

EL JURASICO MARINO DE SIERRA DE ARALAR
LOS PROBLEMAS POSTKIMMERICOS*
(CUENCA CANTABRICA ORIENTAL)

R. SOLER y JOSÉ **

RESUMEN:

La Sierra de Aralar, eslabón más oriental del Anticlinorio de Bilbao, permite el estudio de las series del Jurásico y Cretáceo inferior más completas de la mitad oriental de la Cuenca Cantábrica. El Jurásico marino ha sido dividido en cinco grupos de litofacies con su situación en la escala cronoestratigráfica clásica. Sedimentológicamente estas litofacies se integran en dos megarritmos: el inferior, transgresivo, Infralias-Lias y el superior, regresivo, Dogger-Kimmeridgiense. La zona de máxima subsidencia-sedimentación se sitúa en la parte occidental de la Sierra («cubeta central»); queda limitada hacia el Este y Noroeste por una serie de altos fondos; hacia el Sur debe situarse un importante paleorelieve, sobre todo a partir del Malm.

Tras la fase epirogénica kimmérica se depositan las facies «purbeckienses», lagunares con influencias marinas, de extensión más limitada. Algunas ideas son expuestas referentes al estricto límite cronoestratigráfico Jurásico-Cretáceo.

RESUME:

La Sierra de Aralar, chaînon le plus oriental l'Anticlinorium de Bilbao, permet l'étude de la série Jurassique-Cretacé inférieur la plus complète du Bassin Cantabrique oriental. Le Jurassique marin a été decoupé en cinq groupes de lithofaciés qui/seront placés dans le cadre chronostratigraphique classique. Ces formations s'étalent entre le Rethien et Kimmeridgien, et constituent deux megarritmes sedimentaires: l'inférieur, transgressif, Infralias-Lias et le supérieur, regressif, Dogger-Kimmeridgien. La subsidence-sedimentation maximale se dé-

* El «Estudio geológico de la Sierra de Aralar» ha sido sometido a la Comisión de Publicaciones del I.G.M.E.

** «Auxin Hidrocarburos», Plaza Marqués de Salamanca, 8, Madrid. El autor agradece a la Dirección de ENPENSA el haber autorizado la publicación de este trabajo.

veloppe vers l'Ouest («bassin central»); une série de hauts fonds limite à l'Est et au Nord-est ce «bassin» local dans la paléogéographie jurassique régionale; vers le Sud on soupçonne l'existence d'un important paléorelief surtout à partir du Malm.

Après la phase érosive correspondante à l'épirogénèse du Kimmeridgien terminal, la sédimentation plus limitée des «faciès purbeckiens», lagunaires avec des influences marines, représente les derniers dépôts jurassiques et les premiers du Crétacé. Quelques idées sur le problème chronostratigraphique seront exposées.

ABSTRACT:

The «Sierra de Aralar», eastward link of Bilbao Anticlinorium, allows the study of most complete Jurassic and Lower Cretaceous series from the eastern part of Cantabrian Basin. Marine Jurassic has been divided in five lithofacies groups, each one situated into the classical chronostratigraphical scale. Sedimentologically, this lithofacies is composed by two megarithms: the low one (Infralias-Lias), is transgressive, and the upper one, regressive (Dogger-Kimmeridgian). Maximum subsidence and sedimentation zone is situated towards the E. and NE. by a series of «haut-fonds» and important paleorelief, must be situated towards the S., principally during the Malm.

After the Kimmeric epirogenetic phase, more limited, lacustrine with some marine influences, «Purbeck» facies are deposited.

Some ideas are also exposed about the exact chronostratigraphical boundary Jurassic-Cretaceous.

ZUSAMMENFASSUNG:

Die Sierra de Aralar ist das «östlichste Glied des Antiklinorium von Bilbao. Sie gestattet die Untersuchung der vollständigen jurassischen und unteren cretazischen Serien der östlichen Hälfte der Kantabischen Becken. Wir haben in den jurassischen marinen Sedimenten, fünf lithofazielle Gruppen unterscheiden können, gemäss ihrer Lage in der klassischen Stratigraphischen Skala.

Sedimentologisch betrachtet, werden diese Lithofacies zwei Megarithmen bilden: der untere, transgressiv, gehört dem Dogger und Kimmeridgien an. Die Zone der tiefen Subsidenz und Sedimentation liegt in der westlichen Teil der Sierra (Zentral Becken) das am E und NW durch eine Reihe niederen Tiefen begrenzt wird. Wahrscheinlich liegt im Süden eine williger Paleorhebung, vor allem seit dem Malm.

Nach der epirogenischen Kimerischen Phase setzen sich die limnische «purbeckiense» Fazies mit marinen Einflüssen nieder, die eine begrenzte Ausdehnung besitzen. Es werden einige Überlagerungen über die Grenze Jura-Kreide besprochen.

INTRODUCCIÓN.

Desde el año 1968 realizamos en la mitad occidental de la Cuenca Cantábrica una serie de trabajos geológicos progresivos dentro del programa de explo-

ración de la Compañía ENPENSA. En el estudio de los ámbitos sedimentarios mesozoicos, fundamentalmente del Jurásico y Cretáceo inferior, la Sierra navarro-guipuzcoana de Aralar resultó ser la zona clave en la estatigrafía cantábrica; afloran en ella las series más completas accesibles en la totalidad de la Cuenca.

Los trabajos clásicos de campo nos llevaron al establecimiento de una serie de grupos de litofacies, es decir de niveles cartográficos, y sus cambios laterales, mediante levantamiento de perfiles estratigráficos de semidetalle (escala original 1/1.000) próximos entre sí. Estos rasgos básicos fueron completados con estudios macro y micropaleontológicos y de microfacies, realizados por el Laboratorio ELF R.E. de Boussens (Francia). Podemos así presentar una correlación litofacial dentro del cuadro de la cronoestratigrafía clásica, ambas no necesariamente coincidentes. La datación de detalle en el límite Jurásico-Cretáceo no es todavía completa; existe una abundante fauna de Ostrácodos, pero carecemos de una escala regional completa, válida para las faunas de estuario o aún más confinadas propias de estos niveles.

SITUACIÓN GEOLOGICA.

Dentro de las grandes estructuras del Arco Cantábrico, la Sierra de Aralar da lugar a la digitación más oriental del gran Anticlinorio de Bilbao. Hacia el Este se sitúan los dominios subpirenaicos bajo los que se hunde.

El Arco Cantábrico es la manifestación en esta zona de la tectónica típica de cobertera despegada del zócalo paleozoico y permotriásico al nivel del Keuper. Está integrado por una serie de megaestructuras de dirección principal Noroeste-Sureste: Anticlinorio Norte de Vizcaya, Sinclinorio de Vizcaya y Anticlinorio de Bilbao. Hacia los Macizos paleozoicos marginales de Cinco Villas, Quinto Real y Oroz-Betelu en los que la tectónica «alpina», predominantemente del Oligoceno, se superpone a la ortoorogénesis hercínica, adquiere el Arco la dirección «pirenaica» Este-Oeste, envolviendo los Macizos por el Sur y originando una concavidad general hacia el Norte. El Anticlinorio de Bilbao, más interno, debe adaptarse a una mayor curvatura y reacciona fragmentándose en una serie de elementos estructurales de detalle que se relevan unos a otros; los más orientales son las estructuras de Aitzgorri y Aralar.

Las vergencias de los pliegues de cobertera y el sentido de los frecuentes cabalgamientos en los que suelen finalizar es predominantemente Norte. En concreto la Sierra de Aralar es un modelo perfecto de escama de cobertera cabalgante sobre la parte oriental del Sinclinorio de Vizcaya y enraizada al Oeste.

ANTECEDENTES.

La Sierra de Aralar a pesar de su naturaleza clave en los estudios cantábricos y de la calidad de sus afloramientos no suele ser tratada sino marginalmente en la literatura geológica.

Las publicaciones de ámbito regional más o menos extenso, tesis o monografías de gran valor, suelen tener como límite la Sierra de Aralar, penetrando poco en su análisis por situarse fuera de los objetivos en ellos pretendidos. Este es el caso de los trabajos de RÍOS (1954), RAT (1959) y LAMARE (1936) en parte. Quedaba así nuestra zona de estudio como un enclave aún no muy conocido

entre dichos trabajos. Los datos de mayor detalle son aún los de la gran obra de LAMARE (1936), que además de presentar algunos cortes estratigráficos importantes en la zona oriental, intuye la evolución sedimentológica hacia la parte guipuzcoana de la Sierra y describe muy acertadamente el dispositivo tectónico frontal.

