



IGME

41

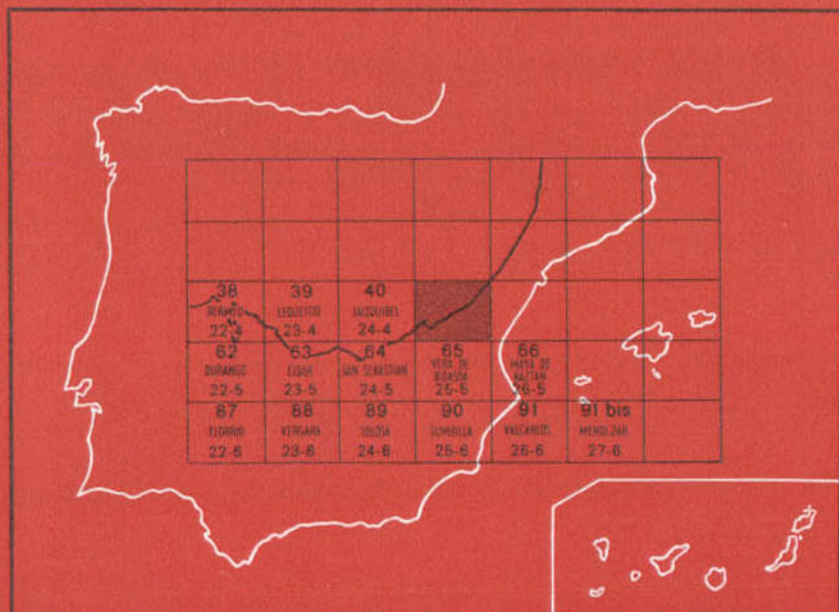
25-4

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

IRUN

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

IRUN

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria ha sido realizada por ENADIMSA — DIPUTACION FORAL DE NAVARRA, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en las mismas los técnicos superiores siguientes: DIRECCION: J. Campos y V. García Dueñas. COLABORACION: M. A. Lamolda y V. Pujalte. UNIVERSIDAD DE BILBAO.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida fundamentalmente por:

- muestras y sus correspondientes preparaciones,
- informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras,
- columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos,
- fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M - 23.496 - 1974

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Madrid-16

INTRODUCCION

La Hoja de Irún, n.º 41 del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000, presenta afloramientos de materiales triásicos, parte del Cretáceo y Terciario, hasta el Eoceno Inferior incluido. Estos materiales, en la reducida superficie que hay que estudiar de esa Hoja, se disponen en franjas orientadas en la dirección general NE. o ENE. La estructura es muy sencilla, de manera que desde el punto de vista estructural apenas si hay que destacar alguna complicación especial, siempre sobre detalles de no mucha trascendencia.

Datos sobre esta pequeña porción de Guipúzcoa se tienen desde hace muchos años, pero básicamente sólo algunas publicaciones suministran información sobre la estratigrafía de los materiales aflorantes. De estas publicaciones, muchas de ellas de carácter regional, la mayor parte tratan de problemas estratigráficos, sin que se incluyan cartografías detalladas que delimiten con precisión los distintos términos de la sucesión estratigráfica aflorante. En este sentido, el mapa publicado por el I. G. M. E. sobre la Geología de la provincia de Guipúzcoa (L. JEREZ y otros, 1971), representa con toda certeza la más importante aportación a la cartografía de esta zona.

Al estudiar este sector, nuestra principal preocupación ha consistido en precisar la cartografía y reelaborar la estratigrafía, añadiendo a los datos existentes las precisiones nuevas.

El estudio micropaleontológico de las muestras (láminas y levigados) ha sido realizado por M. A. LAMOLDA, y la clasificación de las rocas sedimentarias por V. PUJALTE.

