiesta una clara tendencia acíclica, en algún caso se deducen ciclos negativos menores, es decir, posiblemente de compensación.

Estas facies ya calificadas anteriormente "anómalas" se han interpretado como depositadas dentro de fases de *lowstanding* aunque no de máximo nivel del mar bajo.

log. nº 5.3. Descripción e interpretación de sus facies

Localización: Hoja nº 63 (1:50.000), EIBAR (fig. 2). Coordenadas UTM= $5_{42}25$ $47_{80}20$

Se han medido 18,5 m que presentan la asociación de facies siguiente:

a) capas turbidíticas gruesas (T_K BT) con granulometría que oscila entre media y muy gruesa, con abundantes inclusiones pelíticas de grandes dimensiones, sobre todo en la base, que acostumbra a ser erosiva e irregular. A menudo muestran una continuidad lateral inferior a la decena de metros.

b) Capas de 20 a 60 cm que presentan conglomerados en la base y buena gradación. Muy comunmente se observan fenómenos de hamalgamación entre ellas. La base es siempre erosiva e irregular. El techo raramente es tabular siendo normalmente ondulado o abombado a gran escala. Los cantos generalmente son subangulosos y con diferentes litologías, entre las que destacan por su abundancia calizas y margocalizas de color gris claro y areniscas y calcarenistas de color gris oscuro. Los cantos de mayor tamaño presentan un diámetro medio de 15 cm.

c) Depósitos de debris flow. El mayor con espesor de 5 m. Estan constituídos por una matriz margosa que engloba brechas y trozos de capas turbidíticas de hasta 2 m de extensión lateral. Las brechas son de caliza, margocaliza, areniscas y calcarenitas negras.

d) Slumpings

e) Turbiditas de capas finas (TBT). Generalmente de granulometría fina o muy fina y facies D_1 , D_2 y D_3 .

La ciclicidad es siempre positiva.

La escasa continuidad lateral de las capas, impuesta por la poca extensión del afloramiento, no permite ver una geometría canalizada, aunque, por comparación con facies similares de otras cuencas, la asociación descrita solo es compatible con el relleno de partes proximales de canal turbidítico o bien de cañones submarinos. Sea uno u otro caso, los depósitos de lag y las cicatrices de estos canales indican que ha existido un tránsito de corrientes cuyos materiales se han depositado en zonas más alejadas corriente abajo. De todos modos el relleno de estos canales marcaría una fase de tipo II.

El conjunto es equivalente a la base de la secuencia SA-3 (ver fig. 6).

3.2.4.- Transversal de Goyuria

El estudio se ha realizado en las proximidades de dicha localidad, a unos 2 km al N de Durango. La calidad de sus

afloramientos es muy baja y además debe sumarse una deformación estructural intensa en esta zona. De todos modos dado que se han observado facies equivalentes a la base de la SA-2 se ha medido un log cuyas características se exponen a continuación.

log. nº 6 Descripción e interpretación de sus facies.

Localización: Hoja nº 62 (1:50.000), DURANGO, (fig. 2). Coordenadas UTM= 5₂₉15 47₈₁85

Se han medido un total de 24 m de facies predominantemente areniscas con un porcentaje de arenisca realmente elevado, 78%. Las capas areniscas aparecen con una frecuencia de 8 por cada m de serie y son principalmente D₁, aun que existen también D₂ y D₃.

Aunque el afloramiento no tiene suficiente extensión lateral, acusa un marcado paralelismo entre base y techo de cada capa e igualmente entre éstas. Existen ciclos negativos posiblemente de compensación formados por entre 2 y 4 capas.

Dadas las características del afloramiento creemos muy aventurado definir sus facies discutiéndolas ampliamente. Aunque, dadas las características anteriormente mencionadas y la posición estratigráfica creemos que son correlacionables con las facies de la base de la secuencia deposicional SA-2.

3.2.5.- Transversal de Urruchua-Elejalde

Esta sección se ha realizado a lo largo de la carretera local que une las poblaciones que dan nombre a la transversal. Por lo general, existe ausencia de afloramientos y estos son de escasa calidad.. No obstante es posible el reconocimiento puntual de las facies que, por sus características y posición estratigráfica son correlacionables con el tramo intermedio de la SA-2 aunque comporta términos más distales que los descritos hasta ahora. (Fig. 9)

El espesor total de la serie turbidítica es de 1700 m y de estos los primeros 1000 corresponden a facies areniscas y pelítico areniscas correlacionables con las facies

calificadas como anómalas y en las que se ha levantado el log nº 7 que se comentará a continuación. Sobre ella se encuentran 150 m de facies predominantemente areniscosas que afloran tan sólo en la población de Albiz. Estas se interpretan como lóbulos (?) de un sistema de tipo I que marcan el inicio de las partes equivalentes a la SA-3, por tanto correlacionables, sin entrar en detalles, con las facies canalizadas de la sección de Elgueta-Eibar.

log nº 7 Descripción e interpretación de sus facies.

Localización: Hoja nº 62 (1:50.000), DURANDO, (fig. 2). Coordenadas 5₂₉60 47₈₉10

Se han medido 8,8 m de facies altamente areniscosas, 75% de arenisca y un promedio de 16,6 capas por m de serie. La granulometría máxima observada es fina, y las facies son D₁ y D₂ principalmente, aunque también existen D₃.

En todos los casos la característica geométrica fundamental es la tabularidad.

Los ciclos, siempre negativos y de orden decimétrico están formados por entre 2 y 4 capas.

La interpretación es la de las facies anómalas descritas anteriormente.

3.2.6.- Sección Zugastieta-Mugica

Esta sección ha sido realizada por la carretera comarcal nº 6315, que va desde Amorebieta a Guernica, concretamente entre los kms 25 y 28.

En esta transversal, la serie turbidítica del Cretácico superior tiene un espesor aproximado de 1600 m de los cuales solo afloran los últimos 800 m de serie y son correlacionables con la parte superior de la SA-2 y base de la SA-3. (Fig. 9)

3.2.6.1.- Descripción de los logs de detalle.

log nº 8.1. Descripción e interpretación de sus facies.

Localización: Hoja nº 62 (1.50.000), DURANGO, (fig. 2). Coordenadas UTM= 5₂₅³⁵ 47₉₀⁰⁰

Las facies son pelítico areniscosas en sentido amplio, en ellas se han seleccionado 10 m compuesto por 51% de arenisca y 10,3 capas por m de serie.

Las facies son D₂ fundamentalmente con alguna D₁ y D₃ cuyas granulometrías no sobrepasan el tamaño fino.

