

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

EXPLICACION

DE LA

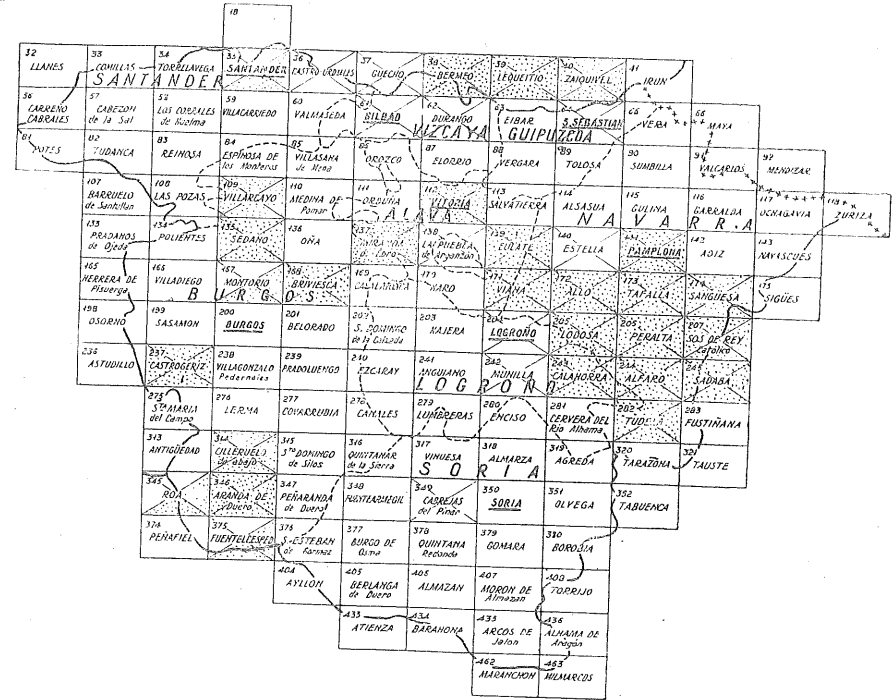
HOJA N.º 40

JAIZQUIVEL

(GUIPÚZCOA)




MADRID
TIP.-LIT. COLLAUT
MANTUANO, 49
1951

SEGUNDA REGIÓN GEOLÓGICA
SITUACIÓN DE LA HOJA DE JAIZQUIVEL, NÚMERO 40 (*)



Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por el Ingeniero de Minas D. JOAQUÍN MENDIZÁBAL, con la colaboración de D. JOAQUÍN GÓMEZ DE LLARENA.

El Instituto Geológico y Minero de España hace presente que las opiniones y nechos consignados en sus Publicaciones son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.

 Publicada  En prensa  En campo

PERSONAL DE LA SEGUNDA REGIÓN GEOLÓGICA:

Jefe D. Joaquín Mendizábal y Gortázar.
Subjefe D. Antonio Comba Sigüenza.
Ingeniero D. Luis Barrón del Real.
Ingeniero D. José María Ríos García.
Ingeniero D. J. Antonio Comba y Ezquerria.
Ayudante D. Emilio Porrás Rivilla.

(*) En el texto de esta Memoria aparece la palabra Jaizquibel escrita con *b*, debido a su etimología. En el título de la Memoria y en el de la Hoja conservamos la que figura en el mapa del Instituto Geográfico y Catastral, escrita con *v*.

(La Junta de Publicaciones).

ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
I. Bibliografía	5
II. Historia de los conocimientos sobre la geología de la Hoja	7
III. Geografía física	11
IV. Estratigrafía	15
V. Paleontología	19
VI. Tectónica	25
VII. Hidrología	27
VIII. Los macifios numulíticos como materiales de construcción	29

I

BIBLIOGRAFÍA

1. ADÁN DE YARZA (R.): «Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa».—Mem. Com. Mapa Geológico de España. 1884.
2. — «Provincia de Guipúzcoa. Geología agrícola».—San Sebastián, 1900.
3. AGUIRRE (J. M.): «El Puerto de Pasajes».—Pasajes, 1942.
4. AZPEITIA (F.): «Datos para el estudio paleontológico del flysch de la costa cantábrica y de algunos otros puntos de España».—Bol. I. G. M. España. Madrid, 1932.
5. COLOM (G.): «Los microforaminíferos fósiles y su utilidad en geología estratigráfica».—Bol. I. G. M. España. 1948.
6. DUFRENOY (H.): «Des caractères particuliers du terrain de craie sur la pente méridionale des Pyrénées».—Ann. des Mines. París, 1832.
7. GÓMEZ DE LLARENA (J.): «Revisión de algunos datos paleontológicos del flysch cretáceo y numulítico de Guipúzcoa».—Notas y Com. I. G. M., n.º 15. Madrid, 1946.
8. — «Las rocas de los alrededores de Pasajes, utilizables en las obras del puerto».—Informe presentado a la Junta de Obras del Puerto de Pasajes. 1947.
9. KINDELAN (V.): «El cretáceo y el eoceno de Guipúzcoa».—Boletín I. G. de España. 1919.
10. LAMARE (P.): «Recherches géologiques dans les Pyrénées basques de l'Espagne».—París, 1936.
11. LAPPARENT (J.): «Les calcaires à globigerines du crétacé supérieur et des couches de passage à l'eocène dans les Pyrénées occidentales».—París, 1924.

12. MAESTRE (A.): «Reseña geológica de las provincias Vascongadas». Bol. Mapa Geol. España. 1876.
13. MENDIZÁBAL (J.): «Deslinde del eoceno en la provincia de Guipúzcoa».—Bol. I. G. M. 1923.
14. — «Fisiografía. Contribución al estudio geomorfológico del País Vascongado».—Homenaje a D. Julio Urquijo. Número especial del Bol. de la Real Soc. Vascongada de los Amigos del País.
15. QUATREFAGES (H.): «Note sur la *Scolithia prisca*, annelide fossile de la craie».—París, 1849.
16. RUIZ DE GAONA (M.): «La fauna principalmente numulítica de la serie terciaria guipuzcoana».—Estudios Geológicos, n.º 9. Madrid, 1948.
17. STUART MENTEATH (P. W.): «Sur la géologie des Pyrénées de la Navarre, du Guipuzcoa et du Labourd».—Bull. Soc. Géol. de France. 1880-1881.
18. — «Sur le flysch de Biarritz et de Saint Sebastien».—C. R. Somm. Soc. Géol. France. 1894.
19. — «Sur l'Eocène des Pyrénées occidentales».—Bull. Soc. Géol. France. 1894.
20. VERNEUIL, COLLOMB, TRIGER: «Note sur une partie du pays basque espagnol».—Bull. Soc. Géol. de France. 1860.

II

HISTORIA DE LOS CONOCIMIENTOS SOBRE LA GEOLOGÍA DE LA HOJA

Inspirándose en el mapa geológico de Europa de A. Boué, editado en el año 1827, H. Berghaus publica en 1845 uno de los primeros mapas geológicos de España, en el cual, todavía conforme a las ideas wernerianas, señala la mitad oriental de la provincia de Guipúzcoa en la «formación primitiva y de transición» y la occidental, separada por una línea definida de aquélla, en la «formación secundaria».

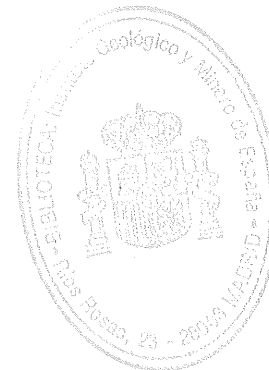
En 1832, H. Dufrenoy considera que la mayor parte de la provincia se halla comprendida en la formación cretácea.

En 1849, H. de Quatrefages encuentra las impresiones fósiles de las rocas hojosas de la bahía de San Sebastián, y descubre con minuciosidad la que él, llamándola *Scolithia prisca*, supone un anélido. Para el autor, que acepta la atribución de Dufrenoy, estas rocas pertenecen a la «gran formación cretácea de los Pirineos».

En 1860, Verneuil, Collomb y Triger publican un mapa de la región por ellos recorrida, que abarca la de Villarcayo (Burgos) hasta Pamplona. Del texto de su estudio se deduce que el itinerario de estos autores no alcanza la costa, la cual sigue indiferenciada dentro de la gran mancha cretácea; en cambio se bosquejan las manchas de otros terrenos en el interior, que reducen la monótona extensión dada por Dufrenoy al cretáceo.

Maestre en 1876, en su mapa general de las provincias vascongadas, y Adán de Yarza en 1884, en su mapa especial de Guipúzcoa, siguen considerando como cretácea la costa toda de la región vascongada.