1 ESTRATIGRAFIA

En este capítulo se describen los diferentes términos, distinguibles por su litología o con el concurso de las biofacies. La mayor parte de los terrenos aflorantes pertenece al Terciario y Cretácico Superior, pero en el límite oriental, junto a la frontera francesa, existen dos afloramientos pequeños, uno de ellos Albiense y el otro del Trías Inferior. Ninguno de estos dos afloramientos da pie, por las condiciones de observación, para que se efectúen estudios precisos sobre dichos materiales. Por otra parte, series semejantes afloran en perfectas condiciones de observación al SO. de Irún, Hojas de Vera de Bidasoa y de San Sebastián.

Realmente todos los datos deducidos en la Hoja de Irún precisan para su correcta valoración del curso de observaciones regionales que se obtienen en las dos Hojas más próximas, que acabamos de mencionar. La consulta de las Memorias de estas Hojas es imprescindible para la correcta comprensión de los fenómenos reflejados en la de Irún (J. CAMPOS y V. GARCIA-DUENAS, 1973a, 1973b).

1.1 TRIASICO

1.1.1 **Buntsandstein** (TG1-)

Existe en un pequeño afloramiento en el monte de San Marcial. En él afloran las areniscas rojas y los limos que caracterizan a la parte media o alta del Trías Inferior (Buntsandstein). Sólo afloran unos 100 m. de estos niveles triásicos, relacionados, por razones de proximidad, con la envuelta permotriásica del macizo Paleozoico de Aya.

A pesar de la ausencia de restos fósiles en estos niveles, su atribución al Trías Inferior es razonable en virtud de su posición y por su parecido con series de esa edad en otros puntos de la región de España y de Europa continental. Realmente todos los autores que han trabajado en esta región, coinciden en la datación, aunque subrayan la falta de criterios definitivos para establecerla.

1.2 CRETACICO

1.2.1 **Inferior**

1.2.1.1 *Albiense* (C₁₆)

Se atribuye, con carácter regional, la edad Albiense a una serie detrítica

formada por limos, areniscas, argilitas y conglomerados, azoica, que se sitúa por debajo del Cretáceo Superior fosilífero.

Esta serie se depositó en un momento en que ciertas grandes áreas de la región mostraban tendencia a la emersión, de donde resulta que sus alternancias litológicas corresponden a transgresiones y regresiones sucesivas no generalizadas.

El afloramiento de Albiense de la Hoja de Irún reúne las mismas características que todos los situados inmediatamente al NO. de los macizos paleozoicos de Cinco Villas y Aya, ambos parcialmente emergidos durante esta edad. La base de la serie, claramente discordante sobre los materiales precedentes, descansa directamente sobre el Trías Inferior, y sus términos basales están constituidos por conglomerados de cantos cuarcíticos, de tamaño inferior a 5 cm., casi siempre rodeados por una matriz arenosa. Estos niveles de conglomerados son poco potentes y alternan con areniscas masivas.

La serie hacia su parte alta se hace limosa y desaparecen por completo los niveles de conglomerado. La potencia de todo el conjunto de materiales albienses del monte de San Marcial sobrepasa apenas los 200 m.; la desaparición por debajo del Albiense de todos los términos mesozoicos desde el Trías Inferior hasta el complejo urgoniano (Aptiense) es el resultado de un comportamiento regional, según el cual dichas series se acuñan y biselan de O. a E. (J. CAMPOS y V. GARCIA-DUEÑAS, 1973a).

1.2.2 Superior

El Cretáceo Superior, que aflora en buena extensión, se puede dividir en dos tramos de litología fácilmente diferenciable y de potencias muy diferentes. El inferior, de apariencia de flysch, comprende materiales desde el Cenomanense (eventualmente Albiense Superior) al Campaniense, mientras que el superior, calizo y margocalizo, es de edad Maastrichtiense. La transición Maastrichtiense-Paleoceno Inferior queda incluida dentro del tramo calizo y margocalizo, cuya base coincide aproximadamente con el límite Campaniense-Maastrichtiense.

