



# IGME

61

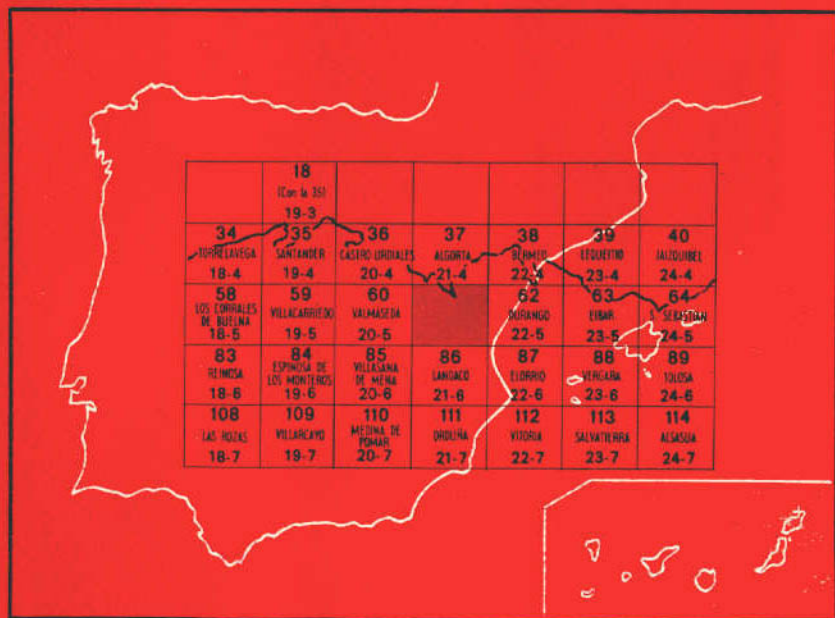
21-5

## MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

# BILBAO

Segunda serie - Primera edición



La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S. A., bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en las mismas los siguientes técnicos superiores:

*Cartografía:* Antonio Ortiz Ramos, Doctor Ingeniero de Minas, y Enrico Perconig, Dr. Prof. en Ciencias Geológicas.

*Memoria:* Enrico Perconig y Antonio Ortiz Ramos.

*Fotogeología:* José María Esnaola, Licenciado en Ciencias Geológicas, y Emilio Moreno de Castro, Dr. Ingeniero de Minas.

*Micropaleontología:* Enrico Perconig.

*Macropaleontología:* Trinidad del Pan Arana, Doctora en Ciencias Geológicas.

*Sedimentología:* Luis Martín García, Licenciado en Ciencias Geológicas.

*Petrología:* Tirso Febrel, Prof. Dr. Ingeniero de Minas; Aurora Argüelles, Licenciada en Ciencias Geológicas, y Amparo de las Heras, Licenciada en Ciencias Geológicas.

#### **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:

- muestra 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 - 12.566 - 1975

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

1975

## INTRODUCCION

La Hoja de Bilbao comprende una región montañosa, de alturas no muy elevadas, pero con relieve muy accidentado. Las cotas máximas están próximas a los 1.000 metros y abundan las que sobrepasan los 500 metros.

El clima es húmedo. Abundantes lluvias durante todo el año, con máximas en otoño y primavera. Las de invierno en forma de nieve en las cumbres de los montes más altos.

Los ríos, como todos los cantábricos, son de curso corto y rápido. Están orientados en dos direcciones preferentes. El principal, que es el río Ibaizábal, prolongación de la ría de Bilbao, sigue la SE.-NO. En él desembocan el Nervión y el Cadagua con direcciones sensiblemente perpendiculares a la del principal. También el río de El Regato tiene curso paralelo a éstos. Por fin, el Mercadillo, aunque no desemboca en la ría, sino en el mar Cantábrico, también es de curso SO.-NE.

Dadas las condiciones climáticas de humedad y temperaturas suaves la vegetación abunda extraordinariamente. Bosques de pinos y eucaliptus cubren gran parte de las montañas, y la abundancia de arbustos y de terrenos de pastos y cultivos dificultan aún más las observaciones geológicas, que en gran parte han de hacerse en trincheras y desmontes de carreteras y ferrocarriles.

El principal núcleo de población lo forma Bilbao, con los pueblos y complejos industriales de ambos lados de la ría. Aun prescindiendo de esta zona realmente superpoblada, toda la región en general tiene una gran densidad de población. La enorme cantidad de pueblos y caseríos existentes ha favorecido el desarrollo de una extensa red de comunicaciones. Carreteras, caminos y ferrocarriles cruzan por todas partes el territorio, y raro es el sitio al que no se pueda llegar o aproximarse al menos, por alguno de estos medios. Esta circunstancia compensa en parte la dificultad de observaciones debida a los recubrimientos.

Desde ADAN DE YARZA, que fue el primero que publicó, en el año 1892, un mapa regional a escala 1:400.000, hasta CIRY (1940), RAT (1959), LOTZE (mapa inédito que hemos tenido ocasión de consultar), y la síntesis de la cartografía existente del IGME (1971), el levantamiento geológico no pasa de la escala 1:200.000, excepto el trabajo de RIOS (1948) a 1:50.000.

## 1 ESTRATIGRAFIA

### 1.1 MESOZOICO

#### 1.1.1 CRETACICO

##### 1.1.1.1 Inferior

###### 1.1.1.1.1 *Hauteriviense-Barremiense* (C<sub>w13-14</sub>)

Las capas más bajas de la serie que aflora en la Hoja corresponden a alternancias de margas pizarreñas micáceas oscuras y de areniscas micáceas grises o amarillentas, con nódulos ferruginosos. No se observan microfósiles al microscopio. Afloran en algunos sectores a lo largo del eje del gran anticlinal, que cruza la Hoja de SE. a NO., con mayor extensión en la zona de Miravalles, donde alcanzan un espesor visible de unos 200 metros.

En la entrada (Norte) del pueblo de Miravalles hemos encontrado *Glauconia* (*Vycaria*) *studer*, *Glauconia* *lujani*, *Campeloma* sp., *Tellina* (*Linearia*) cf. *subconcéntrica*, que caracterizan la facies de estuario del Cretácico Inferior. La cita más antigua que se posee de estos fósiles se debe a LUCAS MALLADA (Neocomiense Superior). También tenemos referencia del hallazgo de *Vycaria* y *Paludinidae* por SAENZ (1940) en los esquistos negros de Miravalles, que confirman el carácter salobre y lacustre de la sedimentación.

Aunque los fósiles mencionados nos proporcionen escasa ayuda, de modo indirecto, por su posición inferior a las areniscas fosilíferas, podemos atribuir a la formación edad *Hauteriviense-Barremiense*, de acuerdo con la hipótesis de RAT (1959), que considera estas margas equivalentes de la parte media e inferior del flysch rojo wealdense de la provincia de Santander.

#### 1.1.1.1.2 *Barremiense* (C<sub>w14</sub>)

##### 1.1.1.1.2.1 Areniscas y margas

Comprende un conjunto de areniscas y de margas que puede alcanzar los 1.000 metros de espesor.

Localmente se podrían establecer separaciones bastante claras, pero tratar de establecer estas mismas diferencias a lo largo de todo el mapa sería prácticamente imposible. Las distinciones que vamos a hacer a continuación tienen, por lo tanto, un carácter estadístico de media de las observaciones realizadas en diversos puntos.

La parte superior consta, en general, de margas arenosas, apizarradas, micáceas, gris amarillento, con intercalaciones nodulares, o bien de areniscas calcáreas gris oscuro, duras. El espesor es variable, pero puede llegar a los 250 metros.

El tramo más constante es el que viene a continuación, constituido por un espesor bastante notable (de 300 a 500 metros) de areniscas micáceas, ferruginosas, en bancos gruesos, gris oscuro o amarillentas, a veces calcáreas. El tamaño de grano va de fino a grueso, predominando el tamaño medio.

Este tramo resulta mucho más fosilífero que el anterior, sobre todo en las areniscas de cemento calcáreo más abundante. Es casi constante la existencia de fragmentos de Equínidos y de *Cuneolina*, acompañados por Trochamminidos, Textuláridos, Ataxophrágmidos y, esporádicamente, por Milliólidos pequeños, *Optalmidium*, Lagénidos, *Bolivina* y quizá Discórbidos.

La parte inferior es aparentemente estéril y corresponde a unas areniscas de grano medio, o deficientemente calibradas, a veces muy cargadas de restos carbonosos, y a unas margas gris oscuras, micáceas, con disyunción en grandes nódulos, cuya estratificación es muy difícil de apreciar. En la margen derecha del río Mercadillo tienen unos 200 metros de espesor.

En los Foraminíferos de la parte media observamos la existencia de *Cuneolinas* primitivas (o «*Precuneolinas*») muy pequeñas, bastante parecidas a *Cuneolina camposaurii*, SARTONI y CRESCENTI, que va del Valanginiense al Albiense Medio-Inferior. También se han clasificado algunos macrofósiles: *Toxaster* cfr. *complanatus*, AGASSIZ, del Neocomiense; *Toxaster* cfr. *amplus*, DESOR., del Neocomiense-Barremiense; *Pholadomya* cf. *elongata*, MÜNST., del Barremiense Inferior; *Hoplites deshayesi*, LEYMERIE, del Barremiense-Aptiense Inferior.

Los fósiles mencionados y ciertos aspectos de las microfacies, muy semejantes a las del Barremiense de la Cordillera Ibérica, nos inclina a considerar como *Barremiense* el conjunto en discusión.

En la parte Sureste, aproximándose a la Hoja de Durango, la facies se hace más arcillosa, sin faltar tramos de areniscas y alternancias margo-areniscosas.

#### 1.1.1.1.2.2 Areniscas calcáreas

Sobre los tramos descritos en el apartado anterior se sitúa una formación de tránsito a la suprayacente caliza de *Toucasia*. Se trata de un paquete de areniscas, areniscas calcáreas o calizas arenosas, con cristales de cuarzo de grano subangular, frecuentemente recristalizadas, localmente pseudoolíticas, generalmente fosilíferas, a veces con Orbitolinas, de unos 200 metros de espesor.

Las Orbitolinas tienen aspecto borroso debido a la recristalización y resultan indeterminables específicamente. Entre los otros foraminíferos (Ataxo-phrágmidos, *Cuneolina*, Miliólidos, Textuláridos, Lituólidos y Lagénidos) cabe destacar la presencia, aunque ocasional, de *Choffatella*, que no se vuelve a encontrar en las calizas superiores. De los macrofósiles se ha clasificado *Heteraster* cf. *oblongus*, BRONG.

Como es sabido, los especialistas opinan que las Orbitolinas aparecen en la parte superior del Barremiense, y por consiguiente podríamos atribuir todavía a este piso la formación que nos ocupa. Sin embargo, no podemos descartar la posible presencia del Aptiense.

Aunque esta formación se haya podido reconocer a lo largo de toda la faja de Cretácico Inferior que corta transversalmente la Hoja, resulta difícil su precisa separación de la formación infrayacente, que puede realizarse casi solamente por medio de la observación microscópica. Por eso hemos tenido que considerarlas conjuntamente en el mapa.

#### 1.1.1.1.3 Aptiense

##### 1.1.1.1.3.1 Bedouliense (C<sub>13</sub><sup>1</sup>)

Corresponde a este piso la llamada «caliza urgoniana», «caliza de arrecife», «calizas coralígenas», etc., directamente relacionada con los criaderos de hierro de la zona de Bilbao.

Aunque una discusión sobre el término más adecuado para indicar dicha caliza sea un poco académica, consideramos algo impropias las definiciones mencionadas y preferimos emplear el término de «caliza de *Toucasia*». (Para más detalles sobre su terminología y su génesis, y para otros datos: PERCONIG, 1967.)

