

Hipótesis sobre la posición tectónica de la Sierra Arana (Granada)

V. GARCÍA-DUEÑAS *

RESUMEN

La unidad de Sierra Arana, situada al NE de Granada, presenta caracteres estratigráficos bastante diferentes de las unidades más próximas (Sierra Elvira e Iznalloz).

Por consideraciones paleogeográficas no es posible explicar satisfactoriamente el heteropismo entre la serie de Sierra Arana y las otras dos mencionadas, como un simple cambio lateral de facies. De otro lado, es grande el parecido estratigráfico de Sierra Arana con unidades alóctonas del Subbético Interno.

En consecuencia se propone, como hipótesis verosímil, el carácter alóctono de la unidad de Sierra Arana.

ABSTRACT

The stratigraphic features of the Sierra Arana unit (NE Granada) differ conspicuously from those of the neighbouring units (Sierra Elvira, Iznalloz). Paleogeographic considerations, make impossible the satisfactory explanation of heteropism between the Sierra Arana unit and the other two already mentioned, as a simple lateral change of facies. On the other hand the stratigraphic sequence of Sierra Arana is quite similar to those of allocthonous units belonging to the Inner Subbetic. Therefore, the allocthonous character of the Sierra Arana unit appears likely.

ANTECEDENTES

La Sierra Arana está situada al NE de Granada y reúne un conjunto de elevaciones de dirección ENE, que se extienden inmediatamente al N del frente de los mantos béticos *s. str.*

Es un área de extraordinario interés geológico por cuanto el esclarecimiento de su estructura es un problema involucrado en otro de mayor trascendencia: el de las relaciones entre las zonas Subbética y Bética *s. str.*

En el año 1935, M. BLUMENTHAL y P. FALLOT publican el único trabajo extenso existente sobre la geología de esta Sierra. Pero por esos fechas, y no obstante el notable impulso que había recibido desde

1926 el estudio de las Cordilleras Béticas, la zona Subbética no era suficientemente conocida. Por eso ciertos capítulos de la citada publicación hubieron de quedar obligadamente simplificados.

Diferenciación, en Sierra Arana, los elementos de procedencia bética *s. str.* de aquellos otros de afinidad Subbética y abordaron el problema de las relaciones entre la propia Sierra Arana y los elementos más septentrionales del manto de Málaga, que afloran en una estrecha franja, a lo largo de la que ambos autores llamaron Zona de Cogollos Vega.

En opinión de M. BLUMENTHAL y P. FALLOT (op. cit.), los mantos béticos, el de Málaga y una hoja representativa de los mantos de las Alpujarras, quedan encapuchonados inmediatamente al S de la Sierra Arana. Algo más al S del frente, un Subbético como el de Sierra Arana reaparece en varias ventanas. Son ejemplos las de Alfacar, Los Pinares (El Pulpito) y Puerto Blanco (El Calabozo), entre otras (van BEMMELEN, 1927).

Por tanto, parte de los mantos béticos se han superpuesto al Subbético de Sierra Arana.

La relación entre Sierra Arana y las unidades béticas *s. str.*, quedó establecida de un modo admisible. Pero no ocurrió otro tanto cuando intentaron la comparación de Sierra Arana con las unidades subbéticas más próximas.

Actualmente, con mejor conocimiento de la estructura interna de Sierra Arana (ALDAYA, 1966; GARCÍA-DUEÑAS, 1967) y de las demás unidades subbéticas de la transversal de Granada (GARCÍA-DUEÑAS, op. cit.), se comprende más perfectamente la integración de Sierra Arana en el conjunto subbético.

LA UNIDAD DE SIERRA ARANA

Entre la Sierra Arana propiamente dicha y el límite norte del Manto de Málaga, existe (fig. 1) una alineación de W a E que culmina en los picos Peñón de la Mata (Sierra de Cogollos), Majalijar, Picones y Cientecillo.

* Departamento de Geología Física y Aplicada. Fac. de Ciencias. Granada.

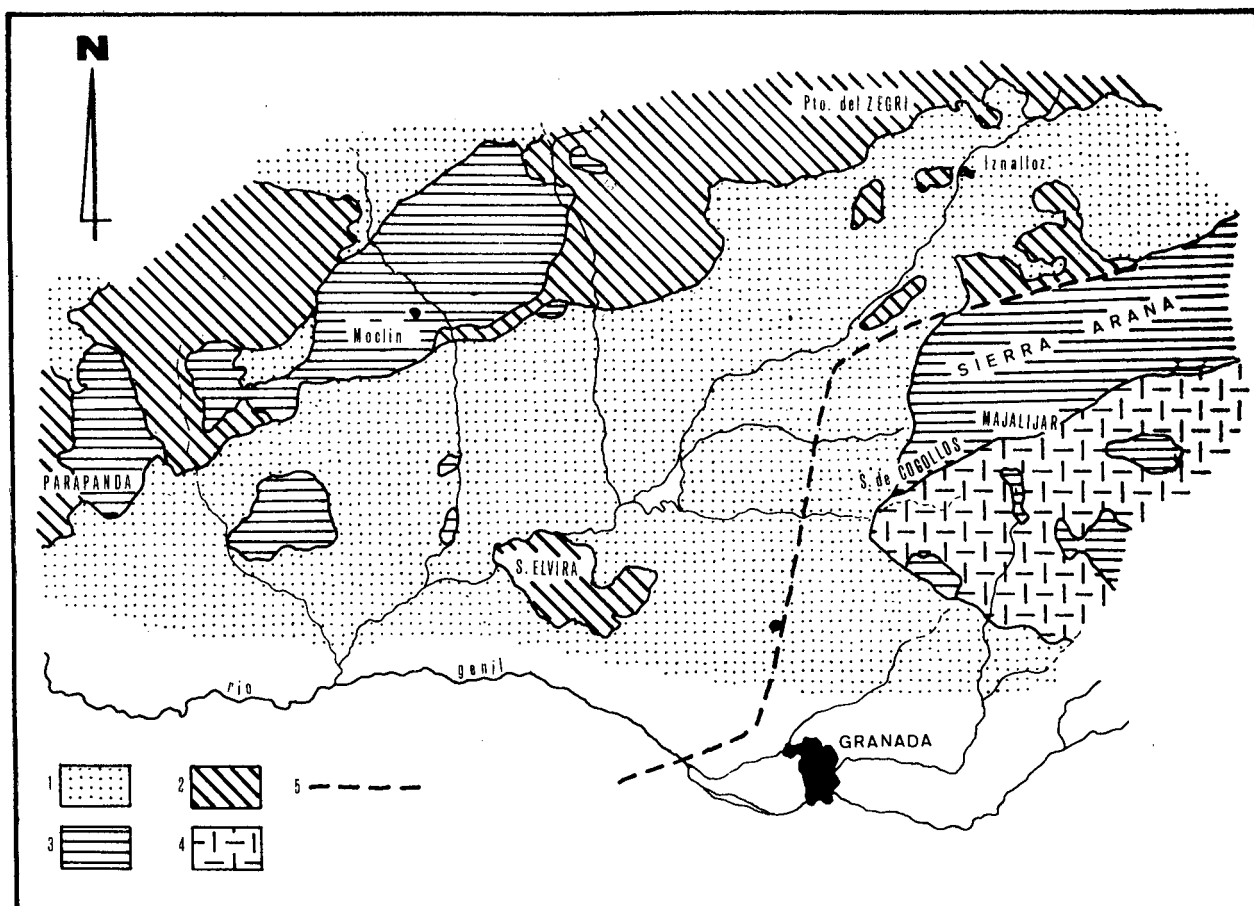


FIG. 1. -- Esquema sobre las unidades representadas en el borde N. de la Depresión de Granada.
 1: Materiales postectónicos. 2: Unidades del dominio Subbético Medio meridional. 3: Unidades del dominio Subbético Interno (alóctonas).
 4: Mantos de procedencia bética. 5: Límite supuesto del Subbético Interno y del Medio, entre Sierra Elvira y Sierra Arana.

Todos ellos forman parte de pequeños macizos de estructura enrevesada, separados de la Sierra Arana por un dispositivo sinclinal de complejidad variable, según los cortes. En el núcleo sinclinal se asienta el Cretáceo inferior y varios otros términos más modernos de edad senonense, eocena y quizás oligocena y aquitano-burdigaliense (?).

La estructura es tan diferente en uno y otro flanco del sinclinal, que sin el concurso de otros datos, se estaría tentado de suponerlos dos unidades diferentes. Sin embargo se sabe que la serie del anticlinal de Sierra Arana es la misma que en la mencionada alineación de picos (BLUMENTHAL y FALLOT, op. cit.). Estos autores únicamente mantuvieron reservas sobre el papel de la Sierra de Cogollos, pensando que podría ser un resto de la cobertera mesozoica del manto de Málaga. Por su parte, F. ALDAYA (1966) individualiza la "Unidad del Peñón de la Mata", cuya procedencia no llega a descubrir con certeza.

Por lo que respecta a los afloramientos mesozoicos y terciarios del Peñón de la Mata, creo que son una parte de la unidad de Sierra Arana sin inde-

pendencia como para considerarlos unidad aparte. De otra índole es el problema de ciertas intercalaciones de dolomías y calizas presentes entre las escamas del manto de Málaga, y que con seguridad forman parte de él.

La Sierra de Cogollos, el Majalijar, Picones, etc., junto con las ventanas más meridionales, forman parte de la misma unidad que Sierra Arana. Así lo prueba la similitud entre las respectivas series estratigráficas.

A esta extensa unidad la llamaré unidad de Sierra Arana, y queda integrada por:

- a) La Sierra Arana propiamente dicha;
- b) La alineación de la Sierra de Cogollos, que encapuchona directamente el frente de los Mantos béticos, y
- c) Las series de las ventanas más meridionales, puestas al descubierto por la erosión de los mantos de las Alpujarras.

En la columna estratigráfica de la figura 2 se han

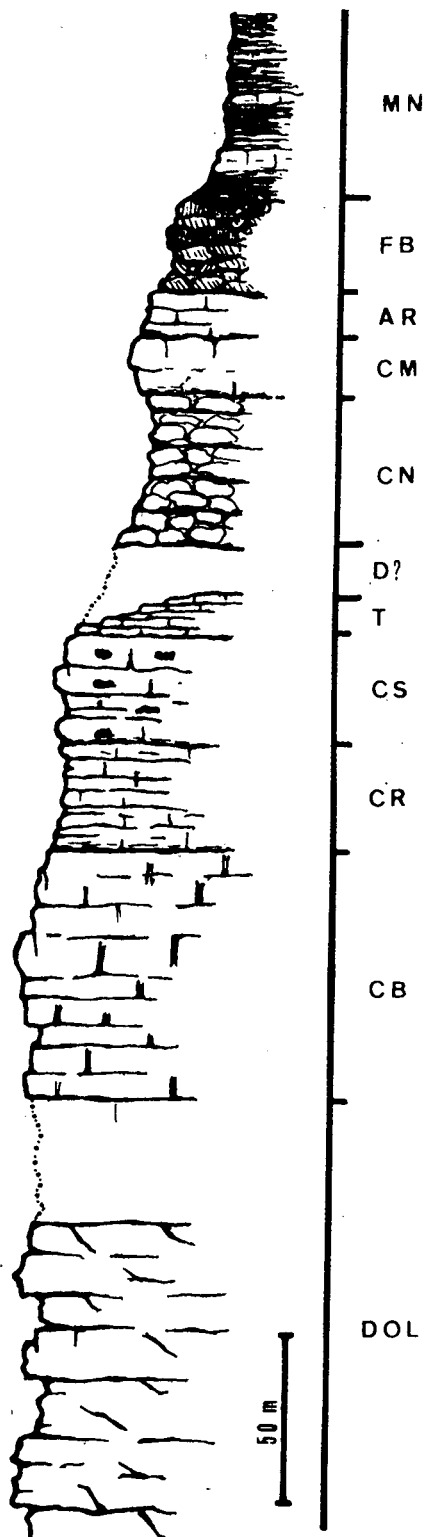


FIG. 2. — Columna estratigráfica de la Unidad de Sierra Arana. DOL: dolomías (Lías inf.). CB: calizas blancas (Lías inf. y medio). CR: calizas recristalizadas (Lías medio?). CS: calizas con sílex. T: calizas margosas rosadas (Toarcense). D.: Dogger, no datado. CN: calizas nodulosas rosadas (Callov.). CM: calizas masivas. AR: Argovense calizo. FB: "falsas brechas" (Titónico). MN: margas y margocalizas blancas (Neocomiense).

sintetizado los términos mejor diferenciados de la serie representativa de la Unidad de Sierra Arana. La columna se ha dibujado con el concurso de las observaciones estratigráficas de M. BLUMENTHAL y P. FALLOT, las de F. ALDAYA y las mías propias.

EL POBLEMA PALEO GEOGRÁFICO DE LA UNIDAD DE SIERRA ARANA

Al N de Sierra Arana existen series estratigráficas con un Jurásico netamente diferente al de aquella. Son las series del Puerto del Zegrí, y la serie mesozoica de Iznalloz.¹ Estas dos series, junto con la de Sierra Elvira, situada al W. y estudiada por A. LINARES y R. MOUTERDE (1960-62), están comprendidas en la gran unidad paleogeográfica *Subbético Medio meridional*.

Las tres series y la de Sierra Arana tienen sus términos del Lías medio e inferior con litología bastante parecida. Las diferencias comienzan en el Lías superior que, en las series de Sierra Elvira y del Zegrí, consta de términos margosos y margocalizos bien desarrollados. La serie de Iznalloz posee un Domeense superior calizo y de naturaleza brechoide y un Toarcense constituido por calizas nodulosas rojas.

Pero las diferencias más acusadas corresponden a los términos del Dogger y Malm, caracterizados en el Subbético medio meridional por una sucesión que comprende calizas margosas con nódulos de sílex y/o margas y margocalizas silíceas rojas o verdosas, y un Titónico superior muy característico, con niveles de turbiditas.

Dejan de existir diferencias importantes para los respectivos Neocomienses.

En conjunto, las series del Subbético Medio parece haberse sedimentado en un surco de mayor subsidencia durante el Lías superior, Dogger y Malm (Titónico sobre todo). Por su parte, Sierra Arana con un Jurásico de naturaleza caliza, podría formar parte de un dominio paleogeográfico en el que las subsidencias jurásicas hayan sido menores. Tal dominio paleogeográfico existe en la zona Subbética y se le conoce como *Dominio Subbético Interno* (GARCÍA-DUEÑAS, en prensa).

Ahora bien, los dominios paleogeográficos subbéticos se extienden con una notable continuidad longitudinal. Aún dentro de un mismo dominio, son relativamente frecuentes los cambios de facies "transversales" a la dirección de los ejes de la cordillera, pero son escasos los cambios de facies "longitudinales". O lo que es lo mismo la distancia necesaria para que se

1. Los términos liásicos de esta serie han sido descritos por R. Mouterde y A. Linares (1960). Posteriormente han sido reconocidos términos más altos por M. C. Comas y por mí mismo, aunque estos resultados son todavía inéditos.

efectúe un cambio de facies es menor en sentido transversal que en sentido longitudinal.¹

Este comportamiento general plantea serios interrogantes sobre la actual posición de Sierra Arana.

Comprobada la continuidad longitudinal de las facies en el geosinclinal subbético, resulta inexplicable el que en la Sierra Elvira, algunos kilómetros al E de Sierra Arana, aflore una serie estratigráfica tan diferente. Asimismo es sorprendente la variación de facies que supone la serie de Sierra Arana respecto a la serie de Iznalloz, sólo 6 km al N.

A priori el problema del heteropismo de Sierra Arana, respecto a las unidades adyacentes del dominio Subbético Medio meridional, admite varias soluciones.

Si se admite que la posición relativa de Sierra Arana y de las series de Iznalloz y Sierra Elvira es actualmente la misma que en el momento de su sedimentación, la solución hay que buscarla en un comportamiento inherente a la propia cuenca sedimentaria.

En efecto, cabe la posibilidad de que el dominio sedimentario Subbético interno se extendiera hacia el N, al E de Granada. La línea ideal, que separaba el Subbético interno y el Subbético Medio meridional (línea de trazos en la fig. 1), sufriría una gran inflexión, para contornear a Sierra Arana.

Ya se ha indicado que la serie de Sierra Arana, como parte integrante del Subbético interno, se debió sedimentar en condiciones de menor subsidencia que las series circundantes. Durante el Lías superior, Dogger y Malm, Sierra Arana constituía un umbral submarino con respecto a Sierra Elvira e Iznalloz. Como, por otra parte, es grande la proximidad actual entre estas dos series y la de Sierra Arana, las consideraciones precedentes desembocan en la hipótesis de que el umbral de Sierra Arana resultara limitado en el geosinclinal subbético, por dos fallas normales o dos flexuras: una de dirección E-W, y otra de dirección N-S. Respectivamente serían responsables de cambios de las facies hacia el N y hacia el W.

Esta interpretación presenta serios inconvenientes. En efecto,

1) Faltan series de transición entre Sierra Arana y Sierra Elvira e Iznalloz, series que debieron formarse si es que la variación de las facies hubiera ocurrido a favor de sendas flexuras.

2) Coexistiendo con la subsidencia geosinclinal son mucho más frecuentes las fallas de tensión paralelas al eje mayor de la cuenca. Así se observa en la zona Subbética, de modo que en relación con fallas normales y flexuras de trazado longitudinal, se encuentran multitud de cambios de facies. En cambio no puede citarse ningún ejemplo de este tipo de accidentes con dirección transversal a la de la cordillera.

3) La serie de Iznalloz pertenece a su vez a un umbral de segundo orden de geosinclinal, umbral muy bien diferenciado en el dominio Subbético Medio meridional. Este umbral, existente durante el Lías superior, es de anchura pequeña,

pero se prolonga de WSW a ENE a lo largo de varias decenas de kilómetros. Los términos toarcenses y aalenenses de la Sierra Elvira presentan carácter de mayor subsidencia que sus contemporáneos de las series del umbral de Iznalloz.

Resultaría, según esto, que durante el Lías superior el sector en el que se depositaba Sierra Elvira subsidía respecto al umbral de Iznalloz, mientras que Sierra Arana, algo más al E, se levantaba por encima del mismo umbral.

Estas objeciones no son suficientes para desechar definitivamente la posibilidad de que la posición de Sierra Arana, respecto a las otras series estratigráficas enumeradas, sea la misma ahora que en los tiempos Jurásicos. Pero subrayan lo arriesgado de admitir sin grandes reservas la solución propuesta. Y se puede afirmar que la revisión paleogeográfica de la posición de Sierra Arana se opone en cierto grado a la hipótesis de que Sierra Elvira y Sierra Arana tengan hoy la misma posición mutua que tenían en la cuenca sedimentaria.

AFINIDADES DE SIERRA ARANA CON OTRAS UNIDADES SUBBÉTICAS

Varias unidades, cuyas series estratigráficas muestran identidad o parecido con la de Sierra Arana, rodean la depresión de Granada.

Por el W se extiende la Sierra Gorda, descrita recientemente (LINARES y VERA, 1966), con una serie estratigráfica de extraordinario parecido con la de Sierra Arana. La comparación estratigráfica entre estas dos unidades me mueve a considerarlas como homólogas.

Al NW y N de la depresión de Granada existe otro grupo de unidades que, si no tienen tan extraordinaria similitud con la de Sierra Arana, demuestran al menos cierto parentesco. Son las unidades de "Parapanda-Hacho de Loja" (VERA, 1966) y de "Moclín" (GARCÍA-DUEÑAS, 1966). Sus sucesiones jurásicas poseen también un Malm con calizas nodulosas grises (faltan los tonos rojos característicos de Sierra Arana), no se reconoce el Dogger y el Lías, muy potente, es de naturaleza caliza, con dolomías basales. Todo ocurre como si estas dos últimas series se hubiesen depositado en condiciones de sedimentación más precarias que Sierra Arana; probablemente las interrupciones en la sedimentación, han sido más frecuentes y más dilatadas en el tiempo, que en el caso de Sierra Arana.

Todas estas unidades afines a la de Sierra Arana se han considerado como formadas en un mismo dominio paleogeográfico: el Subbético interno (GARCÍA-DUEÑAS, en prensa). *A partir de este dominio, muy meridional, se han trasladado hacia el N, hasta quedar fijadas en la posición que ocupan.*

La aloctonía de la unidad de Parapanda fue denunciada por R. BURNARDO (1960-62) y posteriormente J. A. VERA (1966), con un estudio más preciso corroboró su carácter de unidad corrida. Mis investiga-

1. Este hecho es interpretado como indicativo de que el geosinclinal subbético poseía un grado de estructuración, cuyas directrices han coincidido con las del conjunto de la Cordillera.

ciones sobre la Sierra de Moclín concluyen la posición alóctona de esta gran unidad, cuya traslación se efectuó entre el Neocomiense y el Senonense-Paleoceno (GARCÍA-DUEÑAS, 1966).

Así, los datos regionales se concitan para hacer menos sostenible la hipótesis de que entre Sierra Arana (Subbético interno) y Sierra Elvira (Subbético medio) medie solamente un cambio de facies "longitudinal".

Es ineludible plantear la incógnita de la posición de Sierra Arana desde un punto de vista tectónico.

El desplazamiento relativo de Sierra Arana, respecto de Sierra Elvira, se habría podido efectuar por una falla de desgarre o por un cabalgamiento. En ambos casos, el valor del desplazamiento es de varios kilómetros.

La primera de esas dos soluciones no es acorde con el contexto regional. Un desgarre de varios kilómetros habría truncado las estructuras existentes al N de Sierra Arana. En el caso de que el desgarre se amortiguara por el N con una falla inversa, estaríamos en el caso de suponer un cabalgamiento de va-

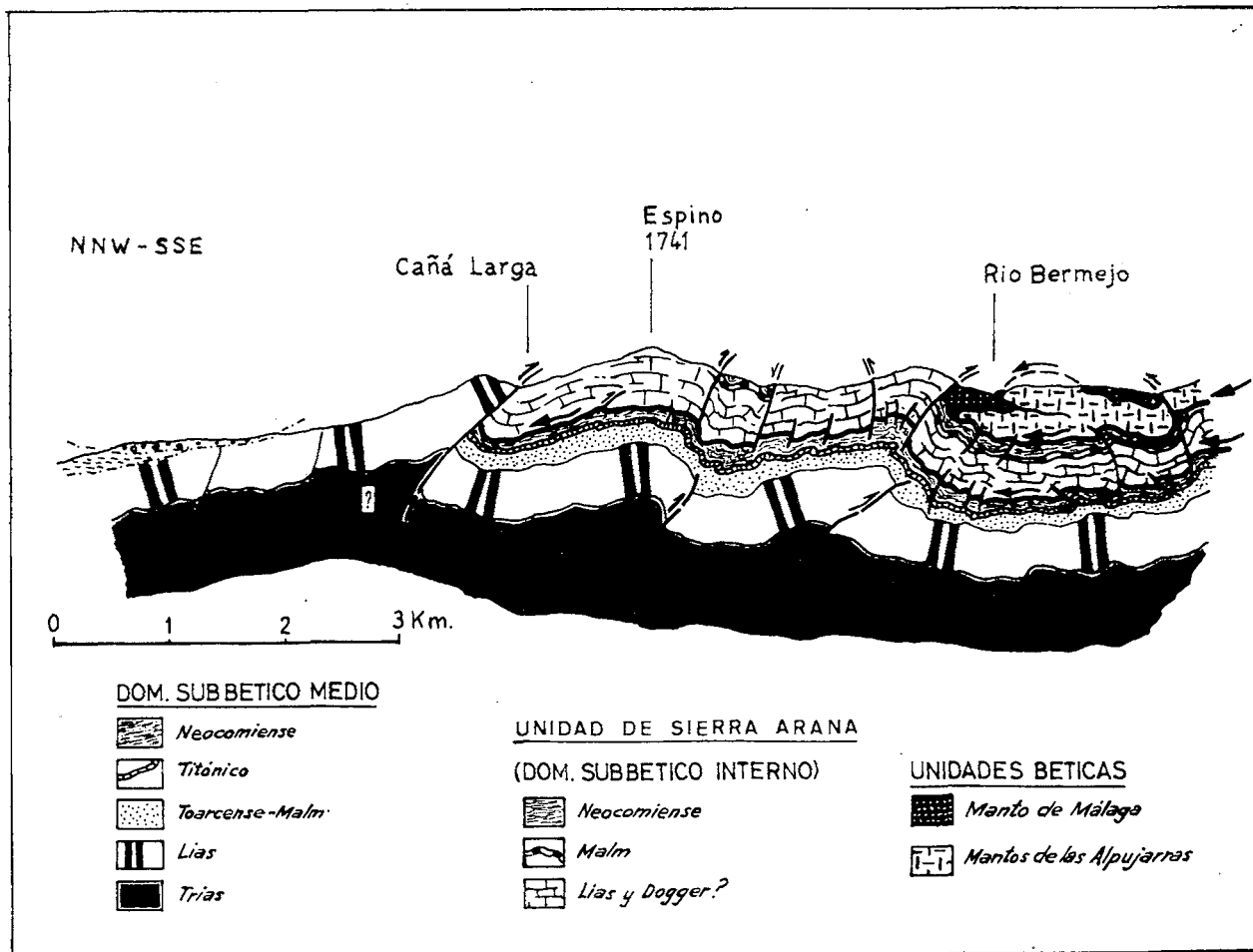


FIG. 3. — Corte hipotético sobre la posición de la unidad de Sierra Arana. (Véase el texto.)

LA UNIDAD DE SIERRA ARANA COMO POSIBLE UNIDAD ALÓCTONA

Un buen número de unidades afines a la de Sierra Arana son de carácter alóctono. Se supone que la patria de estas unidades está situada al S de Sierra Elvira, precisamente en el área que ubicada al Subbético interno. Y es muy posible que la unidad de Sierra Arana, como parte de este Subbético interno, aparezca actualmente al N de su primitiva patria.

rios kilómetros de salto. Más lógico es admitir que la unidad de Sierra Arana se ha corrido hacia el N y se ha superpuesto a las series del Subbético medio meridional, como otras muchas unidades del Subbético interno.¹ El valor de la traslación ha de ser como mínimo de 4-5 km.

1. Así ha ocurrido, por ejemplo, con la unidad de Moclín, que se ha corrido de S. a N. por encima del Cretáceo inferior de Sierra Elvira. Por eso la unidad de Moclín, no obstante su original meridional, se sitúa actualmente al N. de Sierra Elvira.

De acuerdo con el invocado contexto regional, la hipótesis de aloctonía resulta la más verosímil, para explicar la posición de Sierra Arana.

Pero, a pesar de su verosimilitud, presento esta interpretación a título de hipótesis simplemente. En efecto, en ningún punto se ha observado hasta ahora el substrato, el autóctono relativo, de la unidad de Sierra Arana. Los bordes E y W de la Sierra están cubiertos por potentísimas formaciones cuaternarias y miocenas discordantes. El borde S se soterra bajo los mantos de procedencia bética, corridos a su vez sobre la Sierra Arana.

En cuanto al borde N, en lo que se llama Umbria de Iznalloz, presenta el carácter de un frente de unidad encapuchonado por fallas inversas de vergencia S. Así se indica en la figura 3.

Es seguro que la falla inversa de gran salto representada en la figura, no es la única que determina el encapuchonamiento del borde N de Sierra Arana, de modo que en este aspecto el corte es esquemático. Por otra parte, tales fallas son muy difíciles de localizar porque llegan a poner en contacto en algunos puntos, las dolomías basales de la serie de Iznalloz y las de Sierra Arana. La semejanza de facies de los términos inferiores de ambas series impiden la delimitación precisa entre las dos unidades. De ahí el signo de interrogación en la figura 3, sobre la posición del Triás próximo a la falla inversa de "Cañá Larga".

La edad de traslación de la unidad de Sierra Arana es naturalmente desconocida, ya que no se conoce su substrato. Si se supone corrida contemporáneamente con la unidad de Moclín, su traslación debió ocurrir entre el Cretáceo inferior y el Senonense-Paleoceno, y en un medio submarino. Desde luego, el Cretáceo medio que aflora inmediatamente al N de Sierra Arana es muy rico en niveles de brechas, cuyos cantos son frecuentemente de edad liásica (M. C. COMAS, comunicación oral), y es evidente que las brechas podrían provenir de la erosión, probablemente submarina, del frente de la unidad corrida.

Esperamos que la investigación detallada del borde N de Sierra Arana (parte oriental), que realiza

M. C. COMAS, pueda determinar definitivamente la validez de la hipótesis de aloctonía, que proponemos como más probable.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDAYA, F. (1966): Sobre la estructura tectónica del extremo occidental de Sierra Arana y sectores adyacentes (Cordilleras Béticas, Provincia de Granada). *Acta Geol. Hisp.*, I, n.º 5, p. 5-8.
- BEMMELEN, K. W. VAN (1927): Bijdrage tot de Geologie der Betische Kentens in der Provincie de Granada. Tesis Delft, p. 1-176.
- BLUMENTHAL, M. y FALLOT, P. (1935): Observations géologiques sur la Sierra Arana entre Grenade et Guadix. *Mém. Soc. Esp. Hist. Nat.*, n.º XVII, p. 5-74.
- BUSNARDO, R. (1960-62): Regards sur la géologie de la région de Jaén (Andalousie): *Livre à la mém. du Prof. P. Fallot*, I, p. 189-198. *Mém. h.-s. Soc. Géol. France*.
- GARCÍA-DUEÑAS, V. (1966): Individualización de diversas unidades alóctonas en la Zona Subbética (transversal de Granada). *Acta Geol. Hisp.*, I, n.º 3, p. 11-14.
- GARCÍA-DUEÑAS, V. (en prensa): Unidades paleogeográficas en el sector central de la Zona Subbética. *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España*, 1967.
- GARCÍA-DUEÑAS, V. (1967): Geología de la Zona Subbética al N. de Granada. Tesis. *Fac. de Ciencias de la Universidad de Granada* (Memoria inédita).
- LINARES, A. y MOUTERDE, R. (1960-62): Observations sur le Lias de la Sierra Elvira (Province de Grenade, Espagne). *Livre à la mém. du Prof. P. Fallot*, I, p. 183-188. *Mém. h.-s. Soc. Géol. France*.
- LINARES, A. y VERA, J. A. (1966): Precisiones estratigráficas sobre la serie mesozoica de Sierra Gorda. *Est. Geol.*, vol. XXII, p. 65-99.
- MOUTERDE, R. y LINARES, A. (1960): Nuevo yacimiento fosilífero del Lias superior, cerca de Iznalloz (provincia de Granada, Cordillera Subbética). *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España*, n.º 58, p. 101-104.
- VERA, J. A. (1966a): La unidad de "Parapanda-Hacho de Loja". Su individualidad estratigráfica y tectónica en la Zona Subbética. *Acta Geol. Hisp.*, I, n.º 1, p. 3-5.
- VERA, J. A. (1966b): Estudio geológico de la Zona Subbética en la transversal de Loja y sectores adyacentes. Tesis *Fac. de Ciencias. Univ. de Granada* (Memoria inédita).

Departamento de Geología Física y Aplicada;
Facultad de Ciencias.

Granada, noviembre de 1967