

Síntesis de la evolución estratigráfica y tectónica de los materiales secundarios del bloque del Cardó y sectores adyacentes (Provincia de Tarragona)*

por S. ROBLES OROZCO **

RESUMEN

Se sintetizan las características estratigráficas, tectónicas y paleogeográficas de una porción de la Cordillera Costera Catalana, situada en la mitad meridional de la provincia de Tarragona.

Se diferencian dos dominios estratigráficos del Jurásico-Cretácico. En el dominio norte la serie estratigráfica jurásica queda interrumpida a partir del Bajocense. Sobre los materiales de este piso o incluso sobre el Lías Superior, yace un tramo de facies Utrillas y una serie marina y de transición del Cretácico Superior. El dominio meridional posee una serie jurásica, completa a grandes rasgos, y una serie cretácica hasta el Aptiense.

Ambos dominios coinciden con dos unidades tectónicas bien diferenciables. La unidad septentrional presenta una estructura muy influenciada por la del zócalo. La meridional tiene una estructuración propia y se caracteriza por su despegue a nivel del Triás y corrimiento hacia el N-NNW.

SUMMARY

The present paper discusses the structure, stratigraphic, and paleogeographic evolution of the "Cordillera Costera Catalana" located within the southern part of the provincia de Tarragona (NE Spain).

In the northern part of this area, deposits of Bajocian or even Late Liassic age are overlain by Albian or Cenomanian continental deposits ("Utrillas facies") and by Late Cretaceous carbonates. In the southern part, the Jurassic and Lower Cretaceous (Berriasian to Aptian) sequences are more completely represented and contain no major gaps.

These two parts correspond to two well differentiated tectonic units. The structural features of the northern unit are strongly influenced by the structure of the basement. The southern unit has its own structural style which is characterized by a "décollement" within the Triassic and by being thrust in a N-NNW direction.

LOCALIZACIÓN

La región estudiada queda limitada por el Baix Camp de Tarragona, el Mar Mediterráneo, el río

Ebro, la depresión de Mora y la comarca del Priorat. Se ha estudiado primordialmente el Secundario que son los materiales que afloran, casi de forma exclusiva, en el área mencionada.

ANTECEDENTES HISTÓRICO-GEOLÓGICOS

Las primeras investigaciones realizadas en el área estudiada tuvieron un carácter eminentemente cro-noestratigráfico y aportaron las bases estratigráficas de la zona.

A esta época pertenecen los trabajos de: BAUZA (1876), MALLADA (1889), BELTRÁN (1915), FAURA Y SANS (1919), KILIAN & FALLOT (1920), VILASECA (1920), BATALLER (1922, 1926, 1933 y 1935), BATALLER & GUERIN (1930) y LLOPIS & VILLALTA (1935), entre los más representativos.

FALLOT y los discípulos de la escuela de STILLE son los que inician el estudio tectónico, propiamente dicho, de esta región. Comienza con ellos una segunda etapa en la que se amplían los conocimientos tectónicos a la vez que los estratigráficos, aunque éstos, de forma más lenta. Pertenecen a esta época, como más característicos, los trabajos de: FAURA Y SANS, FALLOT & BATALLER (1921), FALLOT & BATALLER (1926, 1927), HAHNE (1930, 1933), I.G.M.E., Hoja de Hospitalet del Infante (1932), TEICHMÜLLER (1933), ASHAUER & TEICHMÜLLER (1935).

La publicación de la Morfoestructura de los Catalánides (LLOPIS, 1947) marca un hito en el conocimiento estratigráfico, tectónico y morfológico de las Cordilleras Costeras en general y de esta zona en particular.

A partir de este momento, en que ya se dispone de una base de trabajo, se inician estudios que limitan el tema a la vez que profundizan en el contenido. En su mayoría estos trabajos tienen un carácter eminentemente estratigráfico, manteniendo en gran parte

* Constituye un resumen de la tesis doctoral del autor de la nota leída el 14 de junio de 1974 en la Facultad de Ciencias de la U.A.B.

** Departamento de Estratigrafía. Universidad Autónoma de Barcelona.

las ideas tectónicas propuestas y/o sintetizadas por LLOPIS. Dentro de estas publicaciones cabe citar: especialmente las de VIRGILI (1954, 1955, 1958) y también las de BATALLER (1947, 1950, 1954), SAN MIGUEL ARIBAS (1948), SOLÉ, MACAU, VIRGILI & LLAMAS (1965) y finalmente las de CANEROT (1967, 1968), COMBES (1966, 1967, 1969), BULLARD (1972) y ESTEBAN (1973), que aunque tratan de regiones colindantes o próximas hacen referencia a la zona estudiada.

DESCRIPCIÓN

Los materiales paleozoicos del borde S del Priorat y extremo NE del Baix Camp de Tarragona, cuya continuación hacia el S constituye la base de la cobertera meso-cenozoica por mí estudiada, fueron afectados por la orogénesis herciniana. En conjunto se presentan frente al período alpídico, en gran parte por sus importantes enclaves de rocas ígneas, con unas características de rigidez relativamente bien marcadas y también con una cierta anisotropía. Ambas características influirán en el desarrollo estructural, de ellos mismos y de la cobertera, durante la orogénesis alpídica, individualizándose un zócalo paleozoico y una cobertera meso-cenozoica. Esta individualización tiene una magnitud muy diferente y una polaridad bien marcada, dentro de una misma transversal.

— Sobre la superficie de erosión pretriásica y en un régimen fluvial, de acuerdo con los tipos de laminación y exposición en forma de canales, se depositaron los materiales detríticos rojos del Buntsandstein. Probablemente en forma de abanicos aluviales de no gran pendiente pues faltan las secuencias típicas de los canales fluviales ("point bars" y "braided streams").

Las paleocorrientes señalan que el aporte provenía, predominantemente, de entre el NE y NW.

— Los materiales calizos, parcial o totalmente dolomitizados, del Muschelkalk inferior se originaron en un medio intermareal. La facies calcáreo-dolomítica-arcillosa del Muschelkalk superior parece propia de una plataforma carbonática. El depósito de ambos supone transgresiones marinas débiles por su carácter pero amplias por su extensión. Entre estas dos transgresiones existe un período de regresión, con las mismas características apuntadas anteriormente, en el cual tuvo lugar la sedimentación de las arcillas y yesos del tramo rojo del Muschelkalk.

— Las arcillas, yesos y locales canales microconglomeráticos de facies Keuper pudieron originarse en una cuenca de características continentales en la que se individualizaban pequeñas cuencas lagunares de tipo salino. Los canales de detríticos groseros serían originados por cortos cursos fluviotorrenciales, posiblemente integrados en pequeñas cuencas endorreicas.

— Durante el Triásico hay actividad ígnea. Se producen rocas volcánicas, y probablemente subvolcánicas, básicas. Las primeras son parcialmente erosionadas y pasan a formar parte del microconglomerado existente en la facies Keuper del Bloque de Cardó. Este hecho permite deducir que en esta época el zócalo tenía ya fracturas activas que permitían el ascenso de los materiales ígneos hasta la superficie o sus cercanías. Los movimientos que pueden ocurrir en el zócalo en este tiempo son de carácter epigénico.

— Quizá desde final del Triás y durante el Lías basal se depositan, en un medio de plataforma marina muy proximal, materiales calcáreos que posteriormente se dolomitizan.

El nivel de dolomías brechoide-conglomeráticas masivas, del Lías Inferior, debió formarse en un momento de elevada energía en el medio sedimentario. Puede relacionarse con una cierta inestabilidad tectónica, producto de movimientos de gran radio del zócalo, de carácter epigénico y que abarcarían a la zona donde primitivamente se habían depositado los materiales que lo integran. En los bordes de este megadomo (macizo del Ebro) se formarían grandes conos de conglomerados (probablemente submarinos). Al finalizar, o casi al finalizar este movimiento, se depositaron calizas, posteriormente dolomitizadas que debido a los últimos impulsos se brechifican.

— Con el transcurso del Lías, el medio sedimentario que continúa siendo marino y proximal, se hace muy tranquilo, depositándose calizas, fundamentalmente micríticas y localmente oolíticas con episodios margosos en el Pliensbachense, que incluyen una abundante fauna de Braquiópodos y Lamelibranquios y escasos Ammonites.

— En el Toarciense inferior y medio se depositan calcarenitas bioclásticas, con intercalaciones calcáreo margosas en la parte superior, ricas en Braquiópodos, Lamelibranquios y Cefalópodos. Se originan en un medio marino litoral, probablemente playas en un sentido amplio, muy homogéneo para toda la región.

— Los niveles oolíticos ferruginosos del Toarciense superior y base del Bajocense inferior, unido a la caracterización sólo local del Aalenense, también oolítico ferruginoso, y a la condensación del piso y fracciones de pisos, mencionados, puede indicar que, durante este tiempo, la sedimentación es muy escasa o quizás, en parte, los materiales correspondientes han sido erosionados, o bien la acción de ambos fenómenos a la vez.

Con el Bajocense inferior el medio sedimentario se manifiesta claramente transgresivo. Se forman calizas margosas y margas con abundante fauna de Ammonites, en un medio de plataforma continental con características distales.

— El medio sedimentario se mantiene con características similares durante el Bathonense y Callovien-

se inferior. Se originan calizas, fundamentalmente micríticas, con delgadas intercalaciones margoarcillosas, que incluyen abundantes Ammonites. Estos materiales, hacia el Oeste, en las Sierras de Cardó, se encuentran dolomitizados.

Es muy probable la existencia de una laguna estraigráfica a nivel del Calloviense superior y Oxfordense inferior. A la misma conclusión llega para esta zona

BULARD (1972). Esta laguna sería correlacionable con la que afecta en este período al dominio Ibérico y otros sectores peninsulares.

— El Oxfordense medio-superior y Kimmeridgen-se inferior, cuando son datables, están representados por calizas con intercalaciones margosas y fauna de Ammonites, propias de un medio marino de plataforma continental.

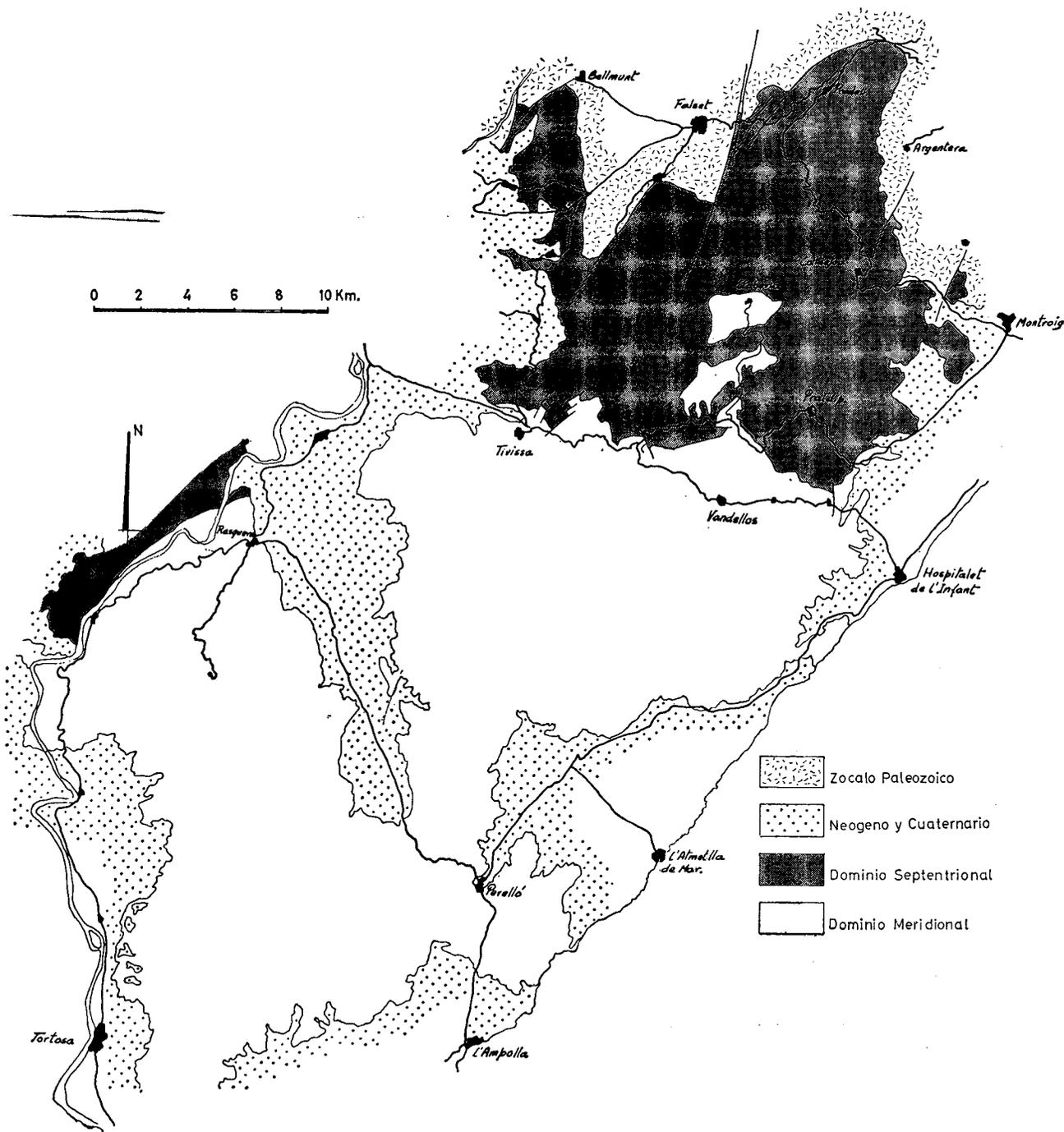


FIG. 1. — Dominios estratigráficos del Jurásico y Cretácico.

— Sobre diferentes niveles del Dogger o Malm, calizos, se sitúa una potente serie dolomítica masiva. La variabilidad cronológica de su yacénte se explica por dos causas:

a) Los materiales primitivos se depositaron sobre una superficie de erosión, al menos local, post Kimmeridgense inferior y pre Portlandense (?) o Cretácico basal.

b) La dolomitización secundaria profundizó diferentemente en la serie.

El medio de depósito de la parte de estos materiales de edad post Kimmeridgense inferior es difícil de deducir por la fuerte dolomitización que han sufrido. La presencia de frecuentes superficies de erosión, algunas con productos lateríticos (una de ellas bisela completamente hacia el Norte a un nivel margo calcáreo arcilloso de 70 m de espesor intercalado en el potente paquete dolomítico) indican emersiones esporádicas. Este hecho, unido a que la parte superior de estos materiales procede de la dolomitización de calizas de un medio de "lagoon", me induce a pensar que el medio claramente marino del Dogger y parte del Malm, desapareció en el Malm Superior, y posiblemente a partir de la emersión, al menos local, post Kimmeridgense inferior.

— Durante el Portlandense (?) y Cretácico basal, la mitad meridional de la región estudiada, lo que en la actualidad corresponde a las sierras situadas al S de Vandellós y Tivissa y las Sierras de Cardó, Boix y Enclusa, área a la que denomino desde el punto de vista estratigráfico dominio meridional (fig. 1), denota una fuerte subsidencia. Se originan depósitos, fundamentalmente calizas micríticas y biomicríticas, muy someros, de "lagoon" que, sin embargo, pueden alcanzar una potencia superior a 200 m.

— El Cretácico Inferior está representado exclusivamente en el dominio meridional. Es una serie calcárea margosa, con un tramo medio fundamentalmente margoso. Las margas sufren frecuentes cambios laterales a calizas. En ellas se encuentra claramente representado el Barremiense. La mayor parte de estos sedimentos se han originado en un medio de "lagoon" e incluso lagunar (calizas y/o margas con Dasicladáceas, Miliólidos y Caráceas) en el que existen episodios marinos con Rudistas, Ostreidos y Orbitolinas. Estas intercalaciones son más frecuentes y potentes en la parte superior. La serie es más potente hacia el S y SW. En la zona de la costa aflora el Aptiense y es claramente marino.

Durante el Barremiense ocurre una emersión, seguida de una transgresión generalizada, que se acentúa en el Aptiense.

El carácter eminentemente somero, generalmente de medio de transición, de los materiales del Cretácico Inferior, al menos hasta el inicio del Aptiense, unido a su gran potencia, llega a ser superior a 700 m, indi-

ca que el dominio meridional está sometido durante este período a una marcada subsidencia que es mayor hacia el S y SW.

— La falta de sedimentos cretácicos infra albienses, en la parte norte de la región estudiada, Sierras de Llaberia-Montalt y elevaciones de Montaner, al Norte de Tivissa, área a la que denomino, desde el punto de vista estratigráfico, dominio septentrional (fig. 1), puede interpretarse como debida a un depósito escaso y en su mayor parte a etapas de emersión en las que la erosión llega, en definitiva, a profundizar hasta el Lías Superior.

— La subsidencia diferencial entre los dominios norte y sur, e incluso la tendencia opuesta (elevación del septentrional), que debieron manifestar ambos en amplios espacios del Cretácico Inferior, es el resultado de fracturas o flexiones del zócalo. Está, por tanto, ligada a movimientos de grandes bloques de zócalo de carácter epigénico. El hundimiento parece ser que se realizaba en el sentido S-SSE. No podemos saber si esta tendencia continuó al menos durante parte del Cretácico Superior.

— Durante el depósito de los materiales detríticos de facies Utrillas (Albiense (?), Cenomaniense inferior (?)) el dominio septentrional estaba en régimen continental. En dicho dominio estos materiales se depositaron discordantemente sobre términos del Lías Superior y Dogger basal, cada vez más modernos hacia el Sur. En el dominio meridional, no existen depósitos cretácicos superiores al Aptiense. Es posible, de acuerdo con la subsidencia de la cuenca hacia el S-SSE, que el Albiense, al menos en parte, estuviese representado por sedimentos marinos, como ocurre en sectores del Maestrazgo.

— El Cretácico Superior se inicia con una marcada transgresión. El dominio septentrional queda en régimen epicontinental, depositándose calizas con Praealveolinas, dolomitizadas en la base, durante el Cenomaniense superior, y calizas, generalmente micríticas y localmente oolíticas, en el Turoniense. El dominio meridional estaría también lógicamente en medio marino.

— En el Senoniense, el mar inicia nuevamente una regresión. Los materiales calizos y margosos con glauconita, de facies marina muy proximal (probablemente maastrichtienses), se hacen, hacia la parte superior, de medio sedimentario de transición y hacia el Norte pasan a una posible facies "Garumn". En la figura 2 se sintetizan y correlacionan los diferentes niveles jurásico-cretácicos existentes dentro de cada dominio.

— El cambio a medio continental s. l., iniciado localmente dentro del dominio estratigráfico septentrional en el Senoniense superior, pudo generalizarse para todo el dominio norte, en el tránsito Cretácico-Paleoceno, y en los comienzos de este último, de acuerdo con las arcillas rojas con yesos, que yacen sobre el Senoniense, correspondientes a una facies

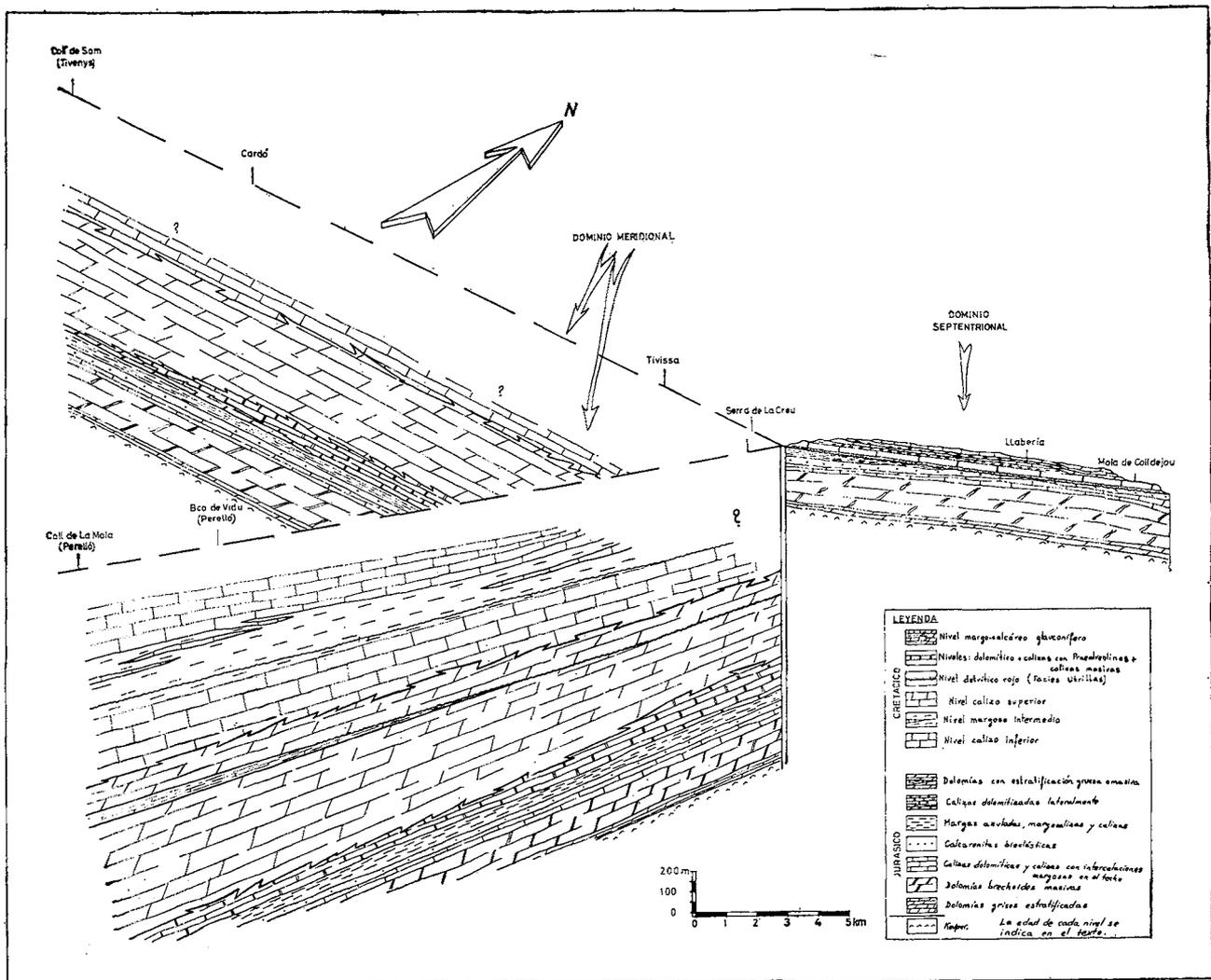


Fig. 2. — Síntesis y correlación de los materiales jurásicos y cretácicos.

“Garumn”, y con lo que ocurre en el sector de Tarra-gona, ESTEBAN (1973).

Dentro de la región estudiada no afloran materiales preorogénicos de compresión más modernos que los mencionados.

— La fase orogénica se inicia con una etapa clara-mente compresiva. Esta etapa, de acuerdo con los datos regionales, es fundamentalmente intraeocénica, si bien algunos accidentes pudieron iniciarse en el Paleoceno y otros continuar evolucionando o producirse al menos durante el Oligoceno. La fig. 3 muestra el esquema tectónico de la región estudiada.

En el zócalo, al menos donde es visible (unidad sep- tentrional), se producen fallas que afectan como tales a la cobertera, así como algún arqueamiento de radio medio.

En la cobertera se diferencian dos unidades tectóni- cas que coinciden, de una forma general, con los do- minios estratigráficos definidos (fig. 3).

La unidad septentrional, que se corresponde con el dominio norte, estratigráficamente menos potente, tie- ne una estructura bastante influenciada por la del zócalo, si bien, también exhibe estructuras de plega- miento, e incluso cabalgamiento, propias e indepen- dientes del zócalo. Estas deformaciones se han origi- nado por despegue a favor de los niveles incompeten- tes; especialmente los tramos arcillosos y/o arcilloso- yesíferos, del Triás.

La unidad meridional, que coincide con el dominio sur, estratigráficamente mucho más potente, tiene una estructura, de conjunto e interna, muy independiente de la del zócalo. Se caracteriza, en conjunto, por su despegue a nivel del Triás y por su desplazamiento hacia el N-NNW. El despegue principal ocurre a favor de las arcillas y yesos del Muschelkalk medio y permite el corrimiento, hacia el N-NNW, de dicha unidad, en una magnitud mínima de 6 km para su extremo Este (fig. 3). El desplazamiento mínimo de

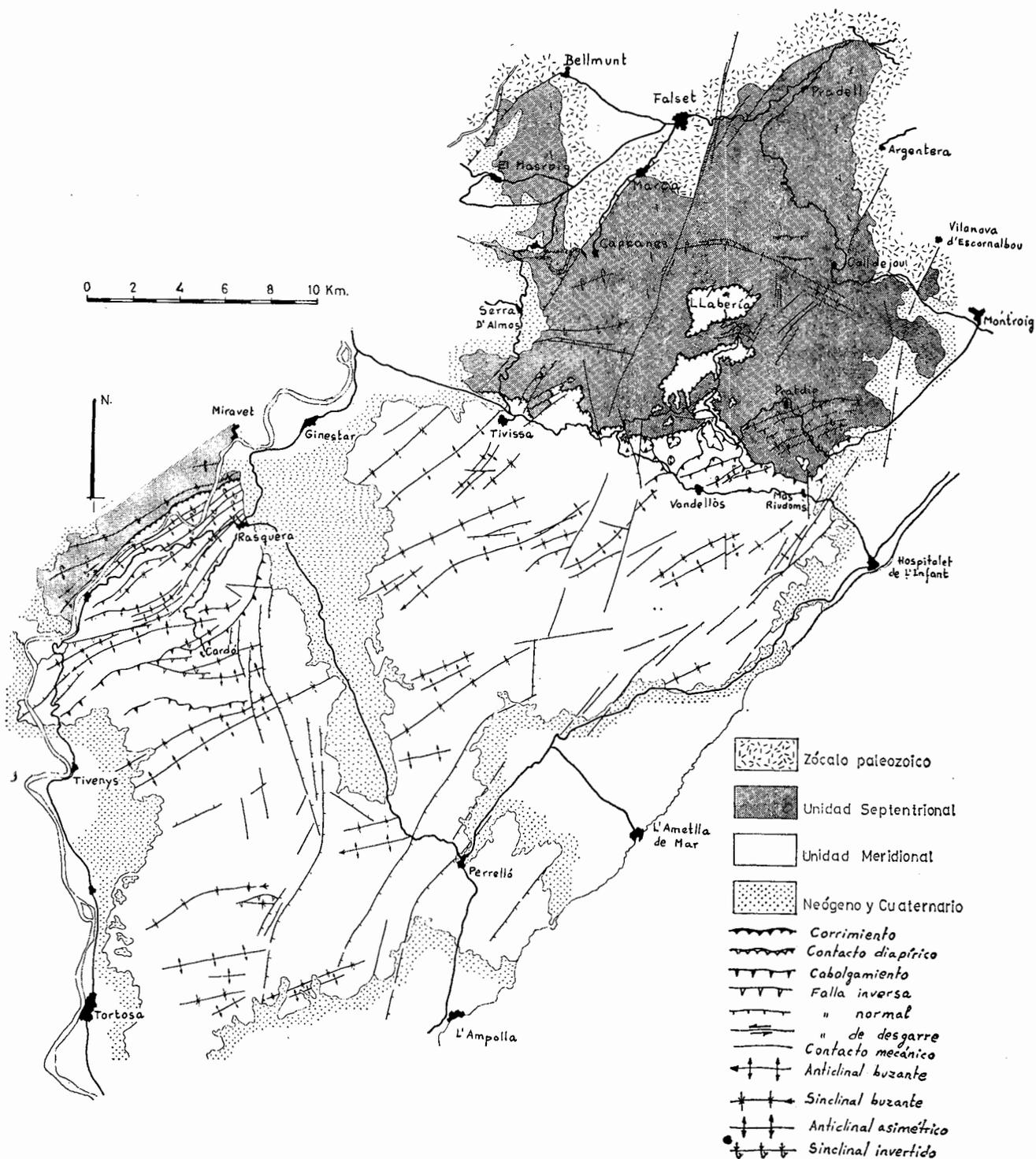


FIG. 3. — Esquema tectónico.

conjunto, para el sector oriental de dicha unidad es, sin embargo, superior a los 10 km, si se le suman los desplazamientos que ocurren por despegue a favor del tramo superior, arcilloso, del Buntsandstein.

Internamente tiene una estructura de plegamiento

y cabalgamientos, vergentes al NNW, relativamente fuerte.

Uno de los hechos importantes, que caracteriza el estilo tectónico de gran parte de la región estudiada, es la individualización de diferentes niveles o pisos

tectónicos. Ello, en la práctica, ha estado en función de: la intercalación de tramos incompetentes (virtuales niveles de despegue), la potencia de la serie estratigráfica y la magnitud de los esfuerzos diferenciales.

Cuando ocurren despegues a favor del Buntsandstein Superior, Muschelkalk Medio y Keuper se individualizan: un piso de zócalo, al cual permanece adherido como tegumento el Buntsandstein detrítico grosero, y tres pisos de cobertera. Cada uno de ellos adquiere una estructuración parcial o totalmente propia, aunque siempre se observa una preponderancia de aquella que se produce a favor del despegue fundamental, que es a nivel del Muschelkalk medio.

Dentro de la serie jurásico-cretácica existen otros virtuales niveles de despegue, pero de hecho, las estructuras que se forman a su favor, si bien tienen valor local, éste es pequeño o nulo a escala regional.

Los principales grupos de estructuras y su datación relativa son:

- Inicio del plegamiento y corrimiento de Llaberia, cuya colocación es post Maastrichtiense y posiblemente intrapaleocena (?), aunque pudo evolucionar algo más después del Paleoceno.
- Escamas de cobertera de la zona túnel de Fatxes-Sierra de Sta. Marina.
- Acentuación del plegamiento y producción de nuevos cabalgamientos en la cobertera.
- Actuación de las fallas de desgarre más importantes.
- Etapa de distensión desde principios del Mioceno según datos regionales.

Se originan fallas normales paralelas o subparalelas a la dirección general de plegamiento y rejuegan como normales, fallas producidas en la etapa de compresión con diferente carácter.

También en esta etapa se produce el basculamiento hacia el Oeste de grandes bloques (bloque del Cardó s. st., bloque de Tivissa-Vandellós) a favor de fallas que actúan como normales, siendo unas de ellas posiblemente preexistentes y otras, de nueva creación, paralelas a las anteriores. El funcionamiento de algunas de las fallas de esta etapa (ha sido señalado para estructuras existentes fuera de la zona estudiada) ha proseguido durante el Plioceno.

BIBLIOGRAFÍA

ASHAUER, H. y TEICHMULLER, R. (1935): "Die varicische und alpidische Gebirgsbildung Kataloniens". *Beitr. Geol. West. Mediterranee*, biete n. 17, Abh Ges, Wiss. Göttingen Math-Phys. Kl. 3F, H. 16, pp. 16-98, 48 figs., Berlín. Traducido en *Publ. Estr. Geol. España, C.S.I.C.*, vol. III, pp. 1-93, Madrid, 1946.

BATALLER, J. R. (1922): "El Jurásico de la Provincia de Tarragona". *Trab. Museo Nac. Cienc. Nat. (Junta Amp. Est. e Inv. Cientif.)*, serie Geológica, n.º 29, 117 pp., 13 figs., 8 láms., 1 mapa. Madrid.

BATALLER, J. R. (1926): "Sur le Jurassique de la partie meridionale de la Catalogne (puertos de Tortosa)". *Bull. Soc. Geol. Fr.* (4.ª s.), vol. XXVI, pp. 101-116, 2 figs. Paris.

BATALLER, J. R. y GUERIN, M. (1930): "Notes sobre el Triás de Barcelona i Tarragona". *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, vol. 30, pp. 81-84. Barcelona.

BATALLER, J. R. (1933): "El Triasico Català". *Butll. Soc. Ciències Nat. "club Montayenc"*, any III, 3.º, n. 13, pp. 3-12, 2 láms. Barcelona.

BATALLER, J. R. (1935): "Reunió extraordinaria a la comarca de Tortosa". Abril 1935. Institució catalana d'Història Natural, Geologia. *Institut d'Estudis Catalans*, pp. 11-19, 4 figs., 1 mapa geol. 1 : 200.000. Barcelona.

BATALLER, J. R. (1947): "Notas estratigráficas sobre Cardó". *Anales Escuela Perit. Agrícolas y Sup. de Agricultura*, vol. VI, pp. 309-323. Barcelona.

BATALLER, J. R. (1950): "Geognosia del Triásico español". *Anales Escuela Perit. Agrícolas y Sup. de Agricultura*, vol. IX, pp. 193-219. Barcelona.

BATALLER, J. R. (1954): "Enumeración de las especies nuevas del Triásico y Jurásico de España". *Estudios Geológicos*, n. 21, pp. 49-77. Madrid.

BAUZA, F. (1876): Breve reseña geológica de las provincias de Tarragona y Lérida". *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, vol. III, pp. 120-123. Madrid.

BELTRÁN, F. (1915): "Noticia de su excursión a la Tenencia de Benifasá, Fredes y Puertos de Beceite, Castellón y Tarragona". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, vol. XV, p. 428. Madrid.

BULARD, P. F. (1972): "Le Jurassique moyen et supérieur de la chaîne Ibérique sur la bordure du bassin de l'Ebre (Espagne)". Tesis, Niza, 2 vols., 702 pp., 39 pl., 100 figs.

CANEROT, J. (1967): "Découverte de l'Albien marin et paléogéographie du Crétacé dans le Maestrazgo nord-oriental (Espagne)". *C.R. Somm. Soc. Geol. Fr.*, serie D, fasc. 5, pp. 182-183.

CANEROT, J. (1967): "Le Crétacé supérieur dans les Bas-Aragon et le Maestrazgo (Espagne)". *C.R. Somm. Soc. Gé. Fr.*, serie D, fasc. 8, pp. 345-346. Paris.

CANEROT, J. (1968): "Sur la tectonique du Maestrazgo nord-oriental (Espagne) et ses relations avec la paléogéographie du Crétacé et du Tertiaire". *C.R. Somm. Géol. Fr.*, serie D, fasc. 1, pp. 10-11.

CANEROT, J. (1968): "Sur le Crétacé de la region d'Ulldecona et ses variations dans l'extrémité méridionale des Chaînes catalanes (Espagne)". *C.R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, serie D, fasc. 44, pp. 114-115.

CANEROT, J. y SOUQUET, P. (1972): "Le faciès 'Utrillas'. Distinction du Wealdien et place dans la phase d'épandages terrigènes albocénomaniens". *C.R. Acad. Sc. Paris*, serie D, t. 275, pp. 527-530, 2 figs.

COMBES, P. J. (1967): "Contribution à l'étude de la genèse des bauxites: Paleogeographie du Crétacé inférieur et bauxites dans le Maestrazgo nord-oriental (Espagne)". *C.R. Acad. Sc. Paris*, vol. 264, pp. 703-706.

COMBES, P. J. (1969): "Recherches sur la genèse des bauxites dans le Nord-Est de l'Espagne, Languedoc et l'Ariège (France)". Tesis, Montpellier. *Mém. C.E.R.G.H.*, vol. III, IV, 375 pp., 72 figs., 28 tabl., 16 láms., 1 mapa geol. Montpellier.

COMBES, P. J., GLACON, G. y GRAMBAST, L. (1966): "Observations stratigraphiques et paleontologiques sur le Crétacé inférieur du Nord-Est du Maestrazgo (Espagne)". *C.R. Somm. Soc. Geol. Fr.*, pp. 390-391.

ESTEBAN, M. (1973): "Petrología de las calizas cretácicas del sector central de los Catalánides (Prov. de Tarragona y Barcelona)". Tesis Doctoral Universidad de Barcelona, 425 pp., 43 figs., 17 láms. plegadas, 60 láms., fotografías.

FALLOT, J. y BATALLER, J. R. (1926): "Sur la tectonique de la bordure meridionale du bassin de l'Ebre et des montagnes du littoral méditerranéen entre Tortosa et Castellon (Espagne)". *C.R. Acad. Sc.*, vol. CLXXXII, pp. 226-228.

- FALLOT, J. y BATALLER, J. R. (1927): "Itinerario geológico a través del Bajo Aragón y Maestrazgo". *Mem. R. Acad. Cién. y Art. Barcelona*, vol. XX, n. 8, 143 pp., 45 figs., 7 láms.
- FAURA Y SANS, M. (1919): "Una nova especie d'equinit del Triàsic de la provincia de Tarragona". Com. verbal. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, vol. XIX, pp. 122-123. Barcelona.
- FAURA Y SANS, M., FALLOT, P. y BATALLER, J. R. (1921): "Observations au sujet de la stratigraphie des terrains jurassiques de la Chaîne de Cardó (Tarragona)". *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, vol. XXI, pp. 118-130, 2 figs., láms. VI-VIII. Barcelona.
- HAHNE, C. (1930): "Investigaciones estratigráficas y tectónicas en las provincias de Teruel, Castellón y Tarragona". *Publ. Alm. Geol. España*, vol. II, pp. 51-97, 6 figs., 1 mapa (traducción de: "Stratigraphische und tectonische Untersuchungen in den Provinzen Teruel, Castellón und Tarragona (Spanien)").
- HAHNE, C. (1933): "Ein Geologischer Führer durch den nördlichen Teil des Sudaragonischen-Katalonischen Mittelgebirges zwischen Ebro und Martinfluss und seiner Vorlander (Spanien)". *Geol. Méditerranée Occidentale*, vol. III, n. 13, part. III, p. 1-52, 5 figs., 3 láms. Barcelona.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1929): *Mem. Expl. del Mapa Geol.* Hoja n.º 522 (Tortosa).
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1932): *Mem. Expl. del Mapa Geol.* de la hoja n.º 498 (Hospitalet).
- KILIAN, W. y FALLOT, P. (1920): "Sur l'existence et les faciès de diverses étages jurassiques dans la province de Tarragona (Catalogne)". *C.R. Acad. Scien. Paris*, vol. CLXXI, pp. 19-22.
- LLOPIS LLADÓ, N. (1947): "Contribución al conocimiento de la morfoestructura de los Catalánides". *Publ. Inst. Lucas Mallada de C.S.I.C.*, 372 págs., 40 figs., 18 láms., 1 mapa.
- LLOPIS LLADÓ, N. y VILLALTA, J. F. (1935): "Contribución a la fauna triásica catalana". *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, t. XXXV, pp. 51-62. Barcelona.
- MALLADA, L. (1889): "Reconocimiento geográfico y geológico de la provincia de Tarragona". *Bol. Comp. Mapa Geol. de España*, vol. XVI, pp. 1-175, 7 figs., Mapa geol. Madrid.
- SAN MIGUEL ARRIBAS, A. (1948): "Sobre unas erupciones volcánicas en el valle de Cosp (Cardó)". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XLVI, n. 3/4, pp. 235-255, 6 fotog., láms. XIV-XIX. Madrid.
- SOLÉ SABARÍS, L., MACAU, F., VIRGILI, C. y LLAMAS, M. R. (1965): "Sobre los depósitos pliocénicos y cuaternarios del bajo Ebro". *Memorias y Comunicaciones*, 2.ª ser., vol. I, pp. 83-91, Barcelona.
- TEICHMÜLLER, R. (1933): "Tafel und faltenland im südlichen Katalonien", *Nacht. Ges. Wiss. Göttingen Math. Phys. Kl.* Traducido en *Publ. Extr. Geol. Esp.*, vol. III, n. 16, pp. 293-297, 4 figs.
- VIRGILI, C. (1954): "Algunas consideraciones sobre el trazado de las costas españolas durante el Triásico". *R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, pp. 697-716, 3 figs. Madrid.
- VIRGILI, C. (1955): "El tramo rojo intermedio del Muschelkalk de los Catalánides". *Mem. y Com. Inst. Geol. Provincial*, vol. XIII, pp. 37-78, 3 figs. Barcelona.
- VIRGILI, C. (1958): "El Triásico de los Catalánides". *Inst. Geol. y Min. Esp.*, vol. LXIX, 856 pp., 92 figs., 7 láms. Madrid.

Recibido para su publicación: 9 enero 1975.