Estas calizas tienen color gris claro en superficie y gris oscuro en fractura, destacando en ellas las secciones de *Toucasia*. Presentan una evidente estratificación, bien marcada si se observa de lejos, alternando a veces con delgados espesores de margas y areniscas. En la parte inferior pasan gradualmente a la formación de areniscas calcáreas descrita anteriormente, aumentando, hacia abajo, su contenido detrítico. También en la parte alta puede observarse, a veces, un paso gradual a la formación superior margoarenosa.

X

La caliza de Toucasia de la Hoja de Bilbao forma un horizonte continuo, de espesor variable entre los 30 y 150 metros, y no una sucesión de lenticiones irregulares. La idea de que se trataba de islotes esparcidos de modo irregular con pasos laterales muy rápidos y bruscos, a veces a margas, otras a areniscas, es debida principalmente a una interpretación teórica muy estricta del significado del término «arrecife».

La caliza está estratificada en bancos. Esto significa que la superficie no se ha elevado nunca prácticamente por encima de los sedimentos contiguos. Es decir, que se trata de una construcción parecida a la de un *bios-troma*, según la definición de NELSON, BROWN y BRINEMAN (1962) y no de una bioherma o, lo que es lo mismo, de un verdadero arrecife.

Los contactos laterales rápidos y violentos entre la caliza y las margas o areniscas no se deben a su presunta lenticularidad, sino al sinnúmero de fallas que la afectan.

Que la caliza de *Toucasia* forme un horizonte prácticamente continuo puede deducirse también por los resultados de los sondeos y de las investigaciones subterráneas realizadas hasta el momento (ver PERCONIG, 1969).

Fundándonos en criterios microscópicos hemos distinguido tres tramos, cuya separación, sin embargo, resulta muy difícil en el campo e imposible cartografiar.

#### A) *Tramo inferior*

Calizas arenosas y calizas microbrechoides con cristales de cuarzo subangular. Restos abundantes de Lamelibranquios y frecuentes Orbitolinas. Buena cantidad de Equinodermos, Briozoos, *Precuneolina*, Valvulinidos y Miliólidos pequeños. Frecuencias variables de Coralarios, Textuláridos y Lituólidos.

#### B) *Tramo intermedio*

Calizas criptocristalinas, recristalizadas, con fragmentos de Moluscos (muchas Ostras) y naturalmente de Rudistos. Frecuencias variables de Equinodermos, Coralarios, «*Precuneolina*», Valvulinidos y Miliólidos. Los dos últimos tienen dimensiones más grandes en la parte alta, donde también son más frecuentes los Coralarios. Frecuencia variable, y por lo general escasa, de Anélidos, espículas, Orbitolinas, Textuláridos, Lituólidos y Lagénidos.

#### C) *Tramo superior*

Calizas arenosas, con cristales subangulares de cuarzo, calizas brechoides y calizas criptocristalinas recristalizadas. Buenas frecuencias de Moluscos, Equinodermos, Briozoos, Coralarios, Miliólidos, Valvulinidos, «*Precuneolina*» y Orbitolinas. Los Miliólidos y Valvulinidos son a veces de grandes dimensiones.

En la figura 1 indicamos la distribución de los elementos orgánicos e inorgánicos en los tres tramos de la caliza de *Toucasia* y en la formación subyacente de areniscas de Orbitolinas y areniscas calcáreas fosilíferas.

El comienzo de la sedimentación de la «caliza de Toucasia» corresponde a la que varios autores han llamado «transgresión bedouliense». En realidad no se trata de una verdadera transgresión, ya que el mar había invadido algo antes esta región, sino de un fase calcárea de la sedimentación. También existe la tendencia a separar, en un plano regional, dos episodios: El primero, con la aparición de *Toucasia* (Bedouliense), y en el que se incluye las llamadas «lentillas» de la región minera vizcaína, y el segundo, con el apogeo del *Pseudotoucasia santanderensis* (Gargasiense y, para algunos, Albiense), al cual deberían pertenecer las masas calizas al oeste de Santander, las calizas superiores de Castro de Valnera, parte alta de las sierras de Ramales, Gorbea, Duranguesado, etc.; es decir, de toda una región que no nos interesa.

Para ADAN DE YARZA todas las Toucasias de Vizcaya pertenecen a la especie de *Requienia lonsdalei* (d'ORB.), y RAT cita *Toucasia* aff. *seunesi*, DOUVILLE, en San Pedro de Galdames. Según este autor, las Toucasias de pequeño tamaño se encuentran sobre todo en los tramos inferiores de Rudistos, que pertenecen seguramente al Aptiense.

En obras publicadas encontramos además las siguientes citas:

Mina de la Concha (Gallarta): *Trochus almerai* BATALLER; *Trochus ruizi* BATALLER; *Semisolarium* aff. *alpinum* PICTET y ROUX; *Turbo* cfr. *guerangeri* d'ORB.; *Nerinea flexuosa* SOWERBY; *Cerithiopsis ruizi* BATALLER; *Trigonia carinata* AGASSIZ, y *Trigonia* cfr. *caudata* AGASSIZ, y, en los alrededores de Bilbao:

*Cerithium (Pyrazus) valeriae* DE VER. y DE LOR.

En lámina transparente hemos podido obtener secciones del aparato embrional de Orbitolinas, por lo cual ha sido posible clasificar *Orbitolina (Palorbitolina) lenticularis* (BLUMENBACH) y *Orbitolinopsis simplex* (HENSON). El estudio del aparato embrional, que ha sido recientemente objeto de investigación por SCHROEDER, parece ser un buen medio de resolver el difícil problema de la clasificación específica de estas formas. *Palorbitolina lenticularis*, en cuya sinonimia se incluyen actualmente muchas especies (*O. lenticulata*, *O. bulgarica*, *O. conoidea*, *O. discoidea*, *O. tibetica*, *O. kurdica*), va desde el Barremlense Superior a la base del Gargasiense, y *Orbitolinopsis simplex* es exclusiva del Bedouliense, pudiendo encontrarse, con dudas, en la base del Gargasiense. Junto con dichas Orbitolinas hemos visto en nuestras muestras numerosos ejemplares de Cuneolinas parecidas de *C. campo-saurii*, *Nautiloculina*, etc.



		FORMACION DE LAS ARENISCAS DE ORBITOLINAS Y ARENISCAS CALCAREAS FOSILIFERAS	FORMACION DE LA "CALIZA DE TOUCASIA"		
			A	B	C
CARACTERES INORGANICOS	ARENISCAS				
	ARENISCAS CALCAREAS				
	RESTOS CARBONOSOS				
	PSEUDO-OOLITOS	.....			
	MICA				
	CALIZAS ARENOSAS	.....			
	CUARZO SUB-ANGULAR				....
	CALIZAS MICROBRECHOIDES				....
	CALIZAS CRIPTOCRISTALINAS				
	CALIZAS RECRISTALIZADAS				....

CARACTERES ORGANICOS	RESTOS VARIOS	MOLUSCOS			
		EQUINODERMOS			
		CORALARIOS	.....	.....	
		BRIOZOOS	.....	.....	
		ANELIDOS	.....	.....	.....
		ESPICULAS	.....	.....	.....
	FORMINIFEROS	Orbitolinas		.....	
		Cuneolina			
		Ataxophrágmidos			
		Textuláridos	.....	.....	.....
		Lituólidos	.....	.....	.....
		Miliólidos			
		Lagénidos	.....	.....	
		Choffatella	.....		
		Spirillina			....
Trochamminidos, Polymorphinidos, Ophthalmidium, Glomospira, Bolivina, Nodosoria, etc, tienen una distribución muy irregular, frecuencias muy variables y generalmente escasas.					

..... Escaso  
 — Frecuente  
 — Abundante

Figura 1

Cuadro de distribución de elementos orgánicos e inorgánicos en las calizas de toucasia y en la formación subyacente

X

En definitiva, todos los datos coinciden en que se debe situar nuestra caliza de *Toucasia* en el *Aptiense Inferior (Bedouliense)*.

#### 1.1.1.1.3.2 Gargasiense (C<sub>15</sub><sup>2</sup>)

Aflora en dos fajas que se extienden longitudinalmente en los flancos del gran anticlinal que cruza la Hoja.

En el flanco SO. está representado fundamentalmente por margas finamente arenosas gris oscuras, azuladas, compactas, a veces tabulares, o bien hojosas, con un espesor máximo de 250 metros al NO. de Galdames.

En el flanco NE. por margas finamente arenosas gris azuladas, tabulares u hojosas, escasamente micáceas. El espesor máximo aparente es de 500 metros aproximadamente, pero no debe llegar a tanto, y es muy probable que en los sectores donde parece alcanzar tal espesor exista alguna repetición.

Todas estas margas son en general bastante calcáreas cerca de las calizas de *Toucasia*.

Al aumentar su contenido psammítico pueden dar paso lateral a margas arenosas y a verdaderas areniscas, que a veces están directamente encima de la caliza de *Toucasia*. (Quizá sea éste uno de los motivos por los que los autores han tenido la impresión que existan más tramos de calizas.)

Son areniscas de grano medio a fino, micáceas, grises o amarillentas, lajasas, fácil de descomponer.

En el flanco SO. forman una faja estrecha a lo largo de Utiaga-Sodupe-Amavizcar-Garay, y las hay también en los alrededores de Rojadillo.

En el flanco NE. estas facies de margas arenosas y areniscas se encuentran en la alineación Abanto-Ortuella-La Escontrilla y al sur de Retuerto. Aparecen tableadas sobre las calizas de Arraiz, al sur de Bilbao.

La presencia de microfósiles en esta formación está directamente relacionada con la constitución litológica. Las margas calcáreas son las más ricas en restos orgánicos, que disminuyen en cantidad cuando el contenido arenoso aumenta, hasta quedar totalmente ausentes en las areniscas puras. Partículas carbonosas y mica son frecuentes en toda la formación y también en las margas calcáreas. Se observan casi constantemente espículas, pero generalmente escasas y muy finas. Los Equinodermos están bien representados, seguidos por los Moluscos y, esporádicamente, por Anélidos. Entre los Foraminíferos son más frecuentes los Trochamminidos, Ataxophrágmidos, Polymorphinidos y «Precuneolinas» muy pequeñas. Los Lagénidos tienen una cierta frecuencia en los afloramientos al sur y sureste de Bilbao; las Bolivinas, en las margas calcáreas. Respecto a las formaciones inferiores, observamos la aparición de Rotalipóridos (muy pequeños y de difícil clasificación) y la desaparición de las Orbitolinas, y también prácticamente de los Miliólidos, ya que hemos observado su presencia solamente en los depósitos muy pegados a la caliza de *Toucasia*.

Esta formación debería corresponder al *Aptiense Superior (Gargasiense)*.

1.1.1.1.4 *Barremiense-Gargasiense*

1.1.1.1.4.1 Filones de cuarzo (q<sup>4</sup>)

Las fracturas longitudinales frecuentemente se han rellenado de cuarzo de baja temperatura, que puede tener un espesor de cinco metros. Predominan los filones de 1,50 a 2 metros, que son siempre muy ferruginosos. [Mayores detalles en RIOS, 1948.]

1.1.1.1.4.2 Diques de diabasas (ε<sup>4</sup>)

Las fracturas ocasionalmente han servido de vía de salida a rocas ígneas que forman diques que atraviesan la zona por diversos puntos.

Todavía no se sabe a ciencia cierta si estas intrusiones desempeñan algún papel importante en la génesis del criadero, pero es un hecho que existen en las zonas más intensamente mineralizadas.

Corresponden a diabasas cuyos detalles vienen en el apartado de Petrología.