Una importante documentación interna de diversas Compañías de exploración petrolífera interesa a la Sierra de Aralar. A ellas debe añadirse la labor que desarrolla actualmente el Departamento geológico de la Diputación de Navarra. No obstante la mayor parte de los estudios seguían confinados hasta ahora en la parte oriental (Navarra) más accesible. Los trabajos de RAMÍREZ DEL POZO (1968) en parte publicados vendrán a llenar la laguna en la cronoestratigrafía del tránsito Jurásico-Cretáceo.

EL JURÁSICO MARINO.

Estratigrafía descriptiva.

Tras las clásicas facies Keuper que constituyen el nivel tectónico fundamental de despegue, un Jurásico marino muy completo caracteriza a la Sierra de Aralar. Diversas reducciones tendrán lugar lateralmente fuera de ella.

Cinco formaciones hemos diferenciado desde el punto de vista práctico (cartográfico):

1.—Lias Caliza (Infralías-Lias inferior).

(Nivel cartográfico J₁).

Su base está frecuentemente torturada por la tectónica plástica del Keuper (laminaciones).

De más antiguo a más moderno, tres subniveles forman el conjunto:

a) Dolomías, carniolas y brechas dolomíticas cristalinas o marmorizadas (Leiza). Difícilmente se alcanza en superficie el verdadero muro. Faltan por tectónica los términos de tránsito al Keuper que como mezclas o alternancias de carniolas y arcillas abigarradas caracterizan el contacto Jurásico-Triásico en otros muchos puntos cantábricos.

b) Calizo-dolomías y dolomías finamente bandeadas; microfacialmente constituyen alternancias de láminas milimétricas de carbonatos de pasta fina con microgravelosos y oolíticos. No son siempre fácilmente diferenciables del anterior por dolomitización conjunta.

Estos dos subniveles inferiores deben representar al Retiense-Hettangiense. A estos pisos son atribuidos tradicionalmente, por su posición dada, la ausencia casi generalizada de fósiles, salvo algunas eventuales secciones de Lamelibranquios y Gasterópodos mal conservados. El único hallazgo regional de valor cronológico sigue siendo el Ammonites *Caloceras pirondi* del Hettangiense inferior de Avilés (DUBAR, MOUTERDE y LLOPIS, 1963).

c) Calizas grises predominantemente calcarenitas con ooides y gravelas dispersas hasta francamente oolíticas y bioclásticas en «nubes»; recrystalizadas a dolomitizadas: matriz dominante microcristalina (oosparitas —FOLK— o packstones/grainstones oolíticas —DUNHAM—). Estratificación tendente a bancos métricos más o menos patentes. La macrofauna de Lamelibranquios y Crinoideos sólo permite reconocer artejos de *Pentacrinus* y algunas *Terebratulas*. Excepcionalmente en el perfil Iribas un *Arietites* cf. *bucklandi* autoriza la cronoes-

tratigrafía de detalle; por su presencia y la situación de estos niveles bajo la zona de *Oxynoticeras oxynotum* podemos datarlos como del Sinemuriense inferior, edad que coincide con la clásica regional de esta litofacies.

La apreciación de la potencia total de este grupo cartográfico es difícil en las estructuras de Aralar. Los carbonatos bandeados intermedios oscilan entre los 25 y 35 metros de espesor. El Sinemuriense inferior alcanza, por su parte, valores entre 25 y 50 metros. Pero la mayor parte de la potencia global es debida a los paquetes dolomíticos de base que, incompletos en la zona descrita, alcanzarán valores oscilantes alrededor de 200 metros en los afloramientos septentrionales próximos de Huici y Leiza donde se les puede suponer completos. Cierta contenido en materia orgánica caracteriza a este grupo: niveles fétidos.

2.—Lias margoso (Lias medio a superior).

(Nivel cartográfico J₂).

Serie de alternancias variadas de margas, margocalizas y calizas margosas de tonos grises y gris-azulados. La fracción calcárea aumenta siempre hacia el techo en evolución continua: margas hojoso-tabledas, alternancias de margas y margocalizas de escisión acicular-prismática en capas de 15-25 centímetros de espesor, y alternancias terminales de margocalizas plaqueteadas y calizas arcillosas; el número y espesor de los bancos de caliza es progresivamente mayor (hasta métricos) evolucionando desde calizas mudstone (micritas) a wackestone y packstone (biomicritas). Lateralmente el contenido calcáreo del conjunto es mayor en la zona oriental de la Sierra donde los espesores globales disminuyen. En el perfil Subezelaigaina algunos niveles de esquistos bituminosos están presentes en la parte inferior de la serie.

En sección delgada, junto con restos banales de Equinodermos, Espongiarios y algunos *Lagenidae* atípicos, se marca la aparición de Microfilamentos hacia la mitad inferior de la serie en todos los perfiles. La clásica «zona de microfilamentos» suele comenzar en los estudios que conocemos del Jurásico en la parte alta del Lias inferior. Las muestras estudiadas por levigación sólo han dado resultados prácticos en el perfil Iribas; dos zonas de Ostrácodos pueden diferenciarse: la inferior correspondiente a la zona sin Microfilamentos, puede caracterizarse por la presencia de una *Hungarella* aislada propia en su determinación genérica del Lias inferior-medio, aunque las determinaciones de macrofauna nos permiten confinarla al Lias medio; la zona superior suministró formas de *Cytherella* aff. *toarcensis* y *Procytheridea* sp. que recuerdan las del Lias superior de Aragón y Francia.

La macrofauna es abundante: Pectínidos, Ostreidos, Braquiópodos, Belemnites y Ammonites. Estos últimos, en formas piríticas, al estado de huellas y a veces como buenos ejemplares, permiten una datación más estricta.

Los ejemplares recogidos en los perfiles de Río Larraún, Subezelaigaina e Iribas, incluyendo en este último la fauna citada por LAMARE (1936), corresponden a:

- Oxynoticeras oxynotum* (QUENS.).
- Pleuroceras spinatum* (BRUG.).
- Dactylioceras* sp.
- Harpoceras falcifer* (Sow.).
- Hildoceras bifrons* (BRUG.).
- Haugia* sp.

Grammoceras sp.
Pleydellia aalensis (ZIET).
Cotteswoldia distans.

Cubren pues el intervalo comprendido entre el Sinemuriense superior o Lotharingiense de HAUG y el Aaleniense al menos medio. Únicamente no aparece fauna propia del Pliensbaquiense, hecho que creemos, simplemente, debido a la escasez local de ejemplares cuyo máximo desarrollo aparente tiene lugar en la «Zona de *bifrons*» toarcense. Ningún nivel guía litológico estricto limita los sucesivos pisos salvo la evolución progresiva citada de valor práctico limitado.

La potencia de este grupo varía entre 150 metros en la parte oriental de la Sierra y 300 metros como máximo probable en la occidental donde se sitúa un «centro de subsidencia-sedimentación» desde el Lias.

3.—Dogger.

(Nivel cartográfica J₃)

Potente barra de calizas grises bien estratificadas en bancos de medio metro a 1 metro. El tránsito desde el grupo inferior no es brusco y los primeros bancos calizos se acompañan de débiles intercalaciones de margocalizas tabloides que sólo persisten en el conjunto al estado de pasadas centimétricas en la zona occidental de máximas potencias. El límite inferior de correlación litológica no es rigurosamente estricto por esta razón si bien es válido a la escala de unos pocos metros.

Microfacialmente las calizas microgrumosas del Dogger corresponden a calizas wackstone y packstone con frecuencia micropelletoidales (biopelmicritas), localmente calizas mudstone (micritas) y hacia el techo del grupo con ooides y graveles dispersos; el contenido arenoso es siempre débil. La microfauna, en lámina delgada, viene caracterizada por Microfilamentos y Spirillinas; esporádicamente existen Protoglobigerinas y Epistominas acompañando a una fauna abundante y banal de restos de Equinodermos, Espongiarios, Braquiópodos y *Lagenidae*. Los Microfilamentos que vimos aparecer en el Lias, persisten a lo largo de toda la serie salvo en los últimos metros donde desaparecen definitivamente en niveles datados por macrofauna como callovienses; no superan, pues, este piso en nuestra zona de estudio, aunque penetren hasta el Argoviense en otras regiones conocidas: Valle del Ebro y Aquitania francesa.