El primero en reconocer su especial carácter litológico es P. W. Stuart Menteath, en 1880. Distingue en el litoral guipuzcoano las are-



III

GEOGRAFÍA FÍSICA

La Hoja 40 comprende sólo una superficie de poco más de 12 kilómetros cuadrados y forma la parte de la costa guipuzcoana más importante, ya que en ella se abre la boca de la ría de Pasajes. Constituye el segmento medio de la cadena litoral (fig. 1), cuya cumbre Jaizquibel (543,08 m.) está situada dentro de ella, en el ángulo SE. El rumbo orográfico de esta cadena aparece aquí orientado de NE. a SO. La estructura geológica de estratos alternantes duros y blandos, inclinados uniformemente hacia el mar con un buzamiento medio de 60 grados, impone el sello morfológico al terreno. Se destaca la loma del Jaizquibel con dos vertientes disimétricas (fig. 2); la menos inclinada y más extensa es la que mira al mar. Cerca de la costa, sobre todo entre la boca del puerto de Pasajes y la punta de Echeverría, los estratos levantados crean un acantilado inaccesible (figs. 3 y 4). Las vertientes aparecen así monótonas en su inclinación general, impuesta por la de los estratos, y podría hablarse de una superficie estructural. Sin embargo, en algunos puntos, como al NE. del caserío de Lete, se reconocen restos de rasas o planicies de arrasamiento de origen subaéreo (fig. 5). La alternancia de estratos duros y blandos se destaca también en las fotografías tomadas desde el aire (fig. 6). La erosión fluvial ha ido creando barrancos escarpados, muchos de los cuales alcanzan ya la división principal, pero la superficie estructural primitiva se conserva y las vertientes de aquéllos están aún poco evolucionadas.

El predominio de la superficie estructural se debe a la naturaleza del terreno, que está constituido por el flysch. Aquí también, como en cualquier otro punto donde se halla esta curiosa formación geológica, se destaca la propiedad a la que debe su nombre: el deslizamiento de grandes bloques (fig. 7) de piedra que bajan por la ladera

IV

ESTRATIGRAFÍA

La superficie comprendida por la Hoja se halla, en su casi totalidad, formada por los terrenos eocenos. Sólo en su extremo SE. se encuentran, en la base de aquéllos, las capas de transición y las calizas y margas rojas del danés. Analizaremos nuevamente cada uno de estos tramos, según su orden estratigráfico.

1. CALIZAS Y MARGAS ROSADAS DEL DANÉS

El tramo de las calizas y margas rosas señala el fin de la formación cretácea y el comienzo de la terciaria. En este segmento apenas se encuentran microfósiles (*Ananchites*), por lo demás raros en toda su extensión en Guipúzcoa. Más frecuentes son las pistas tipo «fucoides» en la cara inferior de las capas duras y una microfauna, caracterizado sobre todo por la presencia del género *Globotruncana* (antes *Rosalina*). *Globotruncana Stuarti* es la especie más típica del danés.

El tramo danés está formado por la alternancia de bancos de caliza algo compacta con otros de margas deleznales; el espesor de todos ellos es uniforme en este rincón de la Hoja y oscila entre 20 y 30 cm. (fig. 14). El espesor total del tramo en esta parte de la Hoja es de unos 200 metros.

2. PALEOCENO (CAPAS PYSBE, CAPAS DE TRANSICIÓN)

Entre las capas rojas del danés y los maciños numulíticos grises (amarillentos al meteorizarse) se intercala una serie de margas grises y calizas blancas (fig. 15) que toma un desarrollo muy desigual a lo largo de la cadena costera. A este tramo le veníamos dando el nombre de «nivel Pysbe», por haberlo reconocido por vez primera en los cortes del terreno recién hechos en el recinto de la entidad pesquera de este nombre, en Pasajes de San Juan. Éste es el tramo que J. de Lapparent distingue ya en 1924 entre el danés de Fuenterrabía y el eoceno del cabo Higuer. En la Pysbe la composición paleontológica del tramo es semejante a la de las capas rosas del danés; se observa la presencia de *Globotruncana* junto con una microfauna menos determinable. Dentro de la estratigrafía general, este tramo representa el paleoceno, probablemente inferior, ya que la parte inferior de los terrenos que le siguen, los maciños numulíticos, debe de pertenecer al ipresiense. El desigual desarrollo de este tramo en sus distintos sectores desde Fuenterrabía hasta Zumaya indica la fase de labilidad epirogénica en que se encontraba la región en la época de su formación; si bien domina la concordancia estratigráfica en casi toda su extensión, en algún punto se aprecian lagunas de sedimentación; ya uno de nosotros señala (Mendizábal, 1923) la desaparición del danés en las areniscas eocenas. En Orio (hoja 64) la laguna se manifiesta por el tramo brechoso de la base del eoceno, que contiene pequeños numulites, bajo el cual se encuentran margas rojas con cantos calizos que parecen señalar una emersión local del terreno. Esta emersión, que adquiere un grandioso desarrollo en Cataluña (fauna garumnense lacustre), se reduce aquí a estos episodios muy localizados.

Las capas de transición que se superponen a las calizas rosas del danés se pueden reconocer bien entre Fuenterrabía y el cabo Higuer. Debemos a J. de Lapparent su detenido estudio estratigráfico y genético; este autor las ha observado en los acantilados de la carretera del faro de Higuer y luego a lo largo de la carretera de Lezo a Pasajes. Caminando desde Fuenterrabía por la carretera al faro, se ve que a las calizas rosas del danés se superpone una serie de calizas blancas margosas que alternan con lechos de otras más compactas; el espesor de cada banco o lecho oscila entre 15 y 20 centímetros. El análisis micrográfico de estas margas y calizas descubre una rica fauna de foraminíferos: globigerínidos, textuláridos, rotálidos, miliólidos; además radiolarios, briozoos, restos de equinodermos y algas calizas.

El tramo de las capas de transición se distingue del danés porque en aquél domina el color gris o blanco de las capas, en tanto que en esta última es característico su color rojizo.

3. EL FLYSCH NUMULÍTICO

La serie de las capas de transición se termina con la intercalación, cada vez más frecuente, de bancos gruesos de arenisca caliza o maciño, en cuyo cemento aparecen ya numulites. No existen aquí los indicios de una sedimentación somera o de una emersión como en Orio, sino una sustitución gradual de facies.

Los cortes transversales de las tres series estratigráficas se muestran bien patentes lo mismo en el acantilado de la playa de Fuenterrabía que en la ría de Pasajes. En esta última, el comienzo de la serie numulítica se halla al terminar las últimas casas de San Juan. La roca que predomina en la formación numulítica es la arenisca o maciño, si bien de vez en cuando se intercalan lechos aislados o series de lechos de caliza y margas. Hacia la boca de la ría dominan las areniscas o maciños.

La composición de la roca arenisca con cemento calizo, nos hace decidirnos por darle el nombre de maciño, ya usado por los geólogos antiguos (Verneuil, Adán de Yarza, Cortázar, etc.). Está formada por granos de cuarzo cristalino, cuyo diámetro más frecuente oscila entre uno y seis milímetros, acompañados por otros elementos accidentales, como menudos fragmentos de pizarra y granos de glauconia, y además, en las variedades gruesas, por numulites, orthofragminas, bivalvos, briozoos y una microfauna en donde aparecen distintos tipos de globigerinas y textularias.

En la formación numulítica se acusa también la labilidad a que estaba sometida la región del golfo de Vizcaya. Los tramos están desigualmente desarrollados e incluso toman un carácter transgresivo; como en Biarritz, en donde la serie comienza con el luteciense, que reposa directamente sobre el cretáceo superior. En el ámbito de la Hoja 40 la formación numulítica queda limitada al tramo paleoceno, caracterizado por la fauna luteciense inferior.

La formación numulítica muestra un espesor irregular y tiene su mayor potencia en la zona de Jaizquibel, semejante a la que fuera de la Hoja alcanza en la zona de Guetaria, entre Zarauz y Zumaya. Stuart Menteath asigna 500 m. de espesor a las areniscas de la entrada de la ría de Pasajes, consideradas por él como del eoceno medio, y 150 a las capas de transición, que atribuye al eoceno inferior, esto es, al paleoceno. Por nuestra parte estimamos en 1.300 metros la potencia total de las areniscas eocenas en la sección del Jaizquibel; este

espesor se reduce a uno y otro lado del Jaizquibel alcanzando el mínimo en el monte Urgull e Isla de Santa Clara, en donde la erosión marina y terrestre ha destruido las capas superiores.

Los hondos tajos de las rías y conchas permiten ver la sucesión estratigráfica de la formación paleocena. Cabe pensar que en el sector puesto al descubierto por la ría de Pasajes debería ser fácil la distinción de niveles o tramos atendiendo a su composición paleontológica. Por el momento sólo podemos reiterar la observación de Lapparent, quien señala que la fauna numulítica se encuentra entre las últimas capas de Pasajes de San Juan y el barranco que desciende a la Cala Bursa. Es probable que aun con un estudio paleontológico detallado no se logre una distinción de tramos en la serie paleocena.

En cambio, la meteorización diferencial de las capas duras del maciño parecen ofrecer esta posibilidad. Aunque no tenemos datos exactos de su distancia estratigráfica al muro de la serie numulítica, esto es, a la caliza y margas rosas del danés, hemos visto que un tramo con típica disgregación en bola de la arenisca que lo forma, el «tramo de las bolas» (fig. 29) aparece bien definido en distintos puntos. Se observa este tramo en la isla de San Antón, en Guetaria, en la punta de Alsocoarria, entre Guetaria y Zarauz, en la carretera de Igueldo, en el Paseo Nuevo de San Sebastián, cerca del monumento a J. S. Elcano, en el monte de Miracruz y en el monte Jaizquibel. Es probable que este tramo corresponda al mismo nivel estratigráfico en todos los puntos en donde se halla, cuestión que hemos de determinar más adelante. Dentro de la Hoja 40 reconocemos con seguridad su posición estratigráfica desde el oeste de la punta de Mompás, en el Monte Ulía, hasta cerca del caserío de Lete, en la vertiente norte del monte Jaizquibel.

V

PALEONTOLOGÍA

DANÉS

En el escaso espacio que en la Hoja 40 pertenece a este terreno, sólo se encuentran en unos pequeños afloramientos de la carretera de Lezo a Gainchurizqueta, las pistas tipo *fucoides* en la cara inferior de los bancos y las *Dictyodora* (*Cancellophycus* ?) en la superior. En las margas calizas rosas se reconoce una microfauna representada por la *Globotruncana* (*Rosalina*).

PALEOCENO

Como ya antes decimos, las capas de calizas y margas grises alternantes que quedan comprendidas entre las calizas rosas del danés y los maciños numulíticos, han sido objeto de un detenido análisis petrográfico y paleontológico por parte de J. Lapparent (11). Este autor señala foraminíferos: globigerínidos, textuláridos, rotálidos, miliólidos; además radiolarios, briozoos, restos de equinoideos, algas tipo *lithothamniano*. En algunas muestras de rocas, Lapparent encuentra fragmentos de huesos de vertebrados.

Entre estas capas alternan ya en algunos puntos las areniscas de numulites, por lo que la separación entre el paleoceno y el eoceno no es fácil precisarla más que cuando dominan los maciños sobre las capas margosas y calizas.

EOCENO

En toda la extensión de la Hoja 40 no hemos encontrado hasta ahora más que algunos puntos en donde se pueda reconocer bien la fauna numulítica de los maciños. En cambio, las margas intercaladas muestran la presencia de la microfauna. La rápida meteorización de las rocas impide la conservación de los organismos de caparazón calizo, que es disuelto en seguida.

Uno de estos puntos se halla en los acantilados al NO. del caserío de Lete. La posición estratigráfica de la capa fosilífera inferior a la del «banco de las bolas» de la boca de la ría de Pasajes, nos hace ver la inmediata afinidad estratigráfica entre esta zona y la sección de la orilla derecha de la ría de Pasajes, en donde se encuentra la fauna encontrada por Stuart Menteath (19) y vuelta a descubrir por nosotros en 1944. Ruiz de Gaona señala en distintos bancos de maciño, entre las últimas casas de Pasajes de San Juan y la punta segunda pasado el Castillo de Santa Isabel, antes de la Cala Bursa (16), una abundante fauna microscópica, representada por fragmentos de crustáceos y por pequeños bivalvos (ostreidos, pectínidos), radiolas de equinodermos, briozoos. A esta fauna acompañan, esparcidos por la masa del maciño, en su cemento calizo, numulites. Stuart Menteath encuentra

Nummulites variolarius Sow.

N. Ramondi Depr.

Operculina ammonaea Leym.

que inducen a este autor a considerar a las areniscas de la ría de Pasajes como pertenecientes al eoceno medio. Ruiz de Gaona revisa estas determinaciones y encuentra en la misma formación (16):

Nummulites globulus (fig. 17), *N. Guettardi* (fig. 16).

— *subalaticus* Douv. (fig. 18).

— *exilis-subexilis* Douv.

Operculina cf. *covizaensis* Douv.

Asterodiscus stella Gümbel; *Assilina praespira* (fig. 19).

Discocyclina sp.

Alveolina cf. *melo* Futh.

— *subpyrenaica*.

La formación numulítica de la costa guipuzcoana no muestra bien desarrollada y franca la serie de tramos clásica que se establece para estos terrenos en otros lugares. La atribución precisa a un de-

terminado nivel de todo el paquete de maciños, que, como antes decimos, pasa de los 1.300 metros en Jaizquibel, se halla dificultada por el reconocimiento cada vez más manifiesto de la extensa distribución vertical que tiene la fauna. Formas que, como las *Rosalinas*, por ejemplo, se limitaban antes a determinados niveles, aparecen luego en otros distintos y aun se las halla vivientes. Este género *Rosalina* (*Globotruncana*), que J. Lapparent, en 1919, suponía limitado al cretáceo superior, lo encuentra pocos años más tarde este autor en el danés. Se reconoce así que es necesario afinar más en la distinción de caracteres no ya específicos, sino de variedad y subvariedad, para admitir la utilidad estratigráfica de estos menudos fósiles. Así, G. Colom (5) resume la serie de trabajos hechos por él y por otros especialistas en Microfauna, y llega a la distinción de varias especies de *Globotruncana*, cada una de las cuales a su vez comprende variedades. Éstas tienen una vida más limitada que las especies y permiten definir con mayor precisión los horizontes en donde se encuentran.

Esta imprecisión de niveles parece deducirse también de las consideraciones hechas por R. de Gaona (loc. cit.), quien halla también que algunos de los fósiles por él determinados tienen una distribución vertical grande dentro de la serie eocena guipuzcoana.

Del examen de toda la formación numulítica se deduce, según Ruiz de Gaona, que en la parte oriental, desde el cabo Higuer hasta Orio, parece estar representado el luteciense, en tanto que desde Orio hasta Zumaya dominan los tramos ipresienses.

LA PALEONTOLOGÍA DEL FLYSCH NUMULÍTICO DE LA HOJA 40

Los trabajos de Kindelan (9), Azpeitia (4) y Gómez de Llarena (7), han hecho ver el interés que tiene el estudio de las pistas o impresiones del paso de animales y las huellas de acciones mecánicas (oleaje, corrientes mareales), conservadas en las caras de los bancos del flysch cretáceo y numulítico de la costa guipuzcoana. Es un tema al cual se dedica una atención especial en las regiones en donde esta facies se halla bien desarrollada, como ocurre sobre todo en los Alpes suizos y austríacos. En la boca de la ría de Pasajes se encuentran buenos ejemplos de pistas de animales, conservadas tanto en las capas duras del maciño como en las blandas de las pizarras y margas intercaladas (figs. 20-23). Asimismo, se reconocen distintos tipos de huellas de origen mecánico, como, por ejemplo, en las primeras vueltas de la carretera de Pasajes de San Juan al fuerte de Guadalupe, por la loma del Jaizquibel, en donde la cara inferior de los bancos de maciño muestra una variada serie de relieves que reproducen con toda fidelidad los huecos de la cara superior del estrato blando

con el cual se hallan en contacto (figs. 24, 25). Es interesante ver que cada banco tiene su pista especial sin interferir ni estar contiguos dos de estos tipos distintos. Es indudable que cada tipo de pista corresponde a una distinta modalidad genética del estrato que se ha sedimentado en la playa numulítica. Entre los datos interesantes que aporta su estudio, las pistas producidas por la acción mecánica del agua que escurría en las playas (escorriduras) del mar eoceno, señalan una posición semejante a la actual de la línea de costa de entonces.

Remitimos al lector al trabajo antes citado, en donde se hace la revisión de varias de estas pistas.

LA METEORIZACIÓN DE LAS ROCAS DEL FLYSCH

Uno de los sitios mejores para observar los fenómenos de alteración y destrucción de las rocas numulíticas lo tenemos en la boca de la ría de Pasajes. Nos tendremos aquí en el estudio de la meteorización del maciño. La roca, compacta y dura, que forma el maciño cuando se halla inalterada, se torna blanda y deleznable si lleva algún tiempo expuesta a la intemperie. La pizarra que alterna con el maciño se disgrega y facilita el resbamiento de los bloques de aquél (fig. 7). Bajo el clima húmedo de la región, el agua atmosférica, cargada de sales y de ácido carbónico, ataca al maciño y lo disgrega, creando curiosas formas que revelan la especial estructura que la roca toma al sedimentarse o al consolidarse por la diagénesis posterior (figs. 26-28). La distinta exposición al aire marino cargado de sal, hace que la roca se altere con diversa velocidad. Un buen ejemplo lo ofrece el edificio del Kursaal, en San Sebastián, en donde una gran parte de la balastrada que mira al mar ha quedado destruída en poco tiempo, en tanto que en la fachada principal, de espaldas a aquél, sólo en algunos sillares se revela la estratificación entrecruzada de la arenisca que los constituye.