1.2.2.1 (C₂)

El Cretáceo Superior de facies flysch comprende una potente serie de más de 1.000 m. de espesor, en la que uniformemente se repiten las alternancias de calizas (micritas, biomicritas, bioesparitas arenosas y dismicritas), margas, lutitas calcáreas y areniscas, siempre bien estratificadas en bancos delgados, casi nunca superiores a los 30 cm. de espesor.

Hacia arriba la serie se hace progresivamente más detrítica, sus calizas llegan a ser algo arenosas y aumenta la proporción de margas alternantes. En estos niveles existen frecuentes episodios turbidíticos con estratificación

gradada, laminación disturbada (convoluted beds) y laminación paralela; existen también huellas de corriente en el muro de los estratos turbidíticos. En niveles como éstos, unos 200 m. por encima de la base del Cretáceo Superior, aparecen faunas de Globotruncana que señalan el Santoniense, en la vecina Hoja de San Sebastián (24-05) (*Globotruncana aff. austriensis*, GANDOLFI).

La serie prosigue con bastante monotonía, y hacia la parte alta se incrementa la proporción de episodios detríticos y turbidíticos, quedando la mayor parte de estos materiales comprendidos en el Campaniense (*Globotruncana elevata*, BROTZEN), que queda constituido por más de 800 m. de alternancias. Esta desigual distribución de potencias, 200 m. de Turoniense-Santoniense por 800 para el Campaniense, permite suponer que en los primeros 200 m. existan incluso hiatos (P. FEUILLÉE, 1967; J. RAMIREZ DEL POZO, 1971).

1.2.2.2 Maastrichtiense-Daniense (C₂₆-T₁₁^A)

El comienzo del Maastrichtiense, repetimos, coincide aproximadamente con un cambio de litología, y esta afirmación es sólo aproximada porque no se ha podido establecer micropaleontológicamente el tránsito Campaniense-Maastrichtiense. El cambio litológico corresponde a la aparición de un pequeño calizo-margoso, de unos 75 m. de potencia total, que suele presentar una litología más caliza en su parte posterior, con 25 ó 30 m. de calizas bien estratificadas, de color rosa salmón a rojo; esto no excluye el que en determinados afloramientos se ecentúe su carácter margoso. Los 40-60 m. basales son más arcillosos en conjunto, aunque conservan el carácter calizo y en ellos hay tonos rosados suaves hacia los niveles altos y grises en los más bajos.

No se han separado en cartografía las calizas asalmonadas y rojas superiores de las calizas y margocalizas grises y rosadas inferiores, ya que la distribución de la coloración es bastante irregular. En las calizas asalmonadas y rojas se ha podido datar el Daniense, con *Globigerina daubjergensis*, BRONNIMAN, en bancos de micritas algo arcillosas, con fósiles. Por otra parte, las calizas y margocalizas rosadas y grises, también bien estratificadas en bancos de hasta 0,5 m., pertenecen al Maastrichtiense con, entre otras, *Globotruncana contusa* (CUSHMAN). No se ha localizado micropaleontológicamente la transición exacta entre el Maastrichtiense y el Daniense.

1.3 Terciario

1.3.1 Paleoceno y Eoceno

Se trata de los mismos niveles terciarios presentes en la contigua Hoja de Jaizquibel (J. CAMPOS y V. GARCIA-DUEÑAS, 1973b). Sin embargo, en

la Hoja de Irún afloran incluso los términos basales de la serie, que como se acaba de decir pertenecen al Paleoceno Inferior y no pueden diferenciarse litológicamente del Maastrichtiense. El paquete de calizas asalmonadas Maastrichtiense-Daniense tiene suficiente entidad, no obstante su pequeña potencia, para quedar diferenciado en cartografía; sin embargo, no es posible dibujar sobre el mapa el límite Maastrichtiense-Daniense, sólo localizable con el estudio de microfaunas.

