



1. INTRODUCCION

La Hoja 1.009 (GRANADA), del Mapa Geológico Nacional, abarca un área en la que se encuentran representadas unidades muy diferentes y hasta de muy diversa procedencia. Está localizada en el contacto entre la Zona Bética y la Zona Subbética, contacto casi siempre cubierto por los materiales neógenos y cuaternarios de la Depresión de Granada.

Las unidades subbéticas presentes son: *Unidad de Sierra Elvira* (del Subbético Medio), *unidades del "Manto de Moclin"* (Subbético Interno), *unidad de Sierra Arana* (Subbético Interno) (1).

Entre las unidades béticas, las hay pertenecientes a los Maláguides y a los Alpujárrides. Son Maláguides las unidades de la Zona de Cogollos (BLUMENTHAL y FALLOT, 1935), y Alpujárrides, las situadas más al S., en la Sierra de la Yedra y los alrededores de La Alfaguara. Se han diferenciado varias unidades en los Alpujárrides de esta región, al S. de Sierra Arana y N. de Sierra Nevada (van BEMMELEN, 1927; NAVARRRO-VILA, 1970).

Los materiales neógenos y cuaternarios afloran extensamente y rellenan la *Depresión de Granada*.

En esta Memoria se utilizan los términos siguientes, en el sentido de los autores expresados entre paréntesis: *Subbético Interno* (GARCIA-DUEÑAS, 1967, y no STAUB, 1934), *Manto de Moclin* (FONTBOTE y GARCIA-DUEÑAS, 1968), *Alpujárrides* (FALLOT, 1948) y *Maláguides* (DURAND DELGA, 1963).

La cartografía y estudio de la Hoja ha sido realizado por cada uno de nosotros del siguiente modo: Neógeno y Cuaternario, al S. del paralelo de Sierra Elvira, y Microfaunas del Terciario (J. M. G.-D.); Neógeno y Cuaternario, al N. del paralelo de Sierra Elvira (V. G.-D. y J. M. G.-D.); Unidades béticas y subbéticas (V. G.-D.).

(1) Se plantea un problema especial, que trataremos más adelante, sobre la llamada Unidad del Peñón de la Mata (ALDAYA, 1966); esta unidad fue incorporada a la Unidad Sierra Arana (GARCIA-DUEÑAS, 1968). Su posición ha sido considerada también por M. DURAND DELGA y A. FOUCAULT (1967).

2. ESTATIGRAFIA Y PETROLOGIA

En la Hoja de Granada existen materiales desde paleozoicos hasta actuales. En función de los caracteres petrológicos o estratigráficos, pueden distinguirse diferentes series, muchas de ellas exclusivas de otras tantas unidades tectónicas.

Algunas unidades tienen graves problemas para su individualización o para el establecimiento de su posición paleogeográfica original. En este capítulo no será discutida la posición de cada serie o su atribución a una unidad determinada. Se trata simplemente de la descripción de las diferentes sucesiones estratigráficas.

2. 1. SERIES DE LAS UNIDADES SUBBÉTICAS

Se incluyen también aquí algunas series, pertenecientes a unidades de posición dudosa y localizadas en el contacto entre las Zonas Bética y Subbética. Sin embargo, la mayor parte de las series descritas tienen un carácter subbético, que no ha sido puesto en duda por ningún autor.

2. 1. 1. SERIE DE SIERRA ELVIRA

Algunos yacimientos fosilíferos de Sierra Elvira fueron descubiertos por M. BERTRAND y W. KILLIAN (1889). Los términos liásicos han sido objeto de un estudio detallado de A. LINARES y R. MOUTERDE (1960-62). Uno de nosotros (V. G.-D.) ha realizado una revisión de los términos ya conocidos y estudiado la parte de la serie correspondiente a Dogger y Malm, que se compendia a continuación.

Trias superior: Compuesto de margas rojas, verdes y violetas, con intercalaciones delgadas de niveles detriticos (areniscas y limos), carniolas, sales y yesos, y ofitas. Este conjunto de materiales pueden ser atribuidos al Keuper, sin excluir la posibilidad de que exista algo de Trias medio.

La posición del Keuper de Sierra Elvira no es evidente; seguramente se trata de un Trias diapirico.

Lías inferior y medio: Sobre el Trias se colocan en diversos puntos unas dolomías, con niveles de carniolas en la base. Por encima de las dolomías se habrían sedimentado unas calizas claras mal estratificadas y de grano fino. No es posible evaluar la potencia de las dolomías ni la de las calizas blancas; ambas afloran con un espesor del orden de decenas de metros. Faltan afloramientos para establecer correctamente las relaciones entre las dolomías y estos primeros términos calizos del Lías inferior.

En la vertiente SE. de la Sierra, que es donde existen los mejores cortes estratigráficos, afloran unas calizas grises con nódulos de sílex y con una potencia superior a los 80 m. Son calizas bien estratificadas en bancos de más de 20 cm., alternantes con otros finos, algo pizarrosos. Son abundantísimos los nódulos y niveles discontinuos de sílex, que se disponen paralelos a la estratificación. La fauna es poco abundante (Radiolarios, Espongiarios, Crinoides); pueden considerarse del Lías medio bajo (?).

Las calizas liásicas terminan con unos 20 m. (potencia variable) de calizas con Crinoides, grises y de grano grueso (calizas espáticas). Al microscopio se observa una caliza recristalizada, con restos de foraminíferos y granos de glauconia; tienen Ostrácodos y algunos Braquiópodos (*Spiriferina*). Son explotados en canteras, con fines ornamentales y de construcción.

Lías superior: El muro del Domerense es una superficie irregular, con abundantes resaltes y depresiones del orden del dm. Se interpreta como una superficie (en realidad son varias sucesivas) de erosión submarina, con frecuentes interrupciones en la sedimentación (*hard-grounds*).

Los primeros niveles son de una caliza micrítica, con contenido en arcilla y bioclastos. En los primeros 6 m. se pueden recoger buenas faunas de Ammonites (*Juraphyllites*, *Arietice-ras*, *Attractites*) del Domerense medio.

El Domerense superior (11 m.) comprende 7 m. de calizas margosas, semejantes a las anteriores, pero con granos de cuarzo y nódulos de piritita limonitizada; también tiene Ammonites (*Lioceratoides*). Siguen 2 m. de calizas con nódulos de sílex, otros muy margosos, también con *Lioceratoides*, y, por fin, 2,5 m. de calizas margosas y margas con Radiolarios y Ammonites (*Emaciatice-ras*, *Canavaria*).

El Toarcense, con unos 60 m. en total, se compone de varios tramos. El primero, Toarcense inferior (30-35 m.), consta de margas y margocalizas amarillas, que predominan sobre algunas alternancias más calizas; los dos primeros metros, con *Dactyloceras*. El Toarcense medio (20 m.) es algo más calizo y de una coloración más gris; cerca de la base abundan los *Hildoceras*, *Dactyloceras* y *Lytoceras*. Los últimos 10 m. del Toarcense son ligeramente más calizos y con bancos de unos 20 cm. de espesor; pueden pertenecer al Toarcense superior (*Pseudogrammoceras?*).

El Aalenense (25 m.) tiene también Ammonites (*Pleydellia*) y unas calizas compactas de matriz micrítica, con numerosos intraclastos angulosos; las calizas alternan con términos margosos. Esta litología del Aalenense no es constante en toda Sierra Elvira; hacia la parte occidental y meridional se verifica un cambio lateral de facies hasta calizas margosas rojas, que recuerdan el "ammonítico rosso", tan frecuentes en el Aalenense y Toarcense de muchas series subbéticas. Presenta, en algunos casos, indicios de remoción y granoclasificación.

Dogger y Malm: Están constituidos por varios tramos, diferenciables litológicamente, pero pobres en faunas para una datación precisa. Se pueden distinguir:

- a) 18 m. (?). Margocalizas silíceas verdes, rojas y pardas, con Radiolarios (*radiolaritas*). Son de fractura astillosa y bien estratificadas en lechos de 5-10 cm. Su transición a los niveles del Aalenense es gradual; pueden pertenecer al Aalenense o al Bajocense.
- b) 20-30 m. Margas y margocalizas menos silíceas que las anteriores, que alternan con calizas, también silíceas y ricas en Radiolarios.
- c) 40 m. Calizas y margocalizas con *Aptychus*. Los bancos más calizos, grises o rosados, son de grano fino,

y las alternancias más margosas son algunas veces silíceas. Contienen Radiolarios y, en algunos niveles, *Aptychus* del Malm. En la vertiente NW. del Cerro de la Atalaya estos niveles son coronados por un paquete calizo, con bancos de caliza brechoide y otros de margocalizas blancas; los intraclastos y la matriz, algo arcillosa, de los niveles más altos del Malm, contienen Tintinidos y Radiolarios. Existe, entonces, el Titónico superior.

La vegetación y los derrubios imposibilitan la buena observación de las últimas capas del Jurásico; no puede hacerse con detalle la descripción de los términos del tránsito Jurásico-Cretáceo.

Cretáceo inferior: Al N. y NE. de la Atalaya afloran en muy pequeña extensión unas margas blancas, mal estratificadas, junto con unas calizas margosas grises claras.

No tienen fauna, pero la litología y su superposición al Titónico superior nos hacen pensar en una edad Neocomiense (quizás Berriasense).

Sobre los términos mesozoicos de la serie de Sierra Elvira descansan un Mioceno superior y un Cuaternario, que serán descritos en el apartado 2. 3.

Por su naturaleza, la serie de Sierra Elvira se considera emparentada con la serie del Zegri e integrante del Subbético Medio Meridional (GARCIA-DUEÑAS, 1967, 1969 a).

2. 1. 2. SERIE DE MOCLIN Y PEDRIZAGUILLA

Fué dada a conocer esquemáticamente por V. GARCIA-DUEÑAS (1966). El mismo autor ha ampliado su estudio; la descripción que sigue está tomada de la Memoria de la Hoja 991 (IZNALLOZ) del Mapa Geológico Nacional (GARCIA-DUEÑAS, 1970).

Raramente se suceden en orden normal los términos de la columna estratigráfica; las fallas normales son tan numerosas que es común la falta de algún término en cada corte. Una sucesión relativamente completa puede estudiarse en el monte Cauro, al NE. de Moclín. Hoja 991 (IZNALLOZ). La serie comporta:

- a) Más de 400 m. de dolomías y calizas atribuibles al Lías medio o inferior. Las dolomías, que parecen secundarias, se encuentran muy tectonizadas, y en algún punto se pueden ver, entre la masa dolomítica, algunos niveles margosos estériles. La potencia total del paquete dolomítico puede ser superior a los 250 m.

Sobre las dolomías se han depositado unas calizas blancas, de grano fino, cuyos niveles más bajos muestran algunas veces carácter brechoide; en alguna lámina delgada se ha reconocido una intraesparrudita con restos orgánicos banales.

Los términos más altos de la serie caliza toman el carácter de caliza masiva. Algunos de estos bancos están constituidos por una micrita con oolitos a veces muy grandes. Conforme se asciende en la serie, la ca-

liza deja de tener un color blanco para pasar a un color crema. No han aparecido restos fósiles.

- b) 80 m. Calizas con sílex. Los tramos de calizas crema son coronados por un paquete de calizas con sílex, bien representadas en la Cra. de Moclín a Tiena Baja. En ellas son muy abundantes los crinoides. Las calizas con sílex pueden estar dolomitizadas, pero su posición y la presencia de sílex permiten una diferenciación fácil de los niveles de dolomías basales. Como única fauna tienen algunos crinoides, por lo que su datación es imposible.
- c) 20 m. (?). Calizas grises de aspecto noduloso que recuerdan a las calizas tipo "falsas brechas". La litología es de una biomícrita más o menos arcillosa, según los bancos.

La única macrofauna encontrada es de *Lamellaptychus* y, en un afloramiento 2 km. al WNW. de Pedrizaguilla, se encontró un *Aulacosphinctoides*; por tanto, hay niveles del Kimmeridgiense sup. o Titónico inf. La microfascies de estos niveles es bastante expresiva: Protoglobigerinas, Saccocomidae, Radiolarios y Foraminíferos. Las calizas grises nodulosas pueden representar un Malm, quizá incompleto. Desde luego no ha aparecido el Titónico superior.

Da la impresión de que el Malm de la unidad de Moclín no es un paquete continuo o al menos de desarrollo constante. Si bien es verdad que por su reducida potencia puede desaparecer localmente con fallas de pequeño salto, es muy raro que sólo esté representado en unos pocos afloramientos.

- d) Más de 40 m. Margocalizas y margas claras, de color gris claro en fractura fresca. Se trata en general de micritas arcillosas. Son fosilíferas en muchos puntos, pero gran parte de sus fósiles son incompletos o están deformados. Los Ammonites encontrados permiten la datación de Neocomiense (*Olcostephanus*, *Bochianites*, *Crioceratites*).
- e) También está representado el Senonense (*Globotruncanas*) margoso y margocalizo rojo claro y rosado o blanco. En algunos afloramientos se ha cartografiado junto con el Neocomiense (NW. de la Hoja). No ofrece ninguna diferencia con el Senonense de la Hoja 991 (IZNALLOZ).

2 km. al NW. de Pinos Puente y en relación con afloramientos de unidades del Manto de Moclín, se han encontrado algunos enclaves, de tamaño reducido, de areniscas y arenas de matriz limosa, amarillas, semejantes a las que existen tan extensamente en Sierra Arana. Por la microfauna encontrada podrían pertenecer al Oligoceno superior o al Aquitaniense, probablemente discordante sobre la serie mesozoica descrita.

2. 1. 3. SERIE DE SIERRA ARANA

Esta Hoja únicamente contiene la terminación occidental de la Sierra Arana. Topográficamente se pueden distinguir las elevaciones correspondientes a la Loma de los Conejos y, más

al S., la alineación de la Sierra de Cogollos, que culmina en el Peñón de la Mata; ambos conjuntos montañosos están separados por el Valle del río Blanco. En este apartado, y con el nombre de Serie de Sierra Arana, nos referimos exclusivamente a la Serie que se reconoce en la Loma de los Conejos y más al E., fuera de la Hoja de Granada, en las proximidades del vértice Orduña, del Peñón de la Cruz y de la Cañada del Agua.

Esta serie estratigráfica ha sido descrita en varias publicaciones de diferentes autores: aquí se recogen observaciones estratigráficas de M. ELUMENTAL y P. FALLOT (1935), F. ALDAYA (1966), V. GARCIA-DUEÑAS (1968; 1969), A. C. LOPEZ GARRIDO y M. OROZCO (1970) y otras inéditas de uno de nosotros (V. G.-D.). La serie establecida se compone de los siguientes términos:

- a) Más de 350 m. de calizas y dolomías, atribuibles al Lías inferior y medio. La base de las dolomías no es accesible en ningún punto y los contactos con otros términos de la serie suelen ser tectónicos. Es difícil evaluar con exactitud la potencia total de las dolomías.

Por encima de las dolomías se sitúan unas calizas blancas, masivas y de grano muy fino. Tiene algunos bancos colíticos y son muy pobres en fósiles. Son micritas, casi siempre azoicas o con una microfauna banal; algunas muestras tienen un tamaño de grano de esparita. Muy pocas veces llegan a tener un contenido en arcilla del orden de un 10 %; lo común es que los terrígenos no superen el 5 %.

Precisamente en el cierre perianticlinal de la Loma de los Conejos aparecen, sobre las calizas blancas y masivas, otras bien estratificadas de grano grueso y recristalizadas. Este paquete, cuya potencia exacta es difícil de calcular (30 m.), es coronado por algunos estratos de tonalidades rojizas, calizos también, pero de grano más fino. Tienen crinoides y algunos braquiópodos. Cabe la posibilidad de que este tramo desaparezca lateralmente hacia el E.

Aparentemente en continuidad con las anteriores, se suceden otras calizas de color amarillento, gris o pardo, bien estratificadas y con abundante sílex en nódulos alargados, paralelos a la estratificación. A veces tienen crinoides y sus bancos más calizos alternan con lechos muy finos de naturaleza más margosa. Su potencia aproximada es de unos 40 m.

Tanto las dolomías como la serie caliza superior pueden considerarse como de edad liásica, a pesar de la falta de fósiles característicos. Probablemente las dolomías constituyen la base de la serie jurásica, hasta el Trias. Los niveles calizos deben corresponder a un Lías medio y superior, comprendiendo incluso algo del Dogger. Es casi seguro que el Dogger de Sierra Arana está incompleto o falta.

- b) 20 m., aproximadamente de calizas nodulosas grises, de pátina amarillenta, que descansan sobre las calizas de sílex precedentes. Contienen Ammonites, que permiten la datación del Batonense superior y Calloviense inferior

(*Eullatimorphites*, *Macrocephalites*, *Sphaeroceras*, *Subgrossouvria*). La microfacies de estos niveles es muy rica en filamentos y tiene una proporción variable, según la edad, de *Globochaete* y *Protoglobigerinas*; la litología corresponde a una caliza micrítica o esparítica, tanto más esparítica cuanto más bajo es el horizonte muestreado.

- c) Continúan los niveles de calizas nodulosas grises amarillentas con *Euaspidoceras* (*Oxfordense*); desaparecen los filamentos y se hacen abundantísimos las *Protoglobigerinas*.

Por encima se sitúan unos niveles calizos, primero más masivos y luego de caliza estratificada de color gris, sin aspecto noduloso. Su potencia es variable de unos cortes a otros, de modo que varios km. al E., el paquete tiene solamente 1 m.; la microfacies con *Saccocoma*, *Globochaete*, filamentos (raros) y *Aptychus* y los *Ammonites*, permite una datación precisa (*Peltoceras*, *Simoceras*, *Hybonotoceras*), de forma que se llega hasta el Kimmeridgiense superior; en otros cortes el Kimmeridgiense corresponde en parte a calizas nodulosas rojas.

- d) Potencia variable de varios metros, de calizas nodulosas de color rojo, del tipo de "falsas brechas". Son extraordinariamente ricas en fauna (*Berriasella*, *Haploceras*, *Himalayites*, *Micracanthoceras*). Los niveles del Titónico muchas veces son de colores grises, careciendo de los tonos rojos fuertes señalados. En los niveles más altos del paquete aparecen algunos Tintinidos, que no han sido localizados en todos los cortes.
- e) Más de 50 m. de margas y calizas margosas blancas, con algunos nódulos de sílex y fosilíferas. Frecuentemente están muy tectonizadas, por lo que presentan una fuerte hojiosidad. En lámina delgada se observa su naturaleza de biomicitas arcillosas con Radiolarios y *Nannocornus*; entre los *Ammonites* existentes se pueden citar: *Phylloceras*, *Protetragonites*, *Lytoceras*, *Neolissoceras*, *Crioceras*, del Neocomiense.
- f) Dentro de la Hoja no existe ningún afloramiento de Cretáceo superior relacionado con la serie de Sierra Arana. Inmediatamente al E., siguiendo el Río Aguas Blancas, aparecen pequeños afloramientos de Senonense, constituidos por calizas margosas rosadas y margocalizas con Globotruncanas.

Discordantes sobre la serie Mesozoica existen unas areniscas amarillas y algunas margas de colores verdosos. Las areniscas y limos amarillos no son muy fosilíferos, pero con los restos encontrados pueden atribuirse al Oligoceno; es posible que los niveles más altos comprendan una parte del Aquitaniense.

Por su parte, los niveles más margosos y de un tono verdoso o rojizo recuerdan los tramos del Eoceno, que aparecen mejor caracterizados hacia el E.

Como se ve, las condiciones de los afloramientos son tales que no puede darse, dentro de la Hoja de Granada, una sucesión precisa de los términos del Cretáceo superior y del Nummulítico.

2. 1. 4. SERIE DEL PEÑON DE LA MATA

El Peñón de la Mata es el vértice más alto de la Sierra de Cogollos y forma parte de una alineación montañosa que parece prolongarse hacia el E. hasta las elevaciones del Majalijar (Hoja 1.010 del M. T. N.).

M. BLUMENTHAL y P. FALLOT (1935, p. 41) admiten para el "Complejo del Peñón de la Mata" una doble posibilidad. Según ellos, puede tratarse de un elemento solidario del "Bético de Málaga" (Maláguides) o ser asimilable a la "zona de las imbricaciones subbéticas, bajo la cual se encapuchona el Bético de Málaga". F. ALDAYA (1966) define la "Unidad del Peñón de la Mata", cuyo origen seguro no establece, aunque subraya la hipótesis de que constituya una parte del Manto de Málaga (2).

Posteriormente (GARCIA-DUEÑAS, 1968) se ha considerado la Unidad del Peñón de la Mata como una parte de la Unidad de Sierra Arana. Las diferencias entre ambas series son atribuidas a un cambio de facies dentro de la misma Unidad.

M. DURAND-DELGA y A. FOUCAULT (1967) han estimado que el Peñón de la Mata forma parte de la llamada por ellos "Dorsal Bética". Según esta hipótesis la Unidad del Peñón de la Mata podría relacionarse con la Unidad que aflora más al S. en la ventana de Alfacar, resultando ambas, junto con Maláguides y Alpujárrides, trasladadas hacia el N. por encima de la Unidad de Sierra Arana, que representaría el Subbético más interno de esta región.

Uno de nosotros (V. G.-D.) ha estudiado algunas de las series y cortes presentes en dicha "Dorsal Bética", en especial los correspondientes al Peñón de la Mata y al Majalijar. En ambas elevaciones se ha encontrado un paquete de calizas nodulosas grises o rojas que podrían atribuirse al Malm y que recuerdan a los términos equivalentes de la Serie de Sierra Arana. Tampoco se han encontrado los afloramientos de Domerense y Toarcense fosilíferos, que a juicio de M. DURAND-DELGA y A. FOUCAULT constituyen una característica definitiva para la diferenciación de la dorsal. Los restantes términos de la serie son semejantes a los de Sierra Arana.

Así, pues, mantenemos por el momento la posibilidad de que el Peñón de la Mata y la Unidad de la Ventana de Alfacar puedan representar un Subbético muy interno, con variaciones de facies, sobre todo en el Lías superior, respecto a la serie de Sierra Arana.

2. 1. 5. SERIE DE LA VENTANA DE ALFACAR

Fue descrita y cartografiada por M. BLUMENTHAL y P. FALLOT (1935). La cartografía, recogida en esta Hoja, ha sido realizada recientemente por V. GARCIA-DUEÑAS y F. NAVARRO-VILA (pendiente de publicación).

La serie estratigráfica encontrada comprende unas dolomías muy potentes, atribuibles al Lías inferior, que terminan

(2) En la publicación de F. ALDAYA se habla del Manto de Guajar-Málaga, pero posteriormente, dicho autor ha estimado que las Unidades atribuibles al Manto de Guajar y los Maláguides no tienen relación entre sí.

en unos niveles bien estratificados de dolomías secundarias; pasados algunos niveles de naturaleza caliza, se encuentra un nivel discontinuo de calizas arcillosas rojas o rosadas en las que no se han encontrado fósiles (¿Lías superior?). Por encima de estos niveles se sitúa un potente paquete de calizas blancas, con frecuencia colíticas y mal estratificadas. Probablemente son superiores a ellas unas calizas grises con sílex, pero la gran cantidad de fallas normales existentes impiden el conocer la posición exacta; desde luego si estas calizas con sílex están intercaladas en el paquete de calizas blancas, lo están en la parte alta. Separados por contactos anormales y con afloramientos de pequeña extensión, se han encontrado algunas margocalizas y calizas pizarrosas y tectonizadas de coloraciones rojizas y más arriba blancas; una parte de estos materiales parece corresponder a la transición Jurásico-Cretácico, y el resto, al Neocomiense.

Por encima y probablemente con carácter transgresivo (no es posible una observación correcta) existe un Nummulítico margoso y detrítico, que probablemente alcanza hasta un Oligoceno.

2. 2. SERIES DE LAS UNIDADES BETICAS

Las Unidades Béticas presentes en la Hoja de Granada han sido asimiladas, desde hace tiempo, unas al Complejo Maláguide, y otras, al Complejo Alpujárride. La diferencia entre Alpujárrides y Maláguides es suficientemente neta como para permitir una fácil agrupación de las unidades de uno y otro complejo.

Las Unidades Maláguides se localizan en una franja estrecha de dirección ENE.-WSW., sobre la que se ha modelado el Valle del Río Bermejo. Forman parte de la llamada Zona de Cogollos Vega, considerada como Maláguide (BLUMENTHAL, 1928).

Los Alpujárrides tienen una distribución más irregular y dejan aflorar en varios sitios el substrato sobre el que se han corrido; una buena muestra es la Ventana de Alfacar, cuya serie se ha descrito ya. La existencia de diferentes Unidades Alpujárrides era conocida (Van BEMMELLEN, 1927) y F. NAVARRO-VILA (1970) ha efectuado una revisión de las Unidades Alpujárrides presentes al N. de Sierra Nevada.

2. 2. 1. SERIE DE LAS UNIDADES MALAGUIDES

En el Valle del Río Bermejo, al E. de Cogollos Vega, existen varias escamas de materiales paleozoicos y permotriásicos.

El Paleozoico Maláguide del Río Bermejo muestra una sucesión con menos términos de los que pueden reconocerse más al E., fuera de los límites de la Hoja de Granada. Aquí no se hallan los micascistos negros de tonalidades verdosas existentes al S. de Diezma (Hoja 1.010 del M. T. N.) y están más representados los niveles de "calizas alabeadas", descritos en otros puntos (BLUMENTHAL y FALLOT, 1935). Al ESE. del Peñón de la Mata hay un pequeño afloramiento de tales calizas, encontrado por F. ALDAYA. Estas calizas pueden atribuirse al Silúrico, según M. BLUMENTHAL y F. FALLOT, aunque podrían ser devónicas.

La mayor parte del Paleozoico son grauwacas y términos más arcillosos alternantes, que a veces tienen restos vegetales. P. FALLOT (1948, p. 108) dice que "aunque ninguno de ellos —se alude a los restos de plantas encontrados en grauwacas parecidas a las que nos ocupan— sea determinable, los especialistas estiman en general que se trata de Devónico superior o de Culm".

El Paleozoico comprende también algunos niveles de conglomeraos y enclaves de rocas volcánicas básicas.

Sobre el Paleozoico Maláguide se apoyan unas areniscas rojas de tonos vivos y característicos, que coexisten con términos conglomeráticos, también rojos, con cantos redondeados de cuarzo; son frecuentes los niveles lutílicos que alcanzan gran desarrollo. Se puede admitir que el Paleozoico y Permotrias maláguides están separados por una discordancia angular, aunque en el Valle del Río Bermejo esa superficie sea difícil de localizar a consecuencia de la tectonización y escamación de las Unidades Maláguides.

Generalmente la serie de las diferentes escamas maláguides queda reducida a los términos descritos. Sin embargo, algunas veces se asocian a estos materiales otros de edad más reciente.

Con cierta frecuencia descansan sobre el Permotrias, dolomías más o menos carniolares, cuyo contacto con los materiales rojos permotriásicos parece normal. Se ha podido observar (V. G.-D.) cómo en la base las dolomías engloban algunos pequeños cantos de Permotrias. Las dolomías a que nos referimos podrían pertenecer al Triás superior o al Lias inferior; carecemos de criterios para la datación precisa.

Un kilómetro al S. del Peñón de la Mata afloran unas calizas blancas de grano fino que están relacionadas con el Permotrias maláguide y con unas dolomías. Las calizas están intercaladas entre el Permotrias y las dolomías, aunque no puede descartarse la posibilidad de que el contacto entre calizas blancas y Permotrias sea tectónico. Estas calizas blancas compactas tienen un aspecto similar a las calizas del Lias de la serie de Sierra Arana, pero su posición nos obliga a plantear la atribución al Lias con ciertas reservas. Por la pequeña magnitud del afloramiento, en cartografía sólo figuran representadas las dolomías.

2. 2. 2. SERIES DE LAS UNIDADES ALPUJARRIDES

Son varias las Unidades Alpujarrides que pueden diferenciarse al S. de Sierra Arana y dentro de la Hoja de Granada.

La unidad que aflora más extensamente consta de unas filitas de un color rojo oscuro o violáceo, muy ricas en intercalaciones y masas aisladas de cuarcitas (3); el mayor afloramiento es el de la Alfaguara. Suponemos que estas filitas descansan sobre la Unidad de la ventana de Alfacar, aunque no se encuentran en los bordes de la ventana; los contactos que delimitan la ventana no son casi nunca los de traslación del

(3) Es raro encontrar entre estas filitas lentejones de yeso, que, si existen, no son tan frecuentes como en otros puntos de la Zona Bética.

inante, sino resultantes del juego de fallas normales de importante salto (consultese cartografía).

Sobre las filitas y cuarcitas mencionadas se sitúan unos niveles calizos, a veces algo arcillosos, de colores rosados o amarillentos y unas calizas tableadas bastante oscuras; tales niveles calizos dan paso a una serie caliza y dolomítica bastante potente (a veces contienen verdaderos mármoles). Precisamente en esta serie de calizas y dolomías, aunque fuera de la Hoja de Granada, se han encontrado algunos restos fósiles del Muschelkalk (?) (BLUMENTHAL y FALLOT, 1935) y otros atribuibles al Triás superior (FONTBOTE, com. oral).

Aunque no han aparecido fósiles, es admitida una edad Permo-Werfenense para el paquete de filitas y cuarcitas, mientras que las calizas y dolomías más altas quedan comprendidas en un Triás medio y superior. Al S. de la extremidad NW. de la ventana de Alfacar existe un afloramiento de filitas, situadas en el bloque hundido de una falla normal; el bloque levantado deja ver calizas y dolomías alpujarrides, y más al N., el Nummulítico de la Ventana. Es evidente, dada la posición de estas filitas, que corresponderían a una unidad situada por encima de las calizas y dolomías. M. BLUMENTHAL y P. FALLOT (1935) relacionaron estas filitas con el manto de Guajar (en el sentido de van BEMMELEN, 1927). Sin embargo, deben corresponder a una segunda unidad alpujarride, situada por debajo de dicho manto de Guajar (NAVARRO-VILA, 1970). Más adelante volveremos sobre este problema; pero, por el momento, precisamos la existencia de una *primera unidad alpujarride*, constituida por filitas y calizas-dolomías, y una *segunda unidad alpujarride*, superpuesta a la anterior, de la que únicamente se han reconocido las filitas.

Al S. de la ventana de Alfacar existe un isleo de micasquitos paleozoicos, atribuibles al manto de Guajar (van BEMMELEN, 1927).

El afloramiento, poco extenso, nos muestra una serie de micasquitos de tonos oscuros con biotita, moscovita, grafito, cuarzo y, a veces, granates. Este isleo tectónico, de micasquitos paleozoicos se apoya directamente sobre el paquete de calizas y dolomías de la primera unidad alpujarride, la más baja. Esto equivale a decir que la segunda de las unidades alpujarrides puede no ser continua. Por su parte, el isleo de posible paleozoico representa la *tercera de las unidades alpujarrides* reconocidas en la Hoja de Granada.

2. 3. MATERIALES MIOCENOS Y CUATERNARIOS

Sus afloramientos cubren gran parte de la Hoja y constituyen la porción oriental del borde N. de la Depresión de Granada. Están representados terrenos miocenos, pliocenos y cuaternarios; el substrato está constituido por los materiales béticos y subbéticos, ya descritos.

Estos materiales han sido extensamente estudiados por uno de nosotros (J. M. G.-D.).

2. 3. 1. TERRENOS MIOCENOS

De los términos diferenciables en la Depresión de Granada

(GONZALEZ-DONOSO, 1968), está representado el *tramo superior miocénico*, con excepción de su *segundo subtramo* y de los *limos rojos de Albuñuelas*.

Dentro de este *tramo superior*, se puede distinguir:

a) *Primer subtramo*: Sus afloramientos se localizan en el Cortijo de Puerto Lobo (cerca de Viznar), Almejar de Alfacar, Cerro del Campanario y alrededores de Zujaira.

Su litología es variable; en el Cerro del Campanario, limos arenosos, a los que siguen conglomerados cementados, que pasan a maciños (término utilizado en el sentido de J. M. G.-D.); coronando el conjunto un arrecife de coral. En los alrededores de Zujaira, maciños tableados de grano fino, a los que se superponen limos arenosos amarillentos, una alternancia de areniscas y maciños y niveles de lumagueta de Lame-libranquios.

El afloramiento del Almejar de Alfacar, rodeado de derrubios, lo constituyen limos arenosos compactos; no aflora la base. Por último, en el Cortijo de Puerto Lobo aparecen areniscas y limos arcillosos de color rojizo; se ha citado un banco madreporico (AGUIRRE 1958).

Estos cuatro afloramientos son distintos y no es posible afirmar con seguridad su sincronismo; la microfauna no permite mayores precisiones que una edad Tortonense.

b) *Tercer Subtramo*: Aflora entre Zujaira y el Río Frailes y en el borde W. de Sierra Arana. En casi todas las muestras recogidas falta microfauna marina.

Está constituido, entre Zujaira y al Río Frailes, por limos arcillosos de colores oscuros, con algunos niveles arenosos intercalados. El yeso aparece en algunos puntos, pero no es frecuente, y la microfauna marina falta por completo.

Al W. de Sierra Arana se compone de una potente sucesión de limos y arcillas con yeso y lignitos, que constituyen la "serie de Alfacar" (AGUIRRE, 1958). Según este autor, en la parte inferior aparece un conglomerado basal, que aflora en el cementerio de Alfacar y en el Fargue, y que pasa lateralmente a arcillas con yeso y lignitos. Esto es cierto en el cementerio de Alfacar, pero en el Fargue el conglomerado se apoya claramente sobre la serie de Alfacar: se trata, por tanto, de otro conglomerado, que constituye, a nuestro juicio, un cambio lateral de facies del Conglomerado Alhambra (ver más adelante).

Al E. del Fargue, los limos de la serie de Alfacar son coronados por horizontes de conglomerados, que aumentan de importancia hacia el E., en el Valle del Río Genil. A la vez los limos empiezan a contener microfauna marina, bien representada en el Genil. Pensamos (J. M. G.-D.) que la serie de Alfacar es un cambio de facies de los conglomerados del Río Genil, que se corresponden con el *tercer subtramo* del *tramo superior miocénico*.

Según E. AGUIRRE, la serie de Alfacar puede ser Pontienense o Plioceno inferior. Nosotros, según hemos expuesto anteriormente, creemos que la serie de Alfacar es de edad semejante a los limos marinos del Genil, es decir, Tortonense.

c) *Cuarto Subtramo*: Aflora en los alrededores de Deifon-

tes, entre Calicasas y el Cerro de la Atalaya, y al NW. de Alfacar. Lo constituyen limos, calizas y margocalizas alternantes, con fauna de agua dulce (Gasterópodos y Algas Cianofíceas).

2. 3. 2. TERRENOS POSTMIOCENOS

a) *Conglomerados Plio-cuaternarios*: La parte N. de la Depresión de Granada está ocupada por formaciones conglomeráticas, correlacionables con el conglomerado de Moraleda de Zafallona (GONZALEZ-DONOSO, y VERA, 1969); otros conglomerados son más recientes, quizá antiguas terrazas del Río Genil (no separables en cartografía).

Al E. del Río Cubillas, los conglomerados de Calicasas equivalentes a los de Moraleda de Zafallona) sufren un cambio de facies, advertible sobre todo por el color rojo que adquieren los materiales. La *serie de Jun* (AGUIRRE, 1958), queda incluida en este conjunto.

b) *Conglomerado de la Alhambra*: Esta formación, definida por R. von DRASCHE (1879), es de edad Cuaternaria, según E. AGUIRRE (1957). En los alrededores de Granada se nos presenta como una potente serie conglomerática, en la que no faltan los niveles areniscosos y limosos, menos abundantes que los conglomerados. El color dominante es el rojo intenso, pero hay niveles de colores grises. El tamaño de los cantos, redondeados en general, es muy variable, y algunos alcanzan los 50 cm. de diámetro; generalmente sobrepasan los 10 cm.

Entre los cantos predominan los de materiales del núcleo de Sierra Nevada; hay algunos de la Serie Filábride y son minoritarios los de Alpujárrides.

Hacia el Fargue predominan los cantos de procedencia subbética, que constituyen el conglomerado de base de la serie de Alfacar (AGUIRRE, 1958).

Esta formación es indiferenciable en algunos puntos, de los conglomerados superiores del *tercer subtramo*. Es por esto que en el mapa vienen algunos afloramientos de conglomerados miocénicos y conglomerado Alhambra indiferenciados.

c) *Travertinos y terrenos aluviales*: Los travertinos se localizan en algunos afloramientos próximos a Alfacar, Nívar, Ríos Cubillas y Darro. El del Río Cubillas, el más extenso, está constituido por tres niveles tobáceos y dos de limos de color blanco rosado; tienen Gasterópodos de agua dulce, concreciones calizas e hiladas de conglomerados.

Los terrenos aluviales, conglomerados sueltos, ocupan una gran extensión, pero no presentan ninguna particularidad digna de mención, salvo su gran desarrollo.

2. 4. ROCAS VOLCANICAS Y SUBVOLCANICAS

Son muy pocos los afloramientos de rocas ígneas existentes en la Hoja de Granada, y los que hay no presentan ninguna característica digna de especial consideración. Son todos de rocas básicas y de entre ellos merecen mencionarse: algunos enclaves de ofitas, del Keuper, unos pequeñísimos de rocas básicas ligadas al Permotrias maláguide y los aflora-

mientos más importantes ligados a las dolomías líticas de Sierra Elvira. De estos últimos es interesante resaltar su estructura en filones capa; es posible que alguna de estas masas sea el resultado de una erupción submarina, pero no se han encontrado criterios para hacer esta afirmación.

3. ENSAYO DE SINTESIS PALEOGEOGRAFICA

Dado el gran número de unidades diferentes que se han reconocido en la Hoja de Granada, parece de interés resumir brevemente la posición paleogeográfica de cada una de ellas.

La unidad de posición más septentrional, paleogeográficamente hablando, es la Unidad de Sierra Elvira, perteneciente al Subbético Medio Meridional. Más al S. estaría situada la *patria* de las unidades que componen el Manto de Moclín (Subbético Interno).

La serie de Sierra Arana puede considerarse (V. G-D.) como una parte de este mismo Subbético Interno. Lo que resulta difícil de decidir es si fue depositada o no, más al S. que las unidades del Manto de Moclín. Se piensa, por tanto, en la aloctonía de la Unidad de Sierra Arana, aunque no se pueda precisar si sus variaciones estratigráficas respecto a la Unidad de Moclín, significan un cambio de facies en sentido longitudinal o transversal respecto a las directrices de plegamiento de la Cordillera. Desconocemos la posición relativa, en la cuenca sedimentaria, de las unidades de Moclín y de Sierra Arana; es posible que una de ellas (la de Sierra Arana) sea más interna que la otra.

La Unidad del Peñón de la Mata podría relacionarse con la Unidad de Sierra Arana o bien con la recientemente llamada Dorsal Bética. Otro tanto podría decirse de la unidad que aflora en la Ventana de Alfacar. De cualquier modo la entidad e individualidad de la Dorsal Bética no ha sido aún discutida por diferentes autores.

Maláguides y Alpujárrides han llegado hasta su posición actual después de haberse trasladado desde áreas situadas al S. de Sierra Nevada. Sobre la base de esta hipótesis los Maláguides serían de una procedencia más meridional que los Alpujárrides (4).

4. TECTONICA

La complejidad tectónica de la Hoja de Granada es muy desigual según el área que se considere. Afloran extensamente

(4) La posición paleogeográfica que aquí se preconiza, para Alpujárrides y Maláguides, es la admitida por casi todos los geólogos que han estudiado las Cordilleras Béticas. Recientemente, M. DURAND DELGA (1963) y sus discípulos han planteado una hipótesis según la cual la vergencia de Maláguides y Alpujárrides sería hacia el Sur; de esta forma, los Maláguides son más externos que los Alpujárrides, y ambos se han depositado en una zona comprendida entre Sierra Nevada y la Zona Subbética.

los materiales postorogénicos, cuya estructura es casi siempre tabular puesto que únicamente están afectados por fallas normales.

El área de máxima complejidad estructural es precisamente la que coincide con el contacto entre las unidades béticas y las subbéticas, es decir, la franja de materiales situados al S. de la Loma de los Conejos y al N. de la Ventana de Alfacar y Sierra de la Yedra. En el centro y NW. de la Hoja, afloran unidades subbéticas.

El estudio tectónico de detalle no puede verificarse en una Memoria con la extensión de la presente. Aquí únicamente destacaremos los rasgos estructurales señeros, dejando para el lector interesado otras fuentes suplementarias de información (GARCIA-DUEÑAS, op, cit.).

4. 1. DIASTROFISMO EN LA CUENCA SEDIMENTARIA SUBBETICA

En este epígrafe se incluyen aquellas deformaciones que guardan relación con la subsidencia de la cuenca sedimentaria subbética. Se trata de estructuras de tensión que pueden influir en la distribución de las facies de la cuenca sedimentaria. En realidad no se han detectado ningunas estructuras de este tipo dentro de la Hoja de Granada, y si se citan aquí es porque su existencia es general en la Zona Subbética.

Aparte de las posibles estructuras de tensión, que pueden permitir la salida de rocas básicas al fondo de la cuenca sedimentaria, existen algunas estructuras que pueden comenzar a jugar antes del comienzo de las etapas de compresión. Nos referimos al diapirismo y a algunas posibles estructuras halocinéticas. En la Sierra Elvira existe un importante afloramiento de Trias (Keuper), cuya posición y contacto pueden explicarse admitiendo que es diapírico (V. G-D.). Se desconoce el momento en el cual se inició la perforación y ascenso de la masa plástica, como también el de comienzo de la migración de la sal; sin embargo, ciertos cambios de facies en el Aale-nense, mencionados al describir la serie de Sierra Elvira, podrían ser explicados en función de desniveles causados por la acumulación diferencial de material salino. El mismo Aale-nense presenta ciertas estructuras de "slumping", centrifugas con respecto al gran afloramiento de Trias, y que podrían relacionarse también con un diapirismo o halocinesis precoz.

En Sierra Elvira existen algunas otras estructuras diapíricas que no se estiman como precoces. Así, a favor del funcionamiento de algunas fallas normales, hay un ascenso de Trias salífero, observable en algunos pequeñísimos enclaves del borde SE. de la Sierra. La existencia de una halocinesis, y quizá de un diapirismo precoz, no es, lógicamente, obstáculo para que el movimiento de la masa salifera se haya prolongado durante un tiempo dilatado.

4. 2. UNIDADES ALOCTONAS

Las unidades alóctonas son unas pertenecientes a la Zona Bética y otras a la Zona Subbética.

Como unidades subbéticas se pueden citar las pertenecien-

tes al Manto de Moclin (FONBOTE) y GARCIA - DUEÑAS, 1968; GARCIA-DUEÑAS, 1968-1969); son la Unidad de Moclin y probablemente la Unidad de Sierra Arana. Ambas deben haberse trasladado hacia el N., cabalgando al Subbético Medio más interno. Se admite la posibilidad de que la Unidad del Peñón de la Mata sea cabalgante o quizá alóctona, con respecto a la Unidad de Sierra Arana.

De las unidades béticas, las Maláguides son alóctonas respecto a los Alpujárrides. Dentro de los Maláguides se pueden distinguir varias escamas que determinan la reiterada repetición de Paleozoico y Permo-Trias.

Los Alpujárrides están, a su vez, compuestos por tres unidades que se cabalgan unas a otras. La más baja con filitas y calizas —dolomías—; la inmediatamente superior, al parecer discontinua, de la que únicamente se han reconocido sus filitas, y, por fin, la más alta, compuesta únicamente de Paleozoico (5).

El conjunto de las tres unidades alpujárrides es alóctono respecto a la Sierra Nevada (serie Nevado-Filábride) y a la Unidad de la Ventana de Alfácar (unidad subbética). De este modo, los Alpujárrides, al NE. de Granada, recubren el contacto entre la Unidad de Sierra Nevada y los elementos más internos de la Zona Subbética.

Sería muy largo discutir la edad en que se han efectuado las principales traslaciones. Nos limitaremos a señalar que el Manto de Moclin puede haberse trasladado entre el Cretáceo inferior y el Senonense o Paleoceno (GARCIA-DUEÑAS, 1969). La traslación de los Alpujárrides (llevando a sus espaldas el Complejo Maláguide) ha terminado después de un Oligoceno superior, pellizado en la Ventana de Alfácar; sin embargo, desconocemos la edad del comienzo de la traslación, que podría haber ocurrido mucho tiempo antes.

4. 3. OTRAS ESTRUCTURAS DE COMPRESION

Con posterioridad a algunas de las etapas tectónicas mencionadas se han formado otras estructuras de compresión, algunas de ellas muy violentas. Deben ser posteriores a una parte del Nummulítico, y anteriores al Mioceno superior.

4. 4. FALLAS NORMALES

Son extraordinariamente numerosas, y se distribuyen en varias familias, que pueden deducirse fácilmente con la observación del mapa. Comenzaron a funcionar algo antes del Mioceno superior, de forma que delimitaban ya en líneas generales los dominios de la Depresión de Granada. Sin embargo, es indudable que la mayor parte del salto de estas fallas se ha conseguido mediante movimientos intramiocénicos o posteriores. Muchas de ellas llegan a ser fosilizadas por un material de pie de ladera muy reciente, que hace de "depósito correlati-

(5) Las dos Unidades Alpujárrides más bajas fueron asignadas por R. W. van BEMMELLEN (1927) al Manto de Lanjarón, y la más alta, con Paleozoico, al Manto de Guajar.

vo" de la falla; es frecuente observar fuertes buzamientos, debidos a arrastres de fallas en algunos materiales cuaternarios.

Conviene señalar, por la importancia del hecho, que la mayor parte de los contactos que limitan a la Ventana de Alfácar son debidos a fallas normales; la Ventana se ha modelado a favor de una estructura en *horsts*, de forma que en los bloques hundidos por las fallas se conserva la unidad alóctona, geométricamente más alta.

Todas las estructuras estudiadas aparecen profundamente retocadas o modificadas por la acción de fallas normales, muchas de ellas con componente en dirección, de gran salto.

* * *

En la Hoja de Granada se reconocen las huellas de importantes etapas de deformación. Han sido tratadas, dentro de lo posible, en orden cronológico, de modo que pueda recomponerse con cierta facilidad el orden de sucesión. La complejidad estructural de muchos sectores es el resultado de la superposición en el espacio de los efectos de estas sucesivas estructuras.

5. AGUAS SUBTERRANEAS

Los acuíferos más importantes se localizan en los potentes paquetes calizos y dolomíticos mesozoicos y en las formaciones detríticas del Plioceno y Cuaternario.

Las dolomías alpujárrides, muy fracturadas y selladas, generalmente, por las filitas de base, constituyen un acuífero de importancia local, que alimenta manantiales dispersos y de pequeño caudal.

La circulación cárstica, en las enormes masas calizas de la Unidad de Sierra Arana, da lugar a manantiales de gran caudal, localizados en la periferia de la Sierra. Así, las famosas Fuente Grande y Fuente Chica de Viznar y Alfácar, cuyos caudales se aprovechan desde antiguo, o los ricos manantiales del pueblo de Deifontes, cuyo nombre alude a la existencia de fuentes.

El Cuaternario de la Vega de Granada constituye, a su vez, un riquísimo acuífero, nutrido por las filtraciones del río Genil y sus afluentes. Son innumerables los pozos, con alumbramientos de caudales importantes, localizados sobre estas formaciones detríticas recientes.

6. MINAS Y CANTERAS

En los materiales aflorantes en esta Hoja no se forma ninguna mineralización de gran interés económico.

En las dolomías de las unidades alpujárrides existen mineralizaciones en masas que se han aprovechado en explotaciones mineras de pequeña importancia. Actualmente, se han concedido permisos para la investigación de fluorita, sobre todo. De todos modos, es en la vecina Hoja de Lapeza (1.010 del M. T. N.) donde se encuentran las mejores posibilidades.

También en la Hoja de Lapeza, pero en las escamas de las unidades maláguides, se conocen mineralizaciones de plomo, en pequeñas minas, actualmente abandonadas.

Las canteras son mucho más abundantes, aunque su interés económico sea restringido. De las numerosas existentes en explotación se extraen: gravas de las numerosas formaciones dolomíticas trituradas que existen; arenas y gravas en las formaciones aluviales de la Vega de Granada; calizas, conocidas comúnmente como "mármoles", del infradomerense de Sierra Elvira; yeso, ubicado en masas de tamaño variable en el keuper y en las formaciones del Mioceno Superior.

Esta Memoria ha sido redactada por:

V. García-Dueñas,

del Departamento de Geotectónica y Geomorfología, y por

J. M. González-Donoso,

del Departamento de Paleontología de la Universidad de Granada.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, E., 1957.—Una prueba paleomastológica de la edad cuaternaria del conglomerado de la Alhambra. *Est. Geol.*, XIII, 34, pp. 35.
- AGUIRRE, E., 1958.—Novedades paleomastológicas de la depresión de Granada y estratigrafía de su borde NE. *Est. Geol.*, XV, pp. 107.
- ALDAYA, F., 1966.—Sobre la estructura tectónica del extremo occidental de Sierra Arana y sectores adyacentes (Cordilleras Béticas, Prov. de Granada). *Acta Geol. Hisp.*, I, 5, pp. 5-8.
- BEMMELÉN, R. W. van, 1927.—Bijdrage tot de Geologie der Betische Ketens in de Provincie Granada. Tesis, Delft, pp. 1-176.
- BERTRAND, M., y KILIAN, W., 1889.—Etudes sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et Malaga. *Mission d'Andalousie Mém. Ac. Sc.*, XXIX, pp. 377-579.
- BLUMENTHAL, M., 1928.—L'existence du Bétique de Málaga dans la région de Grenade. *C. R. Acad. Sc.*, t. 187, pp. 1059.
- BLUMENTHAL, M. y FALLOT, P., 1935.—Observations géologiques sur la Sierra Arana entre Grenade et Guadix. *Mem. Soc. Esp. Hist. Nat.*, XVII, pp. 5-74.
- DRASCHE, R. von, 1879.—Bosquejo Geológico de la zona superior de Sierra Nevada. *Bol. Com. Mapa Geol. Esp.* VI, pp. 353.
- DURAND DELGA, M., 1963.—Essai sur la structure des domaines émergés autour de la Méditerranée occidentale. *Geol. Rundschau*, B. 53, pp. 534-535.
- DURAND DELGA, M., y FOUCAULT, A., 1967.—La Dorsale Bétique, nouvel élément paléogéographique et structural des Cordillères bétiques, au bord sud de la Sierra Arana (prov. de Grenade, Espagne). *Bull. Soc. Géol. France*, LX, pp. 723-728.
- FALLOT, P., 1948.—Les Cordillères bétiques. *Estud. Geológicos*, tomo IV, 8, pp. 83-172.
- FONTBOTÉ, J. M., y GARCÍA-DUEÑAS, V., 1968.—Essai de systématization des unités subbétiques allochtones dans le tiers central des Chaînes bétiques. *C. R. Acad. Sc.*, t. 266, pp. 186-189.

- GARCÍA-DUEÑAS, V., 1966.—Individualización de diversas unidades alóctonas en la Zona Subbética (Transversal de Granada). *Acta Geol. Hisp.*, I, 3, pp. 11-14.
- GARCÍA-DUEÑAS, V., 1967.—Unidades paleogeográficas en el sector central de la Zona Subbética. *Not. y Com.*, I. G. M. E., números 101-102, pp. 73-100.
- GARCÍA-DUEÑAS, V., 1968.—Hipótesis sobre la posición tectónica de la Sierra Arana (Granada). *Acta Geol. Hisp.*, III, pp. 29-34.
- GARCÍA-DUEÑAS, V., 1969 a.—Les unités allochtones de la Zone Subbétique, dans la transversale de Grenade (Cordillères bétiques, Espagne). *Rev. Géogr. Phys. et Geol. Dyn.*, v. XII, pp. 211-222.
- GARCÍA-DUEÑAS, V., 1969 b.—Consideraciones sobre las series del Subbético Interno que rodean la Depresión de Granada (Zona Subbética). *Acta Geol. Hisp.*, IV, pp. 9-13.
- GARCÍA-DUEÑAS, V., 1970.—Geología de la Zona Subbética al N. de Granada (España). *Mem. I. G. M. E.* (pendiente de publicación), pp. 1-534.
- GARCÍA-DUEÑAS, V., y NAVARRO-VILÁ, F. (inédito).—Nuevos datos sobre las ventanas tectónicas del S. de Sierra Arana (Granada). *Bol. Geol. y Min. I. G. M. E.*
- GONZÁLEZ-DONOSO, J. M., 1967.—Estudio geológico de la Depresión de Granada. Tesis de Doctorado. Univ. de Granada.
- GONZÁLEZ-DONOSO, J. M., 1968.—Conclusiones estratigráficas y paleogeográficas sobre los terrenos miocénicos de la Depresión de Granada. *Act. Geol. Hisp.*, III, 3, pp. 57.
- GONZÁLEZ-DONOSO, J. M., y VERA, J. A., 1969.—Memoria explicativa de la Hoja 1.025 (Loja) del Mapa Topográfico Nacional, 1:50.000. I. G. M. E.
- LINARES, A., y MOUTERDE, R., 1960-62.—Observations sur le Lias de la Sierra Elvira (Prov. de Grenade, Espagne). *Livre à la mém. du prof. P. Fallot*, I, pp. 183-188; *Mém. h.-sér. Soc. Geol. Fr.*
- LÓPEZ-GARRIDO, A. C., y OROZCO, M., 1970.—Estudio estratigráfico del sector centro-oriental de Sierra Arana (Cordilleras Béticas). *Act. Geol. Hisp.*, V, pp. 4-7.
- NAVARRO-VILÁ, F., 1970.—Nuevas observaciones para la diferenciación de varias unidades alpujarrides al N. de Sierra Nevada. *Cuadernos de Geología. Bol. Univ. de Granada*, I, (en prensa).
- STAUB, R., 1934.—Der Deckenbau Südspaniens in den Betischen Cordilleren. *Vierteljahreschr. d. Naturforsch. Gesellsch. Zurich*, LXXIX, pp. 471-474.