1.1.1.1.5 *Albiense*

1.1.1.1.5.1 Formación de las margas gris-azuladas, apizarradas, de Rotalipóridos (C<sub>16</sub>)

Estas margas, normalmente apizarradas, a veces arriñonadas y de fractura muy desigual, tienen un espesor máximo que no parece pasar los 500 metros. Pueden presentar hiladitas más arenosas, y el contenido de arena aumenta en la base, donde son bastante micáceas. Entonces pierden su color azul y se van haciendo pardas.

El carácter microscópico dominante es la existencia de pequeños ejemplares de *Rotalipóridos* (sobre todo *Hedbergella*) y de fragmentos carbonosos. Los Foraminíferos son todos de tamaño muy pequeño y, entre ellos, se observan esporádica y escasamente Discórbidos, Lagénidos (*Nodosaria* y otras formas alargadas), Trochamínidos, Ataxophrágmidos, *Glomospira*, *Ophthalmidium*, *Bulimina* y *Spirillina* (?). Entre los macrofósiles sólo se observan restos escasos y pequeños de Equínidos y muy escasos de Moluscos.

En los afloramientos del flanco NE. del anticlinal de Bilbao se observan también en lámina transparente secciones circulares recrystalizadas que parecen corresponder a Radiolarios.

Cerca de Larrea de Galdames, en la parte superior de las margas azuladas, se citan en la literatura:

*Acanthoplites* cf. *bergeroni* SEUNES; *Chelonicerias*? cf. *martini* d'ORB.; *Metahamites*?; *Holcodiscus*?, y *Parahoplites* cf. *borowae* UHLIG.

x

Según PIVETAU (1952) y ZITTEL (1883), *Acanthoplites bergeroni* corresponde al Aptiense Superior-Albiense Inferior; *Chelonicerias martini*, al Aptiense, y *Parahoplites borowae* va del Neocomiense al Aptiense.

En el lado NE. del anticlinal, cerca de San Pedro Abanto, hemos encontrado *Desmoceras latidorsatum*, MICH., y pequeños ejemplares de Ammonites atribuibles a formas juveniles de Hoplítidos, y en el km. 127 de la carretera de Santander a Bilbao, *Hoplites* cf. *dentatus*, SOW. Estas formas son más bien albienses.

En el sector lindante con la Hoja de Guecho se observa la existencia de foraminíferos pertenecientes con toda probabilidad (se trata de formas mal conservadas) a las especies *Planomalina buxtoni*, *Ticinella roberti* y *Rugoglobigerina (Hedbergella) washitensis*, que indican el Albiense.

En vista de la información que los fósiles mencionados nos pueden proporcionar (sin olvidar que su determinación es insegura debido a su mal estado de conservación) y a la posición estratigráfica de las margas gris-azuladas, intermedia entre las margas calcáreo-arenosas del Bedouliense y las margas tabulares de espículas, sin duda albienses, podríamos atribuir la formación al Albiense, sin descartar un posible Aptiense para la parte basal.

#### 1.1.1.1.5.2 Formación de las margas y calizas tabulares de espículas (Cm<sub>16</sub>)

En el flanco SO. esta formación corresponde a una serie de 500 a 1.000 metros de espesor, formada por repetidas alternancias de calizas más o menos margosas, y de margas, de aspecto tabular, en capas de 15-25 cm., de color gris, claro en superficie y oscuro en fractura. Las capas más calizas tienen más vetas de calcita y son más fétidas al golpearlas. Hacia la base, la formación se va haciendo más hojosa y va perdiendo el carácter calizo. Lo mismo ocurre en la parte superior, aunque de modo menos marcado. En la parte occidental hay un nivel de 30-40 m. de espesor, aprovechable en cantera. Del Oeste hacia el Este el espesor va disminuyendo y la formación se hace más margosa y apizarrada.

Al NO. observamos los mismos caracteres de margas grises hojosas en la parte inferior, que van pasando hacia arriba a otras más calizas, haciéndose tabulares, con vetas de calcita y explotables en cantera. La potencia es superior a los 500 metros. Observamos aquí un nivel de caliza cristalina, granuda, gris oscuro, dura y fétida, de espesor variable entre los 30 y 40 metros.

Pueden apreciarse algunas diferencias en las microfaunas del sector SO. y del NO. en relación con el carácter más calizo y costero de este último, sobre todo en la zona que corresponde a la parte lindante con la Hoja de Algorta.

X

Los *Rotalipóridos* (formas planctónicas de mar abierto), frecuentes en la zona SO., se encuentran sólo de un modo excepcional en la NO., y, por el contrario, encontramos en esta última *Miliólidos* pequeños y *Polymorphinidos* que faltan en la primera.

Los *Equinodermos*, escasos en el SO., son a veces muy abundantes en el NO., de un modo particular en los tramos más calizos o arenosos. También las «*Precuneolinas*», muy pequeñas y escasas en la zona SO., son más frecuentes y a veces de un tamaño mayor en la NO.

Al SO., las rocas contienen abundantes partículas carbonosas, mucho más escasas en el NO.

Al norte de Bilbao se observan Radiolarios y la formación pierde su carácter calizo y tabular, haciéndose más margosa, con hiladas areniscosas. También el espesor disminuye hacia el Este, al aproximarse a la Hoja de Durango.

Esta formación se caracteriza, en su aspecto microscópico, por la existencia constante de espículas, a veces con extraordinaria abundancia. Las microfacies son casi idénticas a las del Albiense y Vraconiense descritas por CUVILLIER y SACAL en la cercana Aquitania.

En la parte superior hemos podido separar por levigación microfaunas muy ricas, con *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI) que va del Albiense al Cenomaniense inferior; *Hedbergella washitensis* (CARSEY), del Albiense y Cenomaniense, y formas bastante parecidas de *Hedbergella hiltermanni*, LOEBLICH y TAPPAN, del Cenomaniense basal americano.

Por lo tanto, dicha formación debe incluirse en el *Albiense*.

#### 1.1.1.1.5.3 Formación de las margas negras y areniscas superiores (Cs<sub>16</sub>)

Se trata de una formación constituida por pizarras casi negras y areniscas en bancos no muy gruesos (0,5-1 m.), con un espesor aparente, en el sector SO., de unos 1.000 metros. Presenta en superficie un relieve suave con escasos afloramientos.

Esta formación se distingue claramente de las margas tabulares con espículas descrita anteriormente y forma el tránsito a la formación de las areniscas superiores. Su contenido arenoso aumenta de abajo hacia arriba, y así, mientras en la parte inferior sólo hay lechos de areniscas en finas hiladas entre margas oscuras, grises, apizarradas, con nódulos ferruginosos arrosariados, en la superior, los bancos de arenisca, micácea y amarillenta son cada vez más potentes. Tanto las margas como las areniscas tienen sustancia carbonosa.

En el sector NE. el espesor es aparentemente bastante más pequeño en comparación con el SO. La facies es parecida y corresponde a margas os-

curas pizarreñas con nódulos de limonita y restos carbonosos, con lechos de areniscas claras o amarillentas, micáceas, de sólo algunos centímetros de espesor.

Durante este período ha ocurrido un progresivo levantamiento de la zona, con una deposición detrítica, de tipo preponderantemente continental. El ambiente de sedimentación vuelve a tener por algún tiempo carácter muy parecido al de las margas negras que existen, según hemos dicho al principio, en los afloramientos hauterivienses-barremienses del núcleo del anticlinal.

La falta de restos fósiles o su extremada escasez no permite fijar la edad de esta formación, que por su posición estratigráfica, inferior a las areniscas de Valmaseda, debe situarse en el Albiense Superior.

### 1.1.1.2 Inferior-Superior

#### 1.1.1.2.1 Albiense-Cenomaniense (C<sub>16-21</sub>)

Corresponde a las llamadas «areniscas de Valmaseda» y se extiende por la esquina inferior oeste del mapa, con un relieve muy destacado y formando un monoclinal de espesor superior a los 1.500 metros. El espesor total de esta formación, que continúa en las Hojas contiguas, sería de unos 2.000 metros, según RAT, y de unos 4.000, según RIOS (serie esquisto-arenosa de Valmaseda). Se compone de gruesas y compactas bancadas de areniscas micáceas arcillosas y margosas, que alternan con otras de margas pizarreñas, o más arenosas, micáceas, entre las que se intercalan, a su vez, hiladitas de areniscas micáceas, duras; todo ello de colores grises parduzcos, oscuros. También hay nódulos ferruginosos amarillos.

En la parte inferior las areniscas son más puras y amarillentas. La formación, en el aspecto paleontológico, es en su mayoría estéril, pero a la altura de La Herrera pasa un nivel de Orbitolinas que también aparece en otras estaciones de la parte basal.

La formación de las areniscas de Valmaseda ha sido atribuida al Cenomaniense por ADAN DE YARZA, que encontró en La Herrera, *Pseudodiadema blancheti* DESOR., y *Janira faujasi* PICTET. RAT cita en la misma localidad: *Dipoloceras* aff. *pseudoaon* SPATH., *Pervinquiera inflata* SOWERBY; Histercerátidos y *Orbitolina* cfr. *subconca* LEYMERIE, y, en unas capas próximas, *Arca carinata* SOWERBY; *Avellana incrassata* MANTELL; *Hystoceras* aff. *orbigny* SPATH., y *Prohystoceras* aff. *candollei* PICTET.

*Pervinquiera inflata*, *Avellana incrassata*, *Hystoceras orbigny* y *Prohystoceras* (*Goodhallites*) *candollei* son todos característicos del Albiense Superior, y por eso RAT atribuye a este piso la parte inferior de las areniscas.

Nosotros, en la zona de Allende, además de Orbitolinas y pequeños Lamelibranquios atribuibles a la familia Astártida, hemos podido clasificar: *Neithea* (*Vola*) aff. *aequicostata* LAM., del Cenomaniense; *Anatina produc-*

ta ZITTEL, del Cretácico Superior; *Inoceramus* aff. *latus*, del Cenomaniense; *Glauconia* aff. *kefersteini* GOLD., del Albiense-Cenomaniense, y *Apicri-nus* sp.

Por consecuencia, toda la formación puede considerarse Cenomaniense, excepto la parte basal, que pertenece al techo del Albiense.

En la parte NE. los afloramientos arenosos forman una faja estrecha al norte de Bilbao, desde Las Arenas, del Puerto del Abra, al límite oriental de la Hoja. Las capas están muy inclinadas y a veces subverticales y algo volcadas. Debido a la escasez de los afloramientos, a recubrimientos y a complicaciones tectónicas, es difícil precisar su espesor, que parece poco superior a los 500 metros.

### 1.1.1.3 Superior

#### 1.1.1.3.1 Cenomaniense

##### 1.1.1.3.1.1 Margas (C<sub>21</sub>)

A la formación de las areniscas siguen, en la sola parte NE. de la Hoja, alternancias de margas y areniscas, y finalmente margas de tonos grises oscuros, verdosos y marrón. Estas margas han permitido la separación de numerosos foraminíferos planctónicos, destacando, por su importancia estratigráfica: *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Rotalipora apenninica* (RENZ), *Rotalipora greenhornensis* (MORROW), *Rotalipora evoluta* SIGAL, *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI), *Globigerinelloides eaglefordensis* (MOREMAN), *Globigerinelloides bentonensis* (MORROW), *Hedbergella amabilis*, LOEBLICH y TAPPAN, y *Herbergella plaspira* (TAPPAN), que indican el Cenomaniense.

El espesor puede cifrarse en unos 300 metros.