Una macrofauna de Braquiópodos y Pectínidos, así como de Radiolas y artejos de *Pentacrinus* en algunos niveles, acompaña a los fósiles de facies y Cefalópodos. Los clásicos *Cancellophicus* suelen estar presentes. La fauna de Ammonites de los mismos perfiles citados para el Lias margoso corresponde a:

Stephanoceras cf. *humphriesianum* (SOW.).
Bigotites sp.
Parkinsonia radiata (RENZ.).
Morphoceras pseudoanceps (EBRAY.).
Reineckeia anceps (REIN.).
Spiroceras calloviense (MORRIS.).
Perisphinctes subbackeriae (D'ORB.).

Cubren el intervalo Bajociense-Calloviense. Conviene señalar además que por las razones anteriormente citadas la base estricta de este grupo carbonatado debe pertenecer aún al Aaleniense terminal constituido en «piso de tránsito».

Las potencias varían en el mismo sentido que en el Lias margoso desde 150 metros a 400-450 metros en la «Cubeta central de Aralar» de la parte guipuzcoana.

4.—Malm carbonatado-detrítico.

(Nivel cartográfico J₄)

Los límites inferior y superior de este grupo cartográfico son artificiales ya que corresponden a pasos progresivos a los grupos limítrofes. No obstante esta división era necesaria no sólo por mantener o situar estas facies dentro de la *cronoestratigrafía clásica* sino porque el cambio litológico llega a ser profundo en la masa caliza que caracteriza al Jurásico desde el Dogger como megarritmo regresivo continuo.

El límites inferior de correlación corresponde a la primera aparición de carbonatos más o menos arenosos de tono amarillento o de un banco de areniscas de matriz carbonatada. En la zona oriental donde estos niveles son más escasos lo situamos en la primera aparición de nódulos de sílex abundantes. Es precisamente en el perfil Iribas el único punto que hemos encontrado donde puede apreciarse una ligera perturbación de la sedimentación dentro de la general concordancia; se trata de una superficie irregular con trazas y canales de organismos barrícolas. En el resto de los perfiles el banco detrítico de base no permite distinciones de detalle en la superficie de contacto, siempre por encima de los últimos ejemplares de *Ammonites callovienses* conocidos.

Este grupo inferior del Malm lo integran una nueva sucesión de bancos de calizas grises de estratificación similar a la del Dogger. Particularizan la serie, de un lado los abundantes nódulos y cuerpos irregulares de sílex muy raramente presentes en el Dogger y, de otro lado, la aparición de una fracción detrítica arenosa. El contenido detrítico es débil en los perfiles orientales (Iribas, Barai-bar) limitado a algunas intercalaciones de carbonatos con granos de cuarzo diseminado; se desarrolla fuertemente hacia la zona occidental de manera que en el perfil Subezelaigaina se trata ya de amplias e irregulares alternancias de carbonatos con contenido detrítico más o menos abundante o sin él, en ambos casos con los omnipresentes sílex; finalmente, en los perfiles extremos (Ususticoleicea, Belzulegui-Txindoqui) importantes paquetes de hasta 30 metros de areniscas mal calibradas, microconglomerados, y conglomerados heterogéneos de débil cemento carbonatado interrumpen bruscamente los depósitos calizos. Los contactos no son netos en estos casos por variación progresiva del contenido en cuarzo. El cemento de los niveles arenosos es predominantemente dolomítico microcristalino a microgranudo, dando lugar a dolomías arenosas en el caso límite con su típica alteración cavernosa y tonos ocreos. No es difícil concretar, dada la regularidad y casi perfecta interstratificación de estos niveles, si los procesos de dolomitización son sinsedimentarios o secundarios, aprovechando exclusivamente niveles propicios a la circulación de fluidos. Debemos señalar que los procesos de silicificación a veces presentes en este grupo muestran límites más irregulares al igual que la dolomitización netamente secundaria que ligada a zonas de fractura hace indiferenciables el Dogger y el Malm en el perfil oriental de Río Larraún.

El límites superior de correlación lo hemos situado con la desaparición de los últimos cuerpos de sílex y de los niveles arenosos. Es menos neto que el inferior; las facies del Malm superior se anuncian progresivamente con el desarrollo de calizas oolíticas, gravelosas y bioclásticas con recristalización cada

vez mayor, aún con sílex y granos de cuarzo escaso. Sólo en el perfil Iribas tienen mayor desarrollo estas «capas de tránsito»; en el resto de los perfiles la correlación es aceptable a la escala del metro.

Microfacialmente en los perfiles orientales existe una evolución general de calizas mudstone a calizas wackstone/packstone pelletoidales y micropelletoidales con restos de fauna y Foraminíferos (de micritas a biomicritas y biopelmicritas de «elementos» cada vez más abundantes). En el resto de los perfiles centrales y occidentales la evolución no es tan sencilla y frecuentes recurrencias dan lugar a alternancias diversas de microfacies calizas, además de los niveles detríticos. Las «capas de tránsito» superiores representan la aparición sucesiva de calizas packstone/grainstone pelletoidales con litoclastos y bioclastos a veces oolitizados, oolitos francos, abundante fauna de Foraminíferos y Algas, y con cemento calizo cada vez más cristalino (biosparitas y oobiosparitas); en la zona occidental esta facies no es exclusiva de los niveles terminales y participa frecuentemente en las alternancias de la totalidad del grupo cartográfico.

La microfauna en sección delgada no muestra cambios bruscos o lagunas y la misma asociación de Spirillinas, Lagenidae y espiculas de esponjas del Dogger penetra en el Malm carbonatado-detrítico; estas últimas sin ser típicas del grupo adquieren gran desarrollo. Hacia los niveles superiores la fauna se diversifica y junto con restos de Braquiópodos, Equinodermos (Crinoides), Gasterópodos, Codiaceas, *Macroporella* y *Polygonella* abundan los Foraminíferos: *Textulariidae*, *Verneuilinidae*, *Miliolidae*, *Nautiliculina*, *Labyrinthina*, pequeñas *Trocholina*, *Conicospirillina basiliensis* y *Lituolidae*. De estos últimos es de gran valor estratigráfico la presencia de *Pseudocyclammina jaccardi*, que aparece normalmente en el Sequaniense-Kimmeridgiense inferior, localizada hasta ahora con exclusividad en el perfil Subezelaigaina en los 25 metros terminales del grupo. No obstante, en los perfiles occidentales donde esta abundante fauna, propia de las calizas grainstone, está presente ya en la mitad inferior del conjunto, existen Pseudocyclaminas sin que haya podido llegarse a la determinación específica. Este hecho limita las posibilidades de datación y continuidad de las series; si el Sequaniense se sitúa bastante bajo en el grupo hay que suponer o un Oxfordiense-Rauraciense comprensivo de potencia limitada o la existencia de un hiato sedimentario dentro de la perfecta «acordancia» general tal y como está prácticamente generalizado el «hiato oxfordiense» en el Jurásico pirenaico. En todo caso se trataría de un barrido parcial por corrientes no necesariamente general, dada la continuidad y semejanza de las microfaunas inferiores con las del Dogger.

Con las reservas citadas situamos este nivel cartográfico en el Oxfordiense-Kimmeridgiense inferior sin precisiones de detalle. No hemos encontrado cefalópodos en el Malm de Aralar. La asociación faunística propia del grupo sería: espiculas, pequeñas Trocholinas, *Labyrinthina cf. mirabilis*, *Pseudocyclammina jaccardi*, al menos al techo y algas variadas.

Las potencias reales varían de Este a Oeste entre 120 y 350 metros. En los perfiles más orientales (Oderiz-Madoz y Río Larraún) la discordancia Kimmérica alcanza a este grupo.

5.—Malm oolítico-subrefical.

(Nivel cartográfico J₅)

Conjunto de calizas claras recrystalizadas, masivas o con estratificación grue-

sa del orden de varios metros, desde construidas a bioclásticas subrecifales y predominantemente oolíticas. Fuertemente karstificadas.

Microfacialmente son casi con exclusividad calizas packstone/grainstone con oolitos, litoclastos y bioclastos: Corales, Crinoideos, Briozoos, Codiaceas, Braquiópodos, Espongiarios, además de Foraminíferos. Cemento cristalino (oobiosparitas con algunos intraclastos). Son la continuación progresiva de los niveles terminales de la unidad litológica inferior. La zona más próxima a una verdadera construcción se alcanza en la parte alta del perfil Iribas: Calizas bounds-tone o biolititos de Corales y Codiaceas, junto con la fauna asociada típica y relleno oolítico.