En general, la superficie de los bancos del maciño está ya meteorizada por doquier. El cemento calizo ha desaparecido y no es ya fácil hallar los numulites ni la microfauna que los acompaña. La meteorización es más profunda en el macizo del Monte Ulía que en el del Jaizquibel. Se reconoce esto mismo incluso comparando las dos orillas de la ría: en la izquierda, a pesar de hallarse protegida del viento NO. dominante, no hemos encontrado la roca fresca, como en cambio aparece a menor profundidad en la orilla derecha.

La descomposición revela a veces la disposición en lentejones del maciño, entreverándose los de grano grueso con los de grano fino; en aquéllos es frecuente hallar fauna si la roca no está meteorizada. Un

buen ejemplo de este tipo de estratificación se encuentra en los bancos detrás del castillo de Santa Isabel.

El tipo corriente de disgregación es el celular (figs. 26, 27), pero el más curioso es el «bolar», que nos ha servido para distinguir las capas en donde domina y que ofrece los mejores ejemplos en la ría de Pasajes y cerca del caserío de Lete, en Jaizquibel (figs. 29-33). En fresco, la roca de los bancos de bolas no revela los finos episodios de su génesis sedimentaria; la superficie de fractura aparece homogénea, sin apreciarse una estratificación u orientación definida de los granos de cuarzo. En cambio, sometida a la acción de la intemperie se reconoce una serie de fases de alteración: primero de observar una estratificación paralela o entrecruzada, que no descubre la estructura bolar que ha de tomar luego, pero no tarda en definirse ésta (fig. 31), aun sin haber desaparecido el cemento calizo que traba los granos de cuarzo. La causa de la formación de las bolas no se manifiesta evidente. Es probable que aun sin acusarse al principio sea debido a una modalidad especial del depósito de los sedimentos en un régimen de remolinos que dominaría durante su constitución.

La bola se define porque a su alrededor se va creando una corteza de hierro que la aísla del resto del banco y le sirve de protección (fig. 32). Es posible que la corteza sea debida a la «exudación» del hidróxido de hierro, que a partir del centro de la bola se concentra a una determinada distancia, la cual es definida por las condiciones de la sedimentación. La corteza de hierro favorece el desprendimiento de la bola y queda así un hueco esférico en su lugar (figs. 27, 30, 33). Al romperse la corteza, el interior de la bola se desmorona con rapidez y quedan dispersos los fragmentos de aquélla, que a veces semejan restos de cerámica primitiva.

VI

TECTÓNICA

En la región de la Hoja 40 los terrenos están concordantes y constituyen una serie de capas levantadas con un buzamiento monoclinal variable, pero en el que predomina el Noroeste. Desde el cabo Higuier hasta la ría de Pasajes se forma un arco que comienza con el rumbo stratigráfico NE.-SO., sigue en la cumbre del Jaizquibel con el ENE.-OSO. y termina con el Este-Oeste. Pasada la ría, en el Monte Ulía, se constituye un bonito arco alrededor de la bahía de Illurguita, en donde las capas levantadas hasta la vertical se doblan con la concavidad mirando hacia el Norte y se hunden en la punta de Mompás con un rumbo al Noroeste.

La inclinación de las capas eocenas, las cuales son concordantes con las paleocenas y danesas de su muro, indican la fuerte intensidad del empuje orogénico que las ha levantado. Desde el cabo Higuier, en donde tienen un buzamiento de 20 a 30° al NO., se yerguen hasta los 45° en el Jaizquibel, 50° en la parte occidental y 70° en la cresta acantilada entre Illurguita y Mompás.

La punta de Mompás (fig. 34) y el Monte Urgull (fig. 35) son las dos ramas del anticlinal del Urumea; el trayecto final del valle de este río se ha desarrollado en la región central de este gran anticlinal, que ha quedado así desmantelado en su zona media.

La región de la Hoja 40 es alcanzada por una de las dislocaciones de edad pirenaica que existen en el contacto entre el flysch cretáceo y el danés terciario, como se ve en el puerto de Gainchurizqueta. En cambio, en la masa de maciños y margas numulíticas que forman la zona costera, sólo se reconocen los sistemas de diaclasas propios de los terrenos sedimentarios sometidos a los fenómenos de torsión, distensión y compresión ocurridos durante los movimientos orogénicos.

Las fallas transversales con desplazamiento relativo importante de los labios no existen; es corriente la opinión de que la parte final de la ría de Pasajes, desde San Juan hasta la boca, se ha abierto merced a una falla, pero la perfecta continuidad de las capas de una a otra orilla es incompatible con un desplazamiento relativo de éstas; asimismo, tampoco cabe admitir el hundimiento de una dovela transversal a la dirección de los estratos, larga y estrecha, que en forma de fosa hubiera puesto en comunicación el mar con la depresión interior. La ría debe su origen, como ya decimos antes, a la gran diacasa original que se produjo con el movimiento tectónico en la fase de adaptación de las capas terciarias a la forma curva del perímetro del escudo paleozoico en las Peñas de Aya, e inmediatamente después a la erosión fluvial de las corrientes que desaguan la cuenca del Oyarzun y a las más pequeñas que se unen a ésta; luego, al hundimiento subsiguiente de la costa que hizo penetrar el mar en el trayecto inferior, obligando al río Oyarzun a formar su delta más atrás de donde se constituía hasta entonces. Como aquí, lo mismo que en el resto de Guipúzcoa, faltan los terrenos posteriores, no se puede precisar la edad exacta de los movimientos tectónicos que han levantado los terrenos numulíticos del litoral, los cuales son concordantes en esta parte con los paleocenos y daneses de su muro; suponemos que debe de ser la pirenaica, comprendida entre el lediense y el ludiense.

En distintos puntos cercanos a la Hoja se ve bien la intensidad del movimiento orogénico en las fallas y pequeñas cobijaduras formadas en el contacto entre distintos terrenos; en la trinchera de la carretera, en Gainchurizqueta, asoma un milonito del cretáceo inferior en contacto con las capas danesas. Por el contrario, en el ámbito de la Hoja, las capas se levantan y doblan en las áreas ya indicadas, con regularidad y sin especial diastrofismo.

VII

HIDROLOGÍA

Dada la inclinación de las capas hacia el Norte, en esta vertiente los terrenos formados por capas gruesas de areniscas, a trechos alternantes con margas, son muy adecuados para la constitución de pequeñas redes fluviales, alimentadas por los hilos de agua que brotan de los maciños. La formación de los vallejos que hienden las capas, los regatos de agua limpia que descienden desde las alturas de Jaizquibel, confirman la actividad erosiva del agua corriente. Aun en épocas secas corre el agua con relativa abundancia, como hemos podido comprobar en los últimos meses del año 1948, en los que apenas ha llovido en la provincia. Los maciños, permeables, absorben el agua que los impregna, y luego, detenida por las pizarras o margas pizarreñas, brota en los puntos en donde la erosión torrencial corta las capas. La reunión de estas pequeñas fuentes forma, poco a poco, arroyuelos de considerable caudal.

De esta pequeña cuenca del Jaizquibel se surte de agua potable la villa de Pasajes de San Juan. La captación del elemento líquido se hace no lejos de la cumbre y luego un canal lo conduce hasta el depósito, pasando por la ladera izquierda de Cala Bursa y siguiendo por la margen derecha de la ría.

LOS MACIÑOS NUMULÍTICOS COMO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN (*)

Terminamos nuestra breve exposición geológica de la Hoja 40 con algunos datos sobre el tema enunciado, el cual es de especial importancia para las obras del puerto de Pasajes.

Como es sabido, este puerto es uno de los primeros de España en movimiento de importación de las más variadas mercancías. En la inhóspita y escarpada costa norte de nuestra Península, las escasas hendiduras abiertas por las rías constituyen obligados lugares de refugio, aunque, como en este caso, tengan un acceso tan difícil por la angostura de su boca. La intensidad cada vez mayor del tráfico que circula por la ría, el aumento del tonelaje de los barcos, la necesidad de asegurarlos del naufragio, por desgracia no raro en los alrededores de su boca, han hecho que la Junta de Obras del Puerto tenga en estudio varios proyectos de ensanche de la entrada a la ría y de su protección por un largo rompeolas que la defienda de las fuertes marejadas procedentes del Noroeste. Dentro del puerto se proyectan, asimismo, diversas obras de ensanche y utilización completa de los bordes de la ría. La cantidad de material que se requiere para todas estas obras es grande. La Junta calcula en tres millones de toneladas la cantidad de piedra necesaria para la construcción del dique exterior y en trescientas mil la destinada a su conservación durante un período de cien años. Para la ampliación del interior del puerto calcula ser necesarias seiscientas mil toneladas.

(*) Agradecemos al Ingeniero Director de la Junta de Obras del Puerto de Pasajes, don José María Aguirre, la autorización para extractar aquí algunos datos del informe presentado por uno de nosotros (7) a aquella Entidad.

