

BOLETÍN  
DEL  
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

11192-1

BOLETÍN  
DEL  
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO  
DE  
ESPAÑA



TOMO LIV

TOMO XIV  
TERCERA SERIE  
(1937)

MADRID  
TIP. Y LIT. COULLAUT  
MARIA DE MOLINA, 58  
1937

*El Instituto Geológico y Minero de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS y BOLETÍN, son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.*

---

**ES PROPIEDAD**

Queda hecho el depósito  
que marca la Ley.  
Reservados todos los derechos,  
incluso el de traducción a lenguas  
extranjeras.

---

ESTUDIOS GEOLOGICOS  
RELATIVOS A LA  
ZONA DEL PROTECTORADO ESPAÑOL  
EN  
MARRUECOS



NUEVAS OBSERVACIONES  
SOBRE EL  
FLYSCH DEL RIF ESPAÑOL  
POR  
P. FALLOT Y L. DONCIEUX

**NUEVAS OBSERVACIONES  
SOBRE EL  
FLYSCH DEL RIF ESPAÑOL  
POR  
P. FALLOT Y L. DONCIEUX**

---

**BIBLIOGRAFIA SOMERA**

---

1. BLUMENTHAL (M.).—Les éléments structureaux du Bokoya.—«C. R. Ac. Sc.», t. 194, pág. 1.669. 1932.
2. BLUMENTHAL (M.).—Le matériel stratigraphique de la nappe du Bokoya.—«C. R. Ac. Sc.», tomo 194, pág. 1.696. 1932.
3. BLUMENTHAL (M.).—Quelques observations stratigraphiques et tectoniques sur le Haut-Kert.—«Bulletin S. G. F.» (5), t. II, pág. 553-573. 1932.
4. BOURCART (J.).—Etude stratigraphique du R'arb marocain.—«Livre jubilaire S. G. F.», pág. 170-195. 1930.
5. BOURCART (J.).—Sur la stratigraphie de la zone atlantique du Protectorat espagnol au Maroc.—«C. R. Ac. Sc.», t. 191, pág. 722. 1930.
6. BOURCART (J.).—Essai de coordination des observations sur la stratigraphie du versant atlantique de la péninsule des Djebalas.—«C. R. Ac. Sc.», t. 191, pág. 954. 1930.
7. COMISIÓN DE ESTUDIOS GEOLÓGICOS EN MARRUECOS.—

Bosquejo geológico de la zona de Protectorado español.—Escala 1 : 400.000. Madrid, 1933.

8. DUPUY DE LÔME (E.).—La orilla africana del estrecho de Gibraltar.—«Bol. Inst. Geol. España», t. XXII, 1929.
9. FALLOT (P.).—Sur la geologie des environs de Xauen (Rif espagnol).—«C. R. Ac. Sc.», t. 193, pág. 245. 1931.
10. FALLOT (P.).—Sur le massif paléozoïque de Talambot (Rif espagnol).—«C. R. Ac. Sc.», t. 193, pág. 424. 1931.
11. FALLOT (P.).—Les accidents marginaux de la chaîne calcaire du Rif au Nord de l'Oued Lau.—«C. R. Ac. Sc.», t. 193, pág. 466. 1931.
12. FALLOT (P.).—Maroc septentrional.—«La Géologie et les mines de la France d'Outre-Mer». Paris, 1932.
13. FALLOT (P.).—Nouvelles observations géologiques dans le massif du Dj. Kelty.—«C. R. Ac. Sc.», tomo 196, pág. 194. 1933.
14. FALLOT (P.).—Sur les racines du massif de Xauen.—«C. R. Ac. Sc.», t. 196, pág. 496. 1933.
15. FALLOT (P.) y MARÍN (A.).—Nota geológica sobre la región de Puerto Capaz.—«Notas y Com. Instituto G. M. España», año IV.
16. FALLOT (P.) y MARÍN (A.).—El flysch transgresivo sobre el paleozoico del Rif.—«Notas y Com. Instituto G. M. España», año IV.
17. FALLOT (P.) y MARÍN (A.).—Nota sobre la constitución de la cadena del Rif.—«Notas y Com. Inst. G. y M. España», año IV.
18. FALLOT et DONCIEUX.—Le flysch du Rif espagnol.—«C. R. Ac. Sc.», t. 197, pág. 927. 1933.
- 18 bis. FALLOT et DONCIEUX.—L'âge du Flysch de la pé-

- riphérie de la chaîne calcaire du Rif.—«C. R. Ac. Sc.», t. 200, pag. 76. 1935.
19. FALLOT, BOURCART, LACOSTE et MARCAIS.—Esquisse géologique du Nord du Maroc, état 1931.—Escala 1 : 1.000.000. Paris, 1933.
  20. MARÍN (A.).—Estudio tectónico del Rif y sus consecuencias prácticas.—«Publ. Soc. Geogr. Nac.», serie B, n.º 26. Madrid, 1933.
  21. MARÍN (A.), DUPUY DE LÔME (E.) y MILÁNS DEL BOSCH (J.).—Estudios relativos a la geología de Marruecos.—«Bol. Inst. G. España», t. XVIII (2.ª s.). 1917.
  22. MARÍN (A.), DUPUY DE LÔME (E.) y MILÁNS DEL BOSCH (J.).—Estudios relativos a la geología de Marruecos.—«Bol. Inst. G. España» (2.ª parte), t. II, 3.ª serie. 1921.
  23. MARÍN (A.), BLUMENTHAL (M.) y FALLOT (P.).—Observations géologiques sur le Nord Ouest du Rif marocain.—«B. S. G. F.» (4), pág. 659-735. 1930.
  24. MARÍN (A.) et FALLOT (P.).—Sur la géologie de la région de Punta Pescadores.—«C. R. A. Sc.», t. 194, pág. 189. 1932.
  25. MARÍN (A.) et FALLOT (P.).—Le flysch transgresif sur le paléozoïque rifain.—«C. R. Ac. Sc.», t. 194, página 382. 1932.
  26. MARÍN (A.) et FALLOT (P.).—Sur le raccord des dislocations de Punta Pescadores avec celles de la chaîne calcaire du Rif.—«C. R. Ac. Sc.», t. 196, pág. 871. 1933.
  27. MARÍN (A.) et FALLOT (P.).—Sur la constitution d'ensemble de la chaîne calcaire du Rif espagnol de Ceuta à Punta Pescadores.—«C. R. Ac. Sc.», t. 196, pág. 871. 1933.
  28. MILÁNS DEL BOSCH (J.) y GAVALA (J.).—Libreto-guía

del XIV Congreso Geológico Internacional. Excursión A. Estrecho de Gibraltar.—Madrid, 1926.

29. Russo (P.).—Recherches hydrologiques sur la zone internationale de Tanger.—«B. S. G. F.» (4), tomo XXVIII, págs. 341-352. 1928.
30. Russo (P.) et Mme. L.—Recherches géologiques sur le Nord-Est du Rif.—«Mem. S. Sc. Nat. du Maroc», n.º XX, pág. 1 a 152. 1929.

\* \* \*

Habiendo sido redactado este trabajo en 1933, las citaciones quedan limitadas a esta fecha, salvo casos especiales. En 1934 salió de prensa la importantísima obra de J. LACOSTE, Etudes géologiques dans le Rif méridional. «Sec. des Mines et de la Carte géologique». Rabat, 1934. 2 vol., 120 fig., 36 pl., donde el lector hallará una bibliografía completa.

(Nota añadida durante la impresión)

## INTRODUCCION

La existencia de formaciones de facies flysch en el Rif español es conocida desde hace mucho tiempo, sin que se haya abordado su estudio de una manera completa.

La zona del flysch se extiende ampliamente alrededor del arco calizo que forma un crestón curvado, que constituye la espina dorsal del territorio, alcanzando 2.000 metros de altura. La región del flysch presenta un relieve más suave, pero encierra también montañas muy elevadas. Si bien en la cordillera caliza los niveles de referencia permiten analizar fácilmente los grandes rasgos de la estructura, la monotonía litológica de la zona del flysch hace ingrato su estudio y muy difícil relacionar las estructuras.

Los autores de la guía (28) (\*) de la excursión a Marruecos del Congreso Internacional de 1926, así como los señores Gentil, Bourcart y Russo, han recopilado los datos fragmentarios existentes; por último, un trabajo más reciente (23) que resume las observaciones de los Sres. Marín, Blumenthal y Falloot se basa, en cuanto se refiere al

(\*) Los números entre paréntesis se refieren a la relación bibliográfica.

numulítico, en las determinaciones de uno de nosotros (L. Doncieux). A partir de entonces, reuniendo las últimas investigaciones hechas sobre el terreno (por Marín y Fallot) en 1931-32 y las cuidadosas determinaciones efectuadas en Lyon, creemos poder aportar nuevos detalles y nuevas coordinaciones.

No nos hubiera sido posible proseguir estas investigaciones sin la amabilísima ayuda de las autoridades españolas. A nuestro sabio amigo D. Agustín Marín, Jefe de la Comisión Geológica de Marruecos, quien tuvo la bondad de proponer la impresión de este trabajo en el BOLETÍN, así como al ilustre Ingeniero D. Luis de la Peña, Director del Instituto Geológico y Minero de España, quien nos hizo el inolvidable honor de autorizarla, hemos de manifestar nuestro más hondo y sincero agradecimiento.

En la zona española, todos los Jefes e Interventores, dieron a uno de nosotros toda clase de facilidades y ayudaron de poderosísima manera sus investigaciones.

El general Capaz, cuyo nombre evoca tantos recuerdos de gloria, los comandantes Castello y Sánchez Pol, los capitanes Faura, Saenz Aranaz, Galo Bullón, Ochoa y el teniente Arlandiz, cuya hospitalidad fué siempre tan amistosa, dieron tantas facilidades a esta labor científica que no hay palabras con que expresar hasta qué punto les quedamos agradecidos. Entre todos los ingenieros que nos prestaron valioso auxilio en nuestra labor de investigación, hemos de dar las más vivas gracias a los ingenieros de minas, jefes de dicho servicio, señores Gaytán de Ayala y Tamarit, y especialmente a nuestro sabio y querido amigo D. José Luis Pastora, vocal del Instituto Geológico y Minero de España.

Tanto a ellos, como a los oficiales que nos ayudaron, les quisiéramos dedicar este modesto estudio preliminar,

no obstante su poca importancia, como testimonio de admiración y gratitud, pues sin ellos no se hubiera llevado a cabo.

\* \* \*

El numulítico de facies flysch se extiende por el exterior del macizo calizo, pero también se conoce el numulítico en transgresión sobre el paleozoico rifeño (25). Además, diversos niveles de este sistema aparecen pellizcados en los pliegues y accidentes de la citada cordillera caliza.

El flysch se presenta más complejo de lo que se creía al principio.

En la zona paleozoica interna es muy pobre en foraminíferos y presenta formaciones sabulosas estériles, del tipo de la Arenisca del Aljibe. En este punto es únicamente numulítico.

En la zona exterior del dorso calizo, lleva en su base margas esquistasas que por alteración se han vuelto verdosas. Referidas antiguamente al numulítico, estas formaciones de grano fino y estériles, se presentan, de una parte, como probable prolongación del «flysch cretáceo» de la zona francesa y de otra subordinada localmente a niveles detríticos de elementos muy pequeños, con foraminíferos del Cretáceo superior.

Sobre estas capas existe un flysch más arenoso, muy pobre en fósiles, pero con ciertas lajas, raras y diseminadas, que contienen foraminíferos numulíticos.

La serie tiende a adoptar localmente, pero en general hacia la parte superior, una facies más groseramente sabulosa y completamente estéril. Esta es la Arenisca del Aljibe, cuya edad varía según los sitios.

En el interior de la cordillera, el flysch se sustituye por calizas estrechamente localizadas y por conglomerados. Estos últimos son los más importantes. Siguen a ellos margas rosadas con pequeñas lajas calizas cuajadas de foraminíferos que forman un horizonte muy constante por su facies, pero de edad variable. Por último, unas areniscas rojas, que recuerdan a veces las del Aljibe, reproducen en el interior de la cordillera un tipo litológico que es corriente en el exterior.

Hay que estudiar por consiguiente:

I. El Cretáceo que se atribuía anteriormente al flysch.

a) En la zona del flysch.

b) En la cordillera caliza.

II. El flysch numulítico.

a) Las capas transgresivas lutecienses.

b) El numulítico superior.

c) Las areniscas estériles llamadas «areniscas del Aljibe».

III. El flysch transgresivo sobre el paleozoico del interior del arco rifeño.

Como quiera que estas diversas formaciones, y sobre todo las de la cordillera caliza, han sufrido dislocaciones, y será preciso referirse en varias ocasiones a detalles tectónicos para situar los yacimientos numulíticos, nos parece conveniente, para orientar al lector, dar un ligero bosquejo de la estructura de la zona española.

**Esquema geológico general del Rif español.**—De las tres zonas concéntricas definidas en 1930 la menos conocida al presente es la más interna, paleozoica; puede considerarse, sin embargo, como un todo. El flysch aparece en ella solamente transgresivo y más o menos pellizado en la parte NO. del arco entre Tetuán y Ceuta.

La estructura de la zona caliza no es tan sencilla como parecía deducirse del esquema de 1930.

En la parte meridiana, del estrecho de Gibraltar a Tetuán, se presenta como formada por pliegues rectos autóctonos. En ella aparece el flysch localmente (zoco Telata, Yebel Garra) pellizado, pero es una excepción. La cordillera tiene de uno a cinco kilómetros de anchura y culmina a 900 metros. A la altura de Tetuán un cambio delimitado por la penetración del flysch a través de la zona caliza hasta el paleozoico interior, interrumpe la cordillera, que reaparece al Sur con un aspecto muy diferente.

En 10-12 kilómetros va orientada al S.-SE. y contiene pliegues recostados hacia el O.-SO. Los sinclinales pellizcan al flysch pero están afectados por una acentuada elevación de los ejes hacia el Sur, de forma que los afloramientos del numulítico se extinguen en altura hacia Dar Ray y por el Yebel Mensora. En la parte interna, es decir Este, de dicha faja, quedan pellizados dos testigos de Permo-trías, uno de ellos sobre el Jurásico y numulítico de Jarjor y el otro al Este de Yebel Bu Zeitun.

A la altura de este último vértice, la zona caliza mide 11 kilómetros de anchura. Su borde interno presenta un contacto anormal del paleozoico y del Permo-Trías de la zona interna, apoyándose éstos contra el flysch conglomerativo y el secundario. Su borde externo se estrella por un pliegue-falla contra el flysch periférico.

Al S. de esta transversal la cordillera se estrecha bruscamente. Entre el Uad Taranes, arroyo transversal y Bab Tilicht, ocho kilómetros al Sur, los pliegues calizos o dolomíticos son casi rectos y emergen del flysch en crestos estrechos. Pero los contrafuertes de la cordillera, en su vertiente Este, se ocultan a 45 ó 60° por debajo del borde de la zona paleozoica. El contacto se verifica tan pronto

entre el primario y las dolomías secundarias como entre Permo-trías y dolomías.

A partir de Bab Tilicht, la serie formada por las calizas y las dolomías, coronadas de numulítico, soporta una hoja de corrimiento que sobrepasa la cresta de la cordillera y va a reposar sobre el flysch periférico; la llamaremos hoja del Babat según la nota preliminar de Marín y FalLOT (27). Esta hoja constituye la parte culminante (Yebel Sfiáh, 1.658 metros) de la cordillera en 12 kilómetros de longitud hasta el macizo de Yebel Izmamén, cuyo vértice meridional domina el Uad Lau.

Su buzamiento hacia el flysch externo, bajo el cual se oculta, hace la ilusión de un contacto normal subvertical. Pero los contornos de los retazos no dejan lugar a dudas sobre su carácter de hoja de arrastre.

Desde la transversal de Yebel Bobena (o Tamakart) la cordillera caliza se ensancha y gana terreno hacia el Este. A la altura de Yebel Kelty mide 13 kilómetros. Su contacto con el paleozoico conserva el mismo carácter, pero el cabalgamiento de este último se acusa intensamente y a partir del macizo de Yebel Tzafalgaltz se orienta hacia el Este. Simultáneamente la estructura de la zona caliza se complica con cabalgamientos internos (lámina II).

Según la línea transversal de Yebel Kelty el corte de la cordillera muestra: una serie basal que contiene potentes dolomías, al menos en parte triásicas (Halaba), calizas terminadas por un nivel liásico y después por el flysch. Esta serie se oculta al Norte por el valle del Uad Haramé bajo el paleozoico y el Permo-Trías de la zona interna, cuyos testigos llegan hasta Isuriah.

Sobre este substratum descansa la masa de Yebel Kelty, formada por una serie idéntica que soporta a su vez los retazos de la serie cabalgante terminal anteriormente

mencionada, o serie de El Babat. La mancha de Yebel Kelty termina esfumándose en el flysch externo formando los macizos calizos de Tasart y, más abajo, de Dar Idiren, los cuales descansan sobre el Terciario.

A partir del alto valle de Halaba se intercala entre esta hoja del Kelty y su substratum una hoja de arrastre, sobre la cual está situado el santón de Sidi el Gaiachi. Su frente corresponde, sin duda, al espolón, de unos 1.000 metros de altura, que domina al Este los aduares de Talamfrot (\*) (Norte del Uad Lau).

Estas diferentes unidades, cuyos detalles de estructura faltan por precisar, aparecen claramente en el flanco del Yebel Kelty, que domina la garganta del Uad Lau.

Hacia el Norte parece que disminuye la importancia de la capa intercalada. Puede ser que a ella haya que referir el banco calizo que domina Tamalut y está subordinado a la masa de Yebel Kelty.

Esta desciende rápidamente hacia el Norte y la superficie de deslizamiento de su dolomía de base sobre este flysch desaparece por bajo de la vertiente Norte del alto valle del Uad Haramé, frente a Tamalut y Yibala.

Parece como si las montañas al Norte de Tamalut estuviesen formadas por una serie en continuación de la del Kelty. Sin embargo, el frente de ésta se halla oculto por el retazo de El Babat y a partir de Tamakart se encuentra en la serie de pliegues verticales de apariencia normal.

Cabe admitir dos hipótesis: o bien disminuye rápidamente hacia el Norte la importancia de la mancha de Kelty, se levanta ésta y pasa por debajo del retazo de El Ba-

(\*) El mapa al 1:50.000 indica estos pueblos bajo este nombre, pero en realidad se trata de Islan, siendo el verdadero Talamfrot a un kilómetro y medio al NE. de la Presa.

bat a un simple pliegue falla de la zona de pliegues verticales, o bien toda esta parte de la cordillera, y a continuación toda la zona caliza hasta Tetuán estaría corrida y representaría la prolongación septentrional de la mancha de Kelty.

Ulteriores observaciones precisarán este extremo. Ya desde ahora estos pequeños datos bastarán para situar los yacimientos estudiados. Según se ve en el esbozo de los Sres. A. Marín y P. Fallot (27) reproducido en nuestra figura 1, el valle del Uad Lau corta la cordillera al Sur de este macizo. Da lugar a un entrante del flysch que mide, desde el frente de los cabalgamientos de Yebel Izmamen al macizo de Xauen, siete kilómetros y medio y otros tantos transversalmente con relación a la cordillera (láminas I y III).

Desde la entrada del Uad en la cordillera se presentan anomalías. Un macizo paleozoico bastante extenso, orientado de Norte a Sur, corresponde a colinas de poca altura. Se halla dominado por el Norte por el complejo de Yebel Kelty, al Sudeste y al Este por el potente macizo dolomítico y calizo de Yebel Tazaot y se nos figuró a uno de nosotros en 1931 que estaba formado por un bombeamiento del substratum antiguo de la cordillera (10).

Ahora bien, este paleozoico se halla en contacto anormal a lo largo de todo el límite este del macizo con la dolomía de Yebel Tazaot, al Sur cabalga al numulítico y a la dolomía de Jacoben (13, 14, 17, 27).

Más al Sur, sus contactos son imprecisos. Pero al Norte descansa, al menos localmente, sobre la dolomía de la serie basal de Yebel Kelty, en la vertiente comprendida entre el sendero Tagsut-Taza y el Uad Lau, hacia Sidi el Hadi.

Por otra parte, esta serie del Kelty lleva, como se ha

visto, hacia Isuriah, Isufan y Xalurad testigos del primario y del Permo-trías. La vertiente oeste del macizo del Tazaot está constituida por capas que buzan al O.-NO. y llevan pequeños retazos de Permo-trías y primario particularmente en Agan y Beni Maala. Son una serie de jalones que sugieren la idea de relación del primario del macizo de Talambot con el paleozoico corrido de la cumbre de Yebel Tazaot.

Los bancos de estos dos macizos a un lado y otro del Uad Lau presentan una inclinación axial acentuada hacia la depresión; el macizo paleozoico se halla en la parte más baja de este trans-sinclinal. A pesar de los contactos imprecisos, particularmente al Oeste y al Noroeste del paleozoico, se puede interpretar este macizo de Talambot como un resto del paleozoico que ha cabalgado sobre la serie secundaria desde el Sur de Yebel Bu Zeitun al Uad M'ter y así lo interpretaron Marín y Fallot en las notas antedichas (17, 27).

Desde el borde sureste del macizo paleozoico de Talambot y de la garganta del Uad Lau, la serie dolomítica y caliza se levanta y forma el potente macizo de Yebel Tazaot. Cortado por profundas barrancadas (Uad Bu Zlef) se extiende más allá de esta cumbre hasta Cudia Enchaf, hacia las montañas dolomíticas del S. del Jemis de Beni Selman y hacia el estrechamiento del Uad Buhia.

En esta parte interna, la cordillera caliza autóctona se halla afectada por un amplio bombeamiento cortado a más de 1.500 metros de profundidad por el cañón del Uad Bu Zlef (barranco Adelma del mapa 1 : 50.000).

Los terrenos antiguos no aparecen aún en el fondo de esta garganta, pero en cambio no se ha observado ninguna ventana, de forma que hay derecho a considerar esta serie de Yebel Tazaot como autóctona por el mismo mo-



tivo que la serie de base de Yebel Kelty que es su prolongación. La serie lleva, sobre las dolomías, calizas en parte liásicas coronadas de numulítico.

A la altura de Yebel Tazaot el borde de esta serie basal está cabalgado por el paleozoico. Los testigos del primario y del Permo-trías se adelantan sobre el flysch y forman el monte de cota 1.825 en el macizo de Yebel Tazaot, el Yebel Tigrimuras y el saliente Este de la Cudia Aglogoma. En esta Cudia el primario va acompañado de dolomías del secundario. El conjunto forma un vasto testigo que descansa sobre el flysch.

Un poco al Suroeste, la Cudia Asernan está formada también por dolomías. Este testigo se extiende hacia el Noroeste por Agla hasta Yebel Abarnun en 7-8 kilómetros. Este parece formar la cumbre de Yebel Tidufal, que separa los valles del Uad Agla y del Uad Farda, en cuyo fondo se inicia el substratum autóctono, prolongación del de Yebel Tazaot. Este substratum, cuyo Trías está coronado de Lías y después de numulítico, es el que forma los salientes de Izilan y soporta desde Cudia Ala Rehim hasta Bab Tizi Mandu el macizo arrastrado de Xauen. Este extenso testigo se nos imagina como una avanzada de la masa corrida de Yebel Tazaot.

Varios testigos se han conservado en esta línea transversal. El de Cudia Asernan, pellizado en un sinclinal de numulítico del substratum, continúa al otro lado del Uad en forma de cuña, que después de cortar el Dahar Chudar va a acabar hacia la mezquita de Sidi Sliman de Adeldal.

Entre Yebel Tidufal y Adeldal, y sobre todo en la fracción de Beni M'Hamed, la serie basal y los restos de la serie arrastrada están rotos en imbricaciones con buzamiento al SO. cuyo análisis detallado no se ha terminado aún.

Consideradas solo localmente estas imbricaciones producen la ilusión de un empuje orientado de Sudoeste a Nordeste.

A partir de Cudia Talamsque (Yebel de Beni M'Hamed de los mapas franceses) la serie basal vuelve a parecer más tranquila, salvo algunos accidentes hacia el Nordeste. Contiene una amplia zona anticlinal incurvada y jalonada por el crestón al Este de la Hauta del Kashdir, la Cudia Talamsque, el Yebel Agbrod y el Yebel Axefaha, luego un sinclinal de flysch ocupado por el curso alto del Uad Amatras o Uad El Had, por último un potente anticlinal que se sigue de Bab Tizi Mandu por el Yebel Lexchab (2.170 metros) y el Yebel Buhal-la hasta El Had de Beni Derkul, donde queda oculto.

El sinclinal de Amatras o del alto Uad El Had, muy estrecho aguas arriba, se ensancha bastante hacia aguas abajo. Sobre su flysch descansa un testigo calizo y dolomítico, último retazo del manto de Xauen-Tazaot: el Yebel Megueisa.

El borde Suroeste del sinclinal está afectado por una falla que arroja contra el flysch la dolomía triásica de la falda de Yebel Lexchab.

De la presencia del rético en la cumbre de esta montaña había deducido uno de nosotros la posibilidad de que ésta estuviese formada por una serie invertida (9, 11). No hay nada de esto, el rético descansa normalmente sobre la potente masa dolomítica que, como en el substratum de Yebel Kelty y Yebel Tazaot, abarca una parte del Trías.

Hacia el exterior, el pliegue anticlinal de Yebel Lexchab forma el límite externo de la cordillera caliza. Roto localmente, sobre todo al Suroeste de Tisuka, se apoya algo sobre el flysch, pero como se ha dejado expuesto en

el año 1930, el movimiento envolvente del flysch en Utah de Melhal y los contactos de Buhal-la ofrecen todo el aspecto de un anticlinal autóctono.

A su terminación, cerca de el Had, este pliegue se encuentra roto por diversas fallas, que provocan todavía contactos anormales locales, pero la dolomía reaparece por debajo del Cretáceo y del flysch en una pequeña garganta cavada por el Uad El Had, que establece claramente las relaciones de dichos terrenos.

Si este pliegue externo de la serie autóctona se termina aquí, el largo anticlinal más interno de Yebel Talamsque-Yebel Axefaha sigue más al Este y forma a su vez, a partir de la transversal del Had de Beni Derkoul, el borde externo de la cordillera. Incurvándose, este pliegue toma poco a poco una dirección Oeste-Este o ligeramente Este-Nordeste; se extiende hasta el Sur del Aduar de Afusan y termina en un accidente tan brusco como el pliegue de Buhal-la, hacia el Oeste y a la altura del recodo del Uad Buhia.

Este pliegue marginal se sigue por el interior de la cordillera, es decir, hacia el Norte, por algunas ondulaciones poco acentuadas en la serie dolomítica. Pero a partir del alto valle de Afusan se ve dibujarse un sinclinal que se acusa gradualmente hacia el Este y acaba por admitir parte del flysch. Este numulítico hace comprender más claramente la ocultación final del anticlinal marginal. Está limitado al Norte por otro pliegue que se continúa al Este y está cortado en garganta por el Uad Buhia.

Pero aquí el paleozoico, que cabalgaba solamente sobre el respaldo Norte de la cordillera hasta el saliente de Jemis de Beni Selman, va ganando terreno hacia el Sur gracias al descenso del eje de los pliegues de la zona dolomítica. Y este paleozoico acompañado de Permo-trías

cubre el vértice del anticlinal al Norte de Afusan y se muestra, hasta en el sinclinal, sobre el flysch.

Sin tener en cuenta los pequeños testigos de primario, la cordillera caliza mide 16 kilómetros según la línea transversal de Fahz de Adeldal, 4 ó 5 kilómetros según la de Afusan. No se puede saber si este estrechamiento es debido a la disminución de la zona caliza o a un mayor cabalgamiento del paleozoico.

Por otra parte, este último aumenta todavía hacia el Este. En efecto, los pliegues de la zona dolomítica que se siguen hasta el Uad Buhia y que están cortados por este torrente, desaparecen en túnel al Este de la garganta, bajo el paleozoico que cabalga sobre toda la zona caliza y la sobrepasa hasta descansar sobre el flysch periférico de Utlega.

El primario forma así todo el crestón que separa el Uad Buhia del Uad Jemis y avanza sobre el flysch secundario y terciario hasta unos dos kilómetros y medio al Sur de Bab Ziat.

Esta avanzada del primario es muy local, pues el contacto sube rápidamente hacia el Nordeste.

En el valle del Uad Jemis deja de aparecer el anticlinal de Utlega. Pasa oculto bajo el primario y el flysch; pero el mismo o un pliegue secundario aparece al Este del crestón que separa el Uad Jemis del Uad M'Ter. Pasa a formar entonces nuevamente el borde de la cordillera caliza y su flanco debe desaparecer normalmente debajo del flysch.

Un pliegue más interno, cortado por el Uad Buhia a la altura de Tharmagó, desaparece como el más meridional por debajo del paleozoico. Reaparece en Ain el Hadjar y después, una vez cortado por el Uad el Jemis, se prolonga por Cudia Tisguenatan y tras la garganta del Uad M'Ter por la banda dolomítica de la Cudia de Asagar.

La unidad de la zona dolomítica queda demostrada en este corte del Uad M'Ter. En efecto, el cauce del torrente corta las dolomías de la Cudia, que dibujan un sinclinal, para levantarse en el anticlinal de Cudia Tasaroz, mientras que en el eje del sinclinal dolomítico descansa el paleozoico de Sidi Ali Ben Yusef (26, 27).

Pero la amplitud del cabalgamiento visible del paleozoico es aquí muy reducida. Desde el Norte la banda primaria que separa el crestón de Cudia Tisguenatan de la de Cudia Takurt parece mostrar un bombeamiento anticlinal del substratum de la dolomía y la banda de Cudia de Fuseren-Cudia Timargaden no aparece más que como un sinclinal normal.

Atravesando el Uad M'Ter alcanzamos la parte de la Sierra donde la zona caliza y dolomítica es más reducida. Sólo unas bandas estrechas, en el contacto entre el paleozoico y el flysch periférico, llegan hasta Yebel Ihannachen.

Este ofrece, como ya se ha dicho (24), contactos anormales muy claros al Norte y al Sur, mientras que el Jurásico de Punta Pescadores es normal y aparece como el último jalón del contacto externo de la zona caliza y el flysch periférico.

Al Sur de Puerto Capaz, algunos restos calizos quedan flotando sobre el flysch y corresponden sin duda a la misma unidad que el Yebel Ihannachen.

En Yebel Bu Zeitun, se establece un contacto anormal muy desviado del paleozoico interno en el límite de la zona caliza del Rif. Desde este punto hasta Yebel Tzafogaltz, el borde de la zona primaria tiende a cabalgar sobre la cordillera caliza. Este cabalgamiento, que queda reducido en el Norte a algunos hectómetros, alcanza sin duda un mínimo de unos 1.000 a 1.500 metros en la arista de Yebel Tzafogaltz, y más adelante, desde el cambio de orientación

por el empuje centrífugo, se cifra según los testigos avanzados, en 2-3 kilómetros.

Si los indicios de ocultación de la zona caliza por el valle del Uad Lau se comprueban será necesario, a pesar de ciertos contactos de apariencia normal, referir al paleozoico cabalgante todo el macizo primario de Talambot, vasto testigo que se adelanta hasta muy cerca de la zona del flysch periférico (17, 27).

Más al Este todavía el primario cabalga algunos kilómetros sobre la zona caliza autóctona de Tazaot.

Y si, en este sector como en Yebel Kelty, el avance del primario es relativamente pequeño, las masas de dolomías y de calizas del Triás han continuado el movimiento y han llegado a recubrir parcialmente la zona caliza autóctona.

En Yebel Kelty los recubrimientos miden 8-15 kilómetros de amplitud. En el caso, que hemos admitido de que el macizo de Yebel Xauen deba estar enlazado con la zona paleozoica por los testigos de Yebel Tidufal y de Yebel Tigrimuras, y no según un accidente intermedio como había creído uno de nosotros en 1931, el cabalgamiento es de 25 kilómetros.

Desde el SE. de Xauen (Bab Tizi Mandu) desaparece la masa de arrastre y la zona caliza tiene toda las apariencias de una cordillera autóctona. Sólo el testigo de Yebel Amatras (Yebel Megueisa) muestra cómo el manto de recubrimiento se extiende hacia el Sudeste y ha sido presa de la erosión.

Pero desde Yebel Tazaot hacia el Sudeste la tendencia al cabalgamiento de la zona primaria sobre la zona caliza se acentúa y a partir de la arista del Jemis de Beni Selman, el recubrimiento del uno por el otro puede fijarse de 8 a 11 kilómetros, sin perjuicio de la parte de este ca-



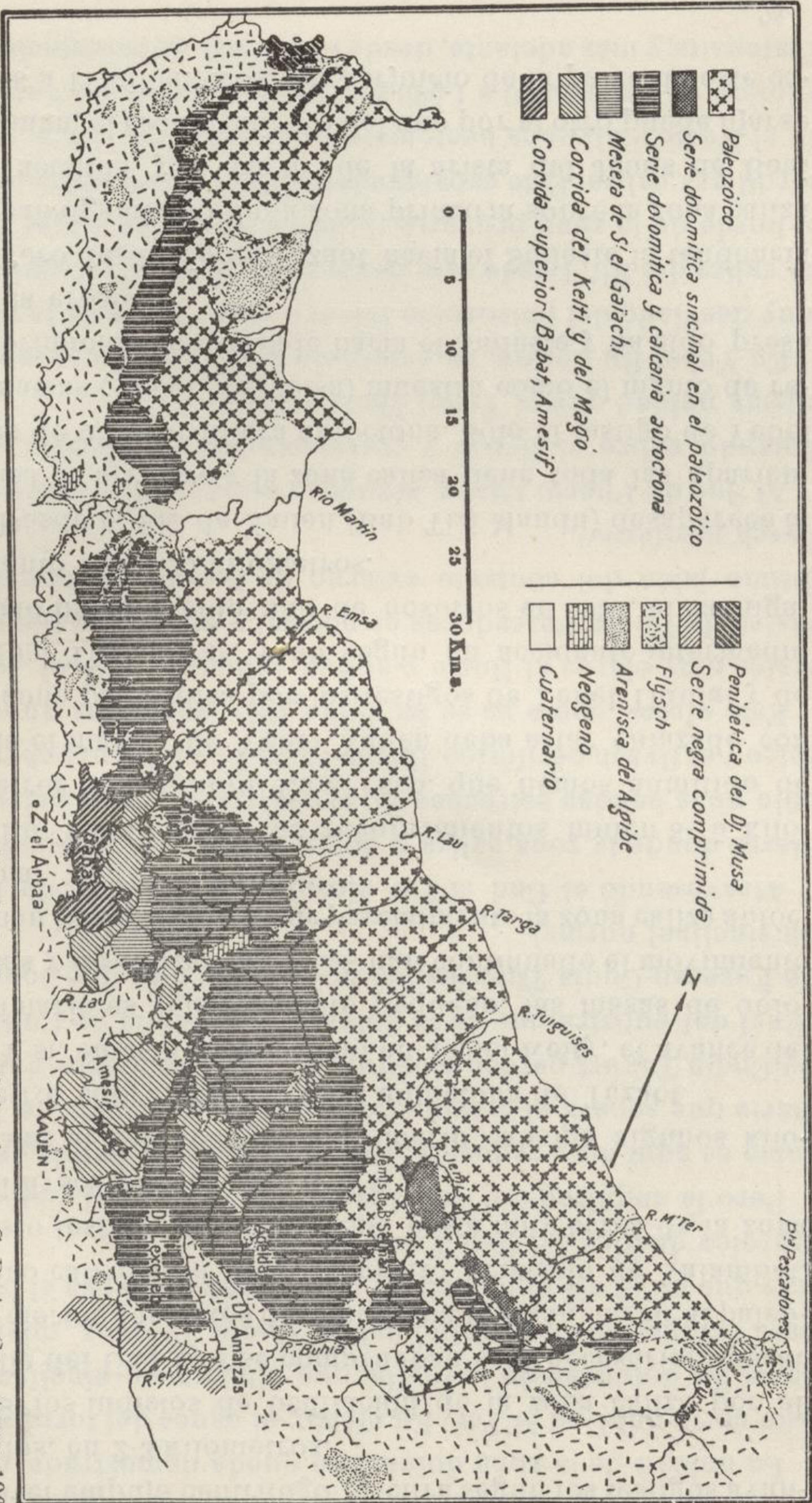


Fig. 1.—Esquema general de la parte NO. del Rif español. Reproducción de la figura publicada en «C. R. Ac. Sc.», tomo 196, pág. 872, año 1933 (con la autorización del editor)



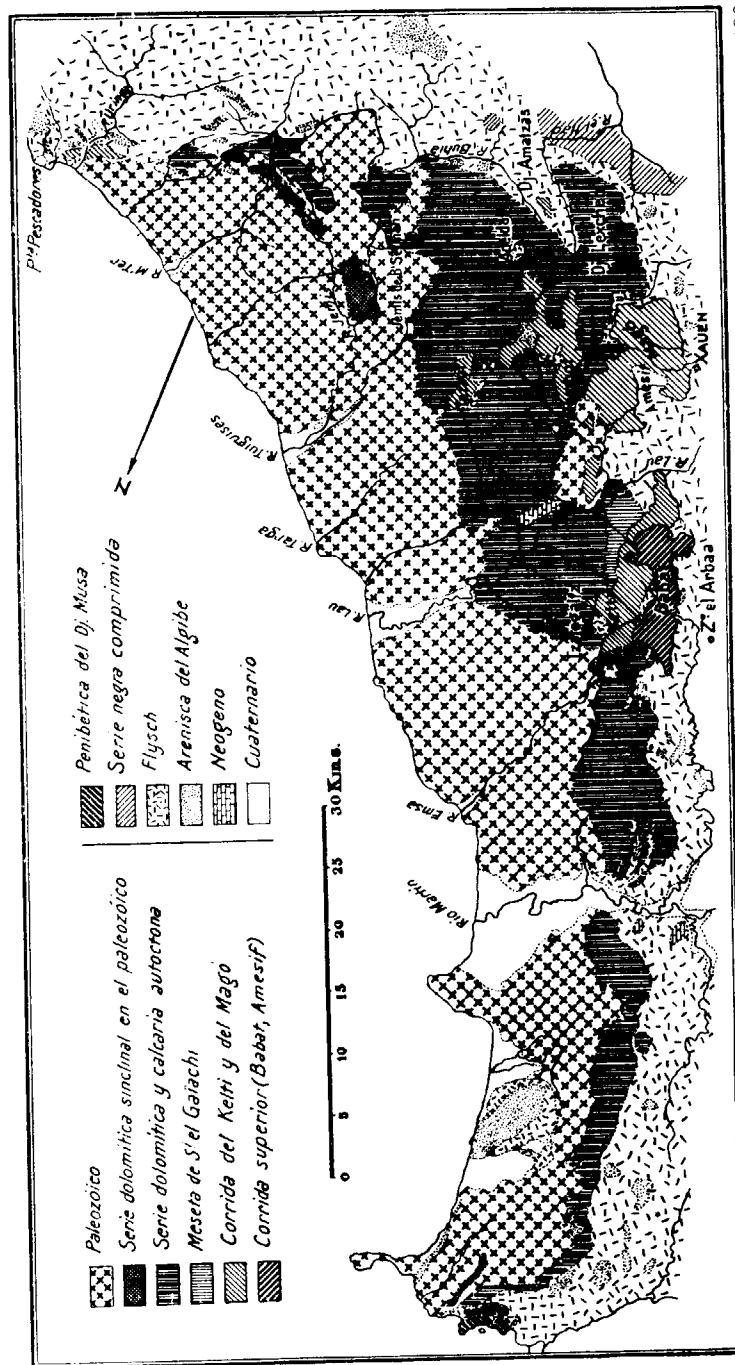


Fig. 1. — Esquema general de la parte NO. del Rif español. Reproducción de la figura publicada en «C. R. Ac. Sc.», tomo 196, pág. 872, año 1933 (con la autorización del editor)

balgamiento que existirá, invisible, al Norte de la línea de contacto anormal.

A partir de Bab Ziat, este cabalgamiento se reduce bastante en apariencia, pero todo hace suponer que se ha extendido por encima de la zona caliza estrechada, hasta desbordar sobre el flysch, antes de que la erosión haya hecho desaparecer todo vestigio.

A partir de Cudia Timargaden se establece nuevamente el contacto del pliegue externo de la zona caliza con el flysch, como lo han subrayado los Sres. Marín y Falloit hace dos años (26, 27).

Vista la gran semejanza del paleozoico reciente, formado sobre todo por grauwakas, con el flysch numulítico y la identidad de la vegetación que los recubre no es, por lo demás, imposible que pequeños testigos, invisibles desde lejos, se encuentren de nuevo coronando ciertos vértices de la margen Norte del crestón de flysch.

Los islotes calizos del Sur de Puerto Capaz y de Yebel Ihannachen pertenecen sin duda a la prolongación Este de la serie cabalgante.

A partir de Punta Pescadores, la zona caliza y la paleozoica interna desaparecen. No parece que el flysch, que alcanza la costa de este punto en Villa Jordana, sirva de asiento a ningún macizo de recubrimiento. Pero unas calizas secundarias, acompañadas de primario, recubren este Terciario desde Villa Jordana a Alhucemas.

Si bien es cierto que el principio de este recubrimiento ha sido enunciado por el Sr. Russo (30) es al Sr. Blumenthal (1-3) a quien debemos un análisis exacto. Este es singularmente quien ha demostrado el papel que desempeña el Primario en estos recubrimientos.

Aun cuando existan diferencias de detalle en los acci-

dentes, hay razón para ver en los recubrimientos de Boco-  
coya el homólogo de los que acabamos de analizar más  
al Oeste, y el borde de la zona paleozoica de donde par-  
ten se encuentra hoy día oculto bajo las aguas del Medi-  
terráneo occidental.

---

PRIMERA PARTE  
**EL CRETACEO**

## PRIMERA PARTE

### EL CRETACEO

---

Los resultados de las investigaciones preliminares de 1930 (23) hacían pensar que la transgresión del flysch había tenido lugar durante el Luteciense en la cordillera caliza y en todo su contorno exterior.

Exceptuando los confines franco-españoles hacia Dra el Azef, el Cretáceo no había sido identificado en ninguna parte por los fósiles. M. Bourcart atribuía por continuidad a dicho terreno importantes formaciones «batiales» estériles que forman el fondo del valle del Uad Lau aguas arriba de la garganta de éste y las vertientes de acceso a Xauen.

Si el carácter batial de estos depósitos está dudoso, la extensión de las formaciones cretáceas se ha revelado aquí mayor de lo que cabía imaginar. Corresponde ésta a la continuación del surco subsidente que le sirve de lecho y sus depósitos se enlazan, como uno de nosotros lo había sugerido con los señores Marín y Blumenthal en 1930, con los asomos de la parte superior de la serie referida al senonense de Tánger.

En numerosos trabajos se ha calificado de *flysch* una parte del Cretáceo y M. Lacoste habla con frecuencia en la zona francesa de «Cretáceo de facies flysch» o de

«flysch cretáceo». Hay verdaderamente diferencias litológicas sensibles entre el Cretáceo inferior y medio y el flysch numulítico. El Cretáceo superior se aproxima un poco más al tipo flysch y como están reunidos geográficamente, son morfológicamente homólogos y han sido confundidos frecuentemente en la zona española. Trataremos aquí primeramente del Cretáceo referido anteriormente al flysch numulítico en la zona española, para así diferenciarlos.

## CAPITULO I

**a) Parte septentrional.** — Recordaremos aquí solamente que el Cretáceo superior ha sido citado ya por Bleicher (23) en la región de Tánger. Conócense allí el cenomanense (posiblemente dudoso) y el senonense representado principalmente por el campaniense. El turo-nense no podía faltar.

El punto más oriental donde se han podido encontrar fósiles macroscópicos es Sidi Salah, a la altura del Fondak.

Desde el Sudeste del puerto de este nombre se encuentran de nuevo bajo el numulítico unas margas esquistosas que se asemejan en su parte alterada sólo visible aquí, a ciertos aspectos del Cretáceo superior cercano, pero sin los filoncillos de calcita, color amarillo oro, que llaman la atención en el Charf (29).

Nuestra lámina I muestra la extensión que ofrecen estas capas del Noroeste del Rif español. Solamente hacia el Sur encontraremos, si no completo al menos parcialmente, un corte del Cretáceo. Pero las margas esquistosas, algo verdosas, que aparecen en la bifurcación de la carretera de Tánger y la del Jemis de Anyera nos han proporcionado una referencia. En el microscopio resultan unas margas



grises, duras (preparación 80) (\*) con foraminíferos de tamaño extraordinariamente pequeño: *Lagena* (muy abundante), *Textularia*, *Nodosaria* (muy escasa), etc. Estos fósiles, sin tener en sí valor estratigráfico ofrecen, por su asociación y la facies de la roca que forman, una réplica cierta del Cretáceo superior que se precisará más adelante.

Los afloramientos del flysch numulítico forman las vertientes de los valles, bien en las cercanías de la Sierra del Hauz, bien hacia el Sur, al pie de los crestones calizos que corren alineados de Tetuán al Uad Lau. Sobre este Terciario pasaba la antigua carretera de Tetuán a Xauen que va a media ladera, y en cuya trinchera se había reconocido en 1930, el luteciense. Pero por nuevos trabajos que han atravesado los derrubios de la ladera Este del valle del Uad el Aixa, puede asegurarse que los afloramientos cretáceos de la carretera del Jemis de Anyera siguen en el valle del río Hayera o Uad el Aixa hasta las proximidades del desfiladero al Este de Yebel Keri Kera. Un estrecho sinclinal numulítico aparece en el fondo del valle del Uad Hayera, y la misma formación se extiende hacia los pueblos de Susen y Nusen, pero la mayor parte del macizo de Beni Ider, desde el Uad Beni Ider, al Sur, hasta el Uad Xékor, al Norte, consta de flysch cretáceo, especialmente caracterizado en el Este y Noroeste de Susen y en Sidi Mamune por *Rosalina Linnei*, d'Orb. (mutación caliciforme), *Lagena*, *Globigerina*, *Truncatulina*, *Orbulina*, *Textularia*, etc., y prismas de conchas de *Inoce-*

(\*) Estas indicaciones se refieren a los números de las preparaciones microscópicas en las cuales aparecen con más claridad los fósiles citados.

*ramus*. Numerosas intercalaciones de areniscas en este flysch no pueden separarse de la formación cretácea.

Nuestro esquema, fig. 2, muestra que el Uad el Aixa, o Uad Hayera, que va por el fondo, rodea el Yebel Keri Kera donde se le une el Uad Beni Ider, proviene, bajo el nombre de Uad Nagla, de las avanzadas del macizo de Yebel Kelty.

En la garganta al pie del Yebel Keri Kera se vuelven a encontrar referencias estratigráficas.

La carretera o pista del Jemis de Beni Aros, después de empalmar con la carretera nueva de Xauen a la casa que fué estación terminal del ferrocarril Decauville, sube el valle del Uad Beni Ider, al norte de Yebel Keri Kera.

El valle del Uad el Aixa tiene su asiento en el flysch margoso cretáceo. La carretera lo atraviesa y pasa un pequeño collado para llegar a la cuenca del Uad Beni Ider. En este sitio se cortan margas rosáceas estériles, después areniscas rojizas. Volviendo a bajar hacia el Sudoeste la carretera atraviesa un pequeño barranco hacia 105,5-101,3 (\*) donde corta las areniscas muy levantadas con el eje del pliegue en dirección NO.-SE.

Al remontar la pista la ribera Sudeste del Uad corta diversos repliegues muy cerrados de una serie con facies franca del flysch, donde alternan areniscas, brechas finas, del tipo que a M. Bourcart le gusta llamar «granito», y niveles margosos. El conjunto se halla afectado localmente por varios repliegues, así como pequeños pliegues fallas, lo bastante importantes para enmascarar la sucesión de las capas.

(\*) En el curso de este trabajo, todas las coordenadas se refieren, salvo indicación especial, al Mapa topográfico a escala 1:50.000 de la zona.





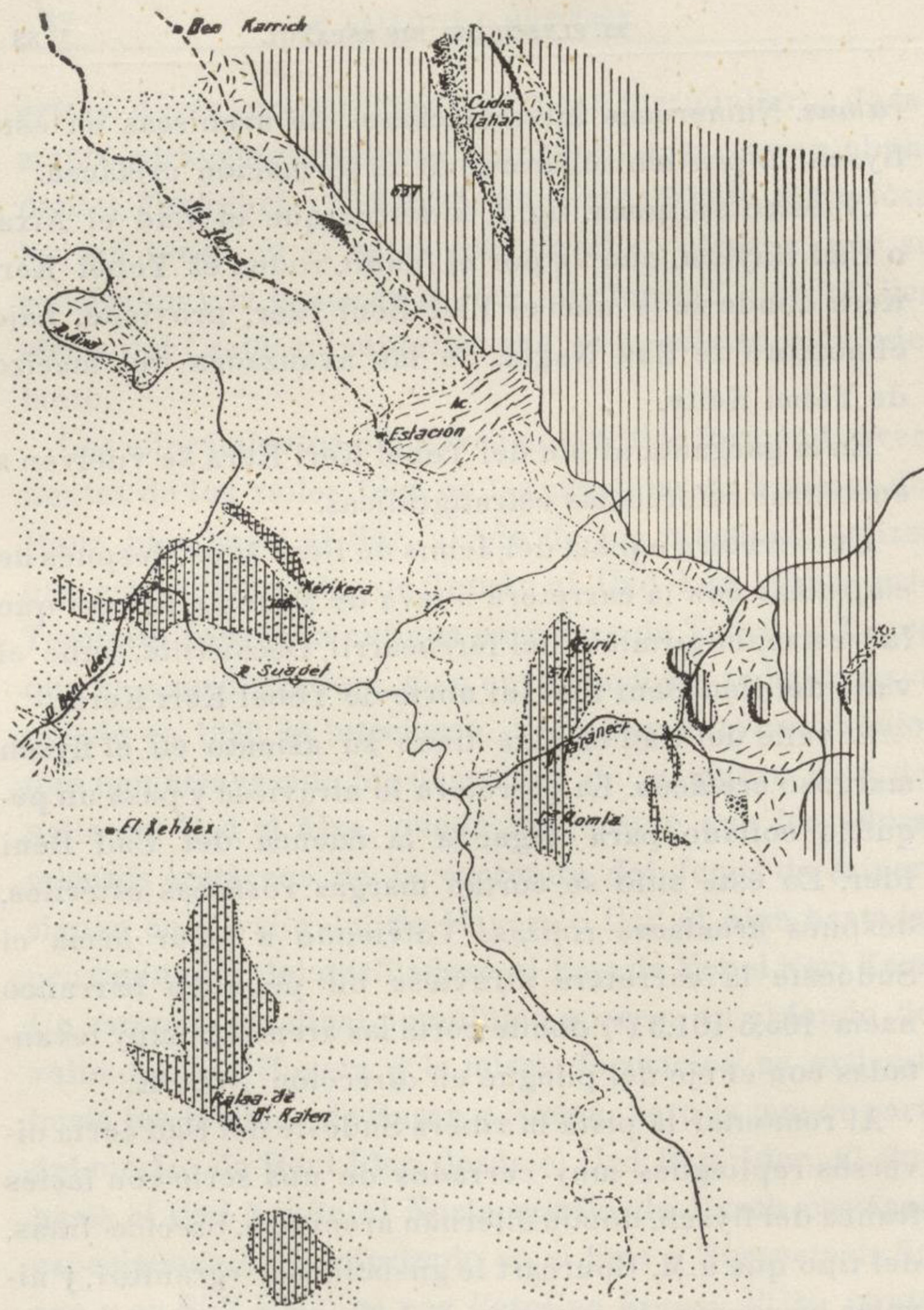
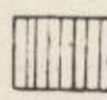

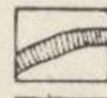

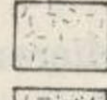
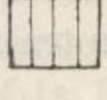
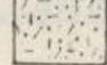


Fig. 2.—Esquema de la región de Ben Karrich - Uad Kerikera - Uad Taranes.

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|  | Arenisca numulítica del tipo del Algibe. |  | Arenisca cretácea de tipo parecido al del Algibe. |
|  | Margas rosáceas del Flysch.              |  | Flysch cretáceo y secundario.                     |
|  | Flysch numulítico.                       |  | Jurásico, cadena caliza.                          |
|  | Flysch dudoso cretáceo o numulítico.     |   |   |



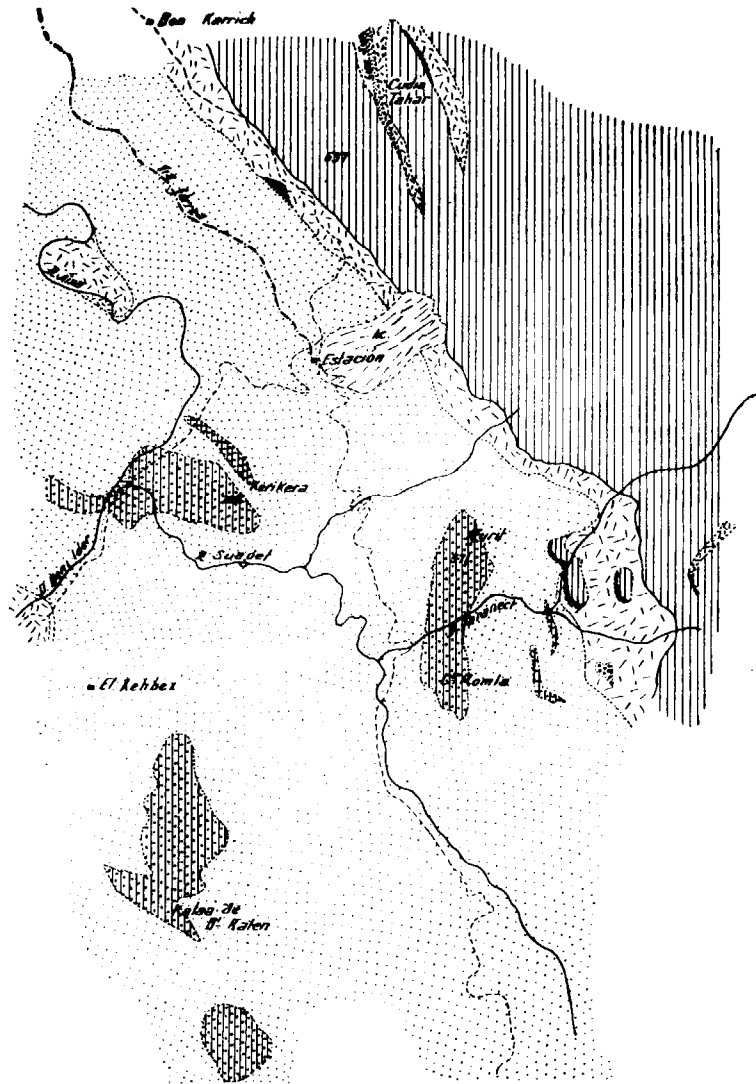
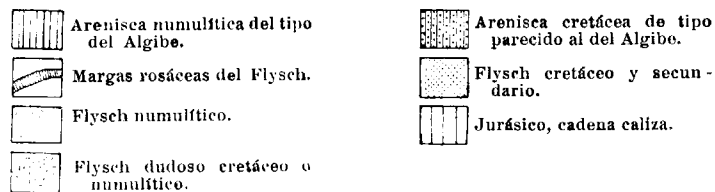


Fig. 2.—Esquema de la región de Ben Karrich - Uad Kerikera - Uad Taranes.



Estos repliegues se traducen en el conjunto por el afloramiento de una cuña de arenisca dura en Yebel Keri Kera, dispuesta sin duda en sinclinal, a no ser que pertenezca esta arenisca a niveles más inferiores del Cretáceo y cuya posición es homóloga de la del asomo areniscoso del Yebel Afurit.

En la confluencia del Uad Nagla o Uad Beni Ider aparece, en la orilla izquierda del último, un anticlinal cuyo eje tiene dirección Sur-Norte. Su rama Oeste, descubierta por el río, muestra en su base calizas análogas a las que acompañan las capas rosáceas, recubiertas por areniscas y margas esquistosas.

A esta serie, afectada por repliegues, sigue una arenisca dura que buza Norte-Nordeste y forma un saliente en el flanco Norte del valle. Es posible que estas areniscas estén intercaladas en la serie, pero también que estén en sinclinal.

El monte bajo oculta su relación con los repliegues que le suceden al Oeste. Estos están formados por capas arenosas y brechas finas que alternan con margas. Este conjunto se levanta y reaparecen, en el fondo de la vertiente de El Xehbez, las capas rosáceas típicas, idénticas a las del Uad Taranes, que se estudiarán más adelante, pero sin tantas dislocaciones. En ellas se intercalan lentejones de calizas con foraminíferos y margas con foraminíferos sueltos.

Este corte transversal nos enseña pues de Este a Oeste tres capas coloradas con foraminíferos.

Las primeras capas rosáceas que se cortan subiendo el valle, están muy levantadas y han proporcionado numerosos ejemplares de foraminíferos (prep. XVIII, 77 y 79); a saber: *Lagena orbularia*, *L. sphaerica*, *L. diffrengens*, *Globigerina bulloides*, *Globigerina* (formas lisas), *Rosalina*

*Linnei*, d'Orb., *Truncatulina*, *Nodosaria*, *Bolivina*, miliolideos, textularideos, rotalideos y espículas de espongiarios.

Después de una sucesión de lechos estériles, en parte finamente arenosos, un segundo nivel rosáceo, subvertical, que podría ser la reaparición del primero a causa de un repliegue, revela (prep. XVI y XVII) una caliza brechoide gris y una caliza cristalina gris clara, muy fina, amasijo de *Lagena orbularia*, *L. sphaerica*, *L. diffrens*, *Rosalina Linnei*, d'Orb., *Truncatulina*, *Cristellaria*, *Nodosaria*, *Globigerina*, textularideos.

Estos primeros bancos rosáceos que siguen a las margas esquistosas verdosas pertenecen aquí, por tanto, al *Cretáceo superior*.

Las calizas plegadas en anticlinal frente a la confluencia del Uad Nagla y del Uad Beni Ider (prep. 69), se presentan al microscopio finamente arenosas, con petrifica-

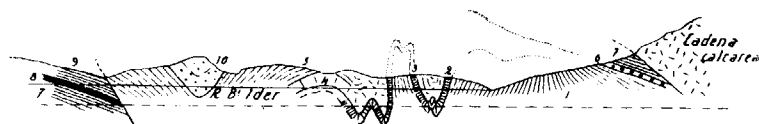


Fig. 3. Corte-interpretación de la cordillera calcárea del O. de Beni Ider. 1, esquistos verdosos del Cretáceo; 2 y 3, capas rosáceas de la pista de Beni Aros; 4, calizas del anticlinal de la confluencia; 5, flysch cretáceo probable; 6, luteciense en la carretera de Ben Karrich; 7, Eoceno superior; 8, capas rosáceas del Eoceno superior; 9, flysch eoceno-oligoceno; 10, arenisca parecida a la del Aljibe.

ciones de *Lagena*, de *Globigerina*, de rotalideos y restos de *Rosalina*. Sigue todavía el Cretáceo superior.

El corte, que damos solamente a título hipotético, muestra a grandes rasgos la marcha de los bancos. Los que siguen a las calizas, nivel 4, del afluyente son estériles y no sabemos, a causa del monte bajo, cómo aparece el numulítico; primer nivel con fósiles que se observa aguas

arriba de la confluencia. De esto hablaremos más adelante. Anotemos sencillamente un hecho; mientras que en Ben Karrich es el luteciense inferior, 6, el que sigue a las margas esquistosas verdes, el nivel 9 corresponde al Eoceno superior.

Desde Uad Beni Ider hacia el Sur se extiende una formación de facies flysch con bancos de arenisca cuarcítica de color pardo. De vez en cuando aparece en la maleza un nivel margo calizo gris. Al Sureste de Ahbak, por debajo de areniscas, buzando al Norte, que se unen con las del Yebel Kerikera, vuelve a aparecer el Cretáceo superior con foraminíferos, y éste desempeña un papel importantísimo en el macizo de Beni Raten. Al Este de Bab es Selha, calizas finamente detriticas alternan con margas rojas en lechos delgados. Allí abundan *Rosalina Linnei*, d'Orb., *Lagena*, *Textularia*, *Cristellaria*, *Orbulina*, siendo el conjunto de edad senonense. Más al Sur, en Aguelman, hemos observado los mismos foraminíferos.

Las cumbres: Kalaa de Beni Raten, Cudia Kasba, Cudia Taimus, Yemaa el Beida, corresponden con zonas de mayor extensión de las areniscas y de estas mismas provienen los derrubios areniscos esparcidos sobre las vertientes.

No hemos hallado allí sino malos restos cerca de la Yemaa el Beida. En este sitio, a lo largo del camino, cerca del punto 106,8-90,3, en el límite de un banco margo-calizo gris, aparece una formación microbrechoidea de unos milímetros de espesor, donde se observan: *Lagena* sp., *Rosalina*, sp., rotalideos, textularideos, fragmentos de *Crinoideos*, etc.

Algo más al Sudoeste, cerca del sitio donde la senda de Yemaa el Beida a Beni Hamran cruza el Uad Megas el Gad-dar se vuelve a encontrar la misma formación entre-

mezclada con bancos areniscosos y margas. Una fauna idéntica determina en este sitio, tanto como en los anteriores, el Cretáceo superior. Por continuidad de los bancos que se pueden seguir paso a paso en las alturas, hemos de atribuir la misma edad a la parte Norte del macizo de la Cudia Abdelgani.

Resulta, pues, que la mayor parte de los montes entre el Uad Beni Ider y Zoco el Arbaa pertenecen al flysch cretáceo. Al Este del Uad Suagel o Uad Nagla la formación se extiende por debajo del flysch que luego describiremos como numulítico.

A la base de este flysch, al pie Sudeste del Dahar Afusan aparecen unas calizas margosas blancas cuajadas de hermosísimas *Globigerina* sp. y *Orbulina* sp. A pesar de la ausencia de géneros típicamente cretáceos por su facies y fauna, este nivel se asemeja mucho a los que más al Este contienen *Rosalina Linnei* y demás formas del senonense, de tal modo que lo consideramos como Cretáceo superior.

**b) Región al SE. de Zoco el Arbaa.**—El alto donde está construido este zoco y el puesto militar, separa la cuenca del Uad Lau, al Sur, de la del Uad Suagel o Nagla afluente del río Martín, al Norte. Las margas oscuras que producen por alteración margas esquistas verdes, aparecen en las márgenes del Uad Suagel y hacia el E. hasta no lejos del puesto. El sendero de Zoco el Arbaa a Addar (1, lám. II) las atraviesa y vuelve a encontrárselas hasta en las faldas de la cordillera caliza, donde sirven de base al numulítico.

Los cabalgamientos de Addar presentan debajo del permotriás (prep. 87) calizas grises, finamente brechoides, con restos de foraminíferos, *Orbitoides*, *Globigerina*, *Or-*

*bulina*, *Nodosaria*, *Cristellaria*, rotalideos, *Litophyllum*. Trátase todavía probablemente del Cretáceo superior; se encuentra, por lo demás, íntimamente asociado al lute-ciense superior.

Si se vuelve a bajar desde Zoco el Arbaa hacia Xauen se observa de nuevo la facies margo-esquistosa más o menos sabulosa, pero más fina que la del flysch numulítico. Este, que puede reconocerse todavía aguas arriba del manantial, descansa sobre los niveles con intercalaciones rosáceas que se pusieron al descubierto por unos trabajos entre los kilómetros 41 y 42. Allí aparecen bancos más o menos arenosos acompañados de margas rosáceas.

De los niveles detríticos se obtuvieron (prep. 33) restos de *Orbitoides*, *Lepidorbitoides*, rotalideos y *Globigerina*. Una capa (prep. 67) de caliza cristalina sacaroide gris clara de este mismo punto contenía gran abundancia de pequeños foraminíferos o restos de *Rosalina*, a los que se suman otros de *Lagena*, *Textularia*, *Globigerina*, *Rotalia*, *Truncatulina*, *Orbulina*, etc.

Hacia la caseta telefónica de Xeruta, las calizas sacaroides más blanquecinas (pl. 34) cargadas de *Lagena* de todos los tipos, de textularideos y de rotalideos, presentan restos de *Rosalina*.

Por último, hacia el kilómetro 42,4 (prep. 35) se encuentran al lado de estas formas algunas espículas.

Al Norte del Uad Haba, las suaves vertientes, separando este río del pie del crestón areniscoso del Yebel Afraifa, constan de las mismas margas esquistas verdosas. Al Norte de Adayog, niveles rosáceos con lajas calizas nos proporcionaron también una fauna de *Rosalina Linnei*, d'Orb., y demás foraminíferos.

Identifican, también aquí, el Cretáceo superior. Parece por consiguiente que las margas esquistas verdosas

que están sin duda subordinadas a los niveles rosáceos y que se extienden en el alto valle del Uad Lau, hasta más allá de Xauen y en la base del crestón de Yebel Beni Hassan y Yebel Sidi Sugna, deberán de referirse al Cretáceo medio o a la base del Cretáceo superior. Las capas de facie flysch que acabamos de mencionar estarían en la parte superior del Cretáceo. Estas anuncian ya las facies flysch del numulítico. Por el contrario no se puede establecer la continuidad de sedimentación entre el flysch cretáceo y el flysch terciario, pues en ningún sitio se notaron faunas del Eoceno inferior, ni tampoco capas de alguna importancia ocupando la posición estratigráfica de este nivel.

**c) Presa del Uad Lau.** — Con alguna duda se atribuyen al Cretáceo las areniscas y brechas sobre las cuales se apoya la presa del Uad Lau en su margen derecha. De la escombrera hemos extraído areniscas silíceas con cristales de cuarzo hialino (prep. 79 y 84) sin ningún resto orgánico. No obstante, por su posición y su facies, la formación en la que está anclada la presa parece pertenecer al Cretáceo superior.

**d) Macizo de Yebel Sugna.** — Se ha visto que la serie cretácea margo-esquistosa verde que forma las vertientes del valle del Uad Lau se parece a este flysch, pero sin ser idéntica a él.

Tiene mucha analogía con las formaciones más o menos esquistosas de Draa el Azef, en las cuales entre la frontera y el crestón del Yebel Sugna-Cudia Safri, que separa la cuenca del Uad Lau de la del Uad Lucus, ha encontrado M. Bourcart, *Amonites* cretáceos.

A pesar de las investigaciones hechas hasta el día, no

se ha podido descubrir ningún otro yacimiento y entre Draa el Azef y el paso por donde va la carretera, las únicas capas que parecen fosilíferas no han proporcionado más que restos indeterminados de bivalvas.

Estas formaciones han sido consideradas como batiales (6). La serie estratigráfica no parece ser de tipo profundo. El croquis de la figura 4 muestra las alternancias repetidas de pequeños bancos arenosos que se multiplican en las margas, visibles en la trinchera de la carretera.

Vistos al microscopio, algunos de estos bancos contienen foraminíferos.

Así la preparación 15 pone al descubierto una caliza gris oscura cristalina cargada de espículas de *Monactinélidos*,

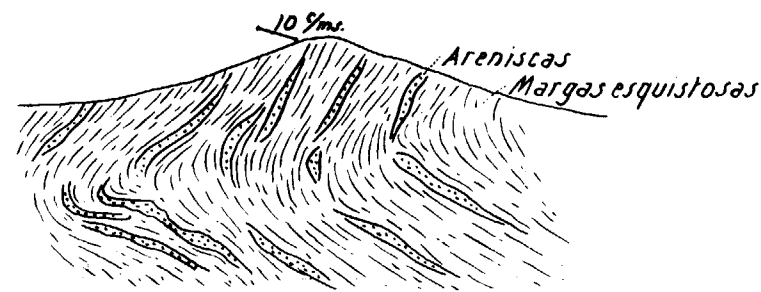


Fig. 4

lidos, de *Textuláridos*, *Truncatulina*, *Orbulina porosa*, así como *Globigerina* y *Lagena* más raras.

Esta fauna, aunque pobre, indica la presencia del Cretáceo superior.

La serie esquistosa verde forma toda la masa del Yebel Sugna, en que sólo la coronación es arenosa, del tipo del Aljibe. Corresponde a la vertiente débilmente inclinada que da cara a Xauen, vertiente escalonada por largas avenidas de areniscas rodadas y resbaladas.

Si desde el Uad Lau se sube por Beni Jahra hacia el puerto de Si Binaya, que los moros llaman también de

Taguelmine, se corta en todo el recorrido esta masa esquistosa deshecha en pajuelas verdosas o grises. Perteneció al Cretáceo y representa la parte superior de los esquistos de la serie comprensiva.

El macizo de areniscas de Yebel Sugna domina Beni Jhara. Otro macizo de arenisca se eleva al norte del puerto y forma un crestón potente en dirección hacia Beni Aros, que forma las cúspides de Cudia Safri, Takar Kattuz, Admama.

En el puerto de Si Binaya aparece un complejo de areniscas y margas amarillas y rojas que recuerdan el flysch rosáceo de la cordillera caliza y que se sitúan debajo de ciertas areniscas de las cumbres.

La serie de estos bancos buza alrededor de los 20° Norte; no se percibe bien el contacto con las areniscas

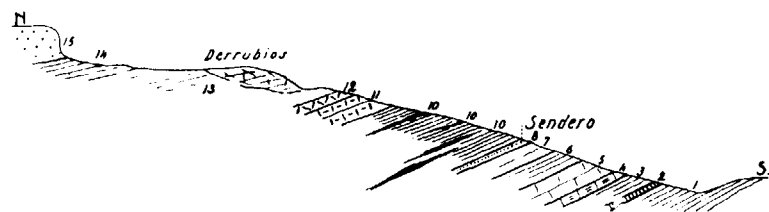


Fig. 5.—Corte por el puerto de Sidi Binaya (Taguelmin)

de la Cudia Safri, cuyos derrubios enmascaran los contactos, pero parece que existe allí una discordancia.

Por el contrario, al Sur existe concordancia aparente entre la serie colorada y la arenisca de las cumbres, cuya base parece esfumarse e intercalarse en la base de las capas coloreadas (\*).

(\*) Como no se ha hecho aquí más que un corte pues no podemos dar un croquis geológico en plano suficientemente exacto, tanto más cuanto que la hermosa hoja Sidi Sugna a escala 1:50.000 salió de prensa después de nuestras investigaciones.

El corte muestra no lejos de Sidi El Hadch Barraca (figura 5), lo siguiente:

- |   |         |
|---|---------|
| 1. Margas esquistosas del senonense.  |         |
| 2. Areniscas amarillas que van pasando hacia arriba a calizas sabulosas azules, en lentejones .....   | 0,60 m. |
| 3. Margas esquistosas amarillas .....   | 3 »     |
| 4. Areniscas amarillas .....  | 1 »     |
| 5. Margas amarillas y areniscas rojas con lechos gris azulados .....  | 6 »     |
| 6. Margas calizas amarillas con manchas azules  |         |
| 7. Que pasan a areniscas finas azules .....   | 7 »     |
| 8. Areniscas piritosas en lechos dislocados .....   | 0,50 »  |
| 9. Areniscas amarillas y rosáceas .....   | 30 »    |
| 10. Intercalaciones lenticulares formadas en su base por una brecha calcárea que pasa hacia arriba a una arenisca fina. Estos bancos, de 0,30 m., repartidos en la masa han proporcionado una fauna cretácea. |         |
| 11. Margas arenosas con color de herrumbre .....  | 10 »    |
| 12. Superficie oculta donde afloran por debajo de los aluviones una molasa amarilla con manchas azules.   |         |
| 13. Arenisca del tipo flysch.   |         |
| 14. Arenisca pardo rojiza.  |         |
| 15. Arenisca dura con bancos de franco tipo del Aljibe .....  | 60 »    |

Todo este conjunto es estéril, salvo las margas rosáceas o más bien los bancos lenticulares que en ellos se intercalan. Estos presentan (preparaciones 9, 16, 17 A. B, 18), una caliza gris arenosa con: *Cristellaria*, rotalideos, *Pulvinulina*, *Orbitella* A y B sp., *Rosalina Linnei*, d'Orb, mutación calciforme y forma ordinaria; *Lagena orbularia*, *Nodosaria*, *Globigerina bulloides* y otros; textularideos, *Siderolites* cf. *calcitrapoides*, Lmk.

Resulta, típicamente del Cretáceo superior.

Por encima de este senonense no se ha determinado ningún nivel numulítico.

Las areniscas de tipo del Aljibe que coronan la serie son, posiblemente, numulíticas, pero de edad indeterminada.

Al Nordeste del puerto parece que estas areniscas terminan en cuña en los esquistos margosos cretáceos, pero puede que no sea más que un efecto de perspectiva. Como vuelve a aparecer hacia el Norte el Cretáceo superior en el collado de Sidi Bu Megait, estrechamente unido con las areniscas, nos parece más probable que pertenezcan también estas últimas al senonense-maestrichtiense.

Hacia el Sur y el Sudeste esta serie de margas esquistosas forma el puerto de la carretera de Draa el Azef y la base del macizo de Jesana que domina hacia el Oeste el puerto de Bab Taza. Allí, como en el Yebel de Sidi Sugna, se encuentra coronada por la arenisca del tipo del Aljibe. No presenta ningún nivel fosilífero, pero lleva un nivel de capas rosáceas, cuya facies reproduce los caracteres de los niveles inferiores de la pista de Beni Aros y de Si Binaya.

El corte de la figura 6 muestra la marcha de estas capas y de la arenisca que las corona en este hermoso ma-

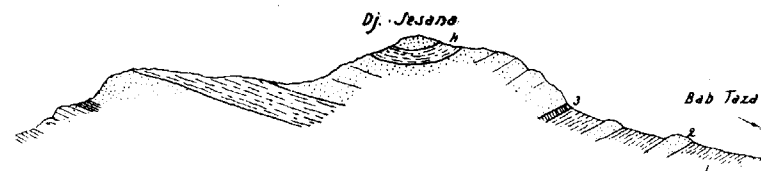


Fig. 6.—Corte esquemático de Yebel Jesana. 1, margas oscuras hojosas del Cretáceo; 2, capa rosácea estéril; 3, areniscas próximas a la del Aljibe; 4, nivel margoso superior

oizo. Pero en este punto se encuentran sobre la arenisca como continuación de las capas rosáceas, unas margas esquistosas negras, de suerte que todas o parte de las areniscas habrá que referirlas posiblemente al Cretáceo.

Las margas esquistosas cretáceas, o por lo menos se-

cundarias, afloran en el puerto de Bab Taza, y hacia el E. por los Beni Feluat en el valle afluyente del Uad el Had, así como en el valle inferior de este último. Constituyen el elemento esencial de la región. Continúan hacia Ankod las capas oscuras con núcleos calcáreos, que uno de nosotros atribuyó hipotéticamente al Cretáceo superior (23).

Por debajo de los crestones de areniscas se unen hacia el Sudeste con la zona del flysch cretáceo estudiado por M. Lacoste. Su evidente afinidad nos dispensa de buscar por ahora nuevos jalones estratigráficos, pero cuando se estudie la estratigrafía detallada de la región se hará necesaria una cuidadosa investigación.

**e) Alrededores de Xauen.**—La extensión de este Cretáceo la hemos comprobado no sólo en las cumbres alejadas de la cordillera caliza sino también al pie mismo de las vertientes de Xauen, del Yebel Lexhab y de la región de Utlega.

Se ha visto que hasta en el fondo del valle del Uad Lau está cubierta la superficie de la serie esquistosa por bloques de arenisca que resbalaron de las cumbres.

De igual modo se encuentra a partir del río que va en dirección de Yebel Kelaa una serie esquistosa con numerosos lechos de areniscas, cuyo conjunto es, sin embargo, relativamente blando y corresponde a la parte inferior de la vertiente Este del valle.

Este flysch, cuyas afinidades cretáceas han sido muy bien vistas por M. Bourcart, lo califica este autor de batial. Trece preparaciones microscópicas, tomadas a lo largo de la carretera del Puente de Fomento a Xauen, en los kilómetros 4 y 5, muestran por todas partes un sedimento con gran proporción de cuarzo clástico, pero sin restos orgánicos definibles.



La zona donde predominan las margas forma la parte más suave, relativamente, del relieve del terreno.

Un cambio de pendiente muy brusco corresponde a una serie mucho más arenosa, que se inserta por debajo del cabalgamiento de Yebel Kelaa. Se observa en ella la ex-

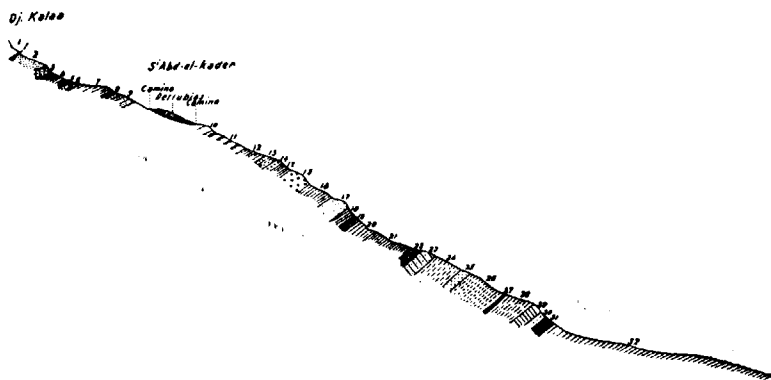


Fig. 7.—Corte de la falda del Yebel Kelaa por el Santón de Muley Abd es Selam (o Abd el Kader)

tensión de indicios litorales, así como niveles con restos de plantas y vestigios carbonosos.

Más arriba de este corte es donde habíamos situado, en 1930, el numulítico superior (23). Un estudio detallado nos obliga a revisar o limitar este concepto.

Por encima del cambio de pendiente, la serie de areniscas y la de margas sabulosas se introduce por debajo del Jurásico cabalgante de Yebel Kelaa. El corte, a partir de dicho Jurásico, es el que sigue:

1. Jurásico.
2. Areniscas oscuras con foraminíferos..... 2 m.
3. Areniscas rojas del tipo del Aljibe (con granos más gruesos de cuarzo en una arenisca más fina) ..... 1,50 »

4. Margas esquistosas oscuras .....	5-6 m.
5. Margas calizas con algas dudosas .....	1 »
6. Areniscas finas estériles .....	1,50 »
7. Areniscas finas y margas alternantes .....	10 »
8. Lecho de <i>Ostrea</i> rotas y de espículas de espongiarios de igual tipo que en Beni Bu Chedda .....	0,50 »
9. Arenisca parda en losas. Por debajo de esta arenisca surge el manantial temporario de Sidi Abd el Kader.	
10. Arenisca parda .....	1 »
11. Arenisca fina en losas micáceas con vestigios de plantas .....	30 »
12. Margas esquistosas negras, que alternan con areniscas finas .....	10 »
13. Margas calizas claras .....	2-3 »
13 bis. Margas esquistosas .....	2 »
14. Areniscas con vestigios carbonosos .....	2 »
15. Areniscas blandas micáceas .....	10 »
16. Margas calizas sabulosas, que se descomponen en pajuelas .....	20 »
17. Areniscas blandas .....	6 »
18. Margas calizas deshechas en pajuelas amarillas .....	4 »
19. Areniscas finas rojas, sueltas en láminas .....	2 »
20. Alternancia de margas y areniscas .....	15 »
21. Alternancias margoso-calizas con fractura concoidea.	20 »
22. Margas esquistosas negras .....	2 »
23. Areniscas rojas .....	2 »
24. Alternancia de areniscas y margas rojizas .....	15 »
25. Areniscas blandas .....	2 »
26. Alternancia de areniscas y margas rojas .....	15 »
27. Areniscas micáceas blandas en placas blandas con plantas indeterminables .....	3 »
28. Alternancia de areniscas y margas pardas .....	15 »
29. Margas calizas negras con pátina clara, que se asemejan al senonense de Tánger .....	10 »
30. Areniscas finas con plantas indeterminables .....	20 »
31. Margas calizas negras esquistosas .....	1 »

Por debajo de estas capas, una zona sin asomos claros corresponde al cambio de pendiente que representa el paso a las margas esquistosas de tipo cretáceo.

Esta serie sólo presenta en este corte muy pocos niveles de referencia; pero la parte alta corresponde al Cretáceo superior.

El banco 2 (preparaciones 111, 103, 104) corresponde a

una caliza sacaroide gris con restos abundantes de *Rosalina Linnei*, d'Orb., *Lagena orbularia*, *L. sphaerica*, *L. diffringens*, *Fissurina*, *Globigerina bulloides* y otras, textularideos, rotalideos, *Cristellaria*, *Nodosaria*, etc.

Tras los bancos estériles, la capa 8 deja ver con la lupa foraminíferos (prep. 11). Se trata de una arenisca fina con restos de conchas de lamelibranquios, en su superficie. Allí se encuentran: *Rosalina Linnei*, d'Orb. (escasas), *Globigerina*, *Lagena orbularia*, textularideos, rotalideos (*Truncatulina*, etc.), *Nodosaria*, así como una infinidad de prismas de *Inoceramus*.

La parte superior de esta potente serie pertenece, por tanto, al Cretáceo superior. En vista de la serie arrastrada que le sirve de techo, cabe preguntarse si no se habrá replegado aprisionando en su parte media al numulítico.

La imposibilidad de relacionar otros niveles nos deja en la incertidumbre. Pero no nos parece percibir ningún indicio de pliegue sinclinal recostado, ni ninguna charnela.

Este perfil pasa por el morabito llamado, en el mapa a escala 1 : 50.000, Randa de Sidi Abd el Kader.

Nos encontramos allí a 200-300 metros al Noroeste de una pequeña trinchera de la senda de Xauen a Kelaa, donde ya en 1930 recogió uno de nosotros restos calizos entre las margas rosáceas, en las que se identificaron: *Lepidocyclina*, sp., *Numulites vascus*, Joly y Leym., *N. Boucheri*, de la H.; lo cual corresponde al Oligoceno.

Los derrubios ocultan la relación que guardan estas margas rosáceas con las capas del corte precitado. Uno de nosotros ha buscado en ellas nuevas muestras. Estas no han proporcionado más que foraminíferos típicamente cretáceos. Los lentejones fosilíferos son de una caliza muy finamente arenosa (prep. 76, 78), con restos de cri-

noides, de rotalideos, de *Cristellaria*, asociados a ejemplares raros de *Lagena*, *Orbulina*, *Nodosaria*.

El conjunto se presenta fuertemente triturado.

Las capas rosáceas son pues aquí del Cretáceo superior. Pero se verá que más al Norte, hacia Kelaa, se vuelve a encontrar el numulítico, acuñado y aplastado, entre el Lías de Yebel Kelaa y el Cretáceo. Es por lo tanto posible que los restos recogidos en 1930 pertenezcan a delgadas manchas de Oligoceno, que ocupan aquí una posición análoga.

Conviene subrayar la potencia de esta serie cretácea. Comienza en la parte baja de las vertientes con esquistos color verde aceituna y al comenzar la pendiente admite bancos subcontinentales o costeros con plantas (capas 31, 25).

Los niveles 13-24 son marinos, salvo raros tránsitos más subcontinentales. Las capas 9-12 marcan una vuelta a las influencias costeras y si la serie se hace hacia arriba más marina, el episodio de areniscas de tipo del Aljibe muestra allí la proximidad del litoral.

El saliente que forma la base del Yebel Kelaa está cortado oblicuamente por diversos caminos que conducen al gran aduar de Kelaa. El más elevado pasa por el Morabito. Un camino intermedio pasa a media pendiente por la vertiente rápida del saliente.

El tercero pasa al pie de esta vertiente, según el cambio de pendiente, es decir, próximamente sobre el Cretáceo esquistoso más blando.

El camino intermedio, que rodea el saliente, deja al descubierto una serie de bancos arenosos marinos que afloran no lejos de los alrededores del aduar. El saliente, visto desde el Norte, se presenta como indica la figura 8.

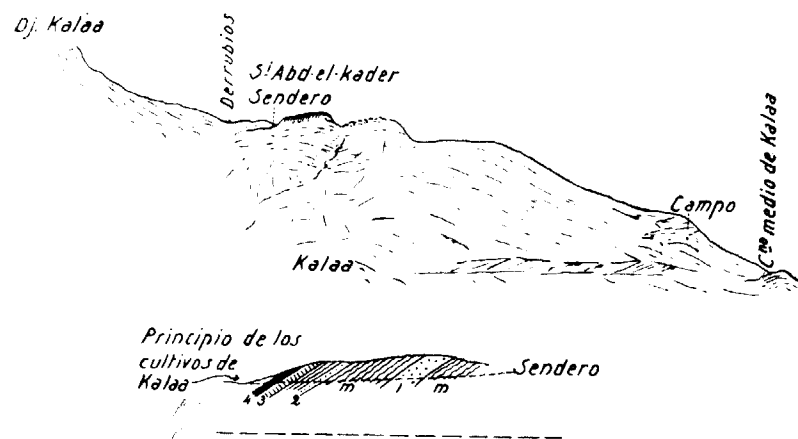
Aunque no haya sido posible seguir los bancos, parece

que este afloramiento corresponde, *grosso modo*, a alguno de los bancos 13-24. El camino atraviesa un conjunto de margas *m* donde van incluidos cuatro bancos de algunos decímetros de espesor, a saber: (fig. 8 b; pl. 3; prep. III)

1. Caliza con dientes de *Lamna*.
2. Calizas con foraminíferos escasos.
3. Calizas cristalinas.
4. Calizas sabulosas.

Su fauna no ha revelado en el banco 1 más que dientes de tiburones.

En el 3 (cerca del comienzo de los cultivos de Kelaa) se tiene (prep. I, VIII, IX) una caliza cristalina gris con gra-



Figs. 8 y 8 b.

nos de cuarzo y con *Orthophragmina* y *Nummulites* A, pequeños, indeterminables.

La capa 4 corresponde a una caliza análoga con cristales de cuarzo, cuajados de *Nummulites*, sp. A y B, indeterminables, granulados y no granulados, minúsculos, *Orthophragmina*, sp. (prep. VII).

La preparación VI y la 96 muestran abundantes milio-

ideos, muy abundantes *Biloculina*, *Triloculina*, *Quinqueloculina*, *Rotalia*, sp., muy pustulosas (\*) y otros rotalideos, *Planorbulites*?, *Gypsina globulus*, Reuss, *Orthophragmina* escasas y muy pequeñas; *Nummulites*.

Este conjunto podría situarse en el Eoceno superior, porque en estos parajes no se conoce el inferior.

Pues, o bien este complejo está pellizcado en sinclinal en el Cretáceo, puesto en evidencia por el corte precedente a la altura del Morabito, o bien la inclinación rápida del Cretáceo deja subsistir entre él y el flanco Norte de Yebel Kelaa, que domina el pueblo, una base numulítica gradualmente creciente.

Esta interpretación parece la mejor, pues, al pie del Santón, el camino intermedio en cuestión bordea las calizas (prep. X) con rotalideos, *Lagena orbularia*, *Lagena diffregens*, globigerinidos y espículas, que se adjudican al Cretáceo superior, de buzamiento Norte.

No existe aquí, como ocurre en el Uad Taranes y a lo largo de la pista de Beni Aros, el nivel rosáceo con foraminíferos de la base del luteciense de la serie numulítica.

Estas facies del Cretáceo se extienden por todo el contorno de la cordillera hacia el Sur. Corresponden a las vertientes de la Cudia Tadrart, a los alrededores del alto del blocao de Tizi a la Cudia El Gazuli. Las areniscas, que están allí pellizcadas, son en parte posiblemente numulíticas, pero también posiblemente cretáceas. Se verá más adelante que entre el borde de la cordillera caliza y el Cretáceo se vuelven a encontrar jalones del numulítico diseminados por todas partes.

(\*) Acerca de estas *Rotalia* pustulosas véase el capítulo paleontológico.

Bástenos aquí hacer notar la extensión del Cretáceo al Suroeste de Bab Taza, donde admite intercalaciones arenosas, y también en las regiones de Bu Hal-lal y Beni Derkul, en donde soporta un Eoceno potente.

Se le vuelve a encontrar más lejos todavía, después de la gran curva de la cordillera hasta en la región de Utlega.

Al Este de la entrada de la garganta del Uad Buhia, el paleozoico, que desborda el contorno del Jurásico, cabalga sobre el complejo de flysch-cretáceo de la zona periférica y forma la cresta de Bab Ziat (véase Marín y FalLOT, 26).

El contacto, que es muy difícil de precisar entre la maleza, ha sido visto a unos dos kilómetros al Sur de Bab Ziat. Pero parece que en este punto no existe numulítico bien caracterizado por debajo del paleozoico.