1.3.1.1 (T^{A-A}₁₂₋₁₃)

A partir del Paleoceno Medio, quizá la parte terminal del Paleoceno Inferior, la serie terciaria toma el carácter de un flysch muy bien desarrollado, que denominaremos «*Flysch Paleoceno de Guipúzcoa*».

Se trata de un flysch en el que alternan margas, areniscas y limos, de edades comprendidas entre el Paleoceno Inferior y el Eoceno Inferior; por tanto, con niveles del Paleoceno Medio y Superior.

De abajo a arriba, en un corte completo de la serie, se observa la repetida sucesión de alternancias sin apenas variaciones en toda su enorme potencia. Faltan niveles de referencia que permitan la correlación de la columna de Fuenterrabía, característica de esta Hoja, con otras más o menos próximas de las Hojas vecinas.

En el flysch paleoceno y en su afloramiento a lo largo de la playa de Fuenterrabía, puede recogerse una microfauna abundante. Gracias a ella hemos podido efectuar la datación de esta formación en la Hoja de Irún. Concretamente se ha localizado el Paleoceno Medio y el Paleoceno Superior, que pueden datarse respectivamente con *Globorotalia oclusa*, LOEBLICH y TAPPAN, y con *Globorotalia pseudomenardii*, BOLLI. Otros autores coinciden asimismo en la atribución al Paleoceno de estos niveles (J. L. SAAVEDRA, 1971; C. KRUIT y otros, 1972).

La formación flysch que describimos, con unos 400 m. de potencia, se caracteriza por las reiteradas alternancias de niveles turbidíticos con otros de precipitación química, y puede decirse que los términos detríticos representan aproximadamente el 25 por 100 del espesor que en total corresponde a la sedimentación de pizarras (shales). Las secuencias de los ciclotemas del flysch no suelen presentarse completas, de modo que siempre es posible encontrar secuencias truncadas en la base, carentes de su correspondiente intervalo de extrema gradación. Se reconocen en muchos bancos los intervalos de laminación paralela, laminación disturbada (convoluted beds) y el episodio lutítico; algunas de las secuencias están truncadas en su cima.

La base de cada secuencia suele contener areniscas cuarzosas feldespáticas, con hasta el 5 por 100 de feldespatos; la litología correspondiente al intervalo pelágico es del tipo de biopelmicritas limosas en paso a dismi-

critas, que terminan habitualmente coronadas por biomicritas arcillosas; son extraordinariamente abundantes las huellas de muro.

La distribución de orientación regional de las huellas de corriente medidas en estos niveles y especialmente los turboglifos, indica que la alineación del surco de flysch paleoceno se hizo en el sentido E.-O., coincidiendo aproximadamente con el trazado del eje mayor del surco sedimentario; se trata, cosa frecuente, de turbiditas axiales.

Si comparamos los términos correspondientes al Paleoceno Medio y Superior (flysch) de la columna de Fuenterrabía con los correspondientes a otras columnas y series estudiadas más al O., se pueden notar ciertas diferencias importantes (J. CAMPOS y V. GARCIA-DUEÑAS, 1973a y 1973b).

Los cortes que pueden estudiarse entre Rentería y Fuenterrabía, situados todos en la falda S. de la alineación montañosa del Jaizquibel, no presentan los tres paquetes que en la ría de Orio (Hoja núm. 24-05, San Sebastián) preceden al desarrollo franco del flysch paleoceno; se trata, por supuesto, de paquetes superiores a las calizas y margocalizas rojas del Daniense. Son tres los tramos diferenciados en el corte de la ría de Orio, el más bajo de los cuales corresponde a un paquete de calizas grises y masivas (30 m. aproximadamente); por encima, existen 50 m. de alternancias de biomicritas arcillosas, con areniscas y limos, sobre los que se sitúan otros 50 m. de serie con bancos gruesos intercalados (1-3 m.) de areniscas feldespáticas.

Por su parte, la serie flysch propiamente dicha alcanza en Orio una potencia superior a los 1.500 m., mientras que en la falda S. del Monte Jaizquibel (Hojas de Irún y Jaizquibel) no supera los 400 m.

Se puede concluir que la formación que denominamos flysch paleoceno de Guipúzcoa varía lateralmente de O. a E., reduciéndose enormemente su potencia y dejando de estar bien caracterizados los tres tramos que en el corte de la ría de Orio se sitúan inmediatamente por encima del Daniense. En el sector de Fuenterrabía, sobre las calizas del Maastrichtiense-Daniense, aparecen pronto niveles turbidíticos, cuyas facies son semejantes a las del resto del flysch paleoceno.

1.3.1.2 (T₂^{Aa})

Por encima del flysch paleoceno aflora una potente formación que denominaremos Formación del Monte Jaizquibel o simplemente Formación del Jaizquibel. Constituye una formación bien diferenciable en cartografía y de litología muy característica. Se dispone formando un arco que se extiende desde el Cabo Higuer hasta el Monte Urgull, de San Sebastián. La formación comprende potentes bancos de areniscas de varios metros de espesor, de color amarillo y cuyo cemento es calcáreo. Entre estos gruesos bancos areniscosos se intercalan otros muchos más delgados de naturaleza arci-

llosa; en ocasiones las arcillas intercaladas son tan finas que los bancos detríticos se apoyan prácticamente unos sobre otros.

La litología de los niveles areniscosos corresponde a areniscas cuarzosas, y la de las finas intercalaciones alternantes a lutitas con una cierta pizarrosidad. La acumulación de material detrítico en la Formación de Jaizquibel es extraordinariamente importante, como puede deducirse por la extensión del afloramiento y por el fuerte buzamiento de las capas. Regionalmente supera los 1.000 m. de espesor. El muro de los bancos detríticos presenta también huellas de corriente abundantes, las cuales indican que el aporte de materiales se ha efectuado de N. a S.

La edad de la Formación de Jaizquibel ha sido establecida recientemente (C. KRUIT y otros, 1972) y comprende términos del Paleoceno Superior, zona de *Globorotalia pseudomenardii*, hasta alcanzar su máximo desarrollo en el Eoceno Inferior.

Nosotros, en la playa de Fuenterrabía y en la base de la Formación hemos encontrado microfauas planctónicas todavía del Paleoceno Superior, con *Globorotalia velascoensis* (CUSHMAN). Más arriba hemos podido datar el Eoceno Inferior con, entre otras, *Globigerina mckannai*, WHITE.

C. KRUIT; J. BROUWER, y P. EALEY creen que el enorme acúmulo de material detrítico que representa la formación del Jaizquibel tiene el significado de un cono de deyección de aguas profundas (Deep-water fan), alimentado por un posible cañón submarino que debió situarse 6 ó 7 Km. al N. del actual Monte Jaizquibel. La disposición en abanico de las huellas de corriente, la peculiar naturaleza litológica de esta formación y su forma lenticular a escala regional parecen garantizar la verosimilitud de esta hipótesis.

Las características sedimentarias de la potente serie detrítica del Jaizquibel marcan precisamente el progresivo incremento de inestabilidad de la cuenca terciaria de Guipúzcoa a partir del Paleoceno Medio; esta inestabilidad alcanzará su máximo a partir del Eoceno Superior, momento en que sobrevienen los esfuerzos causantes de las estructuras regionales.

1.4 CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios en la Hoja de Irún corresponden a un afloramiento relativamente extenso que se extiende desde la playa de Fuenterrabía y la desembocadura del Bidasoa hacia el O., a lo largo del río Jaizubia.

En este afloramiento se llegan a interpretar lateralmente las arenas sueltas fluviales depositadas por el Jaizubia, con las arenas de playa, que hacia el NE. bordean al acantilado de la costa.

En definitiva, Cuaternario de Irún, cuya edad no se conoce, aunque se trata ciertamente de una formación muy reciente, se ha formado por relleno del pozo acusado valle del Jaizubia, en una zona sometida a las

influencias de un régimen fluvial y de otro costero, con mareas amplias. De esta forma, resulta difícil discernir sobre el terreno hasta dónde han penetrado los sedimentos costeros, con lo que hoy es zona no bañada por las mareas.

2 TECTONICA

No existen accidentes importantes a señalar en la Hoja de Irún. En este capítulo únicamente queremos dejar constancia de que los materiales dispuestos en conjunto adoptando una disposición homoclinal, tienen en detalle algunos pliegues suaves a los que se asocian pequeñas fallas inversas de vergencia norte, que no pueden ni siquiera ser representadas en cartografía. Los suaves pliegues que aparecen entre Irún y Fuenterrabía corresponden a la estructura anticlinal que en conjunto se extiende desde aquí hasta los alrededores de San Sebastián, y que prosigue hacia el O. hasta el sector situado al S. de Orio, en la Hoja de San Sebastián.

El corte I-I', que acompaña al mapa, es suficientemente ilustrativo del tipo de estructuras que aparecen en este sector.

Desde el macizo de Peñas de Aya, situado al S. de Irún y fuera de los límites de la Hoja, hasta el mar, se diferencian algunos grandes compartimientos, progresivamente más hundidos hacia el N.

El más elevado de ellos es el del propio macizo paleozoico, limitado al N. por fallas inversas de vergencia N. que cabalgan al segundo de los compartimientos mencionados, precisamente en el que se asienta Irún, y en el que las formaciones cretáceas se muestran suavemente plegadas. Por fin, más al N., los materiales terciarios buzan constantemente al NO., dando paso a otro escalón más hundido, que constituye el tercer compartimiento.

Es previsible que esta disposición general sea fiel reflejo de la diferenciación de tres grandes bloques en el zócalo, limitados cada uno de ellos por fallas y que repercuten sobre las estructuras de plegamiento, formadas algo antes.

3 HISTORIA GEOLOGICA

Para reconstruir la historia geológica nos hemos de apoyar necesariamente en datos obtenidos en las regiones próximas (J. CAMPOS y V. GARCIA-DUEÑAS, 1973a y 1973b). De todas nuestras observaciones y de las de algunos autores, resumimos los principales acontecimientos geológicos que han ocurrido en esta región.

A partir del Pérmico se había conseguido ya la destrucción y denudación de buena parte del edificio hercínico, y durante el transcurso del Triásico, los relieves hercinianos situados al S. de Irún se siguen desgastando.

Proporciona cada vez sedimentos más maduros, de granulometría más fina y en mayor cantidad. Hacia finales del Trías Inferior se había alcanzado probablemente la peniplanización de los relieves paleozoicos, y durante el resto del Trías la región muestra una cierta estabilidad.

A principios del Jurásico se instala una cuenca marina al O. y SO. del sector del Irún, pero probablemente el borde meridional del área comprendida en esta Hoja permaneció emergido durante esta parte del Mesozoico. Entre el Jurásico y el Albiense existe un lapso de tiempo sobre el que no tenemos información directa, a partir de los materiales que afloran en la Hoja de Irún. Sin embargo, las observaciones regionales permiten reconstruir la historia geológica desde el Neocomiense hasta el Albiense.