Especialmente, el material destinado a la construcción del dique exterior debe poseer determinadas condiciones, dado su destino, cual es el desafiar el oleaje, que tanta potencia alcanza en esta zona del golfo de Vizcaya, y resistir el ataque, no menos temible, de la acción química del agua de mar.

Del examen de los distintos materiales que se encuentran dentro del radio se deduce que el maciño numulítico, que precisamente forma los bancos en lugar próximo al futuro emplazamiento de las obras, es el que más se acerca a las condiciones exigidas.

Las rocas comprendidas dentro del círculo de los 15 Km. de radio que pudieran ser útiles para aquel fin son: el granito herciniano de las Peñas de Aya, el conglomerado permo-triásico, las ofitas del Keuper, las calizas jurásicas, las calizas urgonianas, las calizas danesas y el maciño numulítico.

El granito, roca excelente cuando se extrae de una cantera que corte a fondo el terreno, se halla aquí alterado en un gran espesor y además su yacimiento queda lejos del puerto; el conglomerado triásico, de cantos de cuarzo fuertemente trabados por cemento silíceo, es escaso y asimismo alejado; la ofita, material de calidad adecuada por su especial textura, y de la que se encuentra un afloramiento grande no lejos de Pasajes, ofrece sólo bloques de volumen inferior al requerido. La caliza jurásica se presenta en forma tabular. La urgoniana, en cambio, es de formas irregulares, pero rara vez llega a encontrarse en bloques de volumen suficiente. La danesa se fragmenta en bloques prismáticos, más pequeños aun que la caliza jurásica.

El maciño numulítico parece presentar la mayor parte de las condiciones exigidas, por lo que en su descripción nos detendremos un poco. La roca bien sana, que no haya sufrido la acción destructora de la atmósfera, posee una densidad que oscila entre 2,57 y 2,72. Al golpe, su tenacidad es grande cuando fresca, en contraste con su fácil desmoronamiento si se la toca una vez meteorizada. En nuestra región, los bancos de maciño tienen un espesor variable, pero dominan los comprendidos entre los dos y los cuatro metros. En la serie de maciños que corta la ría de Pasajes se encuentran algunos bancos de espesor excepcional. Su reconocimiento lo hemos hecho en la orilla derecha, que contrasta por la mejor conservación del material con la izquierda. Sus potencias son: Oyarrenea, un poco al norte de la punta del Mirador, 5,50 m.; Castillo de Santa Isabel, 6,75; Punta de Cala Bursa, 4; tramo de la Atalaya o de las bolas: varios bancos seguidos, de varios metros de espesor; dos de ellos alcanzan 6,50 m. (fig. 29). Las diaclasas fragmentan estos bancos gruesos de la Atalaya en bloques de varias toneladas de peso (fig. 36), lo que satisface sobradamente la condición precisa para la construcción del dique exterior.

El reconocimiento del maciño a uno y otro lado de la ría de Pasajes señala un contraste notable entre el maciño del Monte Ulía y el

del Jaizquibel. La meteorización ha penetrado mucho más intensamente los terrenos del Ulía, en donde apenas se encuentra la roca sana. En cambio, en el monte Jaizquibel, la orilla derecha de la ría de Pasajes ofrece algunos puntos con bancos de gran espesor y sin alterar.

La zona de la Atalaya, en el tramo de las bolas, es la que presenta un volumen de maciño suficiente para atender las condiciones requeridas por los proyectos de la Junta de Obras del Puerto de Pasajes. La cantidad de material sano la calculamos entre 5 y 6 millones de metros cúbicos en el trayecto comprendido entre el malecón del Arando Grande y un punto situado a un kilómetro hacia el Este, siguiendo la cresta del banco de bolas.

En la zona de la orilla izquierda de la Cala Bursa se encuentra un menor volumen de material sano, pero suficiente para alcanzar los 400.000 metros cúbicos exigidos por las «Obras de ejecución inmediata».

LA METEORIZACIÓN DEL MACIÑO

Las condiciones atmosféricas del clima húmedo y lluvioso de Guipúzcoa favorecen la rápida meteorización y destrucción de las rocas, cualquiera que sea su clase. El granito se reduce a arena, las pizarras se ablandan y se convierten en arcilla pegajosa, las calizas eliminan el carbonato cálcico y quedan reducidas a una arcilla roja o parda. La diabasa herciniana, la ofita triásica, se alteran de tal modo que en su última fase de meteorización aparece una tierra roja-amarillenta, apenas distinguible de la que resulta de la destrucción de las calizas. Sólo se conservan bien las pudingas de cantos de cuarzo y de cemento silíceo del triásico, y en grado mucho menor las del aptiense.

Los maciños eocenos, como ya decimos antes y muestran las figuras 26-33, poseen asimismo una facilidad grande a la meteorización química cuando se hallan expuestos a la intemperie. Es de interés observar la conducta de los maciños sumergidos en el mar para deducir consecuencias en relación con las obras en proyecto. Hubiera sido muy útil comparar esta conducta del maciño con la de las demás rocas de posible empleo, ninguna de las cuales se encuentra a la orilla del mar.

En general, parece que la meteorización del maciño sumergido se hace con mayor lentitud que el expuesto al aire libre (fig. 37). En los bancos sueltos, las oquedades resultantes del desprendimiento de las bolas no se hacen más grandes, sino que se conservan sin variación sensible y lo mismo ocurre en los distintos tipos de hendi-

duras. Golpeando con el martillo un bloque o canto rodado grueso caído al mar y descubierto durante la marea baja, se nota muchas veces que su cemento está inalterado. La misma resistencia a la disgregación se reconoce en las capas del maciño de la rasa normal, que aun sometidas a la constante labor erosiva del mar se mantienen frescas y sin muestras de alteración (fig. 38).

En favor de la arenisca de cemento calizo del eoceno está también la conducta mostrada hasta ahora por los bloques de este material, los cuales, arrancados a la cantera de la vertiente oeste del Mompás, van formando el espigón que actualmente se construye en la desembocadura del río Urumea. Este espigón se halla destinado a facilitar la sedimentación de la arena, con el fin de reconstituir la playa de Gros. Hasta ahora no se reconoce modificación alguna en su forma, ni cambios que pudieran ser atribuidos a la disgregación del maciño que lo constituye.

San Sebastián, febrero de 1949.

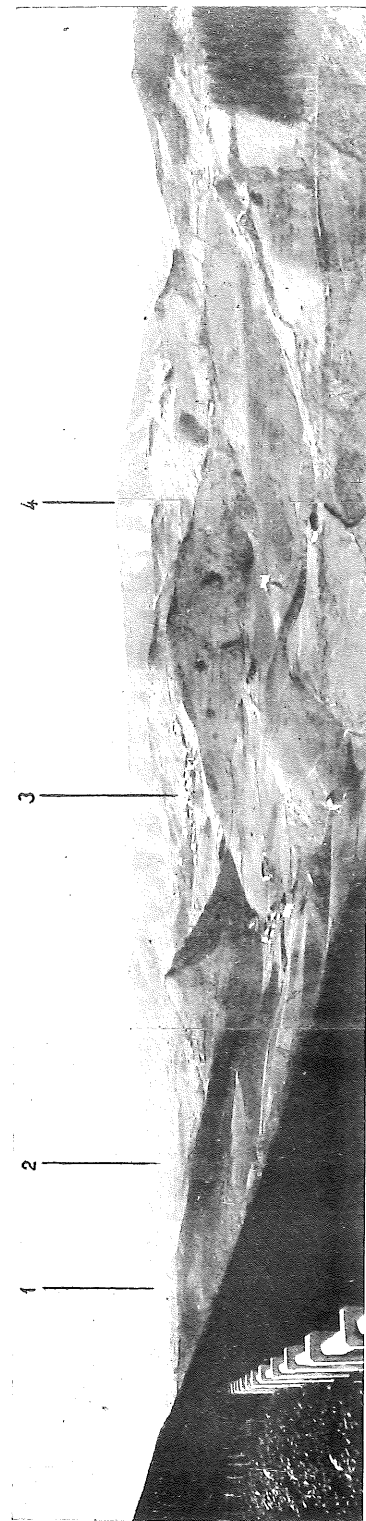


Fig. 1.— Vista general de la cadena litoral guipuzcoana en sus segmentos de Jaizquibel y Ullia, desde la carretera de Articuza; 1) Ullia (234 m.); 2) Entrada de la ría de Pasajes; 3) Oyarzun (82 m.); 4) Jaizquibel (543,08 m.).



Fig. 5.—Rasa de origen subaéreo que corta horizontalmente los estratos eocenos inclinados. Cerca del caserío de Lete.



Fot. 6. — El monte Jaizquibel y la depresión de Irún. El Este está en la parte superior de la foto. En los maciños eocenos del Jaizquibel se muestra el contraste entre las dos vertientes. En la norte las capas buzcan hacia el mar y destacan sus crestas por la erosión diferencial. La sur está formada por una loma uniforme de inclinación pronunciada. Los barrancos tallados en la vertiente norte indican la potencia erosiva de los arroyuelos formados en ella.

La depresión de Irún se halla desarrollada en los terrenos blandos del flysch senonense. Situada a poca altitud sobre su nivel de base, la erosión fluvial se reduce a disecar el terreno en sistemas de valles de proporciones reducidas.

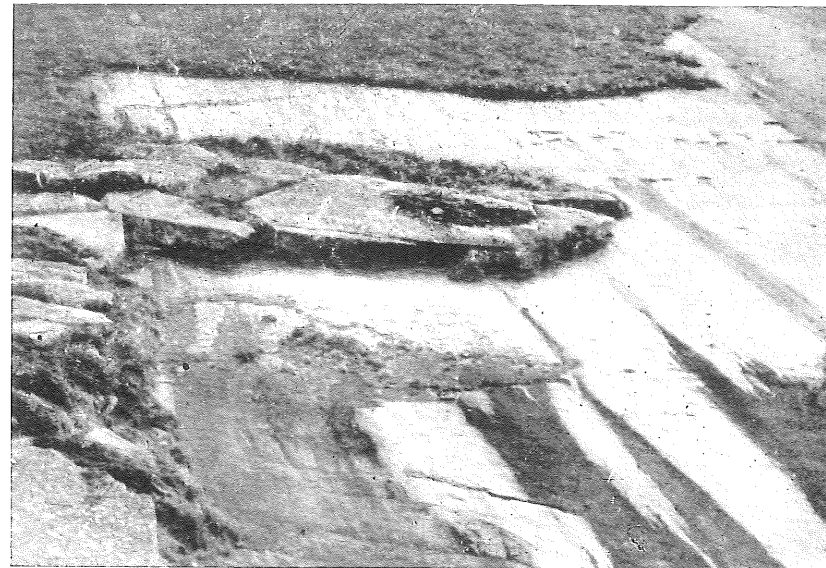


Fig. 7.—Una gran losa de flysch, de dos metros de potencia, fragmentada en bloques; está preparada para seguir deslizándose por la pendiente, como lo ha hecho ya en gran parte el resto del estrato del que formaba parte. Al pie del camino de Lete.



Fig. 8 —Los bloques caídos del estrato de flysch de la fig. 7 se amontonan al pie del acantilado, defendiéndolo por breve tiempo del ariete marino (14).

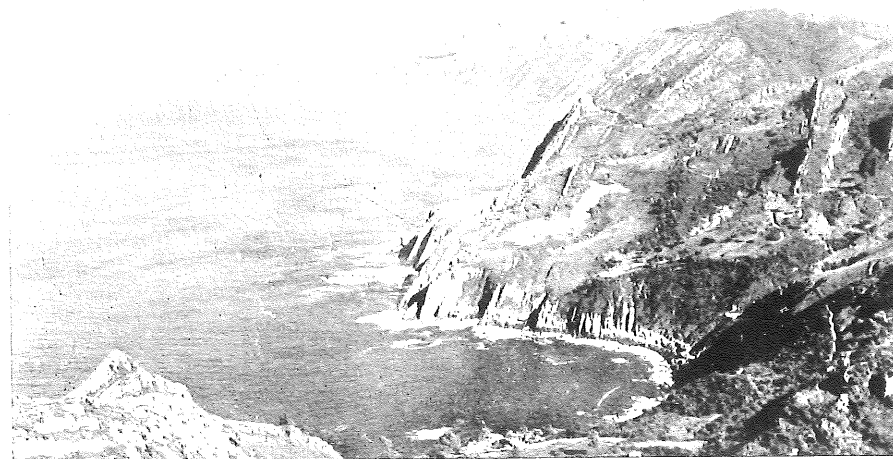


Fig. 9.—Ensenada de Illurguita, buen ejemplo de la formación de las conchas marinas. Al fondo, la cumbre del Jaizquível.

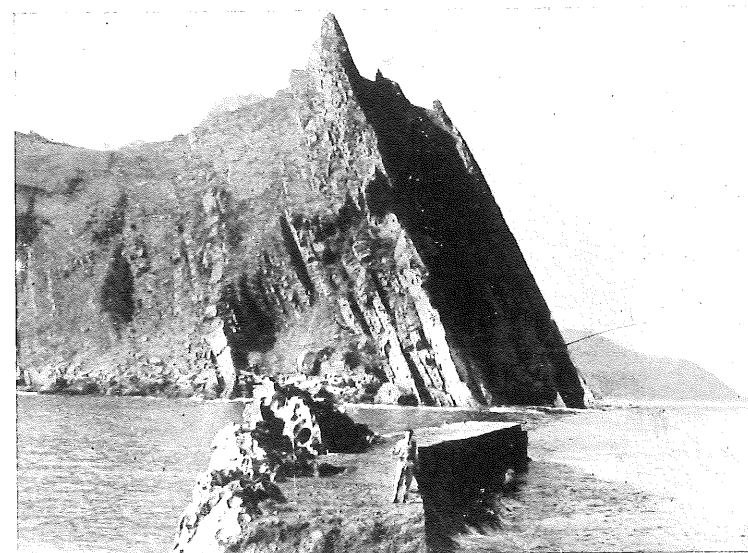


Fig. 10.—Boca de la ría de Pasajes. En primer término el dique de la margen derecha; enfrente, las capas subverticales de la margen izquierda.

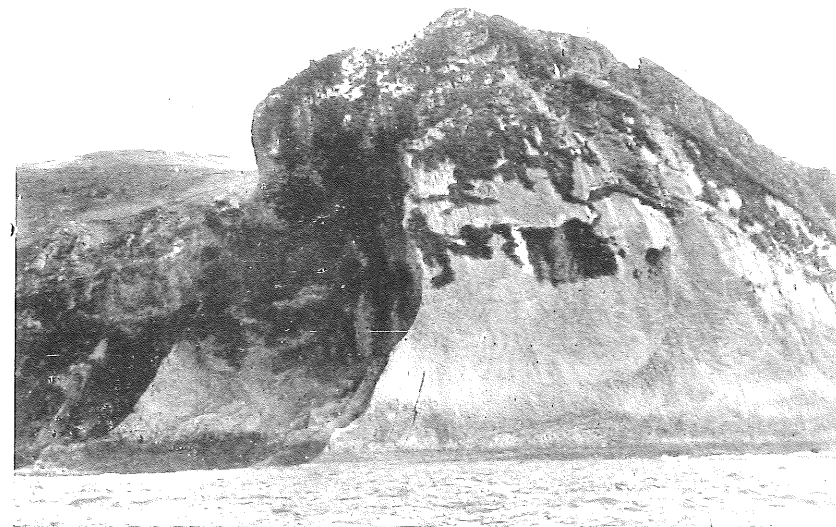


Fig. 11.—La pared casi vertical de la costa, bruscamente cortada por la boca de la ría de Pasajes. El faro exterior del puerto se alza sobre esta pared.



Fig. 12.—La ría de Pasajes, típico ejemplo de desembocadura fluvial sumergida en época reciente.



Fig. 13.—Rentería. Se halla situado en el cono de deyección del Oyarzun. La foto, tomada en la canalización reciente del último tramo del río, muestra la rapidez del enronamiento.



Fig. 14.—Caliza y marga del danés. Herrera.



Fig. 15.—Margas y calizas del paleoceno. Fuenterrabía.

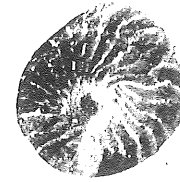


Fig. 16.—*Nummulites Guettardi*. Pasajes.

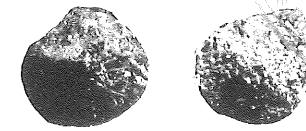


Fig. 17.—*Nummulites globulus*. Pasajes.

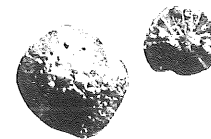


Fig. 18.—*Nummulites subatacicus*.

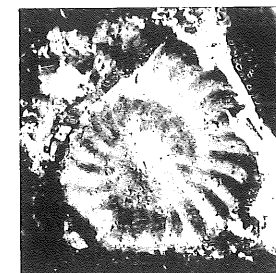


Fig. 19.—*Assilina praespira*. Pasajes.