Sus capas siempre tabulares muestran una marcada tendencia a la aciclicidad y se interpretan como partes distales (basin plain (?)) de las facies anómalas.

log nº 8.2 Descripción e interpretación de sus facies

Localización: Hoja nº 62 (1:50.000), DURANGO, (fig. 2). Coordenadas UTM= 5₂₅⁶⁰ 47₉₀²⁵

Esta facies es predominantemente areniscosa y de ella se han tomado 8,4 m que muestran el 82% de arenisca y 8,2 capas por m de serie.

Los estratos son D₁ principalmente aunque localmente se encuentran D₂, D₃ y una B₁.

Esta última facies se considera rara respecto a las demás y podría tratarse de un evento independiente del sistema general, tal vez correlacionable con el sismoevento de la base SA-3.

La geometría de las capas es tabular y éstas se ordenan en ciclos de concentración de orden decimétrico.

Se interpretan como facies distales de la base de la secuencia superior.

4.- CONCLUSIONES

4.1.- INTRODUCCION

Las áreas de afloramiento de las turbiditas del cretácico superior de Guipúzcoa y Vizcaya, pueden considerarse agrupadas en dos sectores que son: (1) el flanco septentrional del anticlinorio de Vizcaya y (2) el sinclinorio de Bilbao. La relación entre ambos sectores es problemática y, en función de los datos obtenidos, creemos que los sedimentos de uno y otro sector se han generado independientemente, aunque provocados por las mismas caídas del nivel del mar. Esta misma situación sucede al comparar las facies terciarias de ambos sectores, lo cual apoya la hipótesis por la que las áreas de sedimentación, paleogeográficamente pueden considerarse independientes como mínimo hasta el Eoceno medio.

4.2.- ESTRATIGRAFIA Y FACIES DEL FLANCO SEPTENTRIONAL DEL ANTICLINORIO DE VIZCAYA

En este sector se han individualizado 3 Secuencias Depositionales en el sentido de VAIL et al (1977). De base a techo son (fig. 6): Secuencia Depositional Atxui 1(SA-1) Secuencia Depositional Atxui 2(SA-2) y Secuencia Depositional Atxui 3(SA-3).

a) Secuencia deposicional Atxui 1(SA-1)

Tiene un espesor total que se aproxima a 300 m y está formada esencialmente por facies de "channel-levee" (sensu MUTTI, 1984) en la base que, gradualmente, pasan a facies de plataforma.

b) Secuencia deposicional Atxui 2(SA-2)

Su espesor es de 900 m aproximadamente y, en su interior, se diferencian tres fases de lowstand que quedan acusadas por cambios relativamente bruscos de facies y en dos ocasiones incluso están acompañados por facies B₂ en la base. Estas tres fases pueden llegar a alcanzar rango de secuencia pero en el presente caso los límites de la SA-2, al ser los únicos que se pueden correlacionar

ya sea con el sinclinorio de Bilbao o con el resto de las cuencas del Prepirineo central, se consideran de categoría superior.

La secuencia en cuestión queda pues constituida por:

- 1) Un tramo inferior cuyo espesor es de 120 m que está formado por facies turbidíticas distales de tipo I, comparables en algunos aspectos a un fan fringe.
- 2) El intermedio, con un total de 80 m, forma los resaltes morfológicos de Punta Endata y sus facies son de lóbulo distal de tipo I.
- 3) El resto de la SA-2 está constituida por facies de lóbulo distal-fan fringe, igualmente de tipo I.

c) Secuencia deposicional Atxui-3 (SA-3)

Tiene un espesor de 800 m y forma un Ciclo en el sentido de VAIL et al (1977). Se inicia con facies turbidíticas de lowstand y finaliza con las margocalizas de plataforma maastrichtienses.

Las facies en cuestión se interpretan como depósitos distales de tipo I (fan fringe).

4.3.- ESTRATIGRAFIA Y FACIES DEL SINCLINORIO DE BILBAO.

Las facies turbidíticas del sinclinorio de Bilbao se han agrupado en dos secuencias deposicionales (fig. 9).

- a) La Secuencia deposicional inferior, en el extremo oriental del sinclinorio se inicia con facies de lóbulo de tipo I. En su techo se instalan unas facies areniscosas pero formadas casi exclusivamente por capas finas. Este tipo de facies no es conocido en la literatura y se han interpretado como un tipo I anómalo que, hacia el W desarrolla sus facies más distales de franja.

En el sector más oriental esta serie se ve culminada por facies de "channel levee".

b) Secuencia deposicional superior.

Se inicia con la caída relativa del nivel del mar que

viene expresada por facies de cañon submarino-canal, en el sector oriental, pasando a facies de lóbulo hacia el W.

Sobre estas capas se instalan las facies anómalas indicadas anteriormente que desarrollan sus términos distales hacia el W.

Cerrando esta secuencia se instalan las margas y margocalizas de la plataforma finicretácica.

4.4.- RELACION ENTRE LOS DOS SECTORES

Teniendo en cuenta la posición respecto a las margas y margocalizas del Maastrichtiense e igualmente los momentos, deducidos en función de las facies, de máximo lowstand que marcan límites indiscutibles de secuencia, el límite inferior de la secuencia deposicional inferior del sinclinorio de Bilbao es correlacionable con el límite inferior de la SA-2.

Igualmente, el límite inferior de la SA-3 es correlacionable con el de la secuencia deposicional superior en el sinclinorio.

Este tipo de correlación no implica continuidad física entre los sistemas de uno y otro sector y, efectivamente, comparando sus facies no tienen una clara conexión. Creemos que los sistemas respectivos han funcionado independientemente. Tal afirmación la basamos en los siguientes aspectos:

- a) Las facies del anticlinorio de Vizcaya son comparables en su totalidad a las descritas en la literatura clásica. Las del sinclinorio no.
- b) La relación de las facies y sus paleocorrientes en ambos sectores no es coherente tomándolas en un conjunto único.
- c) Existe un importante cabalgamiento que puede alcanzar la jerarquía de manto y que no ha sido suficientemente estudiado en la literatura precedente. Justamente individualiza los dos sectores mencionados (fig. 1). El sinclinorio de Bilbao, al ser alóctono relativo del anticli-

norio de Vizcaya debería situarse, como posición paleogeográfica, bastante más al S.

- d) Tal desconexión entre cuencas, se pone igualmente de manifiesto al comparar la estratigrafía y facies del Terciario de Guipúzcoa y Vizcaya.

4.5.- EQUIVALENCIA DE LAS SECUENCIAS DEPOSICIONALES DEFINIDAS CON SUS HOMOLOGAS DEL PREPIRINEO CENTRAL

Las turbiditas del Cretácico superior del País Vasco poseen una edad Santoniense superior-Campaniense. Ello está basado en las dataciones publicadas en la bibliografía (MATHEY 1983) y en las correlaciones con las fases turbidíticas del resto del Prepirineo central durante el Cretácico superior. Al igual que en este, pueden distinguirse dos fases con sedimentación turbidítica que forman parte de dos secuencias deposicionales.

El límite entre ambas en el valle del río Noguera Pallaresa (Fm. Vallcarga), se establece en un nivel olistostrómico glauconítico y en el valle del Esera se sitúa en el techo de la "Brecha de Campo". Este límite en el País Vasco se ha fijado entre la SA-2 y SA-3, en el flanco septentrional del anticlinorio de Vizcaya; y entre las dos secuencias diferenciadas en el sinclinorio de Bilbao.

Por todo ello se deduce que en el ámbito Pirenaico y durante el Cretácico superior existen dos caídas relativas del nivel del mar importantes, lo cual puede utilizarse como criterio de correlación.

5.- BIBLIOGRAFIA

- BOUMA, A.A. (1962).- Sedimentology of some flysch deposits. A graphic approach to facies interpretations. Elsevier Publ. Co. Amsterdam, 168, 8 láms, 31 figs.
- GOMEZ DE LLARENA (1954-56).- Observaciones geológicas en el flysch cretácico-nummulítico de Guipuzcoa. Monogr. Inst. Lucas Mallada Inv. Geol. nº 13-15, 98 p., 47 pl.
- GOMEZ DE LLARENA (1958).- Datos paleontológicos del flysch litoral de Guipuzcoa. El Vracomiense de Septarias de Motrico. Not. y Com. I.G.M.E., nº 50 (2), pp. 3-21.
- I.G.M.E. (1972).- memoria explicativa de la hoja nº 40 (JAIZ-QUIBEL) 1/50.000.
- I.G.M.E. (1972).- Memoria explicativa de la hoja nº 88 (DURANGO) 1/50.000
- I.G.M.E. (1972).- Memoria explicativa de la hoja nº 64 (SAN SEBASTIAN) 1/50.000.
- I.G.M.E. (1973).- Memoria explicativa de la hoja nº 37 (ALGORTA) 1/50.000.
- I.G.M.E. (1973).- Memoria explicativa de la hoja nº 38 (BERMEO) 1/50.000.
- I.G.M.E. (1973).- Memoria explicativa de la hoja nº 39 (LEQUEITIO) 1/50.000.
- I.G.M.E. (1973).- Memoria explicativa de la hoja nº 61 (BILBAO) 1/50.000.
- I.G.M.E. (1973).- Memoria explicativa de la hoja nº 63 (EIBAR) 1/50.000.
- I.G.M.E. (1974).- Memoria explicativa de la hoja nº 65 (VERA DE VIDASOA) 1/50.000.
- I.G.M.E. (1974).- Memoria explicativa de la hoja nº 41 (IRUN) 1/50.000.

- I.G.M.E. (1974).- Memoria explicativa de la hoja nº 88 (VERGARA) 1/50.000.
- I.G.M.E. (1971).- Memoria explicativa de la hoja nº 12(BILBAO) 1/200.000.
- JEREZ, ESNAOLA & RUBIO (1971).- Estudio geológico de la provincia de Guipúzcoa. Mem.I.G.M.E. nº 79, 130 p.
- MATHEY, B. (1983).- Le Crétace superieur. De la zone des flyschs aux plates-formes. Memoires geologiques de l'Université de Dijon, nº 9. Institut des Sciences de la Terre Ed. Pag. 77-116.
- MUTTI et al (1984).- Turbidite facies and sea level variations in the Eocene Hecho Group. South Central Pyrenées, Spain. Abstract. 5th European Regional Meeting of Sedimentology. Marsella.
- MUTTI et al.(1985).- Turbidite systems and relations to depositional sequences. In: Reading provenance from arenites; (G.G.Zuffa ed.) NATO-ASI Series, Reidel P.C., New York in press.
- MUTTI et al. (1985).- Stratigraphy and facies characteristics of the Eocene Hecho Group turbidite systems, South-Central Pyrenees. I.A.S. Guide book 6th European Regional Meeting .Lleida.
- MUTTI, E. & RICCI-LUCCHI, F. (1975).- Turbidite facies and facies associations. In: Examples of turbidite facies and facies. Associations from selected Formations of the Northern Appennines (by E. Mutti, G.C. Parea, F. Ricci-Lucchi, M. Sagri, G. Ghibaud and S. Iaccarino) IX Int.Congr.Sedim. Nice-75. Field trip All., 21-36.
- MUTTI, E. & ROSELL, J. (1969).- Osservazioni sedimentologiche sul Flysch Senoniano di intorno di Pobla de Segur (Prov. di Lleida, Spagna) Boll.Soc.Geol.It.88,453-467, Roma.

- MUTTI, E. & SONNINO, M. (1981).- Compensation cycles: a diagnostic feature of turbidite sandstone lobes. IAS 2nd Eur.Mtg.Bologna, 1981, abstr. book.
- REMACHA, E. (1983).- Sand tongues de la unidad de Broto (Grupo de hecho), entre el anticlinal de Boltaña y el río Osia (prov. de Huesca). Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- ROSELL, J. & GICH (1971).- Nota preliminar sobre las turbiditas eocenas de los alrededores de Ripoll, Girona. Acta Geol.Hisp., año VI, nº 2 pp. 33-35
- ROSELL, J. & LLOMPART, C. (1984).- Evolución S-N del Cretácico superior del Prepirineo de Lérida. I Congreso Español de Geología. Tomo 1, pp. 79-83
- ROSELL, J., REMACHA, E. & ZAMORANO, M. (1984).- Facies turbidíticas del Eoceno de la hoja de Bilbao. Síntesis estratigráfica de la hoja 1:200.000.
- VAIL, P.R., MITCHUM, R.M. Jr., THOMPSON, S. III (1977).- Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part. 3: relative changes of sea level from coastal onlap. In: Seismic stratigraphy-applications to hydrocarbon exploration (Ed. by C.E. Payton), 63-81. Mem.Am.Ass.Petrol.Geol., 26.

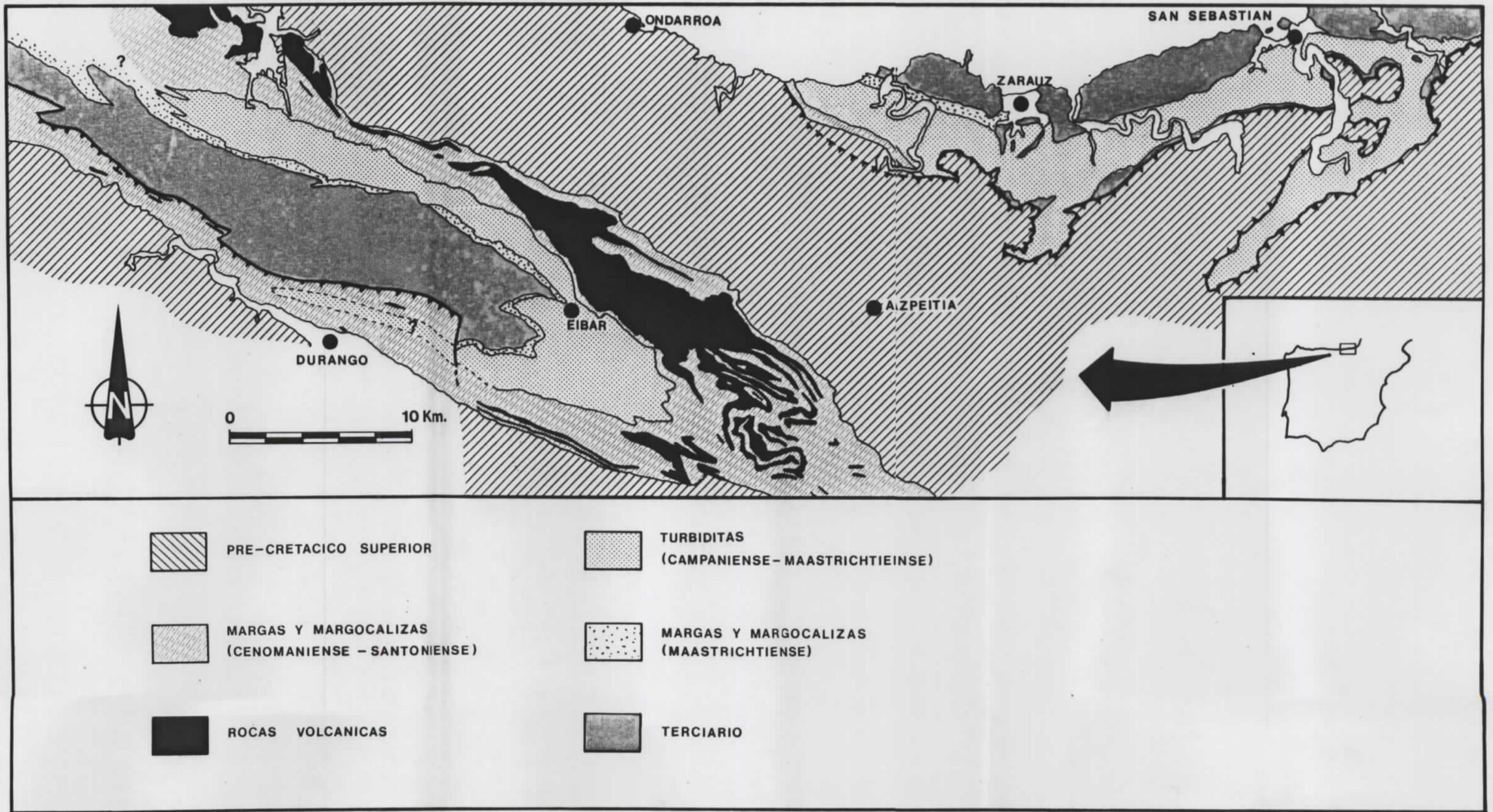


Fig.1

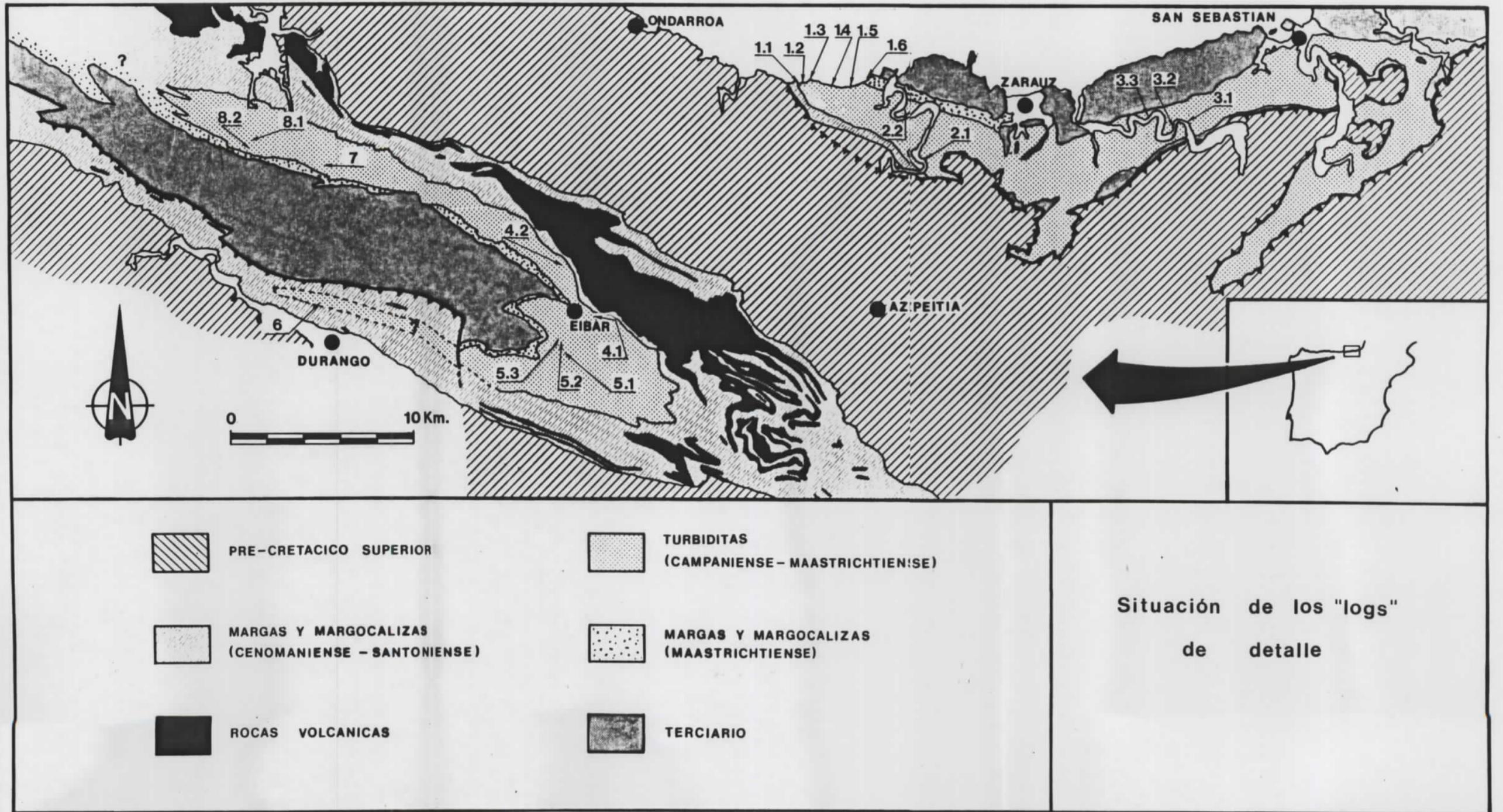


Fig. 2

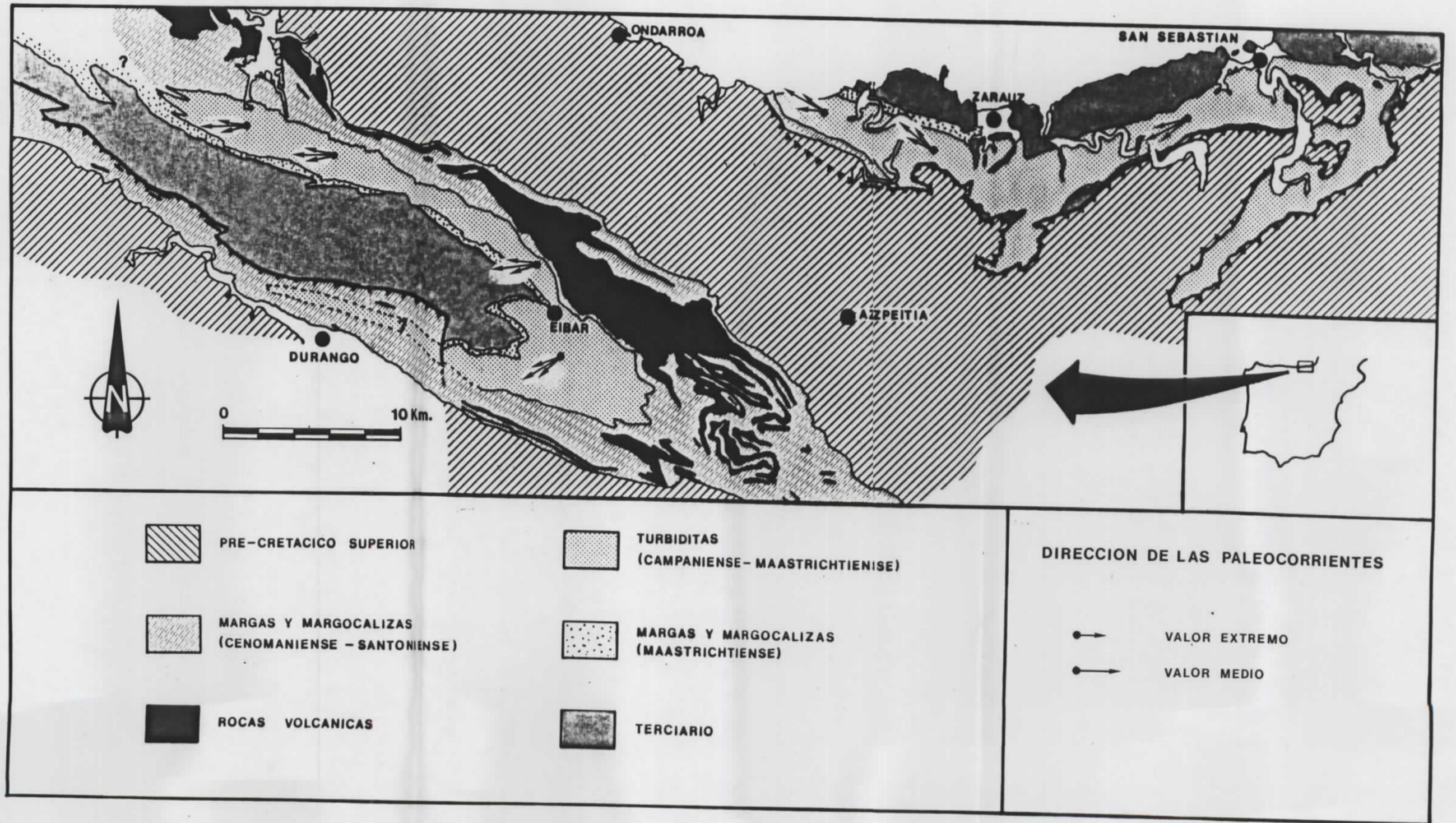


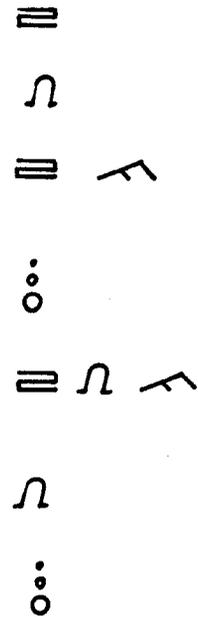
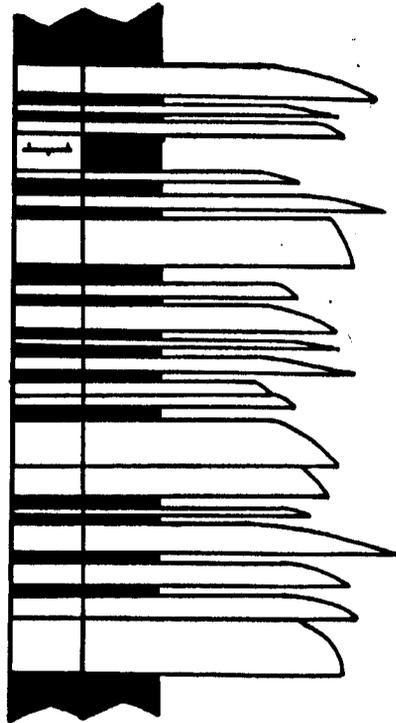
Fig. 3

SIMBOLOGIA

litología

GRANULOMETRIA

p. m.f. f. m. g. mg. c.



MARGA



PELITA



ARENISCA



CALIZA



GRANOCLASIFICACION



LAMINACION PARALELA



RIPPLES



CONVOLUTES



BIOTURBACION



"DEBRIS FLOW"



CANTOS BLANDOS

Fig. 4

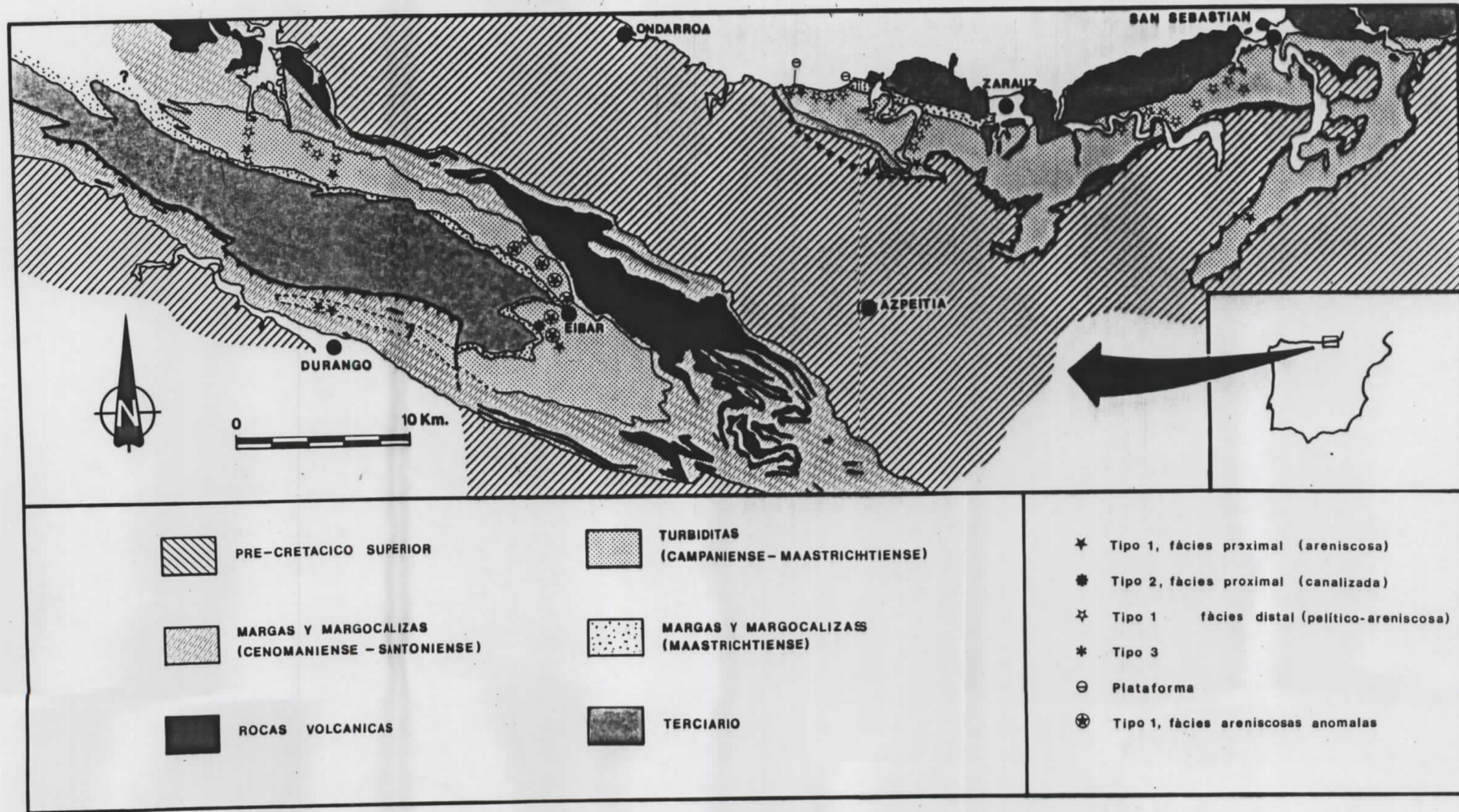


Fig.5

COLUMNA SINTETICA DE LA SERIE TURBIDITICA DEL CRETACICO SUPERIOR

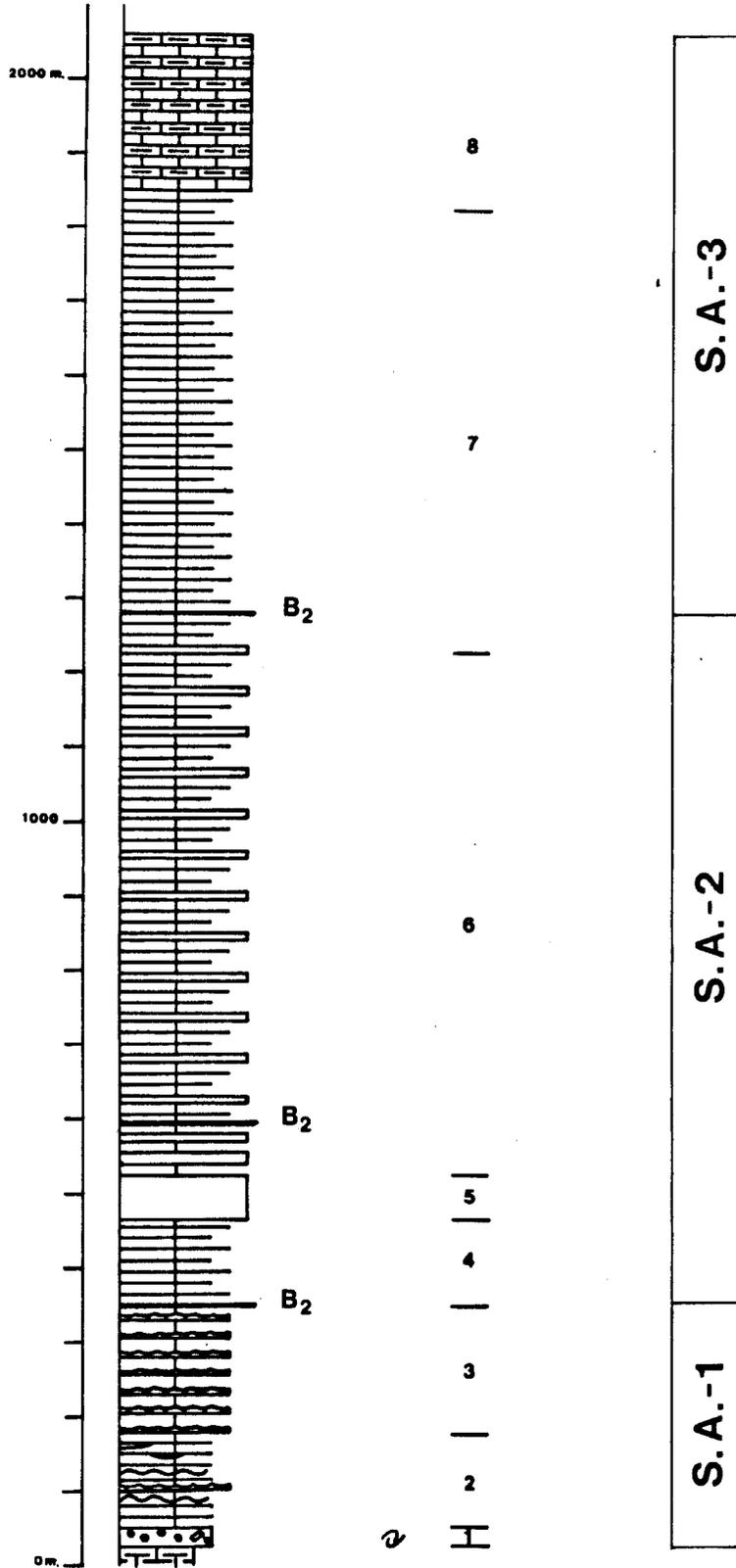


Fig.6

CORRELATION PATTERN SHOWING SANDSTONE LOBES ONLAPPING UPCURRENT ONTO THIN-BEDDED TURBIDITES (ARRO-BROTO SYSTEM)

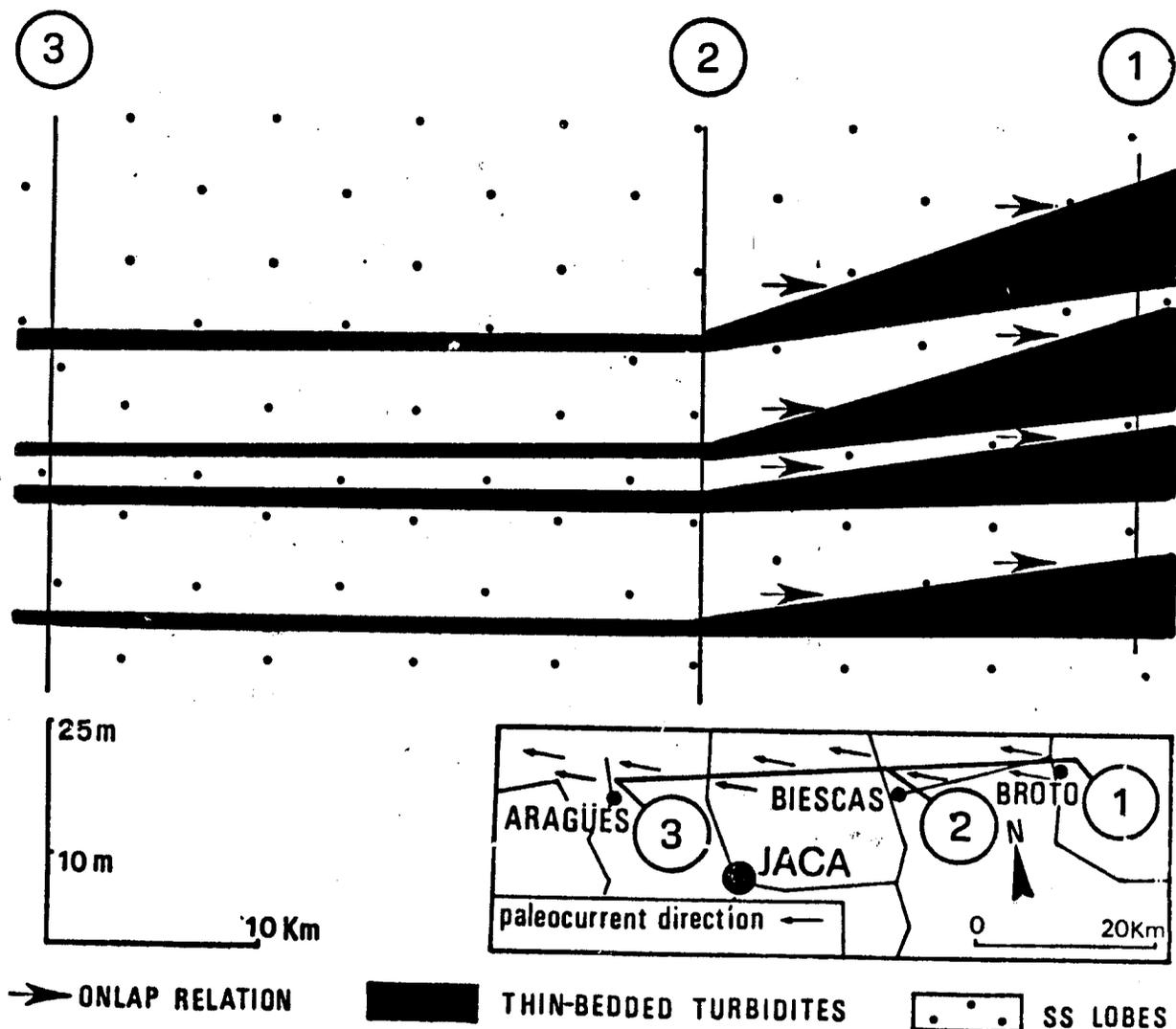


Fig. 7.- Esquema del modelo deposicional de las facies areniscas no canalizadas en un sistema de tipo I. Obsérvese la disposición en onlap contra-corriente y contra el techo de los TBT infrayacentes.

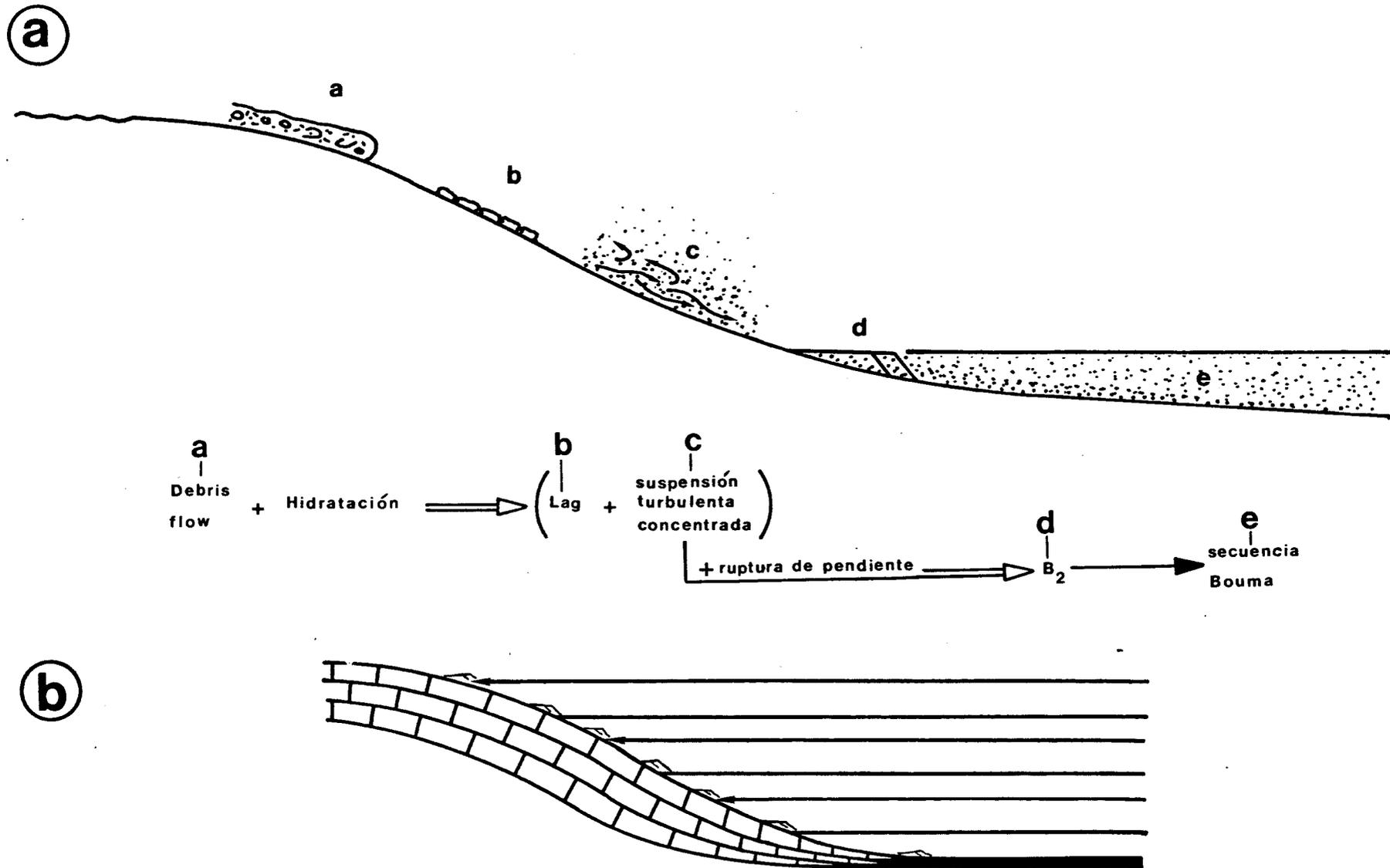


Fig.8 Significado sedimentológico de las fácies B_2 en sistemas de acumulación Tipo I.

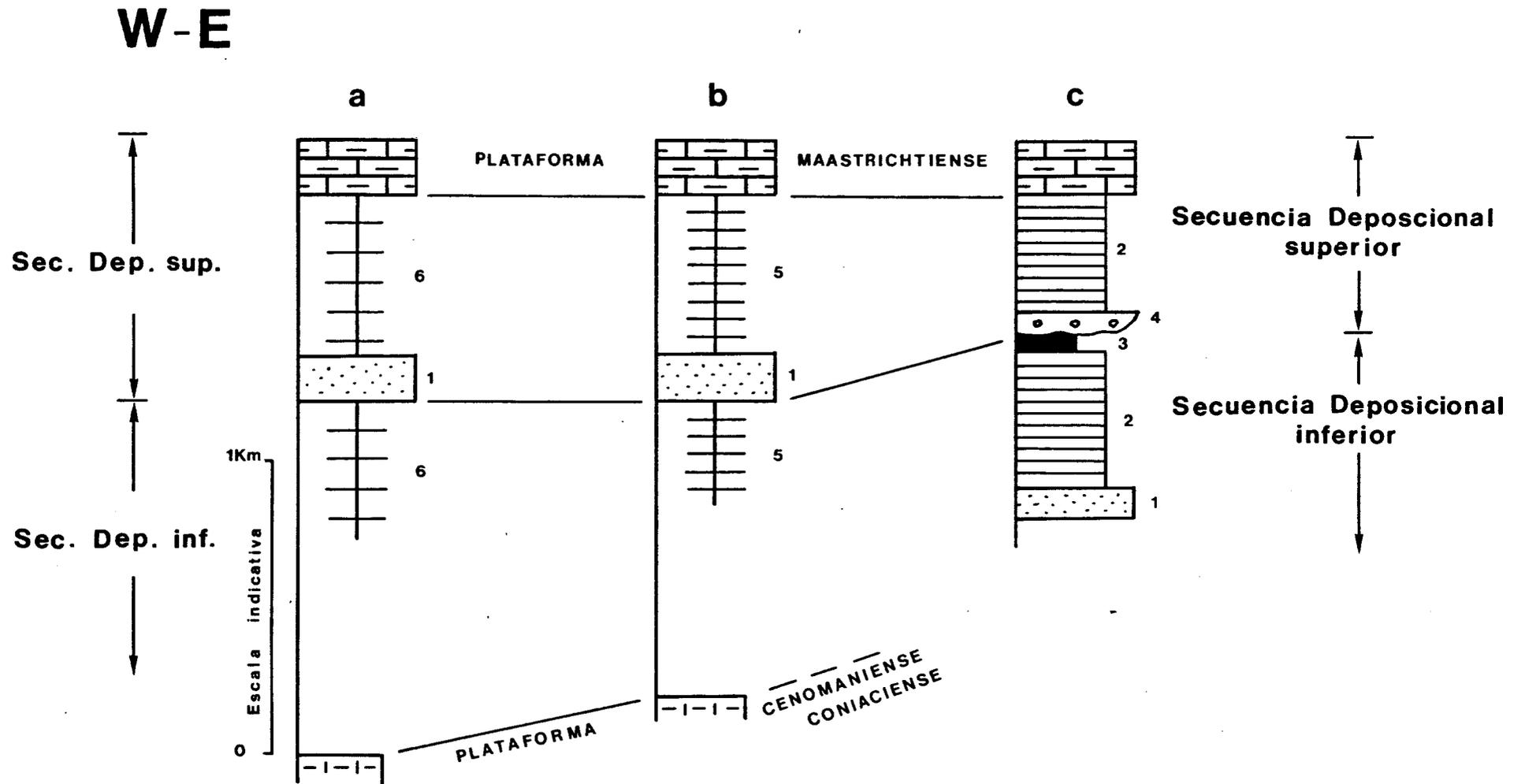


Fig.9 Esquema de correlación de facies y secuencias del Sinclinorio de Bilbao. (a) Transversal de Zugastieta-Mugica. (b) Transversal de Urruchua-Elejalde. (c) Transversal de Elgueta-Eibar. FACIES: (1) Tipo I. (2) Tipo I anómalo. (3) Tipo 3. (4) Tipo 2. (5) y (6) Tipo I anómalo distal.