Al final del Neocomiense tiene lugar una nueva transgresión; la región queda en parte inundada por un mar poco profundo, de aguas limpias y agitadas y con una temperatura relativamente elevada, que favorece la formación y el crecimiento de construcciones arrecifales, las cuales constituyen las formaciones aptienses presentes más al SO. y que presumiblemente se acuñan antes de alcanzar el sector de Irún. Durante este tiempo sigue siendo importante el aporte de material terrígeno procedente de zonas adyacentes emergidas, y de esta manera alternan los sedimentos terrígenos con las calizas arrecifales y con otras resultantes de la propia destrucción de los arrecifes. El límite de costas debía situarse en las proximidades del actual borde de los macizos paleozoicos de Cinco Villas y Peñas de Aya, como lo atestigua la reducción de las series urgonianas en las inmediaciones de dichos macizos.

Durante el Albiense tiene lugar una nueva elevación generalizada de la región, la inestabilidad se hace grande y se suceden transgresiones y regresiones restringidas, con solo un valor local. La sedimentación de niveles de areniscas, conglomerados bien rodados, etc., efectuada en aguas someras, indica la existencia de ciertos compartimientos o bloques elevados. La inestabilidad se acusa hacia finales de esta edad, en el momento en que comienzan a desarrollarse nuevos episodios detríticos gruesos.

El Cretáceo Superior se inicia con una importante transgresión, que no obstante ciertas fluctuaciones responsables de la existencia de algunos hiatos, se generaliza progresivamente. Al fin, la transgresión se hace tan importante que llegan a quedar sumergidos bloques que no lo habían estado en toda la anterior historia mesozoica.

Después de la sedimentación pelágica que supone la formación de las calizas y margocalizas asalmonadas del Cretáceo Terminal, se diferencia un surco de dirección aproximada E.-O. En este surco coexiste, junto con la sedimentación pelágica, el aporte de materiales efectuado por corrientes de turbidez. Durante el Paleoceno Medio y Superior los aportes detríticos provienen del E. y se originan turbiditas cuyas huellas de corriente son aproximadamente paralelas al eje mayor del surco.

Hacia finales del Paleoceno Superior varían las condiciones de sedimentación de la cuenca, y en esta situación se persiste durante el Eoceno Inferior. Según C. KRUIT y otros (1972) el aporte de material detrítico, extraordinariamente importante, se hace de N. a S. Los aportes arenosos de un posible cañón submarino situado más al N., determinarían la formación de un enorme cono de deyección submarina, originando una formación arenosa de forma groseramente lenticular.

No se han reconocido niveles superiores al Eoceno Inferior, ni otros que estén por encima de las areniscas que constituyen el expresado cono de deyección submarino.

Hacia finales del Eoceno tiene lugar el plegamiento generalizado de toda la región, que culmina con la emersión de la mayor parte de los materiales sedimentarios. Con los movimientos tectónicos, además de los pliegues existentes se origina una peculiar compartimentación en bloques que se disponen de modo que aparecen progresivamente más hundidos hacia el N.

4 GEOLOGIA ECONOMICA

No existen minas dentro de los límites de la Hoja de Irún. Como materiales de interés económico sólo se aprovechan los extraídos en algunas canteras y que se destinan a la construcción; se explotan canteras enclavadas en los niveles calizos del Daniense-Maastrichtiense y, aunque sería posible su explotación también como materiales de construcción, no se ha encontrado ninguna cantera dedicada a la extracción de las areniscas del Eoceno Inferior.

Desde el punto de vista hidrogeológico habría que señalar la existencia de algunos materiales capaces de almacenar agua en cantidades importantes. La alta pluviometría de toda esta zona favorecería la alimentación de estos reservorios naturales. Sin embargo, las estructuras existentes no favorecen la concentración de aguas subterráneas en puntos de los que puedan ser extraídas. Son precisamente las areniscas del Eoceno Inferior los materiales que permiten la circulación de aguas subterráneas con mayor facilidad; pero la disposición de estos niveles, buzando fuertemente hacia el mar, hace inútil cualquier intento de aprovechamiento de las aguas que almacenen.

5 BIBLIOGRAFIA

- ADAN DE YARZA, R. (1906).—«El País Vasco en las edades geológicas». *Bol. I.G.M.E.*, t. XXVIII, pp. 45-71.
- AZPEITIA MOROS, F. (1933).—«Datos para el estudio del flysch de la costa cantábrica y de algunos otros puntos de España». *Bol. I.G.M.E.*, t. 53, pp. 1-65.

- CAMPOS, J., y GARCIA-DUEÑAS, V. (1973a).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 24-05 (San Sebastián)». *Inst. Geol. y Min. Esp.*
- (1973b).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 24-04 (Jaizquibel)». *I.G.M.E.*
- CIRY, R. (1951b).—«L'évolution paléogéographique de l'Espagne septentrionale au Crétacé Inférieur». *I.G.M.E.*, Libro Jubilar, Madrid, t. II, pp. 17-51.
- FEUILLEE, P. (1964).—«Sur l'âge Cénomanién des calcaires à caprines des Pyrénées Basques occidentales». *C. R. Som. Soc. Géol. de France*, fasc. 5, pp. 90-92.
- (1967).—«Le Cénomanién des Pyrénées Basques aux Asturies. Essai d'analyse stratigraphique». *Mém. Soc. Géol. de France*, Nouv. sér. mém., n.º 108; 343 p.
- (1970).—«Y a-t-il des flysch pyrénéens». *Bull. Soc. Géol. de France*, 7 sér., t. XII, n.º 4, pp. 603-611.
- FEUILLEE, P., y SIGAL, J. (1965a).—«La transgression du Crétacé Supérieur (flysch nord-pyrénéen) sur le massif de Cinco Villas». *Bull. Soc. Géol. de France*, 7 sér., t. VII, pp. 45-55.
- (1965b).—«Les calcaires de Behobie (Basses Pyrénées), France et Guipúzcoa, Espagne». *C. R. Ac. Sc.*, t. 260, pp. 2.016-2.019.
- FEUILLEE, P., y RAT, P. (1970).—«Structures et Paléogéographies Pyrénéo-cantabriques». *Histoire Structural du Golfe de Gascogne*, t. I, pp. 1-48.
- GOMEZ DE LLARENA, J. (1954-1956).—«Observaciones geológicas en el flysch cretácico nummulítico de Guipúzcoa». *Monogr. Inst. «Lucas Mallada»*, *Inv. Geol.*, núms. 13-15, 98 p., 47 p.
- (1958).—«Datos paleontológicos del flysch litoral de Guipúzcoa. El Vraconiense de Septarias de Motrico». *Not. y Com. I.G.M.E.*, n.º 50 (2), pp. 3-21.
- JEREZ, L.; ESNAOLA, J. M., y RUBIO, V. (1971).—«Estudio geológico de la provincia de Guipúzcoa». *Mem. I.G.M.E.*, n.º 79, 130 p.
- KRUIT, C.; BROUWER, J., y EALEY, P. (1972).—«A Deep-water Sand Fan in the Eocene Bay of Biscay». *Nature Physical Science*, vol. 240, pp. 59-61.
- LAMARE, P. (1936).—«Recherches géologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne». *Mém. Soc. Géol. de France*, nouv. sér., mém. 27.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1971).—«Bioestratigrafía y microfácies del Jurásico y Cretácico del norte de España». *Mem. del I.G.M.E.*, t. 78, tres volúmenes.
- RUIZ DE GAONA (1948).—«La fauna principalmente nummulítica de la serie terciaria guipuzcoana». *Est. Geol.*, n.º 9.
- SAAVEDRA, J. L. (1971).—«Caracteres micropaleontológicos de la serie estratigráfica de Guipúzcoa». *I Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica*, Sección I, t. I, pp. 403-420.
- VALDES LEAL, J. (1964).—«Sobre la tectónica del triángulo Irún-Oyarzun-Monte Aya (Guipúzcoa)». *Est. Geol.*, t. XX, núms. 3-4, pp. 285-298.

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 - MADRID-3



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA