



IGME

86

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

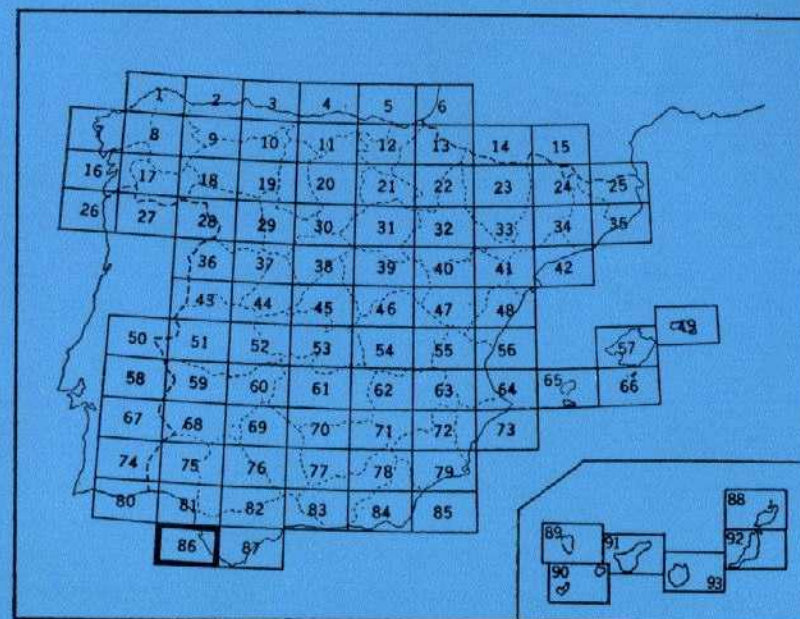
E. 1:200.000

Síntesis de la Cartografía existente

CADIZ

Primera edición

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



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:200.000

Síntesis de la Cartografía existente

CADIZ

Primera edición

Esta Memoria explicativa ha sido redactada por J. M. FONTBOTE, con la colaboración de A. ESTEVEZ, F. NAVARRO-VILA, M. OROZCO y C. SANZ DE GALDEANO, de la Sección de Geología de la Universidad de Granada.

Editado
por el
Departamento de Publicaciones
del

Instituto Geológico y Minero
de España

Ríos Rosas, 23 - Madrid - 3

Depósito Legal: M-3.452-1972

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Madrid-16

1. INTRODUCCION

1.1. SITUACION Y GRANDES UNIDADES REPRESENTADAS

La Hoja n.º 86 del M. G. N. 1:200.000 corresponde en su mayor parte al Océano Atlántico. La porción correspondiente a las tierras emergidas pertenece al extremo occidental de las Cordilleras Béticas.

Los terrenos que afloran en este área pueden ser agrupados, en principio, en dos conjuntos diferentes:

- Los de edad mesozoica y terciaria, hasta el Mioceno Inferior incluido.
- El Mioceno Superior, el Plioceno y el Cuaternario.

Los del primer conjunto están, en general, intensamente deformados por los efectos de la orogénesis alpina. Forman parte de la *cobertera* de las Cordilleras Béticas. A su vez, cabe distinguir en ellos dos grandes unidades: la *zona subbética*, y el *complejo del Campo de Gibraltar*. En su momento serán definidas ambas, tanto desde el punto de vista tectónico como estratigráfico; por el momento, se puede avanzar que el com-

plejo del Campo de Gibraltar comprende varias escamas y mantos de corrimiento, de tipo gravitativo, procedentes de un dominio paleogeográfico más interno (es decir, más meridional), que el del Subbético.

Los terrenos del segundo conjunto están muy poco o nada deformados por la orogenia alpina. Tienen, por tanto, el carácter de *terrenos postorogénicos*.

1.2. LA DOCUMENTACION CARTOGRAFICA

Hasta 1924 los datos cartográficos sobre el área objeto de esta Memoria eran rudimentarios. En dicho año apareció el Mapa de la provincia de Cádiz, original de GAVALA (1924), que constituye un documento de excelente calidad para su época y que sólo ha sido superado en los últimos años.

El mismo autor lo ha sido también del Mapa y Memoria correspondiente a la Hoja número 1.061 Cádiz del M. G. N. a escala 1:50.000 (GAVALA, 1959).

La parte correspondiente a las Hojas números 1.062 y 1.069 del M. T. N. 1:50.000 ha sido levantada a escala 1:100.000 por CHAUVE (1968). Además de añadir nuevas e importantes precisiones estratigráficas, este mapa presenta una interpretación tectónica moderna.

La porción correspondiente a la Hoja 1.073 del M. T. N. 1:50.000 ha sido parcialmente objeto de un levantamiento geológico, a la misma escala, por DIDON (1969).

Para la cartografía de los terrenos recientes, del estuario del Guadalete y áreas próximas, los trabajos de MABESOONE (1963) han proporcionado datos de notable interés.

2. ESTRATIGRAFIA

2.1. GENERALIDADES

Como se indicó, hay que distinguir, en primer lugar, entre los terrenos de la cobertera, intensamente deformados por la

orogénesis alpina; y los postorogénicos. Y, entre los primeros, los pertenecientes a la zona subbética (2.2.), y los del complejo del Campo de Gibraltar. Este último representado por dos unidades distintas: la de Paterna (2.3) y la del Aljibe (2.4.), que serán tratadas separadamente. Finalmente se tratará de los terrenos postorogénicos (2.5.).

2.2. ZONA SUBBETICA

En la mayoría de los casos, en esta Hoja la representación de los terrenos mesozoicos subbéticos se limita a la del Trías. Del Jurásico y del Cretáceo Inferior sólo han sido identificados unos pocos afloramientos muy pequeños; sólo excepcionalmente, han podido ser indicados en el mapa 1:200.000. El Cretáceo Superior aflora algo más extensamente, pero en condiciones tales, sobre todo debido a efectos de tectonización, que resulta imposible delimitarlo en cartografía a escala 1:100.000 (como comprobó CHAUVE, 1968), o a escalas menos detalladas.

Los terrenos terciarios están bien representados. Debido a su constitución litológica muy predominantemente margosa, a los efectos de las deformaciones tectónicas, y de los procesos de alteración y soliflucción, la delimitación de los diversos terrenos se hace extremadamente difícil. En general, han debido ser representados conjuntamente en el mapa; en ocasiones, también con el Cretáceo Superior. CHAUVE (1968), aunque su mapa está a escala 1:100.000, no pudo superar tampoco esas dificultades.

2.2.1. Trías

Como es propio del Trías subbético, presenta este terreno las características del tipo «germano-andaluz»: gran desarrollo de arcillas, margas y evaporitas, y mucho menor de calizas y dolomías. Estas últimas se presentan en paquetes y bloques discontinuos, debido a la fragmentación de sus estratos entre la masa de materiales incompetentes. En el detalle, la estruc-

tura es muy complicada por la dislaceración de los estratos competentes, y por los replegamientos, laminaciones y disarmonías de los incompetentes. Por todo ello, no pueden obtenerse más que cortes estratigráficos muy parciales, sin especial valor representativo.

Las rocas ígneas están representadas por las ofitas, que aparecen en afloramientos no muy numerosos ni importantes, y también por una granodiorita.

Las ofitas presentan sus características habituales, es decir, están compuestas esencialmente por plagioclasa (labradorita en general) y piroxenos, con textura holocristalina, de grano medio a fino. Su estudio detallado puede poner de manifiesto la existencia de algunas variedades, como CHAUVE (1968) ha comprobado en el área de las vecinas Hojas números 82 y 87.

La granodiorita aparece en pequeños bloques, de decimétricos a métricos, entre la masa arcillosa-margosa del Trías que aflora unos cuatro kilómetros al S. del Caserío de los Naveros. Se trata sin duda alguna de testigos arrancados del zócalo por efecto de accidentes tectónicos, los cuales han quedado mecánicamente incluidos en dicho material triásico.

En algunos puntos el Trías del área de esta Hoja ha suministrado restos fósiles determinables, que CHAUVE (1968) y algunos autores anteriores describen. En todos los casos han resultado tener edad del Keuper. No se puede excluir, sin embargo, que puede haber alguna representación de niveles más antiguos, entre los que hasta ahora no han suministrado fósiles.

2.2.2. Jurásico

El Jurásico aflora en el cerro del Berrueco, y es poco extenso. Se halla a medio camino entre Medina-Sidonia y Chiclana de la Frontera.

Comprende calizas pelágicas y margas. Las calizas han sido muy explotadas en cantera, por tratarse de la única localidad con piedra de construcción de buena calidad que se encuentra cerca de Cádiz. Procedente de las margas, CHAUVE (1968)

cita una microfauna de edad probable Domerense-Toarcense. Las calizas parecen ser más modernas, dentro del Jurásico.

Aparte este afloramiento, el Jurásico subbético aparece en otros mucho más pequeños aún, pero las relaciones con los terrenos encajantes son ambiguas, y no puede asegurarse que estos afloramientos se encuentren en continuidad con el resto del conjunto subbético.

2.2.3. Cretáceo

El Cretáceo Inferior subbético aparece en unos pequeños afloramientos, alrededor del Jurásico del cerro del Berrueco, y unos seis kilómetros al NE. de Conil, en un afloramiento más importante. En todos los casos está constituido por margas y margocalizas blancas, típicas de este terreno en la zona subbética. Faltan estudios detallados para una datación más precisa, pero puede considerarse verosímil que es, sobre todo, el Neocomiense el piso mejor representado en todos estos afloramientos.

El Cretáceo Superior suele mostrar una discontinuidad respecto al Cretáceo Inferior (CHAUVE, 1968). Para este autor, se trataría simplemente de una disarmonía, debido a un despegue más o menos generalizado entre ambos terrenos. No obstante, no debería excluirse la posibilidad de una verdadera discordancia.

En muchos puntos es imposible delimitar bien el Cretáceo Superior respecto al Nummulítico suprayacente. Como CHAUVE (1968) hizo, en el mapa han sido reunidos en muchos casos ambos terrenos, con las siglas c-e, ó c-e-o, según esté representado, además del Eoceno, el Oligoceno.

En el área objeto de esta Memoria, el Cretáceo Superior está representado exclusivamente por margas y margocalizas pelágicas. Las del Cenomanense y del Turonense son generalmente blancas, localmente grises. En el Senonense y el Maestrichtense dominan las rosadas y rojo salmón, aunque también se encuentran intercalaciones blancas; en conjunto pertenecen

a la litofacies «couches rouges» o «scaglia rossa», tan difundida en terrenos de esta edad en el ámbito de la zona subbética y de otros dominios de las cordilleras alpinas de la antigua Mesogea. Hacia la parte alta del Maestrichtense aparecen algunas intercalaciones detríticas finas, limosas. Las microfaunas son ricas en el Cretáceo Superior, pero debido a las condiciones de los afloramientos no pueden facilitar más que datos puntuales y algunos cortes muy fragmentarios.

2.2.4. Nummulítico

Hasta cierto punto, las características litológicas del Nummulítico subbético del área de la Hoja número 86 permiten distinguir tres unidades litoestratigráficas.

La más antigua —de edad Paleocena— está constituida por margas blanquecinas, con intercalaciones de calizas limosas grises, bien estratificadas en general.

Encima, el Eoceno Inferior comprende, de abajo arriba: margas grises y rosadas parecidas a las del Paleoceno; con algunas calizas limosas y arenosas; calizas margosas blancas; calizas organógenas bastas, que pueden pasar a microconglomerados.

El Eoceno Medio sólo ha sido identificado en algún punto, y parece continuar las mismas características del tramo de calizas bastas organógenas. El Eoceno Superior, mal conocido aún, ha sido hallado localmente, formado por margas blancas, localmente azuladas, que contienen intercalaciones de lechos delgados de calizas margosas y de calizas organógenas algo arenosas. Uno de los pocos sectores en que han sido identificados afloramientos de este terreno, es el de la parte SE. de la Hoja número 1.062 (Paterna) del M. T. N. 1:50.000, es decir, cerca del ángulo NE. de la Hoja objeto de esta Memoria.

El Oligoceno comprende margas, con intercalaciones de calizas margosas y calizas organógenas, hacia la base; y margas con calizas arenosas y areniscas propiamente dichas, hacia arriba.

Para el Nummulítico es válida también la misma observación que se ha hecho para el Cretáceo. Es decir, aunque las microfauas son abundantes y ricas, las condiciones de los afloramientos no permiten, por lo general, más que dataciones puntuales y, todo lo más, el levantamiento de cortes de potencias muy pequeñas.

2.2.5. Mioceno Inferior (Aquitaniense y Burdigaliense)

Aunque CHAUVE (1968) la considera como unidad aparte del Subbético, la formación de las «moronitas» parece ligada a este dominio. Esta formación está bien representada en el valle del Salado, al NW. de Paterna, y en las laderas septentrionales del valle del Guadalete, cerca del borde N. de la Hoja. En el resto, falta casi por completo.

Como es sabido, las moronitas —también denominadas «albarizas» en la región— están constituidas esencialmente por margas silíceas muy ricas en diatomeas. Las microfauas acompañantes han permitido a PERCONIG (1960-1962) distinguir dos tramos en esta formación. El inferior, de edad aquitaniense, se caracteriza por el hecho de que los *globigerinidae* y *globoquadrinae* forman el 95 por 100 del total de los individuos entre los foraminíferos. El superior, de edad Burdigaliense, contiene foraminíferos mucho más variados que los del tramo anterior.

2.3. UNIDAD DE PATERNA

Esta unidad ha sido precisamente reconocida por vez primera en el área de esta Hoja, al S. del pueblo de Paterna de la Ribera, por CHAUVE (1960-1962, 1961, 1968, etc.).

Desde el punto de vista estratigráfico, la unidad de Paterna está constituida por una serie esencialmente arcillosa y margosa, en la cual se encuentran también lechos, generalmente delgados, de areniscas, calizas organógenas, y brechas. Los colores predominantes son vivos, abigarrados y rojizos especial-

mente; los azulados, grises y verdosos también están bastante bien representados.

El grado de intensa disgregación que presentan estos materiales —tan incompetentes en su conjunto— por causas tectónicas y por solifluxión, es muy grande. Por ello, no pueden ser obtenidos buenos cortes estratigráficos, y las dataciones paleontológicas tienen un valor poco más que puntual, en la mayoría de los casos.

Esas dataciones, basadas en estudios micropaleontológicos, indican que en la serie estratigráfica de la unidad de Paterna están ciertamente representados el Cretáceo Medio y Superior, el Eoceno, y el Oligoceno (CHAUVE, 1968).

Al Cretáceo Medio pertenecen sin duda las margas grises y calizas margosas grises blanquecinas, como las que afloran al S. de la localidad de Paterna.

El Cretáceo Superior está representado por margas azuladas con grandes bloques de conglomerados, en la Sierrezuela, al S. del Ventorrillo (Hoja número 1.062, Paterna) del M. T. N. a escala 1:50.000. Los conglomerados contienen cantos gruesos de calizas jurásicas.

El Eoceno contiene arcillas y margas rojas y abigarradas y grises, con niveles intercalados de conglomerados similares a los del Cretáceo Superior.

El Oligoceno parece estar especialmente bien desarrollado y comprende, sobre todo, margas y arcillas rojas, azules, verdes y abigarradas.

Conviene advertir que entre los materiales propios de la unidad de Paterna, en diversas localidades, se encuentran incluidos tectónicamente retazos de materiales provenientes de otras unidades subbéticas o no identificables con seguridad. Ello contribuye a dificultar más aún el establecimiento de la serie estratigráfica. Finalmente, hay que recordar también que en muchos afloramientos la sucesión que puede reconocerse es notablemente incompleta; aparte de los efectos de la erosión, las laminaciones tectónicas han hecho desaparecer un cierto número de términos, en muchos casos.

2.4. UNIDAD DEL ALJIBE

La unidad del Aljibe (CHAUVE, 1960; CHAUVE y DIDON, 1960) es la más alta de todas, desde el punto de vista tectónico, de las que integran el conjunto de mantos de la región occidental de las Cordilleras Béticas. En esta unidad se pueden distinguir (CHAUVE, 1968) dos series estratigráficas superpuestas, que tienen características bastante diferentes. Ambas suelen estar separadas por una superficie de despegue, bastante generalizada. De ambas series, es la superior, como subraya DIDON (1969), la que forma los afloramientos más extensos.

La serie inferior está constituida fundamentalmente por arcillas abigarradas. Es común que estas arcillas presenten una clara disyunción en hojas, generalmente finas. Además, se encuentran también losetas de areniscas, que deben ser interpretadas como fragmentos de lechos continuos, que han sido secundariamente fragmentados; se trata de areniscas cuarzosas, comúnmente micáceas, de color amarillo sucio. También se encuentran fragmentos similares de calizas arenosas y de microbrechas calizas, si bien en menor proporción. No es posible levantar cortes estratigráficos completos, ni mucho menos, de esta serie, debido a su grado de tectonización, y también, en muchos puntos, a efectos de la solifluxión. Únicamente, por los resultados de estudios micropaleontológicos de muestras tomadas en diversos puntos, CHAUVE (1968) ha podido demostrar que están representados en esta serie: el Cretáceo Superior, el Paleoceno, el Eoceno y, probablemente, el Oligoceno. Con relaciones ambiguas con dicha serie inferior, se han encontrado también calizas con restos de *Microcodium*. DIDON (1969) ha llegado a conclusiones coincidentes con las ya referidas de CHAUVE (1968). Pero subraya la existencia de alguna mayor diversidad litoestratigráfica en esta serie basal. De todos modos, quedaría fuera de lugar el detallar aquí esas variaciones,

que no afectan a los rasgos fundamentales definidos anteriormente. Sin duda forman parte de la serie, pero no se puede establecer claramente su posición dentro de la misma. Finalmente, en la base de la serie inferior de la Unidad del Aljibe, se encuentran también, en muchas localidades, materiales margoso-yesíferos atribuibles con seguridad al Trías, pero no está tampoco clara su pertenencia real a la unidad del Aljibe propiamente dicha.

La serie superior, que puede denominarse más bien *formación del Aljibe*, está muy predominantemente formada por areniscas. Son las «areniscas del Aljibe» individualizadas por primera vez por GAVALA (1924). Estas areniscas son exclusivamente silíceas y tienen color blanquecino o amarillento en fractura fresca, pardusco por meteorización. Los granos son de cuarzo, y están bien redondeados; generalmente tienen pequeño tamaño (de unas décimas de milímetro a algunos milímetros). En algún punto pueden alcanzar hasta 1 cm. Estas areniscas contienen también cantos arcillosos. El cemento es limoso o arenoso de grano muy fino, y más o menos ferruginoso; por lo común no es muy consistente, de modo que estas areniscas son más o menos friables. En esta serie superior las areniscas pueden constituir más del 95 por 100 de la potencia total. El resto consiste en lechos, generalmente muy delgados, de arcillas grises y azuladas. Los fósiles son muy escasos y no permiten establecer una cronoestratigrafía fina. Únicamente, como CHAUVE (1968) indica, esta formación —«la arenisca del Aljibe»— comprende el Oligoceno Superior, al menos desde el Estampense Superior (DIDON, 1969), y el Mioceno Inferior.

2.5. TERRENOS POSTOROGENICOS

2.5.1. Mioceno Superior

El Mioceno Superior forma afloramientos no excesivamente numerosos en esta Hoja. Uno, bastante importante, constituye el cerro que está coronado por la villa de Medina-Sidonia; otro,

el mayor de todos, se extiende desde la costa al S. de Vejer de la Frontera hasta unos kilómetros al S. de dicha villa, a lo largo de la divisoria de los ríos Barbate y Salado.

Del primero de dichos afloramientos CHAUVE (1968) describe un corte (tabla I) que es bastante representativo del Mioceno Superior de la Hoja.

TABLA I

- c) Calizas arenosas, con algunos bancos que presentan estratificación cruzada. Contienen algunas intercalaciones de arenisca y de margas arenosas, hacia la parte superior del tramo. En conjunto, este tramo presenta coloraciones amarillentas, y origina escarpes pronunciados en el relieve. Los niveles margosos son muy fosilíferos. (Unos 100 metros.)
- b) Calizas arenosas bastas, con estratificación cruzada muy visible (40 m.).
- a) Margas arenosas grises con ricas microfaunas. (Más de 50 m. visibles.)

La superposición de dos formaciones, margosa la de la base, como el tramo a) del corte descrito, y calizo-arenosa como en los tramos b) y c) del mismo corte, es un rasgo general que puede extenderse al conjunto de la Hoja. Ahora bien, las potencias respectivas varían un tanto, sobre todo para las margas de la base. Ello guarda evidente relación con el hecho de que el Mioceno es transgresivo sobre un relieve no peneplanizado, sino afectado por desniveles de cierta importancia.

2.5.2. Plioceno

El Plioceno aflora extensamente en la parte occidental del área objeto de esta Memoria, y también al E. de Vejer de la Frontera. Afloramientos más pequeños se encuentran cerca del límite septentrional de la Hoja.

En conjunto, pueden distinguirse dos tramos. El inferior está constituido esencialmente por arenas amarillentas, en muchos casos asociadas a arcilla. El superior está formado por areniscas friables, y calizas areniscosas.

Faltan datos suficientes para la distinción de pisos en este Plioceno. Las microfaunas son, en general, ricas, y seguramente permitirían llegar a mejores precisiones.

2.5.3. Cuaternario

Los terrenos cuaternarios ocupan notables extensiones en el valle del Gaudalete y en las bajas tierras próximas al litoral (GAVALA, 1927, 1959; MABESOONE, 1963).

CHAUVE (1968) distingue entre un *Cuaternario antiguo* y un *Cuaternario reciente*.

El primero comprende aluviones antiguos del Guadalete y otros ríos, que forman extensos mantos aluviales y terrazas, constituidos por gravas, cementadas o no, situados unos metros por encima de los cursos actuales. En parte, por lo menos, deben pertenecer al Villafranquense.

El Cuaternario reciente está representado por las llanuras aluviales de los ríos citados, así como también por coluviones, y, sobre todo, masas deslizadas por corrimientos del terreno, muy abundantes en los extensos afloramientos margoso-arcillosos existentes en el área de la Hoja, y que corresponden especialmente al Cretáceo y Nummulítico subbéticos y a las series basales de las unidades alóctonas del Campo de Gibraltar.

Entre la bahía de Cádiz y el cabo Trafalgar, son numerosas las dunas, actuales y subactuales.

Por los cursos bajos del Guadalete y del Salado, y, en escala mucho menor, en otros puntos de las tierras litorales, se encuentran marismas, salobres en parte, cuyo desarrollo tiene relación con la evolución paleogeográfica reciente (GAVALA, 1927, 1959; MABESOONE, 1963).

3. TECTONICA

3.1. INTRODUCCION

Los primeros intentos de llegar a una interpretación tectónica del área de esta Hoja son los de GENTIL (1918), que vislumbra la importancia de las estructuras de corrimiento. GAVALA (1915, 1924) propone una interpretación totalmente autotónica. ROBAUX (1935) de nuevo insiste sobre la aloctonía de diversos materiales de la región (1968, etc.). Pero ha sido CHAUVE el primer autor que ha propuesto una interpretación tectónica coherente de la mayor parte del área objeto de esta Memoria. Queda fuera de su estudio la parte meridional (Hoja número 1.073, Vejer de la Frontera, del M. T. N. 1:50.000), la cual sólo en una pequeña porción queda dentro del área estudiada por DIDON (1969). No obstante, se pueden extrapolar sin especial dificultad, las interpretaciones de ambos autores para esa parte restante del área de la Hoja número 86. Esas interpretaciones, como se ha dicho antes, son coherentes y en gran parte están bien fundamentadas sobre los hechos de observación. Quedan, sin embargo —y no lo ocultan tampoco los autores—, conclusiones todavía sólo hipotéticas, por unos motivos u otros. Así, una parte de dichas interpretaciones debe ser considerada más como hipótesis de trabajo, o como interpretación provisional, que como conclusiones firmemente establecidas.

Desde el punto de vista tectónico, en este área se deben distinguir, lo mismo que desde el estratigráfico, las siguientes unidades (tabla II):

TABLA II
Terrenos Postorogénicos (3.4.)

.	
Zona Subbética	Unidades del Campo de Gibraltar (3.3.)
(3.2.)	(en este área, sólo U. de Paterna y U. Aljibe)

Se debe avanzar ya, para facilitar la comprensión de los tres apartados siguientes, que tanto los materiales de la zona subbética, como los de las unidades del Campo de Gibraltar son alóctonos. Y, también, que los materiales de la zona subbética proceden de un dominio más externo —es decir, más cercano al antepaís (Meseta)— que los de las unidades del Campo de Gibraltar. De estos últimos, a su vez, la unidad de Paterna es más externa que la del Aljibe. En la tabla II, todas estas unidades están referidas según el orden de más externas o más internas, de izquierda a derecha.

Las observaciones de superficie —a pesar de las condiciones poco favorables del relieve y de la calidad de los afloramientos—, proporcionan valiosos argumentos y pruebas de la existencia de una estructura de mantos de corrimiento. Además, existen otros hechos y argumentos que, en conjunto, no dejan lugar a ninguna interpretación autoctonista: continuidad de estructuras hacia el E. y NE., fuera del área de la Hoja, donde el carácter alóctono de varias de las unidades aquí representadas se hace aún más evidente; los datos proporcionados por los sondeos profundos, especialmente los de Chiclana de la Frontera y Almarchal (PERCONIG, 1960-1962); en fin, sólo la

interpretación aloctonista puede explicar satisfactoriamente la distribución de las facies, y servir de base para una reconstitución paleogeográfica lógica y coherente con los hechos de observación.

3.2. ZONA SUBBETICA

3.2.1. Rasgos generales

En la región occidental de las Cordilleras Béticas, los mapas de cierto detalle de la zona subbética hacen resaltar un rasgo característico de su estructura: la discontinuidad.

Discontinuidad, por de pronto, general entre el Trías y los demás terrenos; los contactos respectivos suelen ser anormales. Según los casos, puede tratarse de simples despegues; en otros, bien ciertamente, se trata de superficies de corrimiento. También existen discontinuidades, estratigráficas por lo menos, pero de contacto anormal por despegue en muchos casos, en la base del Cretáceo Superior, del Nummulítico y de las morinitas. Finalmente, como ya se ha indicado en el capítulo precedente, es general la dislaceración de los estratos en el Trías, y, en menor, escala, en las formaciones cretáceas y nummulíticas. En todos estos casos, los niveles de rocas competentes aparecen fragmentados en paquetes y bloques, separados por la masa de materiales incompetentes. La estructura de detalle puede llegar a aparecer como caótica en bastantes puntos, aunque sin llegar a constituir verdaderos y extensos olistostromas, como sucede más al N. (PERCONIG, 1960-1962).

De lo que antecede se deduce que la estructura interna de la zona subbética es particularmente complicada en esta región occidental de las Cordilleras Béticas. En el área de esta Hoja número 86, estas características aparecen bien evidentes.

Por todo ello, si bien el carácter alóctono de los materiales de la zona subbética puede ser establecido en este área de modo tan seguro como en el resto, así como la vergencia gene-

ral de las estructuras hacia el antepaís, quedan todavía planteadas diversas cuestiones importantes. Entre ellas: la distinción y delimitación de las unidades de segundo orden en que se divide el conjunto subbético en esta área; diversos aspectos cinemáticos y dinámicos de las estructuras; la cronología del desarrollo de estas últimas; y un conocimiento mucho más detallado de la estructura interna.

A continuación se tratará sucesivamente de la primera (3.2.2.) y segunda (3.2.3.) de dichas cuestiones. La tercera será tratada en parte en este último apartado y en parte en el capítulo de Historia Geológica. En cuanto a la última de dichas cuestiones, los datos indispensables de algunos detalles de la estructura interna se han ido avanzando ya en páginas anteriores, y se darán algunos más aún; pero quedaría fuera de la índole de esta Memoria una referencia más detallada.

3.2.2. Subdivisión de la zona subbética

Como base para una subdivisión del conjunto de los materiales subbéticos de esta región, CHAUVE (1968) distingue tres conjuntos litológicos:

- Los materiales del Trías, cuya incompetencia general ha sido ya subrayada.
- El Jurásico, constituido sobre todo por calizas, que confieren a este conjunto un carácter competente, y al cual, a pesar de su menor competencia, se agrega el Cretáceo Inferior por aparecer solidario del Jurásico en las estructuras.
- El conjunto, esencialmente margoso, incompetente, que comprende el resto de la serie, del Cretáceo Superior al Mioceno Inferior.

A las moronitas las considera aparte, aunque reconoce sus estrechas relaciones con la serie subbética propiamente dicha.

En el área de la Hoja número 86, el segundo de dichos conjuntos apenas está representado.

Por lo demás, CHAUVE (1968) estima que hay que considerar dos niveles de despegue principales en esta parte del Subbético: uno, en el techo del Trías; otro entre el Cretáceo Inferior y el Superior. Según este autor, las discordancias que aparecen entre este último —o en su caso, el Terciario— sobre los términos inferiores de la serie, se explicarían todas como efectos de este segundo nivel de despegue. En el área de esta Hoja, los hechos de observación no permiten dar una confirmación definitiva, ni tampoco rechazar tal interpretación. Sin embargo, a la vista de lo que ocurre en áreas próximas de la misma zona subbética, hay que dejar abierta la posibilidad de otras interpretaciones, como se alude en las Memorias de las Hojas número 81, 82 y 87.

Tampoco es posible, con los datos disponibles, determinar si en el área de la Hoja afloran materiales subbéticos pertenecientes a un manto de corrimiento. Todo lo más, se puede plantear la cuestión de si el Jurásico y el Cretáceo Inferior del Berrueco asoman en una ventana tectónica, y pertenecen a otra unidad infrayacente a los circundantes; o bien forman parte de la misma unidad que éstos.

En cuanto a las moronitas, su contacto basal es de despegue, pero no puede determinarse la importancia de éste.

Por último, los contactos del Cretáceo Superior y —en los puntos allí donde falta éste— del Nummulítico con el Trías, son también anormales, según los datos de observación disponibles. Sugieren un despegue, pero no necesariamente grande. La falta de los términos intermedios de la serie puede explicarse por efectos del diapirismo precoz y/o de una etapa tectónica anterior al Cretáceo Superior, y/o, al Nummulítico. No es preciso invocar el mecanismo, más complicado, que prefiere CHAUVE (1968), según el cual el dispositivo actual resultaría del juego combinado de despegues, en la base del Jurásico, acepillamientos basales («rabotages basaux») de la serie competente Jurásico-Cretáceo Inferior, y continuación de la sedimentación pelágica indistintamente sobre unos términos u otros del substrato mesozoico.

3.2.3. Cuestiones cinemáticas y dinámicas

Los datos disponibles, a pesar de su insuficiencia para aclarar otras cuestiones, permiten asegurar que el mecanismo de la traslación de los materiales subbéticos que se observan en el área de la presente Hoja, es el de deslizamiento gravitativo. Se trata de un manto (o unos mantos; como se ha indicado, esto no es posible de determinar en este área).

Un análisis un poco más detallado permite, por otra parte, vislumbrar que la estructura actual del Subbético puede ser, en realidad, resultado de la superposición, en el tiempo, de más de una. Que se trate de efectos de una halocinesis más o menos precoz, de deformaciones tectónicas antesenonenses, o —lo que es más verosímil— de ambas cosas, hay que admitir una cierta deformación previa a la que afecta al conjunto de materiales terciarios subbéticos (con el Senonense, allí donde está representado), como ya se alude en el apartado anterior 3.2.2. También existen indicios de deformaciones —pliegues— posteriores al corrimiento. Pero la insuficiencia de los datos disponibles no permite mayores precisiones por el momento.

3.3. LAS UNIDADES DEL CAMPO DE GIBRALTAR

Los estudios de CHAUVE (1960-1962, etc.) han puesto de manifiesto en este área dos hechos de gran importancia sobre estas unidades: la plena confirmación del carácter alóctono de la unidad del Aljibe, y la existencia, en posición más avanzada, de otra unidad, que es la unidad de Paterna, que puede denominarse «manto de Paterna» sin inconveniente. Además, confirmó también que la unidad del Aljibe —para la que no hay tampoco inconveniente en denominar, dados su extensión y su carácter, «manto del Aljibe»—, es la más alta, desde el punto de vista tectónico, de la región.

En cambio, el mismo autor interpreta los afloramientos de la unidad de Paterna situados en contacto con terrenos subbéticos como ventanas tectónicas. Dado que el sentido de los corrimientos es indudablemente hacia el NNW., es decir, hacia el exterior del ámbito de las Cordilleras, la aparición en ventana tectónica de la unidad de Paterna sugeriría que ésta es más «externa» que el Subbético. Ahora bien, por otra parte CHAUVE (1968) advierte la indiscutible afinidad de los terrenos que forman la serie de base de la unidad del Aljibe. Ello hace inverosímil la procedencia «citra-subbética» de la unidad de Paterna. Por el contrario, indica que la «patria» de ésta debía encontrarse junto a la de la unidad del Aljibe; por tanto, en situación mucho más interna, posiblemente ultrabética. Para armonizar todas esas premisas no hay más solución que el complicado mecanismo invocado por CHAUVE (1968), según el cual la unidad de Paterna, en una primera etapa se habría trasladado muy hacia el exterior, rebasando el dominio subbético. Luego, en una segunda etapa, el Subbético, a su vez, se habría corrido hacia el exterior también, y habría quedado colocado encima de la unidad, o manto, de Paterna.

No obstante, los hechos de observación conocidos por los autores no permiten excluir otra posibilidad: la de que los afloramientos de la unidad de Paterna entre los materiales subbéticos no sean realmente ventanas tectónicas, sino, por el contrario, isleos. Con ello el mecanismo para explicar su situación sería muy simple, como es obvio. De todos modos, es de notar que faltan aún observaciones más detalladas que permitan definitivamente resolver esta importante cuestión.

También se debe indicar que CHAUVE (1968) sugiere que el manto de Paterna se continuaría más al N., pasando lateralmente al manto de Carmona definido por PERCONIG (1960-1962). Por lo menos, como hipótesis de trabajo se puede retener esta sugestión. Pero no se debe excluir tampoco otra posibilidad: la de un origen más próximo —subbético— de este último.

En cuanto a la unidad o, mejor, manto del Aljibe, se comprueba en la región que es el manto más alto del edificio tectónico. Como lo muestran sus contactos marginales y las ventanas tectónicas que presenta, recubre indistintamente elementos del Subbético, de la unidad de Paterna, y, fuera del área de la Hoja número 86, de las demás unidades del Campo de Gibraltar.

Otro hecho que hay que resaltar es el despegue generalizado que existe al nivel del límite entre las series inferior —margociliosa— y superior —constituida por las «areniscas del Aljibe»—, que integran este manto de corrimiento.

La estructura interna de ambos mantos —de Paterna, y del Aljibe— es complicada, por la infinidad de pliegues disarmónicos, despegues, y pequeñas fracturas que afectan sus materiales. En el caso del manto del Aljibe, sobre todo en su frente, la serie superior areniscosa se presenta fragmentada lateralmente en bloques y grandes retazos, más o menos movidos unos con respecto a otros. Localmente, pueden darse disposiciones verdaderamente caóticas. Es difícil, en bastantes casos, delimitar la parte que en la génesis de estas últimas han tenido respectivamente los procesos tectónicos y los deslizamientos de ladera.

En cuanto al mecanismo de traslación de los mantos de Paterna y del Aljibe, las características litológicas, y todos los demás hechos de observación conocidos, no dejan lugar a la menor duda de que se trató de deslizamientos por la acción de la gravedad. Ambos mantos constituyen magníficos ejemplos del tipo de deslizamiento gravitatorio.

3.4. TECTONICA RECIENTE

Después de las últimas traslaciones de mantos de corrimiento, ocurridas —lo más tarde— a principios del Mioceno Superior, esta región no ha sido afectada más que por pliegues extremadamente laxos, más bien relacionables con movimien-

tos diferenciales según la vertical, que con otros de compresión. Aunque faltan estudios minuciosos sobre las eventuales estructuras recientes, parece ser que en el área de la Hoja no se hallan tampoco pruebas de la tectónica de fractura neógena y cuaternaria bien representada en otras regiones de las Cordilleras Béticas.

Por último, hay que recordar, en este apartado, la relativa importancia de la subsidencia reciente, prolongada hasta los tiempos actuales, en una parte del litoral próximo a Cádiz (GAVALA, 1927, 1969; MABESOONE, 1963). En relación con ella se han desarrollado las vastas marismas que se extienden por el bajo Guadalete y al S. de la bahía de Cádiz.

4. HISTORIA GEOLOGICA

Debido a su carácter alóctono, los terrenos (exceptuados los postorogénicos) que afloran en el área objeto de la presente Memoria pueden suministrar una información geológico-histórica relativa a un ámbito más amplio, para ciertas épocas. Por otra parte, no tendría gran interés el restringirse a la primera. Es preferible evocar brevemente los grandes rasgos de la evolución paleogeográfica de las Cordilleras Béticas, en lo que se refiere más concretamente a los materiales que afloran en el área correspondiente a esta Memoria.

Para una mejor sistematización se abordarán separadamente la historia del dominio subbético y la del correspondiente a las unidades del Campo de Gibraltar, hasta la definitiva edificación de la estructura en mantos de corrimiento. Finalmente, se tratará de la evolución postorogénica.

Las formaciones sedimentarias de la zona subbética se depositaron en un dominio situado más al SE. de su actual posición en los afloramientos de esta Hoja. La distancia a la que se encontraba este dominio no puede ser evaluada con exactitud, pero es seguro que es superior, por lo menos, a algunas dece-

nas de kilómetros. En ese dominio subbético se desarrolló en el Trías (posiblemente, ya desde algo antes), una sedimentación propia de plataforma, continental durante parte del Trías, marina de aguas someras en el resto del tiempo, hasta finales del Lías Medio. Se establece entonces una fuerte subsidencia diferencial, y el dominio subbético adquiere las características de geosinclinal. Durante el Lías Superior, el resto del Jurásico, y en el Cretáceo Inferior, se depositan formaciones sedimentarias de facies pelágicas, con similares características de las coetáneas de los demás geosinclinales alpinos.

La historia geológica de ese dominio se hace más oscura —a pesar de ser menos antigua— a partir del Cretáceo Inferior.

La sedimentación parece haberse interrumpido, en varios sectores del dominio subbético, en el Cretáceo Medio. En diversas localidades, el Cretáceo Superior, o el Nummulítico, según los casos, parecen tener un carácter transgresivo, y reposan sobre terrenos de edades diferentes. Aun descontados los efectos de despegues ocurridos en épocas posteriores, parece vislumbrarse —fuera del área objeto de esta Memoria, más al E., en la propia zona subbética, ello está comprobado— que los terrenos antesenonenses fueron deformados, antes del depósito de los terrenos de edad posterior. En el estado actual de los conocimientos no es posible dar una respuesta definitiva a esta cuestión para el área de esta Hoja. Ni mucho menos, en el supuesto de que tal deformación exista, se puede determinar la importancia relativa que en ella habrán tenido la halocinesis y la tectónica propiamente dicha.

En el Cretáceo Superior domina aún una sedimentación de tipo pelágico, no necesariamente de aguas profundas («couches rouges» y «scaglia rossa»). Al final del período y, cada vez más, en el Nummulítico llegan aportes detríticos que, en diversos episodios y localidades, confieren a la serie un carácter de Flysch.

Lo mismo que en el caso de los eventuales movimientos

intracretáceos, los datos disponibles en el área de la Hoja son insuficientes para determinar la repercusión, en la misma, de los importantes movimientos de edad eocena y oligocena reconocidos en otras partes del dominio subbético.

En el Mioceno Inferior (Aquitano-Burdigaliense), y posiblemente ya desde los últimos tiempos del Oligoceno, se desarrolla —seguramente sobre una parte de los elementos subbéticos— la sedimentación de las moronitas. Estos materiales evocan un medio sedimentario propio de mar poco profundo, rico en plancton, y al cual llegaban también aportes detríticos finos.

Posteriormente, según CHAUVE (1968) iniciado incluso el Mioceno Superior, se desarrolla la última —única que en el área de esta Hoja puede ser bien datada—, etapa de la tectónica de mantos de corrimiento. Quizá no haya sido la más importante. Sin embargo, es en esta etapa, que la estructura en mantos de la zona subbética adquiere sus rasgos definitivos.

La historia geológica relativa a las unidades del Campo de Gibraltar, y concretamente a las dos —mantos de Paterna y del Aljibe—, que están representadas en el área de la Hoja, es más oscura.

Por de pronto, la posición del dominio sedimentario en el que se formaron los materiales que las integran no es conocida. Lo único seguro es que se encontraba más al interior que el dominio subbético. Pero si quedaba situado entre los de las zonas externas y de las internas, o bien más al interior del dominio bético, es una cuestión controvertida. Los estudios de CHAUVE (1968) y de DIDON (1969), que son los que más recientemente se han planteado esta cuestión, dejan sin resolver este dilema.

Fuese al exterior, fuese al interior del ámbito bético, el hecho es que —los datos estratigráficos proporcionados por estas unidades lo revelan— se desarrolló, del Cretáceo Superior al Mioceno Inferior, sedimentación de una serie que tuvo, en algunos episodios, características de Flysch. Hay que advertir, de paso, que el Flysch en sentido estricto no es muy abundante

en estas unidades. Las denominaciones de «Flysch del Campo de Gibraltar», o de «mantos de Flysch», dadas en bastantes publicaciones a estas unidades son, sin suda, abusivas, y convendría vigilar su uso. En todo caso, los aportes detríticos provienen de áreas fuente de localización todavía problemática. La presencia de abundantes detritus cuarzosos, feldespáticos y micáceos, en varios tramos, de tipo flysch o no, evoca la existencia de afloramientos de rocas cristalinas. Pero, por el momento, es imposible determinar si tales afloramientos se encontraban en el ámbito de las zonas internas, más al interior que éstas, o bien en eventuales cordilleras situadas entre los respectivos dominios de las zonas internas y las externas.

De la colocación («mise en place») de los mantos de Paterna y del Aljibe se conoce bien, por lo menos, la etapa final, que se sitúa a comienzos del Mioceno Superior (CHAUVE, 1968; DIDON, 1969).

Así, en virtud de estos procesos de corrimiento, han venido a superponerse, en definitiva, sobre un zócalo continuación del de la Meseta (que no aflora y que se encuentra a una profundidad del orden de varios millares de metros), masas de materiales sedimentarios procedentes de dos dominios distintos. Por una parte, del subbético. Por otra, de aquél, mal localizado aún, pero más interno, correspondiente a las unidades del Campo de Gibraltar; en este caso, los mantos de Paterna y del Aljibe. Estos mantos han solapado parcialmente al Subbético. Este, a su vez, está corrido sobre su substrato, constituido, al fondo, por el zócalo referido, más una cobertera autóctona, que tampoco aflora en esta región, y, tal vez algún otro elemento intermedio, alóctono, situado entre el autóctono y el propio Subbético que aflora. Los sondeos practicados (PERCONIG, 1960-1962), aunque han suministrado datos muy interesantes, que apoyan estas conclusiones, son insuficientes para llegar ya más lejos en la interpretación.

Como ya ha sido indicado (3.4.), con posterioridad a la colocación de los mantos en sus posiciones definitivas, el área

de la Hoja no ha experimentado más que deformaciones muy suaves y la subsidencia diferencial, que le han dado sus rasgos actuales.

Ahora bien, aunque las deformaciones hayan sido nuevas, su repercusión, junto con los procesos de erosión y sedimentación desarrollados, han sido muy notable en lo que respecta a los rasgos geográficos. Los estudios de GAVALA (1927, 1959) y de MABESOONE (1963), ponen de manifiesto que incluso en los tiempos históricos, el trazado de la línea de costa ha experimentado variaciones importantes. Baste recordar que, en tiempos de los romanos, el Guadalete tenía un amplio estuario y Cádiz se encontraba en una isla, y que gran parte de las actuales marismas ocupan lugares antes cubiertos por el mar.

5. BIBLIOGRAFIA

- BOURCART, J. (1935).—«Le Quaternaire marin dans le golfe de Cadix». *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 201, pp. 1493-1495.
- COLOM, G. (1952).—«Aquitainian-Burdigalian deposits of the North Betic strait, Spain». *Journ. Pal.*, t. XXVI, pp. 867-885.
- CHAUVE, P. (1960-1962).—«Structure géologique de la région centrale de la province de Cadix (Espagne)». *Mém. h. s. Soc. Géol. France, Livre Mém. Paul Fallot*, t. I, pp. 257-264, 8 fig. (1 mapa E. 1:1.250.000).
- (1961).—«Sur l'extension de l'unité de Paterna dans le Nord-Ouest de la province de Cadix (Cordillères Bétiques)». *C. R. somm. Soc. Géol. France*, pp. 271-272.
- (1963).—«Sur la signification et l'origine de l'unité de Paterna (province de Cadix)». *C. R. somm. Soc. Géol. France*, pp. 83-84.
- (1968).—«Etude géologique du nord de la province de Cadix». *Mem. I. G. M. E.*, t. LXIX, 377 pp., 105 fig., XVIII lám., 1 mapa E. 1:100.000.
- CHAUVE, P.; DIDON, J.; MAGNE, J. y PEYRE, Y. (1964).—«Mise

- au point sur l'âge des phénomènes tectoniques majeurs dans les Cordillères Bétiques occidentales». *Geol. en Mijnb.*, t. 43, pp. 273-276, 1 fig.
- DIDON, J. (1967).—«L'unité parautochtone de l'Almarchal dans la Zone du Flysch du Campo de Gibraltar (Espagne méridionale)». *C. R. somm. Soc. Géol. France*, pp. 201-202, 1 fig.
- (1969).—«Etude géologique du Campo de Gibraltar (Espagne méridionale)». *Th. Univ. Paris*, 3 t., vii+539 pp.; 124 fig. 3 lam. f. t.
- GAVALA, J. (1916).—«Regiones petrolíferas de Andalucía». *Bol. I. G. M. E.*, t. XXXVII, pp. 27-211, 7 lám., 1 mapa.
- (1924).—«Mapa geológico de la provincia de Cádiz». *I. G. M. E.*, 1 mapa 1:200.000.
- (1927).—«Cádiz y su bahía en el transcurso de los tiempos geológicos». *Bol. I. G. M. E.*, t. 49, pp. 217-245.
- (1959).—«Mapa geológico de España escala 1:50.000. Hoja número 1.061, Cádiz», *I. G. M. E.*, Mem. de lxxx+96+139 pp., 3 lám., y mapa 1:50.000.
- GENTIL, L. (1918 a).—«Sur l'existence de grandes nappes de recouvrement dans la province de Cadix (Espagne méridionale)». *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 166, pp. 1003-1005.
- (1918 b).—«Sur l'âge des nappes de recouvrement de l'Andalousie et sur leur raccordement avec les nappes pré-rifaines (Maroc septentrional)». *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 167, pp. 373-375.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA.—«Estudio geológico del Campo de Gibraltar»; 2 t., 136 pp., 11 pliegos con mapas, fig. y fotos (*inédito*).
- MABESOONE, J. M. (1963 a).—«Observations on sedimentology and geomorphology of the Guadalete drainage area (Cádiz, Spain)». *Geol. en Mijnb.*, v. 42, pp. 309-328, 16 fig.
- (1963 b).—«Les sédiments pré-quaternaires et villafranchiens du bassin fluvial de la Guadalete (prov. de Cadix)». *Est. Geol.*, vol. XIX, pp. 143-159, 9 fig.

- MACPHERSON, J. (1872).—«Bosquejo geológico de la provincia de Cádiz»; 156 pp. Cádiz (Impr. Méd.).
- PERCONIG, E. (1960-1962).—«Sur la constitution géologique de l'Andalousie occidentale en particulier du bassin du Guadalquivir (Espagne Méridionale)». *Mém. h. s. Soc. Géol. France. Livre à la Mémoire du Professeur Paul Fallot*, t. 1, pp. 229-256, 6 fig.
- ROBAUX, A. (1953 a).—«Extension des formations du Crétacé Supérieur, de l'Eocène et de l'Oligocène dans la série du Flysch du Sud de la province de Cadix». *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 200, pp. 955-957.
- (1935 b).—«Sur la présence du Crétacé Supérieur à la base de la série du Flysch du Sud de la province de Cadix». *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 200, pp. 478-480.
- (1935 c).—«Sur l'existence de l'Eocène Supérieur et de l'Oligocène dans la série du Flysch du Sud de la province de Cadix». *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 200, pp. 685-687.
- SAAVEDRA, J. L. (1964).—«Datos para la interpretación de la estratigrafía del Terciario y Secundario de Andalucía». *N. y Com. I. G. M. E.* número 73, pp. 5-50, 25 fig.