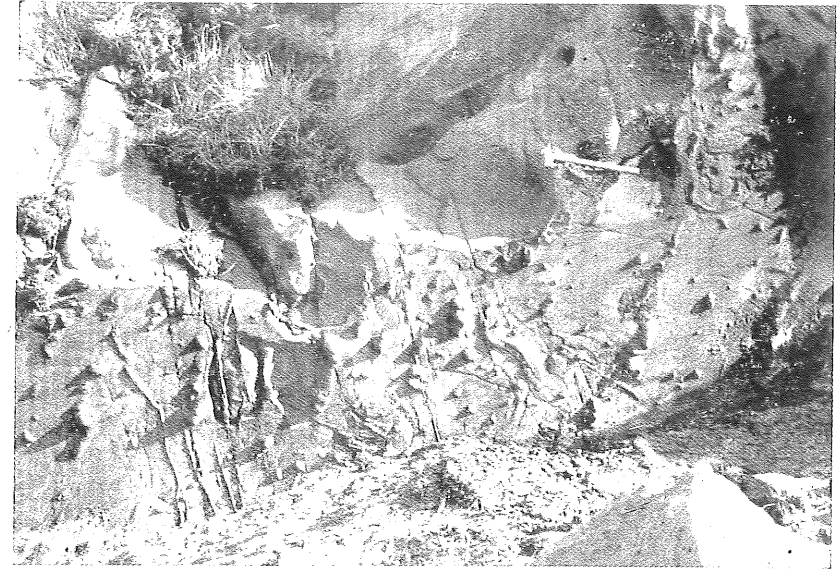


Fig. 20.—Cara inferior de un banco de maciños subvertical, mostrando los contramoldes en relieve de huecos y pistas, producidos en la cara superior del banco de margas sobre el cual se ha sedimentado. Boca de la ría de Pasajes.



Fig. 21.—Pistas del paso de un molusco gastrópodo, conservadas como contramolde en relieve en la cara inferior de un banco de maciños. Boca de la ría de Pasajes.



Fig. 22.—Pista del paso de un gastrópodo, conservada en la cara inferior de un banco de maciño. Boca de la ria de Pasajes.

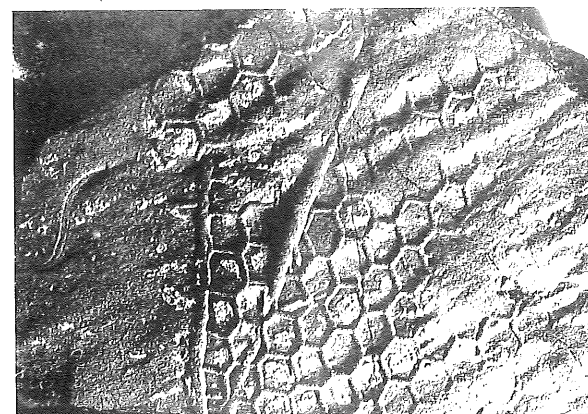


Fig. 23. *Paleodictyon*, pista aún enigmática, antes supuesta algo afín a los *Hydrodictyon potamicos*. Lete, Jaizquibel.

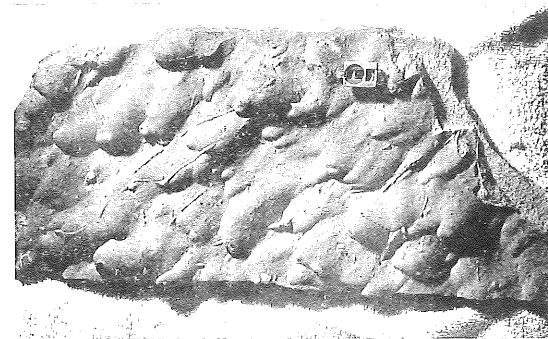


Fig. 24.—Fragmento de una losa de maciño, que muestra en su cara inferior el contramolde de los huecos producidos en la playa eocena por las corrientes de oleaje. Carretera de Jaizquibel.



Fig. 25.—Análisis gráfico de la cara superior de una placa del muschelkalk medio del Saar (Alemania) según H. Rücklin. Las flechas indican la dirección de la corriente de retroceso de la ola; los remolinos producen huecos. Al sedimentarse el estrato superior, aquéllos se rellenan y forman los bultos en sacacorcho, como muestra la fig. 24.

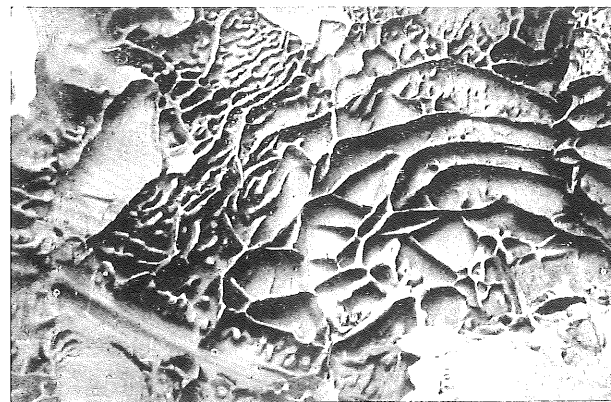


Fig. 26.—El maciño, al disgregarse, revela una estructura celular típica. Jaizquibel.

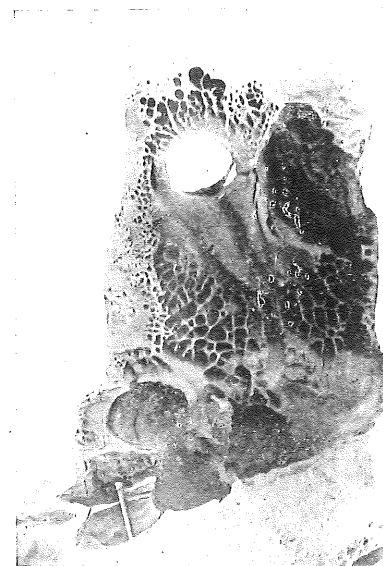


Fig. 27.—Detalle del tramo de las bolas, con disgregación celular y bolar. Boca de la ría de Pasajes.

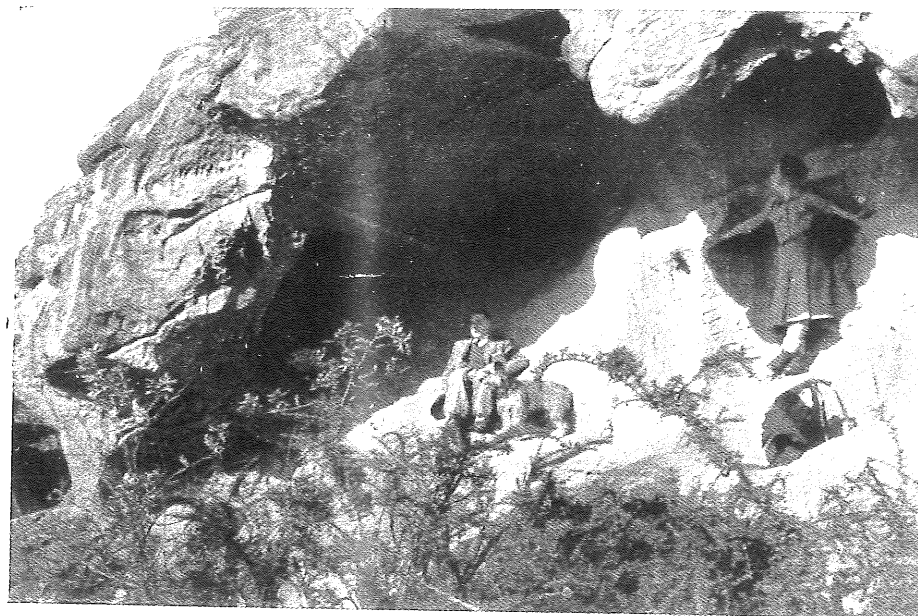


Fig. 28.—La disgregación del maciño crea oquedades y cuevas en los bancos gruesos.
Jaizquibel.

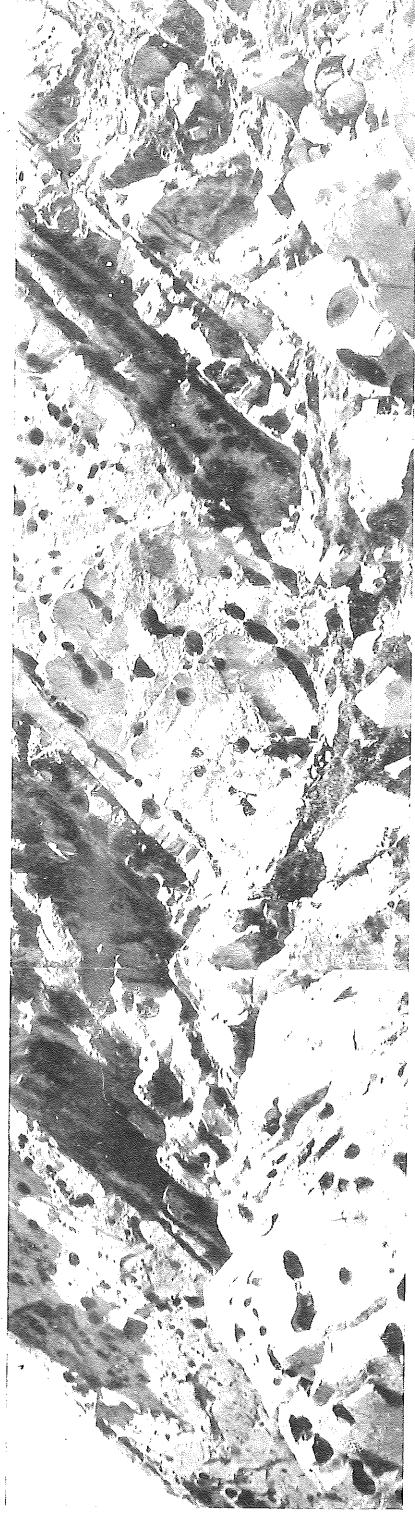


Fig. 29.—El «tramo de las bolas», constituido por varios bancos gruesos de maciño, alternantes con delgados estratos de pizarra.



Fig. 30.—La meteorización bolar del maciño numulítico.



Fig. 31.—Fase avanzada de la formación de la bola.

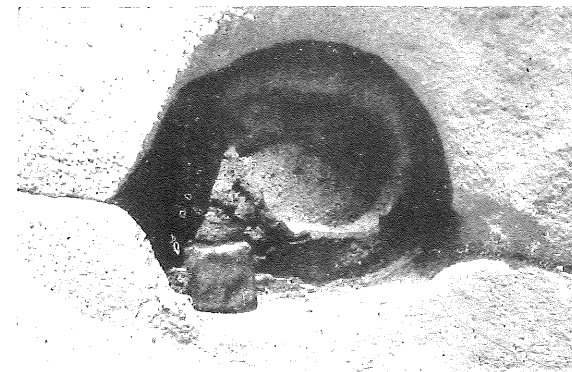


Fig. 32.—La bola ya formada parece un proyectil de artillería incrustado en la roca.



Fig. 33.—Una vez desprendidas las bolas, la roca se meteoriza con rapidez y se desmorona rápidamente.

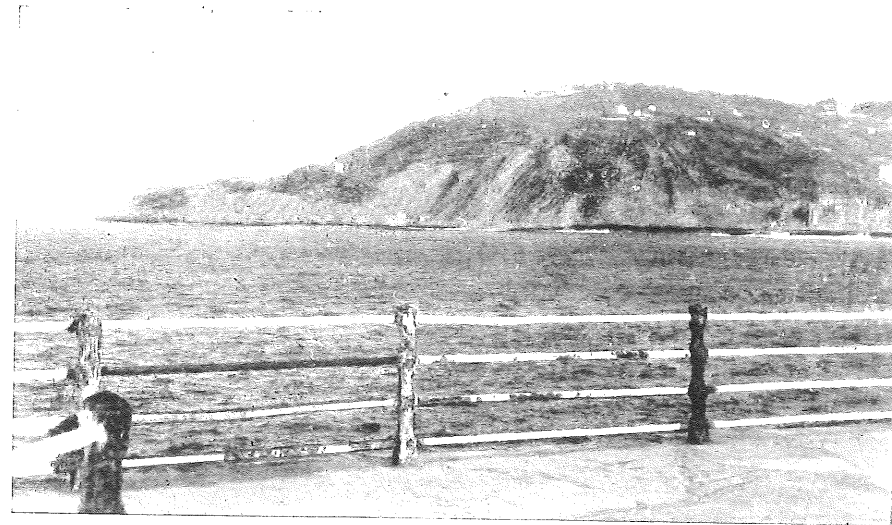


Fig. 34.—Punta de Mompás, rama E. del anticlinal del Urumea.

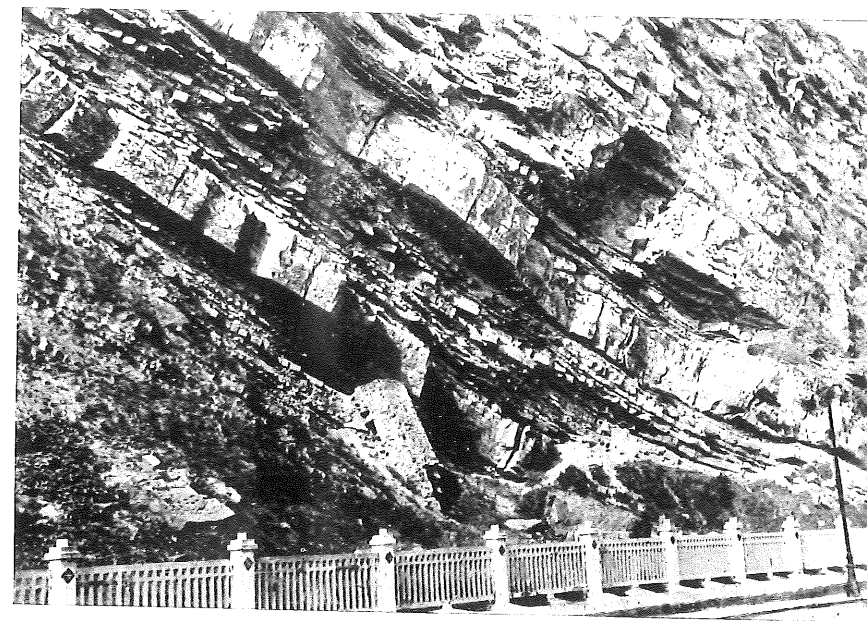


Fig. 35.—Paseo Nuevo de San Sebastián, al pie del Monte Urgull. Rama O. del anticlinal del Urumea.

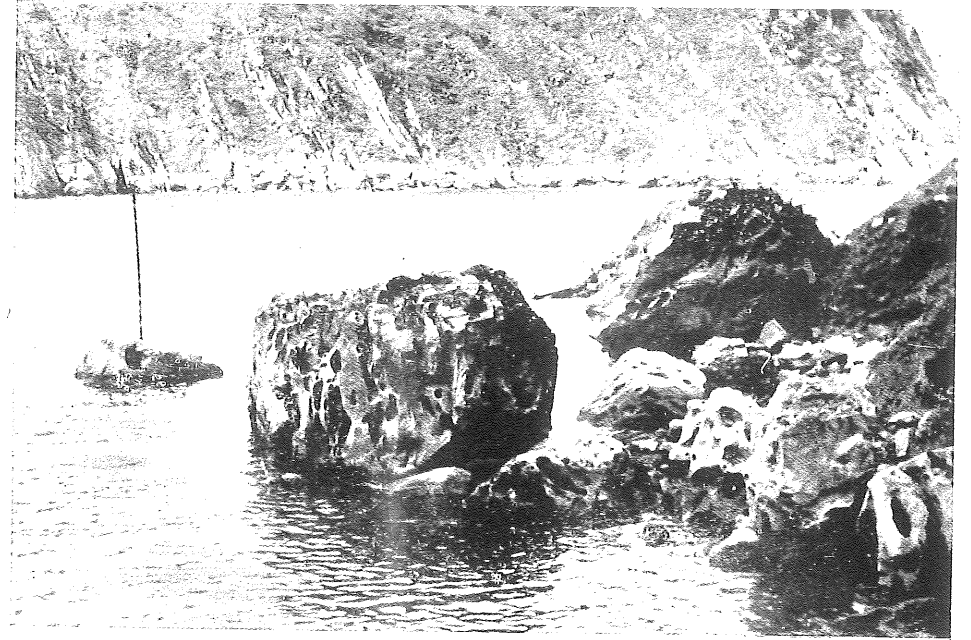


Fig. 36.—Bloques de maciño al pie de la Cala Bursa. Ría de Pasajes.

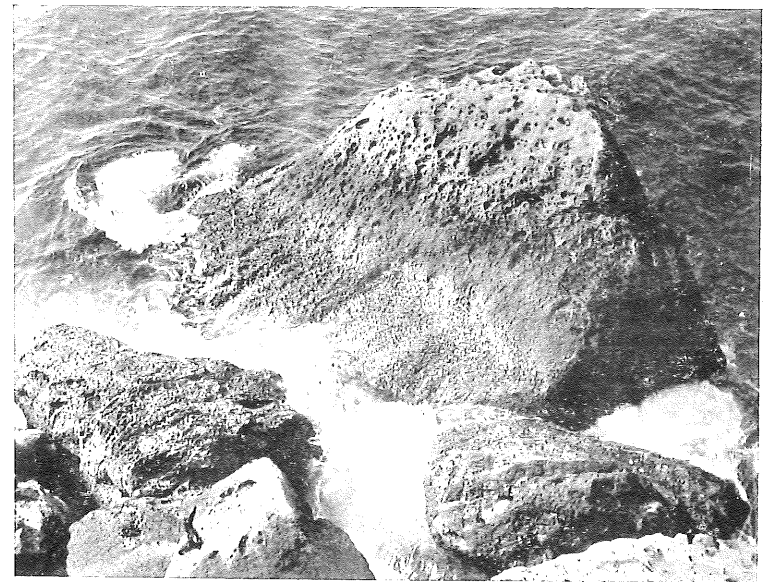


Fig. 37.—Bloques de maciño en marea baja.