La fauna de Foraminíferos está integrada por *Textularidae*, *Miliolidae*, *Nautiloculina*, pequeñas y ya escasas Trocholinas, y tipificando el conjunto grandes *Haplophragmium* y *Pseudocyclamminas*: La presencia general de *Conicospirillina basiliensis* debe indicar una edad Kimmeridgiense hasta los últimos niveles.

Las potencias son siempre residuales bajo la discordancia kimmérica. El máximo actual accesible lo hemos alcanzado en los perfiles centrales de Subzelaigaina y Mugarritxiqui: 120-140 metros. Por el efecto erosivo no queda conservada más que una treintena de metros a lo sumo en la parte occidental donde los espesores originalmente tienden siempre a ser máximos. Falta totalmente en la parte oriental extrema.

ESTRATIGRAFÍA INTERPRETATIVA. PALEOGEOGRAFÍA.

Consideraciones generales.

El Jurásico es la primera gran fase de sedimentación marina tras los depósitos triásicos de afinidad germánica que suceden a los movimientos hercínicos.

Aún siendo un período de «calma orogénica», pequeños, pero numerosos movimientos pueden intercalarse originando discontinuidades sedimentarias de diversa importancia en zonas concretas. Traducen la aparición de amplias y suaves paleoestructuras que a modo de relieves o altos fondos internos compartimentan los depósitos en una serie de «cubetas» en conexión más o menos generalizada. La complejidad de detalle de los ámbitos sedimentarios jurásicos a escala regional queda de manifiesto en los mapas de isópacas que pueden trazarse. Así pues, dos tipos de serie pueden caracterizar zonas de mayor o menor amplitud. Una serie incompleta, reducida en potencia y con lagunas de sedimentación o condensaciones en uno ó varios niveles, es propia de altos fondos internos o próxima a relieves marginales; las facies tienden a ser nerfíticas y las irregularidades sedimentarias no tienen por qué ser absolutamente coincidentes de una a otras; estas irregularidades son normalmente debidas a barridos por corrientes. Por otro lado las series de «cubetas» limitadas por las anteriores suelen ser potentes y continuas, con escasas o nulas interrupciones de la sedimentación marina.

A lo largo de nuestros estudios hemos podido poner de manifiesto o comprobar diversos importantes elementos paleosedimentarios del Jurásico de la Cuenca Cantábrica occidental y su relación con los de las zonas vecinas españolas y francesas. Podrían quizá ser fruto de publicaciones posteriores. En el presente estudio queremos sólo destacar algunos hechos mayores, prescindiendo del estudio de las diversas series reducidas:

— La «serie de cubeta» de Aralar es la más completa actualmente accesible en afloramiento. Presenta la totalidad de los términos jurásicos conocidos con su máxima potencia; es por tanto la serie-guía para los estudios regionales de esta parte de la Cuenca Cantábrica sobre todo de las series de alto fondo. Este hecho es lógico al tratarse de una zona ya interior en la Cuenca y no hay que olvidar que los estudios de geología de superficie están confinados en general a los afloramientos de la aureola erosiva de los actuales macizos limítrofes (pirenaicos en nuestra zona o asturianos en la parte occidental) que jugaron en varios momentos de la historia geológica como zonas tendentes a la emersión o emergidas. No obstante la orientación de los paleorelieves jurásicos o posteriores no es necesariamente «paleopirenaica» en el sentido de una coincidencia con la directriz de la actual cadena de arquitectura terciaria.

— Los altos fondos nacidos de forma continua, aunque intermitente, dan lugar con la exacerbación del final del Jurásico a los efectos más patentes de lo que se conoce y agrupa como «movimientos kimméricos» que llegan a afectar a las «cubetas». Las zonas de tendencia positiva más acusada mantendrán este carácter con posterioridad e influenciarán la sedimentación cretácea en todos sus niveles. Estos hechos tienen un importante efecto en la tectónica actual.

La Serie de Aralar.

La historia sedimentaria de la serie-guía de Aralar queda subdividida en dos grandes megarritmos. Un megarritmo inferior de apertura muestra el avance progresivo de la transgresión marina jurásica hasta alcanzar ámbitos de mar abierto. Les sucede un megarritmo regresivo que finalizará con la emersión kimmérica.

El megarritmo inferior se instala desde el Infralías al Lias margoso. El primer grupo «Infralías-Lias inferior» comprende sucesivamente los siguientes elementos:

— Brechas dolomíticas intraformacionales, dolomías y carñiolas; regionalmente hay trazas de evaporitas en el tránsito al Keuper. Representa un medio lagunar-sobresalado, que sucede a los depósitos epicontinentales del Trías superior y que caracteriza la base de las transgresiones extensivas («Supracotidal Zone»). La inestabilidad del medio la marcan las brechas intraformacionales.

— Los carbonatos bandeados son propios ya de plataforma de marea «Intercotidal Zone») que facilita el depósito rítmico.

— Las calizas superiores con frecuencia oolíticas y gravelosas, con Crinoides, señalan la zona de alta energía que procedería en un esquema clásico al mar abierto: arrecife o barra oolítica. En el detalle los bancos de base, aún pobres en oolitos, representan la zona previa de «lagoon» («Subcotidal Zone»).

A una escala de estudio más fina existen ciertas recurrencias y mezclas de facies que indican tendencias regresivas esporádicas de acomodación.

Superada la barra de alta energía el Lias margoso representa facies de mar abierto. No parece marcarse ninguna perturbación sedimentaria importante, aunque son conocidos efectos de condensación o erosión por corrientes en otras zonas del NE. español y Francia. La Cubeta de Aralar quedaría protegida de estos procesos.

Hacia la parte alta del Lias margoso aparece ya una tendencia regresiva que englobará al conjunto carbonatado Dogger-Kimmeridgense en el megarritmo regresivo superior.

Las calizas con microfilamentos del Dogger sólo conservan cierto contenido margoso en el centro de la cubeta (zona occidental); son aún facies de mar abierto con progresivas influencias de plataforma: oolitos y graveles dispersos, Crinoides y Espongiarios esporádicos; estos efectos están más marcados hacia la zona oriental en dirección al límite de la cubeta.

Los depósitos del Malm carbonatado-detrítico son netamente de plataforma, habitat propicio al desarrollo de esponjas silíceas, causa de la actual riqueza en sílex. La epirogénesis positiva regional generalizada permite la existencia de relieves externos en vías de erosión que suministran el material cuarzo-detrítico a estos niveles. La polaridad del aumento de estos materiales tiende a situar el área fuente hacia el Oeste, probablemente al SO. Es difícil sin fauna de valor cronológico conocer si la sedimentación fue francamente continua en este gran ritmo terminal. Suele estar bastante generalizada la ausencia del Oxfordiense inferior en ambas vertientes pirenaicas. En Aralar las facies no son muy adecuadas para el estudio de las superficies de sedimentación en el tránsito Dogger-Malm; sólo en el perfil Iribas se advierten trazas de irregularidades. El problema queda en pie, sin olvidar que a pesar de la tendencia progresiva a la emersión es la cubeta de Aralar la de mayor continuidad y depósito sedimentario.

Poco a poco se alcanzan de nuevo las condiciones de la barra oolítica o refical con el Kimmeridgiense. La aceleración del proceso regresivo origina la emersión final.

El cuadro regional.

De la misma manera que a la escala vertical de la serie concreta de Aralar se marca la evolución paleogeográfica, el dispositivo es también polar a la escala horizontal regional, sobre todo la regresión final. Es bien conocido que estos fenómenos se inician en la Cuenca Cantábrica occidental donde no existen depósitos jurásicos marinos supracallovienses en la aureola asturiana de Burgos-Santader. Hacia el Este persisten términos cada vez más modernos del Jurásico en facies marinas: Oxfordiense de Ramales y zonas vecinas, hasta alcanzar tras un amplio sector central sin afloramientos las facies «híbridas» de Guernica (Calloviense margoso tipo occidental y Malm reducido tipo Aralar) y finalmente el típico Malm oriental descrito.

La Sierra fue un enclave particular de máxima persistencia del Jurásico marino. Al Norte quedó limitado por una zona de altos fondos de detalle hoy en el lugar de grandes rasgos estructurales: diapiro de Lecumberri, Cabalgamiento de Leiza...; la disminución parcial de potencias en tal dirección es ya patente en la propia Sierra actual. Hacia el Este el Umbral de Jaben-Echalecu juega un papel similar. Posiblemente debe situarse hacia el SO., según extrapolaciones regionales, la traza de un importante paleorelieve (¿Macizo del Ebro?), área fuente del material detrítico del Malm y cuya existencia occidental en sondeo más próxima estaría en Aramayona-1 (ENPENSA). La cubeta de Aralar queda abierta hacia el Oeste sin apreciarse límite próximo.

Por las razones expuestas, los «movimientos kimméricos» difícilmente pueden catalogarse de «orogénicos» o fase «orogénica». Fruto de una elevación epirogénica progresiva dan lugar a estructuras finales de gran radio.

LOS PROBLEMAS POSTKIMMÉRICOS.

La emersión al final del Jurásico marino da lugar a la «discordancia kimmérica» o a la más impropriadamente llamada «discordancia cretácea». A pequeña escala corresponde siempre a una acordancia y si bien no originó una discordancia angular acentuada existen procesos de emersión-erosión moderados, un eventual conglomerado de base y queda marcada con claridad por cartografía.

El cuadro regional.—El artificioso límite cronológico clásico Jurásico-Cretáceo suele adaptarse mal a los límites litofaciales en la Cuenca Cantábrica; las formaciones del Jurásico terminal y del Cretáceo basal de naturaleza continental, lagunar o salobre complican la datación. Una terminología de «facies» ha sido tradicionalmente empleada sobre todo el término «Purbeckiense» sin sentido cronológico estricto. Como indica RAT (1962) para la Cuenca Cantábrica occidental, estas facies no son exactamente contemporáneas en todos los puntos y están probablemente afectadas por lagunas o discordancias secundarias. Además el Purbeckiense estricto del S.E. de Inglaterra al que se intenta, en general, correlacionar estos niveles, es ya un «término de tránsito» comparado con la estratigrafía marina jurásico-cretácea, englobando el Portlandiense terminal-Berriasiense-Valanginiense basal. Creemos en la necesidad de una escala sintética que unificara las distintas terminologías empleadas y se adaptara a los problemas concretos cantábricos. Las comparaciones y delimitaciones cronoestratigráficas serían entonces mucho más útiles.

Las series conocidas más próximas a las de Aralar son las de Burgos-Santander, donde el Jurásico marino finaliza en el Calloviense o a lo sumo en el Oxfordiense. Tras la laguna de sedimentación más o menos amplia las facies purbeckienses como calizas lacustres (Burgos), en formaciones areniscosas indiferenciables del Wealdense suprayacente (zona intermedia) o en calizas fértidas con Sérpulas (Ramales-Santander) son atribuidas por su fauna de Ostrácodos, Characeas y localmente Iberinas (Ramales) al Portlandés o al «Purbeck» inglés-«Serpulit» alemán: RAT (1962), DAHM (1966), RAMÍREZ DEL POZO (1968).

ESTRATIGRAFÍA DESCRIPTIVA.

El Jurásico terminal —Cretáceo basal de Aralar— engloba varias formaciones litológicas de distinto desarrollo lateral por acuñaientos y cambios de facies. Diversas similitudes pueden establecerse con las series de Burgos-Santander. El rasgo principal será la desaparición de las clásicas facies wealdenses que caracterizaba aquella zona y cuya «amplitud» cronoestratigráfica disminuye progresivamente hacia el Este: «Purbeckiense-Aptense» en Burgos, Barremiense en Santander... Aquí tras las complejas facies purbeckienses se llegan a alcanzar facies marinas típicas para el Barremiense-Aptense inferior.

Hemos distinguido varias formaciones:

1.—Niveles de base.

(Subnivel cartográfico C')

Formación de extensión limitada, queda confinada a la zona occidental y era desconocida en su valor real en la documentación precedente consultada.

Alcanza su máxima potencia en el perfil Ususticolcicea: 72 metros, reduciéndose hacia el Este; 12 metros en el perfil Subezelaigaina.

Se trata de litofacies heterogéneas que comienzan habitualmente sobre la discordancia kimmérica con un conglomerado heterométrico de pocos metros, de cantos bien rodados y talla máxima no superior a 20 centímetros; los cantos proceden con dominancia del Malm oolítico terminal; el cemento calcáreo presenta una fracción cuarzo-detrítica accesoria. La serie se diversifica con una sucesión de niveles variados; calizas grises y «acarameladas» que corresponden en microfacies a calizas wackstone siltosas con tallos de Characeas y Ostrácos; pudingas y microconglomerados calcáreos, sobre todo en la mitad inferior, de cantos de calizas jurásicas generalmente con cortex (Malm oolítico, calizas micropelletoidales...) y de calizas con Characeas («intraclásticos»), oncolitos, algas, escasos oolitos y granos de cuarzo; calizas písolíticas escasas, en la mitad inferior; interlechos y bancos de margas y calizas argilo-siltosas y arenosas con cuarzo heterométrico, fauna de Characeas y pequeños Gasterópodos; algunos lechos de areniscas finas calcáreas y silts. En los niveles reducidos de Subezelaigaina el conglomerado de base, más fino, representa una agitación interna con cantos de calizas mudstone con escasos Gasterópodos y oncolitos de límites irregulares y tortuosos con fracción siltosa abundante.

Hasta ahora algunas muestras de los niveles margosos se han mostrado azicas. En lámina delgada no se ha llegado a la determinación genérica de las Characeas y Ostrácos. Estas típicas «facies purbeckienses» son comparables a las supracaliovienses de Burgos. Conservamos, pues, esta denominación de facies, inclinándonos subjetivamente, por su posición con respecto a las formaciones suprayacentes, hacia el sentido «jurásico» del término Purbeckiense. Sin duda la discordancia kimmérica es intrajurásica al afectar al Kimmeridgiense y no alcanzarse el Portlandés franco en sedimentación continua; la época de emersión-erosión debió ser corta y la sedimentación «purbeckiense» pudo iniciarse en el Jurásico terminal.

2.—Formación I — «Lumaquelas de Sérpulas».

(Nivel cartográfico C₁)

Es la unidad litológica de máxima extensión lateral y constancia de facies, no sólo en Aralar sino en el resto de la zona cantábrica oriental.

Calizas gris oscuras y calizas margosas frecuentemente lumaquélicas de Sérpulas, pequeñas Ostras y/o Gasterópodos. Buena estratificación en bancos de 20-50 centímetros, a veces métricos. Niveles dolomíticos o calizo-dolomíticos. Interlechos, pasadas y bancos margosos. Silts y arenas finas arcillosas, micáceas, sobre todo en base. Conjunto con abundante contenido en materia orgánica diseminada o masas asfálticas en grietas y «nódulos»; fuertemente fétidas.

En microfacies las calizas varían entre mudstone y packtone, a veces, grainstone, según su contenido en «elementos» (de micritas a biomicrocritas diversas). La microfauna, además de los fragmentos de los fósiles anteriormente citados, es banal en datación, aunque a escala regional más amplia nos permitió establecer zonaciones válidas en correlaciones de mayor detalle. En las capas inferiores abundan los oogonios de Characeas que se hacen dominantes hacia la serie reducida oriental de Río Larraún; el resto de la microfauna está integrado por los géneros *Eggerella*, *Glomospira*, *Glomospirella*, *Favreina* y ¿*Chofatellas* primitivas? (¿*Iberina*?).

Por levigación se obtuvieron asociaciones en general monoespecíficas de

Ostrácodos oligohalinos indicativos de condiciones límnicas; las especies de *Cypridea* resultaron formas nuevas con respecto a las de las escalas que se poseían y por tanto no indicativos en el tránsito «Purbeckiense»-Neocomiense sin una escala regional. No obstante, los Ostrácodos encontrados por encima de estos niveles evocan aún el Cretáceo basal: (*Cythereis* gr. *matura* y *Cypridea* sp., KNEUPER-HAAK).

Por las razones citadas sospechamos que el tránsito Jurásico-Cretáceo tiene lugar hacia la parte basal de este grupo. El límite inferior no tiene, además, por qué ser sincrónico: esta formación la vemos superar «extensivamente» hacia el Este los depósitos de los Niveles de base «purbeckienses» a los que releva sobre la discordancia kimmérica; progresivamente hacia esta zona oriental las potencias se reducen y se anuncia un límite de depósito que situamos en la actual zona del diapiro de Echalecu que muestra en todos nuestros estudios regionales realizados un carácter de paleo-umbral. Según esta dirección de depósito las capas de base locales deberán estar más próximas al Cretáceo o ya dentro de él en los perfiles Este, mientras que las occidentales englobarían aún los depósitos fini-jurásicos.

Finalmente, este grupo es comparable facialmente al Purbeckiense de Iberinas y Sérpulas que describe RAT (1962) en Ramales. Nosotros, al margen de una correlación más o menos subjetiva y estricta, hemos preferido utilizar el término «Neocomiense» en las leyendas de los planos de correlación; su sentido es facial por las razones conocidas, pero quizá preferible para diferenciar estas facies marinas litorales con influencias salobres y de «tránsito», de las más propiamente «purbeckienses» continentales y laguno-lacustres de Burgos y de nuestros niveles de base.

Las potencias disminuyen desde 250 metros de la zona guipuzcoana hacia el límite sedimentario oriental: 40 metros en el perfil Río Larraún.

El resto de las formaciones que preceden a las calizas urgonianas aptenses son ya francamente cretáceas y no entraremos, pues, en sus descripción detallada.

— El bisel regional de las típicas facies wealdenses es visible en la Sierra: areniscas rojizas, finas a medias, micáceas, plaqueteadas y tableadas con intercalaciones de arcillas rojas. Desde 160 metros de potencia en la zona occidental desaparecen como tal facies en la oriental.

— Las «areniscas rojas» son substituídas o superadas por facies de arcillas oscuras con intercalaciones calcáreas similares a las de la Formación I, pero ya con Ostrácodos cretáceos. Hacia el Oeste, en el «surco central», se desarrolla una importante formación esquistos negros («esquistos con erizos») cuyas faunas de Ammonites llegan a cubrir el Hauteriviense superior-Barremiense inferior (*Pseudothurmania* cf. *provençal* WIEDM.), el Barremiense franco (*Heteroceras*, *Cotidiscus*) y el Aptense inferior (*Prodeshayesites*).

ESTRATIGRAFÍA INTERPRETATIVA. PALEOGEOGRAFÍA.

Consideraciones generales.

Las ondulaciones kimméricas afectan sobre todo a los bordes y zonas altas de la cuenca marina jurásica, donde la potencia de sedimentos fue menor o existía una tendencia intermitente a la creación de paleoestructuras. La fase de erosión fue corta hacia las zonas internas de las antiguas cuencas, de manera

que en la Sierra de Aralar la discordancia es fundamentalmente cartográfica. La tendencia a la subsidencia de la antigua cubeta se conserva y de la misma manera que en el Jurásico marino se alcanzará la serie más completa regional para estas series. Este hecho es aún de mayor importancia dado que el contraste con las series más reducidas de zonas vecinas es muy marcado, por los rápidos cambios de potencia y facies en las formaciones de base con netas influencias continentales o salobres. En ningún otro punto cantábrico hemos encontrado completa «la serie postkimmérica de Aralar» que es, por otra parte, la de carácter o influencia marina más acusada.

La extensión regional de las facies descritas es reducida. No sobrepasan los dominios jurásicos marinos. Al Este de Aralar se marca el Umbral de Yaben-Echalecu que no debió ser superado por estos depósitos y que no recibió sedimento alguno hasta la llegada de la «transgresión extensiva urgoniana» sobre las series jurásicas e infrajurásicas residuales. Las formaciones descritas se acuñan en dirección a él.

Los antiguos altos fondos internos jurásicos mantienen su carácter y otras zonas que quedan con respecto a estos nuevos depósitos en posición marginal son igualmente fruto de erosión o no deposición. Así en la inmediata proximidad de la Sierra de Aralar una serie de elementos marcan el actual límite residual de existencia de depósitos, prolongando hacia el Norte la zona de Yaben-Echalecu: Zona alta de Lecumberri-Aldaz, donde el Urganiano reposa sobre un Jurásico marino fuertemente erosionado; Estructura de Huici donde escasos retazos purbeckienses existen entre el Urganiano y el Malm inferior... Fuera del área, fruto de este estudio, existen nuevos elementos tales como la zona alta de Leiza-Areso, en la que el Urganiano llega a reposar sobre el Dogger y sólo hacia el Oeste se alcanzan depósitos importantes de este grupo, en consonancia con el dispositivo general.

La serie de Aralar.

Recordemos simplemente algunos rasgos ya conocidos. Además de la evolución vertical propia de cada punto existe una marcada evolución horizontal dentro del reducido marco de la Sierra.

Las facies lacustres purbeckienses sólo se depositan en la zona occidental. La Formación I se extiende ampliamente hacia el Este; se trata de facies marinas muy costeras con netas influencias continentales cada vez más acusadas hacia el límite de deposición oriental, con Ostrácodos propios de estuario o aún más confinados, donde podría definirse el medio de depósito como «parálico». Tras ellas, añadamos que el «Wealdense» muestra facies y ecológicamente condiciones continentales bastante extendidas; marcan un paro en el avance marino, conteniendo a los depósitos esquistosos «barremienses» que son de hecho el principio de la transgresión que se generalizará con las facies urgonianas.

El cuadro regional.

Diversas correlaciones de las facies purbeckienses son conocidas en la Cuenca Cantábrica occidental RAT (1962) atribuye las facies calizas lacustres tipo Aguilar de Campóo (Palencia) y las calizas con Sérpulas de Ramales (Santander) a la misma unidad Purbeckiense. La primera de estas facies es litológicamente similar a nuestros niveles de base, mientras que la segunda lo es de igual manera con nuestra Formación I, correlación que fue además comprobada por

microfacies por ENPENSA. Ello no nos autoriza a atribuirles una cronoestratigrafía idéntica y absoluta, aunque al no existir unos límites bien definidos se juega siempre con amplios márgenes para englobar estas series heterogéneas y con discordancia internas. Conocemos bien regionalmente grupos de facies idénticas que son diacrónicas de unos puntos a otros con cierta polaridad. Así pues, podemos suponer que si el mar jurásico abandonó las regiones occidentales con el comienzo del Malm, las facies purbeckienses pudieron comenzar pronto a depositarse y su avance hacia el Este, diacrónico, aunque posiblemente bastante rápido, daría lugar a que nuestras facies fueran más modernas, aunque aún dentro del límite elástico del Purbeckiense en acepción inglesa. Reservamos por esta razón este término sólo para los Niveles de base. La Formación I debe englobar el estricto límites Jurásico-Cretáceo, pero una vez más y aún a la corta escala de nuestra cartografía es de suponer que el Cretáceo basal está más próximo a la discordancia kimmérica o es ya exclusivo sobre ella hacia el Este en consonancia con el sentido de extensión de estas facies.

Las clásicas facies wealdenses regionales evolucionan en el mismo sentido. En Burgos comprenden dos tramos separados por una típica intercalación marina valanginiense: el inferior aún llamado «Purbeckiense» en el que se encuentran las calizas de Aguilar de Campóo, y el superior Barremiense-Aptense, al que se añaden las facies de Utrillas continentales. Hacia el NE. aparece el Urganiano y el Wealdense se reduce al Barremiense sobre el Valanginiense de Ramales. Finalmente, observamos su pérdida en Aralar.

Concretándonos ya a la parte más oriental de la Cuenca Cantábrica, fuera de la Sierra este grupo sólo está prácticamente representado por las facies de la Formación I entre el Malm y el Urganiano: Tolosa, extremo Oeste del alto fondo de Leiza, Loyola, Murélag, Guernica... Reposan siempre aparentemente sobre el Malm oolítico o sus equivalentes, en cambio en las «zonas altas» con mayor erosión del Jurásico marino, falta o puede presentarse como facies esquistosas a veces complementadas por pasadas calcáreas: Leiza y retazos erosivos de Huici.

BIBLIOGRAFIA

- CIRY, R. (1939), *Etude d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander*, Bull. Soc. Hist. Nat., t. 74, Toulouse.
- DAHM, H. (1936), *Des Jura und Wealden in Nordost Spanien*, Beih. Geol. Jhrb, vol. 44, pp. 13-54, Hannover.
- DUBAR, G.; MOUTERDE, R., y LLOPIS, N., *Première récolte d'une Ammonite de l'Hettangien inférieur dans les calcaires dolomitiques de la région d'Avilés (Asturias)*, C. R. Ac. Sc., t. 257, pp. 2306-2308, Paris.
- ENPENSA, Abundante documentación interna sobre la Cuenca Cantábrica.
- ENPENSA (1964), *Estudio geológico de la región de Deva*, Notas y Com. I. G. M. España, n.º 76, pp. 237-244, Madrid.
- LAMARE, P. (1936), *Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne*, Mém. Soc. Géol. France, nouv. sér., t. 12, n.º 27, Paris.

- RAMÍREZ DEL POZO, J. (1968), *Síntesis estratigráfica y micropaleontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España*, Ediciones CEPSA, S. A., Madrid.
- RAT, P. (1959), *Les Pays crétacés basco-cantabriques*, Publ. Univ. Dijon, t. 18, Dijon.
- RAT, P. (1962), *Contribution à l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la région de Santander (Espagne)*, Bull. Soc. Géol. France, 7^e sér. t. IV, n.º 1, pp. 3-12.
- RÍOS, J. M. (1954), *Bosquejo geológico de parte del país vasco-cantábrico (De Laredo a Durango, Vitoria y la Barranca)*, Pirineos, n.º 31-32.
- RÍOS, J. M.; ALMELA, A., y GARRIDO, J. (1944-1946), *Datos para el conocimiento estratigráfico y tectónico del Pirineo navarro*, Notas y Com. I. G. M. España, n.º 13 (1944), pp. 141-164; n.º 14 (1945), pp. 139-198; n.º 16 (1946), pp. 57-119. Madrid.
- SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE (1967), *Des Pyrénées aux Asturies. Réunion extraordinaire*, Compte rendu somm. des seances de la Soc. Géol. France, fasc. 9 (1967), Paris.
- Nota:* Una importante documentación interna de diversas Compañías de explotación petrolífera ha sido consultada: Centro de Documentación de AUXINI Hidrocarburos.

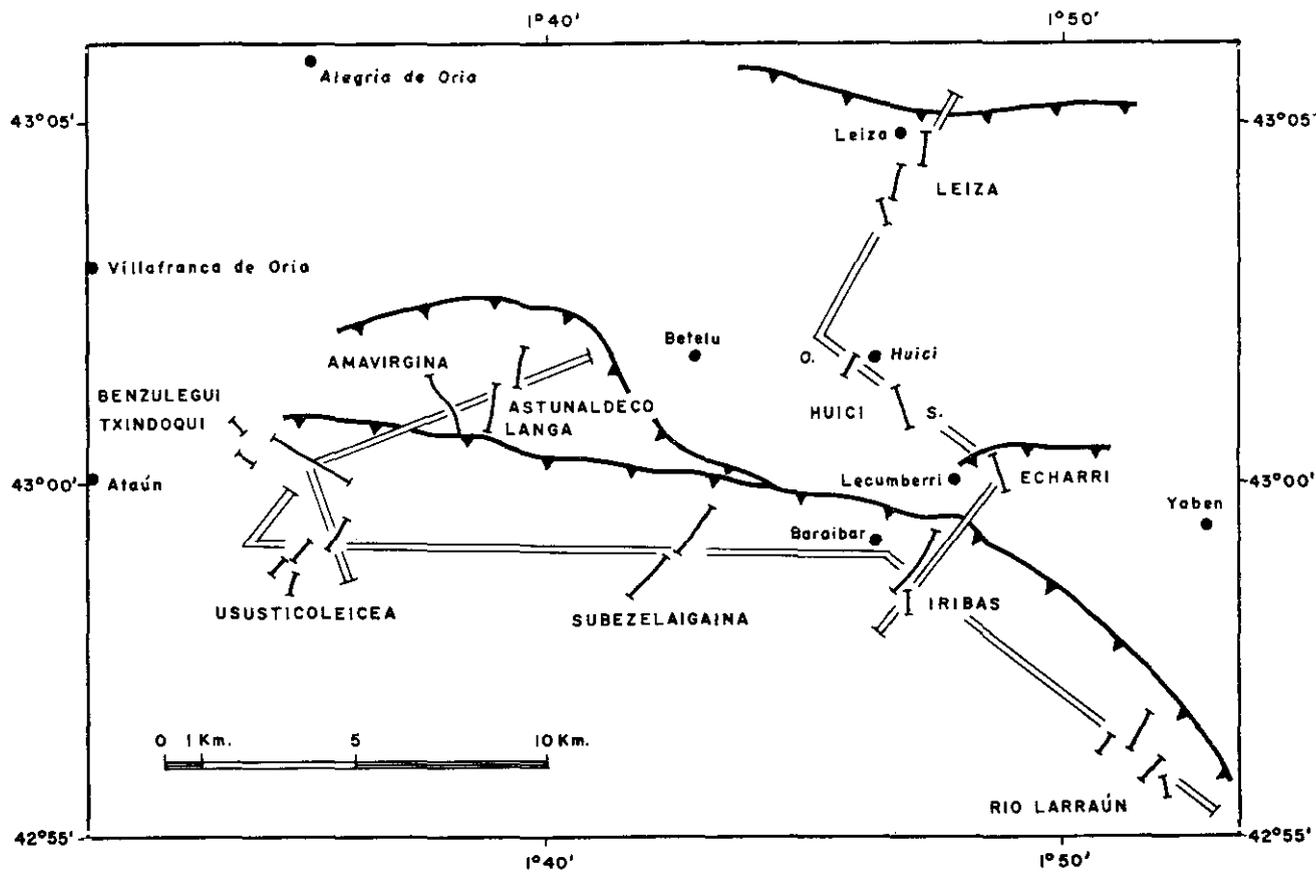


Fig. 1.—Plano de posición. Perfiles estratigráficos y líneas de correlación.

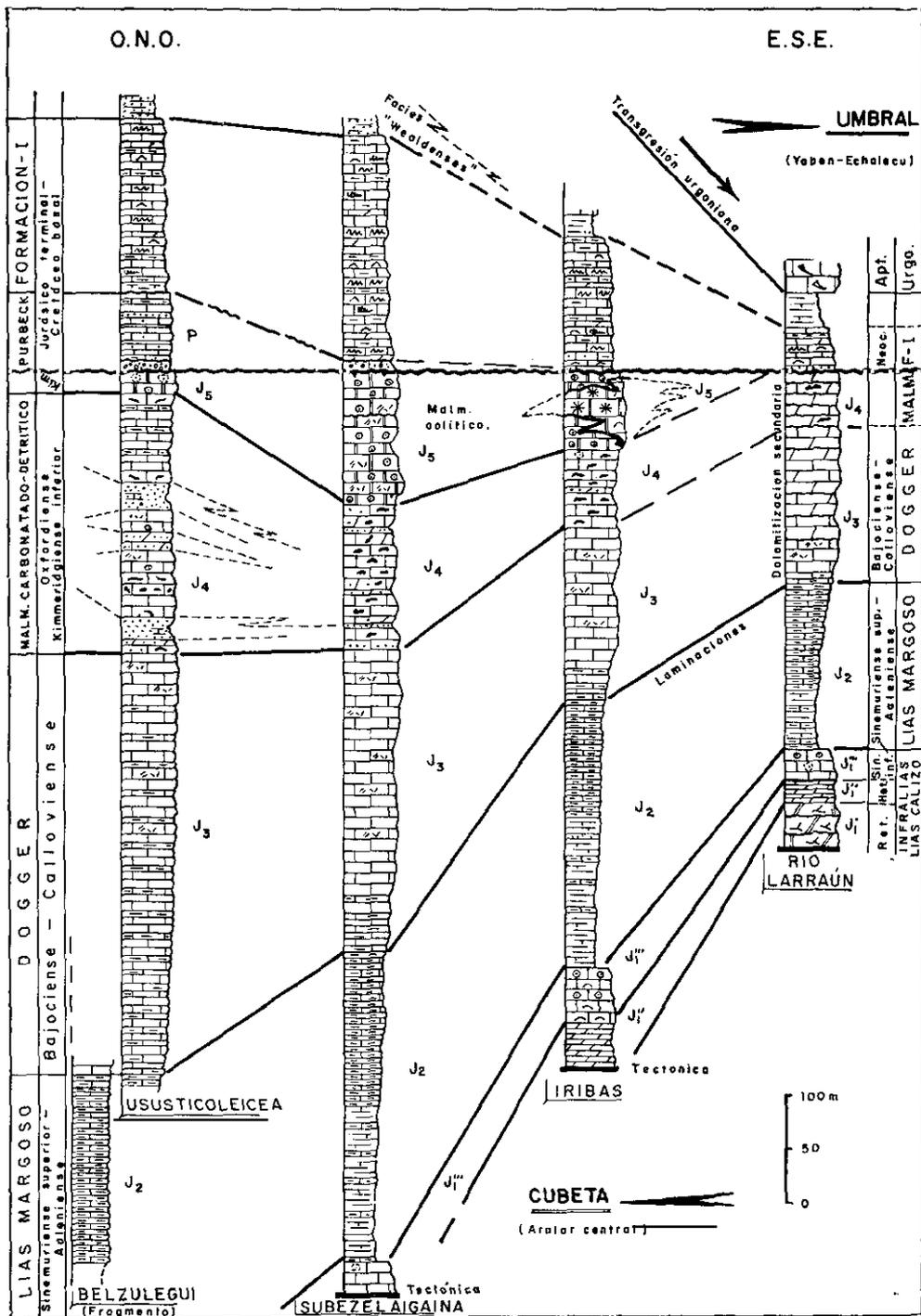


Fig. 2.—Sierra de Aralar. Correlaciones fundamentales.

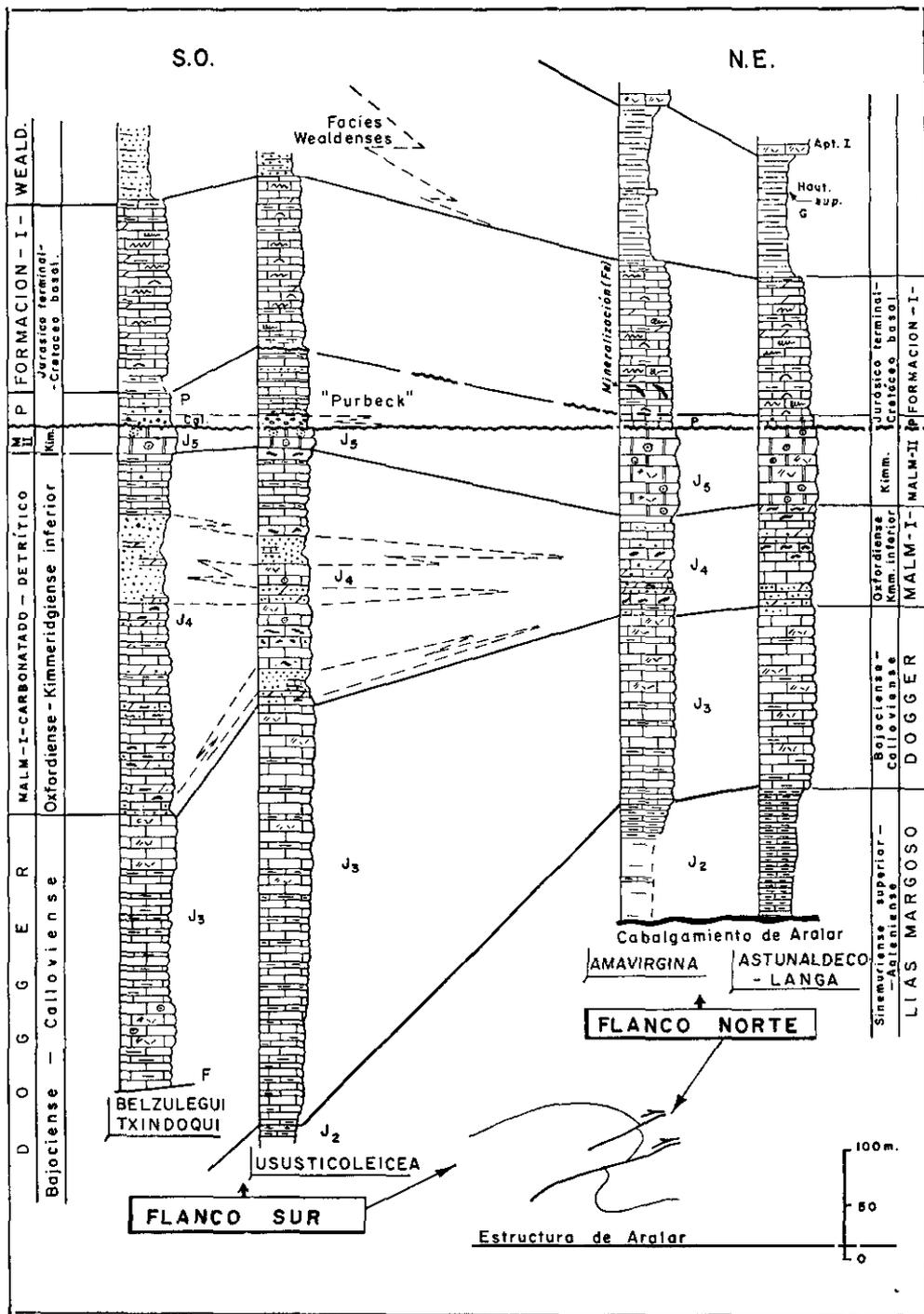


Fig. 3.—Sierra de Aralar. Correlaciones transversales a la estructura general.

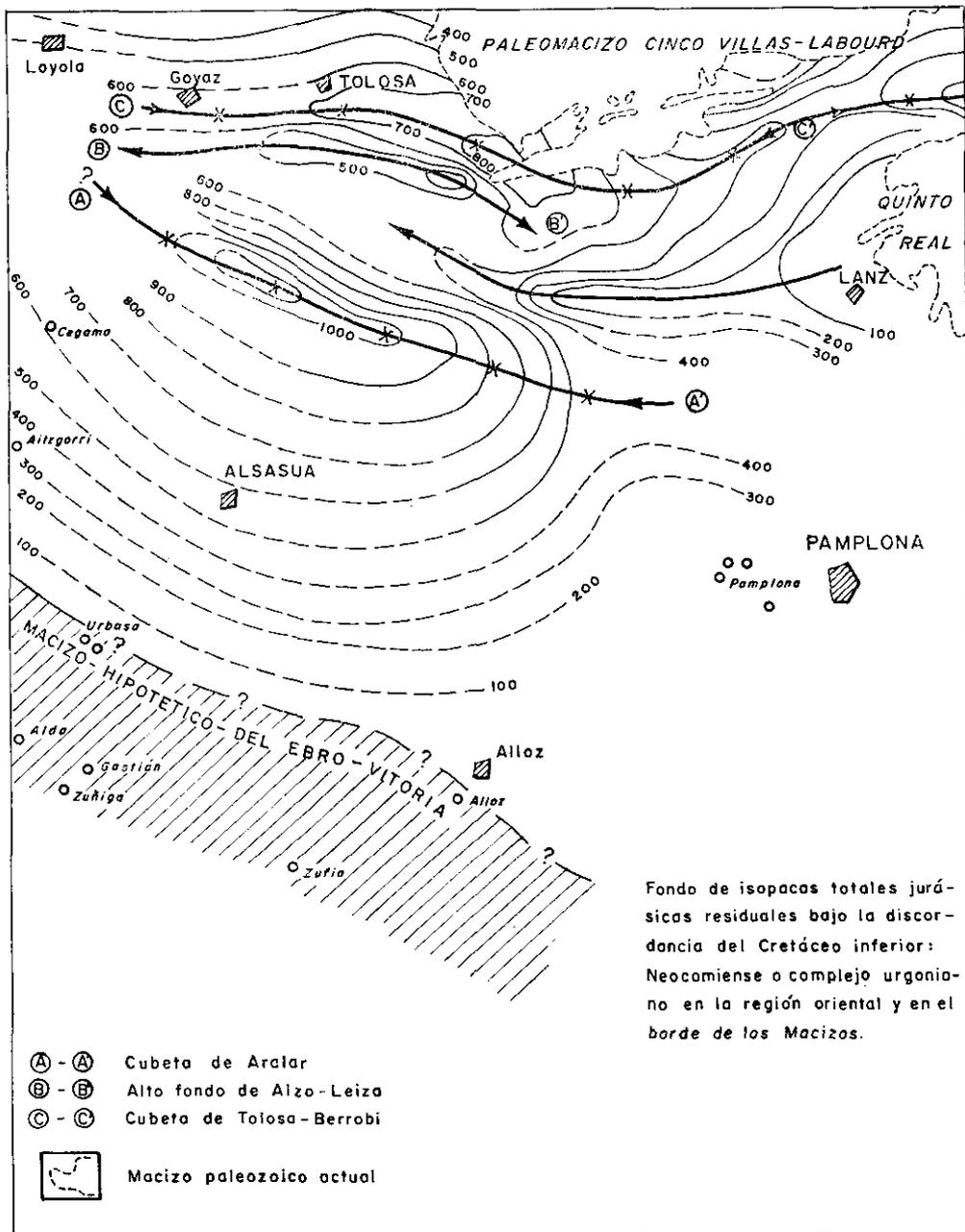


Fig. 5.—Bosquejo paleogeográfico.