Las muestras tomadas son de aspecto neo-cretáceo. Contienen (prep. 49), dentro de una caliza sabulosa, fina, de vez en cuando oolítica: *Rosalina Linnei*, d'Orb. (restos), *Orbulina*, *Lagena*, textularideos y rotalideos, fauna que confirma su atribución al Cretáceo superior.

## CAPITULO II

### PARTES INTERIORES DE LA ZONA CALIZA

a) **Región al Norte del Uad Lau.**—Si nuestras investigaciones han aportado nuevas comprobaciones en cuanto a la extensión del Cretáceo con foraminíferos en torno a la cordillera caliza, también revelan su existencia en los elementos tectónicos de esta última.

Ya se ha dicho anteriormente que el Cretáceo rosa con *Aptychus* aparece en la región de Yebel Musa y a él se atribuían las capas color rosa que acompañan al flysch hacia Jarjor.

Por analogía se supusieron cretáceas las margas color rosa de los alrededores de la cordillera, hacia Bu Hal-lal, El Had de Beni Derkul, etcétera.

En lo que concierne al neocomiense probable, parece que solamente deben considerarse como señalados los jalones del Norte, desde Dar Jarjor hasta el estrecho de Gibraltar.

Pero más hacia el Sur vamos a señalar el Cretáceo superior con otra facies.

En cuanto a la región al Sur de Tetuán, donde ya hemos descubierto el Cretáceo en 1930, lo hemos vuelto a encontrar por debajo del luteciense del collado de Dar Jarjor con *Rosalina*, sp., *Globigerina*, sp., *Textularia*, sp.,

en bancos margo-calizos casi imposibles de separar de las margas del flysch numulítico.

Al Norte del testigo de Permo-trías de Dar Jarjor, en una depresión de orientación meridiana, hemos recogido margas al pie Este de la cota 1.037, en las cuales los especialistas de los pequeños foraminíferos que trabajan con tanto acierto en el B.R. P. M., de Rabat hallaron *Globigerina cretacea*, *Globorotalia velascoensis*, *Valvulina coler*,

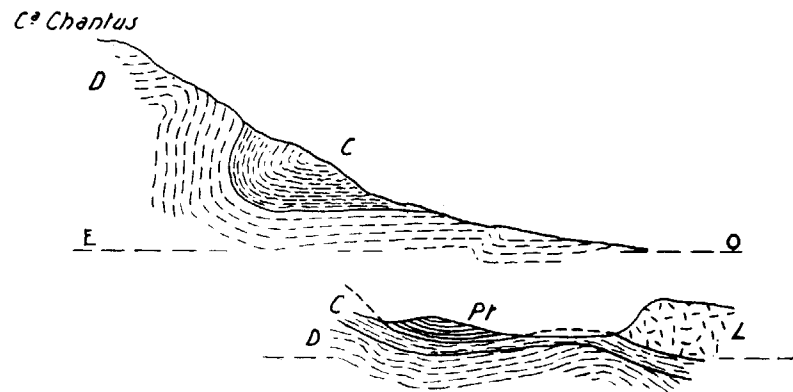


Fig. 9. - Dos cortes del Cretáceo superior de la Cudia Chantus: El primero pasando por la Cudia; el segundo 300 metros al Noroeste. Pt, Permo-Trías; L, caliza compacta del Lías; D, Caliza margosa con pedernal del domeriense; C, Cretáceo superior.

*Anomalina grosserugosa*, *Rotalia beccariiformis*, *Hantkenina brevispina*, *Bolivinoidea*, sp., *Bolivinita*, sp., *Frondicularia elongata*, *Guttulina*, sp., *Gaudryina laevigata*, etc., cuya asociación demuestra la presencia del Cretáceo.

Es la misma formación que aparece por debajo de la pudinga numulítica del collado de Dar Jarjor y con más extensión hacia el Gorgués. Va indicada con el número 5 en la figura 13.

Huellas de las margas rosáceas y amarillentas del senonense aparecen aun más al Sur, por debajo de la pu-

dinga numulítica. Por ejemplo, dichas margas transgresivas sobre el Lías superior dan lugar a reducidos cultivos entre las peñas calizas del pie Este de Bab Tilicht (fig. 10).

Hacia el Sur, en el macizo del Kelty, se halla también el Cretáceo superior.

La Cudia Chantus (12, lám. II) pertenece a la unidad tectónica más elevada. Sobre las calizas del Lías se apo-

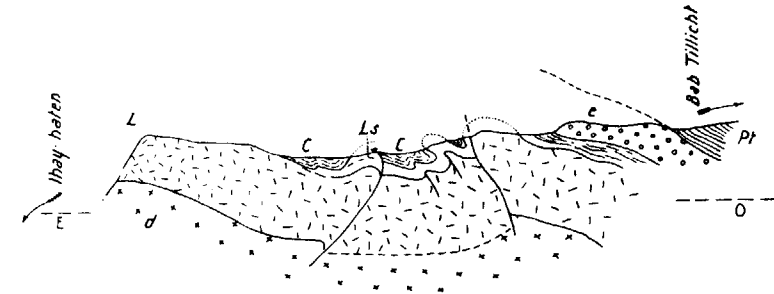


Fig. 10. - Corte al pie Este de Bab Tilicht, en las peñas cuya vertiente domina Ihay Haten. Pt, Permo-Trías; d, dolomías; L, caliza compacta del Lías; Ls, losas coloradas del Lías superior; C, Cretáceo superior con *Rosalina*; e, Pudinga luteciense de Bab Tilicht (véase en la figura 15 el corte de conjunto de este puerto).

yan margas calizas domerienses, seguidas de margas oscuras, onduladas, en cuya parte superior aparecen las calizas con foraminíferos (\*). Las preparaciones microscópicas revelan (prep. 70 y 75), dentro de una caliza sacaroide gris muy clara y fina: *Lepidorbitoides*, sp., *Cristellaria*, rotalideos (*Truncatulina*, *Lagena sphaerica*, *L. orbularia*), globigerinas, *Bolivina*, restos de *Rosalina Linnei*, d'Orb., *Siderolites*, sp., restos de crinoides. Se trata (y en una posición original muy interna) del Cretáceo superior.

Hemos descubierto nuevos vestigios del Cretáceo en el año 34, especialmente por debajo del flysch numulítico de

(\*) Asomo demasiado pequeño para haberlo situado en la lám. II.

la vertiente E. del Yebel Bobena, entre la Cudia Arunnas y la Cudia Haman. En todos estos sitios hay senonense definido por *Rosalina Linnei* y, sobre todo en los alrededores de la Cudia Chantus y de la Cudia Kechus Arauhan, lechos margo-calizos maestrichtienses con *Rosalina Stuarti*, lo que indica una mayor extensión del mar cretáceo en la zona caliza.

En la zona de cabalgamiento de las masas paleozoicas sobre la caliza de las fajas de Yebel Kelty, nos es conocido el Cretáceo en dos puntos. Aparece intercalado en la base de la pudinga con que se apoya contra el flysch al Norte-Nordeste de Kelty, entre Abxtal y Yibala (prep. 57), en forma de caliza cristalina blanca con una gran cantidad de miliolideos: rotalideos (abundantes), contadas *Lagena*, *Dentalina*, *Nodosaria*, *Litophyllum* y *Lithothamnium*, espículas, prismas de *Inoceramus*, restos de crinoides.

A dos kilómetros al Este-Sudeste se le vuelve a encontrar por debajo de la mancha permiana y paleozoica de Güentes (\*). Se asemeja allí a la base del numulítico, que también es muy reducida, y estos dos niveles no forman bajo la hoja antigua más que una aureola pequeña e incompleta.

Aguas arriba (al N.-NE. de las casas) una muestra acusa (prep. 58) una caliza arenosa o brechoide bastante fina, oscura, con hojuelas de margas rojizas, que contienen *Truncatulina*, *Cristellaria* y algunas globigerinas, *Nodosaria*, *Orbulina*.

Los dos yacimientos pertenecen, pues, al Cretáceo superior.

En los elementos que forman la base de las imbrica-

(\*) Así lo llama el mapa, pero los moros no conocen este nombre sino el de Guenfis.

ciones de Yebel Kelty, quedan al descubierto en la garganta del Uad Lau, por debajo del flysch rosáceo, unas capas dudosas, cuya microfauna recuerda el Cretáceo superior, sin que pueda asegurarse.

Así queda demostrada la existencia del Cretáceo superior a lo largo de la Sierra, desde el Uad Lau hasta el Sur de Tetuán.

**b) Yebel Tazaot.**—Al Sur de la garganta del Uad Lau se ve el Cretáceo, esta vez sobre el autóctono, en la cima de Yebel Tazaot.

La parte culminante de este amplio bombeamiento de dolomías y calizas secundarias está formada por un testigo de paleozoico. Pero el macizo se levanta hacia el Este y el Suroeste y la cresta de Yebel Tazaot misma pertenece al substratum secundario del testigo.

En una depresión, entre los montes de cotas 1.891 y 1.840, se observan los conglomerados, las margas rosáceas y losillas calizas del numulítico.

El substratum del testigo forma, a dos kilómetros al Este, un ancho bombeamiento que continúa hacia el macizo de la Cudia entre Adeldal y el Jemis de Beni Selman.

Algunos trozos de terrenos arrastrados se encuentran allí localmente adosados. Por otra parte, subsisten sobre el secundario conglomerados y areniscas, en particular el gran espigón, llamado Cudia Tasaft, que avanza entre los dos valles cruzados por los senderos de Tazaot al Jemis de Beni Selman.

Las muestras procedentes del espigón pertenecen a la misma formación. Esta consta de:

**a)** Una pudinga con restos de *Belemnites*, la cual había sido tomada por uno de nosotros *in situ* por Cretáceo, pero que pudiera ser numulítico.

b) Areniscas bastas que recuerdan al Cretáceo superior, exterior a la cordillera (pt. 5, lámina III).

c) Margas rosáceas.

d) Lajas con *Nummulites*.

El nivel b), como indica su facies, es Cretáceo según toda probabilidad. Dos preparaciones (56 y 62) muestran secciones de rotalideos y crinoides. Otras dos de un punto próximo indican una caliza un poco brechoide, cristalina, grisácea, de grano grueso de calcita con rotalideos, *Orbulina*, *Nodosaria*, restos de crinoides y espículas de espongiarios (prep. 59-60).

Por su facies y asociación de formas estas rocas evocan del todo al Cretáceo exterior de la cordillera.

La posición del nivel sobre las pudingas con *Belemnites* confirma esta atribución estratigráfica.

Es verdad que se encuentran alguna rara vez *Belemnites* rodados dentro de las pudingas lutecienses de la cordillera y la prudencia se impone en el uso de esta clase de argumentos. Sin embargo, la coexistencia de los dos indicios nos autoriza a ver aquí una transgresión del Cretáceo superior, que se inicia por brechas de poco espesor, seguidas por una sedimentación con foraminíferos.

Las margas rosáceas y las lajas con *Nummulites*, que siguen a este conjunto de la base, son del Terciario medio. No es posible, por debajo del arrastre, distinguir ningún vestigio de discordancia entre los unos y los otros.

## CAPITULO III

### OJEADA GENERAL DE CONJUNTO

Las observaciones que preceden establecen de una manera indudable la presencia del Cretáceo en la base del fisch en todo el exterior del arco calizo del Rif, y, localmente al menos, en este arco mismo.

En el exterior, la serie basal que aparece desde la región del Jemis de Anyera al paso de Bab Taza, es una marga esquistosa, verde por alteración, de grano fino, pero no batial, pues tiene numerosas intercalaciones de capitas ricas en cuarzo elástico. Esta parte inferior del Cretáceo no se ha fijado de hecho con exactitud.

Cuando hemos señalado en él foraminíferos, sólo fueron muy pequeños y la roca era, muy a menudo, completamente estéril (Puente Fomento).

Si no sabemos con certeza a qué pisos corresponden estas margas esquistosas verde aceituna, puede suponerse que están situadas hacia el Cretáceo medio e inferior, pues no tenemos indicio alguno que permita creer que sean senonenses.

Sobre estas capas y con un cambio brusco de facies, hemos visto, al Norte del Yebel Keri Kera y en Yebel Sidi Sugna, un complejo que recuerda ya bastante al ver-

dadero flysch, hasta el punto de que sea posible confundirlos siempre que haya que limitar su examen a la lupa.

Se trata de alternancias de calizas finamente arenosas y de margas o margas calizas rosáceas, que no se presentan en discordancia en Sidi Biniaya, pero que en el Uad Keri Kera, donde se levantan bastante, habían parecido transgresivas.

En este conjunto, que puede medir de 60 a 100 metros, vemos aparecer, por vez primera, una facies de margas rosáceas y brechas finas con foraminíferos, que reaparece con algunas variantes hasta en el Oligoceno.

De primera intención hay que referir todos estos niveles rosáceos al mismo horizonte e insistiremos sobre la importancia que tendrá el saberlos distinguir sobre el terreno en lo futuro.

En esta facies, que se repite con variantes a partir del Cretáceo, los niveles fértiles van asociados de manera curiosa a las margas coloreadas: en su techo, en su muro o en lentejones en su masa.

En el Cretáceo superior las capas coloreadas son menos potentes, más oscuras. En el Uad Keri Kera no miden más que algunos centímetros.

En Sidi Biniaya, 13 kilómetros al Sur, las margas rosáceas tienen cerca de 30 metros de potencia. Los niveles detríticos que las acompañan son más arenosos que brechoides, pero a un lado y a otro puede verse allí el senonense. Las areniscas que forman las cumbres de Yebel Sidi Sugna, así como los crestones de Admama y Cudia Tafraifa hacia Beni Lait se parecen mucho a las del Aljibe. Pero siendo sus relaciones con el Senonense, nos parece necesario considerarlas como equivalentes de la parte terminal del Cretáceo.

Hacia la cordillera, es decir, hacia el Este, cambian las

facies. A la altura de Zoco el Arbaa se encuentran todavía capas de gravilla acompañadas de margas rosáceas, lo mismo que hacia el kilómetro 42 de la carretera de Xauen, pero hacia la cumbre de Yebel Agueden (Y. Aiden) hay localmente lechos de verdaderas brechas con cantos rodados (cailloutis) y *Aptychus*, que hay que referir al Cretáceo.

Por último, hacia Xauen, la proximidad de tierras emergidas está acusada por la repetición de las areniscas pardas con plantas y capas con restos carbonosos. Estas no son, en efecto, propiamente continentales; recuerdan más bien las acumulaciones margo-arenosas de fondos poco profundos y próximos a los estuarios, en que las vibraciones del agua hacen que salgan del sedimento en formación partículas de materias orgánicas que se ordenan en lechos minúsculos.

La repetición de niveles más marinos y la terminación de esta serie (que pasa de 200 metros) con un banco margoso, demuestra allí la influencia terrígena próxima, pero irregular.

Los caracteres de las margas esquistosas verdes y de la serie más detrítica que las corona, se vuelven a encontrar al Sur hasta cerca de Bab Taza. A partir de este paso parecen presentarse intercalaciones más cuarzosas, de bastante importancia, descubiertas por los trabajos de la nueva carretera cerca de la Casa de Fomento de Bab Taza. Esta facies puede situarse más abajo en el Cretáceo. Reproduce un tipo sedimentario observado por M. Lacoste en el Cretáceo medio de la zona francesa, según nos dijo este geólogo.

Hacia el Sudeste no podemos precisar todavía las relaciones exactas de esta serie cretácea con el *Flysch negro* de nuestros colegas españoles o con las margas calizas



negras con bolsadas grises de Ankod. Parece que puede continuarse considerando la extensión de este Cretáceo como formando parte de la prolongación de la zona subsidente de la serie visible.

En el interior de la cordillera es un hecho inesperado la existencia del cretáceo superior transgresivo. Bien extensamente representado desde Y. Bobena, al Sur de la Cudia Chantus, vuelto a encontrar cerca de Güentes y en el Yebel Tazaot, hace presumir la existencia de otras referencias.

Estas bastan ya para demostrar que el mar del Cretáceo superior al depositar irregularmente los sedimentos neríticos o finamente detríticos sobre las pizarras verdosas, se ha extendido hacia el Este sobre el Lías calcáreo anteriormente emergido.

Los sedimentos transgresivos de esta manera sobre la zona caliza son de poco espesor. Se asemejan mucho litológicamente a sus contemporáneos de la zona externa. Aunque la serie de las pizarras verdosas no haya sido identificada jamás en la cordillera, y que este hecho oponga el tipo de la serie estratigráfica que se encuentra en ella al de la zona del flysch, la noción de la extensión y de la igualdad de facies que corresponde al Cretáceo superior, habrá que tenerla en cuenta en las síntesis tectónicas.

Desde el punto de vista paleogeográfico, si el Cretáceo del Yebel Tazaot es autóctono y se sitúa por consiguiente a 20-25 kilómetros hacia el interior de la periferia del Rif calizo, los dos islotes de la Cudia Chantus y de Güentes, replanteados en una posición original aproximada, nos suministran jalones por lo menos tan alejados hacia el Este.

Estamos autorizados a suponer que esta transgresión

ha cubierto, en parte, el bocel liminar rifeño. Aunque hasta ahora no se haya conocido allí ninguna huella de rudistos, su existencia añade un nuevo rasgo de semejanza entre la historia peleogeográfica del Rif y la del bocel liminar africano a la altura de las Kábylias de Argelia.

**SEGUNDA PARTE**  
**EL NUMULITICO**

## SEGUNDA PARTE

### EL NUMULITICO

---

Este sistema es el único que contábamos estudiar aquí de no haberse producido hasta hoy muchas confusiones, siendo pues necesario intentar primero la discriminación entre flysch Cretáceo y flysch numulítico. Tenemos ahora los elementos convenientes para intentarla.

Desde 1930 habíamos admitido que la transgresión comienza en el luteciense en la zona periférica y localmente también en la cordillera caliza, que se acusa en el Eoceno superior, particularmente en el macizo rifeño y que la serie admite, con tanta mayor frecuencia cuanto más se sube en los tramos, intercalaciones arenosas del tipo de la arenisca del Aljibe.

Se había dado entonces poca importancia a las dislocaciones del interior de la cordillera, que sólo había sido recorrida según algunos cortes transversales de fácil acceso.

En fin, sobre todo, la red de investigaciones era muy incompleta.

El objeto de este trabajo lo constituye importantes modificaciones de detalle; pero sólo pueden ofrecerse al lector como una nota preliminar.

En efecto, en la cordillera, las fajas del flysch, o mejor de numulítico, están esparcidas o pellizcadas en zonas de fractura y de cabalgamiento. La continuidad de los bancos es imposible de observar. Sobre el mapa a la escala actual no puede señalarse el flysch más que en bloque. Queda por hacer el estudio de las variaciones de niveles y de su extensión relativa.

En el exterior, las dificultades son otras. El flysch numulítico, que sigue al flysch cretáceo y se distingue a menudo de él sólo por el examen microscópico de las rocas, es en gran parte estéril. La maleza impide seguir ningún banco, ninguna banda definida. Limitado a la toma de muestras y a relacionarlas, el geólogo apenas puede más que dibujar aproximadamente y según las facies, las grandes masas de areniscas que dan algún indicio sobre la estructura de la zona. Pero todas estas masas son integralmente estériles. Su edad es ciertamente variable según los puntos, y, salvo en algunos casos, no podrá precisarse en mucho tiempo. La clasificación de estas areniscas es, pues, más litológica que estratigráfica.

Por último, tenemos que señalar que salvo en cuatro o cinco puntos, muy alejados el uno del otro, en ninguna parte hemos recogido foraminíferos sueltos. Casi todas las determinaciones ha habido que hacerlas en las superficies desgastadas de las placas, o, más a menudo todavía, en preparaciones microscópicas y en superficies pulimentadas. Este hecho explicará al lector la incertidumbre de ciertos diagnósticos. Si lo señalamos no es sólo para hacer ver las dificultades extremas de un estudio como éste, sino para llamar la atención de los que lo utilicen, sobre las nebulosidades y la parte de hipótesis que contendrá todavía.

## CAPITULO IV

### EL LUTECIENSE DEL EXTERIOR DE LA CORDILLERA

**a) Resumen de las observaciones anteriores por el Noroeste del Rif.**—La nota de 1930 ha establecido, según la determinación de uno de nosotros, que la transgresión comienza en el luteciense (23).

La base de la parte visible del flysch del Cabo Malabata, la cantera del antiguo Tabor francés, sobre la carretera de Tánger a Tetuán, pertenecen al luteciense.

Frente al Fondak, las vertientes de Yebel Sidi Gabri, muestran, sobre el Cretáceo, el conglomerado luteciense determinado por *N. Uroniensis* de la H. Este descubrimiento, posterior a 1930, confirma una vez más el momento en que comienza la transgresión.

Hacia el Sur, en las regiones donde se han verificado nuestras últimas investigaciones, las referencias lutecien- ses son menos numerosas y menos precisas.

Como recuerdo señalaremos de paso las capas rosáceas con intercalaciones calizas lutecien- ses con *Orthophragma*, *Assilina Leymeriei* d'Arch., *N. cf. globulus* Leym., que descansan dos kilómetros al Sur de Ben Karrich sobre el Cretáceo definido más arriba.

b) **Nuevas observaciones.**—El jalón siguiente nos lo proporciona el corte de Zoco el Arbaa. Este corte del flysch de Zoco el Arbaa, de difícilísima interpretación, no será analizado hasta más adelante. Aquí nos detendremos solamente en el luteciense.

Los numerosos plegamientos del flysch entre el puente del Uad Taranes y Zoco el Arbaa no se prestan a un estudio detallado. De vez en cuando se encuentran algunos bancos con vestigios de foraminíferos sueltos en la serie de alternancias arenosas y margosas, pero casi en todas partes se habrán de clasificar estos terrenos en el Secundario.

En el puerto, la posición militar se halla sobre una colina que pertenece al borde Oeste del afloramiento de las pizarras verdes cretáceas mencionadas más arriba. Están plegadas según ejes en dirección casi Este-Oeste. Encima reaparece un flysch normal.

Subiendo hacia Exila (Msamuriah de los indígenas; lámina II, M) se corta la serie estéril con intercalaciones de areniscas que buzanan de 40° al Norte 25° Este. El barranco

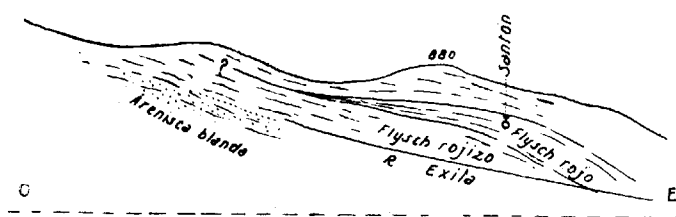


Fig. 11

de Exila deja al descubierto las capas subordinadas a estas areniscas según la figura 11, donde aparece un nivel color violáceo.

Esta capa violácea se vuelve a encontrar en el flan-

co Norte del barranco del Uad Afkiren, donde se esfuma.

Dicho nivel sólo es fosilífero en este corte. En el cauce del Uad, más arriba de Exila, se encuentran *in situ* nódulos de caliza brechoide gris, que contiene: *Operculina Ammonia* Leym., *Orthophragmina* sp., *Assilina* sp., *Nummulites* sp. (cf. *globulus* Leym.), *Lithophyllum* (preparaciones 21, A 13), restos de crinoides. Se trata, pues, del luteciense.

No lejos de allí, en el saliente de Afkiren, se encuentran sobre las capas violáceas unas areniscas bastas con conglomerados y bastantes granos de cuarzo. En la roca están incrustados nódulos de pizarras rojizas que recuerdan el permo-trías.

Algunos foraminíferos fijan la edad de la formación: *Orthophragminas* (escasas) *Nummulites irregularis*, Desh. *N. subirregularis*, de la H., *N. atacicus*, Leym., *N. subatacicus*, Douv., *N. globulus*, Leym. y *N. gallensis*, Heim.

El banco luteciense se ha fijado, pues, dos veces con gran exactitud aquí; es lo más antiguo del Terciario de esta región. Siguiendo hacia abajo por la carretera de Zoco el Arbaa a Xauen y por el kilómetro 1, después de la casilla de Hamara, uno de nosotros ha encontrado el numulítico. Era hacia un punto donde se hacían trabajos en 1931, marcado entonces con 33 en la cantera. Este punto es muy difícil de volver a encontrar sobre el mapa, que entonces no había salido todavía de prensa. Parece que corresponde a la base del flysch eoceno, más arriba de los afloramientos cretáceos identificados en la página 39. Se trata de un nivel de caliza gris, finamente brechoide, gonfolítica, asociada a margas rosáceas (preparaciones 20, a y b).

Contiene en abundancia *Orthophragmina*, sp., milioli-

deos, rotalideos (*Rotalia* sp. muy pustulosa y otras), globigerinas, textularideos, *Nodosaria*, *Alveolina* (muy pequeña), *Nummulites* pequeños, indeterminados, bryozoarios, algas (*Lithophyllum*, *Gyrochorda*).

Esta fauna no es suficiente para determinar un nivel en el Eoceno. Sin embargo, por su posición, lo atribuiríamos con gusto a la época luteciense, si bien las *Rotalia* pustulosas indican una edad del Eoceno superior.

Por lo que respecta al exterior de la cordillera, sólo se vuelve a encontrar otro jalón luteciense en Yebel Amatrás, pero sin duda alguna en los trabajos de detalle aparecerá este terreno entre los pliegues y retazos del flysch que recubren el Cretáceo entre Bab Taza y El Had de Beni Derkoul.

Daremos el nombre de Yebel Amatrás al largo espolón que prolonga hacia el Sudeste el Yebel Megueisa.

Este se halla formado en su base por el flysch del Uad el Had y en su cumbre por un coronamiento de calizas y dolomías arrastradas, último retazo del manto de Yebel Tazaot.

Este crestón desvía, desde este punto, al Suroeste, el Uad el Had, que forma un recodo al Sur a la salida de la cordillera caliza, mientras al Nordeste se orienta el Uad el Jemis, que se convierte más lejos en Uad el Kbir o Uad Buhia y corre longitudinalmente con relación a la cordillera caliza. Desde 1930 se sabe que el crestón exterior de la cordillera caliza que se extiende desde Yebel Lexchab al Had de Beni Derkoul se oculta hacia el Sudeste y desaparece en este aduar por debajo de un complejo, en el que se destacan unas capas rosáceas cuya edad es probablemente cretácea (23).

La nueva carretera que va por los crestones que unen Bab Taza y Targuist, después de haber pasado el Uad el

Had hacia Amatrás, sube gradualmente por el flanco Sur de Yebel Amatrás, descubriendo tan pronto el flysch Cretáceo como el flysch *in situ*.

Un corte desde la casilla de peones camineros del kilómetro 21, hacia el Norte, muestra los repliegues del flysch, que hacia la cota 1.040 lleva algunas pequeñas bolsadas de caliza margosa, gonfolítica, gris clara con *Nummulites globulus*, Leym., *N. Guettardi*, d'Arch., *Operculina subgranulosa*, d'Orb., *Orthophragmina* sp.; del luteciense.

Estas formaciones en pequeños bancos son casi estériles. Hacia la cumbre aparecen las areniscas, y luego, en la bajada hacia el Jemis, se notan niveles de brechas finas (Coord. 136,6/58,5 y 136,7/58,6) con lepidocyclinas y pequeños numulites granulados y no granulados indeterminables, pero en su conjunto oligocenos.

Volviendo a bajar hacia el Norte, se cortan a media ladera, pudingas formadas por elementos del tamaño de una nuez o de una avellana (Coord. 136,7/58,9), que contienen *N. Uroniensis*, Heim., de gran tamaño.

En el Pt. 136,7/54 un banco calizo delgado, nos ha proporcionado *Discocyclina nummulítica*, Gumb., y otras, *Asterodiscus*, sp., *N. irregularis*, Desh., *N. subatacicus*, Douv., *N. globulus*, Leym., *Heterostegina reticulata*, Rutim. En estos dos puntos es luteciense. Estos foraminíferos tienen el gran interés de determinar aquí un conjunto de areniscas que son rojas, bastas, que recuerdan mucho a la arenisca del Aljibe, y que, sin embargo, en este punto son francamente lutecienses.

Si se baja al fondo del valle, hacia el Jemis de Sidi Fetoh y se sube después hacia el Fahç de Adeldal, se corta el contacto del flysch con el borde muy normal de la cordillera caliza. Las margas se presentan allí donde se encuentra en primer término el luteciense con *Num. gallen-*

sis, A. Heim.; además lajas cuajadas de *Lithophyllum*, *Orthophragma*, (pl. 52), rotalideos, *Heterostegina reticulata*, Rutim., *Amphistegina*, que deben referirse al Eoceno superior.

Este flysch se extiende todo alrededor del borde de la zona caliza y existe allí sin duda el luteciense, pero a partir del Este de Sidi Fetoh el contacto tiene lugar por medio de una fractura oblicua y la serie estratigráfica, más o menos estéril, no nos ha mostrado, hasta la entrada de la garganta de Uad Buhia, más que niveles superiores.

Se deduce de aquí que la región de Sidi Fetoh es el último punto donde hemos conocido el Eoceno medio. Es necesario llegar al Norte de Ketama para señalar de nuevo este piso, 60 kilómetros al Sudeste. Notaremos que fué señalado por nosotros en 1930 (23 p. 716).

Si en vez de cruzar el Yebel Amatras intentamos seguir hacia el Este la nueva carretera de Alhucemas encontramos a la vuelta, después del kilómetro 21, unos asomos de calizas relacionados con un pequeño pliegue diapiro, donde el Secundario está en contacto con el numulítico. Luego la carretera da la vuelta a la Cudia Izrahen y alcanza el flysch Cretáceo, por donde seguirá hasta más allá de Bab Berret.

Las escarpadas vertientes del Y. Tisighen, dominan el camino. Su enorme masa de areniscas había sido clasificada en el Oligoceno por su semejanza con las areniscas del Aljibe, pero no se conocía allí ninguna huella de fósiles.

Sigue la duda, pero hemos de notar una observación muy reciente. Desde Tisighen hacia el Noroeste, parece que las areniscas disminuyen de potencia, esfumándose más o menos en las capas margo-esquistosas, y, según creemos, su continuación reducida llega hasta la Cudia Iz-

rahen. Si se corta esta Cudia desde la carretera, se observa el flysch oscuro terminado por estas areniscas, y luego, discordante, un flysch margoso de color claro con niveles rosáceos. En este sitio no hay conglomerado en la base. Hemos recogido margas de la base de la formación con todo cuidado, pero es fácil que contengan una mezcla de elementos arrastrados desde más arriba por las aguas; y además hemos recogido capitas calizas con *Nummulites* cerca de la base y a unos 30 metros encima de ésta.

Las margas estudiadas en el «Bureau de Recherches et Participations minières», gracias a la amabilidad de M. Lacoste, contienen:

<i>Anomalina grosserugosa.</i>	<i>Globorotalia</i> af. <i>tumida.</i>
<i>Globigerina.</i>	<i>Ellipsonodosaria.</i>
<i>Pulvinulina.</i>	<i>Gaudryina.</i>
<i>Eponides.</i>	<i>Textularia.</i>
<i>Cristellaria.</i>	<i>Glomospira.</i>
<i>Ammolagena.</i>	<i>Hormosina.</i>

D. J. Lacoste añade: «*Anomalina grossa rugosa*, *Ellipsonodosaria*, *Gaudryina* 3, sólo aparecen en la parte más superior del Cretáceo. *Globorotalia tumida* sólo aparece en el Eoceno. A pesar de la duda en que quedamos por causa del mal estado de los foraminíferos parece que el conjunto de la fauna indica el Eoceno».

En cuanto a los foraminíferos de las capitas calizas contienen tanto las de la parte inferior como de la parte superior del complejo *Nummulites incrassatus*, B. y A. de la Harpe, *Discocyclus*, sp., *Asterodiscus*, sp., *Heterostegina*, sp., rotalideos, textularideos, briozoarios, algas calizas, lo que demuestra una edad eocena superior.

No hay, pues, formas del luteciense, aunque sea posible la existencia de este tramo en la base del flysch terciario; pero lo importante es la discordancia de este

flysch eoceno sobre la prolongación probable de las areniscas del Tisighen. Si se comprobase este hecho resultaría que las potentes masas del Tisighen son cretáceas, siendo una vez más necesario reducir la importancia del flysch terciario y separar de las areniscas llamadas del Aljibe una parte importante del complejo de areniscas de estas sierras de Gomara.

## CAPITULO V

### EL LUTECIENSE DE LA CORDILLERA CALCAREA

Si, en la zona periférica, es raro el luteciense, lo hemos descubierto en cambio en numerosos puntos de la cordillera caliza, donde ofrece a menudo una facies más detrítica.

El luteciense de la cordillera caliza tan pronto se presenta calcáreo como, mucho más a menudo, en forma de conglomerados pegados al Jurásico, también está asociado a unas margas rosáceas, aunque éstas son más generalmente del Eoceno superior.

Examinaremos los afloramientos a partir del Estrecho de Gibraltar.

**a) Yebel Garra.**—Un primer yacimiento, mencionado brevemente con anterioridad (23), se halla al Norte del sinclinal de Yebel Garra.

Este pliegue está cortado por la carretera de Zoco el Tzelatza a lo largo de 1-2 kilómetros antes del recodo y de las curvas por donde se baja a este puesto.

En su extremo meridional ofrece este pliegue la apariencia de un sinclinal abierto al Este, que afecta a las calizas jurásicas o del Lías, que pellizcan un flysch amarillento y estéril.



Al Norte este pliegue está menos claro. El flanco normal del sinclinal está formado por las calizas, que suponemos *in situ*, en las colinas del SW. de Azib.

Pero el flanco volcado está desmantelado por la erosión y presenta contactos poco claros.

En el recodo del camino que va en dirección a Azib en 101,2/139,8, hay un barranco que corta este accidente y baja hacia el Oeste.

En la parte alta del barranco se ven bloques de caliza con numulites, cuya procedencia no puede ser lejana, pero que no se ha fijado con exactitud. Es probable que pertenezcan a la base del flysch y representen la primera fase de la transgresión. La presencia de *Nummulites gallensis*, A. Heim (B. y A.) las determina como lutecienses.

Por falta de fósiles no podemos fijar la edad del flysch margoso y arenoso del sinclinal de Yebel Garra. Pero sin duda alguna constituye la sucesión de esta formación y pertenece al Eoceno superior.

**b) Yebel Gorgues.**—En la nota de 1930 (23, pl. 71 b, corte 12-13 y p. 682) se hace alusión al Yebel Gorgues. En ella se marca la presencia del Eoceno superior u Oligoceno en el sinclinal desviado al Oeste de la divisoria y se señala el hecho de que no se ha vuelto a encontrar la fauna y preso luteciense citada en el libro-guía de 1926.

Mientras que, en efecto, los sinclinales del Este y del Oeste de la divisoria de Gorgues pellizcan el flysch rojo del Eoceno superior, uno de nosotros ha podido encontrar en otro sitio el yacimiento de 1926.

Trátase de conglomerados en lajas que se apoyan sobre las calizas jurásicas que forman la cumbre del Yebel, la cual se confunde con ellos y afloran en la parte Este del

pequeño collado que separa las dos fortificaciones. Se señalan allí: *Nummulites distans*, Desh., *Nummulites atacicus*, Leym., *Nummulites subatacicus*, Douv., *Nummulites globulus*, Leym., *Nummulites Guettardi*, d'Arch., *Nummulites Gallensis*, Heim., *Orthophragmina Archiaci*, Schlumb y otras, *Assilina exponens*, Sow., de pequeño tamaño (figura 12).

Es el luteciense muy inferior bien caracterizado.

Pero hay más; en 1930 se señaló la presencia del numulítico — sin duda el Eoceno superior — en el puerto de Jarjor.

Se sabe que al Este de Yebel Mensora, un accidente complicado hace aparecer el Permo-Triás en un reducido

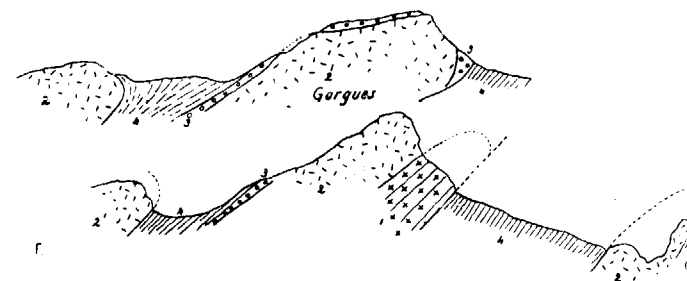


Fig. 12.—1, dolomía triásica; 2, caliza del Lías; 3, pudinga de *N. distans*; 4, flysch del Eoceno superior-Oligoceno.

afloramiento orientado Norte-Sur. Entre éste y la vertiente caliza de Yebel Mensora aparece una laja compleja, que contiene el Lías superior rojo, posiblemente al Sur del puerto, el Lías o malm noduloso rojo, margas color rosa con *Aptychus* aplastados, foraminíferos típicos del Cretáceo, por último conglomerados cuyos elementos brechoides son dolomíticos y el cemento casi dolomítico. Estos conglomerados son en general estériles. Uno de nosotros, acompañado de M. Blumenthal, ha encontrado allí, en el

cemento, pequeños numulites, por desgracia indeterminables.

En 1932, una excursión efectuada por el mismo con M. Roch ha permitido descubrir en la arenisca que ce-

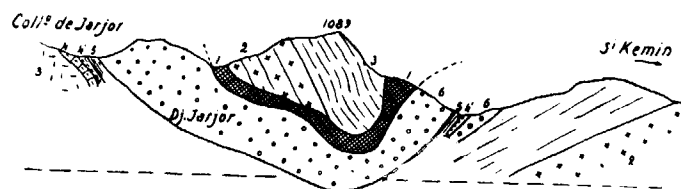


Fig. 13.—Croquis del puerto de Dar Jarjor. 1, Permo-Trías; 2, dolomía del Trías; 3, caliza del Lías; 4, Lías superior; 4', capas rosáceas con *Aptychus*; 5, margas con *Rosalina*; 6, conglomerados con *N. Uroniensis*.

menta los elementos de la brecha *N. Uroniensis*, Heim., y *N. Atacicus*, Leym.

Con esto se establece aquí también la presencia del luteciense inferior en forma de brechas con elementos dolomíticos.

**c) Macizo de Yebel Kelty.**—Bastante al Sur de este afloramiento volvemos a encontrar el luteciense en el macizo del Yebel Kelty. Un primer corte nos lo proporciona la región de El Babat, pero en toda esta parte de la pequeña cordillera se encuentran islotes.

La cordillera que domina el flysch de Zoco el Arbaa es mucho más complicada de lo que se podía suponer a primera vista.

El contacto de la base de sus flancos con el flysch varía mucho según los puntos.

En Ain Guran (7, lám. II) se señala la disposición fig. 14.

Un poco más al SE., una masa de Permo-Trías con yeso aparece con un buzamiento de 40° al Oeste por debajo de

las dolomías y calizas que forman la vertiente que domina Ifuriden, al Sur de la Cudia el Babat (10, lám. II).

Este Permo-Trías se apoya contra pudingas numulíticas que se extienden desde la Cudia el Babat hacia el Sur.

La pudinga se encuentra atravesada por el sendero que

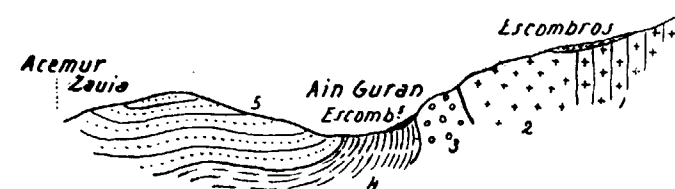


Fig. 14.—Corte de la fuente de Ain Guran, a la derecha de Azemur (Intexna). 1, dolomía en bancos; 2, dolomía en masa; 3, conglomerado luteciense; 4, Flysch; 5, arenisca roja.

da acceso al puerto al Sur de Sidi Hal-lubakht (25, lám. II) y está formado de nuevo por conglomerados frecuentemente brechoides, entrecortados por bancos de arenisca roja fina, estéril. Los conglomerados, alineados N.-NE., contienen en su pasta escasos *Nummulites*, pero en bastante buen estado para que se los considere como contemporáneos de esta formación, para cuya determinación sirven. Se reconoce entre ellos *N. uroniensis*, A y B de la Harpe, y *N. atacicus*, Leym. Por tanto, este conglomerado es del luteciense inferior.

Un poco al Norte, se ve en el barranco este conglomerado adherente por transgresión a la caliza jurásica.

Estos conglomerados son del todo idénticos a los del corte de Azemur.

Se los vuelve a encontrar en diversos puntos de las proximidades.

Existe por tanto aquí una facies detrítica del luteciense, primitivamente transgresivo sobre las calizas y dolomías de esta zona.

Lo volveremos a encontrar más hacia el interior de la cordillera. Pero, para situar sus yacimientos, es conveniente referirnos al esquema estructural que encabeza este trabajo y añadirle algunos toques.

La cordillera caliza, donde se ha notado antes la estructura debida a un empuje hacia el Oeste al Sur de Tetuán, se estrecha bruscamente a partir del Uad Taranes y forma un crestón complejo muy estrecho, orientado N.-S., que culmina en el Yebel Lenda (1.382 metros) y en la Cudia el Babat. Al Sur de esta cumbre la cadena se ensancha orográficamente y forma el potente macizo de Yebel Kelty.

Al Norte, en su parte estrecha, se halla formada por pliegues rectos o por imbricaciones muy inclinadas.

Hacia el Sur estas imbricaciones se echan y, apiladas, constituyen el macizo de Yebel Kelty.

Allí se ve (véanse las páginas 14-15):

1.º Una serie de base que se supone autóctona y que forma el substratum de Yebel Kelty, puesto al descubierto al SE. por el profundo barranco de Halaba.

2.º Una hoja más o menos compleja, que se puede asimilar a un paquete de arrastre que aparece arriba de Halaba.

3.º Un macizo principal que forma el Yebel Kelty.

4.º Por encima de la serie de Yebel Kelty ha debido pasar otra hoja, de la cual quedan restos en forma de testigos de Permo-Trías sobre el Jurásico y el numulítico del macizo de Yebel Kelty y cuyo frente, que buza hacia el Oeste, forma la Cudia Izmamen, la Cudia del Babat y se desvanece en un frente de algunos kilómetros sobre el flysch periférico entre el Norte del Uad Lau y Axcrad.

Tenemos que mencionar los yacimientos de la parte meridional de la cordillera, así como los de Yebel Lenda y sus alrededores, en la divisoria al Oeste de Tamakart

(o Bobena), en Bab Tilicht y sus alrededores, y más al Sur en la región de Bab el Babat.

La región meridional ha proporcionado diversos yacimientos asociados a la parte superior del macizo de Yebel Kelty, yacimientos homólogos a los de El Babat.

1. PARTE SEPTENTRIONAL.—En medio de un flysch arenoso aparecen potentes conglomerados verticales, formando la cota 1.143 al Norte de Yebel Lenda (este último corresponde con la cota 1.382, lám. II).

Se siguen en la vertiente de la cordillera, donde las únicas referencias que se posee al Sur de Yebel Lenda dejan al geólogo indeciso en cuanto a la edad del conglomerado.

Todavía más al Sur adoptan las pudingas una gran extensión. Están pegadas al Jurásico de la Cudia y soportan este potente elemento tectónico que se extiende desde Bab Tilicht hacia el Sur, formando la Cudia el Babat y el Yebel Izmamen que Marín y Fallot llamaron el Macizo de el Babat (13). La superposición se ve bien clara por la intercalación de Permo-Trías entre el numulítico y el secundario cabalgante.

La pudinga parece compleja y aunque pensamos hacer una descripción por niveles, tenemos que adelantar algo de lo que se dirá en el capítulo siguiente. En efecto, en las pudingas del Este de Yebel Lenda un canto rodado dentro del conglomerado se presenta formado por una brecha fina con *N. globulus*, Leym., *N. gallensis*, Heim., *Orthophragmina*, es decir, del luteciense.

El conglomerado es aquí por lo tanto, al menos del luteciense superior.

En Bab Tilicht sobre la prolongación meridional de la capa de pudinga, el numulítico se halla formado por conglomerados transgresivos sobre calizas rosáceas y

areniscas más o menos bastas. Se prolonga por la serie de Fahç el Babat.

En la vertiente Oeste de la pequeña cordillera, el numulítico está pellizcado en un repliegue recto, donde lleva entre los conglomerados unas areniscas rojas.

Un ejemplar que procede de esta vertiente, al pie y al

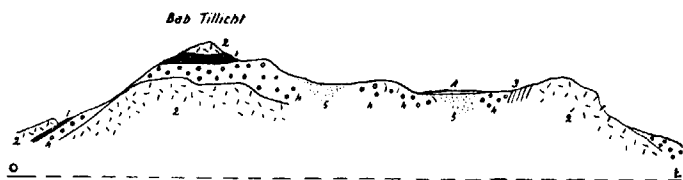


Fig. 15.—Corte a través de Bab Tilicht. 1, Permo Trías; 2, caliza; 3, Lías superior; 4, conglomerado numulítico; 5, arenisca numulítica.

Oeste de Bab Tilicht, contiene *N. Fabianii*, Prever, *N. aff. helveticus*, Kaufm., *N. incrassatus*, de la Harpe., *Ortho-phragmina*, sp., es decir que tenemos allí el Eoceno superior.

Al E. del puerto, el conglomerado calcáreo ha proporcionado grandes *Nummulites uroniensis* B y A, de la H., es decir que, por lo menos en su base, es luteciense inferior.

2. BABAT.—La serie que reaparece al SE. de Bab el Babat nos suministra un corte más completo y muestra la extensión notable del luteciense. La Cudia el Babat se presenta como indican las figuras 16 y 17. El numulítico subyacente nos da el siguiente corte:

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Calizas blancas del Jurásico.   |         |
| 2. Conglomerados .....   | 10 m.   |
| 3. Alternancias de arenisca y conglomerados con elementos de cuarzo rodado ..... | 50-60 » |

- |  |       |
|--|-------|
| 4. Arenisca fina, dura, en bancos, con fragmentos de Permo-Trías ..... | 10 m. |
| 5. Brechas en las que predominan los elementos dolomíticos .....       | 25 »  |
| 6. Calizas blancas sin fósiles .....                                   | 5-6 » |
| 7. Permo Trías. Hoja de El Babat.                                      |       |
| 8. Trías-Lías. Hoja de El Babat.                                       |       |

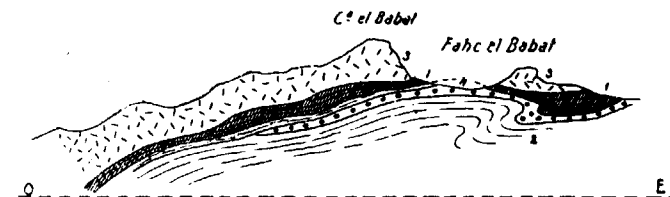


Fig. 16.—Marcha esquemática del Numulítico por debajo del macizo de Cudia El Babat. Corte que pasa al Sur del Fahç. 1, Permo-Trías; 2, calizas del Lías; 3, calizas y dolomías de la hoja de El Babat; 4, Numulítico.

Este flysch, representado por los conglomerados, llega a lo alto de la vertiente que domina Addar y el Permo-Trías de la cota 1.450 pertenece a la serie que lo cabalga. De allí procede un ejemplar recogido en 1931 que es luteciense.

Hacia 114,2/88 al SE. del Fahç, se encuentran brechas calizas con pequeños numulites del tipo de *N. gallensis*, A. Heim., *Textularia*, *Lithophyllum*, areniscas finas con *N. uroniensis*, es decir, del luteciense.

Siguiendo por el sendero del Fahç al Morabito de Sidi Hal-lubakht el nivel 2 proporciona también *N. uroniensis*, A. Heim., *Operculina ammonica*, Leym., con algas calizas.

5, está cuajado de *N. uroniensis*, A. Heim., *N. sp.*, *Discocyclina Archiaci*, Schlumb., miliolideos.

De suerte que allí, con una facies no tan estrictamente de conglomerados, encontramos el luteciense inferior ampliamente representado.

Todavía más hacia el S. vuelve a encontrarse el lute-

ciense particularmente en la Cudia Haman donde está determinado por *Nummulites gullensis*, A. Heim.

Por allí se llega al mismo macizo del Kelty. Estructural-

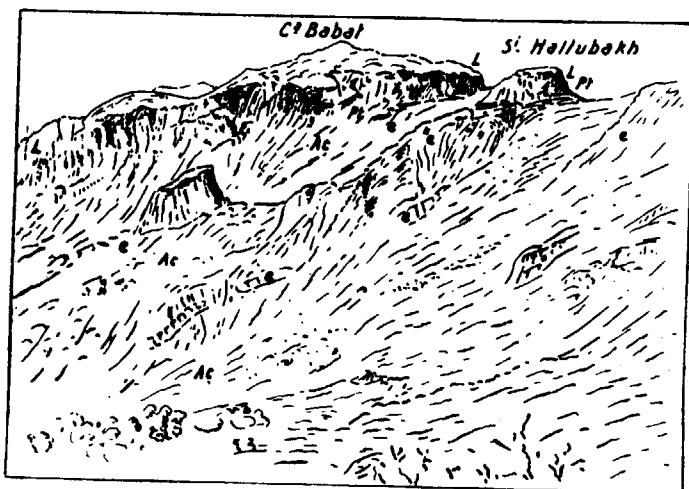


Fig. 17.—Ladera Sur de la Cudia el Babat (panorama dibujado sobre una fotografía). e, puddinga luteciense; Pt, Permo-Trías; L, calizas y dolomías del Lías; Ac, derrubios.

mente está rodeado por los afloramientos del flysch sobre el cual descansa esta gran mancha.

Al N. está el de Tamalut, seguido al NE. por el de Yibala, que se sigue por Aristan y la Cudia Dosor. Por último, al SE., aparece el flysch aplastado bajo el manto de Sidi el Gayachi.

Algunos trozos de la montera numulítica del substratum subsisten pellizcados entre éste y el Permo-Trías o el paleozoico cabalgante hacia Güentes y Xalurad al Norte hacia Ifartan e Isuriah al E. o en la zona madre de los calbagamientos, bajo el paleozoico de la divisoria de la Loma Tarasun.

En estos diversos yacimientos es donde hemos trazado los cortes o bien hemos recogido algunos fósiles.

3. TAMALUT.—El flysch de Tamalut aparece en el fondo del valle del Uad Tamalut. Por aquí no se puede trazar un corte. Al N. de Tamalut y del Pto. 116,8/91,2 hemos cogido *N. millecaput*, Boubée, *N. helveticus*, Kaufm., *N. uroniensis*, A. Heim., *Orthophragmina*, sp.; es luteciense.

4. DJIBALA (O YIBALA).—(13, Lám. II). Aguas arriba de Yibala en el flanco de Yebel Kelty, vuelve a encontrarse el flysch formado por potentes conglomerados y capas margosas rosáceas con bolsadas de caliza (Pto. 117,5/89,7).

Estas formaciones ocupan una gran parte de la vertiente que domina Yibala, buzando como ella.

Al SO. de Yibala y hacia el SE. se completa la serie con areniscas rojas.

En 117,5/89,7 se recogen en una caliza brechoide *Nummulites uroniensis*, A. Heim., *N. millecaput*?, Boubée., *N. aff. helveticus*, Kaufm., *Discocyclina Archiaci*, Schl., *D. discus*, Kaufm., *Assilina mamillata*, d'Arch. Es el luteciense.

El islote pellizcado bajo el Permo-Trías de Güentes, que nos dió ya a conocer el Cretáceo superior (5, fig. 18) contiene también bolsadas de una brecha caliza muy basta (6) con *N. irregularis*, Desh., *N. subirregularis*, de la H., *N. uroniensis* B y A, Heim., *N. atacicus*, Leym., *N. subatacicus*, Douv., *Assilina exponens*, Sow., *Operculina*, sp., *Orthophragmina*, de gran tamaño. Es el luteciense inferior.

Encontramos, pues, de nuevo allí la serie luteciense de conglomerados ya señalada en el Babat, pero en otro elemento tectónico.

A continuación es conveniente subrayar que el flysch

de la hoja de Sidi el Gaiachi es Eoceno superior y Oligoceno, lo que habrá que recordar al hacer las reconstituciones tectónicas.

Por el contrario, más al exterior de la cordillera, bajo

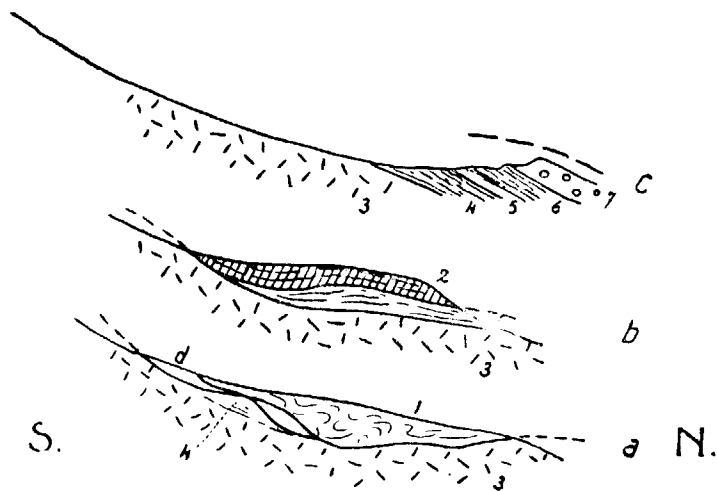


Fig. 18. Cortes por la región de Güentes: a, al Este; b, cerca de Güentes; c, en la mancha de Güentes. 1, paleozoico; 2, Permo-Trías; 3, calizas al Sur de Kelt; 4, flysch amarillo; 5, Cretáceo; 6, flysch rosáceo con lentejones calizos; 7, pudingas numulíticas; d, dol mías del Triás.

el frente inclinado de la serie de El Babat, que termina al S. por el Yebel Izmamen vuelven a encontrarse los conglomerados lutecienses en el pequeño Morabito de Esla (26, lám. II), que domina las pendientes que bajan hacia el Uad Lau (véase más adelante).

*N. uroniensis* A. Heim., A. y B., *N. gallensis* A. Heim., *N. Lucasi*, Desh., *N. irregularis*, Desh., *N. subirregularis*, Douv., *N. globulus*, Leym., *N. Guettardi*, d'Arch., *Assilina exponens* Sow., de gran tamaño; *Operculina ammonica* Leym., *Orthophragma* sp. forman allí un conjunto típico del luteciense inferior.

d) **Parte Sur de la garganta del Uad Lau.**—Al Sur de la garganta del Uad Lau vuelven a aparecer numerosos jalones del luteciense asociados generalmente al Eoceno superior. Son mucho más interesantes por su repartición tan general, que por su importancia estratigráfica y paleontológica.

1. XAUEN.—Antes de abordar la descripción de los de la parte interna de la cordillera conviene señalar en la margen externa del macizo de Yebel Kelaa los conglomerados que se ven en los alrededores de Xauen.

El flysch se halla aquí oculto por el terreno de acarreo. Poco desarrollado y estéril no parece más que una breve mención en particular de la desembocadura del profundo barranco de Ras el Ma, donde se presenta en forma de arenisca roja y de pizarras más o menos comprimidas y muy inclinadas.

A estas capas, que por su facies pertenecen ciertamente al numulítico hay que añadir con alguna duda los conglomerados que siguen al Jurásico de Yebel Kelaa. Este se halla afectado por pliegues rotos en rodilla. Exteriormente, quizás en un estilo ligeramente discordante, se aprecia una serie detrítica cuyo corte (fig. 19) es el siguiente:

1. Brecha monogénica .....	20 m.
2. Calizas con pequeñas oolitas grises .....	5-6 »
3. Caliza con sílex .....	0,3 »
4. Brecha fina con cemento oolítico .....	5 »
5. Brecha gruesa .....	10 »
5 bis. Brecha gruesa.	
6. Caliza oolítica en bancos .....	30 »
7. Brecha de elementos gruesos .....	30-50 »

La naturaleza de las intercalaciones oolíticas inclinaría a tomar esta serie por jurásica. Pero los niveles de



brechas se asemejan mucho a los —lutecienses— de la cordillera al Este de Zoco de Arbaa o de los alrededores de Tisuka y más especialmente el nivel 7.

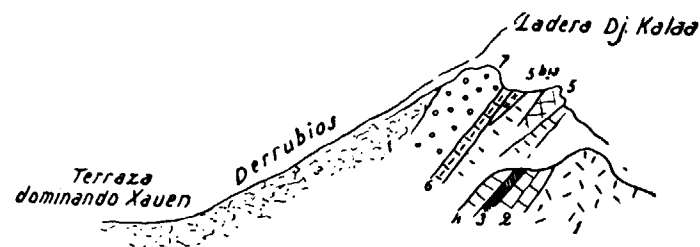


Fig. 19.—Detalle de los niveles de conglomerados de la ladera de Yebel Kelaa.

A pesar de no haber encontrado aquí numulites cabe pensar en el comienzo de la serie numulítica.

La prolongación de estos bancos se encuentra en la vertiente de la montaña que domina el camino de Miskre-

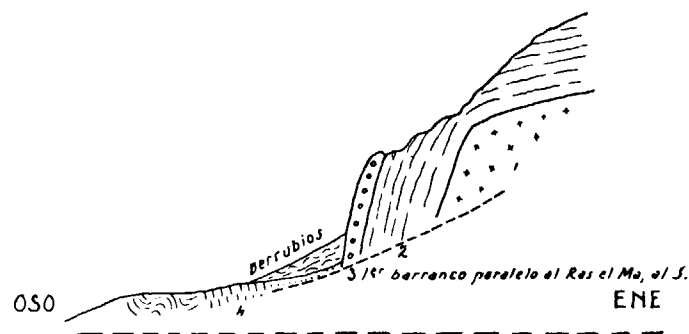


Fig. 20.—Corte por el primer barranco al Sur de Ras el Ma. 1, dolomías; 2, calizas; 3, conglomerados numulíticos dudosos; 4, flysch.

lla en la desembocadura del primer barranco paralelo al de Ras el Ma (fig. 20).

Al pie de los conglomerados reaparece el flysch un

tanto triturado, constando de reducido numulítico, separando la serie corrida de la enorme masa del Cretáceo.

En los derrubios que dominan a Xauen (23 p. 682) se han señalado bloques de las mismas brechas. Estos conglomerados desaparecen—o no se han encontrado todavía—hacia el SE. Los derrubios cubren por lo demás el contacto entre el Jurásico y el flysch y ocultan en parte este último.

Mencionaremos en otra parte algunos yacimientos cuya edad ha sido comprobada por fósiles.

2. EN EL AUTÓCTONO.—El paleozoico asociado al Permo-Trías, que ocupa desde el Sur de Talambot hasta cerca de Idauden (126,5/85,7) una zona deprimida y que uno de nosotros creyó ver en el sitio de formación, parece, según se desprende de los trabajos de conjunto efectuados en el levantamiento de las hojas de 1:50.000, que puede referirse lateralmente al paleozoico cabalgante de Yebel Tazaot, hacia el S. y al paleozoico cabalgante de la parte interna del macizo de Yebel Kelti hacia el N. Según esta interpretación ocuparía una profunda depresión trans-sinclinal.

Esta cuestión será analizada en otro lugar, pero es necesario que aludamos aquí al numulítico de Jacoben, de Acomé y del reverso de Yebel Tazaot.

Aparece éste al SE. del macizo paleozoico de Talambot, por debajo de dicho paleozoico. Lleva las pudingas pegadas a las calizas y dolomías secundarias, y, después, el flysch rosáceo que se encuentra en diversos puntos hacia el SE. del macizo primario.

Se presenta también al NE. pegado al contrafuerte calcáreo descendente de Yebel Tazaot llamado Hafa del Akab.

Este contrafuerte que domina topográficamente la re-

gión de Talambot y que está cortado por el camino de Asagar a Agan, muestra conglomerados y flysch rosáceo buzando hacia la mancha paleozoica que soporta el Permo-Trías de Dahar Tamegis (14, lám. III).

Por detrás, al Oeste del crestón, en una brecha caliza de elementos de gran tamaño, hemos encontrado: *Nummulites uroniensis* B. y A. Heim, *N. gallensis*, Heim., *N. atacicus*, Leym., *N. globulus*, Leym., *N. aff. helveticus*,

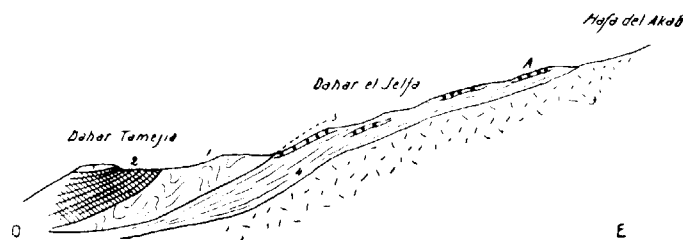


Fig. 21.—Flysch de Dahar el Jelfa. 1, Paleozoico; 2, Permo-Trías; 3, calizas (Lías, Trías); 4, flysch rosáceo; 5, pudingas numulíticas

Kaufm. *N. millecaput*?, Boubée, *Orthophragmina* sp., grandes *Discocyclina discus*, Kaufm (fig. 21).

Se trata del luteciense inferior o medio.

Por debajo del borde O.-SO. de la misma mancha de Talambot, hacia Jacoben y Acomé vuelve a encontrarse el mismo numulítico.

En la faja de flysch, aguas arriba de Jacoben, por el lado norte, se encuentra una caliza brechoide gris con *Assilina exponens*, Sow., *Num. uroniensis*, B. y A. de la H., *Num. Heeri*, de la H., *N. helveticus*, Kaufm., *N. gallensis*, B. y A. de la H. (Heim.), *N. atacicus*, Leym. y otros.

Una brecha idéntica por debajo del Permo-Trías, al Este de Acomé contiene algunas raras orthophragminas,

numerosos y pequeños *Nummulites uroniensis*, A. y B. Heim y *N. globulus*, Leym.

De estos hechos resulta, pues, que el numulítico que desaparece al O., al E., al N., y al S. por debajo del testigo, lleva en su base el luteciense inferior.

En el resto del macizo de Yebel Tazaot, es decir en la región de la cumbre, se encuentran más bien las zonas elevadas del flysch. Pero hacia el SE., en el límite de las imbricaciones de este testigo, el camino de Bi M'hamed a Bab Tizi Mareix deja al descubierto el flysch al pie del acantilado al S. del macizo de Dahar Chudar—que pertenece a las masas arrastradas—y allí, asociado al Eoceno superior, se encuentra el luteciense. Son calizas blanquecinas con vetillas de calcita, plagadas de algas calizas con *Nummulites millecaput*?, Boubée., *N. aff. helveticus*, Kaufm., *N. gallensis*, A. Heim., *N. atacicus*, Leym., *N. globulus*, Leym., *Orthophragmina*, sp.

Algo al NE., en la depresión de Adeldal, se encuentra (Sidi Sliman) brechas finas con *Lithothamnium*, *Discocyclina Archiaci*, Schl., *D. nummulitica*, Güemb., *Heterostegina* sp., *Nummulites Bouillei*, de la H., *N. incrassatus*, de la H. Con esto se indica la presencia del Eoceno superior.

Más al Este, vuelve a encontrarse todavía el luteciense en una pequeña ventana (17, lám. III) al Sur de Bab Tizimezar (hoja de Tazaot) en forma de calizas blanquecinas plagadas de foraminíferos y de algas. En ellas se ven: *Numm. globulus*, Leym., *Numm. atacicus*, Leym., *N. aff. helveticus*, Kaufm., *N. gallensis*, A. Heim., *Assilina exponens*, Sow., *Discocyclina scalaris*, Schlumb., *D. nummulitica*, Güemb., y otras.

Por último, hacia el SO. y al S. del borde del macizo arrastrado de Xauen se encuentran formaciones numulí-

ticas que son transgresivas sobre la serie caliza autóctona del macizo de Yebel Lexchab.

Particularmente al pie NO. del bosque de Yebel Lexchab una planicie herbácea separa la arista del Yebel de la cota 1.500 al NE. de la Hafa el Handani (16, lám III).

La serie secundaria del primero desaparece bajo el numulítico, y luego bajo el macizo arrastrado de Xauen en Bab Tizi Mandu.

Este numulítico de la planicie está formado principalmente de areniscas oscuras, más abajo de margas rosáceas del Eoceno superior y más abajo todavía de calizas y conglomerados. En éstos, dentro de una brecha, se han encontrado: *Numm. uroniensis*, B y A. Heim., *Numm. gallensis*, Heim., *Numm. irregularis*, Desh., *Numm. distans*, Desh., *Numm. Tchihatcheffi*, d'Arch., *Numm. atacicus*, Leym., *Numm. globulus*, Leym., *Orthophragmina*, sp., *Lithothamnium* sumamente abundantes. Se trata del luteciense inferior.

A partir de esta transversal ya no queda hacia el Este más que unos pocos jalones, pues la cordillera autóctona (Fahç d'Adeldal-Uad Buhia) ha sido muy erosionada y salvo en Asifan, apenas puede identificarse allí el flysch. Pero más lejos todavía, en la garganta del Uad Buhia, el flysch forma localmente islotes aplastados que separan el núcleo secundario de la masa paleozoica arrastrada.

Uno de ellos se halla a la vuelta de un anticlinal más interior que el que domina Utlega, más arriba del aduar de Dar Magó.

Contiene una caliza brechoide gris, atravesada de filoncillos de calcita en la que se encuentra: *Numm. globulus*, Leym., *N. atacicus*, Leym., *N. gallensis*, A. Heim., *Orthophragmina* (escasas). Se trata del luteciense.

Por otra parte la extensión del luteciense sobrepasa este límite. Si desaparece aquí bajo el paleozoico corrido se le vuelve a encontrar en Puerto Capaz. Los señores Marín y Fallo lo han mencionado (24, determ. Doncieux) discordante y transgresivo sobre el Jurásico en Punta Pescadores, en la base de la serie terciaria y en una posición que establece, al menos aquí, la ocultación tranquila y normal del Jurásico—del Lías sin duda—bajo el flysch que buza al Sur.

Un segundo yacimiento de tipo muy diferente no resulta menos interesante. Se trata de un conglomerado que está al O. de Puerto Capaz pegado al acantilado paleozoico que forma la Punta Xohaumar. Los elementos son muy variados, desde el paleozoico al luteciense con grandes numulites pasando por Permo-Triás y el Lías. Como se halla dislocado hay que tomarlo lógicamente, vista la región, por ante-mioceno.

Esto muestra que el manto luteciense ha debido extenderse bastante lejos hacia el N. y cabe admitir que éste ha podido ser transgresivo al menos parcialmente sobre el primario.

3. ELEMENTOS ARRASTRADOS.—Es difícil separar en el borde Oeste de Yebel Aguedan (Aiden) el flysch autóctono de la zona externa del frente arrastrado del flysch exótico. Todo este flysch hay que estudiarlo en conjunto.

Señalamos simplemente en la pared que domina Kelaa (región de Imudenen) la presencia del luteciense. Todavía en este punto es una caliza gris oscura basta con *Numm. gallensis*, B y A. Heim., *N. globulus*, Leym., *N. Guettardi*, d'Arch., *N. atacicus*, Leym., *N. helveticus*, Kaufm., *Assilina exponens*, Sow., *Operculina ammonea*, Leym., *Discocyclina Archiaci*, Schlumb., *D. discus*, Kaufm., *Asterodiscus*, sp.;

es decir, el luteciense inferior (véase corte más adelante).

En Yebel Kelaa, la masa caliza y dolomítica de la montaña que forma parte del manto Tazaot-Magu se halla recubierta por una escama más elevada, que culmina en Yebel Amesif (1.750 metros).

Una faja de flysch sube desde el Kraar de Kelaa (17, lámina III) al puerto de Kelaa, para volver a bajar oblicuamente hacia el SE. a lo alto de la vertiente que domina Ras el Ma. Se levanta por fin para dar lugar al puerto que hay al N. de la cota 1.966 del macizo de Yebel Sfiha Talch. El afloramiento contorna el Y. Amesif y se continúa por la vertiente Oeste de Yebel Taslama al Sur de Yebel Aiden. El conjunto de estas cumbres que se alinean S.-N. hasta Yebel Aiden y la Cudia Ala Rehim lleva el nombre de Yebel Aguedan en el antiguo mapa francés y así se llamó en notas preliminares anteriores.

Volvamos al flysch: Su masa está dominada desde el puerto de Kelaa a Bab Tizi por las dolomías y calizas que forman el crestón de cota 1.710. Yebel Amesif, es decir por un testigo sin duda homólogo al de El Babat al Norte de Uad Lau.

Puede seguirse paso a paso el contacto de este testigo sobre el flysch.

Según los puntos son capas rosáceas de caliza o conglomerados, o también flysch amarillo en donde predominan las areniscas.

En el puerto de Kelaa se han citado ya, por la recogida de ejemplares en 1930 (23): *N. gallensis*, A. Heim., *N. irregularis*, Desh., *N. Guettardi*, d'Arch., *Operculina subgranulosa*, d'Orb., *O. canalifera*, d'Arch., *Orthophragmina*, sp.

Se sigue esta faja hasta el puerto que da a la casa de Bu Charta por el SE. de la cota 1820. Este flysch está

aplastado y lleva pudingas que van acompañadas de margas jalonadas claramente en la maleza por la morfología y por algunos manantiales.

En el punto 121,5/69,6 se han recogido en una caliza gris brechoide con grandes orthophragminas: *Numm. gallensis*, B y A. A. Heim., *N. millicaput?*, Boubée, *N. aff. helveticus*, Kauf. (abundantes), *N. globulus*, Leym. Se trata del luteciense.

Por último, al NE. de esta cumbre nos ofrecen un nuevo jalón las calizas brechoides grises con *Lithothamnium* plagadas de *N. millicaput?*, Boubée, *N. helveticus*, Kaufm., *N. gallensis*, A. Heim., *N. globulus*, Leym., *Orthophragmina Archiaci*, Schlum. *D. discus*, Kaufm.

Por lo tanto esta faja aplastada contiene un luteciense claro, cuya importancia sobrepasa la de otros elementos del flysch rojo que están poco o nada representados.

## CAPITULO VI

### RESUMEN

---

Para facilidad de la exposición hubiera sido preferible describir cada corte completo del flysch, pero nos ha parecido conveniente hacer resaltar a la vista del lector la importancia y la generalidad de la transgresión luteciense.

El Eoceno medio falta en muchos puntos. Puede que sólo sea aparentemente por culpa de investigaciones incompletas. Pero su participación en el recubrimiento del Cretáceo externo, así como de la caliza jurásica en la dorsal calcárea, nos muestra una transgresión muy general.

En la cordillera caliza los conglomerados delimitan la transgresión (más adelante se verá que la facies reaparece después). Están pegados a las calizas.

En ninguna parte han podido descubrirse señales de un paso lateral, como estrechamiento de las pudingas hacia el O. o localizaciones que recuerden la existencia de corrientes de aguas y deltas del luteciense.

Pero este hecho, que debe retenerse desde el punto de vista tectónico, no implica ni un gran alejamiento original de la zona calcárea, ni mayor profundidad de las aguas lutecienses en la zona periférica.

Se ha visto que hacia Tánger (antiguo Thabor francés)

a la fauna numulítica—menos batial quizás que las *Ortho-phragminas*—se asocian brechas finas del tipo que monsieur Boucart llama «granito». Frente al Fondak se han visto conglomerados lutecienses y nosotros subrayamos la constancia ya conocida (23-1930) de facies poco profunda.

Sólo observado en el Uad Hayera y al Oeste de Zoco el Arbaa, el luteciense exterior de la cordillera caliza no nos es, sin embargo, conocido en un sector bastante extenso, a saber: desde este último sitio hasta el Yebel Amatrás, al SE. de Bab Taza. Todos estos crestones de Beni Aros y de Yebel Sidi Sugna no nos han mostrado sobre el Cretáceo más que Eoceno superior (Uad Keri Kera) u Oligoceno (Oeste de Zoco el Arbaa).

¿De dónde proviene la transgresión luteciense? Sábese que se ha extendido de una manera muy general sobre las regiones subbéticas, desde la Sierra de Levante de Mallorca hasta la provincia de Cádiz, y que ha invadido, por lo menos en parte, regiones más internas, pues es conocida su traza sobre el caparazón del manto corrido llamado por Blumenthal Bético de Málaga.

Sin embargo, hasta aquí, fuera del jalón confuso del Oeste de Punta Pescadores, nada nos dice que el mar luteciense haya llegado a la zona paleozoica interna del Rif, donde la transgresión sólo se sitúa en el Eoceno superior.

Pero el mar llega simultáneamente sobre la zona calcárea del Rif de punta a cabo, a partir del luteciense inferior y también hacia el Fondak, Tánger, etc. También parece haber contorneado por el O. y NE. lo que debía ser más tarde la zona paleozoica del Rif y también por el SE., pues Mr. Marçais ha encontrado jalones de luteciense inferior en Yebel Nador (SE. de Boured, zona francesa).

Al S., al SO. y al O. de este surco, ya de por sí ancho, ha debido subsistir una zona emergida, pues por el momento no conocemos el luteciense en Yebel Sidi Sugna, ni en su prolongación hacia el Norte. Tampoco tenemos jalones lutecienses en el Yebel Jesana o en el alto crestón seguido por la carretera de Targuist.

Lo que actualmente constituye una parte del crestón pizarroso elevado sólo habría sido parcialmente alcanzado con posterioridad por la transgresión numulítica en los confines hispano-franceses.

Así comprobamos esta idea debida a M. Lacoste, que ya en 1930 veía esta zona subsidente alcanzada por una transgresión procedente del Sur que avanza primeramente en el luteciense, sigue en el Eoceno superior y es total en el Oligoceno. Todavía, según veremos, hasta en el Oligoceno parece que una zona emergida ha separado el mar del Rif francés del mar de la sierra caliza.

A reserva de las investigaciones detalladas que permitan quizás rebajar la extensión de esta zona emergida, admitimos aquí la existencia durante el luteciense.



## CAPITULO VII

### EOCENO SUPERIOR Y OLIGOCENO EXTERIORES DE LA CORDILLERA CALCAREA

---

El flysch típico de la zona externa y su facies rosácea de la zona calcárea son tan uniformes en estas dos épocas que la separación de una y otra formación resulta todavía ilusoria.

Las estudiaremos por tanto en conjunto, limitándonos en nuestro resumen final a agrupar los afloramientos conocidos de cada formación.

Nosotros hemos señalado en 1930 la presencia del Eoceno superior y del Oligoceno a todo lo largo del Rif español, pero esta generalización es excesiva (23).

Sobre todo en la zona de Anyera y Tánger es donde nos ha proporcionado niveles de referencia precisos.

Señalemos brevemente que el Eoceno superior parece seguir sin lagunas intermedias al Eoceno medio de Tánger y Tetuán. Está formado por margas y areniscas más o menos rojizas; estas últimas llegan a ocupar localmente mayor extensión. Su gran resistencia, que hace que forme las cumbres, ha inducido a creer que siempre se superponen al flysch y son transgresivas. Hemos demostrado ya que hacia Anyera forman bolsadas que se intercalan en la serie. Se ha visto más arriba que aparece esta facies ya en el luteciense de Yebel Amatras. Hacia Ceuta y

Yebel Zen Zen se asocian al numulítico superior transgresivo sobre el paleozoico de la zona interna.

La serie exterior con relación a la cordillera, que fué descrita ligeramente en 1930 hasta la altura del Fondak, se extiende más al Sur.

En el puente de la carretera Tetuán-Tánger, cerca del árbol histórico de Uad Ras aparecen pequeños bancos calizos o brechoides que alternan con margas rosáceas. Una preparación (pl. 36) muestra en una caliza arenosa gris blanca: *Orthophragma*, sp., *Numm.*, sp., *Gypsina*, rotalideos. Es sin duda el Eoceno superior.

**a) Pista de Beni Aros.**—El primer jalón aprovechable nos lo da el Uad Beni Ider a lo largo de la pista de Beni Aros. Ya hemos dado un corte de él.

El nivel 8 (fig. 3) es rico en foraminíferos, tanto sueltos como incluidos en las capitas calizas intercaladas dentro de las capas rosáceas (pt. 19, lam. II).

En el punto 101,2/98,3 hemos recogido sueltos o dentro de una roca rica en *Lithothamnium*, *Nummulites gallensis*, A. Heim., *Numm.* aff. *helveticus*, Kaufm., *N. incrassatus*, A. de la H., *Numm.*, sp.? (minúsculos, indeterminables), *Heterostegina reticulata*, Rutim., *Discocyclina nummulitica*, Güemb., *D. scalaris*, Schl., y otros; *Asterodiscus*, sp., bryozoarios.

Entre las capitas calizas asociadas a las margas con foraminíferos se distingue una brecha caliza con *Lithothamnium*, *Orthophragma* abundantes, *N.* aff. *helveticus*, Kaufm., *N. Boucheri*? de la H., *N.*, sp. (semejante a *N. Heeri*, de la H.). Todas estas especies sitúan el nivel en el Eoceno superior.

Ya hemos señalado que el luteciense aun no se conoce aquí entre este Eoceno levantado y el Cretáceo superior.

Pero las capas están muy dislocadas. El flysch es a menudo estéril y no puede afirmarse la no existencia del luteciense entre el Cretáceo y el Eoceno superior.

A la altura del Uad Taranes el cerco de la cordillera nos muestra de nuevo este Eoceno superior, pero vista su relación con el de los repliegues de la zona calcárea trataremos de él más adelante.

**b) Zoco el Arbaa.**—Por el contrario, sobre la prolongación del flysch de Uad Beni Ider volvemos a encontrar las masas numulíticas del Oeste de Zoco el Arbaa. Se ha visto ya más arriba que la base del Terciario es aquí luteciense.

Si se sube desde el puesto militar de Zoco el Arbaa hacia el SO. se sigue un corte del flysch cuya marcha de conjunto parece poco dislocada.

El puesto se encuentra sobre las pizarras oscuras secundarias. Se atraviesa un pequeño Fahç aluvial para llegar al Suroeste a la desembocadura del torrente de Uad Exila.

El espolón que lo limita al Norte lleva areniscas rojas que buzan al Norte 25° Este. Si después de cruzarlas se sigue el valle torrente arriba se atraviesan capas rojas violáceas en bancos, que buzan a 40° casi Norte. Restos de conchas con foraminíferos las acompañan. Estas son las que han proporcionado la fauna luteciense arriba mencionada (véase la página 70 y la figura 11).

Este conjunto corta oblicuamente la cumbre, cota 880, que domina el barranco al Norte, y un morabito, que no figura en el mapa, está a media ladera sobre el nivel rojo. Este se va estrechando rápidamente hacia el Oeste.

Bajo el flysch rojo se encuentran areniscas blandas micáceas engastadas en margas arenosas. Contienen restos

carbonosos y en algunos bancos grandes granos de cuarzo angulosos.

El buzamiento de las capas es suave, regular, salvo algún repliegue. Si se continúa subiendo por el barranco se llega al puerto de Serrera.

Las capas buzando al N.-NE.; se las ve en el crestón de Yebel Serrera-Cudia Abdelgani (20, lám. II).

Uno de nosotros había atribuido este crestón a formaciones subordinadas a las capas rojas lutecienses. Pero es probable que el flysch coloreado luteciense se acuñe en este complejo pardo.

En efecto, en el puerto de Serrera, la divisoria que va hacia la cumbre de Audal esta formada por una serie donde hemos notado un nivel estratigráfico elevado en 104,6/85,7 (\*).

Allí se observa el corte siguiente:

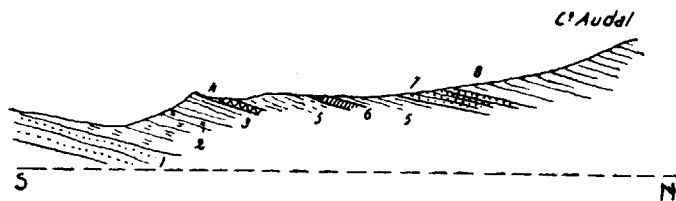


Fig. 22

1. Areniscas blandas.
2. Margas, 10 m.
3. Areniscas finas.
4. Bancos de pizarra oscura, 8-10 m.
5. Margas arenosas, 30 m.
6. Intercalación de un banco delgado con foraminíferos.
7. Areniscas.
8. Serie de flysch estéril de 100-200 metros de potencia.

(\*) Si bien es la base del flysch de Exila luteciense, algo más al Norte, en la ladera Este de la Cudia Abdelgani, el nivel, formando contacto con el Cretáceo, sólo es del Eoceno superior (nota añadida en 1934).

A primera vista, esta serie, que parece buzando regularmente de 15-20° N., parece que sigue por el crestón Megueicha-Serrera-Audal, que separa el paso de Zoco el Arbaa de la cuenca de Beni Lait.

Cinco ejemplares recogidos en el nivel 6, y estudiados cuidadosamente, han mostrado numerosos foraminíferos (preparaciones 22 A, 22 B, 101 y 102) dentro de una arenisca oscura, bastante fina. Allí se determina *Orthophragmina*, sp., *Lepidocyclina*, sp. (*Nephrolepidina*, sp., *Eulepidina*), pequeños numulites, *Operculina*, sp., *Heterostegina*, aff. *depressa*, d'Orb., *Amphistegina* y globigerinas (*G. bulloides*), *Gypsina*, rotalideos (*Truncatulina*, *Rotalia*, sp., muy pustulosa), *Cristellaria*, *Nodosaria*, bryozoarios, *Lithophyllum*, etc. Es el Eoceno superior (\*).

Si nos dirigimos hacia el Sur observamos que la arenisca forma el crestón alineado desde Agram a la cota 983,3. En este último punto lleva un poco de flysch margoso.

Sobre esta arenisca que buza al NE. (a equivale al nivel 1 del corte anterior) viene un flysch rojo, 2, de 30 a 40 metros.



Fig. 23.—Corte al Sur de Exila.

(\*) En otro ejemplar de una caliza gris hemos visto: *Nephrolepidina Tournoueri*, Lem. y Douv., *Eulepidina*, sp., *Numm. Tournoueri*, de la H. Es extraño encontrar en este mismo grupo de muestras el Oligoceno típico (rupeliense-chattiense). Puede haberse cometido algún error de etiquetas o de numeración de las preparaciones donde las hicieron.

3. Margas grises, irisadas en su parte superior.
4. Areniscas finas duras, estériles, gris oscuro, 100 m.
5. Conglomerado fino con cantos silíceos que pasan a areniscas finas.
- b. Brechas finas estériles, 0,5 m.
6. Alternancias de areniscas gris oscuro, finas, y brechas finas estériles en bancos de 0,30 a 0,80 engastadas en las margas.
7. Margas rojas oscuras que parecen al Permo-trías.
8. Areniscas grises y calizas en bancos con microbrechas y niveles con numulites.

Referido a la faja arenosa  $\alpha$ , que es la misma en los dos cortes precedentes, el nivel abigarrado, 3, parece situarse unos metros encima del banco con foraminíferos de Serrera.

No es cierto que el conjunto 7-8 prosiga, como podría suponerse a primera vista por las capas violáceas, que a partir de Exila se acuñan hacia el N.-NO. en el flysch vulgar.

Según estos perfiles aproximados habría dos niveles:

Uno «Exila», luteciense, correspondiente a la faja violácea y a su cortejo, que se recortan en los salientes de Afkiren. Estratigráficamente es el más bajo.

El otro, situado encima y en las proximidades del banco de arenisca de la arista Serrera, 983,3, estaría más arriba en la serie. Pero este nivel, según las determinaciones, debe de ser Eoceno superior u Oligoceno.

Es posible que la muestra oligocena, latorfiense, indicada más arriba, proceda del nivel 8.

Como término de comparación hemos de notar que al pie de la sierra caliza, en el collado, 112,1/85,6, encontramos por otra parte una caliza gris plagada de *Lithothamnium* y de *Orthophragma*, *Numm. incrassatus*, A. de la Harpe, *Heterostegina*, sp., *Operculina*, sp. (aff. *complanata*, Bast.), numerosas *Orthophragma* (*Discocyclina nummulitica* y otras), *Asterodiscus*, sp., que es del Eoceno superior, además (prep. 23) una caliza con *Eulepidina Rau-*

*lini*, Leym. y Douv., *Eulepidina dilatata*, Michti., *Nephrolepidina*, sp., *Heterostegina*, sp., *Numm. Bouillei*, de la H., *N. Tournoueri*, de la H., *Numm. incrassatus*, de la H., *Amphistegina*, sp., *Operculina*, sp., *Rotalia*, sp., muy pustulosa, es decir, del Oligoceno.

Aun cuando subsistan todavía dudas en cuanto a este numulítico de Zoco el Arbaa, por posibles cambios de las preparaciones microscópicas, podemos recordar que el flysch del Oeste de Zoco el Arbaa contiene el luteciense, el Eoceno superior y el Oligoceno y subrayar la marcha general muy suave y poco plegada de todo este complejo, cuyo contacto con las pizarras cretáceas está, por otra parte, todavía mal precisado (\*).

De cualquier forma que sea, toda la vertiente, desde la cota 983,3 hasta Uad Haba, está formada por esta serie, descansando sobre el flysch senonense. Se la corta por la carretera desde M'Hamed el Hach. Es estéril, salvo la parte hacia la caseta telefónica de Hamara.

Hacia 110,3/82,7, la trinchera de la carretera corta unas pizarras rojas, areniscas fragmentadas en paralelepípedos y el flysch análogo al de Xauen.

Un poco más arriba, hacia el punto marcado en la carretera 33 (alrededor de un kilómetro y medio arriba del monumento), se recortan unas pizarras pardo-rojizas y areniscas y margas con capitas con foraminíferos, que se sitúan encima del luteciense.

No hemos abordado el estudio de la región entre Sidi Biniaya y los Bi Aroz.

(\*) Parece que la Cudia Abdelgani y todo el crestón, hacia el Norte, constan de Cretáceo superior, buzando al Norte. Es decir, que el flysch terciario no se presenta con tanta extensión como antes se le creía. Quedan por estudiar las relaciones de ambas formaciones (nota añadida en 1934).

La parte superior de nuestro corte de Taguelmin (figura 5), indica sólo areniscas pardas con grandes granos de cuarzo dentro de una pasta más fina—es decir, un tipo semejante a la arenisca del Aljibe—que descansan directamente sobre el Cretáceo.

Pero también aquí es dudosa la edad de los episodios arenosos. Los cortes de la figura 25, a la altura de Tarnet y de Yebel Albeida, indican la relación existente entre esta arenisca y el resto del flysch.

**c) Bab Taza-Yebel Amatrás (\*).**—Si las areniscas cretáceas parece que reinan solas en el macizo de Jesana, al Oeste de Bab Taza, volvemos a encontrar el flysch numulítico, sea al pie de la cordillera calcárea, hacia Xerafat y Bu Hal-lal, ya también en Yebel Amatrás.

A la altura de Bu Hal-lal no hemos podido recoger restos fosilíferos *in situ*. Pero los restos encontrados en la superficie del flysch de los alrededores de la carretera, dos kilómetros al Este de Bu Hal-lal (prep. 14 A, 14 B) nos han mostrado una caliza gris con *Lithothamnium*, pequeños *Nummulites* estriados, muy abundantes (*N. incrassatus*, A. de la Harpe y otros), *Orthophragmina* abundantes, miliolideos, rotalideos, *Amphistegina*, *Gypsina*, *Globigerina* y *Lithophyllum*. Es el Eoceno superior.

En el Yebel Amatrás la serie es más potente. Allí hemos subrayado la importancia del luteciense (p. 73).

En la cumbre el flysch lleva intercaladas entre las areniscas rojas (punto 136,6/58,5) unas areniscas gruesas con

(\*) No hemos creído deber dar un mapa de esta región, pues no está hecho por uno de nosotros sólo, sino en colaboración con D. Agustín Marín, y de él no podemos, por tanto, disponer.

*Lepidocyclina*, pequeños *Nummulites* estriados y otros granulosos indeterminables; además (punto 136,7/58,6) areniscas gruesas con *Lepidocyclina* de reducido tamaño y escasos *Nummulites* pequeños e indeterminables.

Estos dos niveles demuestran la existencia del Oligoceno.

Hay otro yacimiento que parece dudoso. La preparación 32, que lleva la indicación «Sobre Casilla kilómetro 21, altura 1.040 metros», revela una caliza muy finamente brechoide con fragmentos calizos angulares más bastos, pequeñas lepidocyclinas, *Nummulites incrassatus*, de la H., rotalideos. Una preparación contiene pequeños *Nummulites*, *Orthophragmina*, algas calcáreas (*Lithothamnium*), rotalideos, textularideos, *Globigerina bulloides*, *Amphistegina*, *Gypsina*, bryozoarios, equinidos.

Pero el yacimiento de la cota 1.040 se ha señalado más arriba como luteciense. Ha habido sin duda un error en las etiquetas de la preparación y puede que haya que atribuirle el mismo origen que a las muestras oligocenas precedentes, a no ser que haya en este flysch unos plegamientos muy fuertes. Aun sin tenerlas en cuenta queda establecida aquí la presencia del numulítico superior.

Según se ha visto en la discusión sobre la edad de las areniscas de la Cudia Izrahen vuelve a aparecer el Eoceno superior a cosa de un kilómetro al NE. de la casilla, o mejor dicho, se extiende en todo el Yebel Amatrás hasta esta Cudia. Como lo hacemos observar en el párrafo dedicado al luteciense, no aparece este último piso en la Cudia Izrahen, caracterizado por numulites; siendo la importancia de los conglomerados lutecienses en la falda Norte del Yebel Amatrás resulta un cambio notable del Eoceno medio en cosa de dos kilómetros, y de faltar éste

por completo en la Cudia se tendría que admitir aquí la transgresividad del Eoceno superior.

**d) Región de Iguenduzen-Ben Daued-Asifan.**—Hemos visto más arriba que el pliegue de la serie caliza que domina el valle del Uad el Jemis (o Uad Buhia alto) muestra la desaparición normal de estas capas por debajo del flysch.

En los alrededores del contacto lleva este flysch margas rosáceas con capitas de caliza, en que abundan los foraminíferos.

Al Este, a la altura de Iguenduzen, el cauce del Uad está a un kilómetro aproximadamente del borde de la cordillera caliza, cuyas capas tienden localmente a cabalgar sobre el Terciario.

Hacia Iguenduzen vuelven a encontrarse algunos numulites grandes en una arenisca con cantos rodados.

Al Este de Iguenduzen desaparece en parte el flysch debajo de enormes derrubios, pero en el límite Oeste de estos derrubios, y por debajo de ellos en algunos puntos, vuelve a aparecer el flysch.

Hemos señalado más arriba (p. 73-74) que hacia Iguenduzen se encontraba el luteciense; allí se completa la serie. Con las capas rosáceas que aquí aparecen vienen placas de caliza brechoide claras (prep. 50) con algas calcáreas, numulites muy pequeños indeterminables y *Orthophragmina*. Por otra parte (prep. 52), no se encuentra más que *Lithophyllum*, *Orthophragmina*, *Amphistegina*, *Truncatulina*, pero la edad eocena superior de la formación es segura, tanto por la facies como por su continuidad lateral.

En el barranco, al NE. del saliente de Iguenduzen, se encuentran de otra parte calizas grises claras, plagadas de foraminíferos: *Orthophragmina*, *Heterostegina reticula-*

*ta*, Rutim. (extraordinariamente abundantes) y rotalideos, que son también del Eoceno superior.

En la prolongación de esta banda de flysch, en contacto con el anticlinal externo de la cordillera, es donde se ha notado la ocultación de este anticlinal externo de la cordillera hacia Utlega y la continuación de pliegues más internos cortados en garganta por el Uad Kbir o Uad Buhia.

La terminación del Yebel (1.560 metros) se hace por ocultación con accidentes locales y fallas en la vertiente que domina al Oeste el recodo del Uad Buhia.

Al Norte de este anticlinal se encuentra un sinclinal, donde está construido Asifan, ocupado localmente por un islote paleozoico. Este descansa, según los puntos, sobre la caliza, sobre la dolomía o sobre el flysch con numulites.

Este mismo numulítico se vuelve a encontrar pegado al Jurásico de un pliegue interno que, en lugar de ocultarse completamente, está cortado por el Uad Buhia (o Uad Kbir), pero que desaparece hacia Utlega por debajo del paleozoico.

Este paleozoico forma una gran avanzada hasta el Sur de Bab Ziat; más al Este el contorno de la masa cabalgante remonta hacia el NO., hacia la Cudia Tasaroz (véase figura 24 y págs. 21 y 24).

A la entrada de la garganta se encuentra el numulítico. Intercalada aun entre las areniscas y las margas levantadas contra el Jurásico, pero en contacto con éste por un pliegue falla, aparece una caliza gris fina con *Nephrolepidina Tournoueri*, Lem. y Douv., *Eulepidina Raulini*, Lem. y Douv., *Operculina*, sp., *Num. incrassatus*, de la H., *Amphistegina*, sp. Es el Oligoceno, cuya posición en contacto con las calizas jurásicas se debe al accidente indicado, más bien que a una transgresión.



e) Uad M'Ter.—Para terminar con el examen de esta región periférica nos falta avanzar hasta el Uad M'Ter.

1. REGIÓN DE SIDI ALI BEN YUSEF.—El paleozoico que cabalga por encima de la zona caliza y la oculta completamente entre el Uad Buhia y el Uad Jemis, deja ver de nuevo hacia el Este, a partir de este valle, las masas dolomíticas.

De Norte a Sur, es decir, del interior al exterior de la cordillera, encontramos el paleozoico interno en Taurat el Moratin, apoyado contra las dolomías secundarias que se siguen hacia el Este al Sur de Helila.

Esta faja dolomítica culmina en Cudia Takurt. Al Sur pasa una segunda faja paleozoica alargada de Sidi Morabet, sobre el Uad Jemis, a la Cudia Akilaomsot.

El arroyo de Letama, afluente al Este del Uad M'Ter, sigue el límite de esta faja que parece bien colocada y en marcha anticlinal.

Al Sur sigue otra banda dolomítica alargada de Ain el Hayar al Oeste del Uad Jemis, a Yebel Isguenatan y a la Cudia Yama d'Asagar, al Este del M'Ter.

Esta faja dolomítica se extiende hacia el Sur hasta incluso la Cudia Tasaroz. Pero en un repliegue sinclinal se conserva un islote paleozoico arrastrado; esta es la faja de Buhald-Tarsat (Sidi Ali Ben Yusef).

Hacia el SO. este islote se une a la serie paleozoica cabalgante.

Habiendo señalado en 1930 los Sres. Marín, Blumenthal y Falloit la presencia del flysch inmediatamente al S.-SE. de la arista dolomítica de la Cudia Yama de Asagar y de la Cudia Tasaroz, convenía descubrir su contacto con el primario, a pesar de la maleza y la analogía estrecha de

facies del paleozoico reciente (Siluriano probable) y del flysch arenoso.

Este contacto aparece al reverso S.-SE. de la arista de la Cudia Tasaroz y se sigue oblicuamente con respecto a esta cumbre, que lleva un islote primario sobre el numu-

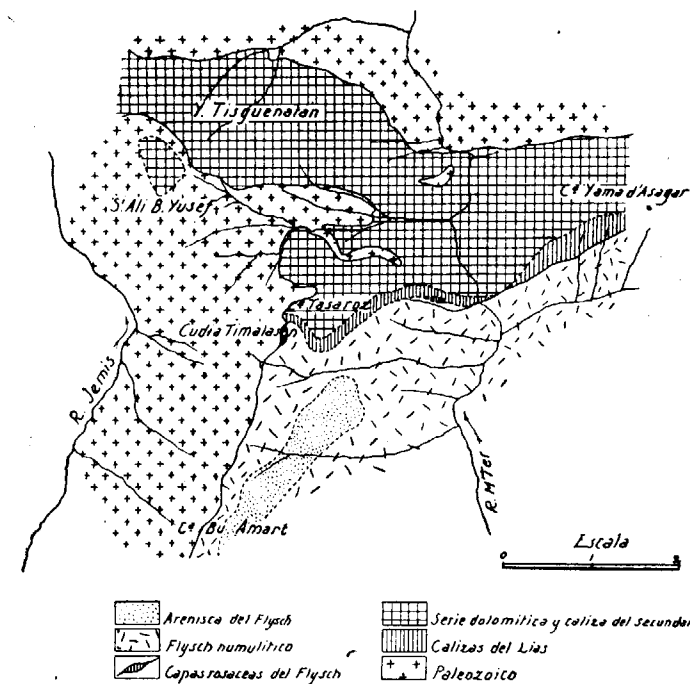


Fig. 24.—Croquis del frente de los cabalgamientos de Uad M'Ter.

lítico recubriendo normalmente el Secundario y alcanza el borde Norte de la Cudia Bu Amart, que está formada de arenisca parda del flysch.

Entre la Cudia Timatasen y el saliente que separa ésta de la Cudia Bu Amart encuéntrase, bajo el paleozoico, un flysch deshecho con bloques y capitas de caliza con foraminíferos.

Doce muestras recogidas en una estrecha zona bajo el

paleozoico, en una longitud de unos 100 metros, nos permiten definir allí dos niveles; de ellos hay seis que no tienen lepidocyclinas y seis las tienen. El conjunto de muestras sin lepidocyclinas (preparaciones 39, 44, 45, 46) contiene la siguiente fauna del *Eoceno superior*:

*Num. Fabianii*, Prever, *N. vascus*, Joly y Leym., *N. Boucheri*, de la H., *N. incrassatus*, A. de la Harpe, *N. Rutimyeri*, de la H., *N. Chavannesi*, de la H., *N. aff. helveticus*, Kaufm.; *Num. aff. gallensis*, A. Heim., *Orthophragmina*, sp., *Heterostegina*, sp., *Globigerina bulloides*, miliolideos, amphisteginas, textularideos, *Bolivina*, rotalideos, *Rotalia* muy pustulosa, *Cristellaria*, *Nodosaria*, *Gypsina globulus*, Reuss., *Alveolina*, sp., bryozoarios, algas calcáreas.

El conjunto de las muestras con lepidocyclinas (preparaciones 40, 41, 47 y 48) encierran las especies siguientes características del Oligoceno:

Pequeñas lepidocyclinas muy abundantes (*Eulepidina*, sp., *Nephrolepidina simplex*, Douv.), *Num. vascus*, Jol. y Leym., *Num. incrassatus*, A. de la H., *Num. Tournoueri*, de la H., *Num. aff. helveticus*, Kaufm., *Num. gallensis*, Heim., *Amphistegina*, sp., *Rotalia*, sp., muy pustulosa, textularideos, *Operculina*, sp., *Gypsina globulus*, Reuss., globigerinas, *Heterostegina*, sp.

Las rocas de los dos niveles sólo pueden distinguirse difícilmente por sus características exteriores. Las rocas del Eoceno superior son generalmente calizas gonfolíticas finas o finamente brechoides grises y excepcionalmente calizas sacaroides (una muestra). Las rocas del Oligoceno son calizas grises esquistosas con lumaquelas de lepidocyclinas, una caliza brechoide gris clara con vetas de calcita, caliza sacaroides finamente gonfolítica, areniscas grises muy finas, blandas.

Todas estas formaciones, en pequeñas capitas, se estre-

chan y ensanchan repartidas en un reducido espesor de margas estériles.

Se deduce, según todas las probabilidades, que la serie es continua y casi del mismo aspecto desde el Eoceno superior al Oligoceno.

Un poco al Sur de este contacto, la cumbre areniscosa de la Cudia Bu Amart había sido confundida en 1930 con las cuarcitas del paleozoico. En 1931, los Sres. Marín y Fallot demostraron que estas areniscas son terciarias. Su posición precisa con relación al Oligoceno queda aun por definir, pero desde dicho punto esta facies reina de manera constante.

Las areniscas cortadas por el Uad M'Ter forman al Este las cumbres del Yebel Amalu y del Yebel Tafelaud y reaparecen al Norte del Yebel Nanoh, del Yebel Ihannachen y por el Sur de Punta Pescadores se extienden hasta Villa Jordana.

Los Sres. Marín y Fallot han citado ya, en los alrededores del contacto de la zona caliza y de la del flysch, faunas (det. Doncieux) que muestran la continuidad del Eoceno superior.

Al Sur de la Cudia Timargaden son *Num. Fabianii*, Prev., *N. incrassatus*, de la H.

En el Yebel Ihannachen (Hafa Sixan) se encuentran *Orbitolites complanatus*, Lk., *Heterostegina reticulata*, Rutim., *Operculina ammona*, Leym., *Num. globulus*, Leym., *Num. Guettardi*, d'Arch.

Por último, al Sur de Puerto Capaz, bajo los islotes arrastrados de Lías rodeados por la nueva carretera, se encuentra el luteciense con *Num. gallensis*, A. Heim., *Num. globulus*, Leym., *Orthophragmina discus*, Kaufm., sobre lo cual descansa un potente complejo que, sin duda, pertenece al Eoceno superior.

Y en 167,2/68,9, barranco de Buyahamed al Oeste del Uad Uringa, una caliza gris plagada de lepidocyclinas (*Nephrolepidina marginata*, Michti, y *Tournoueri*, Lem. y Douv.) y pequeños y escasos numulites (*Num. incrassatus*, A. de la H., *Num. aff. gallensis*, A. Heim., *Spiroclypeus*, sp., con un diente de tiburón) representa el Oligoceno.

De Punta Pescadores a Villa Jordana no conocemos faunas. Pero recordaremos solamente que por debajo de los cabalgamientos de los alrededores de esta ciudad M. Russo, luego los Sres. Marín, Blumenthal y Fallot, y por último M. Blumenthal, han recortado el flysch. Estas determinaciones antiguas han sido hechas por uno de nosotros (L. D.) y muestran en el substratum de este Jurásico arrastrado un flysch completo y complejo, donde existen a la vez Eoceno superior y Oligoceno.

## CAPITULO VIII

### EOCENO SUPERIOR Y OLIGOCENO DE LA CORDILLERA CALCAREA

Hemos señalado la existencia de la arenisca, sin duda supra-luteciense, del Yebel Garra, pellizcada en el sinclinal, y la del flysch de Tetuán y de los sinclinales del Sur de esta ciudad. Nos remitimos a estas descripciones (23).

Pero las investigaciones de 1932 han permitido demostrar que el sinclinal más oriental (23, perfil 1, pl. 71 b) es más abierto y extenso de lo que se creía. Mientras el luteciense calcáreo y detrítico aflora en la falda del Yebel Gorgues, el flysch, con areniscas amarillentas y margas grises es Eoceno superior. En efecto, allí se recogen (108,6/108,4, pl. 71 y 72) calizas brechoides finas y bastas, que contienen: *Num. Fabianii*, Prev., *N. incrassatus*?, de la H., *Orthophragmina*, sp., miliolideos, rotalideos, amphisteginas, globigerinas, bryozoarios.

Otros nuevos jalones se han encontrado en el flysch del Sur del Gorgues. En 1930 se había marcado el Eoceno superior al Sur de la Cudia Tahar y entre la Cudia Tahar y Dar Ray. Un nuevo yacimiento, al SE. del saliente de la Cudia Tahar, nos confirma este diagnóstico. Encuéntrase allí en efecto, en las margas a menudo rosáceas, bancos de calizas blancuzcas con *Lithothamnium*, *Num. Fabianii*, A. Prever, *Num. incrassatus*, de la H., *Orthophragmina*,

*Heterostegina reticulata*, Rutm., que son del Eoceno superior.

a) **Flysch marginal de la cordillera entre Ben Karrich y el macizo de Beni Raten.**—La serie del flysch, que forma la base de las vertientes de la cordillera calcárea, se extiende sin interrupción desde los alrededores de las ruinas de Tamuda, cerca del puente sobre el río Martín, hasta Zoco el Arbaa.

Los alrededores de la carretera de Ben Karrich no nos han proporcionado niveles de referencia. Recordaremos solamente que en 1930, aproximadamente al pie SO. de la cota 837, se percibieron inmediatamente debajo de la carretera unas capas rosáceas con bancos con *Orthophragmina*, *Assilina Leymeriei*, d'Arch. y pequeños numulites del grupo de *Num. globulus*, Leym.

Este flysch rosa descansa sobre las margas cretáceas.

Entre la carretera y la montaña los repliegues del flysch pellizcan las areniscas. Estas van adquiriendo más importancia en los salientes de la loma Afuret (cota 571) y Cudia Romla, al Norte y al Sur del Uad Taranes.

El flysch rosa, pellizcado entre los pliegues de la caliza, se halla formado por margas rosas foliáceas, por influjo de la presión, con bancos delgados de caliza, discontinuos, cuajados de foraminíferos.

Se encuentran allí calizas brechoides color gris claro con *Num. incrassatus*, B. y A. de la H., *Num.*, sp. aff. *gallensis*, A. Heim., numerosas *Orthophragmina*, *Orbulina*, sp., *Heterostegina reticulata*, Rutim. El conjunto caracteriza el Eoceno superior.

Al pie de la mancha de Dar Xuecar se recogen en el flysch rosa innumerables placas con estos mismos fósiles.

Las areniscas que siguen al flysch rosa y al flysch vul-

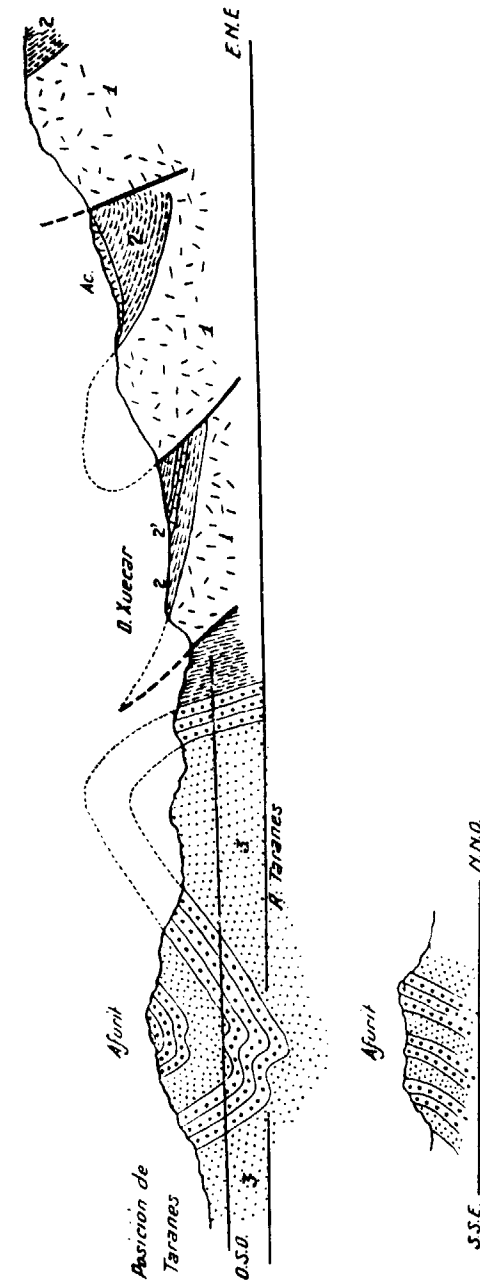


Fig. 25.—Corte del Uad Taranes. 1, calizas y dolomías; 2, flysch; 3, capas rosáceas; 3, arenisca roja que pasa al tipo del Aljibe.

gar que acompaña a las capas rosáceas son duras, con pátina ferruginosa, y en algunos sitios tienen grano relativamente grueso.

Hacia el Oeste, es decir, entre la banda sinclinal de estas areniscas y el Yebel Keri Kera, el flysch vuelve a ser de tipo indeterminado, gris oscuro, con alternancias arenosas y margosas, en su mayor parte estériles. Es probable que sea aquí Cretáceo.

Al Oeste del valle del Uad Suagel la carretera deja al descubierto sus bancos, también de tipo más probablemente cretáceo.

Ya se ha visto que en las partes altas del macizo de la Kalaa de Beni Raten no se ha encontrado todavía ningún fósil numulítico. A la misma Kalaa corresponden capas de arenisca dura, siendo, tanto las margas esquistosas como las areniscas, más bien cretáceas que numulíticas (véase la página 37).

**b) Borde de la cordillera hacia Zoco el Arbaa.**—Se ha visto más arriba que al Sur de esta transversal, en la cumbre del Yebel Lenda, la serie comienza en el luteciense, pero lleva Eoceno superior.

Es interesante hacer notar que éste (Este de Yebel Lenda) se halla formado a menudo por pudingas, como el Eoceno medio.

Al pie occidental de la Sierra, la loma del Dahar Afusan consta de una importante formación areniscosa de color pardo, que mide unos 150 metros, y descansa sobre un flysch margoso con niveles rosáceos que buzan hacia el SO. Este flysch descansa a su vez sobre las margas calizas claras que hemos señalado más arriba (página 38) como del Cretáceo superior, y ningún indicio de discordancia o cambio litológico hace suponer que ha-

ya aquí interrupción de sedimentación entre Secundario y Terciario. A pesar de este aspecto sólo hemos notado, en el flysch, Eoceno superior y Oligoceno. En el primero se señalan *Nummulites incrassatus*, de la Harpe, *Ortho-phragmina*, sp., *Operculina complanata*, sin lepidocyclinas. En el segundo aparecen dos niveles: el más inferior con *Nummulites incrassatus*, de la H., *Eulepidina Raulini*, Lem. y Douv., *Eul. dilatata*, Michti, *Nephrolepidina praemarginata*, R. Douv., *Neph. Tournoueri*, Lem. y Douv., *Operculina complanata*, Defr., *Heterostegina reticulata*, Rutim., *Heterostegina depressa*, d'Orb.?, parece estampiense.

En el más elevado hay además de estas formas *Nephrolepidina partita*, H. Douv., *Heterostegina* aff. *papyracea* Seguenza, y parece más elevado, acaso aquitaniense. Las areniscas pertenecerían, pues, en este corte, a la parte más elevada del Oligoceno, o quizá ya parcialmente al Mioceno, pero no hemos encontrado ningún otro resto fósil propio de este sistema.

Más al Sur vuelve a encontrarse el flysch, y en general el Eoceno superior u Oligoceno de facies flysch franca por oposición al luteciense con conglomerados.

Al pasar por el flanco Oeste de Yebel Izmamen (Djemaa el Dzaitz de los antiguos mapas franceses) (21, lámina II, prep. 90) se encuentran brechas calizas bastante finas con *Ortho-phragmina*, sp., *Numm. incrassatus*, A. de la H., *Numm. Fabianii*, A. Prev., *Numm.* aff. *gallensis*, A. Heim., del Eoceno superior.

Un poco al Norte de este punto el flysch toma un tono rojo violáceo tal que se le confunde con el Permo-trías.

Al Oeste de la cota 1.459 (22, lám. II), Sur de Ulad Ualid (23, lám. II), Este de Zoco el Arbaa (prep. 91), estas capas admiten calizas margosas brechoides color rosa, nivel que

desgraciadamente es indeterminable por falta de organismos en la preparación microscópica.

Un arroyo que desemboca de la Sierra cerca de Ulad el Hakum, separa este crestón, de 1.459 metros, del macizo del Dahar de Darisman, y este corte natural revela el calgamiento del Secundario del crestón sobre un flysch arenoso pardo que se une en Isumaten con el flysch del exterior de la Sierra. En las areniscas del pie Sur del crestón se encuentran de vez en cuando foraminíferos, entre los cuales hemos determinado *Nummulites Fabianii*, Prever A, *N. incrassatus*, de la Harpe, *N. cf. helveticus*, Kaufm., *Discocyclina nummulitica*, Gumb., etc., siendo pues dichas areniscas del Eoceno superior.

**c) En el interior del macizo del Kelty.**—El luteciense se completa localmente hacia las alturas.

Al Este de Tamalut, bajo las dolomías arrastradas que equivalen a la hoja o escama de Yebel Kelty, aparecen unas margas color rosa. Son la continuación en sentido vertical de las pudingas lutecienses. En las calizas intercaladas se encuentran: *Numm. incrassatus*, de la H., pequeñas *Orthophragmina* (muy escasas), *Heterostegina reticulata*, Rutim. Es Eoceno superior.

Como hemos señalado más arriba, la hoja de la Loma de Tisrecht (Sidi el Gayachi) no nos ha proporcionado fósiles del luteciense, sino de tramos más elevados. Más arriba de Halaba, el barranco de Sidi el Gayachi tiene Eoceno superior probable, según nos indica la caliza blanca con dos o tres *Orthophragmina* y un *Numm. Bouillei*?, de la H.

Por otra parte (prep. 53), se encuentra Oligoceno con *Lepidocyclina*, sp., en sección axial, además brechas finas con *Nummulites Boucheri*?, de la H., y *Num. incrassatus*, de la H.

No se conoce todavía la marcha exacta ni las conexiones frontales de esta capa. A título hipotético se puede suponer que su frente se halla representado por el gran saliente que está cortado por la entrada de la garganta del Uad Lau y que domina el aduar de Islan al Este. A esta garganta corresponde todo un conjunto de dislocaciones, de que el flysch se encuentra ampliamente afectado. Antes de estudiar el Terciario de estos parajes daremos una ojeada sobre su estructura.

#### **d) El flysch del Uad Lau.**

1. ASPECTO GEOLÓGICO DE LA REGIÓN.—Elemento destacado del macizo de Xauen, el saliente de Yebel Aiden, se extiende hacia el Norte, separando el bajo valle del Uad Talambot de la depresión del alto Uad Lau, que se encuentra en la zona del flysch.

Desde la terminación del macizo calcáreo de recubrimiento de Yebel Aiden hasta dos kilómetros al Norte de este vértice, el flysch domina casi por todas partes. Solamente algunos islotes de Jurásico rasgan su superficie o bien descansan sobre ella.

Es nuevamente el flysch arenoso y margoso con bancos de areniscas duras del tipo del Algibe.

El flysch se extiende así hasta Taguesut, donde se halla al Este y al Norte del puerto, en contacto con el Jurásico y el Permo-Trías. Cubierto en parte por el Jurásico rodado o deslizado sobre la margen derecha del Uad Lau, el flysch ocupa grandes extensiones al pie de varios circos de acantilados del macizo del Kelty. Pero casi siempre está representado por margas y areniscas estériles, entre las cuales hay sin duda flysch cretáceo.

Dos o tres elementos cabalgan sobre él.

La garganta del Uad Lau, inmediatamente más arriba



Fig. 26.—Macizo de Yebel Izmamen, Hafa Taret y entrada de la garganta del Uad Lau, visto desde los alrededores de Taguesut. (Talamifrot, del mapa 1:50.000, es llamado Islan por los moros).

de la confluencia de este Uad con el Uad Talambot, presenta en el flanco Norte del valle una estrecha desgarradura que sigue aproximadamente al camino. Corresponde a una faja de flysch que descansa sobre el Jurásico y soporta un complejo de dolomías triásicas y calizas que forman todo el macizo entre Afehsa e Islan.

Este macizo domina hacia el Este el circo de flysch de Islan y muestra, al Este del aduar de este nombre, en el fondo de este circo, una recada frontal que hace pensar que el macizo en cuestión es un pliegue recostado hacia el SO.

Por encima de este pliegue ha pasado la masa de Yebel Keltly-Damlil, formando la cabeza de un pliegue

tumbado del Jurásico, cuyo frente se apoya en el flysch, según la línea Tasart-Dar Idiren. Por último, un tercer elemento tectónico cabalga sobre el conjunto y forma en

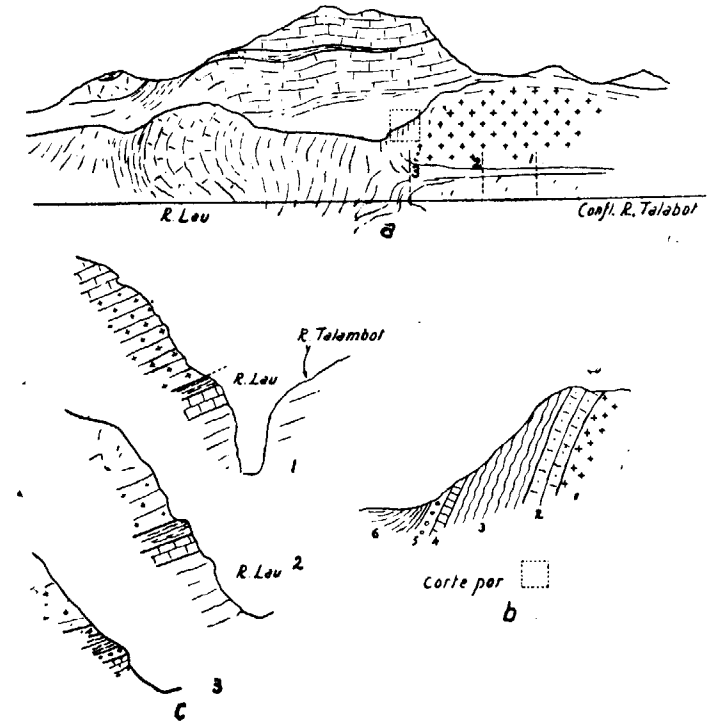


Fig. 27.—a; Corte Este-Oeste del macizo de Yebel Izmamen y según el santón de Esla. b; Corte por el punto indicado en la figura en □. c; Perfil Norte-Sur según las trazas 1, 2, 3.

su frente la Cudia sobre Xeruta, que se prolonga al Norte por la Cudia Dar Dar. Es decir, el macizo de Yebel Izmamen.

2. EL FLYSCH DE ESTAS REGIONES.—El flysch rosa que queda pellizcado entre el pliegue recostado inferior y su substratum, y que sigue el camino de Afehsa, ha propor-



cionado, como siempre, foraminíferos en las capitas calizas del nivel 6 (perfiles 1, 2, 3, fig. 27), en las que se encuentra:

a) En la garganta del Uad Lau, aguas arriba de la confluencia con el Uad Talambot, margen izquierda (27. pl. II, preparación 86), caliza gris plagada de foraminíferos: numulites minúsculos e indeterminables, *Orthophragmina*, sp. (pequeñas, escasas). *Globigerina bulloides* (extraordinariamente abundantes y soberbias), rotalideos, *Rotalia*, *Truncatulina*, *Orbulina*, *Bolivina*, *Textularia*, *Amphistegina* y bryozoarios.

b) O bien (prep. 68) caliza gris, finamente gonfolítica con foraminíferos muy pequeños entre los que se distinguen: *Globigerina bulloides*, pequeños numulites indeterminables, *Orthophragmina*, rotalideos (*Truncatulina* y otros), *Amphistegina*, *Textularia*, *Nodosaria*, *Gypsina globulus*, Reuss., *Heterostegina* (escasas), crinoides, bryozoarios, algas calizas. Es el Eoceno superior; pero a él se agregan capas dudosas. Así, siempre en la misma zona aplastada, en la parte estrecha de la garganta del Uad Lau, aguas arriba de la confluencia del Uad Talambot, margen izquierda hacia la mitad (preps. 88 y 88 bis), se encuentra una brecha caliza gris oscura compuesta de elementos menudos con restos de crinoides extraordinariamente abundantes (secciones de tallos y otras), escasos restos de foraminíferos, completamente indeterminables genéricamente. Este tipo recuerda más el Cretáceo superior que el numulítico.

Si se sigue hacia el Este la faja pellizcada de flysch se encuentra más allá (véase la figura 27, 1) una fauna que es típica del Eoceno superior. Así, a la altura de la confluencia del Uad Talambot, al Este del corte (prep. 89) vemos una caliza gris oscura un poco cristalina formada por

foraminíferos: *Numm. incrassatus*, A. de la Harpe, *Numm. aff. helveticus*, Kaufm., *Numm. Boucheri*, de la H., *Orthophragmina*, sp., *Gypsina globulus*, Reuss, numerosos rotalideos (*Rotalia*, sp., forma pustulosa y otras), bryozoarios, globigerinas soberbias y muy numerosas, *Heterostegina reticulata*, Rutim.

El flysch abarca una gran amplitud hacia el Oeste después de la terminación del macizo que domina Talamfrot al Este.

El frente del pliegue hacia Talamfrot presenta (fig. 27, b dibujo):

1. Dolomía.
2. Caliza en masa.
3. Calizas en bancos plegados.
4. Placas rosáceas semejantes al Lías superior.
5. Conglomerados.
6. Flysch rosa.

El flysch que ocupa el circo se halla dominado por la pared que forma el Yebel Damlil y, al NO., por un pequeño acantilado de dolomías, en lo alto del cual hay un morabito. Este acantilado está a su vez dominado por la enorme masa de la Hafa Tiret.

El morabito se halla sobre el luteciense con grandes numulites antes descrito.

Por último, la caída inclinada del pliegue que pasa por encima de este flysch, termina en las rocas que dominan el aduar situado en 117,3/78,2 (Afescar, según los indígenas).

Por su pie pasa todavía el flysch rosa con capitas calizas, aplastado bajo las dolomías.

En Afescar se ven bancos de caliza gris con *Eulepidina*, sp. cf. *dilatata*, Michti., *Numm. incrassatus*, B. y A. de la

Harpe, *Cristellaria*, que pertenecen aquí, pues, al Oligoceno (estampiense-chattiense).

Al Norte del Uad Lau, el circo que deja al descubierto la base de Hafa Tiret y que delimita el saliente, muestra varios afloramientos del flysch rosa. Los aduares de Bala y Talamfrot o Islan se ocultan allí tras un saliente (fig. 26) que soporta las capas de Yebel Izmamen.

El flysch de la parte baja del circo se extiende al Sur del Uad Lau. Taguesut se halla construido sobre el flysch, oculto en parte por enormes derrubios de dolomías, cortados por la carretera de la presa.

Pero en este mismo flysch no se ha encontrado nada.

Sin embargo, la serie se sigue regularmente hacia Yebel Aiden. Una acequia la corta al NE. de este crestón y a dos kilómetros de Taguesut, hacia el circo calizo y dolomítico que domina este canal, se encuentran algunas lajas de caliza gris oscura, gonfolítica, plagada de pequeños foraminíferos, sobre todo lepidocyclinas (*Eulepidina* abundante, *Nephrolepidina* escasa) y *Rotalia* con *Numm. incrassatus*, A. de la H., *Heterostegina*, sp., *Spiroclypeus*, sp., *Amphistegina*, sp., *Textularia*, sp. Es el Oligoceno.

Más cerca de Taguesut vuelve a encontrarse el flysch, pero afectado por dislocaciones que aun están mal analizadas.

Subiendo desde el Uad Talambot hacia el alto de Taguesut, después de haber pasado del paleozoico al Permo-Trías y al Lías, vuelve a encontrarse una faja de flysch pellizcado y levantado.

Allí, hacia el alto, aparecen unas areniscas estériles con capas salteadas con foraminíferos, que son demasiado pequeñas para que puedan figurar en nuestros croquis, láminas II y III. Allí hemos encontrado, en una arenisca basta gris amarillenta: *Numm. uroniensis* ?, Heim. (una

sección axial de *Nummulites* bastante plana, muy granulosa). Debe ser, aunque sin gran seguridad, Eoceno medio.

El flysch vuelve a encontrarse en numerosos puntos de los alrededores del Uad Lau, donde se reúne con el de la zona del flysch descrito desde Zoco el Arbaa. Descansa sobre el Cretáceo superior.

Para seguir nuestra marcha hacia el Sur, es necesario abordar ahora la gran cresta del Yebel Aiden.

Esta cresta se extiende desde el Yebel Magu (2.042) a Taguesut.

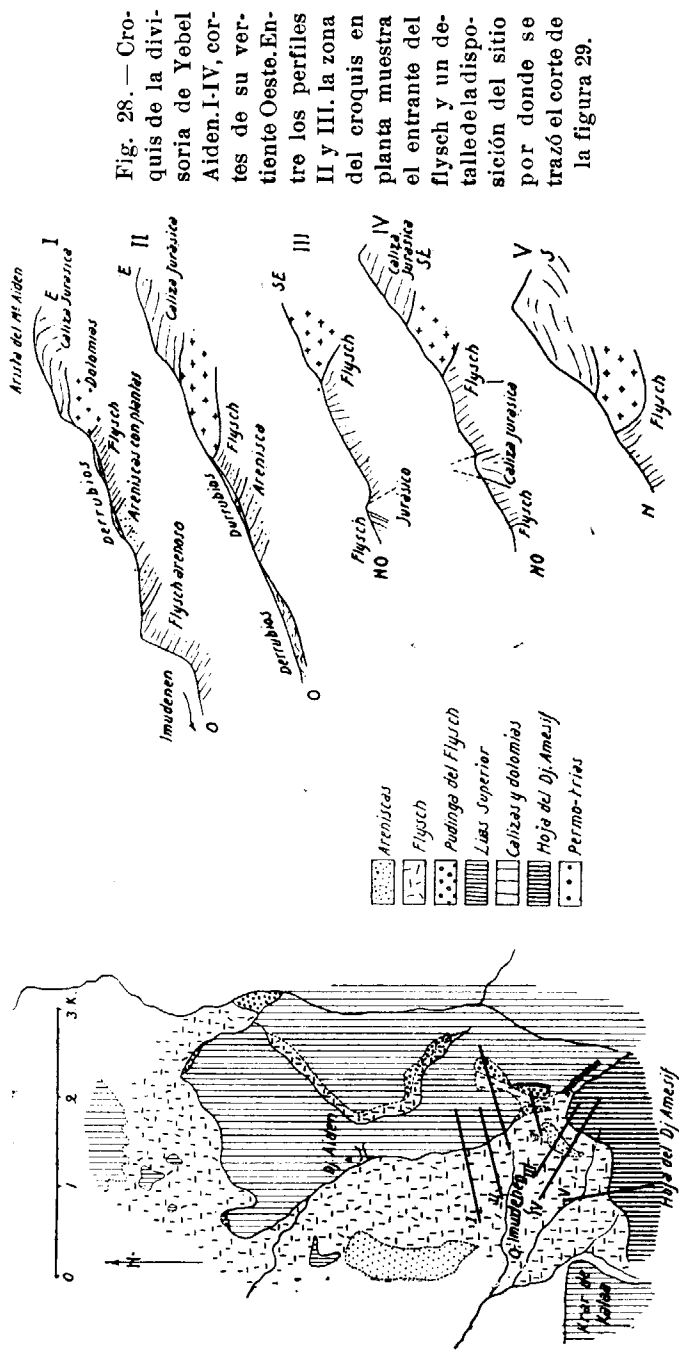
Hacia el Yebel Magu se une su flysch al de la faja subyacente de Krar de Kelaa (ver páginas 18 y 24). La cresta es de estructura muy complicada; no podemos abordar su estudio detallado. Nos limitaremos a desplazarnos hacia el Norte, partiendo del alto Norte de la cota 1.948, a lo largo de esta montaña.

En el alto Norte de la cota 1.948 no se encuentra más que areniscas amarillas blandas. Pero en la vertiente SO. de la divisoria de Taslama, cerca de la cota 1.820, subsiste un bancal de puddingas.

El crestón que une la cota 1.576 al Yebel Aiden es un complejo de dolomías, calizas, Lías rosa, conglomerados y flysch numulítico, empujado hacia el Oeste y muy dislocado.

En las capas rosáceas inclinadas hacia el Oeste, que dominan el curso superior del Uad Kelaa, se recogen numerosos fósiles.

En la parte superior del corte, en una caliza brechoide con vetas de calcita, hay: *Orthophragmina*, sp., *Numm. incrassatus*, B. y A. de la H., *Numm. Fabianii*, B. y A. Prever, *Heterostegina reticulata*, Rutim., *Pellastispira* cf. *Ma-*



*daraszi*, Hantk, *Lithothamnium* sumamente abundantes (Eoceno superior).

Después vienen calizas grises intercaladas dentro de las capas rosáceas, atravesadas por filoncillos de calcita, las cuales nos han proporcionado: *Orthophragmina* de pe-

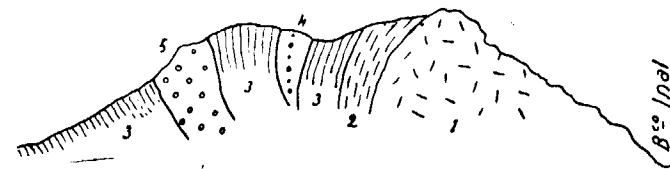


Fig. 29.—Detalle del corte por el punto señalado con una ♂ en la figura 28.

1. Caliza (Lías medio).
2. Caliza en losas de color rosado (Lías superior).
3. Flysch rosa.
4. Arenisca roja.
5. Conglomerados.



queño tamaño, pequeños *Numm.* aff. *gallensis*, Heim., *Numm. incrassatus*, A. de la H., *Heterostegina*, sp. Si esta fauna es poco característica, en las pizarras rojizas próximas se encuentran: *Orthophragmina*, *Numm. incrassatus*, A. de la H., *Heterostegina*, sp., *Pellatospira* cf. *Madaraszi*, Hank, *Lithothamnium* muy abundante, que definen nuevamente el Eoceno superior.

Más abajo aún, en el descenso aguas abajo del nivel 5, dentro siempre de las capas rosáceas, hemos encontrado calizas grises brechoides con *Lithothamnium*, *Numm. incrassatus*, A. de la H., *Numm.* aff. *Helveticus*, Kaufm., *Heterostegina reticulata*, Rutim., numerosas *Orthophragmina*, sp., *Gypsina globulus*, Reuss. Es aun Eoceno superior.

El flysch se extiende ampliamente hacia el Norte y hacia abajo de la vertiente que domina el Uad Kelaa. En dos puntos de su parte inferior su monotonía queda interrumpida.

vida por dos láminas subverticales hacia la parte inferior de la bajada, poco antes de llegar al fondo del barranco de Krar de Kelaa. Estas fajas calizas parecen haber penetrado mecánicamente en el flysch por diapirismo.

Más al Norte se toma desde lejos por Jurásico el acan-

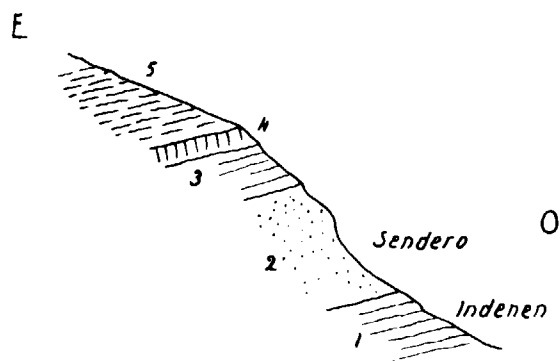


Fig. 30.—Corte del flysch que domina Imudenen (véase su posición en la fig. 28, perfil I, parte inferior).

tilado que domina Dar Dar e Imudenen. En realidad esta vertiente consta (fig. 30) de:

1. Margas sabulosas trituradas.
2. Calizas arenosas estériles.
3. Calizas azuladas en bancos con intercalaciones margosas.
4. Últimos bancos de la serie marina; nivel con foraminíferos.
5. Areniscas blandas, rojas, en bancos con restos de plantas.

El nivel 4 contiene la fauna luteciense mencionada en la página 95.

Si guiendo el camino hacia el Norte se llega al Bab el Aiden cortado en el Jurásico. Pero desde el Este del alto se encuentran nuevamente, bajo este Jurásico, margas rosáceas y amarillentas del flysch con foraminíferos análogos, a saber: *Orthophragmina* abundantes, *N. incrassatus*,

B. y A. de la H., y otros pequeños estriados, indeterminables, *N. aff. helveticus*, Kaufm., *Heterostegina reticulata*, Rutim., *Lithothamnium*, que corresponden al Eoceno superior.

Encontramos, pues, en esta cumbre el luteciense y el Eoceno superior en una gran extensión. Hacia el Norte, en los alrededores de Taguesut, según hemos visto, la serie se completa con el Oligoceno.

Por debajo de este elemento arrastrado, cuyos ejes se elevan mucho hacia el Sur, aparece la masa que se adelanta hacia el Oeste para formar el Yebel Kelaa. Esta masa descansa, según se ha visto, sobre el flysch numulítico poco potente, y sobre todo sobre el Cretáceo de Muley abd es Salem (o Sidi Abd el Kader).

Este Cretáceo de la parte externa del Yebel reaparece al pie Norte de Yebel Kelaa asociado al flysch. Así, una preparación (XI) que procede de 200 metros al Sur de Ain el Kelaa, muestra: espículas, globigerinas escasas, algunas lagenas, textularideos, rotalideos, *Truncatulina*. Es el Cretáceo superior.

Entre este Cretáceo y la masa que hay al Norte de Yebel Kelaa se vuelve a encontrar el Eoceno superior aplastado, caracterizado por las calizas brechoides que van dentro de las margas rosáceas con numerosas *Orthophragmina*, *N. incrassatus*, A. de la H., *N. Tournoueri*, de la H., *Heterostegina*, sp., *Lithothamnium*.

**f) Borde externo de la cordillera calcárea al Sur de Xauen.**—Hemos visto que hacia Xauen los lechos de conglomerados, posiblemente lutecienses, terminan la serie jurásica arrastrada de la que son solidarios.

El frente de esta buza casi verticalmente en el flysch y se observan, desde la salida de Ras el Ma, areniscas poco

inclinadas y margas que aparecen aisladamente, hacia el Sur, entre Xauen y el blocao de Tizzi (fig. 31).

El Cretáceo juega un importante papel en la vertiente, muy cultivada, que separa el frente de la cordillera calcárea del fondo del valle del Uad Lau.

Las areniscas se intercalan, sin embargo, en el contacto. Su extensión da lugar al relieve de la Cudia Tadrart. Van acompañadas de margas. Bolsadas de caliza de pocos centímetros de espesor pellizadas en éste, pero de posición imprecisa con relación a la serie numulítica, han suministrado en los alrededores del camino, al N.-NO. del puesto de Tizzi (Cudia Tadrart) (prep. 27, 28) restos de calizas gonfolíticas con *Orthophragmina* muy abundante (*Discocyclina*, *Asterodiscus*), *N. incrassatus*, A. de la H., *Gypsina globulus*, Reuss, rotalideos, algas calcáreas (*Lithothamnium* y *Lithophyllum*), bryozoarios (Eoceno superior).

Este saliente de la Cudia Tadrart muestra el complemento del flysch en unas areniscas duras, pellizadas en sinclinal. Visto desde el Norte este pliegue es claro e inclinado o asimétrico hacia el Suroeste. Vista desde el Sur, la Cudia muestra bancos de arenisca pellizados en el flysch.

Señalemos de pasada que, sin duda por un juego de ilusión, el contacto entre el Jurásico y el numulítico vertical tiene un aspecto normal desde Xauen hasta la Cudia Tadrart.

Más lejos, hacia el Sur, al pie de la Cudia Haferi y de Hafa Tirat, se percibe por el contrario un cabalgamiento, que se presenta muy claramente en el valle de Tisuka.

Delante de la cordillera caliza, sobre la prolongación de la banda sinclinal de Cudia Tadrart, se siguen una serie de crestones por la Cudia de el Gazuli, la Cudia de Bab el Had, etc., formados todos por areniscas de edad dudosa.

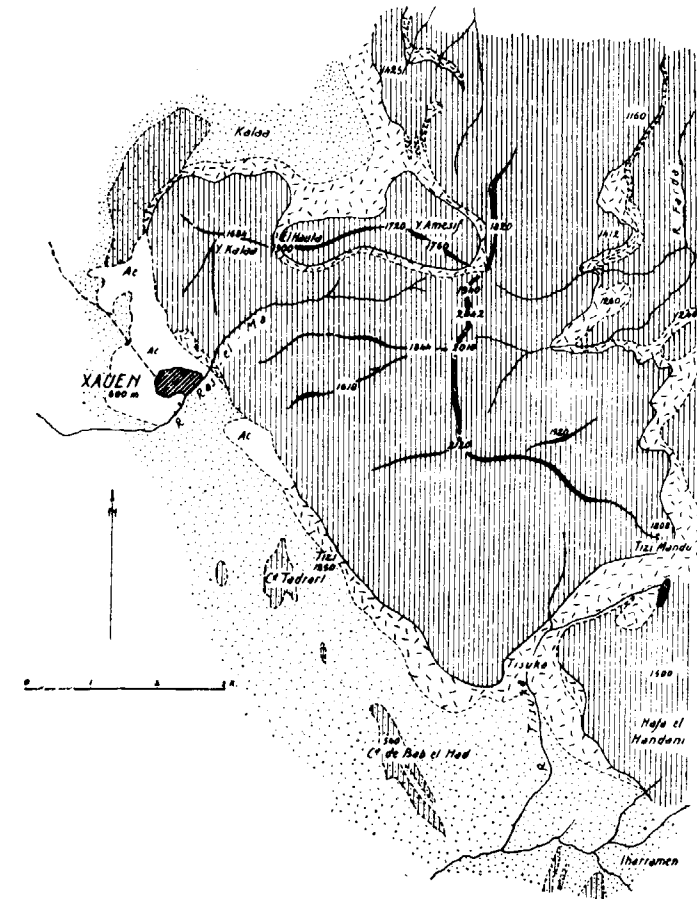
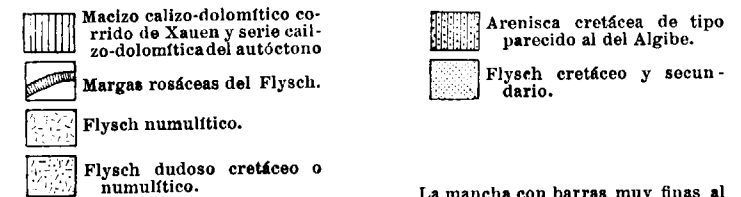


Fig. 31.—Repartición del flysch en el macizo de Xauen


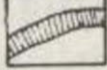

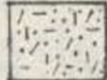




La mancha con barras muy finas al Sur de Tizi Mandu representa arenisca numulítica tipo «Algibe».





Fig. 31.—Repartición del flysch en el macizo de Xauen

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li> Macizo calizo-dolomítico corrido de Xauen y serie calizo-dolomítica del autóctono</li> <li> Margas rosáceas del Flysch.</li> <li> Flysch numulítico.</li> <li> Flysch dudoso cretáceo o numulítico.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li> Arenisca cretácea de tipo parecido al del Algibe.</li> <li> Flysch cretáceo y secundario.</li> </ul> |
|--|--|

La mancha con barras muy finas al Sur de Tizi Mandu representa arenisca numulítica tipo «Algibe».



Entre estas areniscas hay algunos bancos que revisten el tipo del Aljibe.

Desgastadas por la erosión, destruidas y arrastradas, cubren una gran superficie de las vertientes pizarrosas hasta el Uad Lau.

Aun no se conoce el límite exacto del flysch numulítico de las pizarras que se suponen cretáceas, pues se halla oculto a la vez por la maleza y los aluviones.

Si bien el flysch numulítico no aparece claramente en el borde de la cordillera sí está en la trinchera del valle del Uad Tisuka.

Este flysch se presenta allí pellizcado por debajo del macizo de Yebel Magu. Ocupa las partes bajas del valle, se levanta oblicuamente hacia el alto situado al Este de la cota 1.808 y vuelve a bajar oblicuamente hacia la vertiente Oeste del macizo, hacia Izilan.

En su conjunto, la serie terciaria, se muestra claramente subordinada a las dolomías del macizo de Yebel Magu, pero está afectada por fracturas que hacen todavía imposible su estudio detallado.

Señalaremos primeramente, en el macizo de cota 1.500 que bordea el valle de Tisuka al Sur, unos conglomerados brechoides que se asemejan a los del numulítico. El valle se ensancha en una vasta planicie herbácea que se extiende hasta el pie de Yebel Lexchab (2.170 metros). Esta superficie muestra unos afloramientos complejos, en parte jurásicos, pero en su borde Norte la arista que une el macizo de Yebel Escantifi al macizo de Yebel Lexchab lleva numulítico. Al pie de la vertiente, hacia 125,8/64,6, hemos encontrado el luteciense con grandes numulites.

El resto del flysch de esta depresión, que tiene por otra parte areniscas pardas, llega al Oligoceno. En efecto, en el ángulo Oeste de la cota 1.500, al NO. de el Asuli Tisuka

(Norte de Hafa el Handani), hay calizas grises oscuras con lepidocyclinas (*Eulepidina*, sp.), *N. incrassatus*, A. de la Harpe, *N. Boucheri*, de la H., *N. Tournoueri*, de la H., *Heterostegina reticulata*, Rutim., rotalideos.

El flysch, que forma oblicuamente una banda, cubierta en parte por derrubios desde el aduar de Tisuki al alto de Bab Tizi Mandu, lleva potentes masas de margas rosáceas, que son, en su mayor parte, oligocenas.

De esta manera, hacia la parte baja de esta serie, las bolsadas calcáreas que se encuentran en ellas, tienen: *N. Bouillei*, de la H., pequeños numulites indeterminados, *Eulepidina dilatata*, Micheloti, *Nephrolepidina*, sp.

En otros sitios, sobre todo subiendo hacia el alto por el sendero de Izilan, se han recogido en las margas rosáceas unas calizas grises (prep. XII, XIII, XIV, 29), finalmente brechoides o gonfolíticas, plagadas de foraminíferos y de algas calcáreas; en XIII, XIV y 29: *Orthophragmina* sumamente abundantes. En XII, *Nephrolepidina* y *Eulepidina*, (un ejemplar de 12 milímetros), muy abundantes y pocas *Orthophragmina*. Además, en todas las preparaciones: *N. incrassatus*, B. y A. de la H., *N. aff. gallensis*, Heim., *N. aff. helveticus*, Kaufm., *Gypsina globulus*, Reuss., miliolideos, globigerinas, amphisteginas, *Heterostegina*, sp. y otras, rotalideos, bryozoarios, *Lithophyllum*. Las muestras XIII, XIV, y 29 pertenecen al Eoceno superior. El ejemplar de la preparación XII es oligoceno. Sin duda hay un paso gradual de una formación a otra.

Pero, en esta vertiente, los cortes estratigráficos son malos. Por el contrario, en el alto de Bab Tizi Mandu puede trazarse un buen perfil.

La serie del flysch descansa sobre las dolomías y calizas del Triás, coronado por el Lías que se prolonga por Yebel Lexchab. Este conjunto es autóctono y soporta un



vasto testigo, que forma el macizo de Yebel Magu, Yebel Kelaa, etcétera.

Al Este y al Sur se sigue en perfecta continuidad la línea de numulítico que marca la superficie de separación de la serie corrida de la numulítica autóctona, cuya edad acabamos de fijar más arriba de Tisuki.

**g) Bab Tizi Mandu.**—En Bab Tizi Mandu la superficie de cabalgamiento es virtual, gracias a una elevación transversal, y toda la parte de la cordillera desde el alto hasta Beni Derkul pertenece al autóctono.

Por el puerto se hace el corte siguiente:

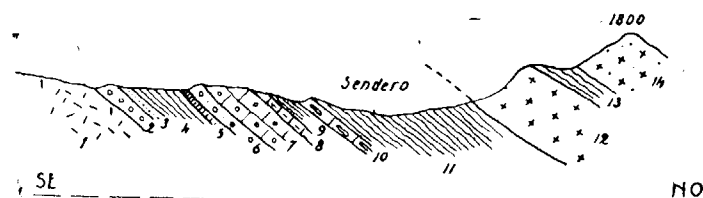


Fig. 32.—Corte del Oligoceno por el puerto de Bab Tizi Mandu

- |  |             |
|--|-------------|
| 1. Jurásico.   |             |
| 2. Pudingas numulíticas (sin fósiles, pero al Oeste, al pie de la montaña, la misma serie que buza al Oeste ha proporcionado secciones de grandes numulites (25 milímetros)..... | 8-10 metros |
| 3. Caliza con numulites.....   | algunos >   |
| 4. Flysch gris amarillento.....  | 8-10 >      |
| 5. Calizas con numulites y lepidocyclinas.....   | 4 >         |
| 6. Caliza que pasa a conglomerados.....  | 6 >         |
| 7. Pudingas.....   | 4-6 >       |
| 8. Calizas numulíticas con nódulos de pudingas..   | algunos >   |
| 9. Flysch rosa.....  | 4-5 >       |
| 10. Caliza con numulites.....  | 4 >         |
| 11. Flysch rosa.....   | 25 >        |
| 12. Dolomía cabalgante.  |             |
| 13. Margas calizas en bancos.  |             |
| 14. Dolomías de grano fino.  |             |

Estos tres últimos niveles son de la base del testigo del Magu.

El banco numero 3 es una caliza gris plagada de algas calizas, *N. Fabianii*, B. y A. Prever, *N. incrassatus*, B. y A. de la H., *N. aff. gallensis*, A. Heim., *Orthophragmina*, sp. Este nivel pertenece al Eoceno superior.

La capa 5 es una caliza gris, lumaquela de *Lepidocyclina* (*Eulepidina*, sp., de pequeño tamaño) y *Eulepidina dilatata*, A. Michti., *N. Boucheri*, de la H., *N. incrassatus*, A. y B. de la H., *Heterostegina aff. papyracea*, Seguenza. Es Oligoceno.

La capa 6 es una caliza brechoide basta, con sílex: *N. incrassatus*, B. y A. de la H., *N. aff. helveticus*, Kaufm., *N. aff. gallensis*, A. Heim., *N. Boucheri*, de la H., *N. Tournoueri*, de la H., lepidocyclinas (*Eulepidina dilatata*, B. y A. Michti., *Nephrolepidina*, sp.), *Heterostegina*, sp., bryozoarios, *Lithothamnium*.

Dos muestras de la capa 8 (prep. 37) son de caliza brechoide muy basta, gris; una tercera tiene pasta fina, en ella se ven: *Eulepidina Raulini*, Lem. y Douv., *Eulepidina dilatata*, Michti., *Nephrolepidina*, sp., pequeños numulites indeterminables, *N. aff. helveticus*, Kaufm., *Heterostegina*, sp., rotalideos (*Rotalia*, sp., pustulosa), *Amphistegina*, sp., bryozoarios, algas calizas.

Por último, la capa 10 (prep. 81) es de una caliza finamente gonfolítica, plagada de pequeños foraminíferos: *N. incrassatus*, A. de la H., *Nummulites*, sp., granulosos (minúsculos), *Nephrolepidina*, sp., *Heterostegina aff. depressa*, d'Orb., amphisteginas, textularideos, rotalideos *Nodosaria*, etcétera.

Toda esta serie 5 a 9 es oligocena. Las capas rosáceas 11 han suministrado, un poco aguas abajo hacia el Este, es decir, hacia Izilan (prep. 38), una caliza finamente gonfoli-

tica con foraminíferos pequeños: pequeñas lepidocyclinas (*Nephrolepidina*, sp.), numulites muy pequeños, granuloso y no granuloso, indeterminables, globigerinas, amphisteginas, *Gypsina globulus*, Reuss, rotalideos, heterosteginas, cristellaria, bryozoarios, *Lithophyllum*. Es todavía Oligoceno.

#### h) El numulítico al Este del macizo de Yebel Magu.

Esta faja limita desde Tisuki el islote arrastrado de Yebel Xauen, cuyos contornos permite seguir.

Acompañada de pudingas en su base sigue oblicuamente hacia el NE. hasta las cumbres 1.240 y 1.280, cerca de Izilan. Las potentes dolomías del macizo de Xauen las recubren. No se han tomado demasiadas muestras, por ser esta faja muy continua y poco potente.

En el saliente 1.280 todos los relieves están formados ya por la pudinga de base. Las margas rosáceas son muy reducidas. Hacia 124,4/69,2 se recogen en los lentejones de caliza que allí se ven: *N. incrassatus*, A. y B. de la H., *Orthophragmina*, sp., *Heterostegina reticulata*, Rutim., *Pellatospira* aff. *Madaraszi*, Hantk., bryozoarios, *Lithothamnium*. Es Eoceno superior.

Mas al Norte, esta misma banda sube oblicuamente en el saliente de la Hafa Tiret, donde cabalga sobre ella la dolomía del testigo de Magu.

Las capas un poco esquistosas del flysch rosa (5) contienen también aquí pequeñas lajas de caliza con numulites. Pueden señalarse entre éstos: *Eulepidina* cf. *dilatata*, Michti., *N. incrassatus*, B. y A. de la H., *Cristellaria*, sp.

Esta banda, que ya por Bab Tizi Mandu contiene importantes tramos del Oligoceno, lleva aquí también el Oligoceno superior, sin duda el estampiense.

El conglomerado no es muy potente: mide aquí, sin duda, de 10 a 30 metros.

La banda desciende enseguida hacia el Norte, seguida por el camino de Talambot. Disminuye de potencia y pierde en parte sus conglomerados.

Así, salvo la parte hacia Izilan, esta banda contiene sobre todo foraminíferos francamente oligocenos.

Cierto es que la serie estratigráfica del macizo de Yebel Lexchab, en que este flysch es la coronación normal, se

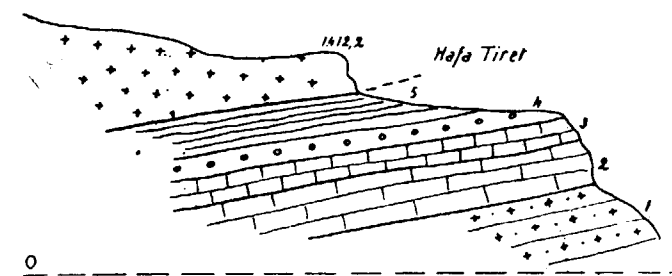


Fig. 33.—Corte del saliente de Hafa Tiret

1. Calizas en bancos delgados.
2. Calizas macizas.
3. Calizas rosáceas en bloques, del Lías superior.
4. Conglomerados.
5. Margas rosáceas del numulítico.
6. Dolomías. En este nivel (31, pl. III) es donde se ha encontrado la blenda entre la cota 1.412,2 y la casa de Bu Charta (al pie de la cota 1.828).

halla en contacto más o menos anormal con el Cretáceo periférico, pero sin un arrastre de grandes vuelos. Puede considerársele como autóctono o sub autóctono por oposición al manto de Xauen-Tazaot.

**i) Macizo de Yebel Tazaot.**—Antes de seguir hacia el Sur por su numulítico, subamos hacia el Norte a los límites del gran macizo autóctono de Yebel Tazaot.

Este macizo, que figura en la hoja de Tazaot a 1:50.000 de

escala, corresponde en su conjunto a las formaciones secundarias, en parte triásicas, muy potentes, sobre las que se ha asentado el flysch. Este ha sido desmantelado casi por todas partes por la erosión, salvo en los sitios donde las manchas paleozoicas lo han protegido. Los afloramientos de flysch acompañan, pues, y engastan los testigos arrastrados.

Los salientes que bajan del vértice del macizo de Yebel Tazaot hacia la garganta del Uad Lau, dejan ver las capas con casi la misma inclinación que el terreno. Así pues, conservando la misma posición relativa que en la cumbre, el substratum, flysch e islotes arrastrados pueden encontrarse muy profundos.

Así, localmente, en Agan y en Beni Maala, se han conservado algunas fajas de Terciario. En Agan se ven puddingas, flysch rosa y areniscas oscuras.

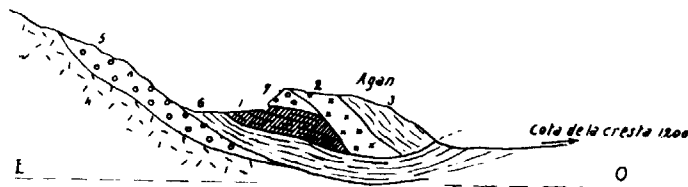


Fig. 34.—Corte por el saliente de Agan. 1, Permo-Trías; 2, dolomías; 3, caliza en bancos; 4, calizas del contrafuerte de Yebel Tazaot; 5, conglomerados transgresivos de facies luteciense; 6, flysch rosa; 7, cuña de conglomerados, sin duda numulíticos. (Si bien existe Permo-Trías la masa 1, a pesar de su color rojo oscuro, parece en su mayor parte numulítica). (Nota añadida durante la impresión).

Los conglomerados y los bancos con foraminíferos son bien visibles en el crestón de Agan, al Oeste del camino de Asagar.

Allí se recogen, en el nivel 6, lentejones de una caliza brechoide plagada de algas calcáreas, pequeños numulites granulados indeterminables (*Numm. sp. aff. gallensis*,

Heim.), *Operculina*, sp., orthophragminas muy abundantes (*Discocyclina*, *Asterodiscus*), algas calcáreas.

Otro pedazo de flysch está en contacto con el paleozoico, cota 1.000 en la cresta de Dahar el Jelfa, al Este (32, pl. III) de Talambot (prep. 65). Hemos recogido allí una caliza grisácea, finamente brechoide, con algas calizas, pequeños *Nummulites*, sp., granulados y no granulados, indeterminables, *Orthophragmina*, sp., *Heterostegina*, sp., algas calcáreas, bryozoarios.

En todas partes se trata del Eoceno superior.

**j) Alrededores de la cumbre de Yebel Tazaot.**—En los diversos afloramientos del macizo de Yebel Tazaot se encuentra todavía diseminado el Eoceno superior.

Al SE. de la cumbre 1.891 hay unas placas de caliza negra, finamente brechoide, en bancos asociados a las margas, que contienen: *N. Tournoueri*, de la H., *N. aff. gallensis*, A. Heim., *Orthophragmina*, sp., *Heterostegina reticulata*, Rutim., *N. aff. helveticus*, Kaufm., cuya asociación define el Eoceno superior.

No lejos, bajo el paleozoico de Ain el Kelb, nos ha presentado la misma formación (prep. 65), en las margas rosáceas, unos lentejones de caliza gris oscura, brechoide, con numulites muy pequeños e indeterminables, *Orthophragmina* abundante, *Heterostegina reticulata*, Rutim., *Gypsina globulus*, Reuss., rotalideos, *Amphistegina*, sp., *Cristellaria*, *Lithophyllum* y otras algas calcáreas abundantes. Aquí aflora, por tanto, generalmente el Eoceno.

Más al Sur, en los alrededores de la gran pared que domina el cañón del Uad Bu Zlef, aparece todavía el flysch (pl. 61) en una pequeña ventana. Los bancos fosilíferos son de una brecha caliza atravesada por filoncillos de caliza con pequeñas orthophragminas muy abundantes, *Al-*

*veolina*, sp., *Heterostegina*, sp., rotalideos, globigerinas, algas calcáreas (*Lithophyllum*), *Amphistegina*, sp. Esta fauna insuficiente hace imposible la determinación de este flysch, que puede ser Eoceno medio o superior (\*).

Nuestro plano III muestra los afloramientos estrechos e irregulares del numulítico por debajo del testigo de Yebel Tazaot-Yebel Tigrimuras. Este Terciario se prolonga por numerosos jalones hacia el SO. por la región de Agla, donde aparece en ventana. Más arriba de la ventana, en el borde Norte, se encuentran importantes pudingas seguidas de flysch rosa hacia arriba.

Encuéntrense todavía, en este último, intercalaciones de brechas calizas grises con *Orthophragmina*, sp., *Lithothamnium*, *Num. gallensis*, B. y A. Heim, *Num. globulus*, Leym., *Num. Guettardi*, d'Arch, *Num. irregularis*, Desh., de pequeño tamaño, *Num. subirregularis*, de la H., *Heterostegina reticulata*, Rutim., *Operculina subgranulosa*, d'Orb. Aquí se trata del luteciense inferior mencionado en un párrafo anterior.

Más al Este, la misma masa del flysch soporta un testigo de dolomías y reaparece después de levantarse hacia el Este en la cumbre de la Cudia Asernan. Sobre las pudingas adherentes al Secundario autóctono, el flysch rosa admite bancos de caliza numulítica, brechoide, blanca, plagada de *Lithothamnium*, con *Num. incrassatus*, B. y A. de la H., *Num. Boucheri*, de la H., *Num. aff. gallensis*, A. Heim, *Orthophragmina*, sp., que son del Eoceno superior.

La serie termina con unas areniscas pardas. Se la sigue formando un ribete bajo el borde de un testigo extendido, pellizcado y roto en un sinclinal complejo, que se ex-

(\*) La ventana es demasiado pequeña para ser señalada, y se sitúa en medio de la mancha de carniolas situada en 35, lám. III.

tiende longitudinalmente hacia el SE. hasta Dahar Chudar y hacia Adeldal.

En Adeldal las muestras proceden, bien del Norte de la depresión cultivada (Adeldal o Adeldane), bien de Sidi Soliman (36, pl. II), mezquita al NO. del aduar. Allí se ha encontrado, entre otros, el Eoceno medio, pero también se encuentra más que probablemente representado el Eoceno superior.

El borde SO. del testigo es muy difícil de definir. A su substratum se refieren, sin embargo, los afloramientos alineados de Bab Tizi Mareix en los alrededores de Beni Mhamed, donde hemos señalado anteriormente el luteciense.

Entre este límite y el valle del Uad Farda, la masa arrastrada, prolongación de la de Yebel Tigrimuras, se rompe en imbricaciones que hacen reaparecer el flysch del substratum. Además puede ser que haya también aquí flysch de la parte terminal de las escamas. Estos afloramientos se vuelven a encontrar hacia Bun-nar y entre esta localidad y Bab Tizimessar (37, pl. III).

Allí se ven calizas blancas, plagadas de *Lithothamnium*, con *Num. aff. gallensis* Heim, *Num. incrassatus*, de la H., *Operculina* ? sp., pequeñas orthophragminas indeterminables.

La ventana al Sur de Bab Tizimessar (17, pl. III), donde se ha señalado el luteciense, lleva todavía un flysch con caliza brechoide fina, blanca, con *Heterostegina reticulata*, Rutim., *Num. aff. gallensis*, Heim., *Orthophragmina*, sp., algunas *Globigerinas*, algas calcáreas (*Lithophyllum* y *Lithothamnium*).

**k) Región del Uad Farda.**—La reaparición de estos afloramientos se observa en el flanco SE. del valle del

Uad Farda. Al SE. de la cresta que separa la región de Bunnar-Agla del valle del Uad Farda, atraviesa la línea de contacto anormal que separa la serie autóctona de la serie corrida, que, aquí, es dolomítica y caliza sin paleozoico.

De este contacto, al pie Oeste de las dolomías de la Cudia Asernan (38, pl. III. Se trata de una Cudia Asernan diferente de la citada en otro sitio) procede una brecha calcárea con *Lithothamnium*, *Lepidocyclina*, sp., *Num. incrassatus*, B. y A. de la H., *Heterostegina reticulata*, Rutim, que demuestra la existencia del Oligoceno.

Este flysch se sigue hacia el NE. Nos ha proporcionado algunos ejemplares hacia Tasarin, pueblo al Norte de Taria, que está al pie de un contacto de la serie corrida y del autóctono, al Este del Uad Farda (39, pl. III). El flysch rosa, muy aplastado, lleva bolsadas de caliza gonfolítica blanca con algas calcáreas y foraminíferos muy abundantes. Allí hemos recogido: *Num. Fabianii*, Prev., *N. incrassatus*, de la H., *Num.*, sp. aff. *budensis*, de la H., *Num. aff. helveticus*, Kaufm., *Orthophragmina*, sp., *Heterostegina reticulata*, Rutim., que definen el Eoceno superior. Esta banda terciaria se encuentra frente por frente del saliente de Izilan, por donde pasa la banda de Bab Tizi Mandu, es decir, donde hemos definido el flysch subordinado al macizo de Xauen.

Este flysch tenía allí principalmente Eoceno superior (Izilan) y Oligoceno (Bab Tizi Mandu).

**1) Región de los Beni M'hamed.**—Aun cuando todavía sean inseguros los límites de los accidentes por Beni M'hamed es necesario señalar allí la extensión de las bandas de flysch pellizado.

La fracción de los Beni M'hamed cultiva un estrecho

bancal que separa la Cudia Amezlu del barranco profundo del Uad Bu Zlef (B.º Adelma).

Este bancal está cortado en el repliegue de la serie que pellizca el flysch.

Al Norte (40, pl. III) se encuentran conglomerados y bancos de caliza dentro del flysch rosa. Allí hemos determinado en una caliza blanca plagada de algas calizas (prep. 94) y numerosos foraminíferos: *Num. aff. gallensis*, A. Heim, *Num. incrassatus*, de la H., *Num. aff. helveticus*, Kaufm., *Heterostegina*, sp. muy abundante, *Orthophragmina*. Se trata, sin duda, del Eoceno superior.

En la extremidad opuesta del balcón de los Beni M'hamed aparece una falla, en cuyo borde SO. afloran los bloques de caliza brechoide, blanquecina, asociada a margas; en ellos se recoge: *Lithothamnium*, *Num. Fabianii*, Prev., *Num. incrassatus*, A. de la H., *Num. aff. gallensis*, A. Heim, numerosas *Orthophragmina*, sp., *Assilina exponens*, Sow., las cuales revelan también la existencia del Eoceno superior.

Todos estos afloramientos están más o menos asociados al contacto de las imbricaciones del testigo complejo Tazaot-Tigrimuras y del substratum autóctono.

A partir de esta región ya no volveremos a encontrar más testigos hacia el SE., salvo el de Yebel Megueisa (en las antiguas notas: Yebel Amatras).

El numulítico que vamos a encontrar se halla, pues, normalmente superpuesto al que uno de nosotros atribuye actualmente al autóctono, es decir, a la serie secundaria que forma Yebel Lexchab, Yebel Agbrod, etc. Los problemas tectónicos se plantean todavía en esta región, particularmente en lo que se refiere al flysch del Uad el Had, pero en este estudio estratigráfico nos limitaremos a definir los niveles y su posición geográfica en

la hipótesis tectónica más simple ya emitida (páginas 19 y 23).

Antes conviene volver atrás. Hemos dejado el borde externo de la cordillera calcárea a la altura de Tisuki para seguir los jalones del interior.

Reanudemos el estudio del flysch costero desde Tisuki a Bab Taza.

**m) El numulítico a la altura de Bab Taza.**—Hemos visto que a la altura de Bab Taza las capas esquistosas de edad indeterminada, tal vez cretáceas, llegan a los alrededores del puerto y de la casa de Fomento. Por encima de esta formación, las vertientes hacia Bu Hal-lal llevan el flysch vulgar con algunos pequeños lechos calcáreos. No se han recogido allí todavía más que orthophragminas, poco adecuadas para fijar un nivel.

Por el contrario, siguiendo desde Bab Taza la línea divisoria de las aguas hacia el NE. para llegar a Bab Ameregaut, volvemos a encontrar una superposición que ha contribuido poderosamente a establecer que toda la serie calcárea en contacto con este flysch está perfectamente *in situ*.

A partir de Ayaden, la cordillera caliza muestra la caída SO. de las capas del macizo de Yebel Lexchab.

Dos o tres kilómetros más al SO. se levanta un crestón, en su mayor parte arenoso, que continúa la serie de islotes de arenisca parecida a la del Aljibe que se sigue desde Cudia Tadrart.

Entre la cordillera y este crestón se alarga una depresión cortada en el flysch que, hacia el SE., va a parar al alto llamado de Bab Ameregaut.

Dos cortes darán a entender los caracteres de esta serie de flysch.

La falda de la montaña muestra las calizas al ponerse verticales. Pero al pie del acantilado que hay encima de Ayaden parece que existe por debajo del tramo de estas capas el flysch rosa aplastado. Vuelve a encontrarse éste en varios puntos, oculto por muchos derrubios y muy poco fosilífero.

En su base, las margas pizarrosas oscuras recuerdan el Cretáceo.

Frente por frente, al Norte de Sidi Abd el Abid (preparaciones 30 A, 30 B, 85), se recoge una caliza gris gonfolítica con organismos fósiles minúsculos: numerosos rotalideos, *Rotalia*, *Truncatulina*, *Pulvinulina*, textularideos, *Cristellaria*, pequeñas amphisteginas, numulites indeterminables sumamente pequeños, *Gypsina*, *Heterostegina*, sp., lepidocyclinas muy pequeñas, *Eulepidina*, sp., *Orthophragmina* probable, bryozoarios. Esto fija la edad de una parte de la formación en el Eoceno superior o en el Oligoceno.

Las formaciones se hallan ocultas a la derecha de Iharramen por debajo de los derrubios. El flysch vulgar reaparece en el Uad Magu.

Los contrafuertes del NO. del macizo de Beni Zid contienen bandas de areniscas duras, alineadas E.-NE. (41, pl. III). La más próxima a Iharramen (42, pl. III), bastante ancha, sinclinal, muestra sus capas con un buzamiento de unos 30°. Hacia Ainftoh, se recortan dos más levantadas, que buzanan a 60° SE. y con igual orientación. La última banda parece que debe prolongarse incurvándose, por las areniscas del saliente de Me Feluel, pero la relación entre estas dos aristas se halla ocultada por los grandes derrubios y aluviones del cauce del Uad Tisuki.

La banda más externa de arenisca roja de Cudia Bab el Had se estrecha y desaparece hacia abajo, en la trave-

sía de Uad Magu, y sin duda es homóloga de la que se desarrolla en la cresta de Yebel Beni Zid.

Hacia arriba aparece el flysch muy confuso. El corte se halla al SE. de Iharramen.

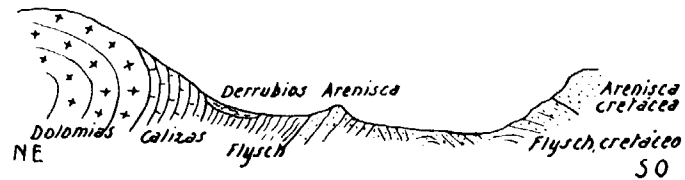


Fig. 35.—Borde del macizo de Yebel Lexchab, al SE. de Iharramen. En los alrededores del alto el corte es el de la fig. 37 (traza a-b del esquema de la fig. 36).

La capa 6 (fig. 36 b, corte c-d) ha proporcionado una caliza gris plagada de *Orbitoideos* minúsculos y pequeños foraminíferos: *Nummulites* ? sp. de edad indeterminable.

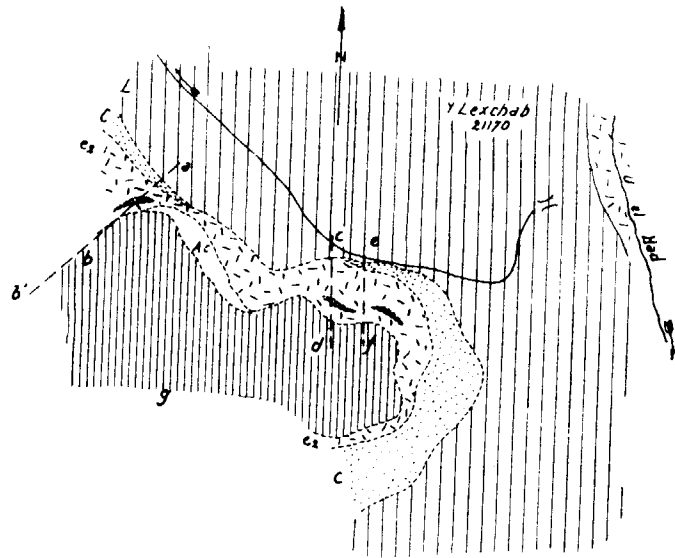


Fig. 36.—Croquis del afloramiento de Bab Ameragaut L, Lías; C, Cretáceo; e<sub>2</sub>, Eoceno superior-Oligoceno; g, arenisca del Oligoceno; Ac, derrubios.

Este complejo 4-5-6 descansa claramente sobre el borde del pliegue de calizas y dolomías. Se adelanta gracias a un torcimiento de las capas de este último hacia el NE. en forma de una lengüeta citada en 1930 (23).

En esta nota ya hemos señalado la presencia del Eoceno superior. Aquí revelamos la del Oligoceno.

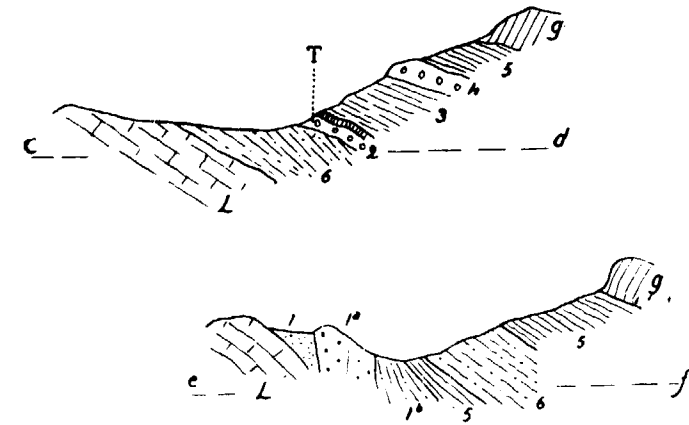


Fig. 36 b.—Corte del Faha del Uta del Helaaib. L, caliza del Lías; 1, 1<sup>a</sup>, 1<sup>b</sup>, (y 6 en el corte c-d), areniscas y margas areniscosas del Eoceno; 2, Oligoceno detrítico en lentejones; 3, margas rosáceas; 4, puddinga; 5, margas rosáceas; g, areniscas pardas.

La capa T (fig. 36) lleva (prep. 25, 26 A, 26 B) calizas sabulosas grises con escasas lepidocyclinas (*Nephrolepidina* de pequeño tamaño), *Heterostegina*, sp., miliolideos,

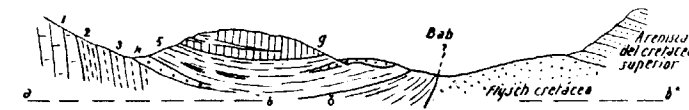


Fig. 37.—Corte del flysch según la traza a-b del croquis en planta de la fig. 36. 1, calizas de la caída del anticlinal; 2, margas en bancos grises estériles, que se asemejan al Cretáceo, y aplastadas en algunos sitios; 3, margas calizas en bancos; 4, areniscas del flysch; 5, margas amarillas y rosa con intercalaciones con foraminíferos; g, areniscas.

*Textularia*, rotalideos, *Rotalia*, sp. muy pustulosa, *Globigerina bulloides*, *Amphistegina*, *Gypsina*, *Cristellaria*, *Nummulites* escasos, pequeños, e imposibles de determinar.

En la extremidad Este de la lengüeta corresponde este flysch a una pequeña cubeta herbácea, la Uta del Melaaib, dominada al Sur por la arenisca.

En las capas rosáceas y amarillas se intercalan capas de caliza y pudingas. El conjunto es casi estéril. Sólo se ha recogido un ejemplar con foraminíferos. Contiene, como en todas partes (prep. 24 A, 24 B) caliza gris, finamente gonfolítica, plagada de pequeños foraminíferos: pequeñas lepidocyclinas de cuatro a seis milímetros (*Eulepidina* y *Nephrolepidina*), pequeños numulites hinchados (*Num. incrassatus*, de la H.), rotalideos *Rotalia*, sp. muy pustulosa, *Globigerina*, *Amphistegina*, sp., *Cristellaria*, *Heterostegina*, sp., bryozoarios.

Los dos yacimientos son oligocenos.

El macizo arenoso de la Cudia de Achato, domina directamente Bab Taza. No se encuentra allí ningún fósil.

Por el contrario, en la vertiente SE. del Bab Amaregant, al pie de este macizo, reaparece en la maleza el flysch rosa con lentejones de caliza.

La fauna en las calizas grises se compone de pequeños numulites y orthophragmina; *Num. Boucheri*, de la H., *Num. Tournoueri*, de la H., *Num. incrassatus*, A. de la H., *Num. aff. gallensis*, Heim., *Num. aff. helveticus*, Kaufm., *Orthophragmina*, sp., *Heterostegina*, sp., *Lilhothamnium*.

La presencia del Eoceno en este sitio plantea un problema.

¿Queda el flysch adherente a las calizas del macizo de

Yebel Lexchab, separado del de la periferia por un accidente tectónico?

La existencia del Oligoceno en el uno y del Eoceno superior en el otro es un motivo para admitirlo. Sin embargo, no hay nada desde la recta de Iharramen hasta Bu Hal-lal que permita demostrar que esta serie cabalga sobre el flysch.

Por una parte, habíamos señalado, ya en 1930, la presencia del Eoceno superior en el complejo adosado al

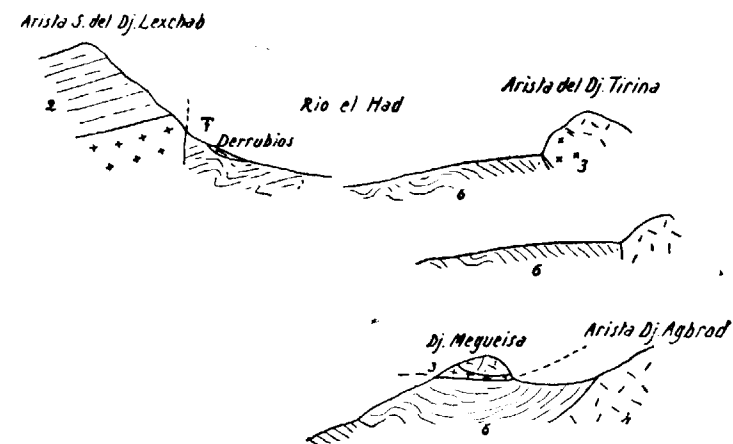


Fig. 38.—Cortes por el valle de Uad el Had. 1, dolomía de base de Yebel Lexchab (Trías); 2, calizas en bancos (rhetiense); 3, dolomías indeterminadas; 4, calizas indeterminadas; 5, calizas de Yebel Mequeisa; 6, flysch; T, puntos fosilíferos (Oligoceno y Eoceno superior).

frente calcáreo; de otra parte, aun siendo transgresivo el Oligoceno, vista la irregularidad de todos los afloramientos numulíticos y su discontinuidad allí, donde ningún accidente tectónico junta dos series de origen diferente, puede considerarse innecesario invocar aquí la existencia de una superficie cabalgante que afecte al Terciario.



Más al Sur, ganamos nuevamente la margen externa de la cordillera donde, hacia Bu Hal-lal, hemos señalado el Eoceno superior.

Pero nos queda penetrar de nuevo en la cordillera calcárea, pasar el anticlinal de Yebel Lexchab y estudiar la depresión numulítica longitudinal del Uad el Had.

**n) Flysch del Uad el Had.**—El flysch ocupa desde el Had todo el fondo y una parte de las vertientes del valle.

Este se halla limitado al SO. por la prolongación del Yebel Lexchab, por el Yebel Xerafat, al NE. por el Yebel Tirira y su prolongación SE.

Parece como que este flysch está cabalgado por el secundario del Yebel Tirira, pero local y débilmente, y que el contacto vuelve a hacerse normal hacia el SE., desde el Norte de Yebel Megueisa (Amatras).

Por el contrario, este flysch aparece debajo y al pie de los potentes macizos de Yebel Lexchab y de Yebel Xerafat, sin duda por el juego de una falla longitudinal.

Los yacimientos cuyas muestras hemos estudiado son los del pie de la terminación SE. de Yebel Lexchab (hacia el punto 43, pl. III).

Se encuentran en ellos placas de una caliza gris clara con *Lithothamnium*, *Orthophragmina*, *Heterostegina*, sp., *Num. Fabianii*, Prever, *Num. incrassatus*, B. y A. de la H., *Num. cf. Tournoueri*, de la H., pequeños numulites granulados indeterminables. Es Eoceno superior.

Los perfiles de la figura 38 nos dan las relaciones aparentes del flysch y del Jurásico en el Yebel Tirira y Cudia Tala-msque.

Aguas arriba se estrecha el valle y el flysch se pellizca.

Luego desaparece el flysch y sólo hay dolomías al pie

del macizo formado por el Yebel Lexchab y su continuación el Yebel Taglisa. Entre esta arista y los Beni M'hamed, al Oeste de la Cudia Tala-msque, la caliza de esta última sierra sigue formando una cresta al NE. de la Hauta del Kashdir. Allí aparecen calizas en capitas del retiense. El camino de Bab Taza a Beni M'hamed las cruza y, en un pequeño llano bajo los árboles, corta flysch rosáceo con escamitas de calcita.

No hay duda que este Terciario sucede transgresivamente al Secundario. En el bosque se perciben algunas manchas de pudinga que confirman la transgresión.

Nótase allí en el numulítico una caliza brechoide blanca con *Num. incrassatus*, de la H., *Num. Chavannesi*, de la H., *Num.*, sp. aff. *gallensis*, A. Heim, *Heterostegina reticulata*, Rutim., *Orthophragmina*, sp., *Lithothamnium*. Nuevamente es el Eoceno superior.

El flysch de Uad el Had es muy potente. Está apoyado contra el borde del anticlinal más interno de Yebel Agbrod. Al NO., el contacto se hace por un pliegue-falla, y normalmente, como se ha visto al SE.

El valle se ensancha rápidamente; el conjunto de la masa del flysch se extiende hacia el Yebel Amatras (sensu lato) donde se acopla al flysch externo de la cordillera.

Un islote calizo, el Yebel Megueisa, descansa sobre este flysch y representa el resto más avanzado de la hoja de Yebel Tazaot (véanse croquis 1 y 38).

Señalemos, para terminar, que el flysch de Adedal corresponde a una zona sinclinal más interna y dislocada. Ya se ha mencionado más arriba. En su prolongación extrema se ha encontrado el último afloramiento con calizas grises finamente gonfolíticas asociadas a las margas y con restos de foraminíferos minúsculos: lepidocyclinas (*Nephrolepidina*, sp.), *Heterostegina*, sp. (escasa), *Amphis-*

*tegina*, sp., rotalideos, textularideos, pequeños *Nummulites*, sp., *Globigerina*, sp.

Este último jalón es Oligoceno.

Aproximadamente en la prolongación de este afloramiento es donde hemos señalado, justo en el extremo de la cordillera caliza hacia Afusan, un poco de flysch sinclinal.

De esta manera hemos seguido el flysch desde el Estrecho de Gibraltar, en la zona del flysch, hasta Punta Pescadores, y el de la zona caliza hasta Yebel Ihanachen.

## CAPITULO IX

### EL FLYSCH TRANSGRESIVO SOBRE LA ZONA PRIMARIA

Recordaremos que el flysch es conocido en la zona interna o zona paleozoica (16, 25).

Hasta aquí se le ha seguido desde la playa Benítez, al Oeste de Ceuta, hasta Yebel Zen Zen, entre esta villa y Tetuán.

En la fauna del sinclinal pellizado de playa Benítez, uno de nosotros (L. D.) ha reconocido: *Num. incrassatus*, B. y A. de la H., *Num. aff. helveticus*, Kaufm., *Num.*, sp. aff. *Lucasi*, Mut., pero con espira anormal. *Num. Fabianii*, Prever, *Orthophragmina*, sp. de pequeño tamaño, *Lepidocyclina* (*Eulepidina*, sp., *Nephrolepidina*, sp.) (16, 25). En cuanto a la época, optando siempre por una edad Eoceno superior, vacilábamos a causa de los pequeños numulites del grupo *gallensis*, A. Heim, que son ordinariamente del luteciense. Desde entonces, como se ha visto en las listas que preceden, hemos vuelto a encontrar estas formas, a menudo asociadas al Eoceno superior y al Oligoceno.

M. L. Glangeaud, por otra parte, ha subrayado en Argelia la persistencia de estas formas que dejan de tener en estas regiones el valor estratigráfico preciso que se le

atribuía. M. Flandrin ha comprobado hechos análogos en otros yacimientos de Argelia.

La fauna de la playa Benítez no ofrece, pues, ninguna duda; es desde luego del Eoceno superior o también del Oligoceno, si se admite que los *Num. Fabianii* y las *Orthophragmina* están aquí en estado removido.

Este sinclinal, prolongado hacia el Sur y ensanchado, contiene allí las areniscas del Aljibe del Yebel Zen Zen, que son del Eoceno superior, o más probablemente del Oligoceno.

Más al Sur, la zona paleozoica poco conocida aún no parece que lleve flysch. Es preciso llegar hasta los alrededores, al NO. de Punta Pescadores, para volverlo a encontrar. Parece como si descansase en contacto normal sobre el paleozoico, al Norte del Yebel Ihannachen. Es allí Eoceno superior, en el que predominan las areniscas rojas.

En la punta de Xohaumar se encuentran cantos calizos con *Num. laevigatus*, *Alveolina larva*, *Alveolina Bosci*, *Orbitolites complanatus*, del luteciense, en un conglomerado poligénico sin duda alguna neogeno. La posición de estos depósitos implica un origen relativamente local del numulítico. Pero no hay prueba alguna de que no se haya depositado en la cordillera caliza, donde una gran parte fué presa de la erosión.

Hasta aquí puede decirse que la transgresión luteciense no ha llegado a la zona paleozoica interna, que no fué alcanzada hasta el Eoceno superior.

## CAPITULO X

### BOKOYA

Desde los trabajos de M. Russo se poseen datos sobre el flysch. Los señores Marín, Blumenthal y Fallot han aportado algunos nuevos datos con arreglo a las determinaciones de uno de nosotros. A partir de entonces, M. Blumenthal ha levantado él sólo el plano de estas regiones a escala 1 : 50.000. Ha confiado a uno de nosotros sus foraminíferos y nos ha autorizado a sacar partido de estas determinaciones. El dará sobre estas regiones detalles estratigráficos y tectónicos. A reserva de sus interpretaciones tendremos aquí en cuenta sus investigaciones para extender hacia el Este el marco de este estudio. Se aportan en ellas indicaciones útiles, ya que hasta ahora no se había señalado apenas en estos parajes más que el numulítico superior, y ponen al descubierto la serie a partir del luteciense.

En cambio, no muestra nada de Cretáceo superior. Esto es debido, sin duda, al hecho de que una parte de sus investigaciones se han limitado a las zonas internas de la cordillera y a que el Cretáceo que parece formar en parte la serie de pizarras de Targuist no se ha extendido por la zona afectada por los cabalgamientos, que es la única

región estudiada por M. Blumenthal. Vamos a pasar rápida revista de las regiones donde nuestro colega ha hecho sus investigaciones, cuyo detalle se encontrará en la memoria que se halla publicada en este mismo Boletín.

**a) Luteciense.**—Al Oeste del macizo de los Bokoya, las calizas brechoides blandas, amarillentas con algas calcáreas, proporcionan en diversos puntos una fauna corriente.

En el punto 206/63, cerca del arroyo Zeituna, en los alrededores de la cota 387, al Sur de Itaft (hoja Torres de Alcalá), la facies parece continuada con *Num. Guettardi*, d'Arch., *Num. gallensis*, A. Heim., *Num. globulus*, Leym. y *Orthophragmina*, sp.

Más al Este, al Sur de Tizi Azli (217/63,5, hoja de Zoco el Had Ruadi) vuelve a encontrarse la misma facies con los mismos foraminíferos.

Al Este del Uad Busikur, al Sur de Ifran Tanda, el luteciense está representado por calizas finamente brechoides blancas, donde los *Lithothamnium* o los *Num. Guettardi*, d'Arch. y *Num. globulus*, Leym. se asocian a las *Discocyclina* y *Asterodiscus*, así como *Operculina*, sp.

Siete kilómetros más al Este, entre los Ait Yusef u Alí, ha encontrado M. Blumenthal al SO. de Imusdrufen una fauna idéntica, además con *Num. gallensis*, A. Heim.

Por sus analogías con el numulítico que existe más al Este, todavía parece referirse ya este nivel al luteciense inferior.

Al Sur de las montañas de Allucemas es donde vamos a encontrar de nuevo este piso.

Dos kilómetros al Este de Isefsafen ha recogido nuestro colega una brecha caliza amarilla, plagada de *Num. irregularis*, Desh., *N. subirregularis*, de la H., *N. Tchihat-*

*cheffi*, *N. distans* ? Desh., *N. globulus*, Leym., *N. Guettardi*, d'Arch., *N. gallensis*, A. Heim., *Assilina exponens*, Sow., *Assilina Leymeriei*, d'Arch., *Operculina*, sp., *Orthophragmina*, sp.

Esta asociación es claramente del luteciense inferior. Aparece más al Norte hasta las cercanías de Axdir Mehand y a lo largo del arroyo Adasor. En este último yacimiento (240,2/70,8) se encuentra, aparte de las formas susodichas, *N. uroniensis*, B. y A. de la H. (Heim) y *Operculina subgranulosa*.

**b) Eoceno superior y Oligoceno.**—Mientras que el Eoceno medio aparece de parte a parte de Bokoya, al SE. de la zona calcárea y paleozoica arrastrada, es interesante ver el Eoceno superior poco extenso y el Oligoceno limitado a las zonas más internas.

El Eoceno superior aparece en Dar Hassan (215/64) (hoja de zoco el Had Ruadi) y un poco más al Este en forma de calizas blanquecinas brechoides, plagadas de *Num. incrassatus*, de la H., *Num. aff. gallensis*, A. Heim., *Orthophragmina*, sp. muy abundante, *Heteroslegina*, sp., *Pellatipira*, sp., *Lithothamnium*.

Esta asociación es poco convincente. *Num. incrassatus* se asemeja a *Num. globulus*, que es luteciense; al *Num. gallensis*, según se ha visto, sigue una mutación que alcanza niveles más elevados. Esta fauna podría ser muy bien luteciense. Sin embargo, la presencia del género *Pellatipira*, que no existe generalmente en el Eoceno medio, mueve a inclinarse por el Eoceno superior.

Por analogía hay que referir también a este nivel el numulítico del gran recodo del Uad Bader, definido por la misma fauna.

El Oligoceno se encuentra en las dos extremidades de

la cordillera. M. Russo ya lo había señalado (30) en Torres de Alcalá.

Los señores Marín, Blumenthal y FalLOT señalaron la presencia (determinación Doncieux) del Oligoceno con *Nephrolepidina* aff. *Tournoueri*, Rutim., *Num. Boucheri*, de la H., *Heterostegina reticulata*, al Este de la ciudad (23).

M. Blumenthal ha vuelto a encontrar el Oligoceno en los alrededores de la fuente de Abd el Krim, en Villa Jordana. A la misma fauna se asocian algunas *Eulepidina*. En el otro borde de la cordillera también aporta M. Blumenthal una confirmación en cuanto al valle del Uad Izli. Allí se conocían lepidocyclinas (*Eulepidina*, sp., *Nephrolepidina*, sp.) y ha encontrado una fauna más completa que confirma la atribución primera. Se ven allí, en efecto, *Lepidocyclina*, sp., *Num. incrassatus*, de la H., *Num.* aff. *Boucheri*, de la H.

Recordemos, en fin, que más al Norte, en el Fondak, en Tala Yusef y a lo largo del Uad Tixdit, que pasa al pie meridional del Me Malmusi se conoce, según los señores Marín, Blumenthal y FalLOT, el mismo nivel definido por las lepidocyclinas.

**Resumen.**—Los trabajos de M. Blumenthal han modificado las ideas que se tenían sobre la tectónica de Bokoya. En este Boletín se está publicando el detalle de sus descubrimientos.

Haremos resaltar solamente, según las faunas descubiertas aquí, la extensión que, en el extremo Este de la cordillera caliza del Rif, alcanza la transgresión luteciense. Es interesante verla señalada en el luteciense inferior y localizada en el exterior de la zona de arrastres.

Esta última cubre (Villa Jordana Uad Isli) o soporta (Tala Yusef ?) las formaciones que llevan el Oligoceno,

sin que se pueda saber si éste se ha conservado bajo la cubierta de los terrenos cabalgantes y si sigue a los tramos más antiguos, o si el Oligoceno está ligado, con transgresión, a la serie caliza y al paleozoico de los Bokoya.

De todas maneras, este corto resumen es bastante para establecer a grandes rasgos la unidad de la transgresión luteciense desde el Estrecho de Gibraltar hasta la Bahía de Alhucemas, pues entre la región occidental del arco rifeño y los Bokoya se conoce por las investigaciones de los Sres. Marín y FalLOT el luteciense inferior en el corte del río Chebrun del Jemis de Beni Seddat (*Num. irregularis*, Desh., *Num. subirregularis*, de la H., *Num. globulus*, Leym., *Num. gallensis*, Heim., *Assilina granulosa*).

Las listas de M. Blumenthal confirman, por otra parte, la idea de la extensión general del Oligoceno, que va asociado en los cabalgamientos que marcan la última fase orogénica de las partes internas del Rif.

## CAPITULO XI

### BOSQUEJO PALEONTOLOGICO DE LAS FAUNAS DEL CRETACEO SUPERIOR Y DEL NUMULITICO DEL RIF ESPAÑOL (\*)

---

En el transcurso de este estudio sobre el Rif español he dado a menudo listas bastante extensas de foraminíferos con arreglo a los materiales cuidadosamente recogidos, pero aparte de que es difícil dar simplemente estas listas una idea de conjunto de estas diversas faunas, hay ciertos géneros y especies particularmente importantes o que son nuevos en la región, los cuales merecen algunos detalles o una somera descripción. También daré en este capítulo un cuadro de las faunas del Cretáceo superior, del Eoceno medio, del Eoceno superior y del Oligoceno, limitándome (salvo en el Cretáceo superior) a los grandes foraminíferos, pues las preparaciones talladas en las muestras de todos los niveles muestran una legión de pequeñas formas corrientes que están ligadas a las facies y que, salvo excepciones, no proporcionan indicaciones precisas de edad.

---

(\*) Este capítulo se debe por completo a M. L. Doncieux.

**Cretáceo superior.**—La existencia del Cretáceo superior, de edad campaniense-maestrichtiense, se halla netamente establecida con la presencia y la coexistencia de los orbitoides cretáceos (*Orbitella*, *Lepidorbitoides*), de los *Siderolites*, rosalinas y numerosos foraminíferos (*Lagena*, *Cristellaria*, *Truncatulina*, etc.), que, sin ser por sí mismos característicos del Cretáceo superior, llegan a serlo por su abundancia y asociación.

Las capas rosáceas de Sidi Binaya contienen orbitoides, de los que se ven buenas secciones horizontales y axiales en las preparaciones microscópicas (prep. 9, 16, 18, 17 A y 17 B). Parecen pertenecer al género *Orbitella*. Una de estas secciones horizontales (prep. 18) de una forma A, muestra un núcleo de gran tamaño con pared de gran espesor, de forma irregularmente circular, cuyo interior está dividido en cuatro cámaras por tres tabiques delgados que delimitan un gran lóbulo central subtriangular y deja el exterior de éste tres lóbulos pequeños de tamaño creciente.

Esta es la reproducción exacta de la nucleoconca de *Orbitella spiculata* descrita por Schlumberger (Première note sur les Orbitoidés. «Bull. Soc. Géol. de Fr.», 4.<sup>a</sup> serie, T. 1.091, pag. 407, pl. IX, fig. 1) y de una concha de la misma especie descrita por Silvestri (Fossili cretacei della contrada Calcasacco presso Termini Imerese. «Paleontographia italica», T. XIV, 1908, fig. 25). Alrededor de este embrión se hallan las seis primeras filas de cámaras ecuatoriales, algo irregulares a causa de una ligera oblicuidad de la sección, pero mientras que en la *Orbitella* estas cámaras forman una red de mallas redondeadas muy convexas hacia adelante. Esta red recuerda por completo la de los *Lepidorbitoides* (véase H. Douvillé. Revision des Orbitoidés. «Bull. Soc. Géol. de Fr.», 4.<sup>a</sup> serie,

T. XX, pag. 220, fig. 24, y Silvestri loc. cit., fig. 36). Parece, por tanto, como si hubiera una especie de intermedio entre *Orbitella* y *Lepidorbitoides*, pero serían necesarios otros materiales para obtener la certeza. Cuatro secciones axiales muestran las formas A y B lenticulares, poco hinchadas con numerosos pilares de bastante espesor.

Otros puntos (carretera de Zoco el Arbaa-Xauen; Oeste de la Cudia Chantus) han proporcionado orbitoides bien diferentes, que pertenecen sin duda alguna al género *Lepidorbitoides*. Una sección ecuatorial de la preparación 70 (Cudia Chantus) muestra un embrión compuesto de una primera cámara redondeada envuelta en parte por otra cámara mucho mayor y reniforme; el conjunto se halla envuelto en una concha gruesa. Este es el embrión de *Lepidorbitoides socialis* y *L. minor*. La capa ecuatorial está compuesta de pequeñas cámaras de *L. minor*. En la misma preparación, así como en las 33 y 75, hay numerosos fragmentos de secciones axiales de *Orbitoides*, sp., pero indeterminables de una manera precisa.

Los *siderolites* con *S. cf. calcitrapoides*, Lk. están igualmente bien representados en Sidi Binaya (prep. 16 y 17 B) y en la Cudia Chantus (prep. 70) por algunas bonitas secciones ecuatoriales u oblicuas que pasan por una o dos espinas, en las que se ven bien los lóbulos espirales envolventes, los tabiques y la muralla perforada y los pilares que dan origen a los granos de la superficie. Las figuras dadas por Silvestri (Nuove notizie sui fossili cretacei della contrada Calcassaco presso Termini-Imerese (Palermo). «Paleontographia italica», T. XVIII, 1912, pl. VI, fig. 3 y 4) responden por completo a las secciones que he podido estudiar.

Entre los innumerables foraminíferos microscópicos que muestran casi todas las preparaciones hay que poner

a lugar aparte a las rosalinas con *Rosalina Linnei*, d'Orb. que es aquí, sin duda alguna, característica del Cretáceo superior. Es sabido que la *R. Linnei* se conoce en el aptiense (calizas bréchicas de Salles, según M. Jaques de Lapparent), después en el Cretáceo superior (del cenomanense-turonense al maestrichtiense) en muchas regiones (Cuenca de París, Alpes, Pirineos, Africa del Norte, Irak, Cáucaso, Méjico, etc.). Existe (pero posiblemente removida) en las calizas bréchicas y conglomerados de Urcuit en la cuenca de Adour, de edad luteciense inferior (J. de Lapparent). En fin, diversos autores y en último término M. León Moret (a propósito de la significación estratigráfica de las rosalinas. «C. R. somm. Soc. Géol. de Fr.», 4.<sup>a</sup> ser., T. XXX, 1930, pág. 91) han admitido que las rosalinas se encuentran en abundancia en el «Flysch calcáreo» de las ramas del Ubaye, en el «Wild Flysch» de los pre-Alpes costeros, etc. de edad luteciense y también en el priaboniense de las cordilleras subalpinas savoisienses. Podría pensarse, según lo que acabo de decir, que la *Rosalina Linnei* no es, de ninguna manera, característica del Cretáceo superior, aunque en esta época se observe un desarrollo brusco y muy considerable de esta *Globigerina* especial (\*). Pero haré observar que en el Rif español va acompañada de orbitoides cretáceos de los géneros *Orbitella* y *Lepidorbitoides* y de *Siderolites* (*S. calcitrapoides*), formas que están localizadas todas ellas en el campaniense y en el maestrichtiense. Por consiguiente en Marruecos, como en la mayoría de las regiones en que

(\*) El valor estratigráfico de *Globotruncana* (= *Rosalina*) va a ser tratado en la nota anunciada por M. Hans Thalmann («C. R. somm. S. G. de Fr.», 6 de Nov. 1933, pag. 200). Desde entonces, M. Thalmann admite que como forma autóctona no existe más que en el Cretáceo superior.

se encuentran rosalinas, puede tenerse por seguro que éstas caracterizan bien el Cretáceo superior (\*).

En las numerosas preparaciones en que abundan las rosalinas (prep. III, XVI, XVIII, 17 A, 69, 75, 78, 103, 104, algunas están literalmente plagadas de estas pequeñas formas) son raras las buenas secciones más o menos completas, siendo las más abundantes las perpendiculares al eje de arrollamiento. Corresponden a la forma normal tan bien estudiada y descrita en la bonita memoria de M. Jacques de Lapparent (Etude litologique des terrains crétacés de la région de Hendaye. «Mem. Carte Géol. de la France», 1918, p. 1-17, fig. 1-3, pl. I, VI, fig. 2-3). Conozco, sin embargo, una excelente sección axial de la mutación caliciforme de la *Rosalina Linnei* (prep. 17 A) descrita y dibujada por M. Lapparent (loc. cit., pág. 8, I, fig. 2 y pl. I, fig. 2). Esta mutación es interesante porque, al menos en la región pirenaica, caracteriza un nivel elevado (capas con *Stegaster*) del campaniense superior o de la base del maestrichtiense. Nada he visto que pueda relacionarse con *R. Stuarti*, de Lapp., del maestrichtiense francés, salvo en los ejemplares recogidos en 1934 en la región de Cudia Chantus.

Por último, señalaré como elemento importante de esta microfauna las lagenas que corresponden a *L. sphaerica*, *orbularia*, *diffrigens* y rara vez a las lagenas del tipo *Fissurina*. Ciertas calizas están plagadas de ellas y pueden calificarse de «calizas de lagenas». Citaré las prepa-

(\*) Esta discusión ha sido escrita antes de la publicación de la magnífica memoria de J. Lacoste, donde este geólogo estudia cuidadosamente el problema de la repartición del género *Rosalina*, coincidiendo en absoluto sus conclusiones con las nuestras. (Nota añadida durante la impresión).



raciones XVI, XVIII, 34, 67, 77, como particularmente ricas.

Las espículas de espongiarios están muy difundidas (prep. 15) y los prismas de inoceramus se ven en muchas preparaciones.

**Eoceno medio.**—El luteciense, y especialmente el inferior, está representado de la manera más clara por la fauna de numulites característica de este nivel. Así resulta que entre los estriados y los meandriformes no granulados se encuentran: *Nummulites atacicus*, *subatacicus*, *globulus-Gellardi*, *Num. irregularis* y su compañera megasférica *Num. subirregularis* se encuentran, pero con menos frecuencia, en muestras de pequeño tamaño y a menudo ligeramente granuloso.

Es sabido lo frecuente de la tendencia a la granulación en *Num. irregularis*. Por último, *Num. distans* y su forma A, *Num. Tchihatcheffi*, más escasas, no se han conocido apenas más que por dos o tres ejemplares de gran tamaño (30 milímetros de diámetro en Gorgués).

Predomina el grupo de los granulados. El *Num. gallensis*, A. Heim. (*Num. granifer*, Douv.) se encuentra por todas partes en el luteciense, bien caracterizado por sus filetes sencillos, un poco incurvados u ondulados con gránulos más o menos abundantes. Son generalmente de pequeño tamaño (7-10 milímetros) y son raras las formas adultas de tamaño mayor, cuyos filetes arremolinados no llevan gránulos.

Los *Num. uroniensis*, B. y A., están representados por ejemplares muy típicos de gran tamaño (17 milímetros de diámetro) con filetes meandriformes u ondulados, cuyos gránulos, muy abundantes, están todos sobre el filete o adosados a éste. Yo no conozco ningún representante de

*Num. aturicus-Rouaulti*, ni de las formas de tránsito a esta especie, por ejemplares con gránulos abundantes entre los bordes.

En las calizas del Morabito de Esla (Sidi Ahmed el Asnau), sumamente ricos en organismos desprendidos en la superficie de la roca, hay junto a soberbios *Num. gallensis*, numerosos representantes de un numulites lenticular muy hinchado, de 4-5 centímetros de diámetro, cuyos gránulos, grandes, se hallan dispuestos sobre toda la superficie de la concha a partir de un gránulo apical que sigue una espiral muy regular, con indicios de bordes radiados rectos, ocultos en parte por los gránulos. Estos caracteres son los de *N. Lucasi*, DeFr., tipo al cual refiero esta especie.

En una media docena de yacimientos lutecienses se han citado *N. millecaput* (?) acompañado de una forma megasférica designada con el nombre de *N. helveticus*. Desgraciadamente no conozco la forma grande más que por un fragmento de sección ecuatorial y por cinco o seis fragmentos de sección axial. La sección ecuatorial deja ver unas vueltas cerradas algo irregulares con tabiques próximos, muy oblicuos, irregulares y muy curvos. Las secciones axiales muestran una forma plana, láminas apretadas y numerosas correspondientes a una quincena de vueltas, atravesadas por numerosos pilares delgados; el diámetro llega a 28 milímetros. Estos caracteres corresponden al *Num. millecaput*, Boubée, pero aparte de que es desconocida la espira completa ignoro la disposición de los bordes de los tabiques y de los gránulos, lo cual me impide referir con certeza esta especie al *Num. millecaput* y de aquí la duda en la determinación. Además, la forma megasférica que le acompaña y que es muy abundante en los yacimientos donde se encuentra la es-

pecie en cuestión, es muy diferente del *Num. helveticus*, Kaufm., compañero megaesférico del *Num. millecaput*. Se trata de un numulites pequeño de 5-6 milímetros de diámetro, lenticular, poco hinchado, con bordes redondeados, cuya superficie lleva rebordes extremadamente finos y juntos, ondulados, a veces meandriformes, interrumpidos a menudo y cubiertos de gránulos extraordinariamente finos y algunas veces con espesamiento irregular en los rebordes. La sección axial muestra un arrollamiento irregular, cuatro vueltas de espira, tabiques espaciados irregularmente, muy oblicuos, muy curvados a partir de la base y a veces muy alargados y recostados. El lóbulo central es generalmente redondo, a veces irregular y de grandes dimensiones, a veces de 1 a 1,5 milímetros de diámetro. Evidentemente estos caracteres se apartan mucho de los del *Num. helveticus* tipo. He designado provisionalmente este numulites con el nombre de *Num. aff. helveticus*. Guarda gran relación con *Num. Munieri*, Fischeur, del Eoceno medio de Azama (\*) que no se ha descrito ni figurado todavía y que no es la forma megaesférica del *Num. millecaput*. Si la forma B es muy rara la forma A, en cambio, se encuentra en casi todos los yacimientos del Eoceno medio. Se verá más adelante que esta forma A persiste en el Eoceno superior y en el Oligoceno.

Entre los demás foraminíferos grandes, son frecuentes las assilinas con *Assilina exponens* y *mamillata*. La forma B, muy típica, llega a los 15-16 milímetros de diámetro.

(\*) Según las muestras recogidas por M. Flandrin.

Las operculinas (del tipo *O. ammonica* y *subgranulosa*) son escasas, las orthophragminas sumamente abundantes y variadas. Encuéntrase algunas alveolinas, pero pocas y siempre de pequeño tamaño, que aparecen solamente en las preparaciones microscópicas.

Por último, las heterosteginas ya están bien representadas en el Eoceno medio y lo seguirán estando más en el Eoceno superior y en el Oligoceno. Corresponden en este nivel inferior a la *Heterostegina reticulata*, Rutim., descrita y figurada muy bien por Kaufmann con el nombre de *H. helvetica*. Esta especie, pequeña, de 2-3 milímetros de diámetro, con espira muy abierta de tres vueltas y un botón saliente en el centro, que corresponde a las primeras vueltas envolventes, desprovistas de gránulos, es fácil de reconocer por sus cámaras que no son rectangulares sino poligonales, más o menos pentagonales o exagonales y de dimensiones muy variables. Los tabiques principales están irregularmente espaciados.

**Eoceno superior y Oligoceno.**—En esta rápida exposición de la fauna no trataré separadamente el Eoceno superior y el Oligoceno, pues esto me obligaría a repeticiones inútiles, ya que hay multitud de formas que son comunes a las dos series. He referido sistemáticamente al Oligoceno los niveles en que se encuentran las lepidocyclinas, pues si Mr. Bourcart y Mlle. David (actualmente Mme. Sylvain) han citado en Uazan unas lepidocyclinas indeterminadas con *Orthophragmina* en el bartoniense (Sur la serie des grés a foraminifères d'Ouezzan—Maroc occidental—. «C. R. Ac. des Sc.», T. 194, pág. 1.358; 18 abril 1932), he observado yo, en unas preparaciones microscópicas (I, XIII, XIV, 22 B, 101 y 102) procedentes de tres yacimientos diferentes, la asociación de *Ortho-*

*phragmina* muy abundante con escasas lepidocyclinas (\*). Estas últimas habrán aparecido, por tanto, en Africa del Norte a partir del Eoceno superior, igual que en América.

El Oligoceno no puede subdividirse en pisos por falta de largos cortes con niveles paleontológicos de referencia. Todos los cortes trazados son fragmentarios y esporádicos. Todo lo que en la actualidad puede decirse es que el Oligoceno comprende el estampienense y el chattienense, con excepción del aquitaniense, ya que las lepidocyclinas van siempre acompañadas de numulites.

El Eoceno superior y el Oligoceno se caracterizan por la presencia exclusiva de pequeños numulites; esta observación se comprueba aquí como en todas partes. Son estriados, no granulados y va en cabeza con gran predominio el *Num. incrassatus* extendido por todos los yacimientos del Eoceno superior y del Oligoceno. Se sabe que esta especie es casi idéntica a *Num. globulus* y que si no se encontrasen al lado de ella otras formas características, podría dudarse entre el Eoceno inferior o medio y el Eoceno superior.

Son igualmente abundantes *Num. Bouillei-Tournoueri* (Eoceno superior), *vascus-Boucheri* (Oligoceno); la pareja *N. Rutimeyeri-Chavannesi* (Eoceno superior) lo es mucho menos.

(\*) Ya en 1930 he citado (Marín, Blumenthal y Fallot, Observations géologiques sur le Nordouest du Rif marocain. «Bull. Soc. Géol. de Fr.», 4.<sup>a</sup> serie, T. XXX, pág. 682) en una muestra procedente del saliente entre el Uad Bu Semlal y el Uad Mers, la asociación de lepidocyclinas abundantes y *Orthophragmina*; la prep. 10 muestra sus secciones en los dos sentidos.

MM. Lucas y Flandrin acaban de describir una asociación análoga.

Entre los granulados, el *Num. Fabianii* es una forma característica del Eoceno superior que se encuentra con frecuencia representado por ejemplares de pequeño tamaño, pero afortunadamente fáciles de reconocer, sea por los caracteres de la superficie que muestra una red de mallas rectangulares con un gran pilar axial, sea por la sección axial donde se ven los pilares que parten del ribete espiral de cada tabique y suben perpendicularmente a la superficie.

Como he dicho más arriba, la forma que he designado con el nombre de *Num. aff. helveticus*, junto provisionalmente con su compañera megaesférica *N. millecaput* se encuentra con cierta abundancia en una quincena de niveles con foraminíferos, cuya edad eocena superior ya está bien establecida, y también en el Oligoceno con lepidocyclinas. Las formas de estos niveles altos no se distinguen nada de las del luteciense. Cabe desde luego preguntarse si su presencia no será debida a la mezcla de fósiles procedente de las capas lutecienses subyacentes, más o menos desmanteladas.

En el grupo de los granulados señalaré todavía una especie muy abundante en el priabonense y Oligoceno, que se conoce muy mal todavía, sólo por secciones axiales o por superficies mal conservadas. Se trata de pequeños numulites de 1 a 3-4 milímetros de diámetro, lenticulares, hinchados, con 4-5 vueltas de espira. Estas secciones axiales muestran claramente los pilares, pocos o numerosos, generalmente delgados, y algunas superficies dejan ver ribetes rectos con algunos gránulos. No conozco ninguna forma de las descritas en el Eoceno superior y en el Oligoceno—donde los gránulos están, por otra parte, tan poco extendidos—que corresponda a estos pequeños numulites. M. Louis Glangeaud en su «Flysch a pe-

tites Numulites» (\*), que corresponde sin duda al Eoceno superior, sólo cita las granuladas: *Num. Lucasi*, nov. mut. aun no descrita, con gránulos «que tienden a agruparse según círculos» (\*\*) y *Num. cf. gallensis* de los que no da detalles el autor, pero que pueden corresponder a las muestras del Rif. Dados los materiales de que dispongo en la actualidad no puedo tener una idea clara de estas pequeñas formas del Rif marroquí, pero a causa de su abundancia hay que mencionarlos, que es lo que yo hago, bajo el nombre de *Num. aff. gallensis*, designación que sólo es provisional.

Las assilinas, de pequeño tamaño (3-5 milímetros de diámetro) se encuentran también, aunque escasas, en el Eoceno superior; corresponden a la *Assilina exponens*, Sow., y *Ass. mamillata*, d'Arch. M. L. Glangeaud ha sido el primero que ha señalado (\*\*\*) la presencia de las assilinas en el flysch con pequeños numulites del Eoceno superior acompañadas de *Num. Lucasi*, nov. mut. Algo posteriormente ha recogido también M. Flandrin (\*\*\*\*) estas pequeñas assilinas en el Eoceno superior de Tizi Renif, del Arbaa y de Chérarda. En Africa del Norte al menos, llegan las assilinas, pero con un tamaño minúsculo, hasta más arriba del Eoceno medio.

Las heterosteginas se hallan siempre ampliamente representadas en el Eoceno superior y en el Oligoceno,

(\*) L. Glangeaud. Etude Géologique de la région littorale de la Province d'Alger. «Bull. Serv. Carte Géol. de l'Algérie», 2.<sup>a</sup> ser., 1932, pág. 288-295, fig. 46-51.

(\*\*) L. Glangeaud, op. cit., pág. 289.

(\*\*\*) L. Glangeaud, op. cit., pág. 289.

(\*\*\*\*) J. Flandrin. La présence du genre *Assilina* dans l'Eocène supérieur d'Algérie. «Bull. Serv. Carte Géolog. de l'Algérie», 2.<sup>a</sup> ser. Trav. rec. coll. fasc. II, 1933, pág. 147, lám. I, fig. 1-14.

pero la mayoría de las veces sólo es posible la determinación genérica, sobre todo en las preparaciones microscópicas, donde sólo se ven fragmentos. La *Heterostegina reticulata*, Rutim., es siempre frecuente en el Eoceno superior, pero muy excepcionalmente en el Oligoceno. Tanto en aquél como en éste se encuentra una especie muy pequeña (2 a 2,5 milímetros de diámetro) algo reforzada en el centro, no granulada, con escaso número de vueltas (2-2,5 vueltas), muy abiertas, con cámaras subdivididas por medio de tabiques rectos, espaciados, que dan lugar a divisiones bastante regulares, rectangulares, a menudo cuadradas. Guarda alguna relación con *H. depressa*, d'Orb. (Terciario y actual) desde el punto de vista de la formación de las divisiones, pero los raros ejemplares conocidos son muy mediocres para poder decir otra cosa. Los he designado con el nombre de *H. aff. depressa*, d'Orb.

Por último, en el Oligoceno, sobre todo en Bab Tizi Mandu se encuentra, aunque mediocrementemente representada, una tercera especie algo mayor (5 milímetros de diámetro) que parece del todo plana, cuyos lóbulos están divididos en lobulillos estrechos por unos tabiques rectos bastante apretados, lo que las aproxima a *H. papyrúcea*, Seguenza, del aquitaniense y del Mioceno (*H. papyrúcea*, Seg.).

Entre los foraminíferos del Eoceno superior debo citar todavía algunos ejemplares raros, pero bien claros, del género *Pellatispira*, que según creo no se ha citado todavía en el Africa del Norte; se trata de una concha pequeña de 6-7 milímetros de diámetro, discoide, de poco espesor, bordeada por un ribete saliente ligeramente granuloso; la superficie lleva gránulos dispuestos en espiral, bastante grandes, redondos, salientes, que siguen dos vueltas de espiral y groseramente agrupados de dos en

dos, transversalmente con otros más pequeños en los intervalos. La sección ecuatorial muestra cuatro o cinco vueltas de espira divididas por tabiques perpendiculares en lóbulos de techo abovedado. La cresta espiral es ancha, más que el canal espiral y perforado de anchos canales radiales característicos, sumamente claros en el ejemplar de Yebel Aguedem (Me. Aiden). Esta especie, próxima por su tamaño a *P. Douvillei*, Boussac, se aparta de ella por la disposición de sus gránulos; es idéntica, por el contrario, a *P. Madaraszii*, von Hantken, de las margas de Bude y de las margas azuladas de Priabona, salvo su tamaño algo mayor; también la he designado con el nombre de *P. cf. Madaraszii*, von Hantk.

Aun cuando no conozco más que de una manera imperfecta los caracteres externos de las escasas muestras que he podido estudiar, siempre gastadas y descascarilladas, las secciones obtenidas por el pulimento de las rocas no dejan lugar a dudas sobre la presencia del género *Spyroclypeus* en el Eoceno superior y en el Oligoceno. Por lo demás, este género ha sido ya señalado en el estampiense de la región de Dellys por M. Dalloni (\*) con *Sp. granulosus*, Boussac. Estos ejemplares son de pequeño tamaño (5-6 milímetros), algo hinchados en el centro y su superficie muestra una red de pequeñas cámaras poligonales sin gránulos. La sección ecuatorial deja ver un arrollamiento espiral con tabiques primarios muy próximos y con una fuerte inflexión atrás en la parte externa. Las cámaras están divididas por tabiques secundarios en pequeñas cámaras de forma cuadrada bastante regular. Los caracteres de la espira aproximan este ejemplar a *Sp.*

(\*) Marius Dalloni. Les terrains Oligocènes de l'Ouest de l'Algérie. «Bull. Soc. Géol. de Fr.», 4.<sup>o</sup> ser., T. XVI, 1916, pág. 115.

*granulosus*, Boussac, pero este último lleva en la superficie gránulos grandes y apretados hacia el centro que continúan hasta la periferia atenuándose y espaciándose, lo cual separa a un lado claramente los ejemplares del Rif, insuficientes por otra parte para ser descritos con precisión.

El elemento esencial de la fauna oligocena lo proporcionan las lepidocyclinas que constituyen a menudo verdaderas acumulaciones en ciertas rocas y quedan formando un relieve sobre las superficies por la disolución de la ganga. Pero en este caso los ejemplares están desgastados, descascarillados y los caracteres externos (red de cámaras laterales, granulación) han desaparecido más o menos y lo que aparece sobre todo es la red de cámaras ecuatoriales. En las preparaciones se tienen a menudo hermosos cortes ecuatoriales o fragmentos de los mismos que permiten determinar con seguridad el subgénero de lepidocyclina (*Eulepidina*, *Nephrolepidina*, etc.) según la forma de los lóbulos ecuatoriales y la constitución del embrión en los ejemplares megasféricos. Los cortes axiales, con frecuencia admirables, son por desgracia poco aprovechables si no van acompañados de una sección ecuatorial. En realidad, cuando no se tienen buenas muestras que dejen ver bien los caracteres de la superficie con cortes ecuatoriales, la determinación de la especie es difícil, si no imposible. Sin embargo, puedo citar con certeza *Nephrolepidina marginata* (B) *Tournoueri* (A) y *simplex* (A). Entre las *Eulepidina* con embrión del tipo envolvente con mallas exagonales, la *E. dilatata*, B. y A. de tamaño relativamente grande (20 milímetros) y la *E. Raulini*, B. y A. son bastante abundantes.

Entre los innumerables pequeños foraminíferos que muestran las preparaciones microscópicas, debo señalar

para terminar *Gypsinia globulus*, Reuss, que se encuentra en el Eoceno superior, pero es abundante sobre todo en el Oligoceno, las amphisteginas y un rotalideo del género *Rotalia* muy particular, con lámina muy gruesa, dos vueltas envolventes y guarnecida toda su superficie de enormes pústulas, mayores en su parte central. Son muy abundantes en el Oligoceno; la designo, sin crear el nombre al mencionarla, «*Rotalia*, sp., muy pustulosa». Hay que referirla a la *Rotalia pustulosa* que cita M. J. de Lap-parent (\*) en las capas de Urcuit, de edad luteciense.

(\*) Grès, brèches calcaires et conglomérats d'Urcuit. «Bull. Soc. Géol. de Fr.», 4.<sup>a</sup> ser., T. XIX, pág. 295, lám. IX, fig. 1 y 4.

## CAPITULO XII

### RESUMEN Y CONCLUSION

Se ha reconocido la presencia del Cretáceo en la base del flysch a todo alrededor de la cordillera caliza del Sur de Bab Ziat en las proximidades de la carretera de Tánger a Tetuán.

En su parte superior, capas todavía cretáceas de edad campaniense-maestrichtiense, diremos del Cretáceo superior, realizan ya el tipo franco del flysch en el exterior de la cordillera caliza.

Esta facies flysch que corresponde a cambios en la sedimentación, corresponde asimismo a una transgresión que se extiende ampliamente sobre la zona calcárea desde el Sur de Tetuán a la región de Yebel Tazaot al menos.

Pero hasta ahora no se ha podido descubrir ninguna zona de paso gradual del Cretáceo superior al luteciense. Por todas partes parece transgresivo este luteciense. Al Eoceno inferior correspondería, por tanto, una laguna estratigráfica.

Este luteciense se halla identificado por una serie de jalones en el exterior de la cordillera y en la cordillera misma.

El Eoceno superior y el Oligoceno le siguen sin discor-

dancia aparente. Pero la ausencia de luteciense en la alta cresta del flysch entre Uad Loukkos (Lucus) y Uad Lau, puede hacer suponer que el Eoceno superior y el Oligoceno han visto realizar por etapas una transgresión más completa, tanto en la zona del flysch como en la zona paleozoica interna del Rif.

### CONCLUSION

CRETACEO.—Sucesivamente se ha reconocido el Cretáceo en la base del flysch desde Tánger hasta el Sur de Bab Ziat y sin duda hacia Targuist.

En la zona del flysch debe corresponder a una parte importante de la serie. En la zona francesa, M. Bourcart ha identificado el Cretáceo inferior. Los amonites indeterminados que ha encontrado hacia Draa el Asef pueden ser del Cretáceo inferior o medio. El Cretáceo de Tánger es principalmente turoniense-senonense. Las margas verdosas de nuestros diversos yacimientos evocan, por una parte, un Cretáceo indeterminado, sin duda medio, y por la facies arenosa y microbréctica, el Cretáceo superior. Ningún otro dato estratigráfico nos es conocido todavía, pero cabe suponer que la serie ha conservado su monotonía relativa hasta el Cretáceo superior, en cuyo momento el cambio de facies y la aparición de la arenisca con restos vegetales de Yebel Kelaa, de Xauen, descubren a la vez la disminución de la profundidad del mar

en la zona subsidente y su transgresión sobre la zona calcárea.

A partir del meridiano de Bab Ziat ya no tenemos más jalones en cuanto al Cretáceo de la serie esquistosa negra. Pero los niveles con espículas de espongiarios en el alto Uad Ouringha podrán quizás proporcionarnos un jalón entre el Rif occidental y la región de Tizi Ouzli, donde M. Marçais ha vuelto a encontrar, hace ya bastante tiempo, el senonense con *P. vesicularis*, y ha insistido sobre el carácter regresivo que le dan las areniscas, análogas a las del Aljibe.

Desde 1930 se presentía esta ligazón (23, pág. 678). Nuestras observaciones establecen la realidad de ello y muestran la importancia y extensión de los afloramientos cretáceos.

La serie estéril, sin duda cretácea, que queda puesta al descubierto cerca de Bab Taza por la nueva carretera de Alhueemas, más allá de la casa de Fomento, revela desarrollos importantes de areniscas grises en bancos. Para M. Lacoste, que las ha visto, evocan el Cretáceo inferior o medio.

En otra parte la serie es de grano más fino y M. Bourcart la ha calificado de batial entre Puente Fomento (en el Uad Lau) y Xauen. Si ha habido motivo para referir estas margas verdosas al Cretáceo, a pesar de las reservas de uno de nosotros (P. F.), hemos visto más arriba que la serie está lejos de ser batial, aun en la base. Además, desde el cambio de pendiente que se sitúa hacia el Azib de Ain el Hausi, las facies arenosas con plantas revelan una tendencia a la emergencia o a la proximidad de un río.

Este río debería situarse hacia el Este o el NE., en las partes más internas del Rif, y nada nos dice todavía que

la transgresión del Cretáceo superior haya recubierto toda la zona caliza.

La escasez de afloramientos y las dislocaciones hacen muy precaria todavía toda conclusión relativa a los caracteres de esta transgresión.

Parece como si se hubiera efectuado antes de todo gran plegamiento y en relativa concordancia con los terrenos subyacentes.

En la Cudia Chantus, el Cretáceo superior forma la continuación de las margas indeterminadas, quizás del Lías superior, superpuestas a su vez en concordancia al Lías medio. En Güentes el Cretáceo, muy delgado, se halla aplastado entre las calizas del Trías o del Lías y el numulítico mismo, cabalgado por el Permo-Trías. No parece que haya allí una discordancia notable. En Yebel Aiden no nos es conocido ningún contacto preciso, pero unas placas brechoides con *Aptychus* señalan el Cretáceo ( lám. III, punto 45). Por último, en Yebel Tazaot los conglomerados forman la continuación concordante del Lías rosa. Contienen restos de belemnites. Más arriba viene en concordancia aparente el Cretáceo con foraminíferos, de poco espesor, seguido del numulítico.

En Güentes y en Yebel Tazaot, el Cretáceo parece pertenecer al autóctono. El de la Cudia Chantus viene del N.-NE. con la hoja corrida del Kelty. Esto implica una extensión del mar cretáceo sobre la zona caliza hasta 25 kilómetros de su borde externo sobre la transversal de Xauen y sin duda algo más sobre la transversal de Yebel Kelty.

No se conoce ningún Cretáceo situado sobre el paleozoico de la zona interna y no se puede saber justamente de dónde proviene la transgresión. Pero todo hace creer que ha ido ganando desde la zona subsidente, gradual-

mente colmada, hacia la zona caliza, irregular y sin duda incompleta, que en otra parte ha sido llamado por nosotros ribete marginal africano (\*).

No parece que el Cretáceo se haya extendido sobre la zona caliza de los Bokoya. Hasta ahora no se ha descubierto allí ningún jalón.

Si bien en cuanto a las margas cretáceas hay una oposición tajante entre la zona subsidente y la cordillera calcárea, oposición que evoca diferencias en la historia paleogeográfica y tectónica, la extensión del Cretáceo superior transgresivo sobre la zona caliza subraya su estrecha aproximación antes de las fases orogénicas alpinas.

El NUMULITICO está todavía bastante mal conocido y nuestras observaciones son demasiado incompletas para poder sacar conclusiones generales. Sobre todo es mal conocido en el país gaditano y no puede intentarse ninguna unión lateral.

Insistiremos solamente sobre algunos puntos.

**Transgresividad del luteciense.**—La estrecha analogía del flysch cretáceo superior y del flysch eoceno—analogía tan estrecha que los tramos rosáceos corresponden también en el primero a la localización de los niveles con foraminíferos—había hecho suponer a uno de nosotros que desde el establecimiento de este régimen la sedimentación había podido ser ininterrumpida.

Por tanto, no hemos encontrado ningún vestigio de Eoceno en Sidi Binaya. En la garganta del Uad de Beni

(\*) P. Fallot, Essais de définition.....—«Bull. Soc. Géol. de Fr.» (5), T. I, pág. 533-552. 1932.



Ider el levantamiento de las capas en la zona de maleza hace difícil la observación continua y quizás se pueda encontrar alguna cosa. Pero por el momento, en este punto, el primer nivel que se ha fijado es solamente del Eoceno superior.

**La base del Numulítico es a menudo detrítica.**—Al observar la base del luteciense se encuentra a menudo que está formada por brechas. En la vertiente, frente al puesto del Fondak (carretera de Tánger a Tetuán) son conglomerados. En los alrededores del Hospital Militar de Tetuán, al lado de las calizas lleva el luteciense brechas finas. Si hacia Ben Karrich no lleva más que areniscas, hacia Exila toda la serie, desde el luteciense hasta el Eoceno superior, tiene niveles detríticos, y entre sus elementos se encuentra el Permo-Trías.

Por último, hacia Yebel Amatras, y particularmente en la vertiente de esta cresta que domina el Jemis, está representado este piso por una pudinga formada por cantos bien calibrados y rodados y a menudo muy bastas.

En la cordillera caliza la regla es todavía más general. Ya hemos insistido sobre la importancia de los conglomerados, a menudo brechoides, del luteciense, cuyos elementos están formados en gran mayoría por dolomías y calizas locales.

A partir de esas capas transgresivas, la facies flysch se instala en la zona externa con su forma habitual de bancos delgados margosos y finamente arenosos alternados, cuyo color de alteración es caqui claro. Al alejarse de la cordillera caliza, los tramos color rosa se hacen más raros y se reducen a lechos delgados coloreados entre bancos arenosos.

Ya hemos señalado la presencia de las areniscas pardas

en las partes altas de la serie. El tipo Arenisca del Aljibe, de grano medio, sembrado de pedazos grandes de cuarzo mal rodados, se realiza de manera irregular. Nos ha llevado a llamar «Arenisca del Aljibe» a formaciones bastante diferentes y edad variada. Las areniscas del tipo «Aljibe», francas, son siempre estériles, y los niveles subordinados lo son también generalmente (Yebel Zen Zen).

Hasta el momento sólo podemos mantener la noción adquirida en 1930 (op. cit., pág. 683). Empiezan en el Cretáceo, con grano fino cuarcítico, pero a veces grueso (Yebel Tisighen). Vuelven a aparecer más bien—desde el luteciense hasta el Yebel Amatras—en bolsadas de edad variable. La tendencia al crecimiento de las areniscas hacia la parte alta de la serie es franca y no hay duda que las areniscas del Aljibe más altas son oligocenas. La importancia del papel de la sílice clástica plantea la cuestión de su origen.

Hacia la zona francesa no hay relieves de elementos silíceos hasta muy lejos. En la zona española, es la zona paleozoica la que los lleva y es probable que una parte del cuarzo provenga de allí. Sin embargo, no se ha encontrado enriquecimiento de areniscas en los alrededores de la zona caliza que está más próxima, y en esta misma zona las areniscas juegan un papel menos importante. El problema queda, por tanto, todavía oscuro.

Los caracteres del numulítico del interior de la dorsal caliza son muy diferentes.

Tras los conglomerados, a menudo brechoides del luteciense transgresivo, lleva la serie unas margas y margo-calizas color rosa, que en lugar de ser esporádicas y muy limitadas como en la zona externa, son constantes desde el Sur de Tetuán a Alhucemas. Aquí esta parte de

la serie no tiene ya ningún carácter de flysch y sólo se le bautiza así por una extensión poco legítima de este término.

Encima de las margas rosáceas, donde quiera que los cabalgamientos no han aplastado o revuelto todo, se ven aparecer unas areniscas pardas, análogas o idénticas a las de la parte alta del flysch externo, sin que, sin embargo, la facies del flysch se vea exactamente reproducida allí.

Las series son comparables, por lo tanto, *grosso modo* por la fecha de la transgresión y la evolución de la facies a un tipo arenoso. Sin embargo, la intercalación de episodios más margoso-calizos y rosáceos, asociados generalmente a la cordillera caliza o a sus alrededores inmediatos, confiere a este flysch un carácter especial.

**Las capas de color rosa no son siempre de la misma edad.**—Sólo se han caracterizado por pequeños bancos lenticulares repartidos esporádicamente, sin que ninguna diferencia de facies parezca marcar los diferentes niveles, pero la determinación minuciosa de sus foraminíferos no deja lugar a dudas en cuanto al hecho de que estas formaciones son tan pronto lutecienses como del Eoceno superior, o del Oligoceno mismo.

Esta facies no nos es conocida todavía en ninguna parte de la cuenca del Mediterráneo occidental (\*). Las margas evocan allí cierta profundidad de sedimentación. Pero la existencia de numulites y de algas calizas implican, por el contrario, aguas de poca profundidad.

Si bien la analogía de las faunas del numulítico de la cordillera y del flysch y el Cretáceo del exterior subraya

(\*) Sólo podemos notar en la Sierra Arana (Granada) algunas margas coloreadas en el flysch que se acercan a este tipo.

la analogía de las condiciones de sedimentación, la extensión de las margas rosáceas y su asociación—aun en el Cretáceo—a los únicos niveles fértiles, permanece todavía sin explicación.

El mar del numulítico ha debido extenderse, por lo demás, progresivamente y llega sólo tardíamente a ciertos puntos.

Así, en Bab Tizi Mandu los conglomerados, pegados a la caliza liásica, son del Eoceno superior y las margas rosáceas se sitúan muy arriba, en el Oligoceno.

En la mayoría de los casos es imposible todavía precisar en las fajas numulíticas pellizcadas bajo los accidentes, los límites y disposiciones de los diversos niveles fijados por las faunas.

Dada la escala de los levantamientos corrientes, ha habido que limitarse en la cartografía a poner todo este Terciario en bloque.

Pero estas incertidumbres sobre los matices estratigráficos no son más que detalles en cuanto a las síntesis tectónicas; el hecho importante es el conjunto del flysch en los accidentes que él permite delimitar y también la diferencia relativamente mínima que existe entre el flysch de la zona externa y el de la dorsal caliza.

Desde el punto de vista puramente estratigráfico, las reservas que acabamos de hacer encuentran su expresión en el cuadro general que acompaña nuestras conclusiones.

Nos ha parecido todavía imposible—y quizás sea siempre ilusorio—querer distinguir litológicamente sobre el terreno los diferentes niveles. Pueden repartirse solamente según los grandes cortes del Eoceno medio, del Eoceno superior y del Oligoceno.

Es para subrayar este hecho que, en nuestro cuadro,

se separa la columna estratigráfica, por otra parte necesaria, establecida por M. Bourcart y Mlle. David en el Gharb, de las generalidades más vagas a las que nos hemos debido limitar.

**Límite superior del flysch numulítico.**—El último nivel que se ha podido determinar con seguridad es el chattiense, tanto en la zona caliza (Bab Tizi Mandu), como en el borde externo de la Sierra. Sólo el Dahar Afusan, al pie occidental del Yebel Lenda, plantea la cuestión del aquitaniense, pues hemos determinado allí horizontes sin numulites pero con *Eulepidina dilatata* y *Raulini*, *Nephrolepidina Tournoueri*, etc., que parecen pertenecer a este piso.

Sin embargo, los Sres. Flandrin y Ehrmann, interpretando el corte de los Beni Afeur (Argelia) emitieron la hipótesis de la aparición de estas formas ya en el Eoceno superior. Pero en el Dahar Afusan, los repliegues del numulítico y el carácter incompleto de las investigaciones estratigráficas dejan sin precisar las condiciones de yacimiento. Además, a pesar de haber recogido en la capa únicamente *Eulepidina* y *Nephrolepidina*, es posible que, en otras lajas de la misma, haya una asociación faúnica indicando un nivel menos elevado. Lo único que podemos decir, pues, es que si se ha de averiguar la presencia del aquitaniense marino en estas sierras, parece la antedicha loma el sitio más a propósito para buscarlo.

*La paleogeografía del flysch rifeño* es todavía difícil de precisar.

La transgresión en el pre-Rif ha partido, según M. Lacoste, del Sur y ha avanzado hacia el Norte, pero no parece haber sobrepasado las altas regiones que jalonan al

presente la zona subsidente, sino, y sólo de una manera muy local, después del Eoceno superior.

No es, por tanto, del Sur de donde se puede hacer venir la transgresión del luteciense. Abarca a la vez la zona subbética, el Sur de Mallorca, Argelia y, sin duda, una parte del país gaditano, de suerte que no se puede fijar su origen ni su camino, sino como procediendo en el Rif español desde NO. y NE. En todo caso parece haber ganado simultáneamente el surco telliense y el rifeño, así como las regiones que se encontraban más al Norte, que corresponden al reverso meridional del ribete africano.

Después se ha extendido por el Norte hasta la zona paleozoica y hacia el Sur. Entre el mar numulítico de la zona caliza y el pre-Rif, las alturas formadas antes del luteciense sobre el emplazamiento del surco rifeño han debido formar un relieve, archipiélago o isla, que permaneció salvo transgresiones localizadas durante el final del Eoceno y el Oligoceno.

El mar se retiró al final del Oligoceno. No parece haber vuelto hasta muy tarde, durante el Mioceno. Esta historia reciente se sale del marco de nuestro estudio.

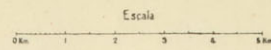
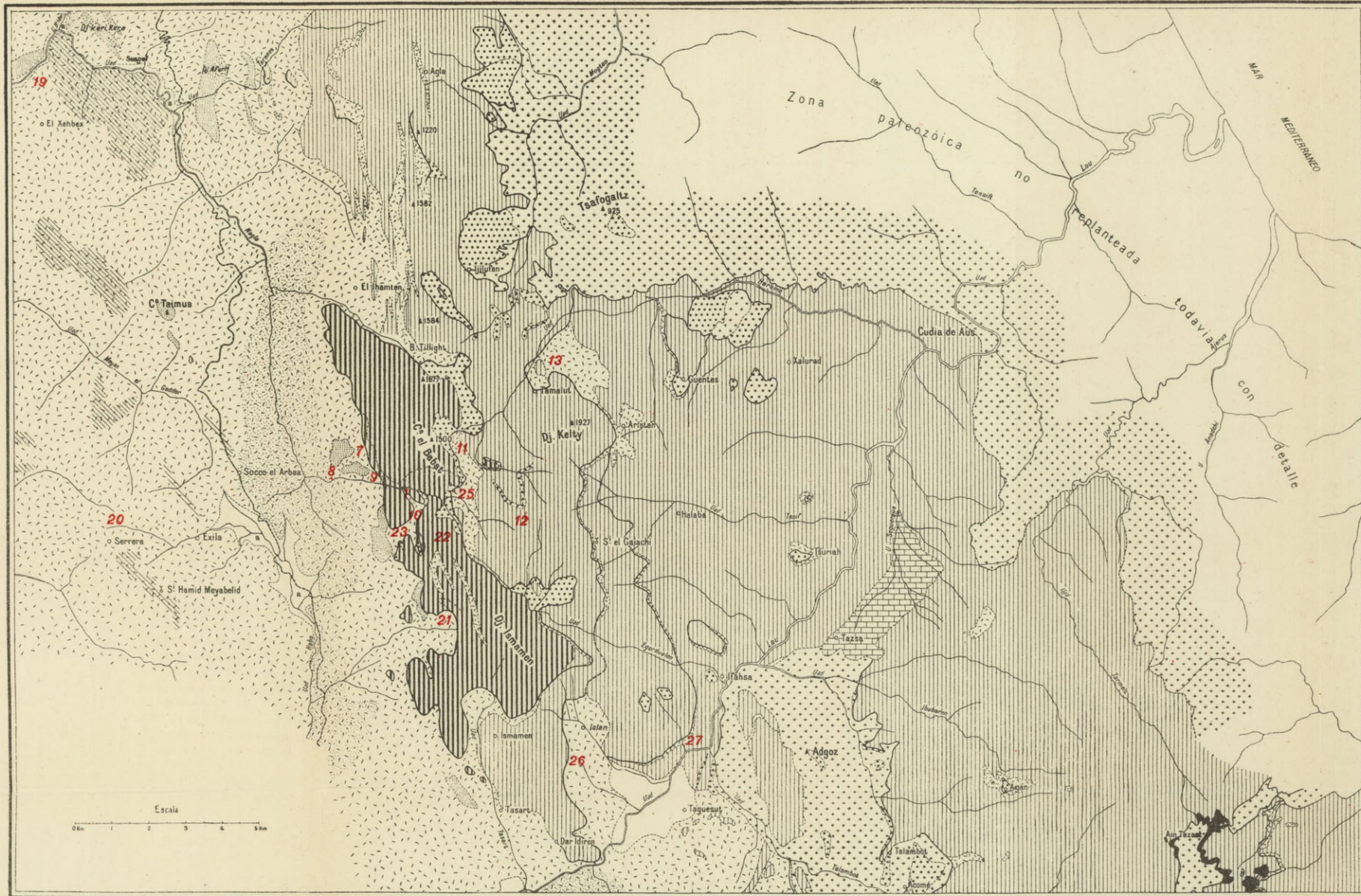






Números rojos

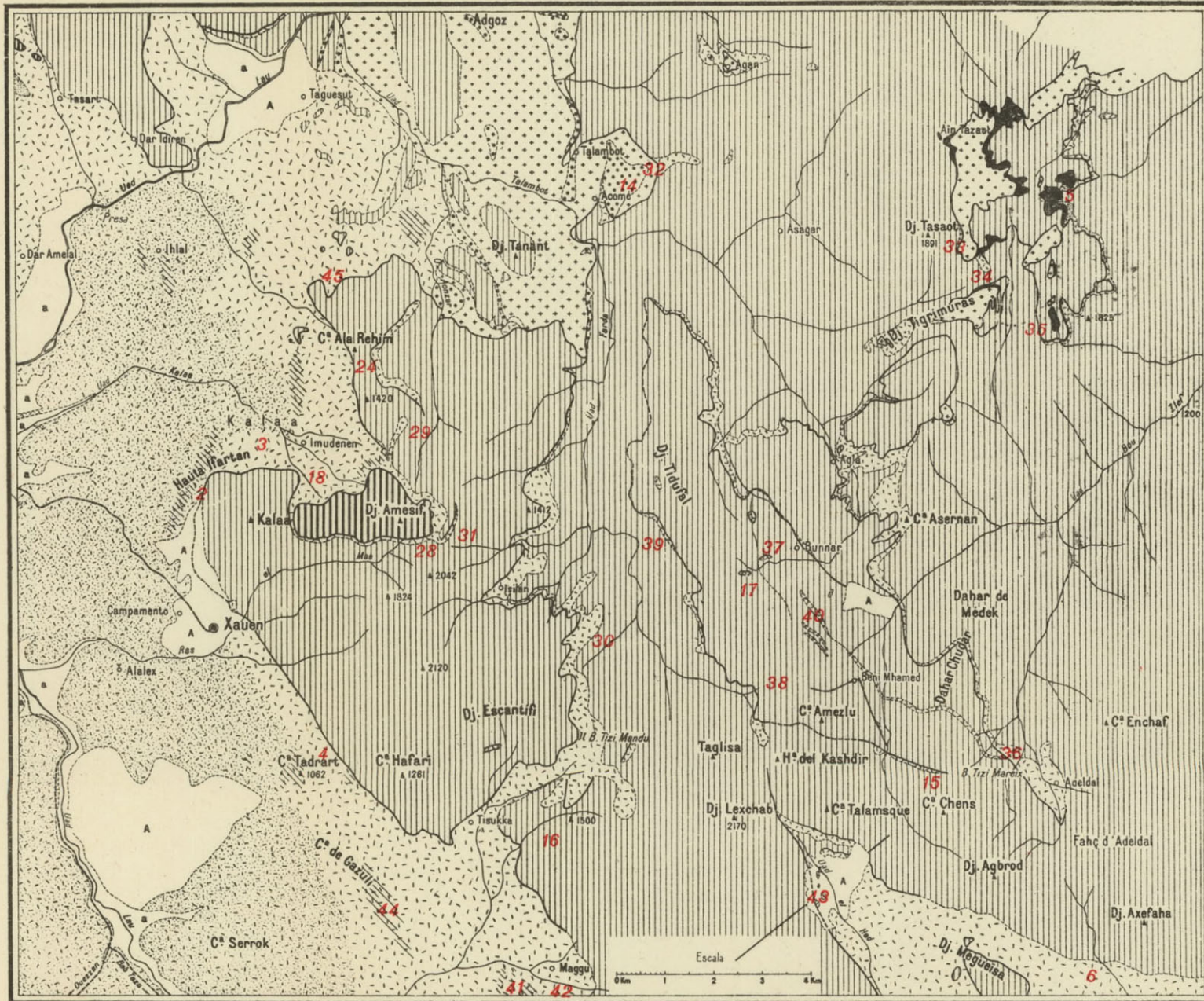
- 1. Addar
- 7. Ain Guran
- 8. Azemur o Intexna
- 9. Tafraut
- 10. Ifuriden
- 11. Fahç el Babat
- 12. Cudia Chantus
- 13. Yibala
- 19. Yacimiento del Eoceno superior del N. de Xehbex
- 20. Cudia Abd el Gani
- 21. Yacimiento del pie O. en Yebel Izmanen
- 22. Cota 1.459
- 23. Ula Ualid
- 25. Sidi Alubakht
- 26. Morabito de Islan (nombre dudoso indicado por los indígenas) o de S. Ahmad el Aznau
- 27. Yacimiento del numulítico



1	Paleozoico	3	Carnidas	5	Serie dolomítica arcastrada de la Cudia el Babat y Amesif.	7	Areniscas cretáceas o numulíticas erosionadas	9	Arenisco del Alfibe	11	Acarreo (A) y alusiones (a)
2	Permo-Trias	4	Serie dolomítica y caliza (Trias-Lias)	6	Flysch cretáceo	8	Flysch numulítico	10	Neogeno transgresivo		Contactos normales
											Contactos anormales



- 1 Paleozoico
- 2 Permo-Triás
- 3 Carniolas
- 4 Serie dolomítica y caliza (Trias-Lias)
- 5 Serie dolomítica arrastrada de la Cudia el Babat-Y. Amesif.
- 6 Flysch cretáceo
- 7 Areniscas cretáceas o numulíticas erosionadas
- 8 Flysch numulítico
- 9 Arenisca del Alfibe
- 10 Neogeno transgresivo
- 11 Acarreos (A) y aluviones (a)
- Contactos normales
- Contactos anormales



Números rojos

- 2. Morabito de Moulay ab Slam (S: Abd el Kader)
- 3. Sitio del corte de la fig. 8
- 4. Blocao de Tizzi
- 5. Macizo del Yebel Tazaot, yacimiento del Cretáceo
- 6. Sidi Fetoh
- 14. Dahar Tamejia
- 15. Luteciense del O. de Bab Tizi Mareix
- 16. Hafa el Handaui
- 17. Ventana luteciense al Sur de Bab Tizimezar
- 18. Krar de Kelaa
- 24. Yebel Aiden
- 28. Collado al N. del monte de cota 1.948
- 29. Collado de cota 1.576
- 30. Espigón de cota 1.380, al SE. de Izilan
- 31. Casa de Bu Charta
- 32. Dahar el Jelja
- 33. Eoceno superior del SE. de la cota 1.891
- 34. Ain el Kalb
- 35. Afloramiento de carniolas. en cuyo centro aparece en ventana el Eoceno superior
- 36. Sidi Sliman
- 37. Eoceno superior, E. de Bab Tizi Mezar
- 38. Cudia Asernan
- 39. Tasarin
- 40. Eoceno superior, Norte de Beni M'hamed
- 41. Estribación NO. del macizo de Beni Zid
- 42. Iharramen
- 43. Yacimiento al pie del Yebel Lexchab
- 44. Cudia de Bab el Had
- 45. Yacimiento de Aptychus en las lajas del flysch secundario.



## INDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
BIBLIOGRAFIA SOMERA.....	5
INTRODUCCION .....	9
Esquema geológico general del Rif español.....	12
PRIMERA PARTE.—EL CRETACEO.....	29
CAPITULO I.....	31
a. Parte septentrional.....	31
b. Región de Zoco el Arbaa.....	38
c. Presa del Uad Lau.....	40
d. Macizo del Yebel Sugna.....	40
e. Alrededores de Xauen.....	45
CAPITULO II.—PARTES INTERIORES DE LA ZONA CALIZA.....	53
a. Región al Norte de Uad Lau.....	53
b. Yebel Tazaot.....	57
CAPITULO III.—OJEADA GENERAL DE CONJUNTO.....	59
SEGUNDA PARTE.—EL NUMULITICO.....	67
CAPITULO IV.—EL LUTECIENSE DEL EXTERIOR DE LA CORDILLERA.....	69
a. Resumen de las observaciones anteriores por el NO. del Rif.....	69
b. Nuevas observaciones.....	70
CAPITULO V.—EL LUTECIENSE DE LA CORDILLERA CALIZA.....	77
a. Yebel Garra.....	77
b. Yebel Gorgués.....	78
c. Macizo del Kelty.....	83
1. Parte septentrional.....	83
2. Babat.....	84
3. Tamalut.....	87
4. Yibala.....	87
d. Parte Sur de la garganta del Uad Lau.....	89



1. Xauen .....	89
2. En el autóctono .....	91
3. Elementos arrastrados .....	95
CAPITULO VI.—RESUMEN .....	99
CAPITULO VII.—EOCENO SUPERIOR Y OLIGOCENO EXTERIORES DE LA CORDILLERA CALCAREA .....	103
a. Pista de Beni Aros .....	104
b. Zoco el Arbaa .....	105
c. Bab Taza-Y. Amatras .....	110
d. Región Iguenduzen-Ben Daued-Asifan .....	112
e. Uad M <sup>o</sup> Ter-Punta Pescadores .....	114
CAPITULO VIII.—EOCENO SUPERIOR Y OLIGOCENO DE LA CORDI- LLERA CALCAREA .....	119
a. Flysch marginal entre Ben Karrich y el macizo de Beni Raten .....	120
b. Borde de la cordillera hacia Zoco el Arbaa .....	122
c. En el interior del macizo del Kely .....	124
d. Flysch del Uad Lau .....	125
1. Aspecto geológico de la región .....	125
2. El flysch de estas regiones .....	127
f. Borde externo de la cordillera calcárea al S. de Xauen	135
g. Bab Tizi Mandu .....	140
h. El numulítico al Este del macizo de Y. Magu .....	142
i. Macizo de Y. Tazaot .....	143
j. Alrededores de la cumbre de Y. Tazaot .....	145
k. Región del Uad Farda .....	147
l. Región de los Beni M'hamed .....	148
m. El numulítico a la altura de Bab Taza .....	150
n. Flysch del Uad el Had .....	156
CAPITULO IX.—EL FLYSCH TRANSGRESIVO SOBRE LA ZONA PRI- MARIA .....	159
CAPITULO X.—BOKOYA .....	161
a. Luteciense .....	162
b. Eoceno superior y Oligoceno .....	163
Resumen .....	164
CAPITULO XI.—BOSQUEJO PALEONTOLOGICO DE LAS FAUNAS DEL CRETACEO SUPERIOR Y DEL NUMULITICO (por D. Luis Doncieux)	167
Cretáceo superior .....	168
Eoceno medio .....	172
Eoceno superior y Oligoceno .....	175
CAPITULO XII.—RESUMEN Y CONCLUSION .....	183
Cretáceo .....	184
Numulítico .....	187
Transgresividad del luteciense .....	187
Límite superior del flysch numulítico .....	192
Paleogeografía .....	192

## INDICE DE FIGURAS

	Páginas
Fig. 1. —Esquema general del NO. del Rif español .....	24
2. —Esquema de la región de Ben Karrich-Uad Kerikera-Uad Taranes .....	34
3.—Corte-interpretación desde la cordillera calcárea, al O. de Beni Ider .....	36
4. —Detalle del flysch del pie S. de Y. Sugna .....	41
5.—Corte por el puerto de Sidi Binaya .....	42
6.—Corte esquemático del Y. Jesana .....	44
7.—Corte de la falda del Y. Kelaa por el santón de Sidi Abd el Kader .....	46
8.—Detalles del flysch al N. del santón de Sidi Abd el Kader	50
9. —Dos cortes del Cretáceo superior de la Cudia Chantus .	54
10.—Corte al pie Este de Bab Tilicht .....	55
11.—Corte según el U. de Exila .....	70
12.—Dos cortes a través del Y. Gorgués .....	79
13. —Croquis del puerto de D. Jarjor .....	80
14.—Corte de la Fuente de Aïn Guran .....	81
15.—Corte a través de Bab Tilicht .....	84
16.—Marcha esquemática del numulítico por debajo del macizo de Cudia El Babat .....	85
17.—Ladera Sur de la Cudia El Babat .....	86
18.—Corte por la región de Güentes .....	88
19.—Detalle de los niveles de conglomerados de la ladera O. de Y. Kelaa .....	90
20.—Corte por el primer barranco al Sur de Ras el Ma .....	90
21.—Flysch de Dahar el Selfa .....	92
22.—Corte según el crestón de Y. Serrera-Y. Audal .....	106
23.—Corte al Sur de Exila .....	107
24.—Croquis del frente de los cabalgamientos del Uad M <sup>o</sup> Ter	115
25.—Corte del U. Taranes .....	121



Fig. 26.—Macizo del Y. Izmamen-Hafa Tiret y entrada de la garganta del Uad Lau...	126
› 27.—Cortes del macizo de Y. Izmamen	127
› 28.—Croquis de la divisoria del Y. Aiden, con 5 cortes.	132
› 29.—Detalle de un corte de la figura 28	133
› 30.—Corte del flysch que domina Imdenen	134
› 31.—Repartición del flysch en el macizo de Xauen	137
› 32.—Corte del Oligoceno por el puerto de Bab Tizi Mandu.	140
› 33.—Corte del saliente de Hafa Tiret	143
› 34.—Corte por el saliente de Agan	144
› 35.—Borde del macizo de Y. Lexhab	152
› 36 a.—Croquis del afloramiento de Bab Amaregaut	152
› 36 b.—Cortes del Fahç de Uta del Melaab	153
› 37.—Corte del flysch de Bab Amaregaut	153
› 38.—Cortes por el valle de Uad el Had	155

ESBOZO GEOLOGICO DEL RIF  
 EN LA  
 REGION DE BOKOYA

POR

MAURICIO M. BLUMENTHAL

TRADUCCION DE

JOSE CANTOS FIGUEROLA

## NOTA IMPORTANTE

---

*Debido a la ausencia del autor y a las actuales circunstancias, no ha habido posibilidad de hacer las correcciones pertinentes, por lo cual no podemos responder de este trabajo, rogando al lector perdone las deficiencias que pueda observar, así como las fallas de impresión y de calidad del papel.*

**ESBOZO GEOLOGICO DEL RIF**  
**EN LA**  
**REGION DE BOKOYA**  
**POR**  
**M. M. BLUMENTHAL**

---

**A) GENERALIDADES**

---

**INTRODUCCION**

Los países poco conocidos ofrecen un gran aliciente para penetrar y cooperar a levantar el velo que los envuelve. Este era, sin exagerar, el estado en que se encontraba todavía en 1929 gran parte del Rif marroquí. En 1930 el autor tuvo la gran suerte de poder recorrer en compañía de sus amigos y colegas A. Marín y P. Fallot grandes extensiones de esta cordillera, excursión que esbozaba el plan de una exploración más completa, a la cual se han dedicado los dos años consecutivos estos últimos sabios. Deseoso de ampliar las observaciones hechas, bien sobre terreno africano, bien ibérico, y queriendo unir desde una dirección opuesta los trazados de mis colegas, he visitado trozos más orientales de la cordillera en enero de 1932; para dar idea del cambio político que han sufrido estas comarcas, voy a contar que he podido recorrer durante tres semanas por un procedimiento primitivo pero racional, «mochila a la espalda y martillo en mano», la región situada entre la «Alta Cresta», las cordille-

ras del Bokoya y algunos trozos del «Alto Kert»; algunas comunicaciones preliminares se refieren a ello.

Como parte esencial estas páginas contienen las observaciones hechas en ese tiempo en Bokoya. No podían ser consideradas más que como un primer esbozo para preceder a los trazados más exactos a base del nuevo mapa a 1 : 50.000, cuya parte del Bokoya estaba ya a mi disposición. Cuanto mayor era el intervalo desde los días sobre el terreno y se retardaba más el desarrollo de las notas, mayor era la insuficiencia de estas últimas; se suscitaban nuevas cuestiones, de modo que el valor real podía estar puesto en duda. Si ofrezco de todas maneras estas observaciones al Instituto Geológico y Minero de España es porque pueden fructificar en el intercambio de ideas, que en lo que se refiere al Rif no son del todo concluyentes.

Es un deber agradable el recordar aquí las bases prácticas y científicas que he encontrado. Mi agradecimiento se dirige sobre todo a los Sres. P. Falot y A. Marín, que no se han cansado nunca de ofrecerme sus servicios prácticos y científicos; de la misma manera estimo grandemente la intervención de los Sres. L. Doncieux, de Lyon, y M. Gortani, de Bologna, en materia estratigráfica, como también recuerdo agradablemente la hospitalidad que me concedieron las autoridades militares como el comandante M. Santa Cruz y el coronel Sánchez, en Villa Sanjurjo.

## LOS RASGOS GENERALES DE TOPOGRAFIA Y MORFOLOGIA

En el conocimiento de las cordilleras que han surgido de la zona orogénica alpina en su sentido más amplio, el de la cadena del Rif de Marruecos septentrional constituía hasta hace poco un vacío importante. Únicamente se la divisaba desde lejos y se sabía que separaba con una curva bien acusada al Mediterráneo de la meseta marroquí, pero su sistema orográfico en detalle era desconocido. Este estado ha cambiado casi de repente; se comenzó a conocer estas cadenas durante las últimas guerras rifeñas (1925 a 1927). Se divulgó el conocimiento del país por los mapas topográficos trazados con gran prontitud. El mapa francés a 1 : 100.000 (y reducción a 1 : 200.000) hecho según el levantamiento aerofotográfico sirvió mucho para conocer el macizo montañoso. El mapa español en escala 1 : 50.000, trazado después, es más completo y exacto, lo que sirvió para que a fines de 1931 fuera bien conocida la cordillera del Rif. Estos trabajos, ejecutados con tanta prontitud, no pueden menos de producirnos una gran admiración.

En lo que acabamos de manifestar hemos aplicado ya el término *El Rif* al sistema orográfico comprendido entre la costa de Ceuta y la zona de tipo tabular del Muluya inferior. Esto constituye una generalización de la verdadera denominación indígena «er Rif», siendo aplicada a una zona más reducida de la costa en la parte central. Esta ampliación de la zona abarcada por dicho término ha sido adoptada en la geografía descriptiva; comprende el

conjunto montañoso que está limitado en el Este por la región tabular de los confines argelino-marroquíes, separándolo del sistema teliense de Argelia, mientras en el Sur se extiende la Meseta Marroquí desde el «Couloir de Taza» hasta el Rharb, lindando al Atlántico; su final está hacia el Oeste, después de su curva bien determinada hacia el Norte, en el Estrecho de Gibraltar.

En este estudio sólo nos ocuparemos de una parte muy reducida de esta cadena de unos 330 kilómetros de longitud. Si convenimos en dividir la curva entera del Rif en unos trozos convencionales: en un *Rif occidental*, un *Rif central* y un *Rif oriental*, nos encontramos que la cadena del Bokoya que nos ocupará está en la parte oriental del Rif central. Así limitamos al Rif central en el E., por el meridiano que indican los ríos Uad Nkor y Uad Msun, mientras que en el Oeste los valles del Uad Lucus y del Uad Lau pueden determinar la linde del Rif central.

Como ya hemos dicho, el *Rif de Bokoya* ocupa el extremo del Rif central alzándose sus faldas rocosas al Oeste de la Bahía de Alhucemas, en la que desemboca el Uad Nkor (\*). Destaca esta región al Oeste de la ensenada mencionada, por su relieve más accidentado entre colinas más suaves que la lindan al Sur. Es en su parte esencial una cadena calcáreo-dolomítica que flanquea en dirección E. NE.-O. SO. al Mediterráneo y alcanza unos 40 kilómetros de longitud con 7 u 8 de anchura entre la Bahía de Alhucemas y el Uad bu Frah, que la separa de la parte restante del Rif central.

(\*) En la toponimia seguimos al mapa español 1 : 50.000, que abarca nuestra región con las hojas 12<sub>1</sub>, 11<sub>4</sub>, 11<sub>3</sub> y 11<sub>2</sub>. Sin embargo, es de notar que la toponimia a veces parece ser errónea y además es generalmente antiárabe, lo que tendría que ser revisado.

Designamos el complejo entero como la cadena del Bokoya, apreciando que este uso del término, aplicado en un sentido morfológico, se aleja ligeramente del concepto etnográfico, que se aplica más a la parte oriental e interior donde reside la tribu berberisca de este nombre. Colinas más suaves rodean al Sur al terreno de las calizas y están constituídas por una sucesión de capas arenoso-margosas representando el flysch terciario o cretáceo, formación que bordea toda la cadena calcárea del Rif entero (la «chaîne calcaire» de los autores) desde el Estrecho hasta la bahía de Alhucemas. Su porción interesando nuestra comarca, la podemos llamar la región de Beni Uriaguel, según el nombre de la tribu más importante que puebla los «dahars», entre la cadena alta y la profunda hendidura del valle del Uad Ghis que delimita al Sur con una línea natural nuestra zona de investigación (fig. 1).

La propia *cadena calcárea del Bokoya*, el espinazo morfológico de la región, comparándola con el sector principal del Rif entre Tetuán-Xauen y el Uad Mter, tiene el aspecto de una repetición reducida del tronco principal del Rif, del que la separa la región del flysch del Uad Uringa-Mestasa.

Igualmente como en su análogo de mayor tamaño, la topografía y aspecto fisiográfico es bastante sencillo en la cadena del Bokoya. Carecen estos macizos de un sistema complicado de valles de origen distinto. La erosión se ha efectuado de manera más simple, formando líneas de carácter consecuente que se dirigen hacia su base de erosión: el Mediterráneo; caen de una altura de 400 a 600 metros con un desnivel fuerte hacia el mar, como es el caso de los barrancos cortos que se originan en la vertiente septentrional de la cadena. Pero también los cursos fluviales que nacen de las alturas redondeadas del flysch

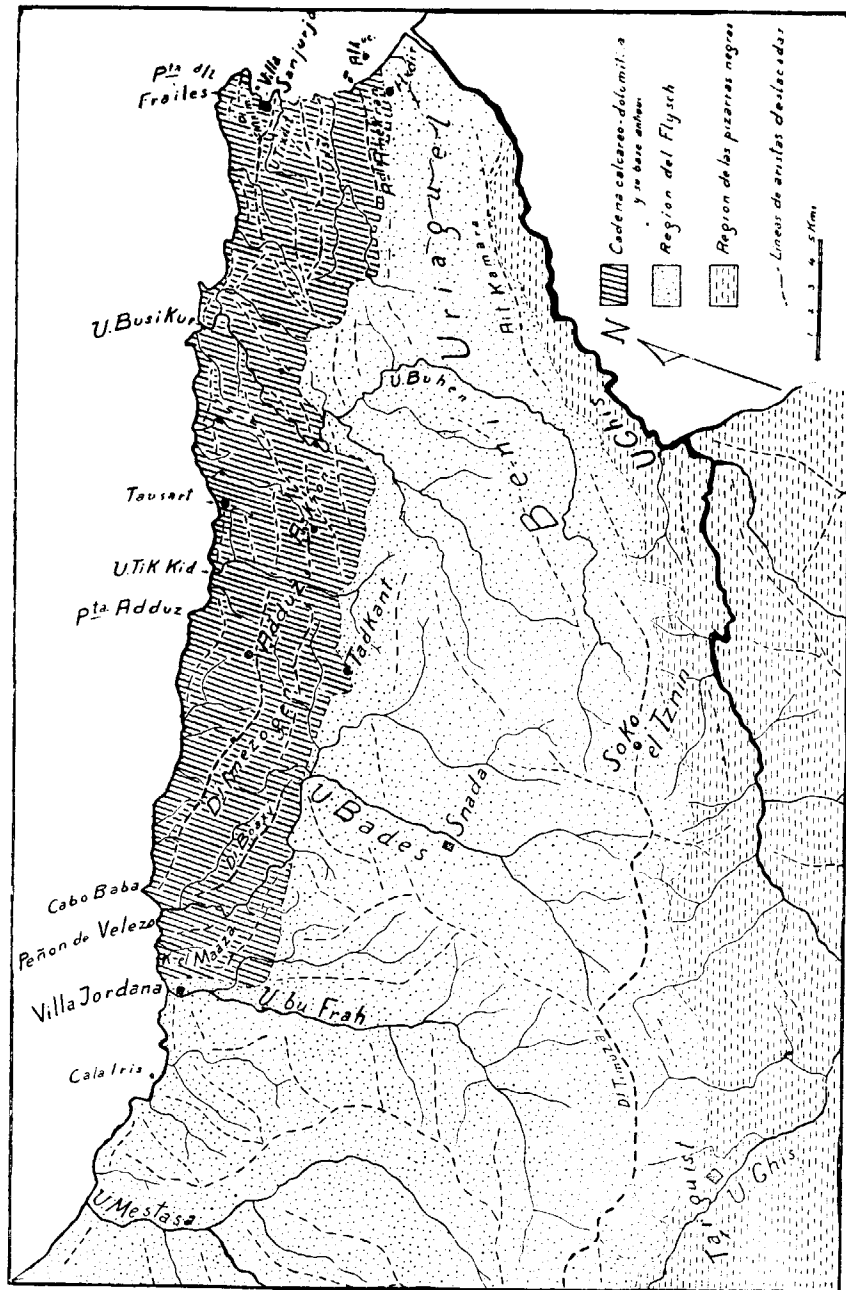


Fig. 1.—Esbozo fisiográfico del Bokoya y de la región limítrofe

del lado Sur de la cadena, están determinados por la base marítima del Norte. Así vemos atravesar la cadena al Uad Busikur con su afluente el Uad Buhen y algo más al Oeste al Uad Tik Kid, ambos atravesando la cadena en gargantas estrechas. Asimismo, el Uad Badés, formando el valle más importante de la región, desplaza mucho hacia el Sur el límite hidrográfico con el Uad Ghis, estando aquél acercado al flanco septentrional inmediato de este último río y originando así una situación muy asimétrica del cauce del río en su cuenca hidrográfica. Más al Oeste, donde ya la cadena calcárea queda eliminada en la zona costera, el Uad bu Frah abriéndose en las arenas y margas del flysch un valle más amplio y bifurcándose en una ramificación típica, aleja el consiguiente desagüe hacia el Mediterráneo hasta la cadena central de Targuist.

De esta disposición hidrográfica reconocemos la influencia de la base mediterránea hasta una anchura de 20 kilómetros (en el Oeste), reduciéndose ésta a la mitad y acercándose a la Bahía de Alhucemas; cortan pues los ríos el obstáculo considerable de la cadena calcárea, hecho que podemos calificar como efecto de antecedencia; la disposición primordial era, por lo tanto, la de valles consecuentes, guiada en cierto modo por el buzamiento predominante hacia el Norte.

Además de estas líneas hidrográficas, puestas de relieve arriba, es claro que en un complejo plegado la dirección de sus capas y de sus formas estructurales imprime a la región el alineamiento más característico de sus elementos fisiográficos. Eso es para la cadena bokoyana el rumbo O. SO.-E. NE. (o parcialmente O.-E.), dirección que siguen varios trozos de los ríos ya mencionados (Uad Badés). En cierto modo esta concordancia prevalece en el

sector más oriental del Bokoya, donde se acentúa también un apretamiento de los elementos tectónicos. Conforme a la intercalación de zonas pizarrosas (flysch y paleozoico), los pequeños cursos del Uad Isli y Uad Tixdit observan allí justamente este rumbo, desembocando en la costa transversal de Axdir.

El alineamiento de las sierras, por cortas que sean, de nuestra comarca es lo que más concuerda con el rumbo geológico prevaleciente. Vamos a concebir primeramente el conjunto. Destaca muy expresivamente el borde meridional de la cadena calcárea, levantándose ésta sobre la depresión que ocupa el flysch que la linda al Sur. Separa esta línea dos paisajes de aspecto muy distinto: en el Norte las lomas y cumbres alargadas de pendiente bastante fuerte (dolomía y caliza liásica); al Sur una altiplanicie bastante cortada por la erosión y atravesada por colinas redondeadas que se alzan hacia el Sur en extensas alturas, no inferiores al terreno calcáreo (Ait Kamara y Ait Secrit); sin embargo, aquí falta, conforme a un plegamiento menos ordenado, la alineación O. SO.-E. NE. que prevalece en la cadena bokoyana. De esta manera se opone el país poblado de los Beni Uriaguel (la región del flysch) a la cadena jurásica, siendo ésta de posibilidades colonizadoras muy inferiores y a veces de carácter salvaje pero más pintoresca.

El aspecto y la altura de las montañas varía considerablemente según el espesor de la capa mesozoica, que recubre el macizo antiguo de pizarras paleozoicas dependiendo también del aumento del material dolomítico en ésta. Así, de los dos lados del curso inferior del Uad Badés, se encuentran los macizos más altos y cortados, de pendientes abruptas, en que participa la dolomía de una manera preponderante; sus aristas, de 500 a 700 metros,

culminan en el Y. Imezoguen, con 753 metros, formado de calizas tabulares y siendo el punto más alto del Bokoya. Mientras en la parte central las lomas altas, sobre las cuales se retiran con preferencia algunas poblaciones—Adduz sobre pizarras paleozoicas, Askron sobre las areniscas del Permo-Trías—están entre las elevaciones medias de 500-600 metros, el Este muestra la tendencia de bajar hacia la Bahía de Alhucemas; allí el Y. Malmusi y el Monte Palomas dominan con 300 y 496 metros, respectivamente, el horizonte de Villa Sanjurjo.

Una incisión bien destacada altera la cadena calcárea en la región del Uad Busikur. En unos cuatro-cinco kilómetros el flysch, y también su relieve, avanza hacia el Norte, estrechando la faja caliza a dos-cuatro kilómetros. Nos aprovechamos de este hecho, que tiene su importancia estructural, y separamos por allí la cadena entera en dos sectores, ligeramente desiguales. En una nota dirigida a la Academia de Ciencias de París (4) tratando en rasgos generales la estructura del Bokoya, el autor designaba la parte al Este como el sector de Axdir y la otra como el sector del Uad Badés, división que adoptaremos en lo sucesivo.

Después de haber esbozado algunos rasgos de la fisiografía del interior del Bokoya y de su ante-país de los Beni Uriaguel—aunque sea de pasada—comprobamos que la demarcación exterior del terreno en consideración, no sólo en el Norte sino también en el Sur, queda delimitada por determinadas líneas de carácter puramente erosivo. No concuerda la costa mediterránea con una falla, ni en un sentido general ni por detalles—interpretación que naturalmente no excluye que el mar oculte a poca distancia los disturbios que le han procurado su presencia—. Con atrevidos acantilados que forman principalmente en-

tre la punta Adduz y el cabo Baba una costa brava, en el sentido más adecuado de la palabra, la serie liásica hace frente al mar, y en el sector de Axdir por debajo de ella, las pizarras antiguas, extremadamente torcidas y plegadas, aparecen y avanzan en promontorios formados por los testigos de la formación calcáreo-dolomítica en el Mediterráneo.

De modo análogo lindamos al Sur a nuestra comarca con una línea puramente erosiva. Allí destaca el valle del Uad Ghis, que se encuentra encajado en la serie de pizarras negras, formación propia del Rif central, y siguiendo en poca distancia al contacto de esta formación con el flysch de los Beni Uriaguel. El Uad Ghis es un río que no obedece, como los anteriores ya mencionados, a un desenvolvimiento consecuente, pero tiene en términos generales una disposición obsecuente, siguiendo siempre la formación de las pizarras negras, que por cierto están tan plegadas que este término geográfico apenas puede ser aplicado. Su flanco izquierdo asimétrico y más pendiente es la zona en que este sistema fluvial está por su fuerza erosiva más potente, cortando y robando el terreno a la región de Beni Uriaguel.

En íntima relación con el suelo y su desarrollo está la distribución de la población, vegetación y cultivo. El propio Bokoya montañoso tiene una población muy escasa que se concreta principalmente a las zonas del afloramiento de pizarras paleozoicas: Insulien, Tausart y Adduz; las alturas de las calizas tienen un «monte bajo» del tipo mediterráneo.

La aglomeración más importante se concreta a la bahía de Alhucemas, donde las vías de comunicación determinaron la fundación del centro indígena (Axdir), como en el año 1925 la de Villa Sanjurjo, centro de colonización

española. Una población algo más densa está acondicionada sobre el terreno del flysch, apto para el cultivo de los cereales; el indígena que puebla en «dahares» pequeños y aislados estas colinas, es bien conocido en la historia moderna del Protectorado por formar la tribu más valiente y guerrera de los berberiscos del Rif: es la cabila de los Beni Uriaguel.

Está claro que una región en la que el establecimiento de su topografía es una adquisición muy reciente, no tiene larga historia de su conocimiento geológico. Sin entrar en una ojeada retrospectiva, que sobre todo tendría que ser del Rif entero, solamente algunas fechas serán mencionadas y antepuestas al capítulo tectónico.



## **B) LA SERIE ESTRATIGRAFICA**

---

### **I. EL PALEOZOICO**

La base antigua de las formaciones superpuestas y mesozoicas del Rif, por entero forma una unidad aparente. Pero tal reunión abarca una serie estratigráfica bastante compleja y no es más que un recurso por razones prácticas el de unificarla de tal manera, visto que una separación en distintos tramos tropieza aun en la imposibilidad de poder basarla en reconocimientos de carácter estratigráfico y paleontológico. Hasta el techo del sistema antiguo ningún contenido orgánico informa sobre la edad precisa de la sucesión preponderadamente pizarrena, lo que justifica una cierta simplificación estratigráfica.

Es conocido que en la parte del Rif lindando al Mediterráneo, reina un acuerdo completo en la composición y sucesión estratigráfica de la serie antigua, que se aplica igualmente al macizo bético de Málaga, hecho que ya fué expuesto en varias notas (26, 2). Este macizo y el tronco antiguo de la costa rifeña entre Ceuta y Punta Pescadores se parecen casi como si fuese uno la imagen reflejada del otro. La formación de los gneis en su estado muy esquistoso, a veces glandular y con nidos de cordierita, las micacitas hacia la parte de arriba seguidas por filitas

ricas en cuarcita filoniana y en su parte inferior probablemente representando ya al Cambriano, todo este conjunto representa a ambos lados del Mediterráneo la sucesión inferior, en la que con el conocimiento actual no pudimos establecer una discordancia regional.

El complejo montañoso del Bokoya, en cierto modo representando un Rif de tamaño reducido, carece de esta parte inferior del macizo bético-rifeño de que acabamos de enumerar algunos constituyentes, pero el hecho de que falte la propia serie estrato-cristalina en los afloramientos de nuestro sector del Rif no elimina la comparación con la base antigua de la cadena entera, porque indudablemente completan las micacitas en el yacente al paleozoico semi-metamórfico que en el Bokoya vuelve a presentarse con los mismos caracteres litológicos que en el propio macizo bético-rifeño. La larga participación del paleozoico rifeño en la base de las calizas jurásicas, hasta ahora desconocidas, es un hecho que puede sostener la idea de la existencia de un caparazón primordial y coherente, integrado después de los movimientos alpinos.

**Extensión y composición.**—Distinguimos cuatro zonas donde predominan las formaciones paleozoicas:

- 1.º La zona de Tala-Yusef-Villa Sanjurjo.
- 2.º La zona de Adduz.
- 3.º El manchón de Peñón de Vélez, y
- 4.º La zona Tadmak-Uad bu Frah.

La significación de cada una nos ocupará en el capítulo sobre la tectónica y aquí no haremos más que resumir sus caracteres litológicos y su posición estratigráfica. En este asunto partimos lo mejor de la faja que se extiende a lo largo de la costa septentrional entre Cala Quemada y puerto de Villa Sanjurjo hasta la desembocadura del río

Busikur. Esta zona del paleozoico (primero de la lista), situada en el sector de Axdir, puede servir de prototipo, de modo que nos bastará añadir pocas palabras refiriéndonos a los otros afloramientos.

**1. En el sector de Axdir.**—El alto grado del plegamiento no permite reconstruir un corte estratigráfico normal y continuo de la serie pizarreña que incluimos en el paleozoico, sin saber donde fijar su base. Por lo tanto, es casi inútil evaluar su espesor, y solamente observaremos que en vista de su reducida superficie abarca probablemente una fracción pequeña de lo que se encuentra en el propio macizo rifeño.

Las faldas de Tala Yusef muestran como capas preponderantes una serie de pizarras (filitas) de color gris verdoso y pardusco, algo cloríticas y de fractura más bien oscura; están intercaladas de bancos de cuarcita, principalmente de tonos claros y muy quebradas; hay otras capas alternando con las pizarras, que se deben clasificar como grauwaekas, y son de superficie verdoso-pardusco, color muy corriente, pero siendo efecto de la desintegración de este clima árido; tampoco son raras las transiciones de estas rocas en conglomerados de cuarzo lechoso y cemento algo esquistoso. Diciendo esto incurrimos ya casi en la descripción de la formación paleozoica de los Montes de Málaga, enumeración en la que queremos aun hacer resaltar algunas intercalaciones de carácter más típico para subrayar la analogía estratigráfica con el macizo bético-rifeño.

**1.º *Grauwackas con plantas.***—Raras veces los bancos de grauwaeka ricos en finas laminillas de mica encierran restos vegetales, como son algunos tallos de forma dichotoma, sin que haya sido posible determinarlos a falta de

materiales suficientes. Su carácter es igual a los que cita el autor procedentes de Gibralfaro (Málaga 1, pág. 77); la falda entre Punta Tazarut y Lala Maimuna también los suministraba.

2.º *Planitas* (dünnbankige Kieselschiefer, 1, pág. 72).— Intercalándose entre las pizarras se repiten bancos delgados (son raras las observaciones) de una roca silícea de grano extremadamente fino y que varían del color verdoso al azul negro, alternándose estrechamente capa con capa, y aptos para formar plegamientos de pequeño radio; su superficie, alterada en sustancia arcillosa, presenta una coloración blanquecina, mientras que las capas silíceas muestran a menudo películas finísimas de manganeso y hierro; un estudio microscópico de estas rocas quizás pudiese descubrir la presencia de radiolarios. En el Bético parece ser regla general que estas capas silíceas se encuentran con preferencia en los niveles altos de la serie paleozoica, lo que parece ser también el caso en el Bokoya.

3.º *Calizas alabeadas* (compárese 1, pág. 57).— Suele el autor designar con este término a una sucesión de calizas mal estratificadas de color apenas negro o azul oscuro en la fractura y alternando con pizarras, con las que tienen transición. Su desarrollo principal caracteriza la parte superior de la serie antigua, donde se califican más bien como una facies que como un tramo estratigráfico y bien fijado a un nivel determinado; donde quiera que se presentan estas calizas se hacen notar por el trastorno considerable que han sufrido entre las pizarras que las incluyen, estando tanto más acentuado cuanto que ordinariamente las calizas no representan fajas normalmente depositadas como capas regulares, sino forman más bien lentejones o intercalaciones de reducida extensión; estas

condiciones son la causa del aspecto tan irregular y retorcido—alabeado—provocado por los movimientos que suelen mostrar estas calizas paleozoicas.

La utilidad práctica de estos sedimentos pizarroso-calcareos para una orientación general en la sucesión estratigráfica se deduce ya de su gran repartición en condiciones análogas. Durante sus extensos recorridos en terreno bético-rifeño el autor los apercibía desde la provincia de Murcia, y siguiendo el complejo de la entidad de Málaga atravesando la curva de Gibraltar y el Rif occidental hasta la Bahía de Alhucemas. El sitio más abordable y bastante típico donde aflora este tramo en el paleozoico del Bokoya es la playa de Cebadilla. Bajando la vereda que une la playa con el alto borde donde está el monumento conmemorativo del desembarco del ejército, se ve la serie de calizas negras veteadas, algo micáceas y alternando con pizarras y areniscas de aspecto antiguo. Con especial atención encontraríamos a estas capas a menudo, sin duda alguna, en nuestro paleozoico, aunque tengo la impresión de que están presentes en mucho menores proporciones que en la región bética. En su lugar tiene gran importancia en el sector de Axdir otra formación o facies calcárea que designamos con el nombre de *La caliza de Malmusi*.

4.º *La caliza de Malmusi*.—Toma esta denominación por su desarrollo en el Yebel de este nombre, que domina la capital española Villa Sanjurjo. Por su vecindad con las formaciones mesozoicas ha sido considerado por los observadores que me precedieron como Liásico (Russo) o como Jurásico en general (Marín). Visto el interés estratigráfico que acompaña a estos mogotes de aspecto tosco hay que observar algo más su composición y repartición.

La costa dentada que flanquea al Oeste la Bahía de Alhucemas es bastante compleja y variada según el carác-

ter litológico de sus calizas y dolomías, que la dividen en una sucesión de calas pintorescas (fots. 1 y 2). El levantamiento geológico, que atribuye a las formaciones calizas de esta costa a un sistema uniforme, es esquemático (30) y fácil de reformar. Uno de estos promontorios más salientes es el Morro Viejo, que lleva la Estación Radio-telegráfica, formando un mogote morfológicamente bien distinto de aquellos otros que están constituidos por capas mejor estratificadas y perteneciendo al Triás o Lías. En las alturas que separan Villa Sanjurjo del valle del Uad Tixdit se distingue una caliza que cambia a menudo de aspecto; por lo general es una roca tosca, de tonos azul claro y de grano grueso (caliza cristalina); su aspecto varía entre el de bancos bien estratificados y masas, en las cuales es inútil buscar una estratificación (fot. 3); hay que hacer constar que todas tienen una transición a roca marmórea, que toma una estructura sacaroidea y aparece en manchas de color blanco o azul, a veces también de aspecto fajeado y además cruzado por finas líneas negras arcillosas (Entmischungshäute). Muy distinto de este aspecto más bien preponderante es la variación hacia tonos oscuros, amarillo-parduscos, presentándose en nidos o manchas de reducido tamaño y exhibiendo a veces una sustitución por hierro carbonatado.

De interés especial son dos variaciones de la caliza de Malmusi, que distinguimos con el nombre de

- a) El tipo de *calizas en plaquitas* y
- b) El tipo *brechoide colorado*.

Añadimos aun su descripción porque estas variaciones deciden de la posición estratigráfica de todo el piso.

*ad. a).* Contemplando los toscos macizos de la caliza del Malmusi se podría sospechar por un momento que esta formación quede más o menos aislada como una

«klippe» (escama) por encima de las pizarras que lo rodean, tal como nos sorprende su presencia en el suave terreno de las pizarras, allí variablemente coloreadas y algo sericíticas; naturalmente este contraste parece estar aun aumentado por las intensas plegaduras que han separado por movimientos diferenciales a dos formaciones de distinta plasticidad.

Sin embargo, un estudio más detenido hace ver sin duda alguna al visitante que la tosca formación de las calizas está unida e intercalada en la sucesión filítica. De ambos lados de la arista calcárea, lindando al Sur de Villa Sanjurjo, se observan colores azules, pardos y verdes en la formación pizarreña que recuerdan a la gama de colores del flysch abigarrado o del Triásico (\*); en esta serie de pizarras paleozoicas encaja la caliza de Malmusi y lo hace en forma de unas «calcaires en plaquettes» como se podría llamar en francés a estas capas delgadas o tablillas. Lo mejor es estudiar esta zona de transición al margen del pequeño promontorio que separa la Cala Quemada de la Cala de los Islotes. En unos dos metros de espesor los bancos macizos están seguidos por capitas delgadas más o menos metamorfizadas y ferruginosas que se pierden a continuación en los esquistos abigarrados.

Se comprueba así que se trata de una intercalación litológica y no de una superposición discordante o anómala. La caliza de Malmusi representa entonces una facies *sui*

(\*) Esta semejanza parece haber inducido a D. A. Marín, en su primer esbozo de los alrededores de Villa Sanjurjo (24, pág. 20), a atribuir esta formación al Triásico, aunque con ciertas reservas, formando apoyo a la caliza de Malmusi, considerada por consiguiente como jurásica. Sin duda alguna la formación triásica está allí presente (cito la cantera de yeso de Y. Malmusi), pero su repartición corresponde más bien a aislados manchones parcialmente pellizcados en la serie de las pizarras antiguas.

*generis* en el sistema pizarreño y, reconocida la edad de éste, nos permitirá atribuírsela a aquélla.

*ad. b).* A menudo se transforma la caliza azul en una formación brechoide o semibrechoide mientras que la roca queda irregularmente veteada por delgadísimas capas arcillosas, cambiando la brecha de color casi en cada muestra, siendo unas veces rosáceo, otras pardo, pero formando con preferencia una pátina sombría.

Es típico que los restos orgánicos de la caliza de Malmusi han sido encontrados solamente en esta variación coloreada que es más bien de escasa extensión, formando unos lentejones aislados. Recurrimos a ella para la discusión de la edad estratigráfica.

**2. En el sector del Uad Badés.**—Examinando la composición del paleozoico del Bokoya, nos hemos referido a la zona alargada que aflora entre la Bahía de Alhucemas y el Uad Busikur (1.º de la numeración de la página 16). Separado a lo largo de este río por un «puente» de formaciones más modernas, el mismo paleozoico vuelve a surgir de nuevo en los campos de Tausart y forma una faja estrecha desde esta cabila en la dirección general de las capas, que de nuevo termina cerca del poblado alto de Adduz (2.º de la misma). No cabe dudar de que ningún disturbio tectónico produzca en esta zona la aparición de pizarras del flysch, como se tiene que deducir del levantamiento anterior de esta comarca (30); en realidad no se trata de un flysch metamórfico, sino de la serie paleozoica en que afloran las grauwackas, los esquistos de tonos gris pardo a verde olivo, y en una zona, entre Sidi Md. Zecri y la Zauia de Tikkid-Sidi Hach Hasun, las bien conocidas «calizas alabeadas» comprueban aun el hecho de la presencia de la base antigua; las calizas de

Malmusi no se han encontrado ni aquí ni en las otras manchas paleozoicas más al Oeste.

La importancia que tiene la base paleozoica en los elementos estructurales del Bokoya se puede deducir principalmente de su larga participación en la parte más occidental de nuestro sector (4.º). Incluyendo, por de pronto, al Permo-Trías rojo en el conjunto antiguo, con el que siempre tiene relación íntima por plegamiento, se comprueba que hay una faja de quince kilómetros de longitud y que varía en anchura entre uno y dos kilómetros y medio de pizarras paleozoicas, que entre Tadvant e Izauaten en el Uad bu Frah constituyen un pedestal al Bokoya calcáreo y montañoso que se alza detrás de él. Ni aquí ni en Adduz se trata de una facies más metamórfica del flysch terciario; las ftanitas negras que observamos en el arroyo de Zeituna, las grauwackas y las cuarcitas, son los sedimentos más típicos del paleozoico.

Además extraña la presencia de un complejo paleozoico que contiene a las «calizas alabeadas» en la falda septentrional del Yebel Kanus el Maaza en la costa del Peñón de Vélez (3.º); destaca como núcleo pizarreño entre las dolomías y queda bordeado por un cordón rojo, a veces muy delgado, del Permo-Trías. Para terminar esta ojeada sobre las distintas fajas paleozoicas haremos constar la pequeña extensión—y en largas distancias la falta—del tipo de la «caliza de Malmusi», en que se concreta el mayor interés estratigráfico. Pero esta reducción en su volumen no debe de extrañarnos demasiado, visto que se trata aparentemente de una formación que se introduce más bien espontáneamente, hecho que unido a su aspecto tosco y macizo demuestra su origen como de un apilamiento local de vida orgánica con respecto a sus restos, hoy en su mayor parte disueltos.

**3. La edad estratigráfica.**—Son muy escasos los datos paleontológicos de la serie paleozoica, estado lamentable que iguala a la totalidad del Rif con los macizos andaluces. Por lo tanto, las atribuciones estratigráficas en la literatura precedente carecían de una base sólida. Como único punto de referencia figura en el Bokoya el tipo brechoide y rosáceo pardusco de la caliza del Y. Malmusi. Y la parte de ella que suministraba algunos fósiles no es más que un gran lentejón redondeado e intercalado en las pizarras, con las cuales está unido por aquella transición de capas delgadas ya descrita; en él se observan en gran número las cuñas de *Orthoceratidos*. Este lentejón está situado en la arista por donde pasa el camino desde El Janduk, por el arroyo de Talabudaden (fot. 4), hacia los «dahares» de Igaraiax (Insulien); mientras que la caliza del lado izquierdo de este barranco contiene los mejores fósiles, una intercalación más al fondo del lado derecho muestra la caliza de pátina pardusca y de fractura más rosácea, evocando mucho a las calizas silurianas encontradas en El Biutz del Rif occidental (26, pág. 667); allí se encuentran también cuñas de orthoceras hasta de un decímetro de tamaño. A pesar de lo precario del hallazgo de El Janduk, podría servir suficientemente para establecer el tramo del Siluriano, que hemos ya reconocido en el Bético, Ardales, etc. (1, pág. 76), y que concuerda completamente su facies y el modo de aparecer. El sabio profesor Michele Gortani (Bologna), el más competente en estas formaciones y en el que nos apoyamos al referirnos a Andalucía, tuvo la gran amabilidad de estudiar el material bokoyano y cree haber encontrado las siguientes formas:

*Orthoceras* cfr. *dulce*, Barr., y

*Orthoceras* cfr. *pleurotomarium*, Barr.

Insiste nuestro colega, además, en que la facies es igual al *Gothlandés* de la Cerdeña, de los Alpes Orientales (Alpi Carniche) o del Apenino de Carrara (\*) *lo que justifica el atribuir a estas calizas*, como se hizo en el Bético, *en el Siluriano superior, pudiendo así atribuir también esta edad a las «calizas alabeadas», que cuando están presentes ocupan generalmente un nivel muy próximo a las calizas con Orthoceras*. Hemos encontrado otros *Orthoceratidos* en una caliza oscura y brechoide en el mismo Y. Malmusi.

Basándonos, pues, en esta determinación y en las comparaciones litológicas (\*\*) resulta que las calizas de este supuesto Siluriano superior se alinean en la zona de Tala Yusef-Villa Sanjurjo en una dirección que corresponde en líneas generales a E. 20° N., constituyendo un rosario de rocas más o menos aisladas; mientras que son de tamaño reducido en la parte Oeste, ganan en importancia en la cadena del Y. Malmusi-Morro Viejo, dando a la costa de Villa Sanjurjo su aspecto bien determinado. Considerando, como ya se ha expuesto, el total del paleozoico bokoyano, no sobre algunos centenares de metros, podría deducirse que todas estas fajas representan la misma época en un sentido amplio, representando así ventanas del Siluriano dentro del recubrimiento mesozoico. Si es, por

(\*) A mi parecer, y según los estudios recientemente hechos allí, la comparación con la base antigua de los «Alpi Apuani» no es muy justa, visto que en el Apenino la columna estratigráfica es sensiblemente distinta. Mejor es la comparación con la Cerdeña meridional y los macizos cabileños.

(\*\*) Tengo que observar que la formación análoga en Argelia es considerada como Devoniano; no ha sido posible todavía aclarar esta divergencia. Véanse las observaciones sobre este asunto en el capítulo sobre las relaciones regionales.

lo tanto, posible el juntar al ordoviciense a unas pizarras que comportan bancos de cuarcita, resulta completamente hipotético atribuir algo al Cambriano. Además queda en pie la cuestión de si el *Devoniano* está representado en estas formaciones. La presencia de plantas podría hacérselo creer en vista de que su posición en formación siluriana sería insólita. Claro es que los problemas estratigráficos de nuestra comarca dependen y cambian según nuevos puntos de vista, introduciéndose en el conocimiento del macizo bético-rifeño entero.

## II. EL PERMO-TRIAS

La costumbre de reunir a las formaciones de facies terrestre y transgresiva que recubren una base antigua bajo la denominación de Permo-Trías, como diversos sabios lo han hecho para el Mediterráneo occidental, es una convención que implica una hipótesis (ver 1, pág. 86). Esta quiere indicar que los sedimentos muy clásticos, ordinariamente formados por conglomerados de cuarzo lechoso, rodados y cementados por arenisca roja y encontrándose sobre todo en la base del conjunto, pertenecen al Permiano o, por lo menos, derivan de su descomposición y re sedimentación, recubriendo en discordancia a las formaciones antiguas, dismanteladas por una erosión profunda; además, en la denominación de Permo-Trías están consideradas como triásicas, más bien werfenienses, las areniscas granudas, micáceas, y a menudo también conglomeráticas, y las pizarras arcillosas de color verde y violáceo,

encontrándose más bien en la parte superior del conjunto continuo. Seguimos aquí esta costumbre como en Andalucía y el Rif occidental, y no queremos más que hacer observar que unos signos paleontológicos, hasta ahora desconocidos, pueden decidir si hay realmente permiano o si todo el complejo se debe colocar en el Trías inferior (\*). Este conjunto clástico de color rojo es demasiado conocido y descrito, tanto en el Rif como en los macizos cabileños, para que sea necesario insistir de nuevo con detalle.

El citado Permo-Trías se encuentra muy extendido y de espesor localmente considerable, en todas partes donde las formaciones paleozoicas afloran. En el complejo de Tala-Yusef esas «manchas rojas» están distribuidas con bastante claridad y a menudo íntimamente incorporadas a los esquistos paleozoicos, de manera que es difícil el distinguir los esquistos antiguos de las capas arcillosas rojas o verdes del Permo-Trías. Hacia el Oeste (región de Zeituna), las areniscas rojas predominan y alcanzan un gran espesor, lo que no excluye el que existan reducciones repentinas y no queda más que una franja estrecha

(\*) Hay, sin duda, razones algo fundadas para reunir todo el complejo clástico y de color rojo en el *werfeniense* y buscar los depósitos del Permiano en la parte superior de la serie antigua, donde las intercalaciones de conglomerados están bastante repartidas, principalmente en el Bético y el Rif entre Ceuta y Tetuán. Sin embargo, este piso clástico no está separado por una discordancia regional y de carácter profundo de sus capas subyacentes. Más recientemente el autor podía reconocer el Devoniano medio en capas muy clásticas del piso antiguo superior en la costa de Marbella.

Así nos parece permitido suponer el Permiano en una formación francamente discordante y seguir hablando del *Permo-Trías* para los depósitos que originan del período continental que seguía al plegamiento herciniano, terminología a menudo usada relativo a la Meseta marroquí.

como en la costa del Peñón de Vélez. La distribución irregular sobre el suelo de deposición es la que se dibuja en estas circunstancias. En algunos lugares se entremezclan bancos de una arenisca cuarcitosa (Uad Badés, etcétera).

Es característico que el Permo-Trías del Bokoya, como el del Bético, del Rif central y de los macizos cabileños, muestren, en su parte que debe de ser ya considerada como Triásico, entonces bastante elevado, una facies que la distingue del Trías de los surcos que siguen al exterior de la cadena central. Las facies limoso-lagunares con depósito de yeso y sal no tienen en los macizos rifeños un papel determinado como es el caso en la zona subbética o en el Rif meridional; los sedimentos granudos, terrígenos, preponderan. Esto no quiere decir que el desarrollo yesoso salino no exista aquí; está a la vista de cada visitante de Villa Sanjurjo, tan pronto que entre y vea las explotaciones de yeso que se encuentran en las faldas del Y. Malmusi, donde los bancos de yeso, más o menos puro, alternan con arcillas coloreadas; además, pequeñas excavaciones muestran también la presencia del yeso en la cadena del Adrar Amekran. La posición tan próxima de esta facies triásica a la base paleozoica nos hace inclinarnos a la idea de que aquí el desarrollo de tales sedimentos, que se suele atribuir al keuper, esté ya presente en el werfeniense.

Los bancos superiores del Trías nos ocuparán brevemente al tratar de los límites entre el Lías y el Trías (ver página 32).

### III. EL LIAS

Los bancos jurásicos constituyen la parte esencial de las cadenas del Bokoya. Estas dan la estampa a todas las alturas y forman las escarpaduras que caracterizan nuestra región del lado del mar. A pesar de este desarrollo en la superficie y de las entalladuras profundas, la concepción de este gran complejo calcáreo dolomítico, bajo el punto de vista estratigráfico, es todavía muy insuficiente. Nuestras excursiones no fueron suficientes para descubrir restos orgánicos de utilidad, que sin duda deben de ser muy escasos. Sin embargo, la atribución de esta espesa sucesión de dolomías y calizas tabulares al Lías en su totalidad, no parece muy dudosa, apoyándonos en el desarrollo de esta formación en la cadena calcárea del Rif central y occidental. Tendemos, por lo tanto, a distribuir este complejo en unidades litológicas, lo que difiere de una división cronológica, en tanto que los diferentes sedimentos se substituyen lateralmente y no están francamente individualizados por ellos mismos para una separación clara.

**a) La base dolomítica.**—En términos generales, en la región estudiada las dolomías ocupan el nivel de la base. Si consideramos primeramente sus relaciones con las formaciones subyacentes, hay que tener en cuenta que los contactos cambian a menudo, lo que es debido principalmente a los efectos mecánicos que se manifestaban preferentemente entre una serie pizarrosa y el gran bloque de las formaciones calizas. Hay cortes que indican en



su conjunto una discordancia angular pronunciada entre las formaciones rojas subyacentes y las dolomías (por ejemplo Uad Badés); en el mismo río encontré contactos fuertemente dislocados que muestran los lentejones y fragmentos de dolomías más o menos calcificados, envueltos por todas partes por espejuelos y empotrados en las pizarras arenosas verdes y rojas del Triás.

Pero para las verdaderas relaciones de las dos formaciones debemos de atenernos a las regiones de más tranquilidad de la posición relativa. La costa pintoresca de Villa Sanjurjo es la que nos instruye suficientemente. El segundo de los pequeños promontorios, al SE. del Hospital de la Cruz Roja, cortado en su base por una falla, nos enseña que la sedimentación dolomítica se efectúa a medida que uno progresa de abajo a arriba en la serie roja triásica o, con otras palabras, que existe por lo tanto una *transición entre las dos formaciones*. El croquis de la figura 2 realiza, un poco esquematizado, los diferentes aspectos. Un poco más al SE. los bancos de dolomía de color claro y casi verticales que constituyen la Punta Palomas contienen areniscas claras y granudas interestratificadas entre las dolomías. Igualmente esta transición parece poderse aplicar al sector occidental; las pizarras rojas y verdes entre Zeituna e Itaft siguen la base de bancos dolomíticos y se insinúan aquí y allá entre ellos. La posibilidad de esas alternaciones de base representando un nivel rhetiense no está excluida; para un establecimiento más preciso las intercalaciones margosas y calizas merecerán en el futuro una especial atención.

Sin embargo, la noción de las dolomías como piso basal sufre numerosas restricciones. Una sucesión de bancos de cierto espesor de dolomía de pátina gris y de fractura de color oscuro, constituye las colinas de la península

del Morro Nuevo, al Norte de Villa Sanjurjo (fot. 1); la proximidad de las pizarras paleozoicas, aunque concurren algunas fallas, indica la posición basal. Por el con-

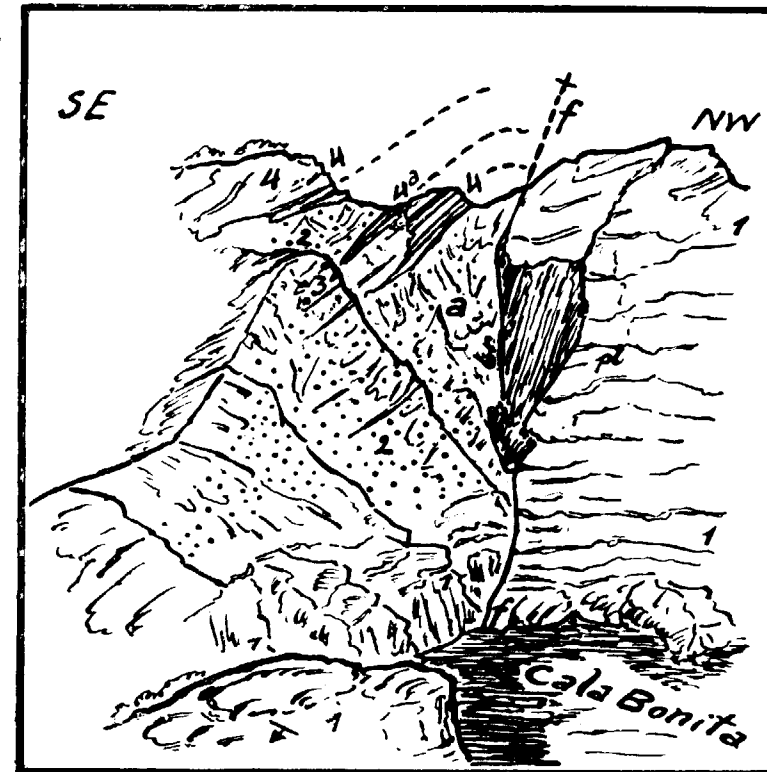


Fig. 2.—Escarpa al SO. del Hospital de la Cruz Roja. En el corte se ven bien las íntimas relaciones de las areniscas triásicas con la dolomía de la serie que forma la base.—1, Bancos de dolomías grises o amarillas; intercalación de partes calizas (base) muy veteadas de calcita con ondulaciones. 2, Areniscas triásicas rojas; paso a areniscas cuarzosas, blancas o verdosas, 7 metros. 3, Conglomerado de cuarzo lechoso de forma lenticular. 4 a, Estrecho banco de dolomía amarilla y blanda. f, Falla, probablemente de pequeña extensión; dirección Norte 40° Este; buzamiento 65-70° Sudeste. pl, Plano de falla. br, Brecha en lajas contra la falla. Las areniscas rojas (2) representan probablemente el Triás superior; deben pertenecer a un pequeño abombamiento pellizcado entre la dolomía y que continúa hacia las alturas de Y. Tasa Mara.

trario, al SO. de la misma ciudad, en el grupo del Monte Palomas, falta ya la serie dolomítica; en las capas inferiores se comprueba la existencia de brechas calizas y de calizas más compactas; y la prueba de que nos encontramos realmente en la base del Lías está indicada por el afloramiento de las areniscas rojas triásicas hacia Tesacut. Otra inestabilidad de la facies dolomítica pura se presenta por la inserción de calizas blancas en la base y que denominamos las de Alhucemas (ver el capítulo siguiente), y que cerca del Monte Palomas se desarrollan por transición lenta de la dolomía basal que forma el Y. Buyibar.

La misma regla irregular en lo que se refiere a la continuidad de las dolomías se mantiene en la parte central y hacia la costa septentrional. De otra parte, el sector occidental de nuestras cadenas exhibe un desarrollo muy importante de capas dolomíticas. Entre la Punta Daulla, el Uad Badés y la terminación Oeste, hay formados macizos enteros, unas veces en bancos de gran espesor, en ocasiones silicificados, otras en bancos estratificados oscuros o azulados; su espesor llega a algunos cientos de metros.

**b) La serie de las calizas tabulares.**—En todas partes donde se coloca la combinación de una serie dolomítica y de otra de calizas tabulares, la última reposa sobre la primera sin que ésta se presente siempre en capas continuas (\*). De la misma manera que el desarrollo dolomítico, la sucesión de bancos calizos puede constituir montañas enteras, como es el caso en el sector oriental de la cadena. Allí las vertientes abruptas del Monte Palomas mues-

(\*) Para evitar toda equivocación, hay que precisar que el término de «tabular» se refiere a la sucesión ordenada en bancos, comparándoles con una serie de tablas, y de ningún modo al aspecto horizontal, visto que el plegamiento es siempre muy acusado.

tran una alternancia de bancos de espesores de 10-25 centímetros—por término medio—de una caliza gris clara o azulada y de superficie de tonos pálidos; están interestratificados de margas o calizas margosas gris verdosas, que toman excepcionalmente tonos rojos. La caliza está ordinariamente franjeada por sílex negro o azul, formando salientes como riñones y llegando a veces a tener grandes dimensiones con aspecto de osamento de vértebras. El enriquecimiento de sílice en nódulos aumenta en algunos lugares para formar calizas estriadas de franjas de sílex. Es cosa corriente que se intercalen bancos de caliza más grosera y clara, algunas veces de estructura oolítica o de transición en rocas brechoides. Tales accidentes clásticos parecen más bien preferir un nivel bajo; a la altura de Adduz, en la parte central de nuestras montañas, se observa una brecha caliza directamente sobre las pizarras paleozoicas (\*).

Además hay que observar que el aspecto típico de los bancos claros y estratificados no se conserva siempre; hacia Villa Sanjurjo atribuimos a la misma serie unas calizas azul oscuras, más groseras, cortadas por venas de calcita y en transición íntima a dolomías.

Ateniéndose al Monte Palomas se puede calcular el espesor del piso de calizas tabulares con sus transiciones en unos doscientos metros; hacia el sector occidental se sueldan a las dolomías, de manera que todo lo que debemos de atribuir al Lías forma una sucesión de 350 a 450 metros de espesor.

(\*) La concurrencia de rocas clásticas merece una atención especial; está aun por comprobar si quizás no hay también rocas clásticas del numulítico adheridas contra las calizas liásicas, en cuyo caso puede ser difícil el diferenciar las calizas si no encontramos numulites.

c) **La caliza de Alhucemas.**—La formación a la que atribuimos esta denominación neutra, según la isla rocosa de Alhucemas que constituye, está sobre todo extendida a lo largo del borde Sur de la cadena bokoyana. Parece sustituir a la serie basal de dolomías, porque estas rocas ya no existen aquí, sino que el complejo de Alhucemas contiene lentejones dolomíticos distribuidos irregularmente. En general es una caliza compacta poco o nada estratificada, de estructura densa y de color muy blanco; se repiten en ella zonas oolíticas y otras muy finamente brechoides. En lugar de incorporarse en la sucesión de otras formaciones ya mencionadas, estas calizas se encuentran de preferencia distribuidas en islotes de rocas compactas, bien sobre las areniscas rojas del Permo-Trías, otras veces directamente sobre las pizarras paleozoicas. Solamente en el Adrar Amekran, donde una especie de domo alto alargado forma el rincón saliente al NE. de la zona del borde de la cadena, es donde alcanza una mayor superficie, pero sin tener relaciones de posición inmediata con los otros pisos.

Este aislamiento aparente y la identidad de facies de esas rocas blancas con formaciones que en Andalucía y en el Tell argelino contienen alveolinas, me inclinaron, pero inútilmente, a buscar en ellas los mismos foraminíferos; solamente unas calizas brechoides, amarillentas, probablemente como intercalación accidental, contenían una gran cantidad de miliolítidos, pero que no pueden decidir nada. Por otra parte, las relaciones con las otras series del Lías están en favor de la misma edad de la caliza de Alhucemas, de la que deben de formar una facies especial, desarrollándose sobre todo hacia el borde del sistema bokoyano. De tal modo se observan lentejones de una caliza clara en la base de las tabulares que son difi-



ciles de separar de los islotes próximos, pero aislados, del tipo de Alhucemas (región SO. del Y. Reais). Igualmente nos quedamos indecisos en lo que se refiere a las aristas calizas de los bancos compactos al Norte del Uad Badés-Tizi Ali; aparentemente representan transiciones de la serie dolomítica hacia el tipo de la de Alhucemas.

#### d) **Comparaciones litológicas y discusión de la edad.**

La ausencia de fósiles en las formaciones calcáreo-dolomíticas es tan lamentable que nos vemos obligados a comparaciones con las regiones vecinas para orientarnos en la cuestión de la atribución estratigráfica. Aunque la proximidad es muy relativa, visto el aislamiento de la región bokoyana, y considerando que la pobreza fosilífera de la cadena de Xauen es algo parecida, nos atrevemos a mantener aquí unas pocas observaciones de comparación.

Sabemos que en el Rif central y occidental, entre Punta Pescadores y Ceuta, predomina una serie de dolomías oscuras en la base de la cadena caliza, bordeando el macizo antiguo (26, pág. 670). No teniendo una referencia estratigráfica exacta en el Rif occidental hasta Tetuán, la asimilación al Lías es la conclusión más probable, lo que está corroborado por la presencia de «calizas en tablillas» en su base, cerca de Samsah, que contienen una faunela del retiene (26, pág. 669). Por el contrario, M. P. Fallot ha descubierto en el Rif de Xauen (Y. Khmes, 12, pág. 795) una fauna retiene que sitúa en el Trías, a un gran espesor de cientos de metros de dolomías—porque éstas son subyacentes a las capas de la fauna—. En posición estratigráfica más alta, las cadenas al Sur y al Norte de Tetuán han suministrado, unas veces en un nivel rojo, noduloso, otras en bancos gris verdosos, los amonites del Lías supe-

rior (Kelalien, 26, pág. 668, y Cudia Tahar, Aaleniense, 26, pág. 670).

Y ampliando nuestro campo de comparación tenemos casos análogos en sucesión de los términos inferiores del Jurásico en las cordilleras béticas. El Penibético interior, entre Casares y la parte alta del valle del río Genal, tiene por lo general las mismas características de la cadena calcárea del Sur del Estrecho, con el retiense situado sobre dolomías y éstas seguidas de calizas compactas y claras (Algatocino, 2, pág. 11). Y si nos fijamos en la zona subbética se puede comprobar, sobre todo en el Lías inferior, aunque estéril, un gran parecido con el Rif. Algunas franjas dolomíticas se distribuyen casi arbitrariamente en la base, y están seguidas de calizas estratificadas con sílex acompañadas de margas, donde los cefalópodos indican al toarciense y aaleniense (región de Ubrique).

Sacando consecuencias para el Bokoya de estas reparticiones litológicas que acabamos de indicar de paso, creo que está bien justificado el ver en nuestra serie basal y dolomítica y algunos bancos compactos y brechoides al Lías inferior, sin poder precisar pisos por la falta de fósiles. Nos podemos preguntar si hay, como en el Rif de Xauen, una amplia participación del Trías superior en el desarrollo dolomítico, lo que se podría comprobar estableciendo la existencia del retiense encima de esas capas; por lo pronto esto no me parece probable; hemos ya encontrado en la costa de Villa Sanjurjo a la serie estratigráfica que une al Lías dolomítico con la parte superior del Trías, y donde por consiguiente colocamos al retiense en la base del conjunto calcáreo-dolomítico. Sin embargo, las altas montañas, lindando el curso inferior del Uad Bades, están todavía muy poco visitadas y quizás alguna vez el hallazgo del retiense pueda revisar nuestra opinión.

En cuanto a las calizas del tipo del Monte Palomas, las calizas tabulares, creo que no cometeremos un error al clasificarlas en el *toarciense-aaleniense*. Al mismo tiempo, las partes aun superiores de la escala estratigráfica no quedan excluidas. Queda completamente indeciso dónde hay que fijar al dogger y al malm; no queda excluido el que participen en forma de una «serie comprensiva» en las calizas tabulares. Sorprende y es típico que aunque se trata en nuestro conjunto calcáreo-dolomítico de un apilamiento muy grande de sedimentos neríticos subcontinentales, la facies tan conocida del Subbético y Penibético de España, las pseudo-brechas, casi siempre ricas en amonites, no juegan ningún papel.

Para completar estas deducciones, todavía un poco vagas, es conveniente echar una ojeada hacia el Este. Dejamos así de lado al Rif meridional, porque hacia esta dirección atravesamos de pronto las líneas isópicas, mientras que en la dirección hacia levante, los macizos calcáreos demuestran por su constancia de facies la persistencia de las condiciones de igual deposición de sedimentos en la dirección longitudinal. Nos acercamos, pues, en este sentido a las cadenas cabileñas de Argelia, que igualmente a las del Norte de Marruecos bordean hacia el lado septentrional a los macizos antiguos.

Estos macizos calizos los ha reunido M. L. Glangeaud en Argelia, en la zona Ic (17). Sin querer entrar aquí en consideraciones sobre las conexiones de los sistemas de plegamiento, hay que resaltar solamente que sin duda hacia el Oeste reaparecen éstas después de una larga laguna ocupada por el mar en la costa de la Bahía de Alhucemas, formando nuestra cadena de Bokoya.

En la cordillera cabileña el *macizo de Chenoua* es con relación al corte, en su totalidad el más próximo; además,

por las detalladas y bellas investigaciones de los señores J. Savornin y L. Glangeaud, éste es el mejor conocido. Tanto ahí como más allá, en la *Grande Kabylie* (Djurdjura), la formación roja de areniscas y conglomerados cuarzosos le sirve de base, a partir de la cual se desarrolla la formación dolomítico-calcárea por interestratificación de bancos amarillos dolomíticos, como lo demuestra claramente el corte del «Col Tirourda» (Djurdjura). Eso es, con todo detalle, nuestro *Permo-Trías* como lo hemos descrito en el Rif bokoyano, estando igualmente en continuidad, por su parte de tipo triásico, con las capas supuestas infraliásicas, sin que la facies verdoso-lagunar tenga tanta importancia como en el surco limítrofe del Sur. Las calizas dolomíticas representan en el Chenoua la serie basal del Lías; el Lías medio está constituido por calizas compactas con algunos niveles de belemnites y raros ammonites y rhynchonelas. El Lías superior, muy parecido a las condiciones ya descritas del Rif bokoyano, se inicia con una cierta prevalencia de calizas tabulares y bastante margosas en intercalaciones. Sin embargo, para establecer un desarrollo más pronunciado de capas margosas, tenemos que referirnos a las regiones aun más orientales, esto es, la cadena calcárea que está dominando en el Yebel Bou Zegsa a la llanura de Argel (la Mitidja). L. Glangeaud ha comprobado allí que después de una sucesión de capas arcillo-margosas siguen otras de tipo noduloso de color rojo (*Ammonitico rosso*), cuya edad toarciense está demostrada por la presencia de *Hildoceras bifrons* y otros más (17, pág. 109).

Aunque estos lugares están alejados centenares de kilómetros de nuestras cordilleras rifeñas, les corresponde, como hemos visto, el mismo ciclo de sedimentación a partir del Trías superior. Después de sedimentos terrestres y

rojos se suceden depósitos subcontinentales en forma de gruesas masas de dolomías y de calizas compactas, probablemente, en algunos lugares, de origen recifal, a las cuales sigue un hundimiento a mayores profundidades que origina la facies de depósitos calcáreo-margosos o simplemente margosos.

Esta estabilidad de las líneas de misma facies en el sentido longitudinal se destaca casi a través de todos los pisos del mesozoico. P. Fallot ha esbozado las conclusiones que de esto se pueden deducir; él estableció con mucha claridad la existencia de un «burlete liminaire», que resalta desde el Triásico en la zona de los macizos y de sus bordes meridionales. Más tarde, en la época de los grandes movimientos, es cuando veremos surgir en esta zona al geoanticlinal rifo-cabileño, que volcándose hacia el Sur, donde se había establecido el surco de facies distinta, éste se dobla en los detalles estructurales que constatamos en las varias cadenas calcáreo-dolomíticas. A causa del desmantelamiento, en lo que se refiere a las formaciones posteriores al Trías, las cadenas bokoyanas nos informan muy poco sobre estos acontecimientos. No conociéndose depósitos cretáceos en la totalidad del macizo calcáreo del Bokoya, dejaremos la discusión del pequeño pellizco de esta formación, comprobado hacia Villa Jordana, para más adelante, en las páginas dedicadas al Terciario, entre el cual aflora.

#### IV. EL FLYSCH DE LA PERIFERIA DE LA CADENA CALCAREA

**a) Repartición y conocimientos anteriores.**—Las formaciones terciarias rodean la región alta del Bokoya por todas partes, salvo a lo largo de la costa mediterránea. De esta manera participan, por lo menos parcialmente, como formación marginal en los elementos estructurales que estudiaremos más adelante. La fisonomía de la región, deprimida en el Sur de la cadena, está determinada por su repartición, originando en el flysch colinas suaves, cortadas solamente de vez en cuando por los afloramientos de las series arenosas.

Los primeros datos sobre esta formación se deben a D. Agustín Marín (24, pág. 17). Después, en su notable estudio, M. y Mme. Russo (30) distinguen en el Eoceno, establecido paleontológicamente en estos parajes, un grupo pizarroso de los Beni Uriaguel y otro de los Beni bou Frah; en realidad se pueden reunir estas dos series, porque la zona de flysch que nace en la Bahía de Alhucemas continúa con los mismos caracteres litológicos hasta el alto Rif central (Y. Tidighine-Mestasa). Ateniéndonos a una paráfrasis geográfica, admitimos en el curso de este trabajo solamente el término de flysch de los Beni Uriaguel, tribu que se ha fijado sobre este terreno, que por la presencia de las margas les proporciona un suelo algo más fértil.

En este mismo complejo no se conocía ningún nivel numulítico. Sin embargo, en la zona costera nuestros colegas

franceses señalaron (16, pág. 103) unas calizas margosas de color gris-verdoso y muy ricas en foraminíferos como: *Nummulites Chavannesi*, de la Harpe, *Heterodiscus reticulata*, Rütim., *Discocyclina*, sp., y *Asterodiscus*, sp., que están citados según las determinaciones de M. L. Doncieux. Sería algo insuficiente el fundar la edad del flysch de los Beni Uriaguel con estos datos que se refieren a la costa y fijarían una edad más moderna que no pertenece a la región de Beni Uriaguel. Además, llama especialmente la atención que nuestros colegas citados más arriba describan una serie de pizarras y areniscas del interior de la cadena (Tala Yusef-Adduz), que presentan un cierto metamorfismo y que han sido atribuidas por ellos a un flysch metamórfico, unido por transiciones laterales al sistema de aspecto habitual. Hemos visto en un capítulo anterior que en realidad se trata aquí de formaciones paleozoicas. Sin embargo, nuestros colegas hacen mención de rocas numulíticas en el interior de la cadena (por ejemplo, Cala Busikur, costa de Tausart), procedentes éstas, probablemente, de sitios por donde no he pasado o de otros lugares donde quizás no existan más que pequeños pellizcamientos del Terciario. Los sedimentos del flysch no ofrecen corrientemente ningún metamorfismo real, salvo el hecho de que cuando las margas están trituradas y estiradas se insinúan en ellas pequeñas laminillas de calcita.

Mientras que hasta 1930 no era conocido el Oligoceno, M. P. Fallot ha encontrado *Lepidocyclina*, sp., en los alrededores de Villa Sanjurjo (26, pág. 717).

**b) El flysch de los Beni Uriaguel.**—La facies más común aquí está representada por una sucesión de margas gris-verdosas, algunas veces de tonos rojos y pardos, casi siempre finamente arenosas y cortadas por vetas cuar-

zosas alternando con areniscas pardas muy a menudo glauconiosas; más raramente aparecen calizas margosas o margas claras de tonos rosados y gris claro, de aspecto gredoso, algunas calizas sabulosas y brechas calcáreas muy finas calizas; a medida que avanzamos hacia el Sur se notan más las intercalaciones de areniscas más compactas y de mayor importancia; forman gruesos bancos parduscos y de fractura clara y son muy cuarzosos y poco cementados; es el tipo de las areniscas del Aljibe, muy extendidas en la parte superior del flysch del Rif, y que en Andalucía y en Argelia tiene aspectos geológicos haciendo juego con él; en la última región bajo el nombre de «grès numidien».

c) **La zona de numulites de Isefsafen.**—No lejos del borde exterior de la cadena calcárea se puede seguir una serie de flysch que se aleja bastante del tipo de los Beni Uriaguel por la importancia que toman los bancos calizos; éstos son principalmente brechas finas de caliza blanca, a la cual están asociados otros tipos amarillos y parduscos con astillas de margas verdes, y de cuando en cuando alguna glauconia, otras muestras son bastante ricas en litotamnium.

Se puede decir que en estas capas clásticas, que se encuentran en número de 3 a 6 bancos, teniendo en cuenta los de mayor importancia, no faltan jamás ni los numulites ni las assilinas. Esta serie, formando un complejo algo más resistente, continúa sin interrupción desde Axdir hasta el valle de los Beni bu Frah, formando algunas veces aristas redondeadas. Está sobre todo muy desarrollada a lo largo de Isefsafen, al pie Sur del Adrar Amekran y cerca de Bogombo.

Es muy posible que se trate de una zona muy limitada y que la aparición de las mismas capas fuera de la direc-





ción general (por ejemplo hacia Ifran Tanda) no sea más que a causa del plegamiento.

La zona de Isefsafen es la única referencia estratigráfica conocida en el flysch de los Beni Uriaguel. Las capas del flysch superior, del cual trataremos más adelante, no contienen más que unos lechos calcáreos sabulosos o brechoides, que ya no dan ninguna fauna numulítica. Gracias a la amabilidad de M. L. Doncieux, catedrático en la Universidad de Lyon, que ha estudiado mis muestras, puedo insertar en el cuadro adjunto la lista siguiente de la fauna numulítica reconocida; se trata del *luteciense*, *partiendo del luteciense inferior* (1 a 6).

La fauna de nuestra zona de Isefsafen se identifica con varios otros puntos del Rif Central y Occidental, examinada igualmente por M. Doncieux. Absteniéndonos de consideraciones más extensas sobre la estratigrafía del flysch y su fauna, que el lector encontrará en otra memoria de este BOLETÍN, de mano de los Sres. L. Doncieux y P. Fallot, hay que hacer constar que el contenido numulítico es muy uniforme en puntos muy distanciados; nos referimos, además, a las determinaciones ya citadas de la región entre Tánger y Tetuán y de los alrededores de Xauen (26, pág. 678); como formas más corrientes en todo el Rif destacan, pues, los *Nummulites globulus*, Guettardi, *Nummulites irregularis*, *Nummulites granifer* y *gallensis*; muchas orthophragminas y assilinas se asocian siempre a los numulítidos.

**d) La zona de areniscas de Ait Kamara.**—Esta zona se individualiza más hacia el Sur de nuestro complejo de flysch, donde se producen los más altos relieves del terreno haciendo frente al valle del Uad Ghis. Como se ha hecho observar más arriba, la posición estratigráfica de

esta parte del flysch no está fijada por ninguna fauna; comparte esta esterilidad con la zona análoga e igualmente arenosa que desde el Oeste de Tetuán forma en el eje de la zona del flysch las aristas más altas fuera de la cadena calcárea. Si intentamos situar a nuestra zona de areniscas con relación a este flysch de la Alta Cresta podremos considerarla como formando una serie inmediatamente superior, pero unida por una sedimentación continua con el flysch de la base. Hasta que no sea levantada con todo detalle esta zona del flysch, será difícil definir las líneas estructurales y, por consiguiente, la posición relativa exacta entre la zona de Isefsafen y este complejo arenoso; aunque hubiese aquí una participación del Cretáceo en la facies del flysch eso no es más que una suposición, para la que no tenemos ningún argumento a nuestra disposición.

El tramo del flysch arenoso descansa sobre las pizarras negras en el valle del Uad Ghis. A media altura de las colinas destaca bastante bien este contacto en nuestro paisaje; sobre todo en el aspecto del conjunto es como se distingue mejor un complejo de otro; el color azul oscuro, brillante, claro bajo los rayos del sol, de las pizarras, contrasta con los colores pardos del flysch que coronan las aristas. Lo que más choca es la diferencia de metamorfismo afectando a los lechos margosos o arcillosos de las dos formaciones; sin embargo, no existen esquistos lustrosos propiamente dichos, como se los distingue en la zona pennínica de los Alpes. En las capas subyacentes al flysch, este metamorfismo ha creado una formación que ahora se deshace en láminas delgadas, que ya se distingue, por su dureza al pasar por encima, de capas análogas del propio flysch.

Teniendo en cuenta la posición del tramo de las are-

niscas de nuestro flysch con relación a la zona caliza de Isefsafen, es de importancia la comprobación de que en ninguna parte de la base del primero, y por lo tanto por encima de las pizarras negras, asoma la serie de los bancos numulíticos. Este estado de cosas implica condiciones especiales: ¿es que hay solamente una transición lateral de facies que hace desaparecer a las brechas numulíticas? O de otra forma: ¿estas condiciones son debidas a la transgresión angular del flysch sobre las pizarras? O, al fin: ¿debemos de suponer la existencia de un contacto mecánico? La decisión en cuanto a estas posibilidades no puede estar basada sobre las pocas observaciones hechas en la transversal de Ait Kamara, pero podemos relacionarlo con las condiciones de las regiones vecinas. En este orden de ideas merecen atención las dos últimas interpretaciones (el efecto de la transgresividad y un contacto anormal mecánico), mientras el primer caso (el acuñaamiento de las capas clásticas) se puede combinar con cualquier otro estado de cosas. En otro capítulo citaremos algunas observaciones que nos pueden hacer admitir que no solamente existe aquí una transgresión, conocida ya en la región en la base del flysch eoceno, sino que también puede existir una cierta separación mecánica.

#### e) El flysch en los alrededores de Villa Jordana.

Aunque la región de la desembocadura del Uad bou Frau cae enteramente en la zona del flysch de los Beni Uria-guel, en cuanto a su composición litológica y sus líneas estructurales, creemos necesario insistir especialmente sobre los problemas que plantea.

Como veremos luego en el capítulo tectónico, el flysch se encuentra pellizcado bajo el Lías del pliegue bokoyano que le cabalga; por lo tanto, este flysch parece ser bien

autóctono. Los bancos del numulítico luteciense de Isefsafen deben de llegar hasta dentro del valle en las proximidades de Yenanat, parece lógico, visto el buzamiento general hacia el Norte en las capas que le suceden hacia el mar, ver en éstas la continuación de una serie estratigráfica normal alcanzando al Eoceno superior. Pero en contradicción con tal argumento, tenemos que anotar que sobre todo en las colinas frente a Villa Jordana participan en el flysch, complejos cuya facies recuerda mucho a un Cretáceo margoso. Además de las margas grises y verdosas y de las areniscas y brechas finas calcáreas, acompañan a estos otros lechos margo-calizos de color gris claro unos lechos de un rojo brillante, oscureciéndose a veces a tonos violeta o pardos; estas últimas capas recuerdan mucho la presencia de un nivel relativamente bajo del Terciario.

Pero esta suposición no se confirma, por lo menos para las capas que afloran del lado derecho del valle, por su fauna de foraminíferos. Algunas intercalaciones delgadas de una fina brecha calcárea (Fuente Abd el Krim) han proporcionado *Lepidocyclinas* y *Heterosteginas* en compañía de *Nummulites Boucheri* (determinado por L. Doncieux). Independientemente de esta observación P. Fallot había ya comprobado el mismo hecho bajo el Jurásico del Y. Kanus el Maaza (26, pág. 684). De aquí debemos sacar la conclusión de que *el Oligoceno está intercalado aquí entre las capas del luteciense y del Lías cabalgante*, sin que se puedan separar todavía los dos niveles numulíticos. Por lo tanto, la prudencia obliga a desconfiar del mimetismo del numulítico al Cretáceo. A pesar de esta precaución, debemos, sin embargo, hacer constar que *el verdadero Cretáceo aparece cerca de Villa Jordana*.

En el ángulo Norte de este campamento surge un mo-

gote, al pie del cual se encuentra la fuente de la aldea. Atravesando de Oeste a Este esta pequeña colina subimos sobre calizas margosas e irregularmente estratificadas en bancos bastante delgados, cuya superficie se presenta un poco nodulosa por la intercalación de partes más calcáreas. Su color es gris apagado, pasando algunas veces a un color rosáceo; de cuando en cuando se intercalan algunas franjas de sílex. Aunque variable, predomina el buzamiento al SE. La roca, que ya por su aspecto pudiera ser un Cretáceo margoso, me ha suministrado un ejemplar de *Belemnites* indeterminable. Esta formación no puede, por lo tanto, ser incorporada al flysch luteciense u Oligoceno que tan cerca de aquí (detrás de la estación militar de telegrafía) está compuesto de una brecha caliza con *Lepidocyclina*.

Las relaciones de este Cretáceo con el flysch son desconocidas. La roca cretácea aparece en el mismo centro del flysch oligoceno, sin que se pueda trazar un límite de éste hacia las capas que pertenecen ya al flysch eoceno. El mogote calizo se sitúa en este flysch como si sus capas pasasen en transición litológica hacia las otras.

Otro hecho notable tiene relación con las capas margo-calizas que se intercalan en el flysch de Villa Jordana. Las láminas delgadas de tales rocas hicieron reconocer *secciones de Calpionelas*. Interés especial cabe en esta observación, aunque no se refiere más que a dos muestras de yacimientos, que están separados por el valle del Uad bu Frah. Una de las muestras procede de una capa delgada margo-caliza de color gris apagado un poco verdoso, que se encuentra *interestratificada* en el flysch, alrededor de la fuente de Abd el Krim, compuesta de margas abigarradas, areniscas y brechas finas calizas. Otra muestra procede de una caliza margosa de color gris y de estruc-

tura muy compacta, en diferentes sitios en transición a capas de color rosa y pardo que forman la arista al SO. de Torres de Alcalá. Los dos yacimientos permitían reconocer en el cemento del sedimento calcáreo la presencia de *Calpionelas* en una capa del flysch que no podríamos apartar del propio flysch oligoceno (\*).

Es ya conocido que estos pequeños foraminíferos en forma de olla pequeñísima, con su cuello típico que rodea a la abertura, muy grande con relación al fósil entero, han sido considerados hasta ahora como buenas referencias de nivel titónico-cretáceo, por lo menos en el geosinclinal alpino. Pero algunos sabios han negado su existencia como género propio (\*\*).

Recientemente, J. Cadisch ha hecho un estudio sobre el problema de las *Calpionelas* muy notable, dando brevemente la repartición estratigráfica (7). Completamos esto recordando que las mismas conchas han sido igualmente encontradas en el Mediterráneo occidental, en la zona penibética interna de Andalucía (1, pág. 124).

El sabio geólogo suizo ha intentado precisar las diversas formas de *Calpionelas* por una estadística de las variaciones de sus proporciones; para esto utilizaba cortes favorables de la altura, de la anchura y del diámetro de la boca; de esta manera cree haber podido reunir formas

(\*) Hay que tener en cuenta que durante el reconocimiento en el terreno, esta presencia de *Calpionelas* no era conocida. Por eso la atención ha sido menor de la que se hubiese prestado después de los conocimientos suministrados por el estudio microscópico.

(\*\*) Principalmente M. E. Kraus, de Riga, es el que quiere eliminar este género. Este cree ver bulbos de *Orbulinaria* que han reventado en el lugar de depósito por la acción de los gases procedentes de la descomposición del plasma del organismo (ver: *Calpionela alpina*, Lorenz, als Leitfossil. Acta Universitatis Latvensis. Nr. 18, Riga, 1929.

de proporciones análogas en diversos géneros (loc. cit. 7, pág. 251).

En vista de esta concurrencia de foraminíferos en niveles que no correspondían con lo corriente, he enviado las placas a mi amigo de Basilea, que me ha hecho el favor de estudiarlas. M. J. Cadisch observó para las muestras de fuente Abd el Krim (I) y de la arista de Torres de Alcalá (II) las dimensiones siguientes, empleando solamente del gran número de secciones las más favorables a su medición. Veamos el cuadro:

Muestra	Anchura	Longitud	Diámetro de la boca	Anchura de la boca	Longitud de la boca	Relación: longitud anchura
I-1	54,5	79,5	27,3	0,5	0,343	0,686
I-2	50,0	71,6	36,0	0,61	0,427	0,7
II-3	47,7	77,2	27,3	0,572	0,353	0,618
II-4	56,0	88,6	31,8	0,569	0,359	0,68
Término medio	52,0	79,4	33,0	0,562	0,371	0,657

Según estas proporciones llegó a la conclusión de la presencia de la forma *Calpionela elíptica*, Cad. (loc. cit. 7, página 249).

Lo que más chocha en nuestro caso es la posición estratigráfica de las capas que contienen estos foraminíferos. Las de la Fuente Abd el Krim están en un corte aparentemente coherente, que dió en una brecha fina caliza formas de *Nephrolepidina*, sp., *Eulepidina*, sp. y *Nummulites Boucheri*, de la H. La caliza del otro lado del valle se encuentra en un cerco muy transtornado de plegamientos locales y que nos hacía recordar un Cretáceo superior en transición a la facies flysch.

En todo caso, el hábito litológico, análogo en ambos

yacimientos, decide, sin duda, que sean formaciones iguales. Por consiguiente, la pregunta se impone de qué edad hay que atribuir a estas capas del flysch. Llegando a la conclusión de un flysch oligoceno—vista la proximidad de brechas con *Lepidocyclina*—se tropieza con la posición relativa de las capas en la arista de Torres de Alcá-lá, en tanto que éstas, por lo general, buzan por debajo de la serie de las areniscas de Cala Iris, por lo cual tenemos razones para ponerlas en el Eoceno superior, como lo indicaremos más adelante. No aceptando la edad oligocena para este complejo en su total ¿podríamos estar aquí delante de la aparición de una estructura que hace aflorar capas inferiores? ¿Quizás del Eoceno inferior o del Cretáceo en una facies que iguale con la del flysch luteciense u oligoceno? Tal interpretación nos parece ser por el momento la más adecuada, no sabiendo aún precisarla mejor y no habiendo aún reconocido capas con los numulites del luteciense. Huelga decir que estas cuestiones necesitan mayores aclaramientos, que, sin embargo, no se hacen sin abarcar la estratigrafía de todo el flysch de la cadena rifeña.

Deseando, al fin, sacar una conclusión que ya pueda guiar en el futuro, constatamos que la presencia de *Calpionelas* en un flysch, que por lo menos no es más antiguo que el Cretáceo superior, y que por la otra parte está en íntima relación original con capas del Oligoceno *choca grandemente con el valor estratigráfico* de estos foraminíferos. ¿Hay que quitar entonces lo que es casi ya dogma para varios geólogos alpinos, que las *Calpionelas* indican verdaderamente un nivel Cretáceo-Titónico? La cuestión está puesta y da la razón en cierto modo a los «ataques» del Sr. E. Kraus contra el régimen-ordenador de estas conchitas aun problemáticas. La consecuencia que se pue-

de deducir de estas observaciones de Villa Jordana es, aparentemente, que ciertos foraminíferos no tienen más valor de guía que para una región reducida; fuera de ésta hay que reunir nuevas experiencias.

Como si el flysch de Villa Jordana no hubiese ya dado hallazgos asombrosos, nos guarda aún otros.

Es conocida la repartición general de las rocas erúptivas y básicas que se reúnen en España y el Norte africano con el nombre de *Ofitas*. Su aparición está casi limitada a la formación triásica, sobre todo en su facies germano-andaluza; sin embargo, existen raros casos de su interpretación en pisos superiores. El flysch de Villa Jordana nos da la sorpresa de contener estas ofitas dentro de las capas que deben ser oligocenas. Aproximadamente a 80 metros detrás (al ENE.) de la estación telegráfica militar de esta villa, destaca un pequeño mogote ( $4 \times 1,5$  m.) de una roca verde oscura y cristalina. Muy cerca a ella se pega con el martillo una brecha calcárea que contiene *Lepidocyclina*.

La roca verde está bastante desintegrada, por lo menos en su grabado microscópico. Este estado hace algo difícil su estudio detenido. Sometiéndola al Prof. D. C. Burri, de la Escuela Politécnica de Zúrich, mi distinguido colega y amigo me concedía la información siguiente:

«Se trata de una roca diabásica con estructura ofítica. La plagioclasa, algo alterada, es andesina  $An_{35}$  ( $-2V = 92^\circ$ ). Los constituyentes oscuros primarios se encuentran totalmente transformados en clorita y calcita. Se observan grandes cristales de ilmenita con formación de leucoxeno; además se encuentra algo de apatito».

Teniendo en cuenta la exigüidad de la roca en cuestión es difícil emitir una opinión exacta referente a su posición original. Es lo más probable que se trate allí de un

complejo bastante trastornado por plegamientos más bien subordinados al flysch; así se impone el arrastre tectónico de la roca intrusiva, conclusión que está sostenida por el aislamiento de esta intercalación volcánica como también por la falta de contactos de metamorfismo que, por lo demás, no son necesarios de esperar.

No obstante el carácter local que a menudo tienen los plegamientos en el flysch, no se excluye la posibilidad de que en este sitio esté presente un cierto arrastre de capas inferiores, en las cuales ya pueden intervenir los efectos del Triásico salino con su tendencia a formar estructuras diapíricas; en éstas la roca verde podría ser marcada de modo que su intercalación entre el flysch oligoceno correspondería a una posición en caja secundaria. Una relación de esta roca verde con las inmensas intrusiones batolíticas que han suministrado al macizo bético-rifeño sus grandes cuerpos volcánicos de peridotita no es verosímil, pues el modo de presentarse, como además la composición petrológica, son distintos; lo mismo se refiere a las intrusiones mucho más ácidas, pero geológicamente muy recientes (burdigaliense), que acompañan a la costa telliense de Argelia. Vemos, pues, en el exiguo mogote de Villa Jordana una manifestación relativamente muy moderna que está probablemente unida al volcanismo que empieza en el Triásico y continúa en varias partes del Mediterráneo, hasta llegar, suavizándose mucho, al Terciario.

Dejando ahora el sitio del propio campamento de Villa Jordana, que nos entretuvo largo rato con sus sorpresas, y siguiendo hacia la costa, aparece una serie de flysch que no tiene nada de extraordinario. Esta puede servir para orientarnos desde el punto de vista estratigráfico y tectónico. Sigue luego, con capas bien trazables, a lo largo

de la costa y atraviesa la bahía de Cala Iris sin sufrir dislocaciones inesperadas. En esta *serie de Cala Iris* se observan gruesos bancos de areniscas cuarzosas del tipo de la arenisca del Aljibe, a la que se asocian margas abigarradas. Supongo que en la continuación de esta serie del lado izquierdo del Uad bu Frah hay que situar a las capas de numulites que cita M. P. Russo, procedentes de la costa del Peñón de Vélez y que ha situado en el Eoceno superior (30, pág. 102). La existencia de este nivel en la posición indicada, buzando al Norte, estaría completamente de acuerdo con la disposición general, recubriendo de una manera normal a una serie inferior (luteciense del valle bu Frah), reconocida más arriba y teniendo como base al Cretáceo de la fuente de Villa Jordana. Pero la existencia de las capas con *Lepidocyclina* ya mencionadas que se presentan inmediatamente en sus alrededores oscurece algo esta disposición, por lo general bien sencilla.

Nos hemos apoyado más arriba en la posición relativa con respecto a la serie de Cala Iris, por consiguiente en una consideración tectónica. Sin embargo, esto no satisface completamente, mientras la proximidad de las distintas formaciones entre sí y sin poder trazar los límites nos hace recurrir también a ciertos acontecimientos de índole estratigráfica. La falta de poder reconocer al luteciense en los cortes donde se da la presencia del Cretáceo y de las capas con *Lepidocyclina* hace pensar que este piso ha sufrido reducciones primarias, sea porque su deposición es exigua, con falta de vida orgánica, o porque ha ocurrido cierta incursión de período erosivo. Sería hablar en hipótesis que el desarrollo de nuevos conocimientos quizá anularía de pronto el buscar ya una explicación definitiva de estas condiciones. La solución de tales cuestiones se une a las que le adhieren al flysch entero del Rif,

y hemos, por consiguiente, de apoyarnos en los resultados de nuestros colegas que trabajan en el Rif central y occidental.

## V. EL FLYSCH DEL INTERIOR DE LA CADENA BOKOYANA

El flysch examinado hasta ahora no forma más que los contornos del pliegue bokoyano que constituye la propia cordillera caliza. En este macizo los depósitos terciarios son muy escasos. Estos se limitan a los *valles del Uad Isli* y del *Uad Tixdil*, que desembocan en la bahía de Alhucemas; correspondientemente colocamos los posibles pellizcamientos entre las formaciones paleozoicas o liásicas — hallazgos del Sr. P. Russo—; no siéndonos conocidas, sin embargo, estas últimas, limitaremos nuestras observaciones a los dos barrancos mencionados.

Bajo el punto de vista litológico este flysch no difiere sensiblemente del de los Beni Uriaguel. Podemos decir que las brechas calizas son más escasas y más finas y que faltan las sucesiones de gruesos bancos de arenisca; además predomina un complejo arcillo-margoso cortado por pequeños bancos de arenisca parda o de color claro. Los colores abigarrados van siendo más raros y ya no he podido observar ese mimetismo con la facies del Cretáceo que se presentaba localmente en el flysch periférico.

Generalmente estos niveles, estratigráficamente, no son los mismos que fuera de la cordillera caliza. Los niveles de foraminíferos nos muestran, en efecto, bancos de brecha fina amarillenta conteniendo muchas *Lepidocyclinas*,

como observó ya anteriormente M. P. Fallot (26, pág. 684). Los fósiles recogidos por mí (Uad Isli) confirman los de mi colega, y M. L. Doncieux pudo encontrar, aparte de numerosos *Rotalideos*, *Pulvinulinas* y *Amphisteginas*, algunos géneros de *Heterostegina* y de *Lepidocyclina* aun no determinados, acompañados por *Nummulites incrassatus*, de la Harpe (A y B) y *Nummulites* cfr. *Boucheri*, de la Harpe. La edad oligocena de estas capas es, por lo tanto, evidente por el gran número de *Lepidocyclinas*. En el lugar donde afloran estas capas no parecen estar lejos del substratum, que está constituido o por formaciones liásicas o por areniscas del Permo-Trías; igualmente, la superposición sobre pizarras antiguas parece presentarse de modo que nos vemos obligados a admitir la *transgresión del Oligoceno directamente sobre el macizo erosionado de las formaciones primarias y secundarias*. Aunque algunas disposiciones tectónicas pudieran desorientarnos, la forma con que el flysch oligoceno se introduce entre las pequeñas aristas de las calizas de Alhucemas nos hace pensar que hace transgresión sin que el flysch inferior (luteciense) esté presente. Además hay una amplia repartición del flysch sobre las pizarras antiguas a lo largo del Mediterráneo (Tala Yusef), como indican los esquemas de M. Russo y últimamente también de M. P. Fallot, afloramientos que, sin embargo, quedaron fuera de mis reconocimientos en el terreno.

De lo expuesto arriba resulta el casi exclusivo predominio del flysch oligoceno en el interior de la cadena bokoyana. Sin embargo, el Oligoceno ha sido encontrado también fuera del basamento que forma la serie paleo-mesozoica. En el arroyo Adasor (Axdir) se observa el luteciense inferior con *Lithothamnium* (número 1 de la lista, pág. 43). En la base del afloramiento he recogido, en el



cauce del arroyo, una brecha caliza amarilla muy fina con *Lepidocyclinas* y *Nummulites* muy pequeños. Tengo dudas en cuanto a la posición de origen, y no sé si debo colocar esta brecha sobre las laderas del Adrar Amekran o en el mismo barranco, lo que implicaría que el Oligoceno (o el Eoceno superior?) esté pellizcado aquí en los pliegues del flysch de los Beni Uriaguel, apareciendo entonces fuera del pliegue bokoyano y quizás de una manera parecida a la posición del Oligoceno de Villa Jordana, esto es, por debajo del Liásico en cabalgamiento.

## VI. SOBRE EL PAPEL TRANSGRESIVO DEL FLYSCH

En todos los macizos antiguos que rodean al Mediterráneo occidental, los depósitos arcillo-sabulosos, citados bajo el nombre de flysch, están en transgresión sobre las capas subyacentes. Unas veces la transgresión está bien clara y otras está disfrazada por depósitos en facies uniforme. La transgresión se reconoce muy bien en Andalucía, en el Rif occidental e igualmente en el Tell argelino. Sin embargo, se observa que cuanto más nos alejamos de los macizos antiguos hacia el Sur, es más difícil de reconocer la transgresión. Un caso muy vulgar, y al mismo tiempo muy sugestivo, es la invasión del mar terciario sobre la superficie paleozoica o sobre las pizarras cristalinas, procedente del borde externo de las cadenas actuales; este estado es completamente igual al conocido en la Hoya de Málaga o en el Rif occidental, entre Ceuta y Tetuán.

En 1930 hemos expuesto, MM. Marín, Fallot y el autor (26), varios detalles relacionados con esto, que debían de mantener la importancia de la profunda erosión que ha sufrido el macizo bético-rifeño antes de la invasión de los mares eocenos, ya que son muy numerosas las observaciones de índole persuasiva, que hacen reconocer un relieve profundamente atacado por la erosión prelute-ciense. Entonces, y sin que estas observaciones y su interpretación hayan perdido su valor, hay que hacer algunas restricciones a consecuencia de los recientes estudios paleontológicos y estratigráficos de los Sres. P. Fallot y L. Doncieux (16, nota preliminar (\*)). Se deduce de estas investigaciones que *el mar cretáceo superior avanzaba ya entonces considerablemente sobre el macizo rifeño* (el espinazo calizo) y empezaba a dejar sobre él depósitos de facies flysch (loc. cit., pág. 927); el Eoceno medio y el Eoceno superior le seguían con margas y calizas margosas rosadas.

Teniendo en cuenta estos resultados, muy importantes para la concepción paleogeográfica y tectónica de la cordillera rifeña, es prudente el considerar cada sector del Rif individualmente para poder deducir hechos objetivos para una síntesis general utilizable.

Nuestro sector bokoyano nos suministraba pocos datos dada la incertidumbre que imperaba en él todavía en ciertos aspectos. En lo que se refiere a la edad de la formación transgresiva en la cadena calcárea, sus condiciones no concuerdan con las establecidas recientemente y

(\*) El lector encontrará en este volumen el detalle de las observaciones y conclusiones importantes en el estudio del numulítico del Rif por los Sres. P. Fallot y L. Doncieux. Al ocuparnos del numulítico nos atenemos a las indicaciones dadas en 1930 (26).

mencionadas arriba por nuestros colegas para el Rif de Xauen, puesto que no hemos comprobado en bastante extensión al flysch cretáceo o por lo menos no está conservado; como hemos indicado en el capítulo anterior, se encuentra solamente en el flysch periférico hacia Villa Jordana una formación de flysch, que con ciertas restricciones se puede atribuir al Cretáceo y debemos, por lo tanto, dejarlo indeciso, porque muchas de estas capas, que se parecen a un Cretáceo margoso, pueden pertenecer verdaderamente a esta formación.

Las capas más antiguas del flysch transgresivo, cuya edad está comprobada por su fauna (zona de Isefsafen), pertenecen al luteciense inferior. Al decir esto observamos que no hemos hablado más que del propio flysch y no incluimos a la *serie comprensiva*, que reviste más o menos un carácter de flysch por la intercalación de bancos sabulosos y de calcitas. Se puede deducir que la zona de Isefsafen es una sucesión de capas detríticas que se ha depositado con relativa proximidad a un zócalo que fué atacado por una erosión seguida por la transgresión luteciense; los cantos de las brechas parecen recordar esta historia. Vemos, por lo tanto, que *el luteciense inferior puede ser considerado como formación tipo de transgresión del flysch de los Beni Uriaguel*.

Es difícil de enunciar una opinión bien fundamentada de cómo estas condiciones persistían o cambiaban en las zonas limítrofes. Hacia el Norte, el flysch inferior está escondido, pellizcado en una gran extensión bajo el complejo cabalgante del pliegue bokoyano; solamente hacia Villa Jordana se ven indicios de que el Cretáceo se encuentra en una facies que lo une estrechamente, bajo el punto de vista litológico, al flysch terciario, y estas mismas condiciones parecen continuarse hacia el Oeste. No

teniendo referencias exactas para la edad de las formaciones de base, es difícil llegar a una concepción justa; el parecido de las facies hace pensar en una continuidad de depósitos o, por lo menos, en una falta considerable de material depositado (una omisión, por ejemplo, del Eoceno inferior o del luteciense), lo que ya ha sido supuesto más arriba para explicar la proximidad del Oligoceno al afloramiento cretáceo de la fuente de Villa Jordana.

Alejándonos en sentido opuesto de la zona de Isefsafen, esto es, hacia el Sur, se llega pronto a una línea donde la erosión reciente determina la extensión del flysch (valle del Uad Ghis). Sin embargo, tenemos razones para deducir que hay allí niveles superiores del flysch (areniscas de Ait Kamara) que están en transgresión sobre la *serie comprensiva*.

Bien lejos al Sur de nuestra región, alrededor de 40 kilómetros, se comprueba la misma formación transgresiva, como queda subrayado al establecer M. J. Marcais (23) el luteciense detrítico en el valle del Uad Msoun (Nador).

Como ya se ha indicado en estas páginas, las condiciones son diferentes en lo que se refiere a la edad de las capas transgresivas sobre el propio macizo del pliegue bokoyano, la cadena calcárea. Absteniéndonos de los casos dudosos, no reconocemos en ella otra formación que el *Oligoceno, como recubriendo a las formaciones diferentes del basamento*. La franja estrecha del flysch oligoceno que rodea al Monte Palomas debe de representar el resto de un recubrimiento más extenso y que fué conservado por su pellizcamiento tectónico.

Con la reserva de que otras «manchas» de flysch, quizás presentes sobre el flanco normal del pliegue bokoyano, pero no reconocidas en nuestras excursiones, no estén en

inmediata continuidad estratigráfica con la base del flysch periférico, que es el luteciense, deducimos que *cuanto más avancemos hacia el Norte en nuestra transversal, más modernos parecen los niveles transgresivos*, o en otros términos: que *la transgresión está retardada con relación al geoanticlinal rifeño*.

## VII. LA «SERIE COMPRENSIVA» DE LAS PIZARRAS NEGRAS

En las páginas precedentes y en publicaciones anteriores (25, 5, etc.) se ha tratado ya de las pizarras formando una serie comprensiva, en las que no hemos podido todavía hacer una subdivisión estratigráfica. M. y Mm. Russo las han denominado en nuestra comarca «pizarras de facies lustrosa del Y. Hammam» y, además, hemos hablado de una «serie de Targuist» (3) para oponerla a otra subyacente, la «serie de Tafersit», que es todavía más metamórfica y que aparece más al Este. La estratigrafía de este monótono complejo está completamente por hacer. Exige una gran paciencia, como ya lo fué necesario para desbrozar la zona análoga del surco telliano de Argelia, que más bien contiene alguna mayor variación. M. L. Glangeaud (17) ha conseguido trazar los diversos pisos del Cretáceo en una sucesión de sedimentos, lo que durante largo tiempo había resistido a un análisis estratigráfico satisfactorio. No habiendo penetrado más que someramente en este complejo en el valle del Uad Ghis, no he podido encontrar nada esencial en su conocimiento y, por lo tanto, el fin de las observaciones que a él se re-

fieren no es más que para completar el cuadro de las formaciones que rodean al Bokoya.

La profunda cortadura de erosión que presenta el valle del Uad Ghis es lo que más hace resaltar el carácter distinto entre las dos formaciones margo-arcillosas, el flysch eoceno, cortado allí por los bancos, ya mencionados, de arenisca (Ait Kamara), y la serie pizarrosa de color azul negro. Es típico e interesante para el estado de estos estratos, que el primero que los recorrió, D. Agustín Marín, los comparaba con formaciones antiguas de España, hablando de «pizarras satinadas y cuarcitas del Siluriano» (24, pág. 25; 25, pág. 24). En realidad es un metamorfismo algo mayor con relación al flysch, aunque todavía débil; su efecto es que las capas arcillosas se deshacen en unas placas delgadas y laminadas formando una especie de estratos veteados que cubren ese terreno, corrientemente sin vegetación, porque la formación no ha creado una capa laborable, no estando, por consiguiente, cubierta de campos de trigo como el país de los Beni Uriaguel. Estas condiciones pueden cambiar, sobre todo, hacia niveles superiores (al Sur de Targuist), donde a menudo se repite el carácter del flysch, especialmente en virtud de gruesos bancos de arenisca recordando las areniscas cuarzosas del Aljibe; además, los cambios de colorido de verde y gris se parecen al propio flysch. Los taludes del Uad Ghis, por el contrario, conservan un contraste bien marcado y sería exagerado decir, como M. Russo (30, pág. 105), que aquí los límites entre flysch y pizarras se confunden.

El tipo ordinario en la serie de Targuist-Uad Ghis es una pizarra arcillosa azulada, corrientemente casi negra, que recuerda un poco al tipo de «Dachschiefer», pero nunca asoma en bancos tan lisos, siendo incluso difícil el cortar una muestra conveniente. Se encuentran interes-

traticadas capas de arenisca fina y de caliza margosa de color azul claro; el primitivo estado calizo de esta última está muy a menudo alterado por silificación y penetración de óxido de manganeso, que da a la roca en algunos sitios un color de terciopelo pardo o recubre las fisuras de una delgada película; incluso he encontrado al propio óxido en pequeños nódulos concrecionados. De los alrededores de Targuist, D. Agustín Marín menciona depósitos manganesíferos que tienen del 10 al 20 % de  $MnO_2$  (24, pág. 26) en algunas capas sabulosas.

La intercalación más importante, bajo el punto de vista morfológico, es la de cuarcitas. No son tan importantes como en la Alta Cresta del Rif, donde determinan la marcha general del país y de su estructura interna, sin embargo, hay a lo largo del Uad Ghis pequeños picos de cuarcita clara de varios metros de espesor pero de poca continuidad y formando salientes con aspecto de ruinas. Hay otras rocas siliciosas como las cuarcitas, muy densas, de color verde claro (Ölquarzit).

En cuanto a la edad de estas formaciones llevan, con mucha razón, la marca de «comprensivas», mientras no podamos más que hacer la suposición de que esta facies abarca sedimentos entre el Jurásico medio y el Cretáceo superior. La zona francesa nos suministra referencias para marcar estos límites. Hacia los límites franco-españoles (región de Tizi Uzli) M. J. Marcail (23) ha comprobado que estas pizarras margosas, pardas y lustrosas, que atribuye al oxfordiense, descansan sobre el complejo calcáreo del Azrou Akchar, cuyas partes superiores pertenecen al calloviense con su fauna de amonites. Por otra parte, M. P. Russo (30, pág. 93) ha reconocido una fauna de foraminíferos en la caliza gris de Bou Zineb y de Tamchecht, entre los cuales, a las rosalinas (*Rosalina linnei*

d'Orb.), se las considera en la región mediterránea como no empezando a aparecer antes del Cretáceo superior, lo que caracterizan por un desarrollo espontáneo en el turoniense-senoniense.

Pero estos límites inferior y superior no son, a pesar de su importancia, más que referencias relativas; en pleno eje del surco de subsidencia, donde tuvo lugar este gran apilamiento de depósitos de limo, puede abarcar este régimen a un período aun más largo. Por otra parte, también es posible que haya existido un cambio de este régimen provocado por razones especiales (proximidad del talud continental). En una región rifeña más oriental el autor ha observado que la facies de las pizarras negras no comienza antes del Cretáceo inferior (6, pág. 557), puesto que allí descansan en el corte estratigráfico normal sobre una sucesión calcárea de gran espesor de formaciones neríticas, que deben ser atribuidas al Jurásico superior, reconocido por sus *Nerineas*; estas condiciones se encuentran al Sur del Uad Kert, en realidad bien lejos de la zona que está denominada como la serie de Targuist; sin embargo, puede corroborar la opinión de que esta serie, que sigue el curso del Uad Ghis hasta más allá de Targuist, contiene, en su mayor parte, formaciones cretáceas, en las cuales las gruesas capas de areniscas, más o menos cuarcíticas—la Alta Cresta entre Tizi Ifri y el Yebel Tidighin—ocupan la parte superior.

En cuanto a las relaciones con el Terciario, que hemos ya considerado partiendo de observaciones tectónicas, será referido en el capítulo correspondiente del flysch.

## C) LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

---

### I. ASPECTOS RETROSPECTIVOS

El cuadro general, en el que se coloca nuestro sector del Rif, fué esbozado en grandes rasgos por primera vez en cortos trabajos por D. Agustín Marín (1927 y 1930). Siguiéron después principalmente la monografía de P. y L. Russo (1929) y la síntesis preliminar de A. Marín, P. Fallot y del autor (1930). Anteriormente no se sabía nada de este terreno virgen, salvo que contenía una cordillera caliza formando una costa abrupta, en cuyo interior habitaban unas tribus berberiscas casi independientes (\*).

Por comparación litológica se clasificaban estas formaciones por entero dentro del Jurásico, según aparece en el mapa geológico de Marruecos de L. Gentil (1920 (\*\*)).

---

(\*) La región más poblada no empieza, procediendo de la costa hacia el Sur, que más allá del Uad Isli, río que forma la demarcación entre las tribus de Bokoya y de Beni Uriaguel, este último que fué «la irreductible y temible tribu, corazón de la rebeldía» (Manuel Goded: «Marruecos, las etapas de pacificación». Madrid, Ciap, 1932).

(\*\*) Louis Gentil: «Carte géologique provisoire du Maroc», escala 1 : 1.500.000. Véase del mismo autor: «Le Maroc physique». Paris, Alcan, 1912 (capítulo «Le Rif», pág. 86).

Sería sencillo que después de los grandes progresos que ha hecho la ciencia geológica en Marruecos, nos extrañáramos ahora que en aquella fecha se suponía que la cordillera caliza de la región de Alhucemas continuaba sin interrupción atravesando el Rif para unirse al espinazo calcáreo que desemboca por el Estrecho de Gibraltar. No debemos olvidar que en aquella época nuestra zona era muy difícilmente asequible.

Las primeras observaciones de interés científico de este país, entonces desconocido (exceptuó la zona Ceuta-Tetuán) fueron traídas con fines económicos y mineros. De esta manera el esclarecimiento de problemas tectónicos quedaba en segundo lugar; lo que no nos debe de extrañar, ya que se hacían estas observaciones muy a menudo bajo el peligro de las balas.

Un descubrimiento que aclaró repentinamente la imagen estructural de este país fué hecho en 1928-29 por M. y Mme. L. Russo y desarrollado en una memoria de la que se trata en estas páginas a menudo. Sus autores llegaron a trazar las líneas de estructura principales de la cordillera bokoyana, tal como las admitimos en rasgos generales hoy, como fruto de extensos recorridos a través de todo el Rif; estos atrevidos exploradores han conseguido presentar una síntesis estructural atribuyendo al Rif, y especialmente a nuestro sector, un estilo alpino de grandes mantos de recubrimiento.

Con una gran certeza, M. y Mme. Russo han expuesto el estilo asimétrico del macizo de Bokoya. Describieron una estructura extensamente volcada hacia el Sur bajo forma de manto y constituida por una serie Trías-Eoceno. Este cabalgamiento debiera sobreponer a la unidad formada por el flysch de Beni Uriaguel, que a su vez montaba sobre el manto de pizarras, «la nappe des schis-

tes» de los autores, que abarca a las formaciones que hemos reunido en la serie comprensiva (\*). Este último cabalgamiento se extendía mucho hacia el Sur, según la concepción teórica de nuestros colegas, de manera que el flysch del Rif meridional (Bab Moroudji, etc.) donde traspasa de forma extraña el Trías de facies germánica a través de los estratos de la vertiente, constituía la parte frontal de una gran capa corrida que se extendía por todo el Rif y de la cual—del manto de los Senhadjas—las estructuras de nuestro Bokoya debieran formar la parte radical que se sumerge hacia el Mediterráneo (véase fig. 51, lit. 30).

Desde que fué emitida esta atrevida hipótesis, trabajos de gran exactitud se han realizado en el Rif meridional y central debido, sobre todo, a los geólogos franceses J. Marcais y J. Lacoste (\*\*); destaca de ellos claramente que el Rif no es un país de grandes mantos que abarquen toda la cordillera, pero que un diapirismo bien expresado, en el que participa el Trías salino, nos sugiere muy a menudo la idea del acarreo. Los Sres. Marin, Fallot y el

(\*) Complejo de facies uniforme que abarca diversos tramos (traducción literal del término francés).

(\*\*) El avance de la exploración del Rif está perfectamente resumido en la «Geologie et les mines de la France d'outre mer», por Paul Fallot (lit. 13); además, informa ampliamente el dibujo del mapa de esta publicación que, rectificado y reeditado, apareció en hoja separada en 1933 («Esquisse géologique du Nord du Maroc», État 1931, 1: 1.000.000, por P. Fallot, J. Bourcart, J. Lacoste et J. Marcais, Institut Cartographique, Paris).

Como última publicación nos referimos al «Bosquejo geológico de la zona del Protectorado español», 1: 400.000, editado por el Instituto Geológico y Minero de España y distribuido en 1933. Enseña este mapa el progreso realizado en los últimos años y será explicado en este volumen. El levantamiento del Bokoya está allí puesto de acuerdo con nuestro trabajo en tanto que la escala lo permite.

autor, dedujimos igualmente, de nuestras excursiones de 1930, la ausencia de grandes mantos arrastrados. Desde entonces la defensa de un «nappisme» exagerado se ha desvanecido, y esto también gracias a la manifestación digna de elogio de los dos autores mencionados, que anteriormente expresaron la opinión de que su concepción no constituía un esquema rígido y que podía someterse a ideas nuevas (lit. 32, p. 71).

Las comunicaciones más recientes sobre el país bokoyano se apoyan en escasas excursiones ejecutadas por el Sr. P. Fallot en el Este y el Oeste de la cordillera caliza y de las que hace mención nuestra nota común (lit. 26, p. 17); estas servían de base para reconocer al país con ayuda del nuevo mapa 1:50.000 y para colocarlo en el nuevo cuadro.

Ningún corte daba hasta ahora una representación tectónica y suficiente de estas cadenas. Por eso hemos intentado suministrarla por medio de una serie de perfiles aun más o menos esquemáticos. El lector que siga el texto y consulte el croquis del mapa distinguirá sin duda entre la parte que corresponde a la observación y la de la interpretación hipotética de que no se puede carecer para ilustrar la concepción tectónica.

## II. SOBRE LA DIVISION TECTONICA DEL BOKOYA

Si tenemos en cuenta que todos los terrenos al N. del flysch de Beni Uriaguél forman parte del mismo gran pliegue, alcanzando las dimensiones de un manto corrido de

reducido tamaño y que se extiende en una longitud de 39 kms., hay que suponer que tiene que estar afectado por alteraciones estructurales sobre ese recorrido tan largo. Pero sus accidentes secundarios son menores de lo que se podía esperar; el mismo trazado, tan rectilíneo, que une las extremidades de la cadena, nos lo hace ver. Por otra parte, las ondulaciones axiales que afectan al volumen del cuerpo paleozoico, se hacen destacar por los varios asomos, bastante extensos, de las areniscas del Permo-Trías o de las pizarras antiguas en el interior de la cordillera. Las ondulaciones de la masa entera son difíciles de establecer porque son muy pocos los cortes suficientemente profundos que nos puedan instruir sobre la posición del plano de acarreo para sacar conclusiones; los indicios se presentan solamente hacia las extremidades E.-NE. y O.-SO., donde se atenúa y reduce la estructura entera, coincidiendo esto con la desaparición del pliegue.

Hemos subrayado ya en el capítulo sobre el Lías, que el Este y el Oeste de la cordillera difieren algo, en que la primera región abarca relativamente más series estratificadas, alternancias de bancos calizos con capas delgadas de margas, mientras que la última se presenta más bien en series macizas y dolomíticas. Esta diferencia de materiales puede influir algo en el estilo tectónico. El hecho es que el mayor desarrollo estructural se encuentra en el Este, donde se forma La Escama del Palomas; esto coincide con la diferencia del material, mientras que el sector occidental tiene la apariencia de un bloque más rígido. Pero no hay una separación franca entre los dos sectores, salvo la intersección a lo largo de una línea debida a la erosión y que divide con bastante claridad a la cordillera calcárea en dos porciones; tal corte orográfico corresponde al meridiano del Uad Busikur, a lo largo del

cual hemos distinguido ya, en nuestra comunicación preliminar (lit. 4), un sector de Axdir al Este y un sector del Uad Badés al Oeste.

El transversal del Uad Busikur nos servirá perfectamente para dar una exposición preliminar del carácter tectónico de la cordillera calcárea; contrariamente al orden de los cortes (lám. II) y del itinerario que seguirá ordinariamente el que llega a visitar el Bokoya, empezaremos por aquí y continuaremos hacia el sector del Uad Badés porque encontramos de este lado una constitución del terreno más sencilla y más sugestiva en cuanto a las cuestiones de principio.

### III. LA TRANSVERSAL DEL UAD BUSIKUR

El pequeño arroyo Uad Mereka y su afluente a la izquierda el Uad Buhen, también de poco gasto, drenan la parte central del país que hemos llamado, generalizando, de los Beni Uriaguel. De los dos lados, hacia Sabarien e Izmoren, se dibujan las aristas redondeadas formadas por las calizas tabulares. El flysch, compuesto por margas más o menos sabulosas, diferentemente coloreadas e intercaladas de bancos de arenisca, exteriormente pardos, ocupa la depresión al pie de estas montañas. El complejo de estos estratos está plegado irregularmente, pero sigue en general la dirección OSO.-ENE. y no aparenta una posición tan fuertemente isoclinal como la que tendría si ocupase la posición tectónica que le atribuye el esquema de M. Russo. Hacia Aich Teben, este flysch debe contener la zona numulítica de Isefsafen, pero no lo hemos podido comprobar.

Teniendo en cuenta la altura de las montañas calcáreas, principalmente en las crestas de Askron, que dominan sobre cerca de 300 metros a la depresión del flysch del llano, el primer vistazo induce ya a creer en una superposición tectónica de la serie caliza sobre el flysch. Además, los pliegues de la cordillera caliza no tienen ninguna relación con los del flysch; constituyen las primeras una ondulación de radio bastante grande y hacia el borde Sur es frecuente ver a los bancos del Lías curvarse hacia abajo, aumentando su buzamiento en esta dirección; se apoyan allí contra la zona margosa del ante-país de flysch; esta inclinación, bastante fuerte en el Y. Busikur, se vuelve a encontrar en el espolón de Askron con pendientes de 40-50 grados. Sin embargo, la superposición franca de la serie caliza no puede trazarse ni aquí ni más allá a lo largo del borde exterior de la cordillera, porque casi siempre lo cubre un ancho manto de travertinos o de escombros cementados, que al flanquear el pie de las montañas impide observar los contactos.

Sin embargo, esta disposición encuentra su plena explicación a partir de la confluencia de los Uad Mereka y Buhen, formando desde aquí el Uad Busikur. Los macizos calizos de los dos lados se aproximan estrechando la zona numulítica, que conserva su orientación general, y a medida que avanzamos hacia el Norte se reduce al estrecho vallecillo al Norte de Ifran Tanda. *La superposición normal de la serie de calizas tabulares sobre las margas del flysch es aquí evidente*, lo que se subraya todavía más por el hecho de que la serie arrastrada se completa en su base por dolomías (Y. Barok). Hay además pequeños testigos liásicos pellizcados en las capas luteocienses que ornamentan las crestas de Ifran Tanda (corte 6). El más saliente de estos trozos es el Y. Bogobal, que presenta a



las dolomías en la cima y a las calizas tabulares con sílex, subyacentes y fuertemente plegadas. Si esta posición relativa no está producida por un *repliegue* con cobijadura y corrimiento local—siempre que se admita que la dolomía ocupa rigurosamente la parte inferior de la serie liásica—se podría también pensar en una posición invertida de las calizas tabulares.

Sigamos hacia adelante la transversal de nuestro río. Este se introduce más al Norte en una estrecha garganta, flanqueada de vertientes rocosas de dolomías, y poco después desemboca en el mar. Aquí, en la ladera Este de la colina del Marabout Lala Maimuna, aparecen bajo calizas, ricas en nódulos de sílex, las pizarras del paleozoico, o sea el basamento primario de la estructura, cuya posición de cabalgamiento sobre el flysch creemos haber demostrado durante este recorrido de poco más de 10 kilómetros.

Un punto que choca y que importa para apreciar la tectónica del Bokoya es el estrechamiento pronunciado que sufre la cordillera calcárea a consecuencia del avance hacia el Norte del flysch, que consideramos como subordinado al Lías calizo. Este hecho nos induce a la conclusión de la existencia de un gran pliegue acostado o «pliegue manto», «pli-nappe» que radica en la dirección hacia el Mediterráneo; su núcleo primario que aparece hacia la orilla, sufre en esta región un cierto estrangulamiento, o por lo menos un fuerte estrechamiento, por cuya razón no lo veremos ponerse en un cabalgamiento más extenso, caso que es válido según los otros cortes transversales de la cordillera. Para dejar mejor sentados los rasgos principales de la tectónica nos llegaremos a la extremidad Oeste de la cadena antes de ocuparnos de los dos sectores contiguos, que están determinados por el Uad Busikur.

#### IV. EL TRANSVERSAL DEL UAD BOU FRAH (VILLA JORDANA)

Un valle mucho más ancho que el que acabamos de seguir, y de un perfil más suave, limita la extremidad occidental de la cordillera; ésta domina al Este, desde el Yebel Kanus el Maaza (364 metros) a la embocadura de este valle, que es el del Uad bou Frah, que nace en las altas montañas al Sur de Targuist. Todo el recorrido de este río está sobre el flysch. Hacia Yenamat, la zona numulítica de Isefsafen—de afloramientos poco claros—se extiende hacia el valle.

Esta zona, así como las areniscas, sucediéndose en el valle hacia la costa, se orientan, como se ha dicho ya, según una dirección general de Este-Oeste. Esta orientación, en el fondo del valle, es perpendicular a la dirección Norte-Sur que define el límite de las dolomías, formando la cresta del Kanus el Maaza. Esto se explica por el hecho de un contacto mecánico análogo al del Uad Busikur. El Lías, que aumenta en el Kanus el Maaza a más de 100 metros de espesor, *descansa, por acarreo, sobre los estratos del flysch, que se sumerge hacia el Este debajo de las dolomías.*

Los afloramientos más próximos a la costa confirman perfectamente esta disposición. Hemos hablado ya de la serie de areniscas de Cala Iris. Este haz de capas, principalmente psamíticas, constituye las colinas de las Torres de Alcalá (fot. 5), buzando desde el promontorio Luat Lechendeck fuertemente hacia el mar, recubriendo la mayor parte de sus ondas. Esta zona de flysch está, por

lo tanto, bien definida por la alineación de sus bancos sabulosos. Pero está interrumpida bruscamente hacia el Este por el promontorio calizo de la extremidad NO. del Kanus el Maaza, bajo cuya masa desaparece (fig. 3). No hay aquí ninguna comunicación entre este flysch exterior

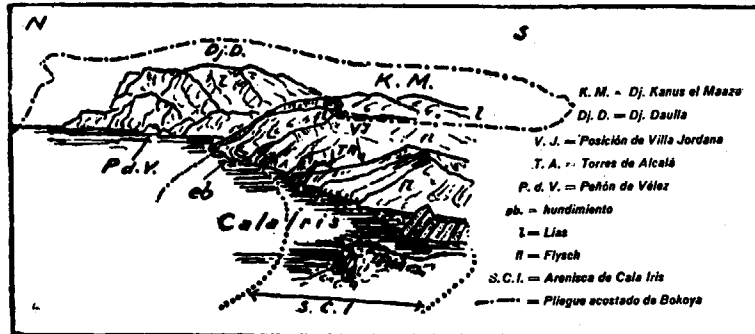


Fig. 3.—La costa de Cala Iris, vista del Oeste; en último término se ve subterránea la serie de Cala Iris bajo el pliegue acostado.

y las capas correspondientes que pudiesen recubrir normalmente a la bóveda del *pliegue bokoyano*, posición que no conozco en esta región.

El talud rápido del Kanus el Maaza hacia el Mediterráneo está afectado, al NE. de Villa Jordana (carretera al Peñón de Vélez), por un desprendimiento bastante grande. Un nicho oval de arranque se dibuja en la base dolomítica, que ha perdido parcialmente su soporte; las margas rojas subyacentes que acompañan a la serie de Cala Iris y afloran en este óvalo, se han hundido hacia el mar. Esta herida en la montaña deja ver bastante bien cómo se sumerge el flysch bajo el Lias. Este, parcialmente formado de calizas oscuras, tuerce hacia el lado Este del hundimiento y llega al mar, recubriendo un núcleo de pizarras antiguas que aparecen hacia el Peñón de Vélez.

Con el fin de abarcar con la vista al corte natural que suministra la vertiente occidental de Kanus el Maaza, vamos a observarla desde la elevación situada al Oeste del Uad bou Frah. Esta vista nos permite distinguir las dos porciones que acabamos de deducir del pliegue acostado. Una de éstas abarca al complejo superpuesto al flysch, que se destaca en las rocas dolomíticas o calizas de Kanus el Maaza; más hacia el Sur están reemplazadas estas capas por una banda ancha de areniscas rojas del Permo-Trías, de pizarras y grauwackas paleozoicas. La otra porción del pliegue acostado representa la incurvación hacia el Norte de la masa cabalgante, es decir, de su parte radical, que podemos hacer empezar en el talud Norte de Kanus el Maaza.

Considerando también al paleozoico, que forma entre el valle del bou Frah y el arroyo de Zeituna una especie de burlete deprimido, acostado al Sur de la alta cordillera, y que debe de representar la misma posición tectónica que el Permo-Trías antes mencionado, deducimos que el complejo cabalga al flysch sobre una longitud transversal de unos cuatro kilómetros. Esta distancia mide, por lo tanto, la amplitud observable del pliegue acostado. Visto el estilo de este cabalgamiento casi horizontal y esta amplitud, podemos llamarlo pequeño manto u hoja de arrastre. Comparando las alturas del frente meridional de una parte, y de la charnela al NE. de Villa Jordana de otra, se comprueba que el plano de cabalgamiento está muy ligeramente inclinado hacia el Sur (apenas 2°). En el primero de estos puntos el plano de cabalgamiento puede tener una cota de unos 100 metros (por encima de Izauaten), y en el segundo de unos 185 metros (borde occidental del hundimiento).

Se puede uno extrañar de la terminación repentina ha-

cia el Oeste de la masa cabalgante, que para bruscamente en el Kanus el Maaza. Aunque hay algunos montones calizos y dolomíticos distribuidos sobre las pendientes del lado derecho del Uad bou Frah, su estado parcialmente brechoide y su situación, evocan más bien formaciones de posición secundaria que se encuentran en virtud de amontonamientos (derrubios de ladera) («Sackungen») producidos en el flysch inestable; su posición no indica, por lo tanto, la presencia del plano de acarreo. Sin embargo, no hay que abandonar la idea de encontrar testigos al Oeste del valle. Un montón de calizas dolomíticas azul oscuras, como existen también en el Lías del pliegue bokoyano, sorprende a la altura de la arista que continúa al Suroeste de la colina de las Torres de Alcalá. Estas calizas pelliscadas en el flysch coloreado están muy dislocadas y podrían muy bien estar consideradas como los últimos fragmentos de nuestro manto bokoyano, que tiene aquí no solamente su frente determinado por la erosión, sino que se estrecha rápidamente para retroceder hacia el Norte. Además, esta atribución permanece dudosa, puesto que en estas series de flysch ciertas calizas se asemejan, muy a menudo, a la facies de formaciones mesozoicas.

En el transversal recorrido, el plegamiento del propio flysch ha ocupado solamente nuestra atención para definir el carácter general tectónico. En general, sus detalles son de menor interés, menos aun por ser de muy pequeña extensión y que pliegues y cubetas se suceden a corta distancia. Pero a causa de las cuestiones ya tratadas en el capítulo estratigráfico, relacionadas con el flysch de Villa Jordana, esta formación nos obliga a hacer aquí todavía, algunas consideraciones. No habiendo pasado prácticamente en mis excursiones de la región de la desembo-

cadura del Uad bou Frah, me falta la experiencia deseable sobre una extensión más grande.

Parece que todo el flysch al Norte de Yenamat pudiera pertenecer al mismo pliegue sencillo, en el que participan las calizas numulíticas. Más hacia la costa, las areniscas de Cala Iris, pasando la terminación septentrional del Kanus, evocan, vistas desde el Oeste, otra forma anticlinal conteniendo margas abigarradas en el centro (fot. 5); más hacia el Oeste, la misma serie parece ser isoclinal; en el promontorio de Ras Luat Lechendek se observa un pequeño sinclinal de gran pendiente axial hacia el Este. Tales observaciones aisladas hacen ver las frecuentes variaciones que afectan a las capas de esta formación.

Además nos debemos preguntar si no habrá entre estos elementos estructurales un plegamiento más pronunciado que sea la razón del afloramiento Cretáceo de Villa Jordana, o habrá quizás que poner la aparición del último a cuenta de un cierto diapirismo. Yo no sabría decidir; el corte con este objeto no es más que una hipótesis (corte 14).

En cuanto a las capas oligocenas que componen la base del pliegue-manto, justo detrás del campamento de Villa Jordana, se podría pensar en interpretarlas como formando parte de un flanco invertido, vista su posición extraña referente al Cretáceo; sin embargo, su plegamiento no es conforme a tales disturbios y lo une, sin duda, al complejo del flysch basal de modo que esta explicación no es justificada.

## V. EL SECTOR DEL UAD BADES

Dos cortes transversales de la cordillera caliza han dado hasta ahora pruebas suficientes de que sus formaciones y la base antigua de éstas forman parte de un pliegue-manto que cabalga sobre algunos kilómetros a los pliegues del flysch del «ante-país». Podemos entonces sacar en conclusión que esta estructura caracteriza a todo el macizo en el recorrido entre estas dos transversales, visto que éstas destacan considerablemente una de otra. Entre ellas se sitúa el sector que hemos llamado del Uad Badés. En este sector es donde se encuentra la parte de mayor altura media y las cumbres principales (Yebel Imesoguen, 757). Lo corta, además, el valle profundo del Uad Badés, que da el nombre al sector.

Pero a pesar de la entalladura y del carácter bastante accidentado de esta parte de la cordillera, tales condiciones morfológicas no bastan para llegar a encontrar de nuevo, de acuerdo con los dos transversales anteriores, al substratum terciario. Esta circunstancia favorece la opinión de un descenso axial más marcado en este sector.

Sin embargo, andando a lo largo de su borde meridional, se vuelven a encontrar indicios que pueden confirmar la continuidad de la disposición tectónica ya trazada. La depresión del flysch, que sigue al Uad Tikkid al Norte de Zoco el Had el Ruadi, es una repetición en pequeño del retroceso del Uad Busikur. Aunque depósitos recientes impiden la observación directa de la superposición de la serie liásica al flysch, la disposición morfológica puede

guiarnos. Como un gran lomo de asno, el *Yebel Reais*, compuesto de losas calizas casi horizontales, avanza hacia el Sur entre hondonadas donde el flysch numulítico se puede ver localmente (corte 8).

En otra parte, estos *entrantes del flysch hacia el Norte* están compensados por *avances de formaciones del pliegue bokoyano hacia el Sur*. El punto más pronunciado en este sentido es la colina de calizas blancas de Alhucemas, donde las aglomeraciones de casas de Tadvant y de Dar Ersgoten están pintorescamente colgadas. Parece que la magnitud del pliegue es aquí máxima (corte 9); un pequeño islote de calizas blancas reposa como un fragmento flotante sobre las margas y areniscas del flysch (Maloh).

A partir de este punto hacia el Oeste, los indicios que podrían comprobar una superposición franca son muy escasos. El plano de acarreo parece estar a menudo muy inclinado, lo que produce contactos casi verticales entre el flysch y las formaciones antiguas que predominan en esta región. Tal es el caso en el codo del Uad Badés (Dar Hasar, corte 10). Más al Oeste se observan pequeños entrantes, donde afloran algunas veces calizas numulíticas, que no tienen ninguna relación con las calizas del tipo de Alhucemas. Aquí y allá, sobre todo bien visibles en las pendientes áridas de Bogombo Ersgoten, los bancos calizos de la zona numulítica de Isefsafen indican la alineación de esta zona paralelamente a la unidad tectónica superior (corte 10-13).

Otro hecho notable propio de esta zona del borde, entre Tadvant y el valle del Uad bou Frah, es *la extensa participación en la serie cabalgada de las formaciones antiguas que reaparecen bajo las series calizas, constituyendo el alto frente, borde de la cordillera; desde la vertiente occidental del Y. Reais, unas pizarras verdes, grauwackas, y,*

aquí y allá, capas delgadas de fánitas negras, forman una serie de colinas suaves, sobre las que están situadas algunas aldeas (Tici Ali, Bogombo, Zeiuna, etc.); las areniscas, conglomerados o pizarras rojizo-violetas del Permo-Trías que reposan encima, dan unos colores muy vivos a este país desnudo. No podemos describir todos los detalles de la tectónica de estas formaciones, pero la disposición vertical que observan algunas capas del Permo-Trías indica que están fuertemente plegadas en los esquistos paleozoicos. El gran número de pequeños islotes calizos del tipo de Alhucemas en estas colinas de borde tiene que estar en relación con estos plegamientos.

La extensa participación del paleozoico, precisamente aquí, en el frente exterior de la cordillera y de estos elementos estructurales, permite una conclusión importante en cuanto a la amplitud del desplazamiento horizontal. Un simple pliegue volcado no hubiese arrastrado en esta proporción su base antigua; y de otra parte, la suposición de que aflora aquí un macizo autóctono se excluye en virtud de la experiencia sacada de las transversales del Uad Busikur y Uad bou Frah. Sin embargo, la intervención de este material antiguo parece un poco caprichosa; hemos comprobado ya que ni en la transversal del Busikur ni en un determinado trayecto del valle del bou Frah podemos volver a encontrar esta base paleozoica.

Desplacémonos ahora desde el borde exterior al *interior del sector del Uad Badés*. La serie de las calizas tabulares, a menudo interrumpidas por intercalaciones más compactas, que constituyen esas montañas ásperas e inhospitalarias, afectadas de plegamientos mal determinados y alabeamientos sinuosos, no manifiestan casi detalles de alguna importancia general. Un plegamiento bastante pronunciado observan las dolomías en el curso infe-

rior del Uad Badés y alrededor del Peñón de Vélez, donde están bastante alteradas.

Los afloramientos de los terrenos antiguos son los que merecen más atención, porque indican las grandes líneas de combadura, las particularidades según el eje longitudinal del pliegue acostado.

En esta cuestión, la franja larga del paleozoico, que se extiende sobre 10 kilómetros de longitud entre las inmediaciones de Adduz y la costa mediterránea de Tausart, nos guiará útilmente; la llamaremos el *área anticlinal de Adduz*. Está dirigida al N.-30°-E., por lo tanto, un poco oblicuamente con relación al borde exterior. Las calizas silurianas del tipo de «calizas alabeadas» y las pizarras satinadas que las acompañan, aparecen jalonadas por conglomerados brechosos, que parecen encontrarse hacia la base del Lías calizo. La gran altura que alcanza el paleozoico (unos 600 metros, Sidi el Hach Hasun) es notable; indica, bien una combadura considerable, que afecta al conjunto del pliegue acostado, o un gran aumento de la masa paleozoica (cortes 8-9).

Más allá, hacia el NE., la misma disposición se vuelve a encontrar a la altura de la costa de Tausart. Un pequeño detalle se observa aquí, en los acantilados de Marsa Amekran, y merece mencionarse porque no está aislado. Mientras que el plegamiento entero y los accidentes secundarios indican siempre el empuje hacia el Sur, hay entre las pizarras y las capas inferiores del Lías pequeños «repliegues», que hacen el efecto de sostener las pizarras sobre las dolomías de la base. En Marsa Amekran este «repliegue» no está indicado más que por el Lías, que está plegado en forma de pequeño sinclinal, seguido de una delgada franja roja (Permo-Trías); este pliegue está un poco inclinado hacia el Norte (corte 7). Es verdad que

este accidente de Tausart es bien pequeño, pero parece que continúa en los acantilados hacia el Oeste (Mohamed Zecri) y unas formas análogas reaparecen más allá, de manera que se puede decir que *ahí donde el núcleo antiguo del pliegue acostado bokoyano se dispone a hundirse hacia el mar, está afectado en su bóveda por pequeños pliegues que brotan en sentido opuesto.*

El área anticlinal de Adduz-Tausart tiene su pendiente de tamaño mucho más reducido en la *costa entre el Peñón de Vélez* y el desprendimiento del flanco Norte del *Yebel Kanus el Maaza*. Este afloramiento del paleozoico, que sorprende por su situación inmediata al borde occidental de la estructura bokoyana, parece contener un repliegue del que hay que reconstruir grandes partes. Ahí, el sinclinal pellizado podría estar formado por la franja dolomítica del Peñón de Vélez, que constituye los pequeños promontorios por debajo de la carretera de Villa Jordana al Peñón y que buzan, en general, al Sur; se puede explicar esta disposición por el envolvimiento de los bancos dolomíticos bajo las pizarras y calizas alabeadas del núcleo paleozoico (cortes 12-13). Es una especie de perforación, en forma de raigón, de la masa esquistosa, estraigráficamente subyacente, que se arruga entre las mandíbulas de las series calizas. Evoca un poco una irrupción extravasiva, pero entendido esto puramente en el sentido mecánico, caso en que el paleozoico hace el papel del Trías salino. Se observa al mismo tiempo una reducción brusca del Lías de Kanus el Maaza, del que solamente una pequeña franja separa el substratum antiguo del flysch del desprendimiento antes mencionado.

Hay que reconocer otro bombeamiento del substratum paleozoico en las *montañas de Askron*. Las ondulaciones del terreno de cultivo que ocupan las casas de esta cabila,

dejan ver las areniscas y pizarras rojas del Permo-Trías a una altura de unos 500 metros. Esta altitud, relativamente importante—que se repite en otra parte en pequeños botones rojos análogos—comparada a la base de la serie liásica (300 metros) en la falda exterior de la montaña, permite esta conclusión (corte 7).

Antes de dejar el sector del Badés, conviene aún subrayar algunas diferencias esenciales que existen entre mis trazados, que están lejos de poder resolver todas las dudas, y el cuadro estructural esquemático de nuestros predecesores en la investigación, M. y Mm. Russo (30, página 135). Habiendo reconocido el papel importante del carácter volcado hacia el Sur del plegamiento general, nuestros colegas distinguen, sobre todo en el sector que nos ocupa, dos grandes pliegues acostados más o menos superpuestos. Su contacto, es decir, el frente del superior, debe pasar del Uad Badés, por Adduz, hacia Tausart y estará, según ellos, jalonado por el flysch; el frente del segundo es nuestro borde exterior, que continúa hasta la Bahía de Alhucemas. Según lo que hemos croquizado anteriormente no hay medio de trazar esta separación tectónica con una faja de flysch; en el sitio por donde debía de pasar, definimos precisamente el área anticlinal de Adduz. Cualquiera de estas divergencias está, naturalmente, en la diferente interpretación de los esquistos, que para M. Russo eran numulíticos y para nosotros son capas del Siluriano. Este error fué también, sin duda, la causa de que nuestros colegas viesan un gran trozo de recubrimiento en la región Sur del codo del Badés (Zeituna, etc.), mientras que hemos hecho el levantamiento de esta región del pie de la cadena como pizarras antiguas, sobre las que están esparcidas en posición normal las calizas blancas de Alhucemas.

## VI. EL SECTOR DE AXDIR

La región al Este del Uad Busikur, nuestro sector de Axdir, está en perfecta continuidad morfológica y estructural con la porción del pliegue que acabamos de recorrer; pero no es más que una mancha de formaciones, de dos kilómetros de anchura solamente, que comunica a los dos sectores en la parte baja del Uad Busikur. Algunos hechos importantes en el sector de Axdir merecen que nos ocupemos de ellos.

**a) La base paleozoica de Tala Yusef.**— El área anticlinal que desaparece a partir de Tausart, renace y se despliega en mayor extensión al Este de la Punta Busikur. Sus esquistos, grauwackas, y en algunos lugares las calizas negras y torcidas de las «calizas alabeadas», constituyen a lo largo de las vertientes de Tala Yusef el rincón NE. del país bokoyano (fot. 4); pero como elemento nuevo e integrante, participa en este paleozoico una facies caliza de carácter más bien arrecifal; es la caliza cristalina azul clara y manchada de rosa-pardusco, que por su fauna de *Orthoceras*, aquí y más allá, nos ha permitido fijar la edad paleozoica de las formaciones. Estas calizas, corrientemente de aspecto muy grosero, que se colocan muy a menudo próximas de las calizas alabeadas, están aquí bastante distantes de ellas y se alinean en una dirección que concuerda con las líneas directrices del pliegue bokoyano, indicando así que el material paleozoico está completamente incorporado al plegamiento terciario. En

general, estas calizas se alinean en las cúspides, lo que puede indicar que no están profundamente acuñadas en los esquistos, hecho que corresponde también a su papel estratigráfico de piso superior a este paleozoico. Igualmente como las calizas, están alineadas las areniscas rojas del Permo-Trías y acuñadas en los esquistos, coloreando de manchas rojas los tonos pardo-verdosos de este terreno.

Importa, además, llamar la atención, de que tanto aquí como hacia Tausart y la costa del Peñón de Vélez, hay pequeñas cuñas de caliza, de dolomías y de areniscas o conglomerados rojos, jalonando la costa; su buzamiento, corrientemente al Sur, hace suponer que se trata de la misma clase de plegamientos que implican la presencia de repliegues en los esquistos subyacentes (fot. 6; cortes 5a y 3).

La presencia de estos pequeños accidentes, que representan un plegamiento subordinado en sentido inverso del movimiento general, indica probablemente un origen común. Se puede pensar en el efecto de una presión activa a la altura de los pliegues y viniendo del Norte, ejercida por una unidad tectónica contigua y actualmente hundida en el Mediterráneo próximo.

**b) Los alrededores de Villa Sanjurjo.**— Lugar principal y sitio de la administración militar del Rif central (fot. 1), están enclavados casi totalmente en las rocas antiguas del macizo bokoyano. Todas las calizas compactas o dolomíticas que rodean a la pequeña ciudad, pertenecen, exceptuando a la península de Morro Nuevo, a la caliza gothlandiense (*Yebel Malmusi*, etc.) y no al Lías, como se había supuesto anteriormente (24, 26, 31). La mencionada península, que en forma de rombo representa la extremi-

dad Norte del Bokoya, parece pertenecer a una cubeta sinclinal muy ancha; por encima de las dolomías de la base, de gran espesor, siguen hacia la playa Cebadilla los bancos de calizas estratificadas con nódulos de sílex. Una falla, quizá con carácter de pliegue-falla (corte 1) bordeando la cala de Islotes al Norte (fig. 2), separa este complejo de esquistos satinados y coloreados del Siluriano superior que afloran en las ensenadas pintorescas de Villa Sanjurjo.

La tectónica de las formaciones antiguas en las proximidades de Villa Sanjurjo no es fácil de definir, menos aun por estar cubierta una gran superficie por areniscas deleznales y escasas dunas. Los esquistos están irregularmente retorcidos y se arriman estrechamente contra los montones macizos de caliza; estas últimas tienen buzamientos casi verticales, ahí donde tienen su mayor espesor (colina de Morro Viejo); han basculado irregularmente en el complejo esquistoso y más plástico.

Esta serie paleozoica, descansa al Sur de Villa Sanjurjo contra el flysch que ocupa la zona deprimida donde desemboca el pequeño Uad Tixdit, atravesándolo localmente (cerca del polvorín). De esta manera podemos considerar al paleozoico de Villa Sanjurjo como una escama que avanza algo contra el flysch oligoceno del Uad Tixdit; pero este accidente no continúa muy lejos hacia el interior, trazable al menos, puesto que en los campos donde se juntan las pequeñas ramificaciones del Uad Tixdit—hacia Ulad Chaib—ni el flysch ni la dislocación pueden ser reconocidos; esta última desemboca hacia el mar en el circo rocoso del Norte del matadero público. El complejo, al Sur del Uad Tixdit, forma por entero parte de la estructura que hemos llamado

c) **La escama del Monte Palomas.**—Abarca ésta al

macizo montañoso de este nombre, que domina la costa de Villa Sanjurjo-Axdir y por eso fué un punto importante en el avance (combates del 25 de septiembre de 1925) del Ejército español; orográficamente, y bajo el punto de vista estructural, este vértice no es más que la extremidad NE. de una cadena de cimas redondeadas que se desprende de las alturas del interior, alrededor de Izmoren y se individualiza a medida que las dos barrancadas que forman sus flancos, el Uad Tixdit al Norte y Uad Isli al Sur, se profundizan al aproximarse al mar. Estas dos cortaduras, bastante profundas y ocupadas por cordones de flysch oligoceno, subrayan la individualidad de la espesa serie de calizas que constituyen el Monte de las Palomas, sin que pueda apercibirse a primera vista la incisión tectónica importante que provocan en la bóveda del pliegue acostado bokoyano. Es de importancia primordial ver que el flysch del Sur (Isli) y el del Norte (Tixdit) se reúnen al pie NE. de la montaña, separándola así de los montículos calcáreo-dolomíticos que bordean el mar (Yebel Buyibar y Yebel Tara Mara). La cuestión del papel de este flysch oligoceno se plantea para definir la significación de lo que distinguimos de la propia base con el nombre de Escama de Palomas.

La serie del Monte Palomas contiene una sucesión de calizas de gran espesor, corrientemente claras, de pátina amarillenta, con margas alternantes, lo que facilita un plegamiento característico pero local; la ladera abrupta de esta montaña, dominando al Sur al valle del Uad Isli, da una idea instructiva y aclara la posición de la serie caliza con relación al flysch. El contacto de las dos formaciones lo encontramos repetidas veces, en particular cerca del pequeño pezón indicado con *K* (mapa lámina I y corte 3). Ahí, las calizas tabulares, formando ondulado-



nes y buzando ligeramente al NO., *se apoyan bruscamente a lo largo de un contacto mecánico muy inclinado (70° próximamente) hacia el Noroeste.*

Contactos análogos, quizá con un ángulo menor, existen en las regiones de más arriba, en donde a la vez el flysch se enfila como zona continua (hacia Ain Tereiref) de modo que así no parece existir una comunicación directa entre el flysch del valle del Isli (Oligoceno) y el de Isefsafen-Izmoren (luteciense).

Es importante, además, señalar aguas abajo el contacto que se presenta justo delante de la desembocadura del Uad Isli; una pequeña muralla de caliza blanca despunta al borde de los aluviones, exhibiendo, en su lado Sur, un contacto mecánico; en la misma orilla del Uad, un poco más arriba, la zona de flysch del Isli se prolonga, estrangulada, a una anchura de 20 metros entre la caliza mencionada y las pizarras paleozoicas y ftanitas que representan ya el basamiento antiguo del Adrar Amekran al Sur del Isli (corte 1).

A primera vista, el contacto brusco de las dos series a lo largo del valle del Isli podría hacernos creer en una simple falla. Pero jalonando de paso el contacto entre la serie del Palomas y el flysch hay que optar por otra solución. La base de las calizas tabulares, que presenta continuamente sus contactos buzando unas veces al Sur y otras al Este, dobla hacia el N. y al NNO. al salir del Uad Isli. De esta manera pasa por las vertientes que dominan al Oeste a la carretera de Villa Sanjurjo. Aunque bastante cubiertas por depósitos recientes, las margas rosas y verdosas del flysch afloran bajo estas calizas y determinan así una zona de flysch que va a juntarse con el del valle del Uad Tixdit. Esta disposición parece indicar que el contacto mecánico, fuertemente inclinado en el valle del

Isli, se encorva y se prolonga casi horizontalmente bajo el Monte Palomas. Nuestra conclusión, entonces, es que *esta montaña tiene que formar una especie de masa flotante sobre el flysch oligoceno.*

Si es esto aparentemente, sin embargo, nos debemos preguntar si el flysch que rodea el Monte Palomas no está en realidad *solamente pellizcado* alrededor de la terminación NE. de la montaña y reposa normalmente sobre el Lías, al menos en las vertientes septentrionales. Admitido el primer caso, sería algo extraño que un plegamiento transversal, que estaría indicado por tal pellizcamiento del flysch entre el Isli y el Tixdit, se introdujese cabalmente aquí, en una región donde se anuncia más fuertemente el buzamiento axial en este sistema, cuya dirección es OSO.-ENE., por lo tanto casi en ángulo recto con el asomo del flysch.

En cuanto a la superposición normal no me parece más probable. En efecto, los contactos indican más bien un cabalgamiento; una confirmación de esto la encontramos en una débil sinuosidad, entendido en el sentido horizontal, de la línea del asomo del contacto entre las calizas del Palomas y el flysch, por ejemplo en el barranco descendiente al Norte; de la misma manera, las diferencias de orientación de los accidentes en el flysch del Tixdit y en la escama del Palomas defienden la misma interpretación, es decir, que las calizas flotan en una cierta extensión sobre el flysch.

En fin, es interesante de encontrar al Oeste de la carretera por donde pasa el Uad Isli, un pico aislado de calizas tabulares apoyándose contra las areniscas glauconiosas del flysch; esta caliza puede ser considerada como un trozo flotante de la escama en cuestión, de la que existen igualmente montones calizos sobre las vertientes NE. del

Monte Palomas; la posición, relativamente profunda, de nuestro pequeño trozo, en el valle, cerca de las ruinas de la Alcazaba Roja, será probablemente debida a dislocaciones de orden secundario (1 en el corte 2).

En resumen, debemos de sacar la conclusión de que *el complejo del Monte Palomas representa una masa descansando sobre el flysch de la zona Isli-Tixdit*; en otros términos, que es una *escama que se aparta del substratum del bloque principal del pliegue bokoyano*.

A partir de Izmoren no hay ninguna indicación más de la presencia de la escama que creemos haber definido en la transversal de Villa Sanjurjo. Esta pequeña extensión y la presencia repentina de este ornamento, inesperado en el flanco normal del gran pliegue acostado, no aporta nada para darle una gran importancia tectónica, es decir, para producir un accidente que afecte seriamente al substratum. Por lo tanto, debemos admitir que las pizarras antiguas no están lejos, bajo la parte frontal de nuestra escama, puesto que muy cerca de la arista del Palomas afloran las areniscas rojas triásicas (Tesacut) que de ordinario se asocian al Paleozoico.

Tenemos todavía que precisar la posición de las montañas que jalonan la costa más allá de la carretera de Villa Sanjurjo-Axdir con relación a la escama del Monte Palomas. Las relaciones son bastante difíciles de establecer por ser insuficientes las observaciones útiles. Las formaciones de un lado y de otro del flysch son un poco diferentes. Algunos bancos calizos más oscuros y espesos, dolomías grises y un sinclinal de calizas blancas en el Yebel Buyibar, son los elementos constitutivos que deben representar a la serie basal del Lías en las colinas, bordeando el mar. Además, en diversos lugares aparecen allí bandas estrechas de la arenisca subyacente, cortadas en

diferentes sitios por fallas. En lo que se refiere a las relaciones con el flysch de dirección meridiana, mencionado arriba, las observaciones hacia el Tixdit apoyan la idea de que el flysch penetra hacia el Este bajo el complejo de Yebel Tara Mara. Hemos anotado ya, que en la desembocadura del Uad Isli hay una serie de flysch estrangulado que flanquea al Sur al último reborde de las calizas que constituyen el Yebel Buyibar. Esta posición está de acuerdo con una relación análoga que hemos deducido para el volumen entero del Monte Palomas con relación a este flysch oligoceno. Podemos sacar así, en conclusión, que las colinas colocadas entre la carretera y el mar representan a la parte Este y basal de la escama del Monte Palomas que desciende axialmente hacia la Bahía de Alhucemas y recubre, por consecuencia, al flysch oligoceno (corte 1).

**d) El Adrar Amekran** (la Gran Montaña).—Surge como una masa grosera de caliza blanca al Sur del Monte Palomas. Sobre sus espaldones, hacia el mar y a su pie, están asentados los aglomerados que forman el complejo de Axdir, en otro tiempo residencia efímera de Abd el Krim. En esta montaña áspera reconocemos la reaparición, por debajo de la escama del Palomas, del basamiento de Villa Sanjurjo, pero bajo un aspecto diferente. Corresponde igualmente a esta «lengüeta antigua», que hemos anotado como formando una serie de colinas al pie de la cordillera, en el sector del Uad Badés (Bogombo, etc.). La gran diferencia con la última zona paleozoica frontal—y por consecuencia, también con el trozo de Villa Sanjurjo—es que aquí las rocas antiguas no aparecen más a la superficie (salvo el pequeño ojal, ya mencionado, de la desembocadura del Uad Isli), y que un complejo macizo de ca-

lizas blancas no permite asomar más que esporádicamente a las capas rojas del Permo-Trías. Solamente en la vertiente occidental del Amekran, en la parte alta del Isli, se reproducen las mismas condiciones observadas al O.; la caliza blanca que hemos denominado de Alhucemas, se encuentra allí dispersa en islotes sobre su base roja de arenisca permo-triásica, y nos impresiona la similitud litológica y el modo análogo de aparecer del bético de Málaga.

Las pequeñas barrancadas formadas sobre las vertientes exteriores del Adrar Amekran no son suficientes, como en las transversales más al Oeste, para definir bien una superposición sobre el flysch que flanquea sus bordes. Por lo tanto, tendremos que apoyarnos sobre dos observaciones. La primera se refiere al pequeño barranco de Adasor, que sigue a lo largo del contacto entre el flysch y las calizas de Alhucemas durante todo su recorrido a través de Axdir. En su parte superior, unas calizas de fauna numulítica luteciense y un lithothamnium buzan fuertemente (65°) al NO., alternando con margas gris-verdosas. Los linderos correspondientes a la base de la caliza de Alhucemas se colocan por encima de este afloramiento y avanzan más al Sur, de manera que se puede deducir que el borde externo de la masa caliza reposa sobre las capas inclinadas del flysch de numulites (corte 1).

Otro indicio se presenta a poca distancia al Sur, ahí donde se sigue el límite de la caliza del Adrar Amekran, desde el pequeño Bab Tanskedant hacia Isefsafen. Al Sur de la carretera de Targuist, las capas del flysch numulítico están bastante inclinadas hacia el Sur. En esta serie se observa una línea estrecha de pequeños mogotes de caliza blanca del tipo de Alhucemas, que corrientemente no se encuentran intercaladas en las capas del flysch. A

pesar de no poderse determinar el buzamiento de estas rocas macizas, el conjunto hace ver que se trata de un pequeño rosario de bloques flotantes, que siguen a una distancia de unos 200 metros el borde Sur del pliegue bokoyano. Vista la igualdad del material, no cabe duda que hemos de relacionar nuestro rosario de caliza blanca, al borde del Adrar Amekran, con una pequeña escama o un pellizcamiento de orden secundario bajo el pliegue principal del Bokoya (cortes 2 y 3).

Resumiendo todas estas observaciones en el borde exterior de la cadena caliza, alrededor de Axdir, se nos impone la conclusión, como es natural, de que el plano de acarreo que hemos concluido en los transversales del Uad Busikur y Uad bou Frah se continúa hasta la Bahía de Alhucemas, donde desaparece, retrocediendo probablemente algo hacia el NE., bajo la superficie del mar. Hemos alcanzado ahora de nuevo al borde exterior de la cordillera caliza, que más al Oeste ha sido nuestro punto de partida. Tan pronto, de una manera precisa, como con una parte hipotética, hemos intentado aclarar la estructura de esta cadena, que se asemeja mucho al gran dorsal calizo del Rif. Por lo tanto, hemos visto que *la existencia de un pliegue manto, recubriendo sobre unos cinco kilómetros al flysch que le precede al Sur, parece ser* la interpretación más de acuerdo con el estado actual de las observaciones.

## VII. LAS LINEAS ESTRUCTURALES DEL ANTE-PAIS DE BENI URIAGUEL

Estas líneas han sido mencionadas repetidas veces durante el curso de este trabajo. Habiendo recorrido muy poco este terreno, no he podido hacer un estudio suficiente de sus accidentes estructurales, que, además, en general no compensan al esfuerzo necesario para ello. Lo que sigue no es más que una discusión general y adicional.

No puedo hacer ningún argumento en favor de la participación de este flysch en el pliegue acostado del Bokoya; no han sido reconocidos ni el flanco invertido ni la continuidad directa de estas capas, con las que reposan normalmente sobre el macizo bokoyano; al contrario, estos pliegues del flysch están cortados por la masa arrasada del Norte, lo que puede ser comprobado sobre una extensión bastante grande; y además, al mismo hecho se asimilan las observaciones a lo largo del borde de la cadena, aunque apoyándose sobre una zona muy estrecha. La cuestión es ahora conocer la magnitud del acarreo, o en otros términos, saber la suerte que corren los pliegues del flysch hacia el Norte. Es evidente que esto no se puede precisar. Sin embargo, me parece que hay algunas pruebas que están más bien a favor de dar importancia al nudo tectónico que se coloca en la base del pliegue bokoyano. Las divergencias estratigráficas son notables: primero la diferencia de edad del flysch, que en el interior de la cordillera caliza es Oligoceno, mientras que el de la zona de Isefsafen es luteciense o localmente Eoceno superior; además, en los pliegues más interiores del ante-

país, hay un Cretáceo que se asocia íntimamente al flysch, bajo el punto de vista de facies, circunstancias que no se vuelven a encontrar sobre el pliegue bokoyano. Mencionemos, además, el diferente carácter tectónico, el arrastre del gran volumen de paleozoico existente en el pliegue bokoyano, entonces todo esto nos induce a admitir una separación bien marcada, de manera que una serie de pequeños pliegues apretados y aplastados debe de intercalarse en profundidad, constituyendo una unión entre el pliegue acostado y su ante-país de Beni Uriaguel. Esta oposición se atenuaría naturalmente si consiguiésemos comprobar la existencia del mismo flysch luteciense sobre el lomo bokoyano.

En el país ondulado de los Beni Uriaguel, la dirección de las líneas principales parece concordar con la dirección del pliegue bokoyano. Lo que quieren representar nuestros cortes, en este aspecto, no es más que una idea esquemática.

La línea que separa al flysch de la serie de pizarras negras subyacentes es puramente el efecto de la intersección por la erosión. Por lo tanto, el hecho de que esta línea observe la misma dirección general a la que obedece la erosión que ha producido el profundo valle del Uad Ghis, hace resaltar el plan general de las líneas estructurales y demuestra que fué sometido todo a una gran presión de Norte a Sur y que ha provocado la estructura isoclinal que se observa en esta serie monótona del Uad Ghis. En otro capítulo ha sido considerada brevemente la posibilidad de un cierto contacto mecánico en la base del flysch. Está esbozado esquemáticamente en los cortes adjuntos. No creo que un contacto de ruptura entre estos dos complejos arcillo-sabulosos sea de gran importancia. Su existencia puede limitarse al sector del pliegue bokoyano y

regiones limítrofes, de manera que una ruptura parcial estaría limitada a la zona donde el aumento de las fuerzas tangenciales ha volcado hacia el Sur, no solamente al macizo profundo sino a grandes paquetes del ante-país.

No habiendo recorrido este contacto suficientemente, deseo solamente extender el estudio algunos kilómetros fuera de la región, es decir, al Norte de Targuist (fig. 4).

Inmediatamente al Norte de esta población, se dibuja bastante bien el contacto entre las pizarras negro-azula-

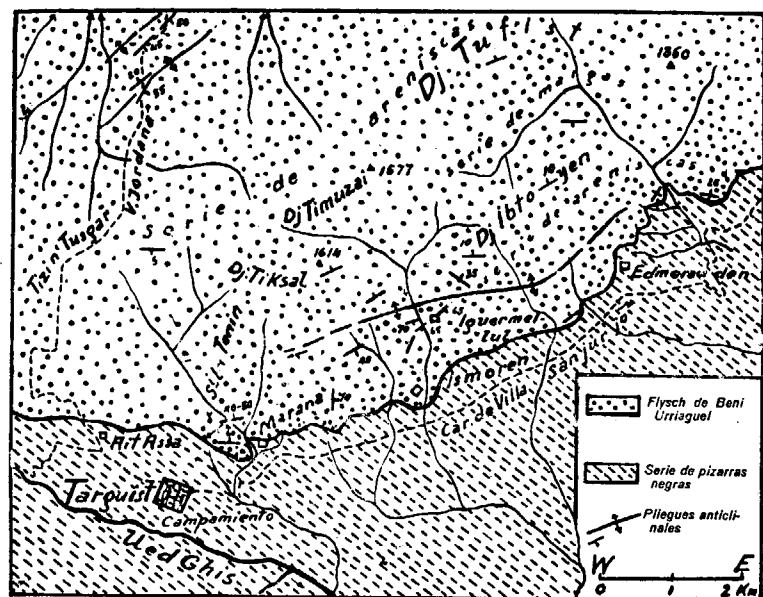


Fig. 4.—Croquis del contacto entre el flysch y la serie de pizarras negras cerca de Targuist.

das y brillantes y el flysch sabuloso que constituye la alta cordillera (Yebel Tiksal-Yebel Tarrist). Este contacto sigue luego, entre Ait Assa, al NO. del campamento, hasta el Zoco el Tzenin, a todos los entrantes del terreno provocados por los barrancos que bajan del Norte hacia el

Uad Ghis (\*). De aquí se deriva que la superficie del contacto entre las dos formaciones, de las cuales la inferior sobresale por su mayor dinametamorfismo, no está muy inclinada. Las pizarras negras de Targuist obedecen a su disposición isoclinal. Por el contrario, los bancos de arenisca del flysch indican un plegamiento independiente y bastante pronunciado; se puede distinguir un pequeño anticlinal que va por el Yebel Ibtoyen a lo largo del borde exterior del flysch. Ni aquí, que estamos ya en la parte alta del Uad Ghis, ni hacia su desembocadura, he observado formaciones propiamente transgresivas en el contacto. Pero este dato negativo no decide todavía nada. De otra parte, impresionado por la diferencia general de las dos series superpuestas, he dejado esta comarca después de mi corta visita, con la concepción de un contacto mecánico, cuya razón se explica quizá por la ruptura y estiramiento de los flancos de los pliegues de arenisca del flysch sobre su base que, por el hecho de ser pizarrosa, forma mecánicamente un conjunto aislado y algo más coherente. Más hacia el interior del alto Rif central (Yebel Tidighine - Ketama) la posición transgresiva del flysch eoceno sobre la «serie comprensiva» es más clara, de manera que se inclina uno a atribuir a estas condiciones de contacto el carácter más válido existente entre las dos formaciones hasta la Bahía de Alhucemas.

(\*) La carta geológica del NE. del Rif, de M. y Mme. Russo (30), indica, entre Targuist y Zoco el Tzenin, un entrante bastante pronunciado de las pizarras de facies lustrosa (aquí nuestra serie de Targuist) hacia el Norte. Este trazado hace pensar en una superposición anormal. Una excursión a estas alturas me hizo, al contrario, comprobar la entera continuidad de la serie de areniscas del flysch de los Beni Uriagué y supongo que esta representación es debida a la importancia que toman allí las intercalaciones margosas.

## **D) CONSIDERACIONES REGIONALES**

---

Sin poder definir relaciones precisas de nuestro pliegue bokoyano con regiones vecinas, vamos a ensayar algunos enlaces tectónicos. Tales consideraciones tienen el gran defecto de ser mejoradas enseguida por estudios más profundos sobre el terreno. Si lo esbozo ahora es para intentar borrar la impresión de aislamiento tectónico en medio de terrenos del flysch, que da este macizo del Bokoya.

### **I. SOBRE LAS RELACIONES CON EL RIF CENTRAL ENTRE XAUEN Y UAD M'TER**

Desde la desembocadura del Uad Bou Frah, tanto la costa mediterránea sobre más de 30 kilómetros como todos los valles profundos que desembocan hacia el mar, están entallados en un flysch de facies análoga al de los Beni Uriaguel. En ninguna parte, por lo que parece, las formaciones mesozoicas alcanzan la superficie del suelo (lit. 26, 27), lo que puede indicar que las dislocaciones

son menos intensas que en el sector del Bokoya. El pliegue bokoyano retrocede desde el meridiano de bou Frah casi bruscamente hacia el Mediterráneo, lo que viene a formar el lado oriental de un gran retroceso ocupado por el flysch entre el Uad Mestasa y el Uad Uringha. La rama Oeste de este entrante hacia el Norte está representada por la cordillera caliza del Rif central, que a la salida del alto Uad El Had forma un codo hacia el ENE. para terminar en la Punta Pescadores (ver croquis en la esquina de la lám. I). De un lado y de otro se trata de un macizo antiguo tumbado hacia el Sur y cuyo frente recortado aparece en la cordillera caliza bordeando al flysch. Este retroceso en la cordillera caliza está muy bien marcado y tiene dimensiones considerables, sobre todo si extendemos sus contornos hacia el Mediterráneo; por lo tanto, evaluando la distancia del punto más retirado, la charnela, proyectada hipotéticamente en el mar al borde de una cadena caliza supuesta rectilínea, se mide aquí un entrante de unos 15 kilómetros; estas medidas son más bien superiores a las charnelas más marcadas que separan los diversos festones en el frente exterior de los mantos alpinos (posición del Chablais a los «Préalpes romandes», posición del lago de Thun, etc.). donde por todas partes la continuidad está mucho más guardada. De aquí se deduce que estamos en presencia de dos sectores del Rif cuyas unidades tectónicas tienen que ser ampliamente independientes una de otra. No obstante, tratemos de oponer los elementos tectónicos de los dos lados de este «entrante» de Mestasa-Uringha; para ello nos guiarán las investigaciones de P. Fallot y A. Marín, hasta ahora conocidas solamente por notas preliminares (lit. 9, 11, 12, 14, 27, 28).

Son éstos, en general, los mismos términos estratigrá-

ficos que en el Bokoya, que reaparecen al Oeste de Punta Pescadores bajo el recubrimiento mesozoico, salvo que las pizarras antiguas y cristalinas intervienen con un volumen mayor. En cuanto a la individualidad tectónica se pueden distinguir, a lo largo del borde de la cordillera caliza entre la curvatura del Rif central y el Mediterráneo, los complejos siguientes:

1. La *zona anticlinal exterior* del Yebel Lexcheb-Yebel Xerafat.
2. El *macizo principal* del Yebel Adeldan, pedestal del Yebel Tazaot.
3. Las *estructuras marginales* del Uad M'ter (Cudia Timargaden, etc.).
4. Las *escamas marginales* del Uad Uringa (Yebel Ihanachen, etc.) y
5. El *manto* del Yebel Tazaot.

Puede ser considerado todavía como algo incierto, si el elemento más externo (1), que se mete en el codo del Uad El Had bajo el flysch que bordea toda la cordillera, aparece como un simple pliegue autóctono, o si es mejor el considerar este borde exterior como ampliamente recaído sobre el flysch o quizá estando desligado de un macizo antiguo y reposando así mecánicamente sobre el antepaís. Las mismas incertidumbres pueden persistir refiriéndonos al gran volumen de dolomías y calizas jurásicas (2) que terminan bastante bruscamente a lo largo del Uad Buhia (Yebel Adeldan). Por el contrario, en las altas regiones de la cordillera han sido establecidos acarreos de gran extensión con las investigaciones detalladas de M. P. Fallot (11, 12, 14); abarcan a las altas crestas entre Xauen (Yebel Mago) y la región paleozoica de Beni Selman, donde este manto del Tazaot (5) reposa con su paleozoico sobre la serie Lías-flysch subyacente.

Los elementos marginales (3 y 4) difieren entre ellos por sus caracteres tectónicos. Según las observaciones de nuestros colegas Sres. A. Marín y Fallot (lit. 27) hay macizos calizos solidarios al paleozoico (3) y otros que están separados por flysch (4) y seguidos de contacto anormal. En tanto que estos elementos marginales se unen como recubrimiento normal directamente al basamento antiguo, que por su parte está en continuidad con las formaciones cristaloflianas del manto del Tazaot, nos hace inclinar a ver aquí la parte frontal de una gran estructura volcada que se atenúa rápidamente hacia el Este y pasa desapercibido con el último paleozoico que forma el Puerto Capaz.

De otra parte, las rocas calizas que están separadas del macizo antiguo (4) parecen pertenecer a escamas distintas, que están arraigadas en el lomo paleozoico hacia atrás, o de otra manera, estas escamas están pellizcadas ante el frente paleozoico. En esta zona marginal están también colocadas las rocas que forman los escollos de la Punta Pescadores, punto del Rif central que más se parece al sector bokoyano.

De esta enumeración apresurada de las unidades estructurales que acabamos de hacer para el flanco occidental del retroceso mencionado, comprobamos fácilmente cuánto mayor es el «cizallamiento» del borde occidental. El paroxismo orogénico fué allí más fuerte, y según una dirección general de empuje hacia el SSO. Este esfuerzo se traduce en la curva del Uad el Had y parece notarse aun en toda la transversal del Rif; aunque hay también otros agentes que intervienen (bloques de resistencia, la actividad mecánica del Trías, etc.), este máximo de la curvatura interior del Rif debe tener su repercusión hacia los accidentes marginales, donde en la región de Uezzan las dislocaciones son de un grado superior. Sin

embargo, nuestra curvatura interior se atenúa enseguida y da lugar a los pliegues del flysch del «retroceso» Urin-gha-Mestasa.

La cuestión se nos presenta ahora de la naturaleza de las coordinaciones realizables de una y otra parte de esta interrupción en la continuidad de la cordillera caliza. Los hechos estratigráficos y tectónicos deberían guiarnos, pero ni unos ni otros son bastante típicos para ofrecernos una base satisfactoria.

En lo que se refiere al flysch periférico, éste es demasiado uniforme para guiarnos y no nos sirve más que en contadas observaciones para sostener o contradecir, en algunos casos, las consideraciones hechas sobre otra base. Mejores datos pueden obtenerse de las formaciones dolomíticas y calizas, que en las cordilleras bokoyanas están enteramente atribuidas al Lías. Si consideramos a los elementos esenciales de las estribaciones del Yebel Lexcheb-Beni Derkoul (1 y 2) como autóctonos, se llega a la concepción de que la región bokoyana no se asimila tectónicamente a este complejo. Sabemos, por las actividades de M. P. Fallot (lit. 11), que en la cadena del Yebel Khemes-Lexcheb, hay un Trías, de algunos cientos de metros de espesor, de facies marina y dolomítica que recuerda la de las Alpujarrides de Andalucía, que forma parte de un gran anticlinal tumbado. Nuestro pliegue bokoyano no se parece más que ligeramente a estos elementos, cuya base paleozoica no aflora en el lugar donde constituyen las altas crestas del Rif calizo y central. Es verdad que hemos marcado una importante participación de dolomías en el sector del Uad Badés, pero allí falta el rhetiense, que en el Yebel Khemes-Lexcheb determina la edad triásica de la gruesa serie subordinada. El desarrollo del Trías detrítico (Permo-Trías) de conglomerados y arenis-



cas rojas, por el contrario, es típico en el pliegue bokoyano y no hay razón de poner a las dolomías, que están íntimamente ligadas a la serie de calizas tabulares y liásicas, al nivel del Triás; y si se nos permite aplicar las condiciones de las cordilleras béticas, donde esta facies terrestre predomina en la zona más interna (facies malagueña), nos inclinamos a ver en el pliegue bokoyano más bien una de las unidades más internas; en estas circunstancias *tenemos derecho a comparar al pliegue acostado del Bokoya con el manto de Tazaot*, al cual pertenecen como zona radical el paleozoico y el cristalino, formando las montañas entre Beni Selman y el Mediterráneo, y como fragmento de recubrimiento el macizo de Talambot (lit. 10, 29), que exhibe un Permo-Triásico análogo al del Bokoya. Por otra parte, la identidad de la serie paleozoica del Rif central-occidental y del núcleo bokoyano ha sido ya puesta de manifiesto, semejanza que, sin embargo, no resuelve del todo, pero desde luego apoya en parte, el argumento. Luego podemos añadir que, según M. Fallot, el flysch de Bab Tizi Mandu, que pasa bajo el macizo entero de Xauen (parte frontal del manto del Tazaot) (5), es Oligoceno, lo que coincide con la edad del flysch del pliegue bokoyano.

Si nos decidimos a ver en nuestro pliegue acostado el equivalente del manto de Tazaot, conclusión que recuerdan también los Sres. Marín y Fallot (lit. 28), esta interpretación de conexiones regionales no quiere decir que éstos sean pliegues idénticos, sino únicamente estructuras análogas en la misma posición dentro del sistema orogénico entero; como hemos manifestado ya, la naturaleza tan marcada del retroceso de las cadenas calizas, y dando lugar al desarrollo del flysch, apoya la conclusión de una separación bastante profunda.

Establecimos entonces: *un gran festón del Rif, el sector*

*de Xauen-M'ter, surge empujando hacia el SO.-SSO., y se alinea en la parte central de la cadena; otra similar renace, más al Este, con un empuje ligeramente diferente (S.-SSE.); es el pliegue acostado del Bokoya.*

De otra parte, los fragmentos pegados al flysch (4) parecen ser accidentes inferiores que carecen de continuidad, pero que pueden ser comparados—si no proceden del lomo o *flanco normal* del manto de Tazaot—a pequeñas escamas, análogas, por ejemplo, al Cretáceo de Villa Jordana, acuñado bajo el plano de acarreo de la unidad superpuesta.

## II. SOBRE LAS RELACIONES HACIA EL ESTE

**1. La posición con relación al Rif meridional y oriental.**—Es por su dirección general, ya ligeramente curvada al NE., por lo que las cadenas del Bokoya inician la alineación que domina en el Rif oriental, convenido que éste esté limitado al Oeste por el meridiano Uad Nekor-Uad Msoun. Con el festón bokoyano que hacemos nacer en el Mediterráneo a la altura del retroceso del flysch de Mestasa, la curvatura del Rif central está bien definida en sus cadenas interiores. Pero esta curvatura deja su impresión en toda nuestra cadena nordafricana; sin embargo, las cadenas exteriores, es decir, el Rif meridional, no sigue concéntricamente a la curvatura interior. Ahí, al Sur del Uad Uergha, M. J. Lacoste (lit. 22) ha hecho resaltar la curvatura brusca de los Senhadjas, desde la cual todo el Rif meridional se alinea hacia el NE., dirección que sigue por entero el Rif oriental. El centro de esta

curva se colocaría, aproximadamente, en la charnela del «retroceso» de los Mestasa. Mientras que al Norte, en las cordilleras internas, se atenúa el empuje hacia el exterior, comprobado por el retroceso hacia el Mediterráneo de los grandes pliegues acostados, la intensidad parece estar más bien incrementada si sacamos esto en conclusión solamente por la forma de la curvatura más pronunciada en el Rif meridional. Descartando el papel del retroceso de los Mestasa, y considerando el «dorsal» del Rif en conjunto, la curvatura de la cadena está bien definida por la línea Uad Teheris (unión con el Uergha)-Cala Mestasa, con relación a la cual el sistema bokoyano se inserta ya bajo el punto de vista tectónico en la alineación del Rif oriental.

Sin insistir sobre las razones de la alineación nueva de las cadenas y de sus asientos—no cabe duda que es debido al avance hacia el Norte de un espolón atlasiano al cual se agrupan las líneas pirineo-alpinas y que, como una mole rígida, hace desviar todos los elementos rifeños—sería interesante conocer las relaciones exactas entre el incremento del plegamiento en el Bokoya y en su ante-país meridional. No conociendo esas regiones me remito a los trazados indicados por M. y Mme. Russo; estos parecen indicar, por el enderezamiento hacia el Norte que sufren todos los elementos a lo largo de la línea del Uad Nekor, que había aquí un empuje intenso. Quizás los pliegues diapiros del Trías germánico que van a lo largo del curso medio de este río, están relacionados con el aumento de los esfuerzos tangenciales y la influencia de la mole de resistencia. Más allá, en las cadenas situadas hacia el SE., la atenuación del plegamiento es aparente y las cordilleras del Rif oriental (cadena del Garet) (6), no son más que débiles pliegues de superficie sobre el macizo antiguo y atlasiano.

Más al Norte, pero en la continuación de la línea del Uad Nekor, la Bahía de Alhucemas pone fin a la prolongación del pliegue bokoyano. Son probablemente ramificaciones de las fallas costeras del Mediterráneo las que han provocado la formación de este entrante de mar. Pero al mismo tiempo que la disminución del pliegue bokoyano, tiene lugar una desviación más pronunciada hacia el NE. y en su prolongación sumergida no vuelve a tocar tierra. La península del Cabo Quilates parece estar constituida enteramente por los pliegues isoclinales de la zona de las pizarras negras. Esta serie comprensiva y el complejo más metamórfico y más rico en intercalaciones calizas (Liásico?) que sigue más al SE. (serie de Tafersit) (3), van a ocupar oblicuamente la corta de los Beni Tensamen y Beni Said y desaparecen delante del promontorio de la Guelaya (al Norte de Melilla), que representa el avance de un espolón atlasiano hacia el Mediterráneo y en la dirección longitudinal tiene relaciones con el geoanticlinal del Chelif de Argelia (6, p. 367).

En este rechazo de todas las zonas del propio Rif hacia el Norte debe de haber el efecto de una reducción sensible en la anchura de las unidades de la orogénica alpina, que entre la Guelaya y la costa de Almería, donde ya la unidad de los Alpujárridos bordea el mar; parece, por lo tanto, estar más estrechada que en el transversal más occidental, o sea entre Málaga y el Bokoya. Este estado aumentaría todavía más, si admitiésemos que la isla volcánica de Alborán, que sin duda pertenece a la misma provincia magmática que los alrededores de Melilla, se coloca sobre el espolón atlasiano. Aun sin esto (\*), cierto

(\*) En realidad, la incorporación de Alborán en la línea volcánica de la costa de Almería es más bien aparente y forma ésta, en unión

estrechamiento caracteriza esta transversal. De aquí podríamos llegar a la deducción de una presión más grande efectuada por el orogénico alpino contra las moles resistentes y, por consiguiente, una cierta disgregación más pronunciada en este substratum. La consecuencia del debilitamiento de la corteza terrestre sería el aumento de las efusiones andesíticas, que en el Mioceno se inician repentinamente desde aquí y que forman más hacia el Este una «línea continua de fuego» siguiendo toda la costa argelina. Es de celebrar que el mismo hecho haya sido explicado por P. y L. Russo, por el efecto de la sobrecarga de los mantos del Rif sobre el pedestal antiguo (lit. 31, pág. 139); entretanto, sabemos que los recubrimientos de tal tamaño no existen en esta región, de modo que la idea pierde parte de su valor. En todo caso, es evidente que las efusiones son tardías con respecto a los movimientos orogénicos.

**2. Conexiones y comparación con las cadenas cabileñas (Chenua-Djurdjura).**—El desarrollo del conocimiento del Rif marroquí y los trabajos importantes y recientes sobre el litoral de Argel, permiten fácilmente establecer las estrechas relaciones que existen entre estas cadenas. Unas excursiones en los dos sectores, en Marruecos y Argel, me han convencido de que no tenemos más que la concordancia estructural y estratigráfica de un lado y de otro de una interrupción causada por hundimientos del Mediterráneo.

En 1932, M. L. Glangeaud ha esbozado una síntesis fun-

con la de la costa marroquí, una curvatura tal vez aparente en el lado interno del sistema orogénico, hecho generalmente de orden regional en las cordilleras alpinas.

damental basándose sobre sus importantes trabajos detallados en el Tell y sobre el conocimiento de numerosos trabajos anteriores; desarrolla en él ideas a las cuales debían llegar igualmente los exploradores abordando por el Oeste los problemas de conexión. Así M. P. Fallot ha sugerido, por medio de argumentos paleogeográficos, la unidad y la persistencia de un geoanticlinal rifo-cabileño, del burlete marginal como lo llama en su fase original, y de un surco de subsidencia que lo acompañaba al Sur a través de las edades mesozoicas (lit. 15). De manera algo más concisa, el autor bosquejaba el recorrido del mismo surco al Norte del promontorio de la Guelaya (6). Por lo tanto, creo que no cabe dudar de la íntima conexión de los elementos de la costa rifeña y de los del Norte de Argel.

El primer jalón que después de un recorrido de unos 400 kilómetros a través del Mediterráneo indica la vuelta del geoanticlinal rifo-cabileño al litoral del continente africano, es el promontorio calizo del Cabo Tenés (lit. 17, pág. 465). Por no abarcar más que a una serie liásica, superpuesta con un ángulo de unos 60° a las margas y areniscas del albo-aptiense (depósitos de facies flysch en el surco sur-cabileño), ofrece relativamente menos puntos de comparación que el macizo que le sucede a unos 80 kilómetros más al Este, llamado el *Chenua*. Este promontorio avanza entre la Bahía de Tipassa y Cherchel hacia el Norte y es bajo diversos puntos de vista una completa réplica del macizo bokoyano sobre tierra de Argel.

El Chenua está ya bien conocido por los trabajos de Ficheur, de M. J. Savornin (lit. 33) y la nueva edición, minuciosamente rehecha, por M. L. Glangeaud (lit. 17, páginas 460 y 464); según él, su unidad morfológica y es-

tructural está perfectamente puesta en evidencia, lo que, sin embargo, se pierde un poco por la disposición del trabajo. Nuestro colega ve en él un macizo tipo de un «pli cassant», estilo que es debido a la amplia participación de la base rígida, o sea el terreno paleozoico.

Es primeramente este pedestal antiguo, incorporado a los pliegues de su recubrimiento liásico y calizo, que representa uno de los elementos más significativos de los reconocidos en las últimas investigaciones del Rif. Aunque no he reconocido el terreno paleozoico más que sobre la hoja de Cherchel, los afloramientos son suficientes para identificar las pizarras, las grauwaekas pardoverduscas, los conglomerados de cuarzo lechoso con cemento esquistoso, las cuarcitas, etc., a las formaciones análogas del bético de Málaga y del paleozoico del Rif. Al NE. del Kudia Si. Md. Bercani las mismas grauwaekas, con finas laminillas de mica blanca y numerosos restos vegetales, frecuentan la vecindad con las areniscas rojas de nuestro Permo-Trías rifeño-bético. Como de ordinario, el mal estado de conservación de las plantas no permite fijar su edad con exactitud; en el monte de Sancha de Málaga han sido atribuidas al género *Beieria* (lit. 1, página 77); allí se encuentran en unos bancos que sustituyen a las «calizas alabeadas», donde los Orthoceras pueden indicar al Siluriano superior o al Devoniano. La atribución de las capas del Chenua a la misma formación es una solución tentadora, aunque poco precisa (\*).

(\*) Observaciones hechas por M. Glangeaud refiriéndose a unas areniscas del Chenua con restos vegetales y consideradas más bien como oligocenas por este autor, me parecen autorizar el suponerlas igualmente como grauwaekas antiguas (lit. 17, pág. 73), quizás del Devoniano.

Las areniscas mencionadas, con restos vegetales, encontradas en el basamento antiguo bokoyano, en la vertiente de Tala Yusef, son ciertamente idénticas en su posición estratigráfica a estos sedimentos del Chenua.

En los capítulos estratigráficos hemos evocado ya la semejanza litológica de las otras formaciones, de manera que no nos queda más que la comparación de hechos estructurales.

En analogía a las condiciones del Rif, el Primario se comporta como una masa arenoso-pizarrosa coherente, que es fácilmente arrastrada en las ondulaciones del recubrimiento calizo, simulando localmente contactos muy dislocados, pero que en realidad se explican por la presencia de pequeñas escamas o de repliegues inferiores, como han sido descritas de la costa bokoyana o de la escama del Malmusi. A esta tectónica me parece que corresponden contactos anormales del flanco Norte del Chenua, donde, por ejemplo, la serie paleozoica de la arista del Sidi Daoud descansa sobre el Lías del Kudia Sidi Md. Bercani (hoja de Cherchel).

Consideremos aún el estilo de conjunto del macizo del Chenua. Anteriormente, esta montaña ha sido interpretada más bien como una gran cúpula, en la cual el Lías de gran potencia daba la marcha general (Savornin, lit. 33, pág. 30, fig. 11). M. L. Glangeaud ha demostrado que, por el contrario, se trata de una estructura volcada, pronunciada hacia el Sur. Pero en cuanto al grado de esta asimetría se le puede discutir porque las formaciones que bordean el acantilado del Lías no son suficientemente trazables sobre el terreno. La cuestión es si existe ahí un flanco invertido o si es que hay acarreo franco sobre el flysch que rodea a la cadena calcárea como en el Bokoya. Reconozco que mis excursiones entre la bahía de Tipassa,

donde nace el acantilado liásico, hasta su otra desaparición en el «Ecueil des Sphinx», me han dado más bien la impresión de una superposición anormal sobre el flysch periférico. La inflexión de las capas en un flanco volcado parece continuar después de la Bahía de Tipassa hasta la arista del K. Berker, desde donde, procediendo más hacia el Oeste, puede intervenir una ruptura, de manera que el pliegue roto ofrece la estructura casi del pliegue bokoyano y reposa como un pliegue acostado sobre el flysch periférico. M. Glangeaud, que atribuye a la estructura del Chenua todavía un flanco meridional (17, fig. 6), menciona en la posición de esta posible rotura una brecha tectónica (pág. 74), lo que demuestra que había movimientos y estiramientos considerables. Además pueden existir las escamas marginales, interpretación que se podría dar a las calizas que aparecen en el flysch (al Sur del K. Berker, 17, fig. 50). Más hacia el Norte, el borde del pliegue está en retirada hacia el Mediterráneo, reposando las pizarras y grauwackas del paleozoico (sin Lías), con un buzamiento de unos 55° sobre las margas trituradas del flysch eoceno.

De toda nuestra comparación, bien sea tectónica o estratigráfica, resalta, por lo tanto, la gran semejanza del pliegue telliano con el bokoyano; es una referencia bien típica que nos conduce del Oeste, más lejos, hacia el Este, donde el macizo cabileño gana enormemente en importancia y constituye en la «Grande Kabylie» la parte más esencial del Tell argelino.

Dejemos a un lado al macizo de Buzarea (Argel) con su serie de pizarras cristalinas, inyectadas de aplitas y de pegmatitas y conteniendo grandes lentejones de calizas sacaroides azuladas, que evocan, con una facies ligeramente diferente, a las calizas del Yebel Malmusi, y dirijá-

monos hacia el SE., donde la alta cordillera del *Djurdjura* se parece mucho a una cadena penibética o rifeña, aunque en un estilo mayor todavía.

El Primario repite la serie regular de los macizos rificabileños con sus pizarras, grauwackas, cuarcitas o intercalaciones de conglomerados. La doble línea de las aristas en el «Col de Tirurda», impresiona particularmente en lo que se refiere al parecido de diversos pisos y de las líneas estructurales con nuestro Oeste del Mediterráneo. Entre las altas filas dolomítico-calizas del Azru Tirurda y de la Lala Kredidja, he anotado repetidas veces el desarrollo típico de los bancos delgados de ftanitas en compañía de las grauwackas y pizarras negras (Tizi n'Kuila) que en la serie paleozoica del Chenua y en el macizo cabileño han hecho a Ficheur y Savornin recordar al Carbonífero; paso por paso evocan a las pizarras antiguas del Rif o del bético.

Sin embargo, ninguna fauna nos fija una edad exacta; solamente en «La Petite Kabylie des Babors» (Beni Afeur, al SSE. de Djidjelli) es donde gracias a las perseverantes actividades de M. F. Ehrmann, ha sido reconocida la facies quizá «arrecifal» de las calizas con orthoceras y tentaculites, siendo esto un desarrollo especial y más bien de intercalación espontánea en el paleozoico superior de Andalucía y del Rif. Contrariamente, esta formación fué atribuida en Argelia al Devoniano (8, pág. 138), mientras que más al Oeste tenemos razones para clasificarla en el gothlandés (Siluriano superior). La razón de esta atribución diferente, de una formación que considero después del examen sobre el terreno como idéntica, se apoya en la existencia de *graptolites*. Estos se han encontrado en Beni Afeur en las pizarras verdosas, ligeramente sericitosas y subordinadas a las calizas de orthoceras, y fueron

atribuidas al género *monograptus*, especialmente a una forma siluriana. En cuanto a la fauna de orthoceras de Beni Afeur no ha sido aun determinada. Sometí mis pocos ejemplares fragmentados de este lugar a M. M. Gortani, de la Universidad de Bolonia, que tuvo ya en otra ocasión la amabilidad de estudiar mis materiales de la cordillera bética y del Rif. Este sabio no ha dudado en mantener la identidad litológica y estratigráfica con depósitos similares del gothlandiense de los Alpes Apuanes (\*), de Cerdeña y de Andalucía (lit. 19). Conocida esta divergencia entre nuestras interpretaciones y las de los geólogos argelinos, no queda más que esperar al estudio de una fauna suficientemente bien conservada y analizada para aclarar esta cuestión, que decidirá la interpretación de un amplio corte estratigráfico en regiones muy extensas. Según mi impresión, los materiales del macizo djidjeliano son mejores a los del Rif, de manera que debemos aplicar los resultados definitivos a los cuales se llegara por ellos al Oeste del Mediterráneo occidental, aunque subsisten ciertas diferencias de corte general entre macizos tan distantes uno del otro; entre ellas observo la amplia participación de calizas cristalinas y la existencia de anfibolitas en los macizos argelinos (\*\*).

(\*) Un estudio ulterior (1934) sobre el terreno, no sólo en Cerdeña sino en «le Alpi Apuane», me ha convencido que con mucha razón se compara la serie estratigráfica de Andalucía, del Rif y de «la Kabylie»; pero en cuanto al paleozoico de la Toscana, ni con respecto a la facies ni a las relaciones con el mesozoico, tiene buen fundamento una comparación y creo que las opiniones que clasifican este paleozoico en el Permo-Carbonífero siguen la buena pista.

(\*\*) En realidad, no faltan tampoco anfibolitas y mármoles muy sacaroides en los macizos béticos, pero están atribuidos a las unidades de facies de Trías alpino (marino); esto es en la unidad tectónica de los «Alpujarrides». Sin embargo, el bético de Málaga los tiene igualmente; pero aquí, su independencia tectónica (las Rondäides meridionales) es todavía una cuestión insuficientemente aclarada.

Después de esta incursión en materia estratigráfica, todavía en suspenso, algunas breves observaciones sobre la significación tectónica de los macizos argelinos, visto que el establecimiento del ondulamiento regional permitiese conclusiones a larga distancia. No teniéndonos que ocupar aquí de la tectónica argelina, me limitaré a simples indicaciones. Es evidente que el inmenso volumen de las formaciones antiguas que constituyen la «Grande Kabylie» o la de Djidjelli, no puede ser, por entero, un terreno acarreado. En ninguna parte existe un corte que decida sobre un apilamiento de mantos análogo al que figura en el esquema orogénico de L. Kober, sabio especialista en tectónica que supone, aunque interrogativamente, la existencia de una unidad penica bajo el macizo cabileño (página 157, lit. 20). Además, es de tener en cuenta que todos los geólogos de Argel, a quienes no hace falta un conocimiento profundo de su país, son opuestos a la hipótesis de la presencia de grandes mantos corridos en la cadena telliense. Y en verdad, el progreso en sus conocimientos les ha dado razón en varias ocasiones.

Pero por otra parte, los contactos, bastante bruscos en el frente de los macizos con relación a las series, sobre todo cretáceas, del surco sur-cabileño, no deben de quedar desconocidos. L. Kober habla de ellos como de una «Schubfläche erster Ordnung» (\*) (21), que deslinda los macizos cabileños y cita como ejemplos: el «Col des Oliviers» y la «Gorge de Palestro». En realidad, no solamente al borde externo de la cadena caliza de Djurdjura, sino también en el macizo Djidjelliense, se presentan contactos que no están de acuerdo con la simple noción de «tectó-

(\*) Plano de acarreo de primer orden.

nica de recubrimiento», expresión que quiere indicar que las formaciones más modernas recubren normalmente al zócalo antiguo. A pesar de lo insuficiente de una corta visita a los mencionados lugares, me adhiero, según lo que he visto, a la interpretación que reconoce en el borde Sur del Djurdjura una volcadura muy pronunciada sobre los elementos periféricos (flysch albo-aptiense), como resulta también de los trabajos de M. L. Glangeaud, más al Oeste, o sea aun en el borde del mismo macizo cabileño (Buzgsa, etc.). E igualmente, en el valle del Uad Djinedjen (macizo Djidjelliense), las pizarras y calizas cristalinas, con sus intercalaciones anfibolíticas, se apoyan hacia el S. contra las márgas y calizas margosas cretáceas (región entre Texenna y la Zauia) que recuerdan tanto a nuestras pizarras negras del Rif. Sin embargo, en ambos casos, mi opinión es que no hay más que el borde externo de los macizos, que se apoya o que cabalga débilmente sobre los elementos periféricos. Este es el frente de los macizos cabileños, que puede ser comparado a los macizos ya mencionados del geoanticlinal rifo-cabileño, y que por esta actitud análoga y por el material ampliamente idéntico comprueba la unidad tectónica en sentido regional, especialmente longitudinal, y entonces nos lleva a la conclusión de sucesos similares, tal vez contemporáneos en el desarrollo del sistema orogénico, que hemos recorrido siempre a lo largo del borde Sur.

Nos hemos alejado del Rif central, nuestro punto de partida, en más de 1.000 kilómetros en línea recta hacia el ENE.; es la dirección de las líneas isópicas, donde en grandes rasgos, a partir del Secundario, se mantiene un régimen análogo de facies. Pero lo más notable aun, es que ciertos pisos antiguos, como por ejemplo el Siluriano, parecen seguir igualmente esta dirección. Sin embargo, tal

conformidad no está suficientemente aclarada y definida, porque la facies calcáreo-pizarreña, con lentejones de capas de orthoceras y tentaculites, no se limita a una zona estrecha, quedando su verdadero desarrollo fuera de observación, por estar deshecha la erosión o cubierta por el mar. Es, por lo tanto, muy posible que esta facies, que no parece indicar un régimen profundo y que hacia arriba perdía aún en profundidad, como demuestran los depósitos clásticos, abarcase, casi al final del Siluriano o al Devoniano inferior, toda la anchura del Mediterráneo occidental y actual; los depósitos análogos, en puntos tan distantes como los enumerados (Málaga, Rif, Cerdeña, Argel), están en favor de un estado regional de poca profundidad y se demuestra así la falta absoluta de condiciones que han seguido en la era mesozoica con la formación de la ancha fosa del Thetys alpino. Igualmente que para los hechos litológicos se habla de zonas isópicas, se podría también hablar para los movimientos tectónicos de líneas de igual intensidad y de estilo parecido. De esta manera, todo el sistema que hemos seguido desde el Rif hasta la Kabylie se coloca aparentemente en una misma línea, que se podría llamar de «isodinámica». Material estratigráfico y estilo tectónico análogo la caracteriza en todo el recorrido y demuestra que se trata del mismo geoanticlinal rifo-cabileño alterado por el movimiento alpino. Este parecido en la dirección longitudinal fué la razón de que la hayamos seguido, abandonando la dirección transversal, mucho más próxima. Procediendo desde el Bokoya—o igualmente en Argelia—en el sentido transversal, inmediatamente se establecen diferencias fundamentales, no sólo en el carácter litológico de las formaciones sino en el régimen estructural.

No hay más que fijarse en la zona monótona de la serie

comprehensiva de las pizarras negras, ya subdivididas estratigráficamente en el surco surcabileño, gracias a diversas modificaciones litológicas y a la perseverancia del estudio estratigráfico; y en cuanto al Rif, la facies tan diferente que se inicia muy cerca del pliegue bokoyano, abarcando diversos pisos, sin duda del mesozoico, ha sido ya suficientemente mencionado para demostrar el cambio franco de los depósitos en el sentido transversal, es decir, en la dirección de las líneas heterópicas. Y si consideramos al Rif meridional—del que, sin embargo, hacemos abstracción vistas las investigaciones detalladas en ejecución allí por geólogos franceses—el desarrollo tan distinto con que reconocemos ahí al Triásico con su facies salina, pone claramente de manifiesto el cambio de las condiciones de depósito que se advierten procediendo en sentido transversal. Condiciones análogas se presentan en otros pisos estratigráficos.

La continuidad tectónica en el sentido longitudinal, y a la vez la posición en el sistema alpino de nuestra región, se destaca ligeramente de la reunión de los diversos trozos en un croquis tectónico (fig. 5). El geoanticlinal rife-cabileño se mantiene indudablemente desde el Estrecho de Gibraltar, donde se hunde hacia el Atlántico, hasta Sicilia; naturalmente que interpolado hipotéticamente sobre grandes distancias. Igualmente, ese croquis, aunque en escala muy pequeña, hace resaltar los diversos festones (I, II, etc.) que se pueden distinguir según el avance de los pliegues y de los cuales seguramente otros se sustraen al establecimiento (IV, V). Destacan ligeramente sus puntos de retroceso, o si se quiere sus articulaciones, que son direcciones transversales distintas, hacia las que concurren simétricamente hundimientos axiales; grandes o pequeños, estos festones indican los movimientos relativos,





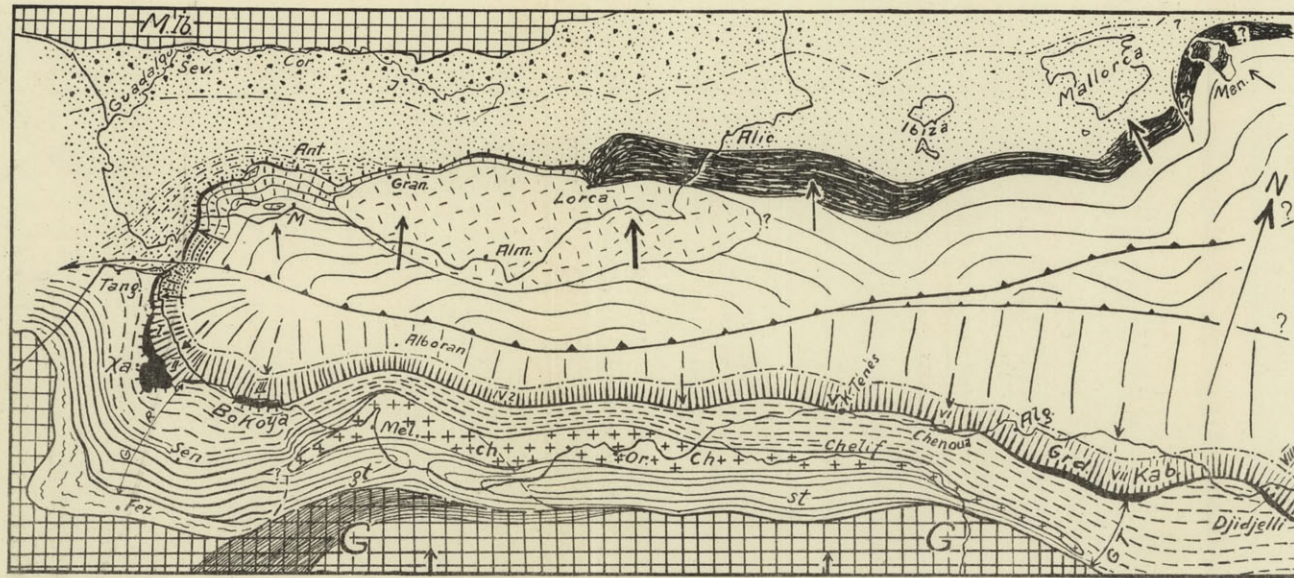


Fig. 5.—Esquema tectónico del extremo Oeste del Mediterráneo occidental

ELEMENTO SEPTENTRIONAL



M Ib = Meseta Ibérica



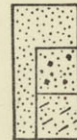
Caparazón bético, tajado hacia el exterior en una hoya bética (\*)

Frete de la hoya bética (los trazos indican al O. la parte análoga al Rif)

Encapuchamiento del Pensibético (Pensibético interno. Elementos de la cubierta en el frente de la hoya)



Ventana de hojas alpinas



Elementos estructurales originados en el surco sub-bético

Id. en la zona prebética y zona del borde de la Meseta

Id. en la zona pensibética (exterior)



Eje del sistema orogénico alpino representado convencionalmente por una línea hipotética representando la discontinuidad espuesta entre el caparazón bético y el mauritánico. La flecha indica el soterramiento hacia el O. Las líneas de puntos corresponden al descenso rápido en cascada hacia Gibraltar

ELEMENTO MERIDIONAL

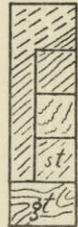


Caparazón mauritánico (\*\*)

Geosinclinal rif-babilónico, tajado al frente en pliegues acostados u hojas reducidas

Cadena dorsal en caliza del Rif y de las Kabilias

G R, G T = Surco rifeto y telense



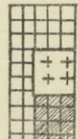
Elementos estructurales originados en el surco rif-babilónico

Id. en la zona del Rif meridional

Id. en la zona del Pre-Rif

Id. en el surco sudtelense

Id. en la zona subcontinental del Gard



G = Gondwanica: Meseta marroquí y oranesa

Ch = Geosinclinal del Chelif

Pliegues del Altiplano medio y zona tabular



Festones en el frente del prooceanico rif-babilónico



Dirección del empuje

(\*) En forma hipotética el elemento marroquí es asimilado al caparazón bético

(\*\*) Bajo el término de «caparazón mauritanico» se entiende la parte meridional de la masa argelo-bética de los autores (Staub, Seiditz), en el cual el prooceanico rif-babilónico forma la zona del borde más internamente afectada por los pliegues pirineico-alpino

0 50 100 150 Kms.



siempre dirigidos hacia el exterior de su arco: el Sur, Suroeste o Sureste. Todos estos festones tienen de común que son la resultante de dos grupos de fuerzas: una propiamente activa, en nuestro caso del Norte, y la otra siendo la resultante de la resistencia encontrada; las dos, en el fondo, no son otra cosa que el efecto del empuje del inmenso bloque indoafricano, la Gondwanía, hacia el Norte.

### III. SOBRE LAS FASES DEL PLEGAMIENTO

Descartando una exposición completa, difícil de basar sobre los hechos todavía precarios que nos suministra nuestro estudio, debemos de terminar nuestra visión regional con algunas consideraciones sobre las fases del plegamiento; los estudios estratigráficos y tectónicos mejor terminados que se refieren al Rif central y occidental, y ejecutados por nuestros colegas Sres. Doncieux, Fallot y Marín, establecerán, sin duda, los hechos estratigráficos y tectónicos más precisos, necesarios para discutir los acontecimientos orogénicos.

Visto el carácter análogo de los elementos estructurales, como los hemos seguido en toda la longitud del geoanticlinal rifo-cabileño, podríamos deducir que la historia de los accidentes se parece de un extremo al otro. Es una suposición que ha sido ya emitida por algunos autores, pero a la cual, sólo recientemente, el análisis tan completo que ofrece el trabajo de M. L. Glangeaud ha dado una base de partida y de comparación suficientemente estable (lit. 17, resumida pág. 584; lit. 18). En el Tell argelino

este sabio distingue, si no consideramos aquí más que el ciclo alpino, las fases siguientes:

1. *Plegamientos mesozoicos*.—Fase precursora; se efectúa por la creación de grandes ondulaciones hacia el final del Trías o Jurásico.

2. *Plegamientos pirenaicos*.—Fase mayor; se efectúa al final del luteciense (fase antepriaboniense) y produce pliegues inclinados al Sur y tal vez hojas arrastradas de pequeño tamaño; el Eoceno superior corta transgresivamente a los pliegues del Eoceno medio.

3. *Plegamientos neogenos*.—Fases póstumas; se efectúan hacia el final del burdigaliense y hacia el final del astiense; se forman convexidades y anticlinales de gran radio de curvatura y se crea el estado actual de la repartición orográfica.

¿Qué relaciones, sean analogías o divergencias, con estos acontecimientos establecidos en el gran sector telliense del geoanticlinal rifo-cabileño se destacan del trozo bokoyano?

Se concibe, sin recurrir a los detalles, que los movimientos precursores son, en grandes líneas, generalmente idénticos en todas partes. A ellos corresponde la creación misma del geoanticlinal en cuestión, el espinazo rifo-cabileño, que ya se hace notar a partir del Trías inferior, y cuya existencia y vicisitudes a través de las edades mesozoicas han sido recientemente esbozadas por M. P. Fallot (lit. 15). Basándose, sobre todo, en consideraciones paleogeográficas, este autor ha demostrado los rasgos característicos de este burlete marginal, que se extendía desde el meridiano del Estrecho de Gibraltar hasta las inmediaciones de Sicilia. A lo largo del borde Sur es donde se comprueban los acontecimientos alpinos del Terciario.

Sigamos ahora por el Terciario. Ateniéndose, sobre todo, a la cadena calcárea del Rif, nos choca el estado desmantelado del antiguo macizo; sobre grandes extensiones ha perdido, por la erosión «ante-flysch», su recubrimiento mesozoico, de manera que resulta que muy cerca del ribete de testigos liásicos, representado por la cadena caliza, el flysch descansa sobre pizarras cristalinas, o paleozoicas al menos; la región entre Ceuta y Tetuán, así como la zona Bética (el Penibético interno, la Hoya de Málaga), nos suministra ejemplos típicos (lit. 27, pág. 686; lit. 1, pág. 150; lit. 2, pág. 15, etc.). Han sido descritas condiciones análogas para el lomo del pliegue bokoyano (el valle del Isli y del Tixdit). De aquí se saca en consecuencia *un movimiento importante precediendo al flysch. La edad del flysch basal*, respectivamente a la edad de su transgresión, *debe, por lo tanto, de fijar esos movimientos, a los cuales hemos dado* en otra ocasión, mis colegas Fallot, Marín y el autor, *una edad anteluteciense*, atribuyéndoles una importancia (lit. 27, pág. 722) que no es compatible con los resultados a los cuales han conducido más tarde las investigaciones en el Rif, y de las que se ocupa recientemente una importante comunicación preliminar de los Sres. Fallot y Doncieux (lit. 16).

Resulta de la comunicación de los dos sabios que no solamente el flysch luteciense ha transgredido en la cadena calcárea, sino que ya el Cretáceo superior penetró en ella, igualmente desarrollado en una facies de tipo flysch (capas brechoides y margas rosas, 16, página 927). Pues en estas regiones, limitando al macizo rifeño, ya tuvo lugar una ablación cretácea y no hay medio de interpolar en la base del luteciense una fase orogénica de tan importante tamaño como era nuestra primera conclusión. Además, el nudo stratigráfico que separa al Cretá-

ceo del Eoceno es menos importante, considerando que solamente se impone por la falta de datos paleontológicos que podrían establecer la presencia del Eoceno inferior. Sin embargo, las deducciones hechas según los efectos de la emersión, tan sugestivos en el Rif más interno, conservan su valor en un sentido más modesto; tratan de que en el dorsal calizo del Rif hay una importante fase de movimientos que data de un período anteluteciense, que ha influido profundamente en la repartición de los mares y que consolidaba la existencia del geoanticlinal bético-rifocabileño, que poco después cedía a la inmersión de los mares terciarios.

Al emitir estas conclusiones me baso en las comunicaciones preliminares de los Sres. Fallot y Doncieux y en un intercambio de ideas con el primero de ellos, que va a preparar, en colaboración con D. Agustín Marín, una memoria detallada sobre el Rif que tratará de los problemas que tienen que quedar aquí todavía en suspenso.

Después de esta información, que está sacada del Rif fuera de nuestro terreno de estudio, hay que poner al sector bokoyano en lo posible de acuerdo con ellos. Se ha hecho resaltar el papel de formación transgresiva del flysch luteciense y oligoceno. Nada, entonces, excluye la coincidencia de los acontecimientos con el festón del Rif central y occidental: eso es una fase de movimientos antelutecienses seguido de un período de profunda erosión que, sin embargo, no ha alcanzado las magnitudes del Rif occidental, especialmente de la parte jalonando al Mediterráneo; seguidamente se produjo una inundación del mar terciario que no ha alcanzado, al menos según nuestros conocimientos actuales, al macizo del Bokoya por completo antes del Oligoceno, hecho que se anuncia por la posición de las capas con lepidocyclinas sobre los

esquistos paleozoicos. Análogas condiciones a la zona de flysch periférico de Xauen son, sin duda, válidas para el flysch de los Beni Uriaguel y Mestassa, lo que quiere decir que en el borde exterior del macizo el deslinde entre Eoceno y Cretáceo superior es más bien vago, indicando esto que los movimientos han sido menos importantes y la continuación de depósitos se efectuaba dentro de una misma facies.

A menudo se ha tratado del metamorfismo más acentuado de las pizarras negras que difieren sensiblemente a lo largo del Uad Ghis, del flysch que las recubre. Teniendo en cuenta la existencia de los movimientos antelutecienses que iniciaban sin duda ya el pliegue bokoyano, se puede explicar tal vez ese estado con los efectos de las presiones antelutecienses, actuando desde el Norte hacia la cuenca al Sur donde se habían acumulado en gran potencia los sedimentos de la serie comprensiva.

El papel del Oligoceno es conocido. Está pellizcado en los accidentes del pliegue bokoyano y se vuelve a encontrar bajo el plano de acarreo (Villa Jordana). Es por lo tanto evidente *que la última fase de paroxismo que provocaba el pliegue acostado era de edad oligocena o post-oligocena*; mientras que nuestro Oligoceno no sea fechado más exactamente no es posible precisar mucho; pero considerando que contiene todavía numulites, no se trata de los pisos superiores que están todavía incluidos en el movimiento. Entonces llegamos a la conclusión de que un piso medio del Oligoceno representa la formación más reciente que haya soportado la revolución orogénica y que ésta *data entonces de una fase anteaquitaniense* (post-chatiense); ésta sería la «savische Phase», según Stille, en vista de que conocemos depósitos del Mioceno inferior como ser de carácter post-tectónico.

Bajo el punto de vista de los plegamientos, el flysch se comporta en nuestro sector del Rif—y las mismas condiciones dominan hasta en Andalucía—como una unidad coherente y continua que ha sufrido en su total el mismo proceso; ni siquiera hay medio de separar los diversos paquetes de flysch, del Eoceno medio y superior, y el Oligoceno se desarrolla en él sin el menor corte tectónico; no hay, por lo tanto, movimientos antepriabonienses en nuestro país.

Con la terminación del plegamiento oligoceno, la evolución de la región bokoyana se hace más tranquila. Se sabe que falta toda traza de sedimentos neogenos, cuya causa es menos la ausencia primordial que la erosión, quizás muy activa por repercusiones orogénicas y póstumas. En efecto, no lejos de nuestra región, del otro lado de la Bahía de Alhucemas (península del Cabo Quilates), un vindoboniense arcilloso (según el mapa de M. Russo, 30) recubre grandes extensiones y presenta una débil inclinación hacia el mar (NE.); su estudio está todavía por hacer. En general, como en todo el macizo bético-rifeño, el neogeno ya no estaba afectado en una zona interna por movimientos que, por el contrario, en otras partes lo han plegado fuertemente e inclinado estos pliegues, como es el caso en una zona externa y marginal (Rif meridional, subbético). Sin embargo el Mioceno, relativamente tranquilo, fué influído por grandes bombeamientos o plegamientos de gran radio de curvatura, lo que produce el efecto de que se puedan observar sus formaciones sobre gran extensión en posición casi horizontal.

Si intentamos, después de lo que se ha esbozado, reunir los acontecimientos orogénicos del ciclo alpino que han afectado nuestro sector del Rif, podremos ordenarlos como sigue:

1.º *Movimientos precursores*: Preliminares del «burlete marginal» en el Trías, origen de sedimentos clásticos; en el Jurásico y Cretáceo sedimentación incompleta o nerítica.

2.º *Fase anteluteciense*: Individualización franca del geoanticlinal y plegamientos del borde.

3.º *Fase oligocena (anteaquilaniense)*: Paroxismo que incorporaba las estructuras existentes en grandes volcados hacia el Sur. Formación del pliegue bokoyano.

4.º *Movimientos póstumos*: Débiles alabeamientos o bombeamientos; movimientos epirogénicos.

Al comienzo de este capítulo hemos colocado el esquema reconocido en el Tell argelino. Ahora se impone una comparación. Comprobamos que las divergencias son más notables de lo que pudiéramos esperar por su posición en la misma zona geoanticlinal rifo-cabileña y el parecido stratigráfico y tectónico que hemos deducido anteriormente. Pero no cabe duda de que se deben encontrar relaciones y condiciones intermedias entre ellos, de modo que las diferencias van atenuándose, estudio que queda fuera de nuestros límites puestos en este trabajo.

Teniendo en cuenta nuestra conclusión de la existencia de una fase paroxismal ante-eocénica, M. L. Glangeaud la compara con la fase mayor del Tell argelino (lit. 17, página 106). Pero aunque descartemos ahora, según las nuevas investigaciones de nuestros colegas, a la fase paroxismal de esta edad en el Rif, la coincidencia no sería tampoco completa anteriormente, puesto que sobre los pliegues de la fase máxima (pirenaica) en Argelia, hace transgresión el Eoceno superior, mientras que la cadena caliza del Rif muestra al luteciense inferior como piso más inferior del flysch terciario en transgresión hacia el interior de la cadena.

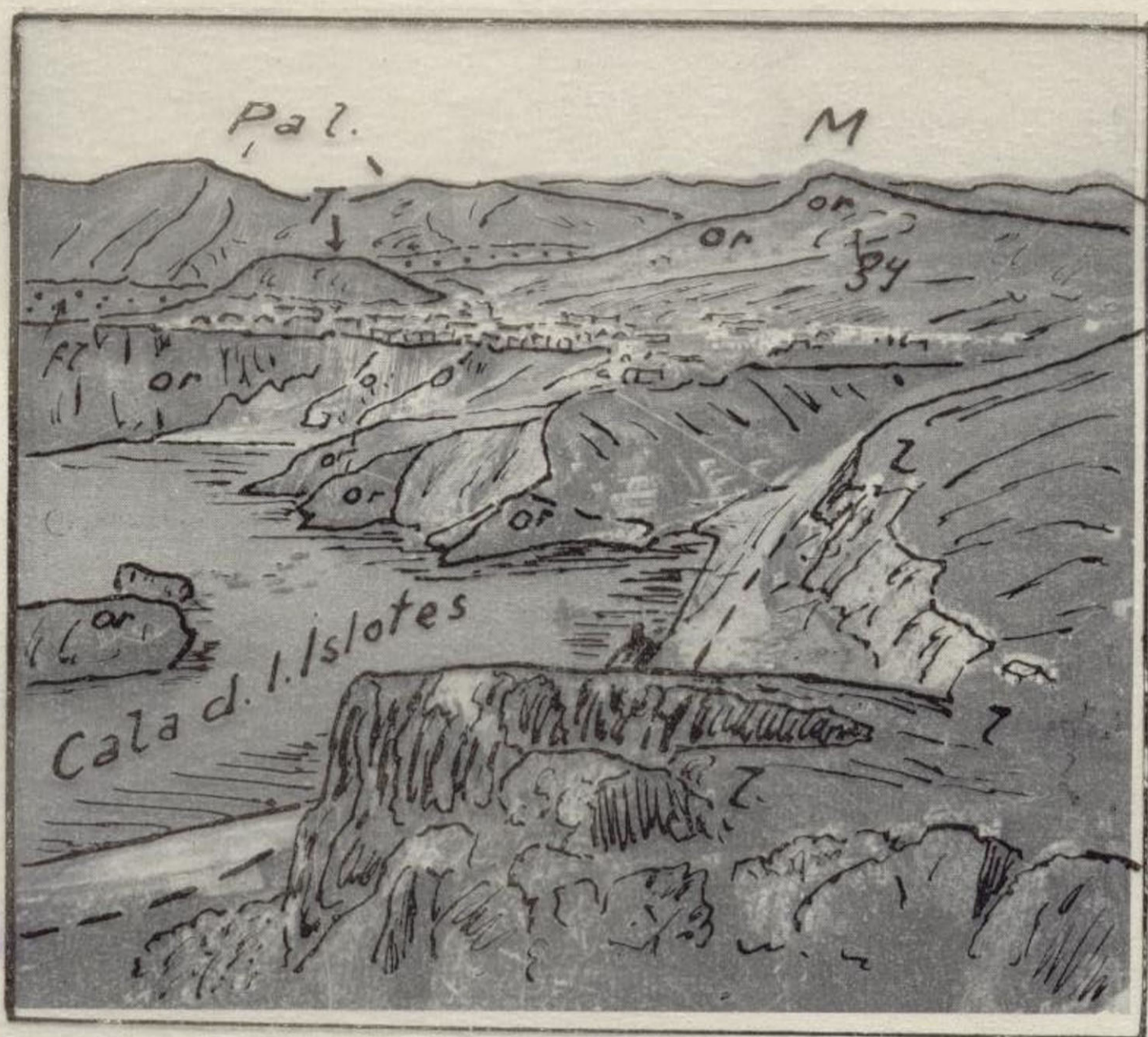
Pero estudiando la memoria tan importante de M. Glangeaud, y haciendo excursiones en su zona de estudio, queda uno en buena disposición para dar también alguna importancia allí a movimientos antelutecienses, naturalmente que sin pensar de una fase máxima. Así, los cortes tan instructivos de nuestro colega sugieren esta misma idea, si observamos que las calizas de alveolinas del Eoceno medio van pegadas a la vez a la serie liásica de las estructuras cabileñas y a la serie de las pizarras de su ante-país (ver lit. 17, pl. B, figs. 2, 3 y 50, Bu Zegsa y Chenua); esta disposición fecha aparentemente al accidente como ante-luteciense. Además, producen la misma impresión las grandes masas de conglomerados, rodeando los anticlinales (por ejemplo, Bu Zegsa), y que están atribuidos al Eoceno medio, lo que nos hace también pensar en la preexistencia en una cierta medida de estas estructuras.

Pero la divergencia principal se refiere a los acontecimientos durante la formación del numulítico. Hemos dicho que en la transversal bokoyana el flysch representa un conjunto coherente bajo el punto de vista de los movimientos. Por el contrario, en las cordilleras argelinas la fase máxima se coloca en la base del flysch de pequeños numulites, es decir, del Eoceno superior, y puede uno convencerse de este estado por los cortes tan sugestivos como los de Kudiat el Maden (lit. 17, pág. 458; lit. 18, lámina VI, fig. 2). Contrariamente a este desarrollo de los movimientos, en la parte argelina de la zona rifo-cabileña, hemos visto que en el sector bokoyano el flysch no está incorporado en una fase orogénica más que hacia el Oligoceno superior, cuando todo el complejo está empujado fuertemente hacia el Sur, tiempo que en Argelia era más bien un período de calma tectónica que reinaba hacia el final del carteniense (Mioceno inferior; 18, pág. 135).

Por otra parte, las deformaciones durante el neogeno parecen estar en el Tell y hasta en una zona interna, más acentuadas que en el caso de nuestro sector marroquí, refiriéndose allí igualmente a una zona interna.

Estas consideraciones que hemos evocado en las páginas anteriores son delicadas y, por lo tanto, hace falta el conocimiento de muchos datos para dar a nuestras conclusiones algo más que un carácter preliminar; resaltan comparaciones que subrayan un parecido íntimo entre el Rif y la cadena del Tell argelino; por otra parte, la estrecha relación referente a la estructura y el material estratigráfico, parece estar compensada por un desarrollo orogénico algo distinto de uno y otro lado del espolón atlásico que se coloca en la Gelaya y el Muluya entre los dos sectores, formando una unidad de la zona orogénica que linda con el bloque sólido del continente africano.





SE. Fot. 1.—Las ensenadas de Villa Sanjurjo, la ciudad y el cerco de sus NO. montañas, vista del NE.

La vista está tomada desde la península de Morro Nuevo (189 metros de cota). En el primer plano se distingue la serie de las dolomías basales del Lías (*l*) buzando con  $25^\circ$  al Oeste y cortadas por una falla (línea de trazos interrumpidos; dirección E.  $20^\circ$  N., buzamiento  $80^\circ$  al Sur), bordeando al Norte a la Cala de los Islotes (Puerto de Villa Sanjurjo). Esta pequeña bahía está separada de la más al Sur por *los Islotes*, escollos formados, como las dos puntas rocosas que los aproximan a tierra, por calizas cristalinas del Siluriano (*or*).

La pequeña capital rifeña, ocupando un nivel allanado que está cubierto de dunas, superficialmente cimentada, está situada sobre pizarras paleozoicas, coloreadas en los acantilados que flanquean las bahías. A la derecha, detrás de la ciudad, se levanta el Yebel Malmusi (*M*) con sus canteras de yeso (*gy*); desde su cumbre, baja la arista rocosa de las calizas paleozoicas de color azul claro por detrás de la ciudad, formando el montículo aislado, y deslindando al Sur la Cala del Quemado.

Detrás de esta parte central de la vista está escondido el valle del Uad Tixdit (*T*) y a partir de ahí se distinguen las cimas redondeadas del Monte Palomas (*Pal*; calizas tabulares del Lías); en las vertientes inferiores se destaca la zona de flysch subordinada al Lías (*fl*).







Fot. 1.—Las ensenadas de Villa Sanjurjo, la ciudad y el cerco de sus montañas, vista del NE.

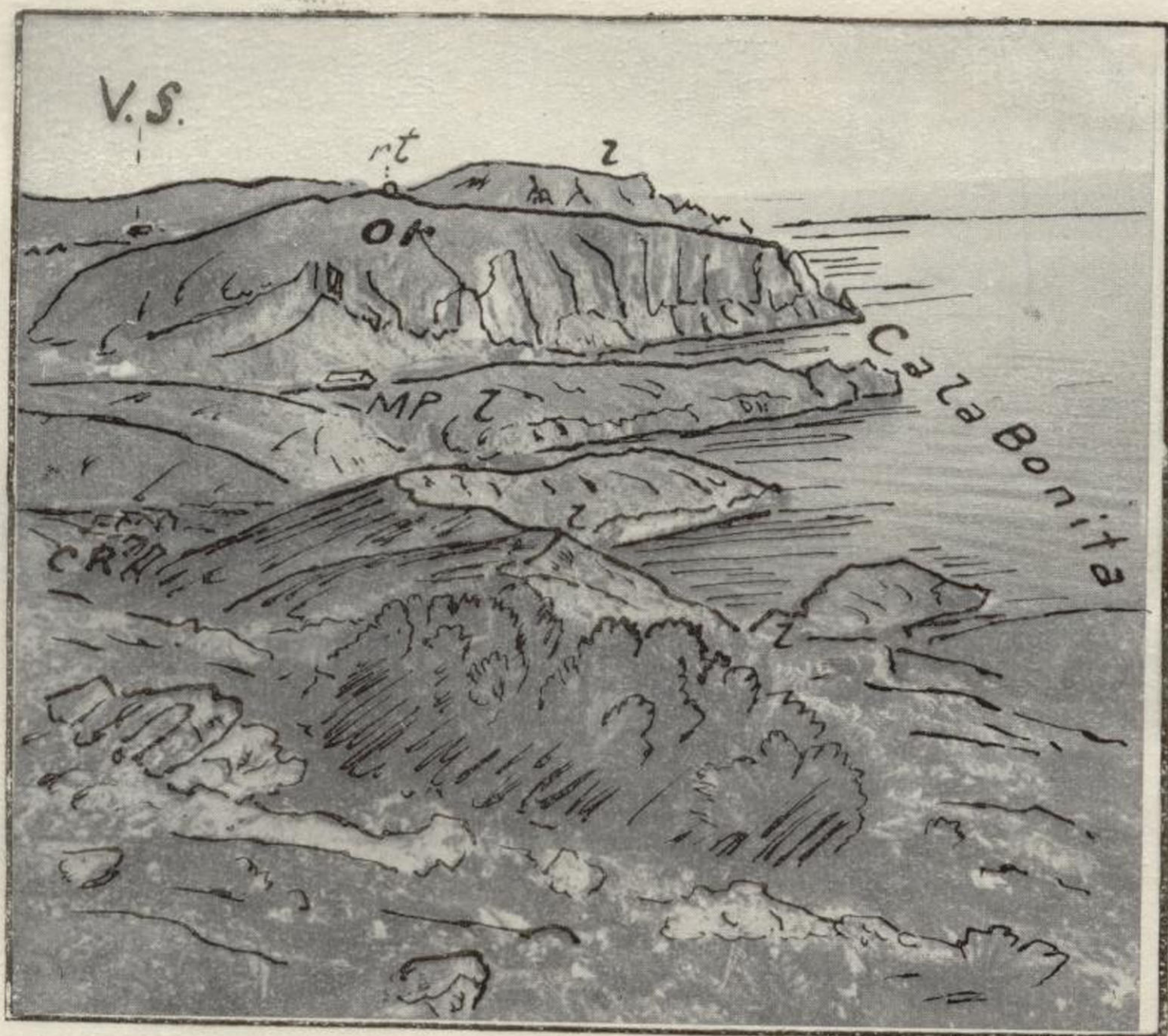
La vista está tomada desde la península de Morro Nuevo (189 metros de cota). En el primer plano se distingue la serie de las dolomías basales del Lías (*l*) buzando con  $25^{\circ}$  al Oeste y cortadas por una falla (línea de trazos interrumpidos; dirección E.  $20^{\circ}$  N., buzamiento  $80^{\circ}$  al Sur), bordeando al Norte a la Cala de los Islotes (Puerto de Villa Sanjurjo). Esta pequeña bahía está separada de la más al Sur por *los Islotes*, escollos formados, como las dos puntas rocosas que los aproximan a tierra, por calizas cristalinas del Siluriano (*or*).

La pequeña capital rifeña, ocupando un nivel allanado que está cubierto de dunas, superficialmente cimentada, está situada sobre pizarras paleozoicas, coloreadas en los acantilados que flanquean las bahías. A la derecha, detrás de la ciudad, se levanta el Yebel Malmusi (*M*) con sus canteras de yeso (*gy*); desde su cumbre, baja la arista rocosa de las calizas paleozoicas de color azul claro por detrás de la ciudad, formando el montículo aislado, y deslindando al Sur la Cala del Quemado.

Detrás de esta parte central de la vista está escondido el valle del Uad Tixdit (*T*) y a partir de ahí se distinguen las cimas redondeadas del Monte Palomas (*Pal*; calizas tabulares del Lías); en las vertientes inferiores se destaca la zona de flysch subordinada al Lías (*fl*).







**NO.** Fot. 2.—La Cala Bonita vista desde el Yebel Tara Mara **SE.**

Hacia la bahía avanzan tres lengüetas de dolomías tabulares (1), en parte fuertemente plegadas y representando a las capas basales del Lías (Infralías). La que tiene la casa aislada (M. P.; matadero público) jalona al Sur el contacto mecánico que separa a la serie dolomítica del paleozoico. Este forma el cabo rocoso (Morro Viejo) y está constituido de las calizas cristalinas del Siluriano, fuertemente inclinadas (or) y seguidas al Sur, sobre tierra, por pizarras paleozoicas coloreadas. En la margen izquierda de la cortadura del Uad Tixdit está el Hospital de la Cruz Roja (CR) y detrás de la arista, sobre la que está la Estación radiotelegráfica (rt) se ve la arista de la península del Morro Nuevo (dolomías basales, 1).







Fot. 2.—*La Cala Bonita vista desde el Yebel Tara Mara*

Hacia la bahía avanzan tres lengüetas de dolomías tabulares (1), en parte fuertemente plegadas y representando a las capas basales del Lías (Infralías). La que tiene la casa aislada (*M. P.*; matadero público) jalona al Sur el contacto mecánico que separa a la serie dolomítica del paleozoico. Este forma el cabo rocoso (Morro Viejo) y está constituido de las calizas cristalinas del Siluriano, fuertemente inclinadas (*or*) y seguidas al Sur, sobre tierra, por pizarras paleozoicas coloreadas. En la margen izquierda de la cortadura del Uad Tixdit está el Hospital de la Cruz Roja (*CR*) y detrás de la arista, sobre la que está la Estación radiotelegráfica (*rt*) se ve la arista de la península del Morro Nuevo (dolomías basales, 1).







**NO.** Fot. 3.—El Yebel Malmusi (M) visto desde las vertientes NO. del **SE**  
Monte Palomas

Se distingue el valle del Uad Tixdit (T), enclavado en flysch oligoceno, mientras que las laderas de enfrente están constituídas por el paleozoico (P). Por encima de la carretera de Insulien, las calizas compactas, conteniendo muy raros orthocerátidos (or), descansan sobre las pizarras antiguas, en las que están también pellizcadas irregularmente algunas manchas rojas del Permo-Trías. Las calizas, careciendo casi de toda estratificación, forman la arista y desde allí se descomponen en trozos que resbalan hacia abajo como escombros (eb) sobre las pendientes pizarrosas. Al fondo, en el lado derecho, se ven las inmediaciones de Villa Sanjurjo (VS); en el primer plano yacen algunas posiciones en ruinas, procedentes de la guerra rifeña.





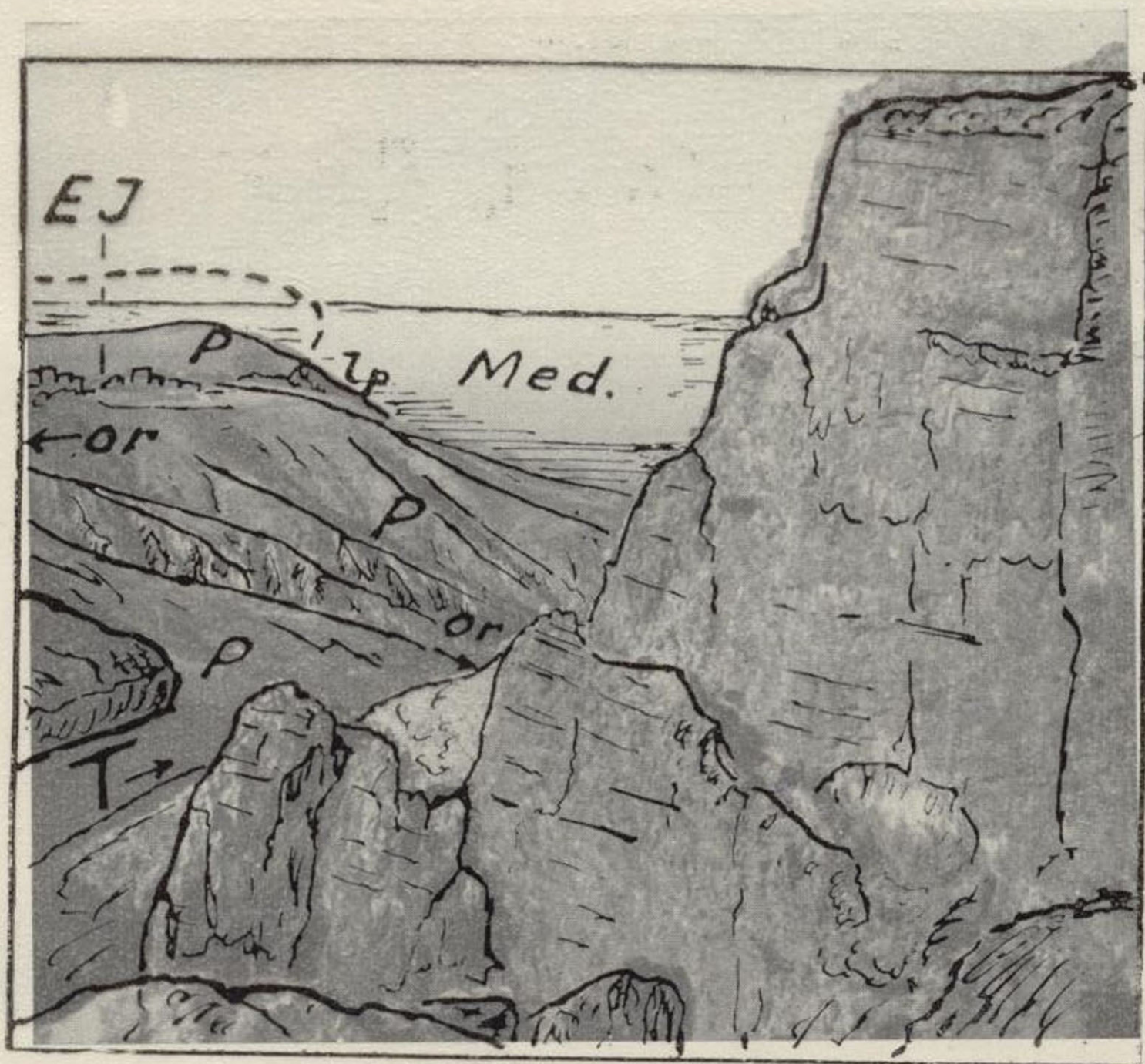


Fot. 3.—*El Yebel Malmusi (M) visto desde las vertientes NO. del Monte Palomas*

Se distingue el valle del Uad Tixdit (*T*), enclavado en flysch oligoceno, mientras que las laderas de enfrente están constituidas por el paleozoico (*P*). Por encima de la carretera de Insulien, las calizas compactas, conteniendo muy raros orthocerátidos (*or*), descansan sobre las pizarras antiguas, en las que están también pellizcadas irregularmente algunas manchas rojas del Permo-Trías. Las calizas, careciendo casi de toda estratificación, forman la arista y desde allí se descomponen en trozos que resbalan hacia abajo como escombros (*eb*) sobre las pendientes pizarrosas. Al fondo, en el lado derecho, se ven las inmediaciones de Villa Sanjurjo (*VS*); en el primer plano yacen algunas posiciones en ruinas, procedentes de la guerra rifeña.







ONO. Fot. 4.—La arista de El Janduk vista a través de la garganta del Uad Talabudaden (T) ENE

Los acantilados de la derecha pertenecen a una serie liásica (dolomías en la parte baja, seguido de calizas compactas y tabulares); ésta tropieza en contacto mecánico contra las pizarras paleozoicas (a la derecha, fuera de la fotografía) y se une con los bancos del otro lado del profundo barranco, formando una pequeña bóveda anticlinal. Mirando hacia el mar (*Med*) se ve el espolón montañoso de El Janduk (*EJ*), compuesto de pizarras silurianas (*P*), en las cuales se encuentran aislados algunos mogotes de caliza pardo-rosada o azul-claro con orthoceras (*or*); más abajo se distinguen las capas calizas del Lías, pellizcadas (*lp*) en las pizarras paleozoicas.



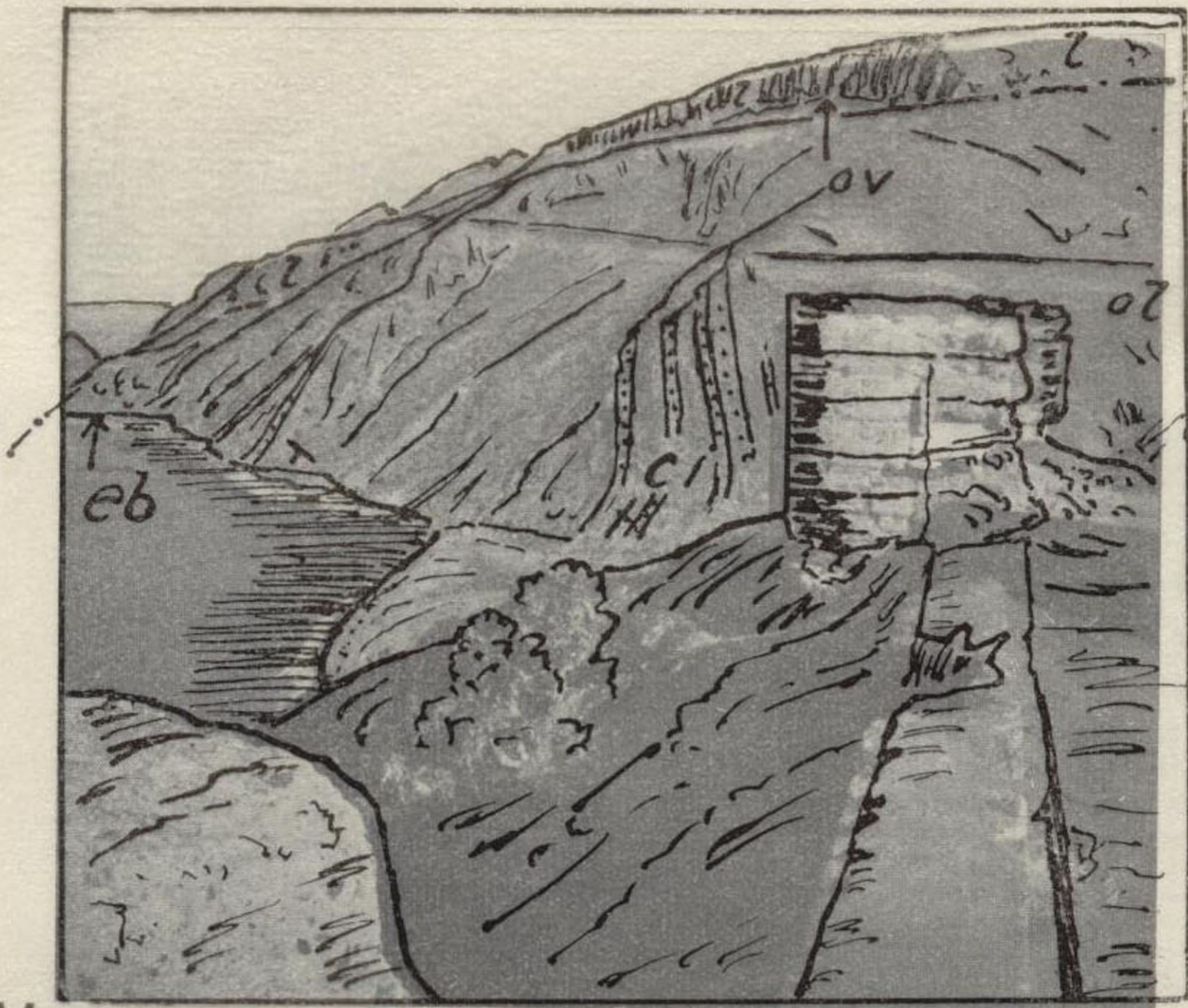


Fot. 4.—*La arista de El Janduk vista a través de la garganta del Uad Talabudaden (T)*

Los acantilados de la derecha pertenecen a una serie liásica (dolomías en la parte baja, seguido de calizas compactas y tabulares); ésta tropieza en contacto mecánico contra las pizarras paleozoicas (a la derecha, fuera de la fotografía) y se une con los bancos del otro lado del profundo barranco, formando una pequeña bóveda anticlinal. Mirando hacia el mar (*Med*) se ve el espolón montañoso de El Janduk (*EJ*), compuesto de pizarras silurianas (*P*), en las cuales se encuentran aislados algunos mogotes de caliza pardo-rosada o azul-claro con orthoceras (*or*); más abajo se distinguen las capas calizas del Lías, pellizcadas (*lp*) en las pizarras paleozoicas.



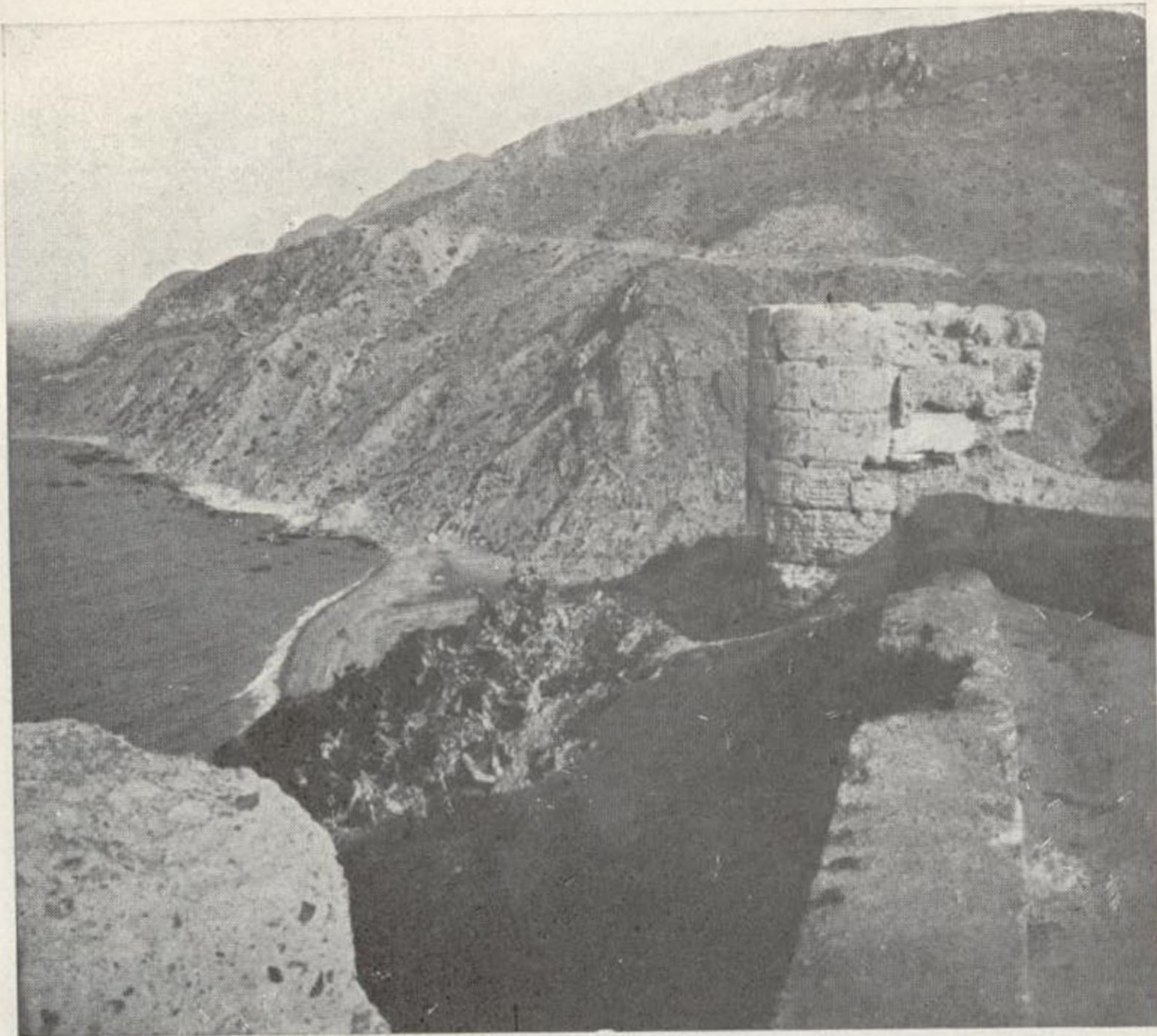




N. Fot. 5.—La costa en la desembocadura del Uad bou Frah, vista de los torreones de Torres de Alcalá S.

En el frente se distinguen los bancos gruesos de la arenisca de la serie de Cala Iris (Eoceno superior ?; CI); un poco más lejos están fuertemente inclinados en sentido casi opuesto, lo que indica la presencia de un anticlinal. Más allá, la costa está en los escombros del desprendimiento de la extremidad Norte del Kanus el Maaza (eb) del que se ve el óvalo de arranque en el margen superior (ov) (ver también la figura 3); los acantilados están formados por las dolomías basales (l) que habiendo sido acarreadas (línea de trazos-puntos) sobre las series margoso-arenosas del flysch, han perdido su soporte y se han hundido hacia el mar. A la derecha, las laderas, por encima de Villa Sanjurjo, contienen flysch oligoceno (ol) con bancos brechoides con lepidocyclinas.





Fot. 5.—*La costa en la desembocadura del Uad bou Frah, vista de los torreones de Torres de Alcalá*

En el frente se distinguen los bancos gruesos de la arenisca de la serie de Cala Iris (Eoceno superior?; *CI*); un poco más lejos están fuertemente inclinados en sentido casi opuesto, lo que indica la presencia de un anticlinal. Más allá, la costa está en los escombros del desprendimiento de la extremidad Norte del Kanus el Maaza (*eb*) del que se ve el óvalo de arranque en el margen superior (*ov*) (ver también la figura 3); los acantilados están formados por las dolomías basales (*l*) que habiendo sido acarreadas (línea de trazos-puntos) sobre las series margoso-arenosas del flysch, han perdido su soporte y se han hundido hacia el mar. A la derecha, las laderas, por encima de Villa Sanjurjo, contienen flysch oligoceno (*ol*) con bancos brechoides con lepidocyclinas.







SO. Fot. 6.—Paisaje en la región de las calizas tabulares del Lías; vista **NE** tomada desde la cresta del Yebel Asaguasaguan hacia Tafensah

En primer plano, en las calizas tabulares (cl), se ve un lentejón de caliza compacta (m) y brechas con sílex. Entre las crestas redondeadas se distingue al fondo el poblado de Tafensah, situado sobre tierra de labor que debe de representar un entrante de flysch subordinado a las calizas tabulares del Lías. Más allá del poblado la arista del Yebel Busikur (B).







Fot. 6.—*Paisaje en la región de las calizas tabulares del Lías; vista tomada desde la cresta del Yebel Asaguasaguan hacia Tafensah*

En primer plano, en las calizas tabulares (*cl*), se ve un lentejón de caliza compacta (*m*) y brechas con sílex. Entre las crestas redondeadas se distingue al fondo el poblado de Tafensah, situado sobre tierra de labor que debe de representar un entrante de flysch subordinado a las calizas tabulares del Lías. Más allá del poblado la arista del Yebel Busikur (*B*).





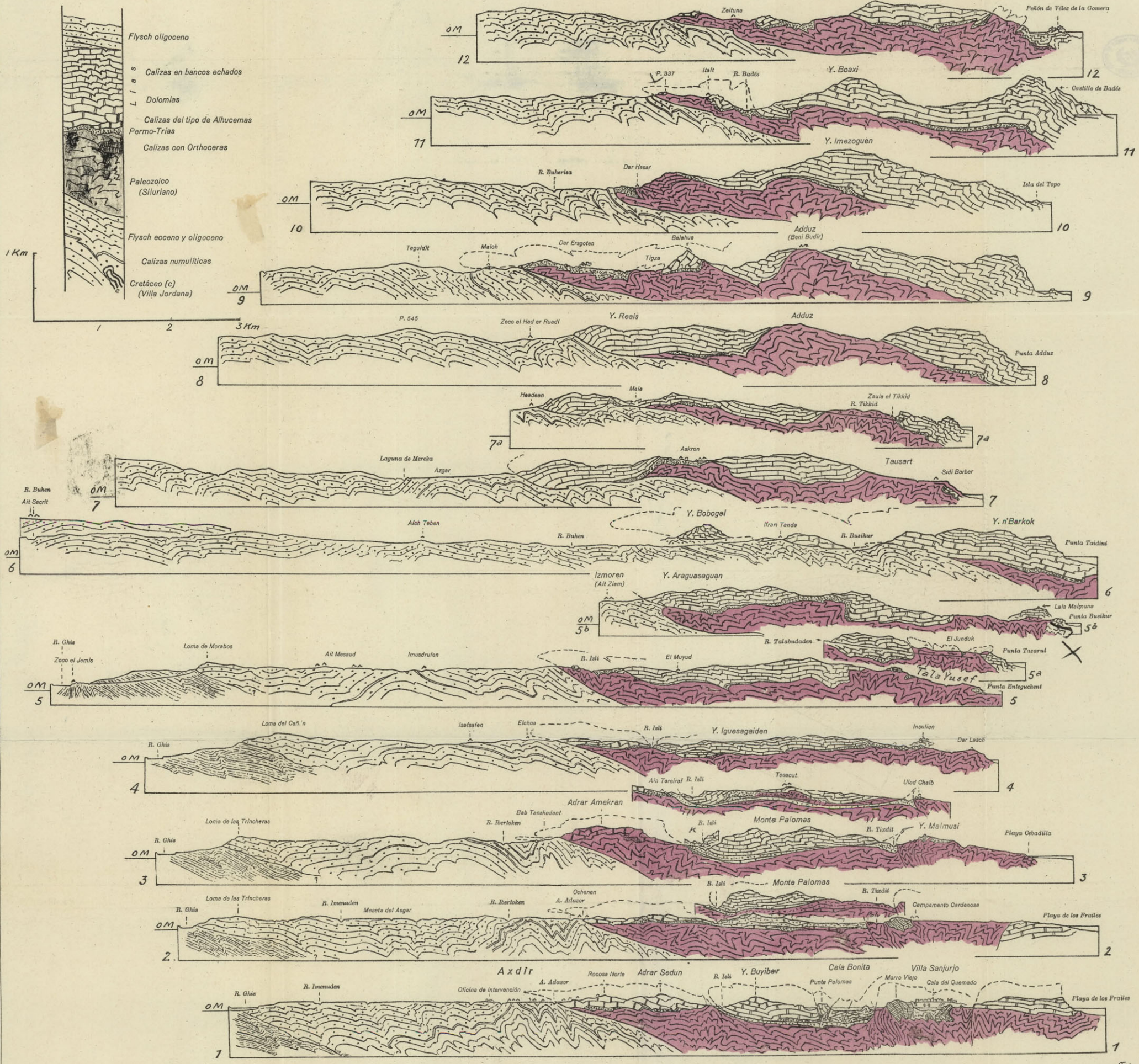
NNO

T. A. Torres de Alcalá  
V. J. Villa Jordana

Ras Luat Lechondek

SSE

# SERIE DE CORTES A TRAVÉS DE LA CADENA DE LA REGIÓN DEL BOKOYA



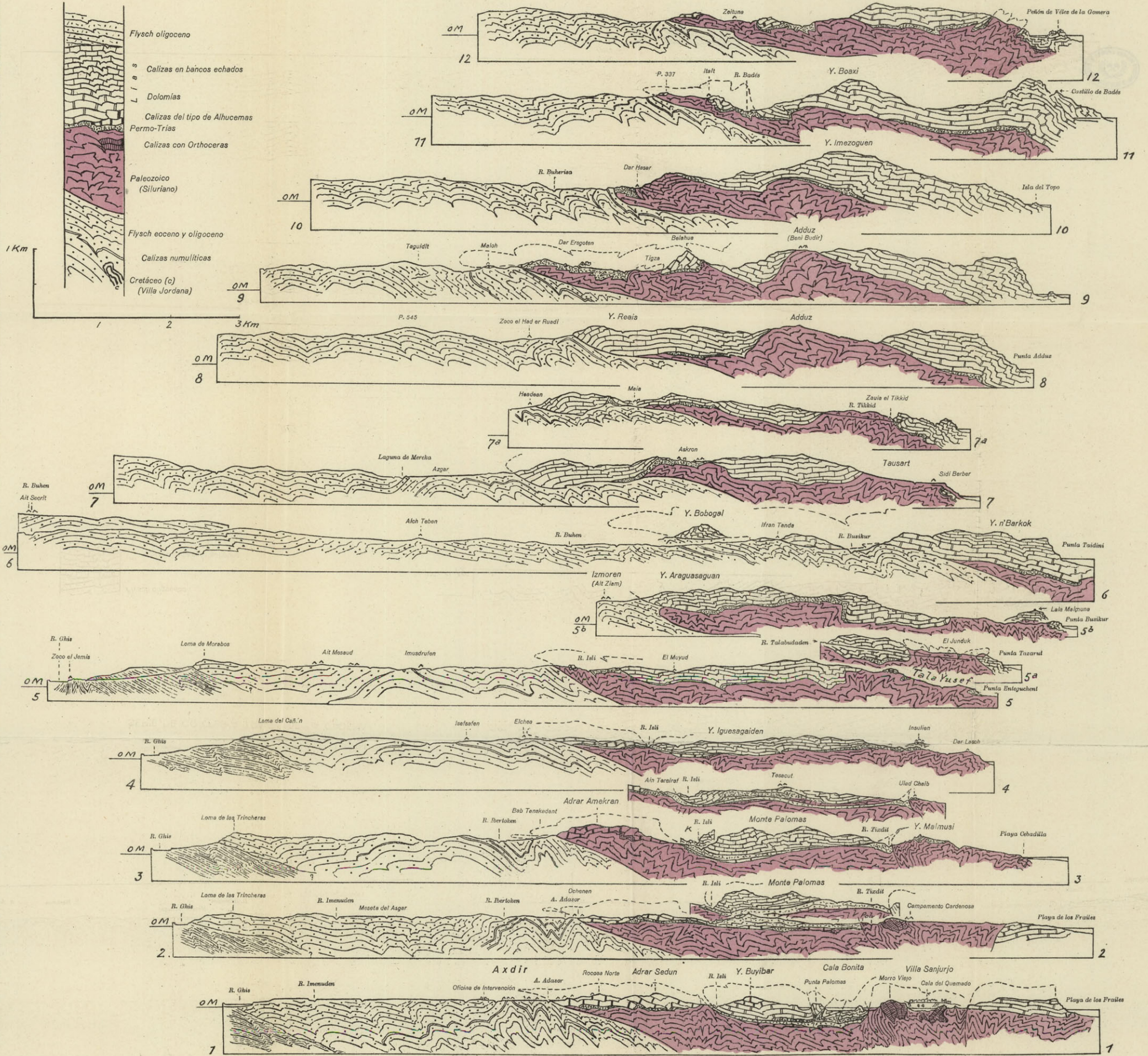


NNO

T. A. Torres de Albalá  
V. J. Villa Jordana

Roa Lust Lechende  
14° SSE

### SERIE DE CORTES A TRAVÉS DE LA CADENA DE LA REGIÓN DEL BOKOYA





## BIBLIOGRAFIA

---

1. BLUMENTHAL (M. M.)—Beiträge zur Geologie der betischen Cordilleren beiderseits des Río Guadalhorce. *Eclog. geol. Helv.* Vol. 23, Nr. 1. Basel 1930.
2. BLUMENTHAL (M. M.)—Das Westende des Betikums nördlich dem «Campo de Gibraltar».—«Association pour l'étude géologique de la Méditerranée occidentale», Vol. IV, Nr. 2. Barcelona, 1931-33.
3. BLUMENTHAL (M. M.)—Les séries dites «lustrés» du Rif oriental.—«C. R. som. de la Soc. géol. de France», 4/IV, 1932.
4. BLUMENTHAL (M. M.)—Les éléments structuraux du Bokoya.—«C. R. de l'Ac. Sciences», t. 194, p. 1.669. Paris, 1932.
5. BLUMENTHAL (M. M.)—Le matériel stratigraphique de la nappe de Bokoya.—«C. R. d. l'Ac. d. Sciences», t. 194, p. 1.969. Paris, 1932.
6. BLUMENTHAL (M. M.)— Quelques observations stratigraphiques et tectoniques sur le Haut Kert. «Bull. Soc. géol. d. Fr. (5)», t. II. Paris, 1932.
7. CADISCH (J.)—Ein Beitrag zum Calpionellen Problem. *Geol. Rundschau.* Bd. XXIII. Berlin, 1932

8. EHRMANN (F.).—Résumé stratigraphique et tectonique sur la Kabylie des Babors et régions voisines.—«Bull. du Serv. de la Carte géol. de l'Algérie». Travaux récents, fasc. I. Alger, 1924.
9. FALLOT (P.).—Sur la géologie des environs de Xauen.—«C. R. d. l'Ac. d. Sciences», t. 193, p. 245. Paris, 1931.
10. FALLOT (P.).—Sur le massif paléozoïque de Talambot.—«C. R. d. l'Ac. d. Sciences», t. 193, p. 424. Paris, 1931.
11. FALLOT (P.).—Sur les accidents de la chaîne du Rif selon la transversale de Xauen.—«C. R. d. l'Ac. d. Sciences», t. 194, p. 552. Paris, 1932.
12. FALLOT (P.).—Sur l'extension vers le Sud-Est des chevauchements marginaux de la chaîne calcaire du Rif.—«C. R. d. l'Ac. d. Sc.», t. 194, p. 794. Paris, 1932.
13. FALLOT (P.).—«Maroc Septentrional» en: La Géologie et les Mines de la France d'Outre-mer.—«Soc. d'Éditions géographiques». Paris, 1932.
14. FALLOT (P.).—Sur les racines du témoin du massif de Xauen.—«C. R. d. l'Ac. d. Sciences», t. 196, p. 495. Paris, 1933.
15. FALLOT (P.).—Essai de définition des traits permanents de la Paléographie secondaire dans la Méditerranée occidentale.—«Bull. Soc. géol. d. France» (5), t. I. Paris, 1932.
16. FALLOT (P.) et DONCIEUX (L.).—Le Flysch du Rif espagnol.—«C. R. l'Ac. Sc.», t. 197, p. 927. Paris, 1933.
17. GLANGEAUD (L.).—Étude géologique de la région littorale de la province d'Alger.—«Bull. d. Serv. d. l. Cart. géol. d. l'Algérie», descriptions régionales, nr. 8. Bordeaux, 1932.

18. GLANGEAUD (L.) et AIMÉ (A.).—Les plissements post-éocènes sur la carte de 1:50.000 de l'Arba (Algérie).—«Bull. Soc. Géol. Fr.» (5), t. III. Paris, 1933.
19. GORTANI (M.).—Il Paleozoico delle Alpi Apuane.—N. prelim. «Real Acad. d. Scienze d. Ist. d'Bologna». 15-I-1933.
20. KOBER (L.).—Das alpine Europa.—«Gebr. Bornträge». Berlin, 1931.
21. KOBER (L.).—Untersuchungen über die Bauelementen des Apenins in Kalabrien und Sicilien und des Atlas in Algerien.—«Akad. d. Wissensch. S. A. Akademischer Anzeiger», Nr. 12. Wien, 1930.
22. LACOSTE (J.).—Sur le massif des Sendhadjas (Rif méridional).—«C. R. d. l'Ac. d. Sciences», t. 194, p. 897. Paris, 1932.
23. MARÇAIS (J.).—Observations sur la géologie de la région de Tizi Ouzli (Rif oriental).—«C. R. d. l'Ac. d. Sc.», t. 192, p. 757. Paris, 1932.
24. MARÍN (A.).—Notas acerca de la importancia minera de la Zona del Protectorado español en Marruecos.—«Bol. d. Inst. Geol. y Min. d. España», tomo XLIX, IX de la 3.<sup>a</sup> serie. Madrid, 1927.
25. MARÍN (A.).—Constitución geológica y riqueza minera de la Zona del Protectorado español en Marruecos.—«R. Sociedad geográfica», Curso de conferencias, III. Madrid, 1933.
26. MARÍN (A.), BLUMENTHAL (M.), FALLOT (P.).—Observations géologiques sur le Nord-Ouest du Rif marocain.—«Bull. Soc. Géol. d. Fr.», (IV), t. XXX. Paris, 1930.
27. MARÍN (A.) et FALLOT (P.).—Sur la géologie de Punta Pescadores.—«C. R. d. l'Ac. d. Sc.», t. 194, p. 189. Paris, 1932.

28. MARÍN (A.) et FALLOT (P.).—Sur le raccord des dislocations de Punta Pescadores avec celles de la chaîne calcaire de Rif.—«C. R. d. l'Ac. d. Sc.», t. 196, p. 714. Paris, 1933.
29. MARÍN (A.) et FALLOT (P.).—Sur la constitution d'ensemble de la chaîne calcaire du Rif espagnol de Ceuta a Punta Pescadores.—«C. R. d. l'Ac. d. Sc.», t. 196, p. 871. Paris, 1933.
30. RUSSO (P.) et Mme. (L.).—Recherches géologiques sur le Nord-Est. de Rif.—«Mém. d. l. Soc. d. Sc. nat. d. Maroc», n.º XX. Rabat, 1929.
31. RUSSO (P.).—Observations sur la signification tectonique des volcans marocains.—«Bull. Soc. géol. de Fr.», (4), t. XXX. Paris, 1931.
32. RUSSO (P.).—Au sujet de la tectonique du Rif.—«C. R. som. S. G. Fr.», 16 mars, 1931.
33. SAVORNIN (J.).—Résumé des travaux récents et notes sur les feuilles: Environs de Batna, El Esmam, Tipaza, etc.—«Bull. d. Serv. d. l. Carte géol. d. l'Algerie», travaux récents, fasc. I. Alger, 1924.

## INDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
A) GENERALIDADES .....	3
INTRODUCCION .....	3
LOS RASGOS GENERALES DE TOPOGRAFIA Y MORFOLOGIA .....	5
B) LA SERIE ESTRATIGRAFICA .....	15
I. EL PALEOZOICO .....	15
Extensión y composición .....	16
1. En el sector de Axdir .....	17
2. En el sector del Uad Badés .....	22
3. La edad estratigráfica .....	24
II. El PERMO-TRIAS .....	26
III. EL LIAS .....	29
a) La base dolomítica .....	29
b) La serie de las calizas tabulares .....	32
c) La caliza de Alhucemas .....	34
d) Comparaciones litológicas y discusión de la edad .....	35
IV. EL FLYSCH TERCIARIO DE LA PERIFERIA DE LA CADENA CALCAREA .....	40
a) Repartición y conocimientos anteriores .....	40
b) El flysch de los Beni Uriaguel .....	41
c) La zona de numulites de Isefsafen .....	42
d) La zona de areniscas de Ait Kamara .....	43
e) El flysch en los alrededores de Villa Jordana .....	45
V. EL FLYSCH DEL INTERIOR DE LA CADENA BOKOYANA .....	54
VI. SOBRE EL PAPEL TRANSGRESIVO DEL FLYSCH .....	56
VII. LA «SERIE COMPRESIVA» DE LAS PIZARRAS NEGRAS .....	60
C) LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES .....	65
I. ASPECTOS RETROSPECTIVOS .....	65
II. SOBRE LA DIVISION TECTONICA DEL BOKOYA .....	68

III. LA TRANSVERSAL DEL UAD BUSIKUR .....	70
IV. EL TRANSVERSAL DEL UAD BOU FRAH (VILLA JORDANA).....	73
V. EL SECTOR DEL UAD BADES .....	78
VI. EL SECTOR DE AXDIR.....	84
a) La base paleozoica de Tala Yusef.....	84
b) Los alrededores de Villa Sanjurjo .....	85
c) La escama del Monte Palomas.....	86
d) El Adrar Amekran.....	91
VII. LAS LINEAS ESTRUCTURALES DEL ANTE-PAIS DE BENI URIAGUEL .....	94
D) CONSIDERACIONES REGIONALES.....	99
I. SOBRE LAS RELACIONES CON EL RIF CENTRAL ENTRE XAUEN Y UAD M'FER .....	99
II. SOBRE LAS RELACIONES HACIA EL ESTE .....	105
1. La posición con relación al Rif meridional y oriental .....	105
2. Conexiones y comparación con las cadenas cabileñas (Chenua-Djurdjura) .....	108
III. SOBRE LAS FASES DEL PLEGAMIENTO .....	119
BIBLIOGRAFIA .....	129

LAS INVESTIGACIONES  
DE  
PETROLEO EN ESPAÑA  
POR  
E. DUPUY DE LÔME





**LAS INVESTIGACIONES  
DE  
PETROLEO EN ESPAÑA  
POR  
E. DUPUY DE LÔME**

**CAPITULO I**

**HISTORIA DE LAS INVESTIGACIONES  
PETROLIFERAS**

---

Si bien la existencia de manifestaciones extensas de hidrocarburos líquidos y gaseosos es conocida hace muchos años en nuestra península, hasta el principio del siglo no se intentaron la ejecución de sondeos.

Por aquellos años se principiaron los sondeos de Villamartín, Bornos y, varios, en Lebrija, ejecutados estos últimos por una sociedad española, la Petrolífera del Pampanco, y los otros por empresas inglesas. El resultado no fué negativo; en Villamartín encontraron aceite, si bien no producción comercial, y en Lebrija abundantes gases, resultados aun más halagadores si se tiene en cuenta el atraso de la técnica de los sondeos por aquella época.

A pesar de esto, se suspendieron completamente las investigaciones hasta después de la guerra europea y, más concretamente, con posterioridad a 1921, en que varias razones, como el elevado precio del crudo y sus derivados, las escasas reservas mundiales de petróleo, el rápido incremento del consumo, la abundancia de capitales en el

extranjero y en España, etc., etc., motivaron un gran incremento en la investigación de las posibilidades petrolíferas de nuestro subsuelo.

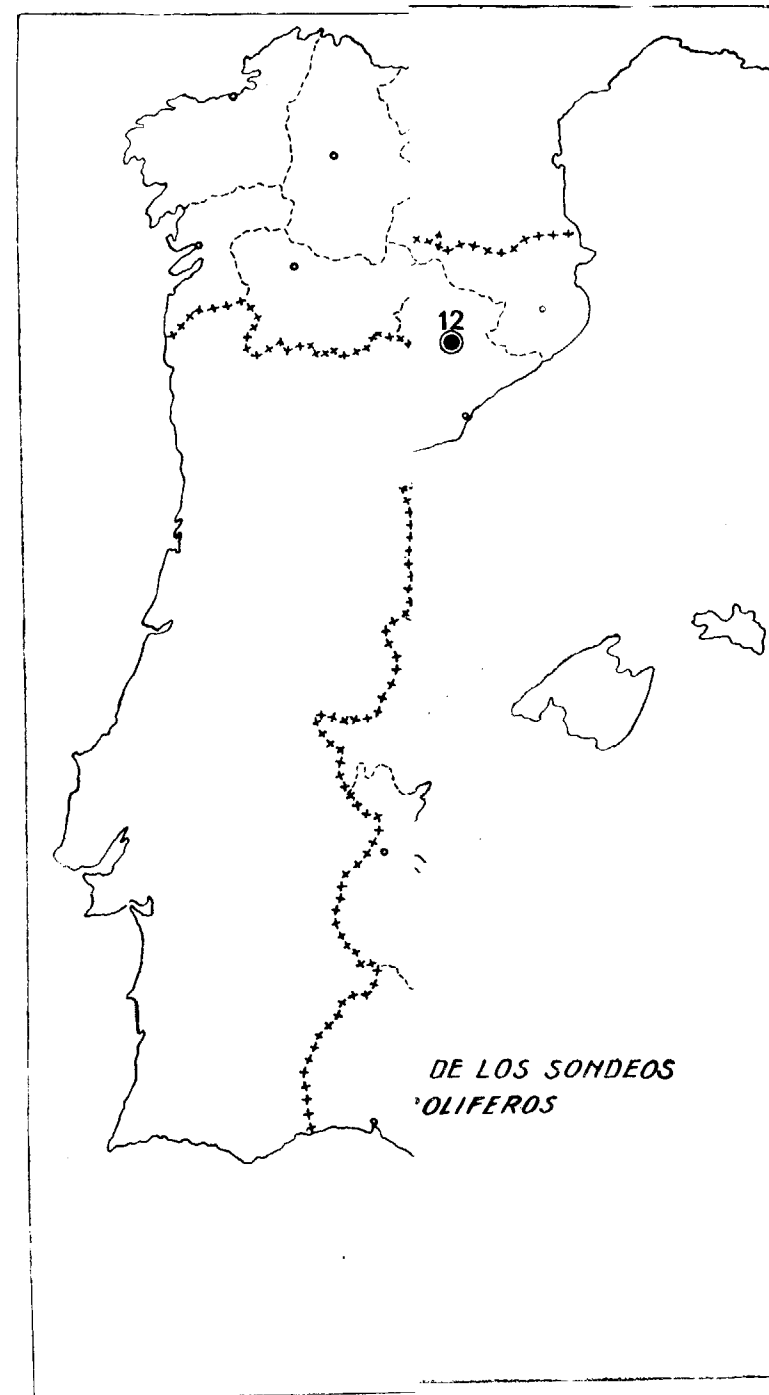
Entre las muchas sociedades que por aquella época comenzaron su actividad podemos citar las siguientes:

- Sociedad Petrolífera Ibero-Americana.
- Sociedad Petrolífera Nacional.
- Sociedad Petrolífera Española.
- Sociedad Franco-Española, de Petróleos.
- Sociedad Petróleos del Ebro.
- Sociedad Hispano Británica, de Petróleos.
- Etc., etc., etc.

La mayor parte de estas compañías se limitaron a adquirir gran número de concesiones, algunas muy extensas, con fines precisamente especulativos, pero por cuenta de algunas sociedades se efectuaron estudios geológicos de conjunto por reputados especialistas extranjeros, como Faison, Dixón, Kruisher, etc., todos los cuales señalaban múltiples manifestaciones petrolíferas, así como la existencia de estructuras geológicas apropiadas para contener acumulaciones de hidrocarburos líquidos y gaseosos.

En este período se emprendieron por estas entidades la ejecución de los sondeos que más adelante indicaremos, pero sólo en algunos casos precedieron a la localización de los mismos estudios geológicos detallados y no llegaron a efectuarse investigaciones geofísicas, ciencia modernísima que por aquellos años comenzaba su desarrollo, tan rápido y brillante en las décadas sucesivas.

El Estado, estimulado por una parte ante el gran número de elementos que se interesaban por las posibilidades petrolíferas nacionales y alarmado, por otra, por la



enorme extensión de terreno demarcado por compañías, en gran parte extranjeras, se reservó una considerable extensión de terrenos en varias provincias, principalmente del Norte de España, y en el año 1924 aprobó la ejecución, por su cuenta, de cuatro sondeos de investigación petrolífera, de los cuales sólo se llegaron a ejecutar dos.

En el mapa adjunto figura la ubicación de los sondeos ejecutados hasta la fecha en España.

Haciendo caso omiso de algunos sondeos de escasísima importancia, en el cuadro siguiente figuran las características de los sondeos ejecutados en nuestro país, de los cuales tenemos nosotros conocimiento.

## SONDEOS PETROLIFEROS

Emplazamiento	Terreno	Profundidad en metros
1. Villamartín (Cádiz).....	Triásico.....	700 +
2. Lebrija (Sevilla).....	Terciario.....	300 +
3. Condado de Treviño (Vizcaya).	Oligoceno.....	641
4. Ozana (Burgos).....	Idem.....	200
5. Elorrio (Vizcaya).....	Cenomanense.....	600
6. Leva (Burgos).....	Idem.....	600 +
7. Gastiain (Navarra).....	Senonense.....	1.660 +
8. Aras (Navarra).....	Mioceno.....	700
9. Jaizquibel (Guipúzcoa).....	Eoceno.....	500
10. Polanco (Santander).....	Infracretáceo.....	700 +
11. (E) Bornos (Cádiz) ..	Terciario y Triásico	500
12. Tona (Barcelona).....	Eoceno.....	500
13. (E) Robredo-Aedo (Burgos)....	Infracretáceo.....	1.010 +
14. (E) Ajo (Santander).....	Idem.....	1.200
15. (E) Fuentetoba (Soria).....	Idem.....	398 +
16. (E) Ronda (Málaga).....	Mioceno.....	500
17. Chinchilla (Albacete).....	Terciario.....	600 en ejecución

Los sondeos marcados con *E* han sido perforados por cuenta del Estado.

Los pozos con una + han dado hidrocarburos líquidos o gaseosos, en mayor o menor cantidad, pero sin importancia comercial.

La numeración corresponde a la localización de los sondeos en el mapa adjunto.

Resulta muy interesante un examen crítico de estas perforaciones, que vamos a desarrollar ligeramente por las enseñanzas que nos puede aportar para encauzar científicamente las futuras investigaciones españolas.

El sondeo de Treviño, colocado en una cubeta en vez de un domo, resultó artesiano y dió un caudal grande de agua dulce surgente.

El sondeo de Elorrio se perforó en un paquete de capas completamente verticales.

El de Leva hubiese sido necesario prolongarlo lo menos 400 metros para atravesar la cubierta impermeable de las arenas reputadas petrolíferas.

El de Aras no pudo llegar a atravesar el gran espesor de capas que recubrían las formaciones donde podría almacenarse el aceite.

El sondeo de Jaizquibel está emplazado en un monoclinial, de capas muy levantadas sin sellar y además en el Eoceno, formación donde se desconocen las manifestaciones petrolíferas en esa región.

Lo mismo sucede al sondeo de Tona, también colocado en el potentísimo Eoceno catalán.

No tratamos de los antiguos sondeos de la provincia de Cádiz, pues carecemos de datos fidedignos y, además, por aquella época, la técnica, como ya hemos dicho, tenía escaso adelanto, a pesar de lo cual unos dieron petróleo en pequeña cantidad y otros gases abundantes.

El de Polanco no se hizo en busca de petróleo, pero sí

en busca de sal sódica, es decir, se perforó en el límite de un macizo salino y dió varios barriles de crudo.

Del sondeo de Gastiain surgió lo bastante gas para que se emplease varios meses como combustible de la caldera del tren de sondeo. Es una lástima que no se investigare más a fondo esta estructura geológica, que es la única en España donde se ha demostrado la existencia de hidrocarburos líquidos a presión.

El sondeo del Estado en Robredo-Aedo, dió varios centenares de litros de petróleo crudo, desgraciadamente sin presión. No se hicieron ensayos de bombeo.

El sondeo, también del Estado, de Ajo, ejecutado con la esperanza de que formaciones parecidas a las de Robredo-Aedo, pero con estructuras geológicas situadas al nivel del mar, dieran petróleo, fué un fracaso completo. Recientemente se han descubierto emanaciones de petróleo líquido en Meruelo, muy cerca del emplazamiento de este taladro.

Después de la implantación del Monopolio, la actividad ha sido más reducida y, que nosotros sepamos, no se han hecho más que los últimos tres sondeos del cuadro anterior.

El 25 de septiembre de 1928 se comenzó un sondeo, por el Estado, al pie del Pico Frentes, no lejos de los conocidísimos afloramientos de areniscas bituminosas de Fuentetoba (Soria), dándose por terminado el 1.º de diciembre de 1929 a los 398 metros.

Es este uno de los sondeos más interesantes de los perforados en España, más que por los resultados obtenidos por las enseñanzas que del examen de su corte geológico, que reproducimos, se deducen.

En total se cortaron 13 niveles asfálticos (petróleo desecado), de los cuales el más interesante es el de los



285 metros, de un metro de potencia, con una proporción de betún del 17 %, cuando la ley del mismo banco en los afloramientos no pasa del 7 %, debido a que cerca de la superficie se han evaporado los aceites más ligeros y volátiles.

Puede asegurarse que si esta capa, en vez de haberse cortado en un monoclin al abierto se hubiera atravesado en una estructura cerrada, donde se habrían conservado los hidrocarburos ligeros, su riqueza hubiera pasado del 25 %, dada la gran porosidad de los estratos productivos.

El 22 de agosto de 1933 se comenzó, y el 30 de junio de 1934 se terminó, también por cuenta del Estado, un sondeo cerca de Ronda, hecho a petición de un sindicato local de propietarios de concesiones.

El sondeo, de 451 metros, ubicado en una meseta terciaria, de escasísimas condiciones favorables, no dió resultado.

Por último, en el año actual se está perforando, por una entidad privada, un sondeo cerca de Albacete, el cual tiene ya 600 metros, y acerca del cual, por pertenecer a particulares y no estar aun terminado, nos parece pertinente no dar dato alguno.

De la crítica anterior se desprende inmediatamente lo conveniente que hubiese sido que un estudio geológico, de conjunto y detalladísimo, de cada estructura, en particular, hubiese precedido a la ejecución de los sondeos, porque habían podido dejar de taladrarse casi el 75 % de los pozos, evidentemente ubicados sin base científica alguna, con gran economía de capitales, gastados estérilmente.

Es indudable que en una región virgen, los estudios geológicos, seguidos de investigaciones geofísicas en los

casos necesarios, más que asegurar los éxitos, imposibles de preveer, evitan un gran número de perforaciones completamente inútiles, que no sólo cuestan sumas enormes sino que desacreditan innecesariamente las posibilidades petrolíferas de un país.

No se ha limitado la acción del Estado a la ejecución de sondeos en España, sino que se han efectuado estudios e investigaciones en casi todas las comarcas donde hay manifestaciones petrolíferas, pero, desgraciadamente, no tiene el Instituto Geológico de España consignación especial que permita el estudio sistemático de todas las cuencas españolas posiblemente petrolíferas, estudio preliminar que es completamente necesario si se quiere llegar al conocimiento de nuestro subsuelo por medio de investigaciones geofísicas y sondeos.

Más adelante insistiremos sobre tan importante tema.

Aparte de numerosos informes, algunos muy extensos, entregados al Estado o a la C. A. M. P. S. A., se han publicado por el Instituto Geológico las siguientes obras relacionadas con la actividad petrolífera.

RUIZ FALCÓ (M.).—El sondeo de Caldones, en Asturias.—  
«Bol. Inst. Geol.», tomo XXXVII. 1916.

GAVALA (J.).—Regiones petrolíferas de Andalucía.—«Bol. Inst. Geol.», tomo XXXVII. 1916.

GAVALA (J.).—Yacimientos de petróleo en Huidobro (Burgos).—«Bol. Inst. Geol.», tomo XXXVII. 1916.

O'SHEA (G.).—Informe del Instituto Geológico sobre las areniscas bituminosas de la provincia de Soria.—  
«Bol. Of. de Minas y Metalurgia», tomo 11. 1918.

DUPUY DE LÔME (E.) y NOVO Y CHICARRO (P.).—Datos para la investigación del petróleo en España.—«Bol. Of. de Minas y Metalurgia». 1925.

HERNÁNDEZ-SAMPELAYO (P.) y CINCÚNEGUI (M.).—Cuenca de esquistos bituminosos de Ribesalbes (Castellón).—1926.

DUPUY DE LÔME (E.).—Nota acerca de la industria petrolífera de Rumania y aplicación de sus datos geológicos a la investigación de algunos yacimientos petrolíferos españoles.—«Bol. Inst. Geol.», t. LIII. 1933.

La Geofísica, ciencia quizás la más moderna de todas, ha sido aplicada por el Instituto Geológico para la resolución de algunos problemas estratigráficos en varias estructuras geológicas, empleando unas veces la balanza de torsión, otras el método sísmico y otras el eléctrico.

El primer trabajo ejecutado consistió en la determinación de las fallas que cortaban el anticlinal de Leva (Burgos).

También se examinaron geofísicamente las estructuras tan interesantes de Berlanga de Duero y Burgo de Osma (Soria).

El gran anticlinal de Basconcillos del Tozo (Burgos) ha sido estudiado asimismo por estos procedimientos científicos.

A raíz de la aparición del petróleo en Garrucha (Almería) se hizo un reconocimiento geofísico de la región.

En Cofrentes (Valencia) se ha examinado un domo salino triásico con manifestaciones hidrocarbурadas.

Vemos, pues, que afortunadamente existen en España geofísicos, alguno de reputación mundial indiscutible, con una amplia experiencia en las investigaciones petrolíferas, que utilizan los aparatos científicos más modernos unidos al conocimiento de la geología española, por muchos con-

ceptos completamente característica y distinta de las demás.

La actividad particular cesó completamente, y la oficial casi en absoluto, con la implantación del Monopolio de Petróleos en España, por D. L. del 28 de junio de 1927.

Por una parte, las entidades particulares no quisieron añadir al riesgo, ya tan elevado por su misma naturaleza de la prospección petrolífera, las dificultades de venta del crudo y sus derivados, aumentados por la prohibición de instalar refinerías de petróleo en España, y, por otra, las grandes compañías, que más fácilmente hubiesen podido desarrollar extensos programas de sondeos, decidieron el retirar su actividad de nuestro país al verse privados de su mercado.

El motivo de cesar el Estado en las investigaciones que tenía emprendidas, fué que el Decreto Ley que instituía el Monopolio, en su artículo 9.º, especificaba entre las obligaciones de la Compañía Arrendataria:

«1.º Intensificar y estimular los trabajos de sondeo encaminados al alumbramiento de petróleos naturales en el subsuelo de España».

Había, pues, una clara duplicidad de actividad entre el Estado y el Monopolio, que, al fin y al cabo, no deja de ser parte integrante del mismo.

Resultado de todo esto fué que el Estado no intervino ya en la investigación petrolífera más que esporádicamente y a instancias de entidades interesadas en el asunto, como sucedió con el último sondeo ejecutado en Ronda.

La C. A. M. P. S. A., por su parte, en pleno período de organización, nada hizo hasta que en 20 de diciembre de 1932 aprobó el Consejo de Ministros la creación de un Comité, una de cuyas funciones era el desarrollar las investigaciones petrolíferas en España.

El Instituto Geológico, a instancias de este Comité, emitió un informe en que señalaba las regiones españolas y marroquíes, donde deberán, a su juicio, efectuarse las prospecciones.

Después de aprobado por la C. A. M. P. S. A. este informe, en el año 1933, se hizo una campaña de estudios geológicos por el personal de dicho Instituto, en la provincia de Soria, examinando las estructuras de Fuentetoba, Berlanga de Duero y Burgo de Osma, entre otras, y se expusieron las conclusiones siguientes:

1.º Que antes de taladrar sondeos, operación muy costosa, deberían efectuarse estudios geológicos de detalle en otras comarcas de nuestro país.

2.º Antes de sondear en los parajes indicados es conveniente efectuar la investigación detallada de la zona situada al Oeste de la reserva de Fuentetoba.

3.º Se propuso la perforación de dos sondeos:

- a) En el Páramo de Villaciervos... 500 m.
- b) Al Sur de Bayubas ..... 600 m.

A partir de esta fecha nada se ha hecho por la Compañía Arrendataria en este género de actividades.

En cambio, en Marruecos, tanto en la zona del Protectorado español como en el francés, se ha desarrollado estos últimos años un extenso programa de trabajos, que vamos a detallar dado su considerable interés.

En el Marruecos francés, en general muy cerca de los límites de la zona española, se han encontrado hidrocarburos en tres campos distintos.

En el Garb, parajes llamados Sidi Ameer el Hadi y Ain Hamra, se han perforado varios pozos con profundidades hasta de más de 1.000 metros.

Aunque los profundos no dieron resultado, los más someros, entre los 150 y 200, encontraron una capa petrolífera con presión gaseosa y han dado producciones del orden de dos a tres toneladas diarias.

Estos pozos, ubicados cerca de una «chapapotera» bastante extensa, están situados a unos 30 kilómetros al Sur de nuestra frontera en Alcazarquivir.

En el Yebel Tselfat, monte situado entre Petit Jean y Fez, después de más de 10 años de pacientes exploraciones, con resultados nada más que medianos, hizo erupción el 8 de marzo de 1934, un pozo con 380 metros de profundidad e inmediatamente se incendió el gas y petróleo que de él se desprendía.

La enorme hoguera estuvo ardiendo unas dos semanas antes de poderse dominar el fuego, razón por la cual no se aforó, pero puede asegurarse que la producción inicial debió de ser de más de 250 toneladas diarias. En el año de 1935, en una estructura geológica análoga y también de edad liásica, el Yebel Kenfoud, se obtuvo otro pozo productor de unas 10 toneladas diarias de crudo.

Por último, en el Yebel Tizroutine, muy cerca del límite de la zona española, en la cabila de Gueznaya (Alhucemas), se perforó un pozo que dió en total unas 80 toneladas de un crudo extremadamente rico en gasolina.

En resumen, estos resultados, si bien no dan aun una producción comercial considerable, han demostrado la existencia de capas petrolíferas de verdadera importancia.

En la zona española, los trabajos comenzados en 1933 van más lentamente, pero se desarrollan con un método y orden verdaderamente admirables. Ante todo, el Maghzen se reservó los derechos petrolíferos en una extensísima región, que abarca todo el triángulo Larache-Alcazarqui-

vir-Arcila, y una zona de Gueznaya, lindante con el campo de Tizroutine.

Después se está trazando el Mapa geológico detallado, en escala 1 : 50.000, de casi toda la zona reservada y planos parciales, en escala 1 : 10.000, de las estructuras geológicas reputadas como petrolíferas.

La circunstancia de estar recubiertas con frecuencia las capas por terrenos de acarreo o tierra vegetal, es causa de que se hayan hecho centenares de pocillos hasta cinco metros de profundidad para la toma de muestras geológicas.

Por último, dada la escasez de macro-fósiles y la identidad en la composición química y física de los estratos de distinta edad geológica, se ha montado un laboratorio de micropaleontología, para por medio de los foraminíferos llegar a la determinación específica de las hiladas de diferentes terrenos, en región de estratigrafía difícil e intrincada, debida a la presencia de pliegues de marcado diapirismo.

Gracias a estos trabajos, largos y minuciosos, pero no costosos, se podrá llegar a los últimos períodos de la investigación, la prospección geofísica y los sondeos, con un máximo de garantía de éxito dentro de las condiciones aleatorias de esta clase de empresas.

Con esto queda indicado, lo más concisamente posible, cuanto hasta el día se ha hecho en España y en el Marruecos español.

## CAPITULO II

### POSIBILIDADES PETROLIFERAS

Para el que no haya tenido ocasión de estudiar la geología de los yacimientos petrolíferos, es conveniente dar una idea, lo más breve posible, de las circunstancias que deben concurrir para que pueda existir una acumulación de hidrocarburos en la naturaleza.

En síntesis, estas condiciones no son más que tres: presencia de una estructura geológica favorable, existencia de capas porosas susceptibles de estar impregnadas de petróleo y recubrimiento del yacimiento por una cubierta que impida que los hidrocarburos líquidos y gaseosos puedan o hayan podido escaparse de la estructura geológica petrolífera.

La estructura más frecuente es el anticlinal, donde el petróleo, como más ligero, sobrenada al agua salada y, a su vez, queda cubierta por los hidrocarburos gaseosos, aún menos pesados.

Pero, además, hay muchos otros tipos de estructuras favorables donde se ha hallado el aceite mineral, como sucede con los monoclinales sellados por fallas, rocas eruptivas, etc., etc.; modernamente, los campos más importantes del mundo, el de Lagunillas y el de East Texas.



explotan antiguas líneas costeras (shorelines) selladas por una disconformidad estratigráfica.

En general, las capas permeables que almacenan el petróleo, están formadas por arenas, pero también se encuentran acumulaciones en cualquier nivel geológico que contenga suficiente número de huecos en sus estratos, como calizas, dolomías, brechas, etc.; la proporción entre dichos espacios y el volumen del horizonte geológico tiene grandísima importancia, pues de él depende la saturación de la capa permeable, que en las arenas muy ricas llega hasta el 30 % del volumen de la capa.

De nada sirve que haya una estructura de forma perfecta y poderosos niveles saturados si no existe una cubierta completamente impermeable que impida el que puedan los hidrocarburos, generalmente sometidos a enormes presiones, escaparse a la atmósfera y perderse sin ser objeto de explotación. Pero no basta tampoco que dicha cubierta exista hoy día, sino que es necesario que desde la remota época en que se almacenaron los hidrocarburos haya existido siempre sin solución de continuidad, para que en ningún momento pudiera fugarse el preciado producto.

Esta circunstancia tiene gran importancia en un país de tectónica y estratigrafía tan intrincada y revuelta como la española, donde los estratos de la corteza terrestre han sufrido violentísimos pliegues y dislocaciones en varias épocas geológicas distintas y donde la mayor parte de nuestros depósitos sedimentarios se hallan, en la actualidad, a muchos centenares de metros sobre el nivel actual de los mares.

Esto nos obliga a desechar en bloque, a los efectos petrolíferos, todos los terrenos paleozoicos españoles en los cuales los plegamientos y la erosión han destruido las

estructuras, que seguramente en épocas pretéritas almacenaron los hidrocarburos. Únicamente en países donde estos terrenos antiguos se encuentran horizontales o suavemente ondulados, se hallan campos petrolíferos muy apreciados por la excelente calidad de sus crudos.

La condición de la continuidad del cierre de las estructuras es causa de que en nuestra península deban mirarse con prevención todos los terrenos de cota muy elevada, sobre todo si están cerca del mar o del nivel de base hidrológico y se trata de horizontes someros, pues se comprende cuán fácil debe de haber sido que estructuras con una tapadera impermeable perfecta se hayan vaciado por debajo.

Es sabido que generalmente los hidrocarburos no se han formado en las capas donde actualmente se hallan, sino que han emigrado de otros horizontes donde tuvieron su origen, las llamadas rocas madres petrolíferas, y existen campos donde ha quedado probada en absoluto esta condición de los criaderos petrolíferos (\*).

Antiguamente se le dió una importancia, quizás excesiva, al estudio de las rocas madres, y no hubo región petrolífera donde no se entablaran controversias acerca de cuáles pudieron ser los horizontes donde tuvo su primer origen el petróleo; hoy en día se ha demostrado que casi todas las formaciones son susceptibles, en mayor o menor grado, de haberse depositado en ellas materias orgánicas susceptibles de transformarse en petróleo y, por lo tanto, tiene menos interés el averiguar el origen primario de los hidrocarburos.

(\*) Véase: «Nota acerca de la industria petrolífera rumana, etc.», por E. Dupuy de Lôme, página 17.

Sin embargo, hay que desechar alguna facies de sedimentación donde la vida orgánica ha sido pobrísima, lo cual nos lleva inmediatamente a la consecuencia de que los términos neógenos de nuestras formaciones terciarias continentales no reúnen condiciones para constituir depósitos secundarios de hidrocarburos, a no ser que estén en contacto directo con una roca madre petrolífera.

Estas ideas acerca de la constitución de los yacimientos petrolíferos, expuestas en forma esquemática, nos permite, pues, considerar como inapropiados a los efectos de la investigación petrolífera española:

- a) Las rocas hipogénicas y arcaicas.
- b) Los terrenos paleozoicos.
- c) El neógeno continental.

Desechadas de esta manera, por exclusión, próximamente las 9/10 partes de nuestro subsuelo, vamos a pasar revista, ordenadamente, a las regiones que deben considerarse como posiblemente petrolíferas, para lo cual emplearemos, para mayor facilidad, la siguiente división geográfica, que no tiene, como más adelante veremos, fundamento geológico alguno.

### **Regiones petrolíferas**

- 1.º Santander-Burgos-Asturias.
- 2.º Vascongadas.
- 3.º Pirineo catalán.
- 4.º Aragón y Levante.
- 5.º Soria-Cuenca.
- 6.º Andalucía oriental.
- 7.º Andalucía occidental.
- 8.º Marruecos.

## I. SANTANDER-BURGOS-ASTURIAS

### Generalidades

En la cordillera cantábrica abundan las manifestaciones petrolíferas, ya en forma de arenas o areniscas impregnadas con aceite (Puerto del Escudo, Robredo-Aedo, Basconcillos del Tozo, etc.), ya en fuentes donde al agua acompaña algo de petróleo (Valle de Zamancas), o ya porque los sondeos ejecutados han dado pequeñas cantidades de petróleo (Polanco, Robredo-Aedo).

Todas estas indicaciones se presentan en una facies neorrítica del aptiense, que tiene potentísimos horizontes de arenas y areniscas.

Las manifestaciones son secundarias, y aún no ha podido precisarse cuáles pueden ser las rocas madres petrolíferas, aunque, a nuestro parecer, nos inclinamos a considerar como tales los sedimentos vealdenses formados en depósitos lagunares de escasa profundidad, situados en la desembocadura de grandes ríos.

Demostrada la existencia de depósitos secundarios, el problema consiste en determinar estructuras geológicas, anticlinales, cúpulas, etc., que estén y hayan estado desde la formación del petróleo perfectamente selladas, condición difícil dada la elevada cota del país. Es muy probable que precisamente estructuras muy alejadas de las manifestaciones exteriores sean las más interesantes.

### Datos locales

PUERTO DEL ESCUDO (Burgos).—En este punto hay una

capa de arenisca, tan impregnada de petróleo que ha sido objeto de explotación en la época de penuria de productos petrolíferos ocasionada por la gran guerra, arrancando la arenisca en unos pequeños socavones para destilar luego la roca en calderas, con un procedimiento completamente primitivo.

ROBREDO-AEDO (Burgos).—Este lugar, relativamente cerca del Puerto del Escudo, presenta condiciones muy parecidas y también aquí han destilado arenas impregnadas de petróleo durante la guerra europea, con resultado bastante lisonjero.

El Estado efectuó un sondeo en una estructura geológica de escasos metros de cierre, situada al Norte de la estación del ferrocarril, que alcanzó 1.010 metros y se terminó en marzo de 1928.

Desde los 717 a los 719,80 metros se cortó una arena petrolífera, de la cual se sacaron con la cuchara unos 70 litros de crudo, continuándose inmediatamente el sondeo.

A los 738 metros se cortaron arenas, también con indicaciones petrolíferas.

Por último, a los 845 metros, se cortó el último nivel de arenas impregnadas de aceite.

Desgraciadamente, las capas no tenían presión gaseosa para que el petróleo surgiese, quizás porque el cierre en profundidad fuese menor que en la superficie o completamente nulo o sencillamente por haberse escapado los hidrocarburos gaseosos.

A pesar del fracaso de este sondeo, estimamos que no se le ha dado suficiente importancia al hallazgo del petróleo líquido, ya que hubiese sido mucha casualidad que el primer sondeo ejecutado en la región hubiese dado

producción comercial, y se abandonó la investigación sin efectuar nuevas pruebas.

ANTICLINAL DE LEVA (Burgos).—Esta estructura geológica, situada algo al Sur de Robredo, junto a la carretera que conduce de Soncillo a Cubillos del Rojo, fué descubierta y estudiada con gran detenimiento por un reputado especialista holandés en geología petrolífera.

El anticlinal tiene un cierre considerable, y el aptiense está recubierto por formaciones impermeables muy potentes, como lo demuestra el que un sondeo emboquillado en el senonense no llegó a penetrar en la formación petrolífera, a pesar de taladrarse 600 metros, a cuya profundidad hubo que suspender el sondeo por causa de averías.

En este anticlinal se ha efectuado por el Estado una prospección geofísica, empleando el procedimiento sísmico. El estudio reveló la existencia de varias fallas, a las cuales no se les debe dar una importancia excesiva, pues las fallas en formaciones impermeables blandas, tan potentes generalmente, se sellan naturalmente, sin dar lugar a pérdida de los hidrocarburos líquidos y gaseosos.

Cerca del anticlinal de Leva hay otros varios anticlinales cretáceos e infracretáceos que merecen un detenido estudio estratigráfico de detalle.

VALLE DE ZAMANZAS (Burgos).—Esta es otra de las localidades que han sido objeto de examen de cuantos geólogos han estudiado las posibilidades petrolíferas de la región.

El valle corresponde a un enorme circo de denudación en cuyas laderas aflora el Cretáceo y la parte superior del Infracretáceo, mientras que en el fondo del mismo asoma

el aptiense y el vealdense. Cerca del Ebro hay una fuente donde mana algo de aceite.

Alrededor del valle debe haber estructuras favorables para la acumulación del petróleo con una cubierta completamente impermeable, y es indudablemente región que merece se haga un reconocimiento estratigráfico de gran amplitud.

**BASCONCILLOS DEL TOZO (Burgos).**—El extensísimo valle de este nombre está cerrado por levante por un gran cejo de formaciones cretáceas, mientras que su fondo está formado por areniscas, arenas y conglomerados aptienses, nivel donde se encuentran las manifestaciones petrolíferas.

A menos de un kilómetro de Basconcillos del Tozo hay un afloramiento muy curioso de areniscas blandas de grano grueso con betún asfáltico, en impregnación bastante rica, pero los aceites ligeros se han disipado bajo la acción de los agentes atmosféricos.

Actualmente no se puede determinar el espesor del afloramiento petrolífero; desde luego las arenas reúnen condiciones favorables para tener una saturación elevada, pues son muy porosas y contienen poca arcilla.

Tenemos a la vista un informe que afirma que estas arenas tienen un 29 % de aceite en volumen con una densidad del crudo de 0,78, y una muestra tratada en el Instituto Geológico por el sulfuro de carbono dió 17,10 % de brea.

El yacimiento, como todos los cantábricos, es secundario, y el anticlinal está a primera vista muy desmantelado, pero debe de haber otras estructuras próximas favorables.

**LA HOYA DE HUIDOBRO (Burgos)** es una gran bóveda cenomanense desmantelada, en cuyo interior aparecen las areniscas del aptiense denudadas, pero sin que afloren las formaciones inferiores.

Hay dos fallas, muy importantes, que jalonan y han contribuido a la formación del valle y que tienen gran interés desde el punto de vista de la geología petrolífera.

Las manifestaciones de Huidobro son conocidas hace muchos años, pues ya por el de 1872 se intentó destilar las areniscas que extraían de un pequeño socavón abierto en la falda Norte de la Peña Redonda.

A fines del siglo pasado se hicieron en Huidobro dos sondeos, el primero sólo alcanzó 40 metros, el segundo, en cambio, dicen llegó a los 501 sin encontrar indicación petrolífera alguna.

**ANTICLINAL DE CONTRERAS (Burgos).**—Se trata de una estructura muy parecida a la de Basconcillos del Tozo, si bien en ésta no se presentan manifestaciones externas de petróleo; el anticlinal se desarrolla al Oeste de Salas de los Infantes, desde cerca de la vía férrea de Soria a Burgos hasta más allá de Contreras.

Los flancos de la estructura geológica están formados por calizas cenomanenses más inclinadas en el flanco NE. que en el opuesto, que buza hacia Santo Domingo de Silos. Debajo de las calizas afloran margas y, aún más abajo, areniscas con niveles lignitosos, cuya explotación se ha comenzado en varios puntos. En el centro del valle asoman las arenas y areniscas del núcleo del anticlinal que, como vemos, está muy desmantelado.

En la provincia de Burgos hay otras varias estructuras reconocidas; entre las más importantes podemos



citar los anticlinales de San Cristóbal y de San Mamés de Abar.

**POLANCO (Santander).**—En Cabezón de la Sal, la Compañía Solvay ha perforado gran número de sondeos para explotar un macizo de sal común triásico, sin que éstos hayan dado indicios petrolíferos.

En Polanco, buscando la continuación del macizo salino, un pozo de 700 metros dió algunos barriles de petróleo.

Nosotros tuvimos ocasión de visitar este sondeo a raíz del citado descubrimiento y pudimos comprobar que estaba situado en el contacto del Triásico y el Infracretáceo, habiendo cortado las hiladas de este último sistema geológico; es pues, poco probable, el que el petróleo proceda de los estratos triásicos, como han afirmado algunos geólogos, y parece se trata del caso, tan frecuente en muchos países, de la existencia de hidrocarburos en la periferia de los macizos salinos.

Sin embargo, no se le puede dar demasiada importancia a este hallazgo, pues en la región se han ejecutado muchos sondeos y es probable que si se tratase de un nivel general se hubiese hallado el aceite en algún otro taldro situado en el borde de la masa de sal.

**SONDEO DE AJO.**—Cerca de la costa, entre las bahías de Santander y Santoña, perforó el Estado el sondeo de este nombre, que alcanzó la profundidad de 1.200 metros sin atravesar nivel que acuse la existencia de hidrocarburos líquidos o gaseosos.

El sondeo se ubicó en este sitio atendiendo únicamente a razones estratigráficas en un anticlinal cretáceo de ramas muy tendidas.

El temor de que la excesiva cota, cerca de 1.000 metros, de las estructuras geológicas de las inmediaciones del Puerto del Escudo, o sea la divisoria cantábrica, hubiese tenido una influencia desfavorable en la conservación de los hidrocarburos en los anticlinales, fué una de las razones que motivaron que este sondeo se perforase casi al nivel del mar, en las mismas formaciones que se habían revelado como petrolíferas en la montaña.

En un tejár situado a unos dos kilómetros al Sur de MERUELO (Santander) mana, entre las arcillas y pizarras margosas del albense, agua con un poco de petróleo.

Las capas están próximamente horizontales y deben corresponder a la parte alta del más meridional de los anticlinales de esta parte de la provincia, y que son:

- 1.º El de Ajo, reconocido en el sondeo del Estado.
- 2.º El anticlinal de San Roque de Ajo-Santoña.
- 3.º El de Liermo.
- 4.º El de Gama, cuya prolongación debe de pasar próximamente por la exudación petrolífera antes señalada.

**Asturias.**—Aunque no se deba considerar como indicio de la existencia de hidrocarburos líquidos, no deja de tener interés el reseñar el resultado del sondeo de Caldones (563 metros), efectuado en busca de la prolongación, bajo el Trías, de las capas hulleras asturianas, ya que dió una cantidad grande de gases combustibles durante varios meses, llegando la producción a acercarse a los 20.000 metros cúbicos diarios.

Los gases proceden de unas calizas fisuradas carboníferas y su composición es distinta a los que suelen acompañar el petróleo, pues la proporción de metano es mucho más elevada en Caldones.

## II. VASCONGADAS

Las manifestaciones petrolíferas señaladas a ambos lados de los pirineos vascos son numerosas y sólo citaremos las más conocidas.

Cerca del pueblo de Orthez, en Francia, se hallan bancos asfálticos en las calizas aptienses todo a lo largo de un anticlinal. Próximamente a 30 kilómetros al Norte de Orthez también están impregnadas de asfalto las areniscas triásicas, asociadas a intrusiones ofíticas.

En la parte española de las vascongadas hay manifestaciones petrolíferas, aunque de escasísima importancia, cerca de Salvatierra de Alava. Un pozo de 200 metros, perforado en las margas cretáceas, dicen dió algo de petróleo, circunstancia que no hemos podido comprobar.

En Peñacerrada, algo más al Oeste, existen también afloramientos petrolíferos.

Uno de los afloramientos asfálticos más interesantes es el de Maestu, donde explotan esta substancia hace muchos años. Están impregnadas tanto las calizas como las areniscas del Cretáceo superior (danés), estando los bancos del criadero muy levantados, y sería muy interesante, y relativamente económico, el determinar si el asfalto es sencillamente producto de la evaporación de un crudo cuyos elementos más ligeros se han disipado.

Bastaría para esto con efectuar algunos sondeos geológicos que a distintas profundidades cortasen las capas del monoclinal petrolífero y analizar cuidadosamente los testigos.

Estos sondeos permitirían, al mismo tiempo, juzgar acerca de la importancia que en profundidad pueda tener el criadero asfáltico.

En Atauri hay una capa de areniscas de tres metros, impregnada de un 10 % próximamente de asfalto.

En Alava, junto a Loza, y en Navarra, en los términos de Baciaicoa y Aderiz, se presentan afloramientos con betunes y asfaltos.

En Alava, los indicios petrolíferos están en las margas senonenses y en las areniscas cenomanenses. También hay manifestaciones bituminosas en las calizas infracretáceas de Olazagutia, provincia de Navarra, lindante con la de Alava.

Al Este de Murguía existen anticlinales de ramas muy tendidas y aptos para la acumulación de aceites. Una perforación emboquillada en las margas senonenses habría de llegar hasta el aptiense y continuar dentro de esta formación, donde es posible existan arenas petrolíferas.

Tienen interés la zona de las Amescoas y la comarca de Tafalla, en Navarra, donde varias empresas hicieron extensos denuncios petrolíferos, por lo cual se reservaron, hace años, cinco zonas para el Estado.

En Navarra, aflora el Cretáceo en buenas condiciones de estructura en los valles de los ríos Ega y Urederra.

Un amplio anticlinal oligoceno, en la comarca de Tafalla, lo acotaron empresas extranjeras, que denunciaron no sólo el eje del anticlinal oligoceno sino la comarca de Aras, en la formación miocena.

Otro anticlinal de igual edad, pero más trastornado, se reservó el Estado en la región de Esleva y otro en el Mioceno de Falces.

De los dos únicos sondeos profundos ejecutados en la región, los de Gastiain y Aras, uno dió una considerable

producción de gases combustibles durante varios meses, lo cual tiene grandísima importancia, pues demuestra que cuando las estructuras tienen cubierta impermeable y cierre suficiente son capaces de almacenar hidrocarburos a presión.

En Vizcaya hay señales petrolíferas en la faja central del Cretáceo superior que cruza la provincia, siendo la zona de Durango donde hay más indicios externos, pero allí las capas son casi verticales.

El sondeo de Elorrio estuvo mal emplazado en margas muy arcillosas casi verticales y en la proximidad de un asomo de ofitas; nada de extraño tiene que a pesar de alcanzar 600 metros no diera resultado.

### III. CATALUÑA

#### Generalidades

La región que bordea el pirineo catalán es una de las comarcas españolas donde mayor continuidad tienen las manifestaciones petrolíferas, a lo largo de una faja que cruza las provincias de Lérida, Barcelona y Gerona.

Una de las circunstancias más interesantes que concurren en estas manifestaciones, es que casi todas son de carácter netamente primarias, pudiéndose señalar varios horizontes de rocas madres petrolíferas.

Comprobado tan interesante principio hay que admitir que estructuras geológicas apropiadas con niveles permeables, susceptibles de constituir depósitos secundarios,

pueden dar lugar a acumulaciones de hidrocarburos, siempre que estén ligadas geológicamente a los sedimentos primarios.

El que existan campos petrolíferos de aprovechamiento comercial dependerá no sólo de las condiciones que reúnan las capas consideradas como petrolíferas sino sobre todo de los trastornos geológicos, en general muy violentos, a que hayan estado sometidas las estructuras apropiadas a la acumulación del petróleo.

Los puntos donde más manifestaciones se conocen son los siguientes:

Boixols (Lérida).

Ruitort, Brocá (Barcelona).

Vallfogona, Ripoll (Gerona).

Montagut-Oix (Castellfullit de la Roca), Gerona.

San Lorenzo de la Muga (Gerona).

por no citar más que los más conocidos.

También tiene interés el resultado de las investigaciones realizadas simétricamente con relación a los Pirineos en el Sur de Francia, donde con éxito siempre negativo se han hecho perforaciones en los departamentos de las Landas, Alto Garona y Ariège.

Los únicos yacimientos productivos son los conocidísimos de Gabian (Herauld), donde se han perforado más de 50 sondeos de 80 a 350 metros, con producciones siempre muy reducidas.

Este campo es distinto de los catalanes, pues el depósito secundario lo integran brechas de la base del Trías y los geólogos franceses suponen que la roca madre es de edad permiana.

En Cataluña, en cambio, las manifestaciones petrolífe-

ras siempre se hallan en las caras de junta y pequeñas cavidades de calizas arcillosas o margas disodílicas, unas veces en el Cretáceo y otras en el Eoceno.

Dado el enorme espesor de rocas completamente impermeables que acompañan a estas manifestaciones, yo estimo que no puede admitirse que haya habido migración del petróleo procedente de otros terrenos, sino que salvo algunos casos concretos, que más adelante citaremos, se trata siempre de yacimientos hidrocarbureados primarios.

Otra cuestión importantísima es la determinación de los niveles porosos, arenas, areniscas, calizas fisuradas o brechoides, etc., que reúnen condiciones favorables para impregnarse de hidrocarburos líquidos o gaseosos.

Indudablemente, es problema estratigráfico que presenta grandes dificultades, pero nada puede adelantarse en la investigación de las posibilidades petrolíferas de la región si no se estudia a fondo.

### Datos locales

**BOIXOLS.**—En la aldea de Boixols, en los estribos del puente de la carretera que pasa como a un kilómetro de este pueblo, hay exudaciones de petróleo en margas compactas y duras que se presentan en bancos casi verticales.

La roca es demasiado impermeable para constituir una acumulación de petróleo y en mi concepto se trata de un yacimiento primario.

La estratigrafía de la región es muy complicada, con varias fallas tectónicas importantes, y está representado el Triásico, el Liásico, el Infracretáceo y varios pisos cre-

táceos, sin que se haya efectuado estudio estratigráfico de detalle.

Tenemos noticias de que en los términos de Abella de la Conca y Sallent de Montanisell existen también manifestaciones petrolíferas.

**RUITORT.**—El yacimiento de Ruitort está situado no lejos de Brocá, o sea entre Guardiola y la Pobla de Lillet.

Las margas petrolíferas de Ruitort constituyen una de las manifestaciones más importantes, no sólo de Cataluña sino de toda España.

El criadero ha sido objeto de un reconocimiento muy extenso por medio de galerías y de un intento de explotación en una fabriquita, hoy en día completamente destruída.

En estas galerías, que quizás tengan 700 metros de longitud, hay muchísimos sitios donde el petróleo mana gota a gota de las margas compactas y duras.

**BARRANCO DE VALLFOGONA.**—Al Sur de la carretera de Ripoll a Olot, a unos cuatro kilómetros de San Julián de Vallfogona, hay una manifestación petrolífera en el Eoceno.

En las margas de este sistema geológico, como a medio kilómetro al Sur del barranco de Vallfogona, han excavado un socavón de unos cinco metros con dos pocillos, y tanto en los pocillos como en las margas del exterior hay pequeñas exudaciones de aceite mineral.

**MONTAGUR-OIX** (Castellfullit de la Roca, Gerona).—A unos tres kilómetros de Castellfullit de la Roca, por la carretera de Oix, en una gran cantera donde explotan margas compactas grises de edad eocena, con destino a

la fabricación de cementos, puede observarse cómo algunas juntas y cavidades de las rocas contienen gotas de petróleo líquido, sustancia que también se encuentra impregnando las margas.

Cerca de Oix se ha efectuado un pequeño sondeo, desde luego sin resultado, acerca del cual no poseemos datos fidedignos.

Según un informe que hemos tenido ocasión de examinar, hay manifestaciones petrolíferas en la cantera del cerro Gorgs, situada al Norte de la Teuleria de San Eudal, y en muchos puntos del barranco que hay al Este de San Mallats.

**SAN LORENZO DE LA MUGA (Gerona).**— En un barranquito junto a la carretera de Terradas a San Lorenzo de la Muga, próximamente a un kilómetro de este último pueblo, hay un afloramiento de margas que contiene petróleo en las juntas y oquedades de la roca.

También a dos kilómetros al Oeste-Noroeste de San Lorenzo de la Muga hay un circo montañoso, a cuyo pie nace un arroyo que parece que en verano tiene manchas de aceite.

Al Norte del Eoceno de San Lorenzo de la Muga se extiende el Cretáceo, y aun más al Norte el Triásico, siendo, por lo tanto, esta región apropiada para el examen estratigráfico de los terrenos que forman el substratum del Eoceno.

**OTRAS MANIFESTACIONES PETROLÍFERAS.**— Sin que nosotros hayamos podido comprobarlo personalmente, hay noticias de que en muchos otros puntos de Cataluña hay indicios petrolíferos.

Entre los más conocidos podemos citar:

San Juan de las Abadesas.

Pont de Molins.

Figueras.

Cueva del Oli, Margalef.

Pobla de Lillet.

San March.

Fuentes de Sallent, etc.

#### IV. LEVANTE Y ARAGON

**RIBESALBES (Castellón).**— El estudio de esta cuenca de esquistos bituminosos ha sido efectuado, con gran detalle, por los Sres. Hernández Sampelayo y Cincúnegui, en una extensa publicación científica.

Hay varios isleos oligocenos que contienen los yacimientos situados en los ayuntamientos de Ribesalbes, Onda y Fanzara, a unos 30 kilómetros al Oeste de Castellón.

Los esquistos productivos están en el Oligoceno, que, a su vez, está limitado por todos los rumbos por el aptiense y están formados por capas disodílicas, que contienen hasta el 15 % de impregnación, si bien el término medio no pasa del 8 al 10 %.

La disposición de las capas excluye la posibilidad de que exista un campo petrolífero.

**Zaragoza.**— Según el reputado geólogo D. P. Hernández Sampelayo, en cuanto a las manifestaciones petrolí-



feras en los confines de las provincias de Zaragoza y Soria, puede decirse, en resumen, lo siguiente:

1.º Los asomos bituminosos de la Bigornia ocupan dos horizontes en una distancia escasa de 1.500 metros. Los inferiores son liásicos y cenomanenses los de la arcosa, éstos con potencia hasta de unos dos metros y longitud, según la dirección orográfica, de cerca de 2.000 metros.

2.º Debajo de cada uno de los afloramientos indicados hay sendos horizontes de lignitos, infraliásicos e inmediatos a las calizas los de la base y del vealdense los infrapuestos, en 20 ó 30 metros, a las arcosas.

Los lignitos inferiores son los conocidos de Torre-lapaja.

**LOARRE (Huesca).**—Cerca de esta población, en el sitio conocido por Mina de Hara, hay areniscas con ligeras manifestaciones petrolíferas.

La estructura geológica en este punto es netamente desfavorable; sería necesario encontrar muchas más manifestaciones en la región y, además, anticlinales cretáceos o eocenos.

**Teruel.**—En Albalate del Arzobispo, Ariño y Oliete, hay unas areniscas petrolíferas relacionadas con los lignitos de Ariño. Destiladas en el Instituto Geológico dieron 4,5 % de materias volátiles.

## V. CASTILLA

**Soria.**—Uno de los yacimientos españoles conocidos desde tiempo más antiguo es el de Fuentetoba, como lo muestra que ya en el año 1850 se inició su explotación.

Se han efectuado muchísimos análisis que demuestran que la impregnación es bastante elevada (no sabemos si de la *impregnación media de la capa*), pues varía entre el 10 y 12 % de betún asfáltico.

La explotación ha sido somera y únicamente en los trabajos de la mina «Maceda» se llegó a los 70 metros de profundidad con las labores.

En cuanto a la geología de la comarca se presenta el cenomanense, el aptiense y el vealdense, es decir, los mismos tramos de la región de Burgos-Santander.

Llama desde luego la atención que en las labores subterráneas empleasen los mineros candiles ordinarios, lo cual demuestra que no había desprendimientos de gases.

En el término de Quintana Redonda se ejecutó un sondeo de 400 metros en el Mioceno continental sin alcanzar el Cretáceo, sondeo que, por lo tanto, no tiene valor alguno como reconocimiento petrolífero.

El único sondeo importante, el del anticlinal de Picos Frentes, lo ejecutó el Estado los años de 1928-1929.

El taladro alcanzó la profundidad de 400 metros y cortó un gran número de capas de arena asfáltica a las siguientes profundidades:

27 metros; 41; 50; 91; 177; 186; 199; 206; 212; 219; 249; 282 metros.

La más rica, según análisis efectuado en el Instituto Geológico, dió 17 % de betún asfáltico.

Las capas no tenían presión gaseosa, pero es muy posible que si el mismo haz de capas se cortase en una estructura cerrada se encuentren niveles petrolíferos: el problema es principalmente estratigráfico, o sea el reconocimiento de todas las estructuras de la región.

Precisamente en esta región es donde con más detenimiento se han examinado las estructuras anticlinales capaces de almacenar hidrocarburos, habiéndose determinado las características de las formaciones y la estratigrafía de los parajes siguientes:

Anticlinal del Páramo de Villaciervos.

Domo del Burgo de Osma.

Anticlinal del Pílon.

Anticlinal de Santiuste.

Anticlinal de Berlanga de Duero.

Anticlinal de Andaluz.

Mancha de Fuentepuercos.

Cúpula del kilómetro 29 de la carretera de Ariza.

Domo de Velamazán.

Cúpula de Bayubas.

En varias de estas estructuras geológicas se reúnen circunstancias francamente favorables para que pudiera ejecutarse una investigación por medio de sondeos.

SALINAS DE MEDINACELI (Soria).—Como a medio kilómetro de la estación de Salinas, de la línea de Madrid a Barcelona, aflora un banco de dolomías triásicas, por cuyas hendiduras mana una pequeña cantidad de betún asfáltico. En las proximidades de esta manifestación petro-

lífera hay fuentes saladas y sulfurosas que también pueden considerarse como indicios interesantes.

**Cuenca.**—Por debajo de la ciudad de Cuenca, en el túnel que tiene por objeto que las aguas del Huécar viertan al Júcar, se encontraron indicios de aceites ligeros.

La importancia de este descubrimiento estriba en que las manifestaciones petrolíferas se hallan en las calizas cenomanenses, donde en otras provincias se han encontrado indicios parecidos y que es muy posible que en las proximidades de dicha capital haya estructuras favorables, por encontrarse los bancos secundarios muy tendidos.

En Barajas de Melo, y en varios puntos más de la Serranía de la misma provincia, también se citan manifestaciones petrolíferas.

## VI. ANDALUCIA

**Almería.**—Uno de los puntos que más han llamado la atención popular, por una persistente campaña de prensa y propaganda, ha sido la provincia de Almería, acerca de la cual seremos parcos en el comentario por haberse constituido varias sociedades con fines de investigación petrolífera.

El origen de todo ha sido el descubrimiento de petróleo dentro de la población de Garrucha, lo cual originó una verdadera fiebre minera, que dió motivo a que se

demarcaran miles de hectáreas de concesiones, muchas situadas en puntos donde es imposible existan campos petrolíferos.

La sección de Estudios Geofísicos del Instituto Geológico ha ejecutado, el año 1932, una prospección geofísica de la región que circunda Garrucha, con resultados muy interesantes.

El petróleo, en Garrucha, apareció en cuatro pozos, situados dos a dos, dentro del pueblo, al parecer después de unos movimientos sísmicos bastante violentos que se observaron el año 1929.

En los dos pozos meridionales, el aceite que sobrenada al agua salada es muy flúido, de color amarillo claro, transparente.

El crudo de los pozos situados en la parte Norte del pueblo, a unos 500 metros de los citados anteriormente, es un poco más pesado, amarillo más oscuro y al poco rato de expuesto al aire toma un color de ámbar pardusco.

El análisis de unas muestras, hecho en el Instituto Geológico y Minero, ha dado el siguiente resultado:

*Pozos meridionales:*

Destila 80-198°  $D_{15} = 0,7679$

El agua del pozo tiene 7.202 gramos de cloruro sódico.

*Pozos septentrionales:*

147°-241°..... 27,39 %  $D_{15} = 0,8430$

241°-238°..... 62,19 %  $D_{15} = 0,8782$

En vacío:

250°-335°..... 9,11 %  $D_{15} = 0,9061$

Además del petróleo líquido se desprenden burbujas de hidrocarburos gaseosos.

En cuanto a la geología de la región de Garrucha, en el cerro del Calvario afloran las pizarras y dolomías triásicas, mientras que por el resto del territorio se desarrolla el Terciario, en el interior, el Eoceno y el Mioceno y en la costa el Mioceno, cubierto en discordancia por el Plioceno y también por el Pleistoceno.

Hay varios niveles terciarios distintos muy yesosos, lo cual indica una facies lagunar repetida varias veces y apropiada a la deposición de sedimentos petrolíferos. Es muy verosímil que la aparición de los hidrocarburos esté relacionada con una falla del Mioceno que corre paralela a la costa y se acusa muy bien en la carretera de Turre.

A mi parecer, el petróleo proviene de cualquiera de los niveles arcillosos del Terciario, que puede constituir una roca madre petrolífera sin necesidad de suponer que necesariamente haya de ser de origen triásico, como admiten algunos geólogos.

La presencia de la falla citada ha facilitado la migración del petróleo a capas más permeables y el monoclinial Mioceno, al menos en parte, está sellado por las arcillas pliocenas discordantes.

**Málaga.**

RONDA. —Este es uno de los puntos acerca del cual más se ha escrito en los periódicos, debido a la actividad de una entidad denominada «Copropiedad Petróleos de Ronda».

En las inmediaciones de Ronda existen dos clases de manifestaciones completamente distintas.

En el anfiteatro montañoso que rodea la meseta donde está edificada la población, hay gran número de afloramientos de rocas bituminosas, de edad jurásica y liásica, pizarras, margas y calizas.

Algunos ingenieros han cubicado volúmenes enormes de estas rocas, cuya única explotación, si por razones económicas pudiera efectuarse, sería la destilación *in situ* de las mismas.

Además de estas rocas bituminosas hay en el Mioceno de la meseta rondeña extensiones de calizas y margas fértidas con impregnaciones hidrocarbурadas, que también se ha intentado destilar para aprovechar el aceite que contienen.

No se conocen en el Mioceno estructuras favorables para la acumulación del petróleo.

A pesar de ello, el Estado ha ejecutado un sondeo de 500 metros, sin éxito.

**Cádiz.**—El estudio, clásico ya, de Gavala «Regiones petrolíferas de Andalucía», es, sin duda alguna, el trabajo más completo que acerca de la geología del petróleo se ha editado en España, y a pesar de los años transcurridos desde su publicación no se ha encontrado razón para rectificar los conceptos fundamentales que en esta obra expone su autor y aun son muy escasos los datos nuevos que podrían incorporarse a lo que en ella manifiesta.

Sería completamente inútil el copiar muchos de los datos que prolijamente expone su autor acerca de la tectónica y estratigrafía de la región.

Al principio del siglo se perforaron algunos pocillos y sondeos someros, el que más hasta los 200 metros, cerca de Conil, por una compañía inglesa, y en las zonas petrolíferas de Villamartín y Rota por la Compañía petrolífera de Villamartín. También en 1903, el estudio por sondeos del criadero de azufre de Arcos de la Frontera demostró existen calizas con petróleo.

En el paraje de «El Rubí», en el extremo meridional

del término de Utrera, se hizo un sondeo en 1910, ya de mucha más importancia, pues alcanzó los 600 metros sin resultado alguno y sin encontrar las areniscas de la base del Triás que, como acertadamente indica Gavala, es fácil falten por completo.

Además de estos sondeos, según el mismo autor, se han hecho dos más en la provincia y, sin resultado, uno de 500 ó 600 metros de profundidad al Sur de Jerez, en las salinillas del cortijo de Santo Domingo, y otro en Villamartín, al Sur del molino de Ríos, que solamente alcanza 70 metros.

En cuanto a las manifestaciones petrolíferas, emanaciones de gases o gotas de aceite, volcancitos de lodo, fuentes saladas o sulfurosas, son abundantísimas en la provincia de Cádiz, y Gavala hace una minuciosa relación de los distintos parajes por él observados.

El sondeo ejecutado hace muchos años por el Estado a dos kilómetros de Bornos, alcanzó la profundidad de 272 metros sin salir del flysch eoceno.

Hubo que suspenderlo por dificultades mecánicas de perforación, sin poder avanzar más en un terreno muy desfavorable.

En los años de 1928 y 29, perforó el Estado otro sondeo, más profundo, en la Angostura de Bornos.

Este taladro cortó 246 metros de margas miocenas, 120 metros de arcillas numulíticas y, después, desde los 366 metros hasta los 500 (profundidad total alcanzada), margas yesíferas del Triásico, sin encontrar indicaciones petrolíferas en ninguna de las formaciones atravesadas.

**Sevilla.**—Gavala, en su obra «Regiones petrolíferas de Andalucía», se ocupa con gran detenimiento de los indicios petrolíferos de la provincia de Sevilla.



Los trabajos de investigación han quedado reducidos a treinta y tantos sondeos de escasa profundidad, abiertos por los años 1910-1912 por la Compañía petrolífera del Pambanco para la investigación de gases naturales, que con gran abundancia brotan en diferentes puntos de las marismas de Lebrija.

## VII. ZONA DEL PROTECTORADO ESPAÑOL EN MARRUECOS

Siquiera sea muy brevemente, conviene reseñar los resultados obtenidos en la Zona francesa, ya que tantas enseñanzas nos pueden dar acerca del porvenir de las formaciones análogas en nuestra Zona.

**Zona francesa.**—En la Zona francesa hay actualmente tres campos petrolíferos que si no constituyen por ahora un éxito comercial tienen, sin embargo, los tres, una producción pequeña.

**EL FOKRA.**—Es el campo que mayor interés ofrece para nosotros, pues está situado a poco más de 30 kilómetros de la frontera de ambas zonas, al Sur de Alcazarquivir, no lejos de donde se bifurca de la carretera general de Tánger a Rabat la que conduce a Uazan.

Hace ya más de 13 años que uno de los primeros sondeos ejecutados en El Fokra produjo unos 100 kilogramos diarios de crudo durante un largo período.

Esto animó a hacer unos sondeos profundos en unas estructuras cercanas en Sidi Ameer el Hadi, pero a pesar de alcanzar una profundidad de más de 1.000 metros no dieron resultado.

Otro sondeo profundo, taladrado, según se ha visto después, en el flanco del anticlinal de El Fokra, ha dado un volumen enorme de agua salada artesiana surgente, fenómeno que con razón ha sido interpretado como indicio muy favorable.

En la parte más elevada de la estructura han efectuado varios sondeos geológicos, hasta la profundidad máxima de 200 metros, con resultados muy halagadores.

Uno de los sondeos, como todos de pequeño diámetro, dió un caudal de petróleo muy reducido, pero constante, y es probable que elevando el crudo artificialmente daría más producción.

El sondeo de éxito más favorable produjo varias toneladas de crudo diario y fué el primer pozo con presión descubierto hasta el día en Marruecos.

Lo que más admira es el método y perseverancia con que se está trabajando, agotando todos los procedimientos científicos de investigación, prospección geológica detallada, estudios paleontológicos con determinación específica de los microorganismos, prospección geofísica controlada y sondeos puramente geológicos, antes de acometer la ejecución de los grandes sondeos de investigación.

En cuanto a la tectónica se ha visto que no existen, como se creía, grandes zonas de cobijadura, y el estilo de los plegamientos es diapiro, con núcleos perforantes de salífero triásico, flanqueado por el Cretáceo, Eoceno, Oligoceno y Mioceno.

Las mismas formaciones, y la prolongación septentrio-

nal de los pliegues anticlinales, penetran en la Zona española.

**YEBEL SELFAT.**—Este campo petrolífero tiene menos interés para nosotros, ya que la formación petrolífera, una facies margosa del Liásico, no se encuentra en nuestra zona.

En varios pozos someros obtienen producción del orden de 10 toneladas diarias, pero sin presión, es decir, que tienen que bombear el crudo.

En marzo de 1933 hizo erupción un pozo, que inmediatamente se incendió, con una producción inicial de más de 250 toneladas diarias, constituyendo el primer éxito grande de la investigación petrolífera en Marruecos.

En el año actual, un pozo perforado en una estructura análoga, el Yebel Kenfoud, ha dado también producción comercial.

Han construido una pequeña instalación de destilación, un «topping plant» para tratar el crudo.

**GUEZNAYA.**—En el monte Tizroutine están haciendo investigaciones petrolíferas. Cerca de este punto hay un manantial que en 1931 dió unas 80 toneladas de crudo muy ligero.

Las formaciones petrolíferas penetran en nuestro territorio.

**Zona española.**—Las manifestaciones petrolíferas en nuestra zona son pobrísimas, pues sólo hemos comprobado la existencia de pequeñas fuentes oleaginosas en Beni Aros y Dzar Yedid.

En cambio, el estudio de la geología de la zona atlántica del Protectorado y la presencia de petróleos en El Fo-

kra, ha avalado considerablemente el valor petrolífero de esta región, pues las formaciones son idénticas, el estilo de los plegamientos igual y hasta los mismos anticlinales penetran en nuestra zona.

Tenemos núcleos perforantes salinos (Dzar Yedid) mejor caracterizados que los franceses.

## **CAPITULO III**

### **PLAN DE INVESTIGACIONES**

---

Como resumen de todo lo expuesto en los capítulos anteriores, podemos manifestar que aunque no existen zonas donde se pueda asegurar la existencia de acumulaciones de hidrocarburos no escasean las indicaciones petrolíferas, más o menos importantes, en muchas comarcas españolas, ni faltan las estructuras geológicas favorables para la existencia de depósitos hidrocarburados.

Tampoco faltan los estudios geológicos de distintas regiones, algunos ejecutados por especialistas de fama muy reputada, pero se trata siempre de informes fragmentarios y faltan prospecciones de conjunto, desarrolladas con orden y método.

En muchos casos son necesarias también las experiencias geofísicas, que comprueban, niegan o reforman, los datos aportados por el geólogo y las deducciones obtenidas de los estudios estratigráficos.

Mucho menor es el número de sondeos perforados en nuestro subsuelo, y aún menor, pues quizás bastase con los dedos de una mano para contarlos, los ubicados racionalmente después de los estudios preliminares, que

no nos cansaremos de decir son absolutamente indispensables.

A pesar de haber sido tan escasa la actividad sondeadora en España, puede asegurarse que si se hubiesen desarrollado los estudios científicos necesarios nos habríamos ahorrado algunos fracasos y varios millones de pesetas.

Para no volver a caer en este error, imputable únicamente a tratarse de una industria nueva en España, vamos a fijar, aun con el temor de hacer innecesariamente pesada y larga esta nota, en qué consiste una investigación metódica y científica del subsuelo español, en lo que afecta a sus posibilidades petrolíferas.

El estudio de conjunto de la tectónica de cada comarca, la determinación de si sus rocas son autóctonas o pertenecen a mantos de corrimientos, el estilo de los plegamientos regionales, las facies de los sedimentos que integran las distintas cuencas, son otros tantos problemas que exigen la investigación completa de cada región.

Es necesario luego, en cada caso particular, efectuar un estudio estratigráfico detallado, precedido, cuando sea necesario, del levantamiento topográfico correspondiente.

Este examen, debe fijar estratigráficamente la situación de las capas petrolíferas y de sus cubiertas impermeables, señalar las intrusiones y fallas que las corten, etc., problemas que han descuidado algunos investigadores, que con notable ligereza han dictaminado acerca de nuestras comarcas.

La prospección petrolífera, propiamente dicha, de cada campo, debe comprender, por lo menos, los puntos que a continuación enumeramos:

Fijación de la edad de cada nivel que tenga indicios pe-

trolíferos; determinación de los yacimientos primarios y secundarios; examen de bancos, que por su fauna y microfauna puedan constituir rocas madres petrolíferas; determinación del cierre de cada estructura geológica capaz de encerrar acumulaciones de hidrocarburos; llegar al conocimiento de las formaciones impermeables que puedan sellar el criadero, examen de las regiones comprimidas por los movimientos orogénicos; anotación de los pliegues diapíricos y macizos salinos perforantes; cálculo de los espesores de los horizontes que habrá de atravesar con la sonda, etc., etc.

Si las capas no afloran será necesario el proceder a la toma de muestras por medio de pocillos de mano o sondeos geológicos someros, con objeto de que no existan soluciones de continuidad en el trazado de los cortes estratigráficos.

Como consecuencia del estudio geológico se debe en algunos casos aconsejar la ejecución de prospecciones con uno o varios de los procedimientos empleados en la geofísica.

Una vez efectuados éstos, incumbe al geólogo la interpretación de los resultados de investigación geofísica, labor difícil y muchas veces sujeta a errores.

Queremos hacer constar dos condiciones de la prospección geofísica, que algunos olvidan y que son de una importancia suma.

Ante todo, la ciencia de la Geofísica, en su estado actual, *no puede saber si una capa tiene petróleo o no*; el objeto de las experiencias es únicamente fijar las disposiciones de las capas del subsuelo, en los casos que la naturaleza de éstas así lo permita.

Por otra parte, las experiencias geofísicas sin un estudio estratigráfico completo previo, y sin una interpreta-

ción correcta de sus resultados, *no sirven absolutamente para nada*.

Una vez desarrollado el plan metódico de investigación expuesto, ha llegado el momento más grave, ya que su ejecución a veces exige capitales muy elevados: la fijación del sondeo, como resultado de los conocimientos adquiridos.

Acerca de esto nada puede decirse, pues depende de una porción de factores en cada caso particular.

En cuanto a la ejecución material de un sondeo de investigación petrolífera, si hemos de indicar que sobre todo si se trata de profundidades de más de 1.000 metros, es una operación delicada, que exige una técnica especial y sondeadores con gran experiencia de su oficio y con material moderno, perfectamente adaptado a esta modalidad de la perforación.

Sin estos elementos es seguro ir a un fracaso, que puede consistir en no alcanzar el objetivo deseado o en atravesar los horizontes petrolíferos sin enterarse de ello.

Esto último es debido a que en el sistema de rotación rápida con inyección, las capas atravesadas soportan presiones enormes (a 1.000 metros más de 100 atmósferas), que no sólo impiden el que salga el petróleo, si no tiene mucha presión, sino que enlodan los horizontes permeables, impidiendo posteriores pruebas de toma de muestras.

Otro peligro grande de las perforaciones es que al llegar a niveles de presión gaseosa alta se pierde el dominio del sondeo y en pocos minutos se inutiliza la labor de meses y queda destrozado el taladro.

En todo lo expuesto nada nuevo decimos, sólo señalamos el camino que todas las compañías petrolíferas han seguido en miles de campos explorados en el mundo en-

tero, y si nos hemos atrevido a hacer mención del único sistema para desarrollar la investigación en nuestra patria es porque no siempre se ha seguido y sería muy triste, y desde luego muy caro, el volver a incurrir en los mismos errores cuando la experiencia de una de las industrias más poderosas del mundo nos enseña perfectamente lo que hay que hacer para disminuir, en lo posible, el número de fracasos de una actividad ya de por sí tan aleatoria.

Quede, pues, bien sentada la marcha que hay que seguir en la investigación de nuestro subsuelo.

Es, por tanto, completamente imposible el fijar *a priori* las prospecciones geofísicas que deberían acometerse en cada región española o marroquí y mucho más absurdo todavía el señalar los sondeos que habrían de perforarse, su ubicación, profundidad y demás características; lo primero es consecuencia obligada de los estudios geológicos, la fijación de los sondeos tanto de este estudio como del resultado de las experiencias geofísicas.

### Orden de prelación de las investigaciones

En páginas anteriores, aunque no hayamos citado todas las regiones donde existan posibilidades petrolíferas, sí hemos señalado las más importantes, y, desde luego, hemos indicado un campo de acción que podría ocupar a un crecido número de especialistas, durante un largo período de tiempo, hasta desarrollar una labor científica detallada.

El señalar cuál de las regiones españolas o marroquíes reúna más condiciones favorables y por cuál o cuáles ha-



bía de empezarse las investigaciones, es tarea ardua y quizás poco práctica, pues además de las razones de orden científico, que quizás aconsejen preferencia por una comarca, puede haber otras de orden económico y aun político que indiquen la mayor conveniencia de empezar por otra región.

Ya hemos desechado las regiones donde no puede haber petróleo; hay que desechar también las que sepamos *a priori* que tienen escasas probabilidades, sin dejarnos llevar de las noticias, más o menos fantásticas, que siempre parece que, en todos los países, acompañan a los asuntos petrolíferos.

Nadie puede asegurar cuál es el campo petrolífero donde más probabilidades de éxito existen, pero nos basta con indicar las que desde luego merecen que se estudie a fondo su geología petrolífera.

Estas, a mi juicio, y sin que el orden de enumeración signifique prelación, son:

- 1.º La región Burgos-Santander.
- 2.º La comarca fronteriza de Alava-Navarra.
- 3.º El pirineo catalán.
- 4.º Soria.
- 5.º Marruecos.

## INDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
CAPITULO I.—HISTORIA DE LAS INVESTIGACIONES PETROLÍFERAS	3
CAPITULO II.—POSIBILIDADES PETROLÍFERAS.....	15
Regiones petrolíferas .....	18
I. SANTANDER-BURGOS-ASTURIAS .....	19
Generalidades .....	19
Datos locales ... ..	19
Puerto del Escudo .....	19
Robredo-Aedo .....	20
Anticlinal de Leva .....	21
Valle de Zamanzas .....	21
Basconcillos del Tozo .....	22
La Hoya de Huidobro .....	23
Anticlinal de Contreras .....	23
Polanco .....	24
Sondeo de Ajo.....	24
Asturias .....	25
II. VASCONGADAS .....	26
III. CATALUÑA .....	28
Generalidades .....	28
Datos locales .....	30
Boixols .....	30
Ruitort.....	31
Barranco de Vallfogona.....	31
Montagut-Oix .....	31
San Lorenzo de la Muga ... ..	32
Otras manifestaciones petrolíferas.....	32
IV. LEVANTE Y ARAGÓN .....	33
Ribesalbes .....	33

	Zaragoza .....	33
	Loarre .....	34
	Teruel .....	34
V.	CASTILLA .....	35
	Soria .....	35
	Salinas de Medinaceli .....	36
	Cuenca .....	37
VI.	ANDALUCÍA .....	37
	Almería .....	37
	Málaga .....	39
	Ronda .....	39
	Cádiz .....	40
	Sevilla .....	41
VII.	ZONA DEL PROTECTORADO ESPAÑOL EN MARRUECOS .....	42
	Zona francesa .....	42
	El Fokra .....	42
	Yebel Selfat .....	44
	Gueznaya .....	44
	Zona española .....	44
CAPITULO III.—PLAN DE INVESTIGACIONES .....		47
	Orden de prelación de las investigaciones .....	51

AVANCE PARA EL ESTUDIO  
DE LA  
CUENCA ARTESIANA DEL DUERO

DE LA

POR

EMILIO CORUGEDO

JEFE DE LA 2.ª DIVISION DE AGUAS SUBTERRANEAS

**AVANCE PARA EL ESTUDIO  
DE LA  
CUENCA ARTESIANA DEL DUERO  
POR  
EMILIO CORUGEDO**

---

**LA HIDROGRAFIA DEL DUERO**

Al tratar de investigar las causas que han originado la hidrografía de una región, se encuentra, frecuentemente, que están en íntima relación con la tectónica del terreno, y a pesar de que el modelado de las formas son modificadas por la acción de los ríos principales y de los afluentes, ocurre que la estructura primitiva es más sencilla que la que resulta de los trabajos posteriores de erosión, aunque permanecerán siempre los movimientos antiguos como el esqueleto de las formas actuales; y vamos a hacer ver que la red de distribución del río Duero se encuentra en íntima relación con la tectónica de los terrenos terciarios, y para ello presentaremos algunos hechos que nos permitan ver la armonía existente entre ambas.

De las diferentes cuencas que comprende la 2.<sup>a</sup> División de aguas subterráneas, que ocupa el Noroeste y parte del centro de España, la que tiene mayor importancia, con gran diferencia a todas las demás, es la del Duero, la cual se extiende por la altiplanie de Castilla la Vieja, siendo éste el río que discurre a mayor altura sobre el nivel del

mar, pudiendo calcularse que pasa de 800 metros su cota media; marcha en su mayor recorrido por las capas miocenas de esta altiplanicie, pero las cabeceras de los ríos están formadas por terrenos más antiguos y constituyen grandes cordilleras.

Tiene su nacimiento en los elevados picos de Urbión, a 2.246 metros, pasa por la capital de Soria a 1.100 metros de altura, llega a Valladolid con 693 y en Zamora se encuentra con 620, deslizándose en este recorrido por los dilatados mantos miocenos, luego sufre un cambio brusco en su marcha, dejando las capas arcillosas, y se precipita en los rocosos granitos del borde occidental de la cuenca (Saltos del Duero); más tarde, lentamente, va a morir al mar.

Al tratar de investigar la cantidad de agua que circula en los diferentes ríos, para determinar la que puede pasar al subsuelo, encontraremos que tienen mayor caudal los afluentes que el río principal, especialmente los situados en la margen Norte, sobresaliendo sobre todos el Esla y el Pisuerga; marchan éstos en dirección SO. y recogen las abundantes aguas de la falda meridional de la cordillera Cantábrica; la rama central del Duero va de Este a Oeste, entre Soria y Zamora, y por el mediodía de la cuenca los ríos que parten de la cordillera Carpeto-Vetónica siguen la dirección NO., señalando de esta manera la altiplanicie de Castilla un buzamiento bien determinado hacia el Oeste.

El recorrido del Duero, próximo al nacimiento, en tierras sorianas, tiene como una indeterminación en su marcha, pues parece dirigirse en un principio hacia el Mediterráneo, marchando paralelamente al Sistema Ibérico y al río Ebro, y señala como una rectificación, haciendo un amplio arco alrededor de la capital de Soria, para diri-

girse después, resueltamente, con dirección Este a Oeste.

En esta provincia de Soria recoge el agua de numerosos afluentes del Sistema Ibérico, pero su caudal es reducido para que las aguas lleguen al elevado volumen de 11.000 millones de metros cúbicos que posee; para ello es preciso que acudamos a los afluentes de la cordillera Cantábrica y aquí encontraremos varias depresiones por donde descienden, entre otros, los ríos Pisuerga, Esla y Orbiga, que tanta importancia tienen para el almacenamiento de las aguas artesianas. Los afluentes del Duero situados en la margen izquierda tienen menores longitudes, siendo también más escasos en su caudal, y en el subsuelo las arcillas abundan menos, por descender del macizo del Guadarrama las arenas que forman las márgenes de los ríos, que se llaman Duratón, Adaja, Zapardiel, etc. Luego, con cierta independencia del río principal, nace el Tormes, bastante caudaloso, y, por otra parte, gran destructor de los sedimentos terciarios de la meseta, antes de unirse con el Duero.

Esta disposición de la red hidrográfica, relativamente reciente, ha denudado, en parte, la región occidental de su cuenca, pero en casi su totalidad se puede decir que apenas se ha iniciado la erosión; en unos lugares, como se observa en las provincias de Valladolid, Palencia, Burgos y Soria, aparecen intactos los tramos altos de la caliza del pontiense, en la parte baja los ríos inician la división de las capas horizontales, que van formando verdaderas artesis volcadas, y en la parte Norte de la cuenca el terreno diluvial, que ha cubierto inmensas zonas, ha protegido contra la denudación a las arcillas miocenas que componen el substrato. Por este motivo, a causa de la protección de las calizas superiores del Terciario y de los mantos diluviales, a pesar de la inclemencia de su cli-

ma y de la fuerza destructora de sus caudalosos ríos, Castilla aún no ha dejado de ser una penillanura.

En esta planicie se pueden considerar varias regiones, según las características de su subsuelo; una al Norte, que comprende las partes altas de León y Palencia, sobre las arcillas miocenas; otra oriental, formada principalmente por las calizas de los páramos del pontiense, comprendiendo gran parte de las provincias de Valladolid y Palencia, incluyendo grandes zonas de Burgos y Soria; y otra, occidental-meridional, dentro de Zamora, Salamanca, Avila y Segovia, con menor cantidad de agua, con abundancia de estratos paleozoicos y de constitución más pobre en elementos terciarios.

Al recoger algunos de los datos relacionados con las cantidades de lluvia caída en su superficie, debemos indicar también la distribución que existe en sus diferentes zonas, dependiendo de la situación relativa de sus posiciones referidas a los bordes, pues encontrándose encerrada esta superficie entre las montañas Cantábrica, el Sistema Ibérico y la cordillera Carpetana, además del reborde occidental por donde salen sus aguas, claro es que ejercerán una influencia decisiva en la precipitación de las aguas; así resulta, que las alturas portuguesas impedirán la caída de las aguas pluviales, haciendo que éstas mermen notablemente, y encontraremos zonas donde sólo se recogen 250 milímetros de agua; esto, unido a la gran evaporación y a la composición del terreno, producirá la aridez proverbial del suelo castellano; sin embargo, en las proximidades del macizo Cantábrico y en el Ibérico las cifras señaladas aumentarán notablemente; así tenemos las lluvias de Soria, que llegan a 570 milímetros, Burgos, con 516, y León, con 350, influidas por las expresadas montañas; en cambio, tenemos en Valladolid 308 y

Salamanca sólo 276 milímetros de agua al año. En la región, en general, se tienen dos máximos de lluvia, que corresponden a los meses de noviembre y mayo, y un mínimo en el mes de junio.

La escasez de agua en algunas zonas del territorio que estudiamos, especialmente en León, Zamora y Salamanca, es grande, y en este clima seco, o más bien subdesértico, lo convierte en verdaderas zonas esteparias; al mismo tiempo, la prolongación de la sequía estival, con fuerte evaporación, pues frecuentemente no llueve entre mayo y octubre, unido a la transparencia del cielo en un paisaje de líneas estilizadas, todo contribuye a que se piense con insistencia en la necesidad de poseer el agua que circula a pocos metros de nuestros pies.

## GEOLOGIA Y TECTONICA

Respecto a la constitución geológica de la cuenca, los conocimientos que se tienen actualmente son insuficientes para poder determinar con precisión la edad de los diferentes tramos y el espesor de cada uno de ellos, ya por falta de detalle paleontológico, ya también porque el estudio en profundidad aún no se ha comenzado, puesto que los mayores sondeos no han pasado de los 300 metros verticales, quedando por reconocer el fondo de los estratos profundos, que seguramente se acercarán en las partes centrales a los 800 metros, la potencia total del Terciario, incluyendo el Mioceno y el Oligoceno.

Los cortes geológicos detallados que se han publicado



hasta el día, son solamente de las provincias de Palencia y Burgos y en lugares donde la cuenca artesiana tiene menos importancia para la investigación de aguas subterráneas.

Se debe considerar el Mioceno continental de la meseta dividido en tres tramos, que son: el inferior, formado de conglomerados y areniscas de bastante potencia, continuando por una serie de helechos de arcillas plásticas, rojas y amarillas, alternando con bancos de arenas y arcillas sabulosas, existiendo frecuentemente pequeñas margas y calizas formando lentejones. Los fósiles principales que clasifican los terrenos terciarios son animales mamíferos, y naturalmente difíciles de encontrar, pudiendo citarse, entre otros, el *Mastodon angustidens* y el *Dinotheurium giganteum*, que caracterizan el tramo tortoniense, siendo uno de los yacimientos más interesantes el que hace 25 años apareció en el cerro del Otero, en las proximidades de Palencia, y donde ya indicábamos nosotros que en la estratigrafía de aquella zona dejan de ser perfectamente horizontales las capas, señalando cuencas fluviales con dibujos ondulantes, a donde habían sido arrastrados los mamíferos muertos, desde las orillas de la parte continental. Este tramo tortoniense es de máxima importancia en el alumbramiento de aguas subterráneas; él da origen a la cuenca artesiana del Duero, constituyendo, acaso, la cuenca artesiana más valiosa de Europa.

Se continúa luego el Mioceno por un tramo formado por margas y arenas de colores claros y vivos, que fácilmente se reconocen a distancia; tienen, a veces, un aspecto gris y azulado, con bastante consistencia en sus elementos, existiendo intercalados varios bancos de yeso; alternan, además, en la parte inferior, con arenas y arcillas, formando un conjunto de unos 100 metros de poten-

cia; algunas veces este tramo no existe debajo del pontiense.

Y el pontiense está caracterizado perfectamente por los lechos de caliza, encontrándose en varios bancos, generalmente no mayores de dos metros de espesor; se intercalan también margas y arenas; la coloración de las calizas es muy blanca y presenta oquedades características; también pueden intercalarse entre ellas capas de arcilla. Son las calizas muy fosilíferas en moluscos fluviales, los géneros que más abundan son *Limnea*, *Planorbis*, *Bithinia*, etc. El espesor del tramo pontiense es menor que el anterior, pudiendo calcularse en unos 25 metros su potencia media. Este tramo no puede ser confundido con ningún otro, por su consistencia en las calizas y por su mayor horizontalidad.

Como decimos, estos dos tramos están horizontales, o más bien subhorizontales, pero en general hay que suponerles un ligero buzamiento al Oeste, en la inmensa extensión superficial que ocupa la parte oriental de la cuenca, extendiéndose por las provincias de Valladolid, Burgos, Palencia y Soria. Estos tramos últimos no sólo no tienen agua surgente, sino que ocultan y tapan el tramo inferior sobre que descansan, siendo esto un inconveniente para la investigación de las aguas subterráneas; resulta, por lo tanto, que para su alumbramiento el valor esencial reside en el tramo tortoniense, y la surgencia de estas aguas está relacionada íntimamente con la inclinación de estos estratos, de otra manera no es posible explicar el artesianismo de este terreno. Nosotros hemos observado que en general, no sólo no está inclinado fuertemente en los bordes en contacto con los terrenos más antiguos (granito y estrato cristalino, paleozoico y secundario), llegando a veces el buzamiento a 30° de inclinación, sino

que la red hidrográfica es, en general, debida al plegamiento de los estratos. Veremos luego que esta inclinación se hace al interior de la cuenca, y se puede suponer que su perfil dibuja una línea curva que tiene cierta semejanza con una catenaria.

Los movimientos que ha sufrido el tortoniense han sido mayores y de más intensidad que los de los tramos superiores; no han sido una, ni dos solamente, las épocas donde se han originado estos impulsos tectónicos, sino que han constituido una serie bascular post-tortoniense y post-pontiense; y una zona de la extensión que nos ocupamos, y que ha sufrido diferentes plegamientos desde la época herciniana, no deja de continuar moviéndose en las sucesivas épocas geológicas. Ahora bien, no deben confundirse las dislocaciones sufridas por la dilatación de los yesos con estos movimientos tectónicos, como ocurre en Baltanás (Palencia) y en otras localidades; y esta sucesión incesante fué la que determinó los pliegues actuales existentes en forma de tapadera.

Vemos, pues, que el Duero marcha por una superficie plana, ligeramente inclinada y repetidamente plegada, y se debe considerar que su cuenca no ha sido formada por una erosión secular; los ríos, al ser arrastrados al Oeste, cuyo movimiento se señala perfectamente en el Esla, indican que este traslado ha sido de fecha reciente, puesto que la denudación no ha modelado aún suficientemente sus lechos, debiendo referirse esta posición con posterioridad al pontiense, cerca ya del Cuaternario, pues formando parte de la meseta el macizo gallego y teniendo las cuencas de esta región una dirección semejante a la que señalamos, deben ser consideradas como contemporáneas la inclinación del plano de la cuenca del Duero y la formación de las rías de Galicia.

El borde occidental era seguramente en otra época el más bajo de su perímetro y la inclinación sufrida facilitó además la salida de los sedimentos; al mismo tiempo ha contribuido a hacer desaparecer la cuenca cerrada del Duero el aterramiento de su fondo por los ríos aportadores del acarreo; por constituir como un vaso cerrado, donde se van acumulando detritus procedentes de la descomposición de sus paredes y acabando por llenarse, saldrá el líquido por el punto más bajo, el cual se irá agrandando por la acción del tiempo.

Puesto de manifiesto que la hidrografía de la cuenca no es debida a la erosión que ha sufrido su suelo, sino simplemente que se formó a causa del plegamiento general que ha sufrido el terreno terciario y sabiendo que estas capas están superpuestas de un modo más o menos regular, especialmente las del tortoniense, determinando grandes lentejones, y teniendo en cuenta que los pliegues fueron adaptándose necesariamente al terreno, según los impulsos que ha sufrido en diferentes épocas, y considerando que la acción de la gravedad ha influido también en el modelado de esta masa, dominada por las arcillas, y como los levantamientos principales han sido simultáneos a los de la cordillera Cantábrica, el Sistema Ibérico y el Carpeto-Vetónico, puede suponerse que el corte geológico que se considere, aproximadamente de Norte a Sur, ha de ser una línea próxima a la catenaria; por esta razón, encontraremos en las proximidades del contacto de los terrenos antiguos con el Terciario las mayores inclinaciones y los buzamientos, que a veces pasan de los 30°; y en las partes centrales los contactos de los estratos nos dan líneas sensiblemente paralelas o mejor ligeramente radiadas, a fin de explicar la surgencia de las aguas en las partes centrales del territorio.

Teniendo ya la actual red hidrográfica, podremos deducir sensiblemente cuál ha de ser la disposición de los diferentes niveles acuíferos que tendrán en el gran sinclinal de Castilla la Vieja; y para ello bastará hallar las proyecciones de la primera en los diferentes estratos arenosos que se encuentran separados por las alternativas de arcillas y margas, que en casi su totalidad constituyen el subsuelo; deducimos de aquí que los lugares más apropiados para los sondeos serán las proximidades de los principales ríos y aún mejor las depresiones de los senos que alcancen mayor pendiente en su recorrido; estos lugares serán como las proyecciones cónicas de la red superficial. Ya se había observado este fenómeno, y las gentes frecuentemente lo indican al manifestar que las proximidades de los ríos son los sitios más adecuados para tener aguas artesianas abundantes; así vemos que en el Orbigo, el Torio, el Bernesga, el Esla y el Pisuerga, así como las localidades próximas a la capital de León, de igual manera que en Valencia de Don Juan, Valladolid y Medina del Campo, se encuentran pozos que arrojan frecuentemente 1.000 litros por minuto.

Los elementos detríticos que forman las capas mioceñas están en relación con los lugares que les han dado origen; no es igual la abundancia de arcilla que se encuentra en la zona Norte, producida por la descomposición de las pizarras del Cambriano, Siluriano y Carbonífero, así como los detritus de los elementos blandos del Cretáceo, especialmente del wealdense y del aptiense en su facies urgoniana, que tienen potencias tan enormes, que la de los elementos arenosos que se encuentran en las proximidades de Segovia y Avila y en zonas del mismo Valladolid, originados por la descomposición del macizo granítico del Guadarrama y de la Sierra de Gredós. Igual-

mente, el tamaño de estos elementos depende de la distancia del lugar de donde proceden; de esta manera se encontrarán pudingas en los bordes de la cuenca y elementos finos en lugares más alejados y en el centro aparecerán con más frecuencia las arcillas finas; y este tamaño de los elementos, así como su agrupación, tienen gran importancia para las aguas artesianas, pues de la variedad en el coeficiente de permeabilidad encontraremos la mayor o menor cantidad de agua alojada entre sus intersticios.

El conocimiento que se tiene actualmente del artesianismo en esta región se refiere a los estratos más superficiales, limitados a las capas altas del piso tortoniense, pues aún no se ha pensado en perforar grupos de estratos con 600 ó 700 metros de potencia, debido, sin duda, a razones económicas, aunque la sonda profunda pudiera proporcionar otros datos interesantes para la prospección, que acaso fueran útiles en la investigación de la hulla, de las sales potásicas, etc.

Para expresar gráficamente algunas de estas consideraciones hemos hecho dos cortes geológicos a través del territorio que comprende esta Segunda División de Aguas Subterráneas; uno, desde el mar Cantábrico hasta el Guadarrama, pasando por Oviedo, León, Valladolid y Segovia en la dirección herciniana N. 35° O. a S. 35° E., paralela al Sistema Ibérico, a través de la gran fosa paleozoica, rellenada posteriormente por el Secundario y más tarde por el Oligoceno y Mioceno. El otro corte, aproximadamente en la dirección del Duero, parte de los montes Ibéricos de la provincia de Soria, continúa por Aranda de Duero, Valladolid y Zamora, hasta el límite con tierras portuguesas, en él se ve claramente la inclinación de la superficie del Duero hacia occidente; no es de presumir

que el fondo de la cuenca tenga una regularidad tan perfecta como la que se ha dibujado, pero a falta de datos para trazarla la hemos supuesto uniforme.

Como la cuenca terciaria está encajada en otra secundaria y ésta, a su vez, en una más antigua, paleozoica, parecería que debiéramos ocuparnos también de estas diferentes cuencas; pero las condiciones físicas para que se verifique la surgencia del agua no son las mismas, debido a las grandes fallas existentes en los estratos, independiente de la continuidad y cerramiento de los sinclinales profundos; al mismo tiempo, la longitud grande de las perforaciones sería un grave inconveniente para encontrar soluciones prácticas, además de la probabilidad de que sus aguas resultaran cargadas de substancias minerales y, por lo tanto, poco apropiadas para poder ser utilizadas como potables y para el riego.

### LA ALIMENTACION DE LA CUENCA

Si tratamos de determinar ahora cómo se hace la alimentación del agua que pasa a los diferentes niveles, debemos considerar cómo se encuentran las diversas capas de los tramos del Mioceno y la disposición relativa que tienen sobre los terrenos más antiguos en que descansan; así veremos, que a causa de los levantamientos que han sufrido los bordes de la cuenca, los estratos inferiores del tortonense y los del Oligoceno, más o menos concordantes entre sí, se apoyan sobre los terrenos paleozoicos y mesozoicos, de manera que los bordes que aparecen in-

clinados son los que en la parte central ocupan la posición más profunda; en cambio, los estratos miocenos próximos a las capitales de Valladolid y Palencia, no continuarán hasta los límites de la mancha terciaria, no sólo por no existir una continuidad indefinida hasta aquellos lugares, sino que por encontrarse más levantados han sido arrasados por la erosión. Resulta, por lo tanto, que la mayor parte de la cuenca estará alimentada directamente por el agua de lluvia que cae sobre los estratos arenosos y también, en gran parte, por los ríos al pasar por estas zonas, así como por la que se recoge en las lagunas. El agua de los bordes, en contacto con los terrenos antiguos y en las proximidades de las cabeceras de las montañas, alimentarán las zonas profundas, pudiendo decirse que en los sondeos que existen actualmente el agua que se recoge de este origen será realmente muy escasa.

Al realizarse la alimentación de la cuenca artesiana de esta manera, se tiene la ventaja de que los niveles acuíferos que puedan irse agotando por el gran número de perforaciones hechas y por el consumo de caudales elevados, quizás puedan en el porvenir satisfacerse estas crecientes necesidades, haciendo sondeos más profundos; o bien podría ser solución el colocar en lugares apropiados, por donde pasan las capas arenosas, embalses de los ríos más caudalosos, construyendo presas de poca profundidad y de gran longitud para que los lechos arenosos se embeban de agua y pase a la profundidad el líquido que sería utilizado a varios kilómetros aguas abajo y en muy diferentes localidades.

## LOS DEPOSITOS SUBTERRANEOS

Los ríos de la región del Duero tienen una gran variación en sus caudales, siendo la relación entre el estiaje y las aguas medias, frecuentemente, menor de 1 : 10 y, a veces, esta relación, entre el estiaje y las crecidas, pasa de 1 : 2.000; y al pensar en la regularización del curso de los ríos, a fin de evitar estas grandes variaciones que se traducen en pérdidas del agua que pueda ser utilizada posteriormente y en los grandes daños que pueden ocasionar a los poblados y a la agricultura, uno de los medios que podría emplearse sería la construcción de grandes pantanos; pero esto no es posible hacerlo en todos los lugares, ya por lo antieconómico, ya también por las situaciones topográficas de diferentes zonas; desde este punto de vista existirá una gran ventaja en la utilización de las aguas que puedan almacenarse en un estrato permeable que descansa sobre una capa arcillosa, porque constituye un verdadero acumulador de agua que puede ser alumbrado en muy diferentes lugares.

Al mismo tiempo, es el modo más conveniente de tener agua en cualquier momento determinado, ya que los canales de riego están sujetos a las alternativas de los cursos de los ríos, y siendo más necesario el riego en los meses secos, puesto que la época donde se precisa el agua está invertida con la de las lluvias y con el régimen medio de los ríos, en cambio, el caudal de los depósitos subterráneos es constante a causa de la cantidad grande que absorbe el gran volumen de estratos arenosos, debido a

las dimensiones indefinidas que se les puede suponer, tanto en su longitud como en su latitud, y como la velocidad del agua dentro de la capa es muy lenta, queda regularizado el gasto de un modo notable; de esta manera, un nivel permeable alimentado de agua queda convertido en un verdadero depósito subterráneo de agua, que para utilizarle sólo es preciso hacer una pequeña obra.

Esta capa será, en general, en la cuenca del Duero, un nivel artésiano, o simplemente un terreno diluvial que descansa sobre un fondo impermeable. Pueden existir mantos, estratos o terrenos que apenas tengan agua, por no estar situados en condiciones apropiadas, y si se conduce a ellos las aguas de las crecidas de los ríos se cargarán dichas zonas con una cantidad de líquido que puede más tarde ser empleada.

Este depósito subterráneo no está expuesto a la evacuación, ni al colmado del vaso, ni inundará las mejores tierras de las vegas, sino que se depositará en el subsuelo, con lo cual las aguas superficiales pasarán a ser subterráneas, de donde saldrá al exterior en el lugar apropiado y en el momento oportuno por medio de un sondeo, una galería o por un pozo ordinario.

La resolución de esta cuestión en una zona determinada requiere un estudio detallado de la estratigrafía situada aguas arriba de la zona donde ha de aplicarse, además del conocimiento del detalle de los pozos artesianos y de los pozos ordinarios; pero el planeamiento del problema puede llegar a soluciones satisfactorias, no sólo para la aplicación del riego, sino aun en el caso de abastecimiento de poblaciones, donde generalmente las conducciones son muy costosas, tanto por la distancia que es preciso recorrer como por los gastos empleados en los depósitos de aguas; de esta manera, el nivel acuífero, verdadero depó-



sito subterráneo, de donde se tomaría el agua, ya filtrada de un modo natural, reemplazaría a la conducción y a los depósitos superficiales de que se compone el abastecimiento. Consideramos que la importancia del problema es grande y merecería aplicarla en un lugar determinado y hacer estudios prácticos sobre el terreno acerca de esta cuestión.

Puede pensarse también en la posibilidad de establecer comunicaciones dentro de diversos niveles acuíferos, a fin de enriquecer de agua las zonas que resultan más estériles y que se encuentran a niveles superiores de ella; bastaría para ello establecer pozos de comunicación con longitudes y diámetros apropiados y de esta manera los sondeos que se hicieran desde la superficie serían más cortos, más económicos y de caudales más abundantes.

### EL CAUDAL UTILIZADO

Si consideramos los coeficientes de escorrentía de diversos lugares de la cuenca del Duero, veremos que la cantidad de agua que pasa al interior del suelo es grande, y dado el conocimiento que se tiene de los sondeos existentes en la misma, unidos a los que se registran de nuevas localidades, donde aparecen aguas que antes se desconocían, encontraremos que el caudal que puede alumbrarse es grande. Para ello basta tener en cuenta el número de pozos que aproximadamente existen en la actualidad, unos realizados con subvención del Estado y otros construídos por los particulares, no existiendo aún esta-

dística de estos últimos, pero se puede calcular que su número no pasa de 2.000; y teniendo en cuenta que el caudal medio de cada uno de estos pozos es aproximadamente de 20 litros por minuto, resulta que el número total de metros cúbicos de agua anuales que se aprovecha es de 21.024.000. Se estima que el Duero lleva a Portugal 11.000 millones de metros cúbicos, o sea 350 metros cúbicos por segundo; de estos 11.000, ya regularizados, podrán destinarse sólo unos 2.500 millones a la agricultura, porque dada la topografía de la cuenca no permite regar una extensión capaz de absorber mayor cantidad de agua, ya que las zonas alejadas de los ríos forman elevadas mesetas; y dada la superficie de la zona artesiana con relación a la cuenca total del Duero, se puede calcular que el agua existente no es inferior a 4.400 millones de metros cúbicos, con lo que resultaría que la cantidad de agua utilizada actualmente es inferior a media centésima de la que se encuentra en el subsuelo.

Debe observarse que la mayor parte de las aguas alumbradas son todavía relativamente superficiales con relación a la que pueden almacenar los estratos profundos y es probable que estos niveles tengan mayor cantidad de líquido que las zonas superficiales, puesto que en la base se encuentran lechos más siliciosos y más aptos para contener el agua. En las provincias de Zamora y Valladolid aparece el agua a menos profundidad que en la provincia de León; lo contrario ocurre con la presión, que es más elevada en esta provincia, en el caso de igual profundidad del sondeo; en cambio, la parte de la cuenca correspondiente a León se caracteriza por una mayor regularidad respecto a profundidad que en otras zonas, especialmente en Valladolid.

## LA PROSPECCION EN LA 2.<sup>a</sup> DIVISION

Como la 2.<sup>a</sup> División de Aguas subterráneas está formada por provincias tan diversas como son Coruña, Lugo, Orense, Pontevedra, Oviedo, León, Burgos, Segovia, Palencia, Valladolid, Zamora, Salamanca y Soria, en las que se encuentran terrenos tan variados y de tectónica tan diferente, claro es que el estudio de las aguas subterráneas de una zona u otra tiene que ser también muy variado; resulta de este modo que en las cuatro provincias de Galicia poco ha de hacer la sonda exploradora, porque formado el subsuelo por terrenos arcaicos, cambrianos y silurianos y encontrándose éstos tan plegados y levantados hasta la vertical, no aparecen zonas donde las aguas lleguen a almacenarse y pasando éstas a las profundidades de los estratos, rotos y fracturados, no es posible encontrar agua más que en pequeña cantidad con transversales y galerías en los contactos de diferentes estratos o en las rocas de variada dureza o alteradas por la descomposición, pudiendo proporcionar, por lo tanto, solamente aguas poco abundantes.

Lo mismo podemos decir de la mitad occidental de Asturias, constituida, por completo, por sedimentos paleozoicos que casi en absoluto inclinan con buzamientos superiores a los 60°; pero desde el momento en que aparecen los terrenos secundarios existe la posibilidad de encontrar lugares apropiados para la investigación de aguas artesianas; el Cretáceo más occidental de la zona Norte de España aparece a 32 kilómetros al Oeste de Oviedo;

seis kilómetros antes de penetrar en esta localidad se encuentra cubierto por sedimentos pertenecientes al Eoceno y Oligoceno; la tectónica de esta cuenca terciaria y mesozoica del río Nora señala una fosa que por estar formada por elementos que determinan un sinclinal es digna de ser estudiada. Si pasamos de la provincia de Oviedo a las provincias de Castilla la Vieja, encontraremos en ellas la región más apropiada en la cuestión que debatimos, y no sólo en nuestra 2.<sup>a</sup> División, sino en toda España. Pero a pesar de la gran desproporción de la pequeña cuenca del río Nora, en Asturias, y la del Duero, en Castilla, podemos señalar ciertas semejanzas entre las dos, formadas a un lado y a otro de la cordillera Cantábrica; las dos están labradas en fosas hercinianas, ambas están cubiertas por elementos mesozoicos (Triás y Cretáceo) y terminan con estratos terciarios y en las dos, estos estratos, se encuentran fuertemente inclinados en las proximidades del paleozoico.

Debe indicarse, en general, el rumbo León-Valladolid como el de los lugares de las zonas del mayor interés para el artesianismo, esto es, la dirección herciniana de la gran fosa paleozoica; como hemos dicho, los estratos, al oscilar y levantarse en los bordes de la cuenca por los movimientos tectónicos, sufrieron una adaptación especial, según sea la elasticidad de los elementos que lo forman y la profundidad de los elementos sobre que descansan, resultando que los limitados por los bordes se inclinan a veces hasta la vertical y, en cambio, los del centro permanecen horizontales o formando parte de arcos de muchos kilómetros de radio; empleando un símil, es el caso de lo que ocurre simplemente en un saco lleno de diversos objetos y se desea que vayan penetrando por la acción de la gravedad con diferentes sacudidas, los situa-

dos en los bordes se inclinarán más y en cambio los del centro bajarán, colocándose horizontales. De esta manera encontraremos el tramo tortoniense, cerca de Boñal, a la altitud de 1.000 metros, con 40° de buzamiento, en León, a 825 metros, ligeramente inclinado, y, en Palencia, a 740 metros; la caliza pontiense de los páramos aparece horizontal.

### CALIDAD Y PRESION DEL AGUA

Si nos ocupamos ahora de las propiedades químicas del agua existente en la mayor parte de la región, sólo será para hacer un elogio de las buenas condiciones de potabilidad, tanto por su composición como por lo bajo de su grado hidrotimétrico; desde luego se puede decir que las gentes la prefieren a la de los abastecimientos de las grandes poblaciones, aunque éstas hayan sido llevadas de lugares alejados y se hayan hecho las conducciones con grandes sacrificios económicos; son más puras, y no existe, en general, el temor de encontrarlas contaminadas; al mismo tiempo, resultan agradables en el invierno y frescas en el verano, a causa de su temperatura constante.

La presión del líquido, en general, no es muy elevada, pero en algunos pozos artesianos de la provincia de León llega el agua a cerca de 20 metros de altura. Es sabido que el agua artesiana posee en cada punto una presión determinada, y estos planos de presión quedarán bajo la superficie del suelo si el agua ascendente no llega hasta él, y estarán situados por encima si el agua sale al exte-

rior; así resultará, que en un valle profundo excavado en el terreno, un sondeo puede suministrar agua en abundancia, mientras ésta puede quedar por debajo del suelo en una perforación próxima, situada en un lugar elevado; esto debe tenerse muy en cuenta en nuestra región, puesto que, frecuentemente, las aguas no salen al exterior sólo por faltarles un metro o dos de altura, siendo abandonados muchas veces estos pozos, a pesar de ser verdaderos pozos artesianos, porque la gente todavía no utiliza bombas elevadoras. La altura a que llega el agua suele presentar grandes diferencias, especialmente cuando ésta es cortada en zonas alejadas por manantiales naturales; vemos, por lo tanto, que en la naturaleza, las condiciones son más complicadas que lo que ocurre en el laboratorio con los aparatos hidrostáticos; porque el agua no corre por un canal limitado por paredes lisas, sino dentro de una capa de anchura variable, de inclinaciones irregulares, unas veces ascendiendo y otras permaneciendo horizontal, debe considerarse también el rozamiento al moverse el agua; debido a ésto, las superficies de presión de una corriente artesiana son alabeadas, con marcha bastante complicada; sin embargo, existen algunas zonas donde no es difícil representar estas superficies, pero actualmente estamos muy distantes de poder hacer levantamientos de planos en que se puedan señalar las superficies de presión del conjunto, pues las mismas hojas topográficas, a la escala 1 : 50.000, no han sido publicadas en más de las tres cuartas partes de nuestra cuenca.

Seguramente, la erosión ha cortado en algunos lugares las capas acuíferas y, sin embargo, es raro encontrar en la superficie del terreno verdaderas fuentes a presión por donde se desangren las capas artesianas; quizás pueda explicarse este hecho por el entarquinamiento que tienen

estos lugares a causa de las arenas y demás sedimentos, que son arrastrados por la corriente y cierran los intersticios de las rocas por el paso del líquido; algo parecido a lo que sucede con los pozos artesianos, que después de varios años de trabajo tienen tendencia a agotarse a causa de la pérdida de permeabilidad por los lugares donde sale el agua.

### EL AGUA SUBTERRANEA DEL CUATERNARIO

Después de las consideraciones que hemos hecho sobre las aguas existentes en el terreno terciario, vamos a decir algunas palabras referentes a las que existen en los mantos diluviales que cubren el Mioceno; en las regiones leonesas, vallisoletanas y zamoranas, donde existen diferentes terrenos, en general, tanto más antiguos cuanto más altos se encuentran topográficamente, pueden tener gran importancia las aguas freáticas, situadas unas en las proximidades de las vegas de los ríos y otras a grandes distancias, en las soledades de los páramos. Los habitantes de esta región conocen su gran valor y empiezan a alumbrarlas, ya con simples norias movidas por caballerías, o menos frecuentemente, con bombas eléctricas.

En el Cuaternario se presenta el agua sobre la arcilla miocena, formando niveles acuíferos en los conglomerados, arenas y tierras que constituyen este terreno; el agua freática ocupa grandes extensiones a distancias no superiores de 6 a 8 metros de la superficie. Su importancia hidrológica es muy grande, por ser aprovechada por gran

número de pozos existentes en la mayoría de los pueblos, ya que carecen de otros alumbramientos naturales, y siendo, además, utilizadas para la agricultura, pues con la extensión que llegarán a tener las aplicaciones de la electricidad se regarán grandes extensiones con agua procedente del Diluvial, alcanzando así el beneficio a las regiones que por su situación topográfica no era posible llegar con el agua procedente de los ríos.

Al tratar de los sedimentos del Cuaternario debemos indicar también las terrazas, que forman niveles antiguos del fondo de los valles y que corresponden a períodos donde la erosión se interrumpe para convertirse en sedimentación; el número de estas terrazas, en la parte Norte, es de cuatro, siendo las más antiguas las que se encuentran a mayor altura; la diferencia de nivel con los valles actuales es, aproximadamente, de 18, 25, 60 y 90 metros; estas terrazas, que deben considerarse de origen glacial, ocupan grandes extensiones y algunas veces tienen elevadas potencias. Las terrazas escalonadas del Cuaternario forman también excelentes yacimientos acuíferos, que pueden ser beneficiados con provecho, puesto que las acumulaciones en las partes cóncavas son grandes, almacenando el líquido que fácilmente puede ser elevado al exterior.

El terreno Cuaternario está formado principalmente por cuarcitas silurianas y otras rocas silíceas; presentan, en general, poco espesor, siendo frecuentemente de tres y cuatro metros su potencia, a veces cubren los terrenos como si fueran simplemente de tierra vegetal; por esta razón, grandes extensiones que se señalan en los mapas geológicos como cuaternarias, debieran pasar francamente al Terciario; sin embargo, la acumulación del Diluvial se hace en algunas cuencas de ríos con grandes espeso-

res, como sucede en el Orbigo y en el Bernesga, que alcanzan frecuentemente hasta 100 metros de potencia.

### LA INTERVENCION DEL ESTADO

Los trabajos que se llevan a cabo para el alumbramiento de aguas subterráneas resultan generalmente económicos, pues se puede considerar que el precio medio de un sondeo es de 12.000 pesetas, distando mucho esta cifra de las correspondientes a la mayoría de los abastecimientos a las poblaciones y, sobre todo, las de las grandes obras de los pantanos, con sus canalizaciones, expropiaciones, etcétera. Por otra parte, los intereses del pequeño capital gastado en estas obras, empezarán a percibirse desde el primer momento; estos alumbramientos tienen una forma personal, en armonía con la psicología del pueblo de Castilla, ya que la obra se realiza para el que siente la necesidad inmediata, no para todos los habitantes de una comarca, como ocurre con las grandes empresas de riego; por eso el Estado, además de la subvención que facilita a los ayuntamientos, debiera auxiliar, a su vez, con un tanto por ciento determinado, al agricultor que acometiera esta clase de obras, o ya eximiéndole de tributos, durante cierto número de años, a las tierras convertidas a este sistema de riego, estudiando e informando gratuitamente, las Divisiones de Aguas Subterráneas, las condiciones que han de reunir sus terrenos para que existan probabilidades de éxito.

La Confederación Sindical del Duero tenía, en estos últimos años, presupuestos que llegaban a la cantidad de 30.000.000 de pesetas, pareciéndonos perfectamente bien lo empleado en una obra tan útil y grandiosa, se nos ocurre, al mismo tiempo, preguntar: ¿Qué transformación se podría hacer en Castilla la Vieja, empleando solamente una décima parte de esta cantidad, cada año, en alumbramientos de aguas artesianas, tanto para subvencionar a los ayuntamientos como para auxiliar a los agricultores? Con 3.000.000 de pesetas se podrían hacer 250 sondeos, que darían agua a otros tantos pueblos de las 20.000 localidades secas de la meseta que carecen de agua, aun para sus necesidades más elementales; por lo tanto, el Estado debe tener una gran preocupación por esta cuestión, no sólo por el aumento general de riqueza y el mayor valor agrícola, sino por la salud, higiene y cultura que supone tener agua abundante, de buena calidad y económica, ya que el gran sinclinal del Duero, que sostiene a una infinidad de pueblos áridos, descansa, a su vez, sobre una gran base de capas arenosas, saturadas de agua a presión, que se esfuerza en salir a la superficie.



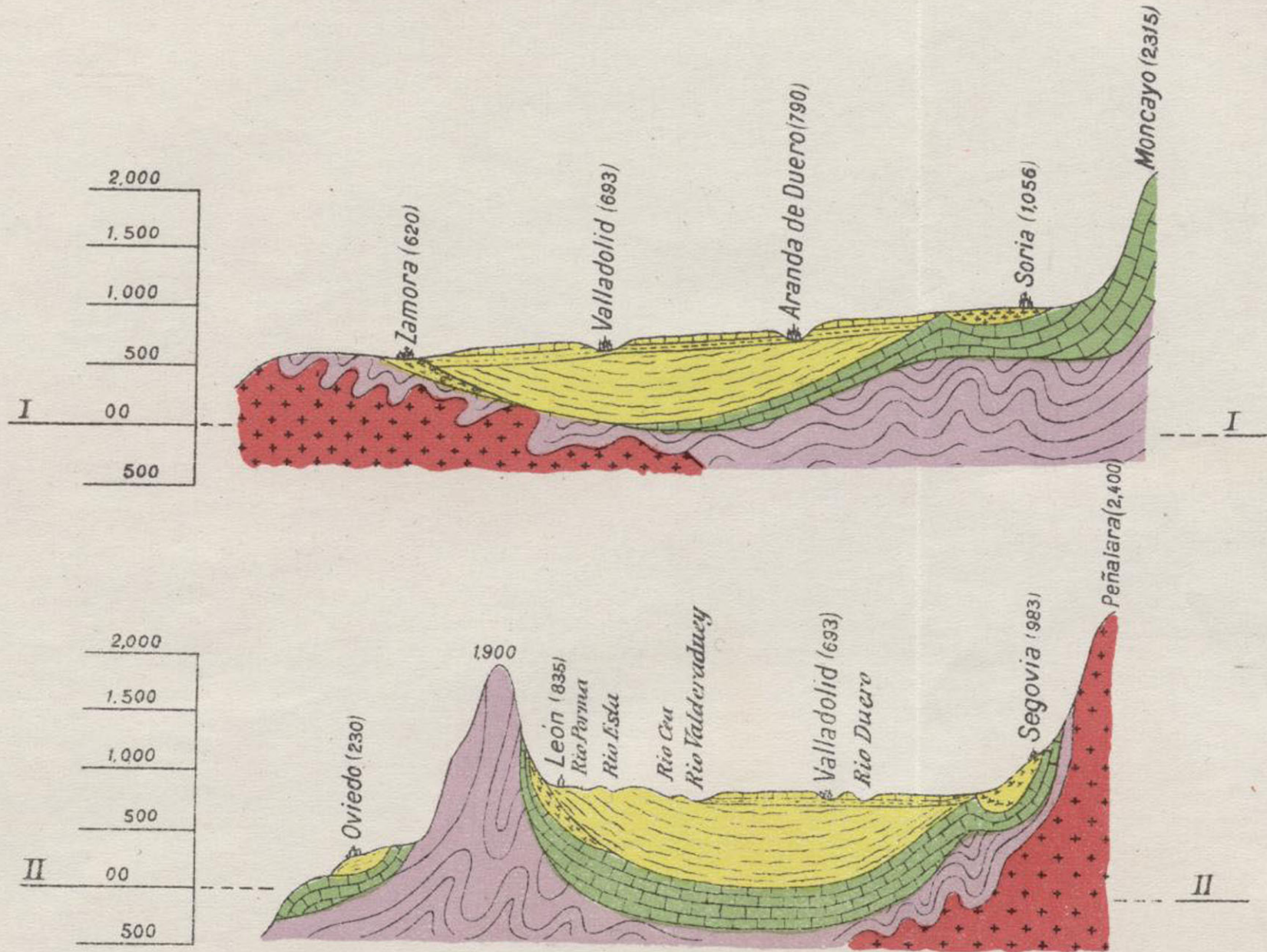








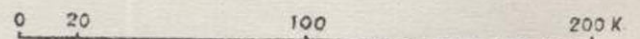
# CORTES GEOLÓGICOS DE LA CUENCA ARTESIANA DE CASTILLA LA VIEJA



## SIGNOS GEOLÓGICOS



Escala





## INDICE DE MATERIAS

---

	<u>Páginas</u>
La hidrografía del Duero.....	3
Géología y tectónica .....	7
La alimentación de la cuenca.....	14
Los depósitos subterráneos.....	16
El caudal utilizado.....	18
La prospección en la 2. <sup>a</sup> División .....	20
Calidad y presión del agua.....	22
El agua subterránea del Cuaternario.....	24
La intervención del Estado.....	26

INDICE GENERAL  
DE  
MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO

**INDICE GENERAL**  
**DE MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO**

---

NUEVAS OBSERVACIONES SOBRE EL FLYSCH DEL RIF ESPAÑOL, por P. Fallot y L. Doncieux.....	5
ESBOZOS GEOLÓGICOS DEL RIF EN LA REGIÓN DEL BOKOYA, por Mauricio M. Blumenthal .....	199
LAS INVESTIGACIONES DE PETRÓLEO EN ESPAÑA, por E. Dupuy de Lôme .....	333
AVANCE PARA EL ESTUDIO DE LA CUENCA ARTESIANA DEL DUERO, por Emilio Corugedo .....	387