##### 1.1.1.3.1.2 Basaltos (β<sup>4</sup>)

En los afloramientos cenomanienses del flanco norte se observan rocas ígneas entre las margas del sector comprendido entre Las Arenas y Sangraniz (al norte del paralelo de Bilbao). Las margas se encuentran ligeramente alteradas en las superficies de contacto. Se trata de coladas volcánicas submarinas depositadas intermitentemente durante la sedimentación del Cenomaniense Medio-Superior.

Su mayor extensión y potencia corresponde a las proximidades de Axpe. Se trata de basaltos y espilitas que desarrollan formas almohadilladas y masivas, y, en menor proporción, coladas de queratófidos.

Los recubrimientos, naturales y artificiales, impiden una cartografía precisa.

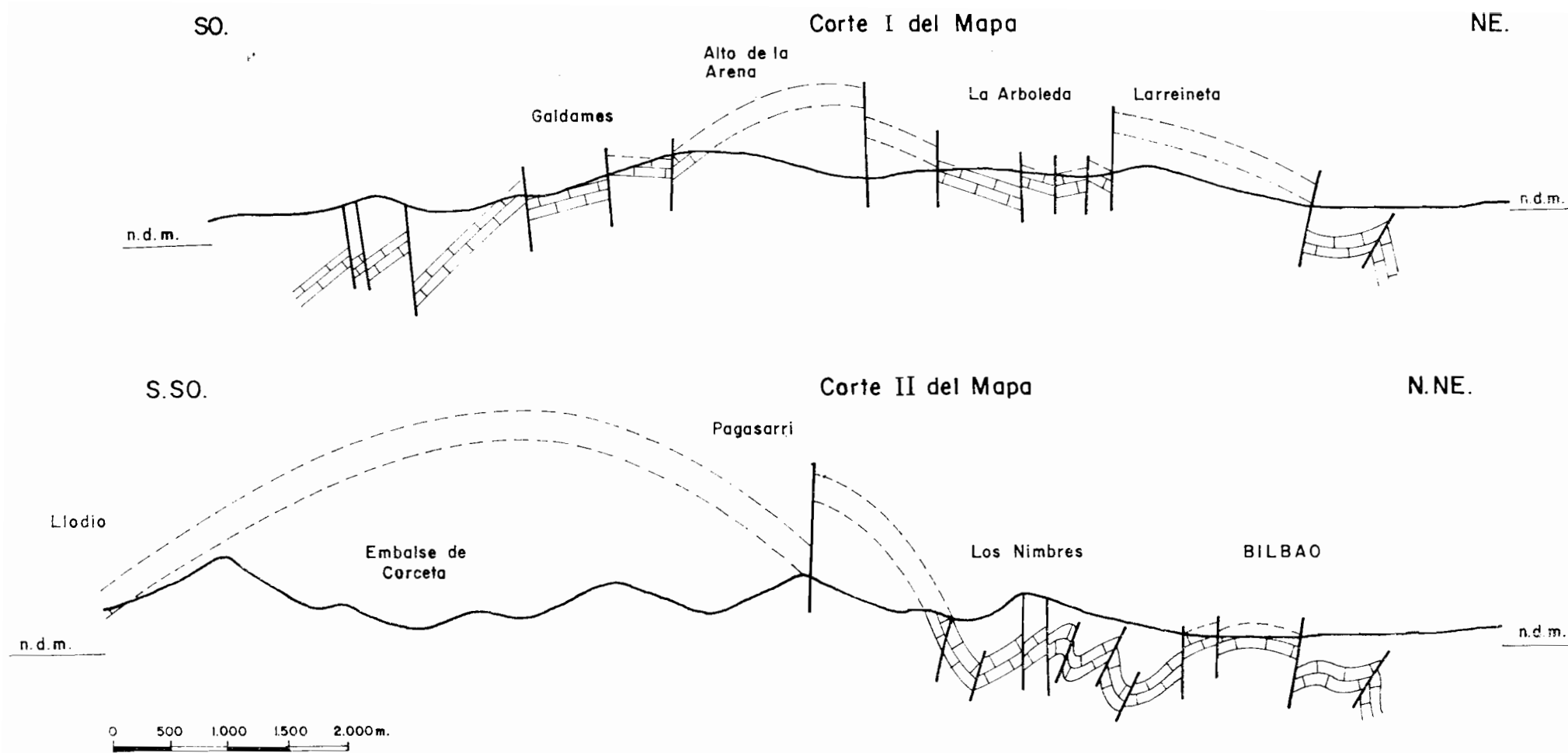


Figura 2.—Esquema estructural de la caliza de Toucasia.



#### 1.1.1.3.2 *Turonense* (C<sub>22</sub>)

Aflora solamente en el flanco NE. del anticlinal, desde Las Arenas al límite con la Hoja de Durango. Comprende calizas y margas estratificadas, gris-azuladas, con un espesor aproximado de 200 metros.

En la parte inferior contiene todavía: *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Rotalipora greenhornensis* (MORROW), *Rotalipora cushmani* (MORROW), a las cuales se unen *Globotruncana helvetica* BOLLI, y a continuación formas monocarenadas con esbozo de una segunda carena, como *Globotruncana imbricata* MORNOD; *Globotruncana schneegansi* SIGAL, y *Globotruncana sigali* REICHEL. En la parte superior aparecen formas distintamente bicarenadas, del grupo de *Globotruncana linneiana* d'ORBIGNY.

#### 1.1.1.3.3 *Coniaciense* y *Santoniense* (C<sub>23-24</sub>)

Estos dos pisos han sido comprendidos debido a la dificultad de una separación, tanto cartográfica como microscópica.

Comprenden un considerable paquete (¿500 m.?) de calizas y margas estratificadas, gris-azuladas, completamente iguales a las del Turoniense, en la esquina NE. de la Hoja. La separación de este último se ha realizado por medio de los foraminíferos planctónicos. En efecto, observamos aquí especies ausentes en el Turoniense, entre ellos, *Globorotalia angusticarinata* GANDOLFI; *Globotruncana coronata* BOLLI; *Globotruncana fornicata* PLUMMER, y *Globotruncana marginata* REUSS. Se observa, además, abundancia de *Globotruncana linneiana* d'ORBIGNY, numerosos Radiolarios y foraminíferos de concha arenosa que serán muy frecuentes hasta el Terciario Inferior inclusive.

#### 1.1.1.3.4 *Campaniense* (C<sub>25</sub>)

Forma una faja en la parte NE. de la Hoja.

Corresponde a alternancias de margas y calizas azuladas y marrón, a veces finamente estratificadas, con un espesor calculable en más de 500 metros, ya que no se puede medir directamente debido a la falta de afloramientos continuos, al igual que en todo el Cretácico Superior.

Entre los foraminíferos más indicativos encontrados recordamos: *Globotruncana arca* (CUSHMAN), *Globotruncana tricarinata* (QUEREAU), *Globotruncana stuartiformis* DALBIEZ; *Globotruncana plicata caliciformis* VOGLER; *Globotruncana havanensis* (VOORWIJK), y *Globotruncana rosetta* (CARSEY). A pesar de que algunos micropaleontólogos hacen coincidir el principio del Maastrichtiense con la aparición de *Globotruncana stuarti* (DE LAPPARENT), esta especie se encuentra ya en el Campaniense en la Hoja de Bilbao.

#### 1.1.1.3.5 *Maastrichtiense* (C<sub>26</sub>)

Calizas y margas estratificadas, grises o gris-azuladas, con hiladitas de areniscas o arenas amarillo-marrón.

Espesor aproximado, 500 metros. Constituye una franja en la parte NE. de la Hoja.

Foraminíferos abundantes, entre ellos: *Globotruncana stuarti* (DE LAPPARENT), *Globotruncana falsostuarti* SIGAL; *Globotruncana aegyptiaca* NAKKADY; *Globotruncana plicata* WHITE; *Abatomphalus mayaroensis* (BOLLI), *Globigerinelloides messinae biforaminata* (HOFKER), *Rugoglobigerina rugosa* (PLUMMER), *Pseudotextularia varians* RZEHAK; *Planoglobulina acervulinoides* (EGGER), y *Reussella szajnochae* (GRZYB.).

#### 1.1.1.3.6 *Campaniense-Maastrichtiense* (C<sub>25-26</sub>)

Debido a la imposibilidad de establecer tanto divisiones estratigráficas como cartográficas entre los miembros que componen este tramo en la esquina NE. de la Hoja, hemos optado por considerar un comprensivo que abarque las dos cronologías señaladas.

Dado la permanencia de caracteres por parte de estos términos, las características de litofacies y micropaleontológicas son consecuencia directa de los considerados individualmente.

## 1.2 CENOZOICO

### 1.2.1 PALEOGENO

#### 1.2.1.1 Paleoceno-Eoceno

##### 1.2.1.1.1 *Daniense-Ypresiense* (T<sub>11-2</sub><sup>A-Aa</sup>)

Estos depósitos ocupan la esquina NE. de la Hoja. En la base se encuentran bancos gruesos de areniscas y conglomerados con cantos de cuarzo rodado de fino a grueso y gravilla, con intercalaciones de margas blandas gris claro. Este conjunto corresponde a la transgresión terciaria y se presenta en crestones, a veces subverticales, que desaparecen por falla.

Siguen alternancias de areniscas, margas ocres o azuladas, arenas amarillas y margas arenosas, con algún nivel calizo.

La parte terminal corresponde a margas rojas y grises finas, a veces bastante calcáreas, con intercalaciones de capas de caliza litográfica de 5 a 10 cm. de espesor en los niveles más altos.

El espesor total se puede valorar en unos 300 metros.

Los depósitos resultan bastante ricos de foraminíferos, también planctónicos, que permiten reconocer un Daniense-Paleoceno Inferior, con *Globigerina*

*triloculinoides* PLUMMER y *Globorotalia compressa* (PLUMMER), y un Paleoceno Superior con *Globorotalia angulata* (WHITE).

A continuación se reconoce la zona de *Globorotalia velascoensis*, con extraordinaria abundancia del marker de zona, y la zona de *Globorotalia rex*, en la cual *Globorotalia rex* MARTIN, está acompañada por: *Globorotalia pseudopilensis* (SUBBOTINA), *Globorotalia quetra* BOLLI, *Globigerina inaequispira* SUBBOTINA, *Globigerina turgida* FINLAY, *Globigerina incisa* HILLEBRANDT, *Globigerina velascoensis* CUSHMAN.

La zona de *Globorotalia rex* se localiza en el estrecho sinclinal, que continúa en la Hoja de Durango, a la altura del paralelo 43° 19' y corresponde a las alternancias de margas y calizas litográficas del final de la serie.

En el Coloquio del Eoceno de París, 1968, se propuso poner el límite Paleoceno-Eoceno aproximadamente en correspondencia del principio de la zona de *Globorotalia velascoensis* (que corresponde, además, al inicio del Ilerdiense). Muchos, sin embargo, opinan que la base del Eoceno debe situarse más arriba, entre el final de la zona de *Globorotalia velascoensis* y el principio de la zona de *Globorotalia rex* (o zona de *Globorotalia subbotinae*).

### 1.2.1.2 Eoceno

#### 1.2.1.2.1 Luteciense ( $T_2^{Ab}$ ).

El centro del sinclinal terciario de la esquina NE. de la Hoja está relleno por areniscas blandas blanquecinas, a veces con cantos de cuarzo, o amarillentas, micáceas, fajeadas, más duras, con intercalaciones finas de marga grisácea o marga arenosa, todas estériles desde el punto de vista paleontológico.

El espesor máximo parece ser de unos 150 metros.

Por extrapolación con homólogos sedimentos de la Hoja de Durango, presentes en el macizo de Oiz, y datados como Luteciense, se podrían atribuir a la misma edad, naturalmente con todas las reservas del caso.

### 1.3 CUATERNARIO (QAI)

Se limita a los depósitos de estuario, lecho y ribera de los ríos, formados por materiales poligénicos propios de las llanuras aluviales.

## 2 TECTONICA

En el tiempo transcurrido entre las dos grandes orogénesis, la herciniana y la alpina, también ha habido ligeros movimientos tectónicos que han in-

X

fluido principalmente en los cambios de sedimentación, a veces de marina a continental:

- Movimientos entre el fin del Jurásico y el principio del Cretácico, que ocasionaron la deposición del Weald en el golfo vasco-cantábrico, cantábrico.
- Movimientos aptienses que provocaron pliegues de fondo o flexiones donde se ha localizado la sedimentación eminentemente calcárea que ha ocasionado, en ciertos sectores, la formación de arrecifes.
- Movimientos albienses, con discordancias locales.
- Movimientos cenomanienses, con cambios en la sedimentación.

Todos estos movimientos se reflejan en el paquete de estratos situado en la Hoja de Bilbao:

Margas negras lacustres del Hauteriviense-Barremiense Inferior — areniscas marinas del Barremiense — biostromas del Bedouliense — margas de mar abierto del Albiense Inferior — margas negras parcialmente continentales del Albiense Superior — transgresión del Cenomaniense, con deposición arenosa al principio y más fina y de mar más profundo en el transcurso del resto del Cretácico.

Ha habido, por tanto, basculamientos, emersiones, transgresiones, regresiones, discordancias más o menos locales que han cambiado los ámbitos de deposición modificando profundidades y relieves.

Pero la causa principal de la actual disposición está, sin duda, en la orogenia alpina, post-Luteciense.

El principal accidente geológico a que esa orogenia dio origen es un gran anticlinal, ya señalado por ADAN DE YARZA, y cuyo eje, con dirección NO.-SE., atraviesa diagonalmente el mapa. Su flanco sur, bastante tranquilo, ocupa la parte SO. del mapa y continúa más allá de él, dentro ya del Cretácico Superior. Su flanco norte, tras una zona de gran trastorno a la altura de la ría de Bilbao, da paso, en la parte NE. del mapa, al sinclinorio de Vizcaya, en el que aparece el Eoceno. A esto se reduce lo fundamental; las capas se han plegado en dirección normal a la del empuje, fracturándose según esta dirección (fracturas longitudinales) y posteriormente en dirección transversal.

Las fracturas longitudinales se han rellenado frecuentemente de cuarzo de baja temperatura, filoniano, y en ocasiones han servido de vías de salida a rocas intrusivas. Posiblemente también habrá sido el camino seguido por las mineralizaciones de la región.

El eje del anticlinal principal se destaca en las formaciones inferiores a la caliza de *Toucasia*, que por otra parte son las mayores alturas de la Hoja de Bilbao (Ganecogorta, 998 m.; Ereza, 871 m.; Grameran, 822 m.; Gasteran, 801 m.). Seguimos su paso por Miravalles, presa de Curceta, La



Cuadra, Grameran y Peñas Largas, donde dobla hacia el Norte y desaparece. En efecto, hacia el río Mercadillo el anticlinal es sustituido por un campo de fracturas longitudinales y transversales bastante importantes. Quizá sea su continuación el anticlinal, cuyo eje, de dirección aproximada N. 15° O., pasa al oeste del pico de Las Muñecas (626 m.) y sigue hacia Ontón. Al oeste de este anticlinal, y a través de una zona sinclinal y confusa por lo dislocada, se pasa a otro anticlinal, que llamaremos del Ventoso (731 m.), de dirección NO.-SE., y cuyo cierre, acelerado por fallas longitudinales, lo constituyen las calizas del Artacho, el Castaño, oeste de Mercadillo, carretera de Traslaviña a Sopuerta, y Alén.

La zona hundida del valle de Sopuerta supone, por lo tanto, el tránsito entre las dos estructuras anticlinales, la del Ventoso y la principal de Bilbao. De ahí su difícil interpretación, acrecentada por la escasez de afloramientos de rocas.

El límite SO. del mapa lo constituye prácticamente el eje del sinclinal de Valmaseda. Todo el espacio comprendido entre éste y el eje del gran anticlinal de Bilbao es lo que constituye el flanco sur de este último. Empieza con las «areniscas de Valmaseda» (Cenomaniense), que dispuestas en monoclinal con buzamiento al Sur alcanzan elevadas cotas dentro de la Hoja de Valmaseda (Burgueño, 1.037 h.; Portugalejo, 908 m.; La Nevada, 874 m.) y van disminuyendo al entrar en la de Bilbao (Espalda Seca, 696 m.; Carobo, 565 m.).

Las margas y areniscas inmediatamente inferiores (Albiense) dan origen a un relieve mucho más suave, en que abundan los terrenos de cultivo y las praderías, que hacen difícil las observaciones geológicas.

Con las margo-calizas de espículas (Albiense), algo discordantes, volvemos a alcanzar cotas más altas (Ubieta, 637 m.; La Cruz, 631 m.), que disminuyen de nuevo en las formaciones margosas de Rotalipóridos superiores a las calizas de *Toucasia* (Albiense-Aptiense).

El flanco norte no es ni con mucho tan sencillo: calizas y areniscas se repiten a causa de grandes fallas longitudinales, y luego, al acercarnos a la ría de Bilbao, ya no son sólo fallas, sino pliegues cada vez más apretados lo que se va encontrando.

En ocasiones, para darse cuenta de una falla, no hay más indicio que algunos restos de caliza que han quedado en posición anómala. Otras veces hay indicios más claros, como ocurre cuando a la anterior circunstancia se une una larga corrida de cuarzo filoniano contra la que bruscamente terminan las calizas, o cuando hacen su aparición diques de rocas intrusivas. A veces sólo recurriendo a la micropaleontología se han podido determinar contactos anómalos, causados sin duda también por fallas.

La zona sur y sureste de Bilbao es una sucesión de fallas y pliegues tan apretados y violentos que llegan a colocar capas en posiciones invertidas.

La zona entre la carretera de Santander y el puerto y ría de Bilbao está

X

cubierta por margas replegadas según pliegues volcados con vergencia al NE., que llegan a invertir la serie entre Santurce y Portugalete.

Cosas parecidas ocurren en la parte situada inmediatamente al E. de Bilbao, donde continúan estos fenómenos, y es todavía más confusa.

Por desgracia, son pocas las observaciones posibles en toda esta área, debido al recubrimiento cuaternario, a la vegetación y a la cantidad de edificaciones que poco a poco van ocultando totalmente las rocas.

Siguiendo al Norte entramos en los dominios del Cretácico Superior, con capas invertidas o subverticales al principio y después con buzamientos muy acusados, del orden de 60°, acercándose al sinclinal terciario. El contacto entre Cretácico y Terciario ocurre en muchos casos por falla o a través de unos pliegues muy apretados, a veces volcados.

La base del Terciario está marcada por crestones muy agudos de areniscas y microconglomerados, con abundante cuarzo, que desaparecen en los sectores fallados.

Los depósitos del Terciario forman un estrecho sinclinal, con buzamientos de 40° a 60°, que continúa hacia el NO. en la Hoja de Algorta. En el límite oriental toman una posición monoclinal, terminando en un pequeño sinclinal que sigue en la Hoja de Durango.

El centro de la cuenca lo rellenan arenas y areniscas blanquecinas estériles (posible Luteciense), a veces aparentemente concordantes, y otras discordantes, sobre los terrenos infrayacentes.

### 3 HISTORIA GEOLOGICA

#### 3.1 HAUTERIVIENSE-BARREMIENSE

Al principio del Cretácico continúa, en toda la provincia vasco-cantábrica, la sedimentación de tipo parálico que empezó en el Jurásico Superior. Hasta el Barremiense, inclusive, se depositan varios centenares de metros de arcillas arenosas negras, rojas, verdes y amarillentas, y areniscas carbonosas. Las aguas tienen muy poco calado, y variaciones pequeñas del ritmo de sedimentación o de la velocidad de subsidencia provocan episodios alternos de regímenes marino, salobre y continental, con preponderancia de los dos últimos. El gran espesor de los depósitos, en un ambiente de aguas muy someras, demuestra la importancia de la subsidencia. Nos encontramos con la facies *weald*, que caracteriza la región vasco-cantábrica.

La parte más baja de los depósitos aflorantes en la Hoja de Bilbao corresponde precisamente a una sedimentación de tipo salobre y lacustre, representada por alternancias de margas pizarreñas micáceas oscuras y de areniscas micáceas grises o amarillentas, cuya edad puede suponerse Hauteriviense-Barremiense Inferior.

Siguen unas areniscas de grano medio, o deficientemente calibradas, a veces muy cargadas de restos carbonosos, aparentemente estériles, que corresponden todavía a una deposición continental.

La parte media del Barremiense es en gran parte marina, con areniscas fosilíferas, que dan paso, hacia la parte superior, a areniscas a veces margosas, con alternancias de episodios marinos y continentales.

### 3.2 APTIENSE

A finales del Barremiense las orillas del mar avanzan sobre el continente y la sedimentación salobre-lacustre de la facies Weald es reemplazada por una deposición marina. Cerca de la antigua costa continúa la aportación terrígena, con espesores notables de areniscas, escasamente fosilíferas. Pero a una cierta distancia, donde el material detrítico no llega a enturbiar las aguas, se depositan calizas que corresponden a una sedimentación mixta de bancos y de biostromos (anticlinal de Bilbao), aunque a veces, adquieran el carácter de una bioherma (Ramales).

En la Hoja de Bilbao, un mar relativamente tranquilo y poco profundo empieza a enriquecerse en carbonatos, y las areniscas que iban depositándose adquieren un carácter cada vez más calizo (formación de las areniscas calcáreas fosilíferas y areniscas con las primeras Orbitolinas). El aumento de temperatura de las aguas favorece la precipitación de carbonato cálcico y la formación de la caliza de *Toucasia* que en parte (pero no necesariamente) y puede haber actuado como organismo constructor.

En la génesis de los bancos, la acción de los organismos parece ser la de haber creado zonas de alta concentración de carbonato cálcico y no la de haber edificado importantes construcciones. La *Toucasia*, sólo por excepción, puede ser un organismo constructor, mientras interviene eficazmente en el enriquecimiento calcáreo del ambiente. De otro lado escasean los Coralarios, que son organismos constructores por excelencia.

Que la deposición haya ocurrido en un mar poco profundo y tranquilo lo prueba el hecho que faltan verdaderos oolitos, a pesar de la saturación en carbonato. (Como es sabido, los oolitos se forman en ambientes poco profundos y agitados.) Además, en la formación que está en la base de las calizas de *Toucasia*, los elementos clásticos son finos, pequeños, deficientemente calibrados y angulosos.

Episodios esporádicos de deposición más o menos detrítica, delatada por los niveles margosos o margoso-arenáceos interestratificados con las calizas, interrumpen la sedimentación calcárea, que vuelve a repetirse cuando las condiciones ambientales son otra vez favorables.

Finalmente, el gradual hundimiento del fondo marino acaba con la deposición de la caliza de *Toucasia* que, una vez consolidada, pueda compararse a una costra con espesor variable de 30 a 150 metros, intercalada en una

potente masa plástica, que la orogénesis alpina quebró, fracturó y desmenuzó, originando los contactos anormales y el complicado panorama que hoy día presenta la región (Fig. 2).

A la caliza de Toucasia sigue una formación, todavía aptiense, preponderantemente margo-calcárea, margosa y arenosa. Los organismos que caracterizaban la anterior deposición van desapareciendo y son reemplazados por otros de mar abierto. Faltan por completo las Orbitolinas. En cambio, se observan los primeros Rotalipóridos, siendo representadas estas formas planctónicas por el género *Hedbergella*. Es probable que esta formación sea sincrónica de las de aquellas zonas, como el sector de Ramales (Hoja de Castro Urdiales), en las que, continuando la sedimentación calcárea de aguas someras, se desarrollaba *Pseudotoucasia santanderensis* (segundo episodio urgoniano de RAT).

### 3.3 ALBIENSE

Durante el Albiense Inferior continúa la sedimentación marina, con características algo parecidas a las del Aptiense Superior.

En la región bilbaína consiste en margas hojosas o apizarradas, pardas o gris azulado, de fractura desigual, conteniendo mica en cristales muy pequeños, y caracterizadas micropaleontológicamente por una fauna de Rotalipóridos.

La sedimentación se debía efectuar en un ambiente de mar libre (existencia de formas planctónicas), pero no muy alejado de la costa y en condiciones desfavorables para el desarrollo de la fauna (fósiles escasos y pequeños, restos carbonosos).

A una sedimentación más somera, pero de mar más claro y limpio, con características en parte comparables con las de la caliza de Toucasia del Aptiense Inferior, corresponde la formación de las margas tabulares de espículas. Se trata de margo-calizas tabulares, grises, ocasionalmente con abundantes vetas de calcita. Hacia la base van perdiendo el carácter calizo y pasan a margas hojosas. En la parte norte de la Hoja de Bilbao, y dentro de esta misma formación, aparece un nivel de caliza cristalina, granuda, gris oscuro, dura y fétida, de un grosor de unos 30 a 40 metros.

La mayoría de los restos fósiles está rodada y resedimentada. Además, el carácter brechoide o microbrechoide de algunos tramos (sobre todo de los que son más calizos) confirma que una parte de estos sedimentos se ha formado a expensas de la demolición de masas calizas aflorantes en los alrededores, muy probablemente de las biohermas de *Pseudotoucasia santanderensis* de la zona de Ramales y de otras formaciones parecidas lindantes, ya que al ligero levantamiento del fondo marino de dicho sector debe haber correspondido una emersión de los otros sectores que estaban situados más próximos a la antigua costa.





Al norte de Bilbao se observa la existencia de abundantes Radiolarios, ya presentes en este mismo sector en la anterior formación de las margas apizarradas subyacentes. Es un hecho curioso, que quizá pueda tener relación con un mayor enriquecimiento en sílice de las aguas, debido a la proximidad de algún fenómeno eruptivo que tuviera lugar ya en aquellos tiempos.

Bruscamente, empezando en el Albiense Medio-Superior y a partir de las regiones del Suroeste, se extienden los aportes terrígenos, que se mantienen hasta la transgresión cenomaniense. Erosión, sedimentación costero-nerítica y subsidencia son los elementos fundamentales de la acumulación de una potente masa, que puede alcanzar los 1.000 metros de espesor, de margas apizarradas gris oscuro, con lechos de arenisca amarillenta, micácea, intercalados.

Las areniscas tienen sustancias carbonosas. Hacia la base las margas se hacen casi negras, tienen hiladas de nódulos ferruginosos y las areniscas se adelgazan hasta convertirse en capas de pocos centímetros. Esta formación es predominantemente estéril y sólo esporádicamente se encuentran escasos Foraminíferos de tamaño muy pequeño.

El conjunto constituye evidentemente el reflejo de movimientos epirogénicos con la elevación, y consecuente rejuvenecimiento, de los macizos que rodeaban al mar albiense.

#### 3.4 CENOMANIENSE

La gran transgresión *Cenomaniense* lleva las orillas del mar hacia el interior, hacia Castilla. Alcanza su plenitud en el *Cenomaniense Superior*. En Vizcaya y Guipúzcoa se depositan margas grises flyschoides de Globotruncanas y bancos más detríticos de Praealveolinas. Al Suroeste de la zona anticlinal de Bilbao se deposita, en un largo trayecto, el «flysch de bolas», de margas y areniscas de poco espesor, con Globotruncanas y Equínidos.

En la Hoja de Bilbao el Cenomaniense consta de bancos gruesos y medianos de areniscas, duras y compactas, grises y micáceas. Van pasando a margas pizarreñas oscuras, arenosas, micáceas, con nódulos ferruginosos y con hiladas de areniscas grises o amarillentas. Todo esto en facies alternante. Hacia la base hay niveles fosilíferos, con Orbitolinas, que pertenecen todavía al Albiense.

Mientras en la parte SO. de la Hoja sólo pueden verse las areniscas mencionadas, en la parte NE. aflora también un paquete de margas calcáreas con foraminíferos planctónicos del Cenomaniense Medio y Superior, que indican una deposición más profunda y alejada de la costa.

También, aproximadamente en el límite entre las areniscas y las margas, hay evidencia de una fase eruptiva de la que quedan testigos en las inter-

calaciones volcánicas interestratificadas con los depósitos sedimentarios del Cenomaniense Medio-Superior entre Las Arenas y Alsúa.

### 3.5 TURONIENSE-MAASTRICHIENSE

Durante el resto del Cretácico Superior se desplaza el área de sedimentación máxima, con mayor aporte de material terrígeno, del suroeste de Bilbao hacia la zona pirenaica vasca, mientras que en el borde asturiano se acentúa la transgresión empezada en el Cenomaniense.

El Turoniense se conoce bien en el sector de Santander y en la zona del anticlinal de Bilbao. Al N., en Vizcaya y Guipúzcoa, está definido por margas y calizas arcillosas de poco espesor.

Prácticamente desde el Cenomaniense Superior margoso al Campaniense no existen cambios sensibles en la sedimentación, que corresponde a depósitos francamente marinos, de mar abierto, con proliferación de microorganismos planctónicos (Radiolarios, Nannoplancton y foraminíferos pertenecientes a los géneros *Rotalipora*, *Globotruncana*, *Hedbergella*, *Rugoglobigerina*, etcétera).

En el Maastrichtiense se intercalan hiladitas arenosas y se puede pensar en una fase regresiva, aunque continúa la microfauna planctónica existente en los pisos inferiores. Se observan con mayor frecuencia foraminíferos de concha arenosa de organización primitiva (*Rhyzamina*, *Rhabdammina*, *Bathysiphon*, *Haplophragmoides*, *Trochammina*, *Ammodiscus*, etc.), cuyo significado ecológico es todavía poco claro (algunos serían indicativos de grandes profundidades), ligados en general a las facies flyschoides.

### 3.6 TERCIARIO

La regresión alcanza su máximo en el límite entre el Cretácico Superior y el Eoceno, señalado en el sinclinorio vizcaíno por unos crestones microconglomeráticos de posible origen fluvial.

Encima se encuentran alternancias de margas, margas arenosas y areniscas, que van desde el Daniense al Paleoceno Superior, con microfaunas bentónicas y planctónicas, y también con los mismos foraminíferos de concha arenosa que hemos indicado en el Cretácico Superior, relacionados con los depósitos flyschoides

Es un período sedimentario con rápidas variaciones en el espesor y composición de los depósitos, con predominio de la facies nerítica, aunque las microfaunas sugieren, a veces, un ambiente de deposición alejado de la costa, en aguas tranquilas.

Esto ocurre principalmente en las capas rojas de margas y calizas litográficas del Ypresiense y finales del Paleoceno, único vestigio de este tipo de sedimentación en la Hoja de Bilbao, mientras que en la lindante Hoja

de Durango la facies de capas rojas puede presentarse ya en el Maas-trichtiense.

El ciclo eoceno de nuestro sector se cierra con depósitos continentales estériles de arenas blanquecinas poco cementadas, que, por extrapolación, podrían corresponder a las areniscas atribuidas al Luteciense, que constituyen la cresta culminante del Macizo de Oiz.



#### 4 PETROLOGIA

Las rocas ígneas estudiadas pertenecen a varios tipos: diabasas, basaltos, espilitas, traquitas (\*), queratófidos y tobas.

Las coladas volcánicas se encuentran concordantes con la estratificación e intercaladas en rocas carbonatadas de edad cenomaniense.

Las diabasas se presentan en diques discordantes que han intruido a favor de grietas o fracturas de origen tectónico, en materiales más modernos, y que tienen composición y textura análoga a la de los basaltos.

Petrográficamente ambos tipos de rocas (basaltos y diabasas) tienen textura porfídica con matriz intersertal, o bien intergranular. Presentan fenocristales tabulares de plagioclasa con impregnaciones de calcita y del componente máfico (posible olivino y/o piroxeno) actualmente sustituido por serpentina, clorita y carbonato. La matriz está formada por pequeños cristales de plagioclasa, entre los que se sitúan clorita, calcita y serpentina, procedentes, al menos en parte, de la alteración de los minerales máficos preexistentes.

En las rocas que presentan textura intergranular los espacios angulares, entre los cristales de plagioclasa básica, están ocupados por granos de piroxeno monoclinico, sustituido casi por completo por calcita y serpentina.

Como minerales accesorios encontramos titanomagnetita y/o ilmenita leucoxenizada, biotita, apatito, cuarzo y en alguna ocasión pirita. Son frecuentes las vesículas rellenas de calcita.

Debido a que las intrusiones se produjeron en condiciones submarinas, la serie basalto-traquita se transforma en espilita y queratófido respectivamente.

Las espilitas en el campo se encuentran en coladas masivas, o bien como pillow-lavas, a veces con perfecta estructura concéntrica. Estudiadas al microscopio tienen, generalmente, textura porfídica con matriz intersertal. Están formadas por fenocristales de albita, englobados en una matriz de

---

(\*) Este tipo de rocas ha sido citado anteriormente por otros autores, pero nosotros no hemos encontrado traquitas frescas, sino que siempre presentaban un estado avanzado de transformación a queratófidos.

X

microlitos no orientados, también de albita, entre los que se sitúa abundante clorita, m. de hierro y esfena. Es frecuente la existencia de amígdalas rellenas de carbonato con las paredes tapizadas por clorita y/o mineral de hierro.

Las rocas que clasificamos como queratófidos están formadas fundamentalmente por fenocristales de plagioclasa (albita-oligoclasa) rodeados por una matriz afieltrada y fluidal de microlitos de albita. Se formaron a partir de traquitas que han sufrido un metasomatismo sódico. La albitización no ha sido total y aún quedan restos de feldespatos potásicos como pequeñas manchas irregulares en los fenocristales e intersticialmente entre los microlitos de la matriz. Las cavidades aparecen rellenas de albita. Frecuentemente presentan caolinización, intensa en algunas muestras, por lo que no se puede determinar la composición del feldespato (bien sódico o potásico) que ha sido alterado.

Las tobas tienen textura piroclástica y esferulítica y están formadas principalmente por vidrio color verdoso o ante pálido, parcialmente desvitricado, transformándose en clorita micro y criptolaminar, mineral de hierro y esfena, cristales, y fragmentos de cristales de plagioclasa y fragmentos de queratófidos.

\*

## 5 MINERIA Y CANTERAS

### 5.1 MINERIA

La minería de la Hoja de Bilbao se caracteriza sólo por una sustancia, aunque de extraordinaria importancia, el hierro.

Existen pequeñas mineralizaciones de sulfuros de cinc, plomo y cobre, así como también se conocen indicios de fluorita, pero todos ellos sin interés económico.

Los criaderos de hierro son conocidos de antiguo y explotados en gran escala desde principios del siglo pasado. Todo el desarrollo industrial de la región puede decirse que se ha basado en el beneficio de esta riqueza.

El tonelaje total de mineral extraído de las minas de la zona puede estimarse en una cifra superior a los 200 millones de toneladas. Durante mucho tiempo, gran parte de la producción se exportó, fundamentalmente a Gran Bretaña. En la actualidad es necesario importar para satisfacer la demanda de la siderurgia local.

Los yacimientos de interés encajan exclusivamente en las formaciones carbonatadas del Aptiense y más concretamente en la llamada «caliza de Toucasia». Adoptan predominantemente morfologías irregulares, más o menos masivas y lenticulares. Estas mineralizaciones tienen clara tendencia a alinearse en la dirección de las fracturas longitudinales, es decir, las NO-SE.,

con las que las une indudable relación. Los minerales explotados son carbonatos y óxidos procedentes de éstas. Los contenidos en hierro oscilan entre 35 y 40 por 100 en las siderosas, y entre el 50 y 60 por 100 en los óxidos. Los minerales carbonatados, antes de su venta, sufren una operación de calcinado que sube su ley por encima del 50 por 100.

Aun aceptando que todas las explotaciones de hierro de la zona tienen un mismo origen genético y obedecen a los mismos factores estructurales, se puede establecer una división atendiendo a su posición geográfica.

#### *Zona Gallarta-Bodovalle*

Se refiere a las minas existentes en las calizas aflorantes y ocultas que se sitúan entre Ortuella y el Crucero. Aquí se encuentran las explotaciones de AGRUMINSA y otras de menor importancia. Esta parte del criadero arma en las calizas de *Toucasia* y está regido estructuralmente por líneas de fractura longitudinales de dirección aproximada N. 60° O.

Casi la totalidad del mineral extraído es carbonato, y sólo una pequeña parte es óxido del tipo «rubio».

El límite N. del criadero lo constituye la falla conocida por el nombre de «Concha 3.ª».

Entre ésta y la línea de fractura más al Sur, que marcan las fallas «Norte» y «San Miguel», el terreno en superficie está constituido por margas grises que recubren a las calizas. Efectivamente, al SE. de Gallarta ha bastado con desmontar las margas para tener acceso a las calizas mineralizadas, pero luego, las calizas, hacia el NO., van sumergiéndose más y más, como han demostrado los sondeos realizados en la zona. Este espacio, comprendido entre las dos líneas de falla, es conocido por el nombre de Bodovalle y constituye la zona de reserva con que cuentan las minas de esta parte.

A lo largo de la falla «Concha 3.ª» aparece un dique de roca diabásica, y también, en Pucheta, se ha señalado el paso de un dique dolerítico.

Para dar una idea de la magnitud de las minas de esta zona, señalemos que la producción actual todavía se mantiene en cifras próximas al millón de toneladas de mineral de hierro, entre óxidos y carbonatos.

#### *Zona de «La Arboleda»*

Ha sido una zona de extraordinaria riqueza en otro tiempo. La magnitud de las excavaciones, el cambio tremendo de paisaje realizado en este paraje y la cantidad y volumen de las escombreras que existen por todas partes así parece confirmarlo.

La parte famosa del criadero en esta zona fue la comprendida entre dos fallas N. 40°-50° O., algo convergentes hacia el SE. La situada más al N., falla «Principal», pasa al S. de la Reineta y del pico Bitarracho. Es bastante



vertical, buzando al SO. El otro límite es la falla de «la Mame», que pasa por la Arboleda de Arnábal.

Entre estas dos se sitúa otro par, también de dirección NO.-SE., y convergente hacia el SE. Son las llamadas Orconera V y Orconera IV, porque en ellas se alojan las explotaciones de estos nombres.

Pocos centenares de metros al SO. de esta zona hay otra corrida caliza de posición incierta, siguiendo la dirección NO.-SE., en la que también hubo explotaciones de cierta importancia. Actualmente en esta zona hay nula o casi nula actividad.

### *Zona SE. de Bilbao.*

Esta parte del criadero, por el volumen y riqueza de sus explotaciones, es la más importante después de la zona de Gallarta-Bodovalle.

Las minas de «La Abandonada», «Julia», «Malaespera», «Josefa», «San Luis», en conjunto, superan las 300.000 Tm. anuales de producción.

La estructura fundamental que afecta al criadero es un pequeño anticlinal de dirección NO.-SE. situado como accidente secundario en el flanco N. del gran anticlinal de Bilbao.

Estos repliegues secundarios suelen ir acompañados de gran número de fracturas, longitudinales sobre todo. Efectivamente, en las minas de La Abandonada y Malaespera se aprecia que explotan una mineralización íntimamente ligada a una falla longitudinal que las atraviesa. También la mina «Julia» se beneficia de la influencia de esta falla o de otras de la misma familia.

El yacimiento, hacia el SE., se ve interrumpido por una falla transversal conocida por el nombre de falla de la Isla, que desplaza hacia el NE. las calizas mineralizadas. Algo más al SE. se aprecia que las explotaciones (Montefuerte) se terminan contra otra falla NO.-SE. que, al perder las calizas, se manifiesta como un filón de cuarzo.

El flanco norte es mucho más pobre. Sólo las minas «Hematites» y «San Francisco» han tenido alguna importancia.

### *Zona de Galdames*

Esta zona se halla situada en el flanco S. del gran anticlinal de Bilbao. Consiste en un extenso afloramiento de caliza de *Toucasia*, muy fracturado, y con dirección aproximada N. 40°-45° O.

Las fracturas longitudinales siguen la misma dirección de las capas, mientras que las transversales se sitúan entre N. 60° E. y N. 80° E. Las calizas, mantenidas casi horizontales por las fallas longitudinales en la parte NO., van inclinándose cada vez más hacia el SE. a causa de las fallas transversales, con lo que el afloramiento va perdiendo en extensión superficial.

Los yacimientos de esta zona pueden clasificarse en un tipo peculiar, considerado como relleno de fractura o filoniano.

Las leyes de los minerales de estas minas han sido las más altas de Vizcaya, la «vena» tiene de 50 a 60 por 100 de ley de Fe, ganga poco importante y escaso contenido en azufre y fósforo. El «campanil», entre 48 y 58 por 100 de Fe, escasa ganga calcárea y pocas impurezas.

En los últimos años las producciones de la zona son muy pequeñas.

#### *Zona de Alén-Mercadillo*

Esta zona empieza en la parte más O. de la Hoja de Bilbao, pero la parte que realmente ha sido importante está ya en la Hoja de Valmaseda, por lo que no se describe en esta Memoria.

#### *Zona de Sopuerta*

Como mineralizaciones principales de esta zona pueden señalarse las de las minas «Safo», «Paca» y «Catalina», «Ramón» y las chirteras de «Caduca». Las fallas relacionadas con estas mineralizaciones tienen también dirección noroeste-sureste.

Existen cuatro principales que, jugando como teclas de piano, condicionan la aparición y desaparición de calizas y mineralizaciones filonianas y meta-somáticas.

En la actualidad, parada la producción de carbonatos, la de óxidos es casi simbólica.

La mayor parte de las explotaciones consideradas se realizan a cielo abierto, empleándose el método de cámaras y pilares cuando se trata de minería subterránea.

En cuanto a reservas de mineral de hierro de los yacimientos de la Hoja existen ciertas divergencias de criterio, según se desprende de las fuentes consultadas, pero, al parecer, unas cifras que no deben estar muy lejos de las reales dentro del concepto de «cubicación segura» son las siguientes:

	Tm.
Bodovalle-La Arboleda ... ..	32.000.000
Bilbao ... ..	8.000.000
Sopuerta ... ..	9.000.000
Otras ... ..	5.000.000

## 5.2 CANTERAS

La actividad extractiva de rocas industriales es muy intensa, destacando,

tanto por número de canteras como por volumen de producción, las explotaciones de caliza.

A continuación se expone de manera somera un resumen de los distintos materiales extraídos en esta Hoja.

*Arcillas.* Es el material que menos volumen de producción alcanza. Las cerámicas, situadas a pie de cantera, están localizadas en los municipios de Valmaseda, Sondica y Zamudio.

En todos los casos son arcillas de edad cretácica.

Los productos obtenidos son: ladrillos, bovedillas y refractarios.

*Areniscas.* Las explotaciones de estas rocas están localizadas en el Cretácico y Eoceno. Son canteras a cielo abierto, que se concentran en zonas al NE. y S. de Bilbao. Hay numerosas canteras abandonadas.

Aunque la mayor parte del volumen extraído se utiliza en los hornos de fundición como arenas de moldeo y refractarios, también se emplean como abrasivos, vidrio, áridos y piedra de construcción.

*Caliza.* Es la roca más explotada en la Hoja, siendo la zona de máxima concentración de explotaciones la determinada por una recta que une Gallarta y Arrigorriaga, siempre en terrenos del Cretácico Inferior.

Las aplicaciones industriales son diversas: cementos y cales, áridos, fundentes y piedra de construcción.

Además de estas canteras propiamente dichas, se aprovecha la caliza de las escombreras de las minas de hierro para áridos.

*Margas.* Son poco numerosas las canteras que benefician esta roca, aunque debido a su utilización en la industria del cemento, el volumen extraído es alto.

Los yacimientos son niveles del Cretácico Inferior y están localizadas las explotaciones en las zonas de Sestao y Arrigorriaga.

## 6 HIDROGEOLOGIA

Debido a la falta de características destacadas de acuíferos de los terrenos que forman el paquete estratigráfico, consideramos escasas las posibilidades de captación de caudales importantes de aguas subterráneas.

En el gran anticlinal que cruza la Hoja, podrían tener interés algunos niveles de areniscas del Barremiense ( $C_{w14}$ ), en los cuales, sin embargo, el contenido irregular del componente arcilloso hace problemática una continuidad lateral con suficiente porosidad.

Mayores posibilidades de acuífero parecen corresponder a las «calizas de Toucasia» del Bedouliense ( $C_{15}^1$ ). Aunque esta formación forma un horizonte continuo, posee un espesor variable que oscila entre 30 y 150 metros, encontrándose afectada por un gran número de fallas. Todo esto hace bastante difícil la localización de zonas idóneas para la captación de aguas sub-



terráneas en este horizonte. De todas maneras una posible zona favorable debería limitarse a una faja estrecha del borde NE. del gran anticlinal, ya que más al Norte la caliza alcanza profundidades económicamente inaccesibles. Además, allí donde las calizas pueden encontrarse a pequeña profundidad, la violencia de la tectónica y los pliegues, a veces volcados, hacen bastante difícil la investigación. Quizá presente un aspecto más favorable el flanco sur, por la estructura más suave, sobre todo en el valle de Sopuerta.

Otros niveles acuíferos podrían encontrarse en la formación de las areniscas del Albiense-Cenomaniense (C<sub>16-21</sub>), pero, aparte de que la irregularidad del contenido arcilloso puede influir negativamente en la permeabilidad, un factor negativo lo constituye la propia situación geológica, ya que se trata de una faja estrecha, con capas a veces casi subverticales (sector NE.) y de un afloramiento monoclinal (esquina SO. de la Hoja) que continúa buzando al suroeste en las Hojas lindantes, hasta el eje del sinclinal de Valmaseda.

En su conjunto, los terrenos que cubren la Hoja son en su mayoría de carácter impermeable, lo que produce una casi total transformación de las aguas de precipitación atmosférica en aguas de escorrentía. Dada la alta pluviosidad durante el año, y teniendo en cuenta lo accidentado de la topografía, podría pensarse en su almacenaje y canalización a fin de proveer los núcleos urbanos, sobre todo durante el estiaje.

## 7 METALOGENIA

La región vasco-cantábrica puede considerarse como una pequeña provincia metalogénica, o más exactamente «distrito metalogénico», caracterizado fundamentalmente por mineralizaciones de Fe y Zn, situadas durante el ciclo alpino.

La zona occidental, área de Torrelavega, se destaca por sus yacimientos de blenda, y hacia el oriente se pasa, tras una franja piritosa, al predominio en los yacimientos de carbonato de hierro, más o menos oxidados.

El metalotecto principal, litológico-estratigráfico, es siempre el mismo: las rocas carbonatadas de edad aptiense.

La morfología predominante en estos criaderos es la estratiforme, aunque también existen las de relleno de fracturas.

Su génesis no está inequívocamente establecida y se han propuesto hipótesis que van desde la hidrotermal ascendente, con procesos de metasomatismo, hasta la claramente sedimentaria.

Respecto a las mineralizaciones ferríferas de la Hoja de Bilbao, puede decirse que la paragénesis primaria más frecuente está constituida casi exclusivamente por siderosa, ankerita, cuarzo y pirita. Los procesos supergénicos subsiguientes convirtieron enormes cantidades de carbonato de hierro en óxidos de este metal, enriqueciendo el criadero en este elemento y

dando lugar a uno de los yacimientos más famosos del mundo por la cantidad y calidad de sus minerales, así como por sus peculiares características metalogénicas.

Como ya se ha señalado, los yacimientos se presentan con morfologías irregulares, más o menos masivas y lenticulares. Tienen clara tendencia a alinearse en la dirección de las fracturas longitudinales, es decir, las NO.-SE., con las que se encuentran indudablemente ligadas. En consecuencia, puede añadirse un metalotecto de carácter estructural al ya reseñado litológico-estratigráfico.

## 8 BIBLIOGRAFIA

- ADAN DE YARZA, R. (1892).—«Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya». *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 193 p., 18 figs., 1 mapa geológico 1:400.000.
- ALASTRUE, E.; ALMELA, A.; DUPUY DE LOME, E.; LLOPIS LLADO, N.; MARTINEZ PEÑA, L.; QUINTERO AMADOR, L.; RIOS, J. M.; SANCHEZ LOZANO, R., y TRIGUEROS MOLINA, E. (1956).—«El Cretáceo en España». *Mem. Inst. Geol. y Min. de España*, t. 47, et XX Congreso Geológico Internacional (México, 1956). «El sistema cretácico», t. I, 1959, 52 figs., pp. 321-523.
- ALMELA, A., RIOS, J. M., y GARRIDO, J. (1945).—«Un estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander». *Bol. del Inst. Geol. y Min. de España*, t. 58, pp. 45-228, 42 figs., 2 pl., 1 mapa a 1:100.000.
- CAREZ, L. (1881).—«Etude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne». *These Fac. Sciences*, 327 pp., París.
- CIRY, R. (1940).—«Etude géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander». *Soc. Hist. Nat.*, t. 74, Toulouse.
- CIRY, R.; RAT, P.; MANGIN, J. P.; FEUILLEE, P.; AMIOT, M.; COLCHEN, M., y DELANCE, J. H. (1967).—«Compte-rendu de la Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France en Espagne: Des Pyrénées aux Asturies». *C. R. Som. Soc. Géol. France*, n.º 9, pp. 389-444, 17 figs., 1 carte.
- COLLETE, C. (1884).—«Reconocimiento geológico del Señorío de Vizcaya, hecho de orden de la Diputación general». En: d'Archiac A.: *Histoire des progrès de la Géologie*, 1850-1860, París.
- CUVILLER, J., y SACAL, V. (1951).—«Corrélations stratigraphiques par microfacies en Aquitaine occidentale». Brill, Leiden, y 1961 (en inglés).
- ESQUEVIN, J.; FOURNIE, D., y DE LESTAÑO, J. (1971).—«Les séries de l'Aptien et de l'Albien des régions nord-pyrénéennes et du sud-Aquitain (France-Sud)». *Bull. Centre Recherches Pau*, S. N. P. A. (5/1), pp. 87-151, 17 figs., 4 tabs., 12 pls.
- FEUILLEE, P. (1967).—«Les Cénomaniens des Pyrénées basques aux Asturies».

- Thèse Doct. Etat, *Dijon et Mém. Soc. Géol. France*, nouv. sér., n.º 108, 343 p., 96 figs., 16 pls.
- FEUILLEE, P., y RAT, P. (1963).—«Los Foraminíferos del «flysch de bolas» (Cenomaniense Superior) entre Espinosa y Alsua (España)». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, 1 Trim., n.º 69, pp. 251-254, Madrid.
- (1971).—«Structures et paléogéographies pyrénéo-cantabriques». In *Histoire structurale du Golfe de Gascogne*, éd. Technip., París, 48 p., 12 figs.
- HERM, D. (1963).—«Mikropaläontologisch-stratigraphische Untersuchungen im Kreideflysch zwischen Deva und Zumaya (Prov. Guipúzcoa, Nordspanien)». *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, vol. 115, n.º 1, pp. 277-346, 16 figs., 2 tabs.
- IGME (1971).—«Mapa Geológico de España 1:200.000, síntesis de la cartografía existente». Bilbao. *Dept. public. IGME*, Madrid.
- (1973).—«Hoja n.º 62 (22-05), Durango. Autores: R. Pignatelli y J. A. Espejo. Mapa Geológico de España 1:50.000». *Serv. Publ. Min. Industria*, Madrid.
- «Hoja n.º 37 (21-04), Algorta. Autor: J. A. Espejo. Mapa Geológico de España 1:50.000». (*En curso de publicación.*)
- JORGE, E. (1935).—«Conferencia». En *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería* (8 julio).
- (1942).—«Accidentes tectónicos en Sopuerta». *Not. y Com. Inst. Geol. y Min.*, n.º 9.
- KARRENBERG, H. (1946).—«La evolución postvarisca de la cordillera cántabro-astúrica». *Publ. extranjeras*, C. S. I. C., vol. III. Traducción de J. G. Larena, del original alemán, de 1934.
- KOPP, K. O. (1963).—«Über Facies und Tektonik der Kreide im Westen der Pyrenäen». *Geol. Rundschau*, vol. 53, n.º 2, pp. 821-847, 10 figs., 1 pl.
- LAMARE, P. (1928).—«Sur la stratigraphie du Crétacé des Pyrénées navarraises». *B. S. G. F.*, 4 ser., t. 28, pp. 93-98.
- (1931).—«Les éléments structuraux des Pyrénées basques d'Espagne. Essai de synthèse tectonique». *B. S. G. F.*, 5 ser., t. 1, pp. 95-130.
- (1936).—«Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne». *Mém. S. G. F.*, n. s., t. XII, n.º 27, 465 p., 305 figs., 7 pls., 1 mapa geológico.
- (1950).—«La structure géologique des Pyrénées basques». *Actas del Primer Congreso Internacional de pireneístas del Instituto de Estudios Pirenaicos*, 44 p., 1 mapa estructural, San Sebastián.
- LOTZE, F.—«Mapa inédito, escala 1:200.000. Compañía Petrolífera Ibérica, Sociedad Anónima».
- MAGNIEZ, F. (1972).—«Spiroplectamminoides, n. g. de Foraminifères des formations para-urgoniennes cantabriques (Espagne)». *Revista Española de Micropaleontología*, Número extraordinario XXX Aniversario E. N. Adaro, pp. 179-198.

- MAGNIEZ, F., y RAT, P. (1972).—«Les foraminifères des formations à Spongiaires et Tritaxia dans l'Aptien-Albien Cantabrique (Espagne)». *Revista Española de Micropaleontología*, Número extraordinario XXX Aniversario E. N. Adaro, pp. 159-178.
- MENGAUD, L. (1920).—«Recherche géologiques dans la région cantabrique. Thèse Doct. Etat, Paris». *Vve Bonnet Impr.*, Toulouse, 370 p., 87 figs., 18 pls., 1 carte structurale au 1/500.000°, 1 carte géol. au 1/200.000°.
- NELSON, F.; BROWN, C. WM., y BRINEMAN, J. H. (1962).—«Skeletal limestone classification». *A. A. P. G., Memoir 1*, Classification of Carbonate rocks, pág. 224, Tulsa, Oklahoma.
- ORTIZ RAMOS, A. (1969).—«El criadero de Bilbao. Tectónica general, factores que lo gobiernan: estructural y genético». *Industria Minera*, n.º 106, Madrid.
- PERCONIG, E. (1967).—«Contribución de la micropaleontología al conocimiento de los yacimientos de hierro de Bilbao». *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España*, n.º 97-98, pp. 181-288, Madrid.
- (1969).—«Geología estratigráfica de la zona minera de Bilbao». *Industria Minera*, n.º 105, Madrid.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1971).—«Bioestratigrafía y microfácies del Jurásico y Cretácico del norte de España (Región Cantábrica)». *Mem. Inst. Geol. y Minero de España*, t. 78, 3 vols., 357 p., 50 figs., 19 tabs., 138 pls.
- RAT, P. (1959 a).—«Les pays crétacés basco-cantabriques (Espagne)». Thèse Doct. Etat. *Dijon (1957)*, et *Publ. Univ. Dijon*, t. XVIII, 525 p., 68 figs., 9 pls., 1 carte géol. au 1/200.000°.
- (1959 b).—«Les milieux urgoniens cantabriques». *Bull. Soc. Géol. France*, 7ème sér., t. I, pp. 378-384, 2 figs.
- RIOS, J. M. (1948).—«Estudio geológico de la zona de criaderos de hierro de Vizcaya y Santander». *Dirección Gral. Minas y Combustibles*. Temas Profesionales, n.º 9, Madrid.
- ROTAECHE, R. M. (1926).—«Minas de Bilbao». *XIV Congreso Geológico Internacional*, Madrid.
- SAENZ GARCIA, C. (1940).—«Notas acerca de la estratigrafía de la parte occidental del país vasco y NE. de la provincia de Burgos». *Las Ciencias*, t. 5, pp. 53-67.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1952).—«Las erupciones y las rocas volcánicas de las Vascongadas». *Munibe*, fascículos 2-3.
- SCHNEIDERHOHN, H. (1958).—«Die Erzlagerstätten». *Kurzvorlesungen*, 3.º ed., Jena.
- SCHROEDER, R. (1962).—«Orbitolinen des Cenomans Süd-westeuropas». *Paläont. Zeitschr.*, 36, 3/4, pp. 171-202, Stuttgart.
- (1963 a).—«Palorbitolina, ein neues Subgenus der Gattung Orbitolina». *N. Jb. Geol. Paläont.*, Abh., 117, pp. 346-359, Stuttgart.
- (1963 b).—«Grundlagen einer Orbitoliniden Biostratigraphie des tieferen

- Urgons im pyrenaisch-Kantabrischen Grenzgebiet (Nordspanien)». *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, 6, pp. 320-326, Stuttgart.
- URRUTIA, J. M. (1948).—«Estudio industrial del criadero de hierro de Vizcaya». *Boletín Minero e Industrial*, Bilbao, enero.
- URRUTIA, R. (1919).—«Estudio geológico estratigráfico acerca de los criaderos de Fe de los valles de Sopuerta y Galdames». *Revista Minera*, Madrid, mayo.
- VALLE DE LERSUNDI, A. (1943).—«Estudios previos necesarios para emprender el reconocimiento en profundidad de las zonas con mineral de hierro de Vizcaya». *Not. y Com.*, n.º 20.
- VERNEUIL, E. (1852).—«Del terreno Cretáceo en España». *Revista Minera*, t. III, Madrid.
- VERNEUIL, E., y COLLOMB, E. (1852).—«Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne». *B. S. G. F.*, 2.ª serie, t. X, París.
- VERNEUIL de, E.; COLLOMB, E., y TRIGER (1860).—«Note sur une partie du Pays basque espagnol». *B. S. G. F.*, 2 ser., t. XVII, pp. 333-372, París.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA