

ANALOGÍAS Y DIFERENCIAS EN LA EVOLUCIÓN SEDIMENTARIA DE LAS CUENCAS DEL DUERO, OCCIDENTAL PORTUGUESA Y LOUSÃ (PENÍNSULA IBÉRICA)*

A. CORROCHANO**, R. PENA DOS REIS***

RESUMEN.— Se describen y comparan tres cuencas sedimentarias que están ligadas a la historia evolutiva del Macizo Hespérico durante el Cretácico y Terciario: Cuenca del Duero, Cuenca Occidental Portuguesa y Cuenca de Lousã.

Todas ellas están rellenas por sedimentos continentales, aluviales y lacustres. Únicamente existen sedimentos marinos someros, de escasa representación, en la Cuenca Occidental Portuguesa.

Aunque los emplazamientos estructurales de las cuencas son diferentes, hay rasgos comunes en ellas que evidencian etapas convergentes dentro de su evolución sedimentaria. Estos rasgos son la arquitectura megasecuencial que comparten y la presencia de silcretas en posiciones estratigráficas equivalentes.

SUMMARY.— Three sedimentary basins linked to the evolutive history of Hesperic Massif during the Cretaceous and the Tertiary Times are described and contrasted: Duero Basin, Western Portuguese Basin and Lousã Basin.

All of them are filled with continental deposits; alluvial and lacustrine deposits. There only exist shallow marine sediments, of scarce importance, in the Western Portuguese Basin.

Although the structural settings of the basins are different they have similar features that give evidence of convergent stages in their sedimentary evolution. These features are: the megasequential architecture they have in common and the existence of silcretas in equivalent stratigraphic positions.

Palabras clave: Macizo Hespérico, Cuenca del Duero, Cuenca Occidental Portuguesa, Cuenca de Lousã, discontinuidades, megasecuencias, silcretas.

Key words: Hesperic Massif, Duero Basin, Western Portuguese Basin, Lousã Basin, discontinuities, megasequences, silcretas.

* Trabajo financiado por el Programa de Investigación n.º 1785/82 de la CAICYT.

** Departamento de Estratigrafía, Universidad de Salamanca, España.

*** Centro de Geociências de la Universidad de Coimbra. Portugal.

INTRODUCCIÓN

El Macizo Hespérico es la gran unidad morfoestructural del Occidente de la Península Ibérica, que forma parte de la Cadena Hercínica europea. Sus rasgos paleogeográficos y tectónicos han sido puestos de manifiesto por JULIVERT et al., (1972). Así mismo es bastante bien conocido el modelo de fracturación tardihercínica que afecta al Macizo (ARTAHUD y MATTE, 1975), cuyas reactivaciones han jugado un papel muy importante en la evolución geológica posterior de los bordes e interior del Macizo. Esta evolución determinó de un modo desigual, a partir del Mesozoico, la diferenciación de un conjunto de depresiones pericratónicas e intracratónicas en las que se depositaron sedimentos continentales.

La historia sedimentaria de estas cuencas ha sido diferente debido a sus emplazamientos estructurales. Sin embargo, existen convergencias dentro de su evolución en algunos momentos del tiempo. En esta línea, este artículo muestra e integra de una forma coherente, las simetrías que existen en el relleno de la Cuenca del Duero, Cuenca Occidental Portuguesa y Cuenca de Lousã, Fig. 1, durante el Cretácico y Terciario, analizándose las causas principales por las que ocurren tales hechos.

MARCO ESTRUCTURAL DE LAS CUENCAS COMPARADAS

Cuenca del Duero

Es una cuenca de grandes dimensiones que está instalada sobre las zonas Asturoccidental-Leonesa, Cantábrica y Centro Ibérica del Macizo Hespérico, así como sobre los materiales mesozoicos del Sistema Ibérico. Desde un punto de vista morfológico sus características principales son su asimetría, Fig. 2, y la horizontalidad de los depósitos que constituyen su relleno.

La evolución sedimentaria de la Cuenca es muy compleja, debido a que ha estado condicionada por la interacción de los siguientes factores: 1) El contexto estructural, pues está enclavada en el límite del Macizo con su orla mesozoica; en su zona más oriental, además está muy influenciada por las últimas etapas compresivas del Aulacógeno Ibérico (ALVARO et al., 1979). 2) El tectonicismo de sus bordes. 3) La variedad litológica de sus márgenes que produce una petrografía muy amplia en los depósitos; en el borde Oeste el aporte sedimentario procede del Complejo Esquisto Grauváquico y de los granitos hercínicos; del borde Sur se derivan sólo sedimentos de origen ígneo; la Cordillera Cantábrica y la Sierra de la Demanda aportan siliciclásticos y carbonatos del Paleozoico y Mesozoico.

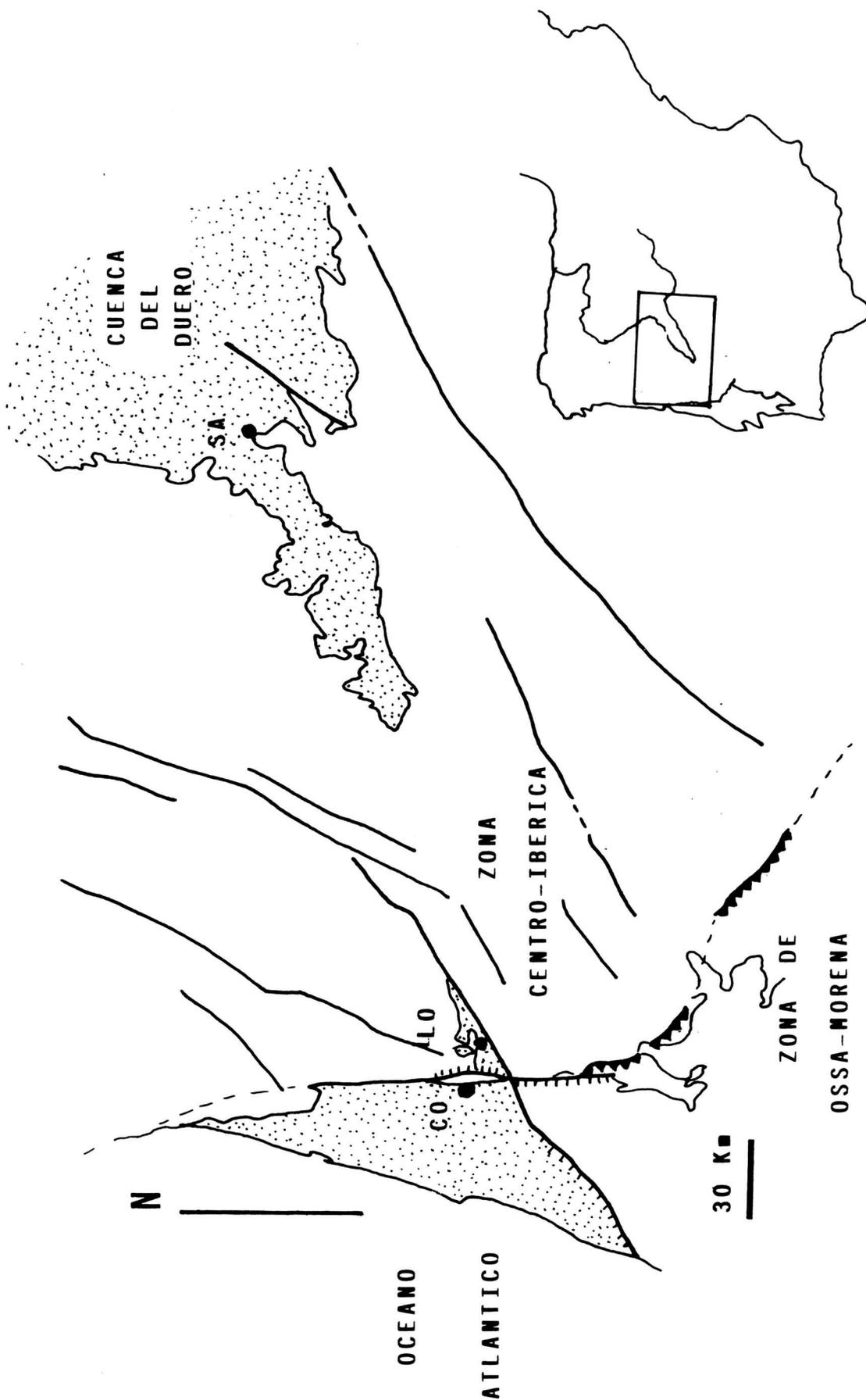


Figura 1. Localización de las cuencas de Duero, Occidental Portuguesa y Lousã.

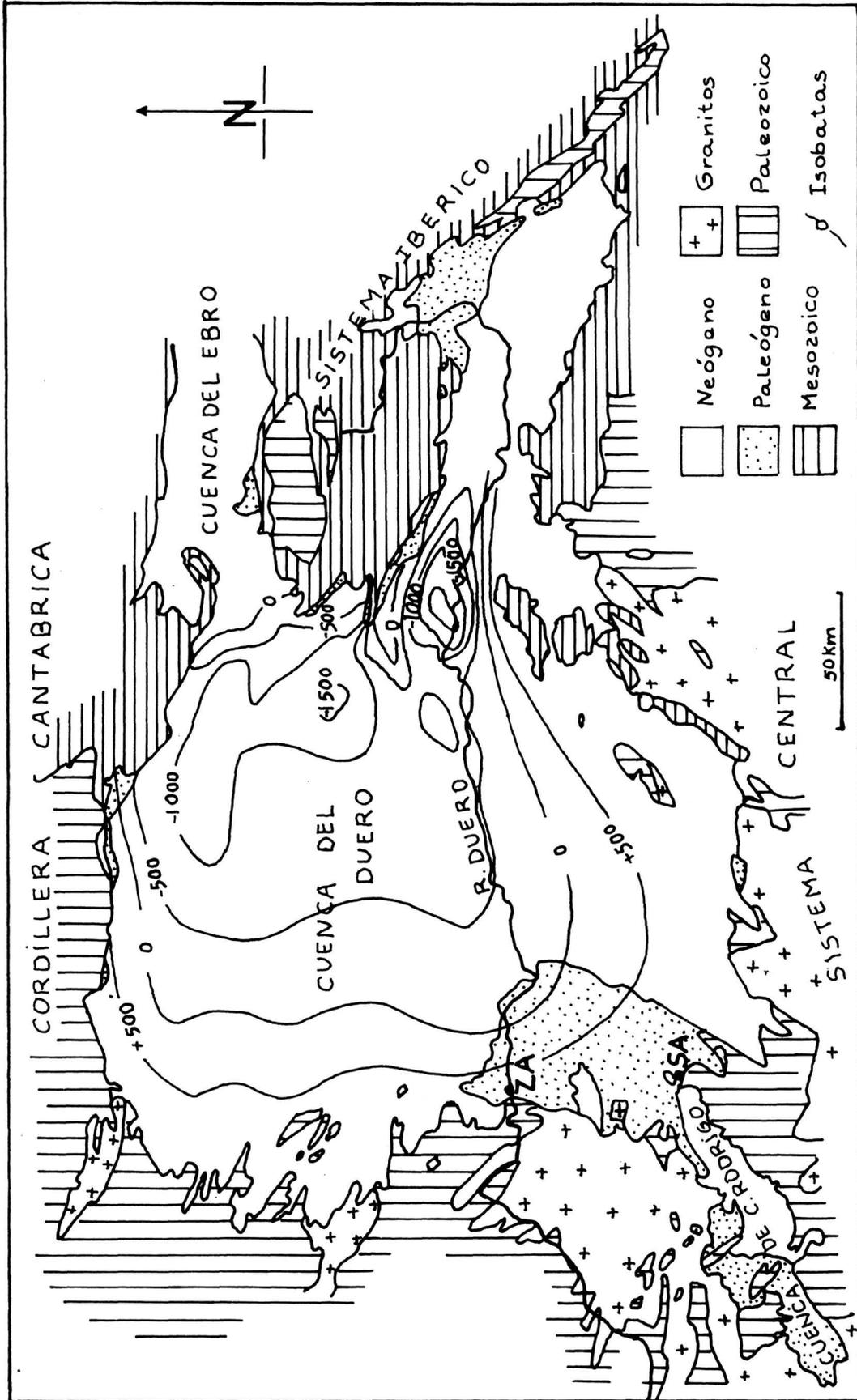


Figura 2. Esquema geológico de la Cuenca del Duero.

Cuenca Occidental Portuguesa

Tiene una forma groseramente triangular con dimensiones máximas de 250 Kms de longitud y 40 Kms de anchura. Los límites del sector considerado en este artículo son la costa atlántica por el Oeste y las fallas de Nazaré y Porto-Tomar por el Sur y Este respectivamente, Fig. 3. Desde un punto de vista morfoestructural se encuentra en el límite de las zonas Centro Ibérica y Ossa Morena.

Los grandes condicionantes de la evolución sedimentaria de la Cuenca son: 1) El contexto estructural de la misma ligada al margen pasivo Atlántico. 2) El dinamismo profundo producido por el rejuego de fallas del zócalo de dirección tardihercínica, siendo una consecuencia importante del mismo la alineación diapírica de Leiría-Monte Real. 3) Un área fuente al Este que suministra detríticos antemesozoicos provenientes del Complejo Esquisto Grauváquico y los granitos hercínicos.

Cuenca de Lousã

Es una cuenca alargada de dirección NE-SO que responde a una morfología intramontañosa, cuyos límites están constituídos por fallas inversas, Fig. 3.

Su diferenciación tardía de la Cuenca Occidental Portuguesa, marca dos etapas en su evolución sedimentaria. La primera de ellas es común a la otra cuenca, mientras que la segunda está condicionada por: 1) La existencia de relieves cuarcíticos suministradores de sedimentos. 2) La presencia de modelos sedimentarios más proximales con relación a la etapa anterior, que son transversales a la dirección de la Cuenca.

LITOESTRATIGRAFÍA Y MODELOS SEDIMENTARIOS

Cuenca del Duero

Es difícil por el momento integrar los datos relativos al relleno de la Cuenca, por lo que este artículo se refiere sólo a los depósitos de los márgenes Oeste y Sur de la misma.

En el borde occidental el conjunto sedimentario tiene 700 m de espesor comprendiendo siete formaciones, cuyas características se muestran en la Fig. 4. Desde el punto de vista cronológico el relleno abarca todo el Terciario, si bien los límites de las formaciones no son precisos porque los datos bioestratigráficos son

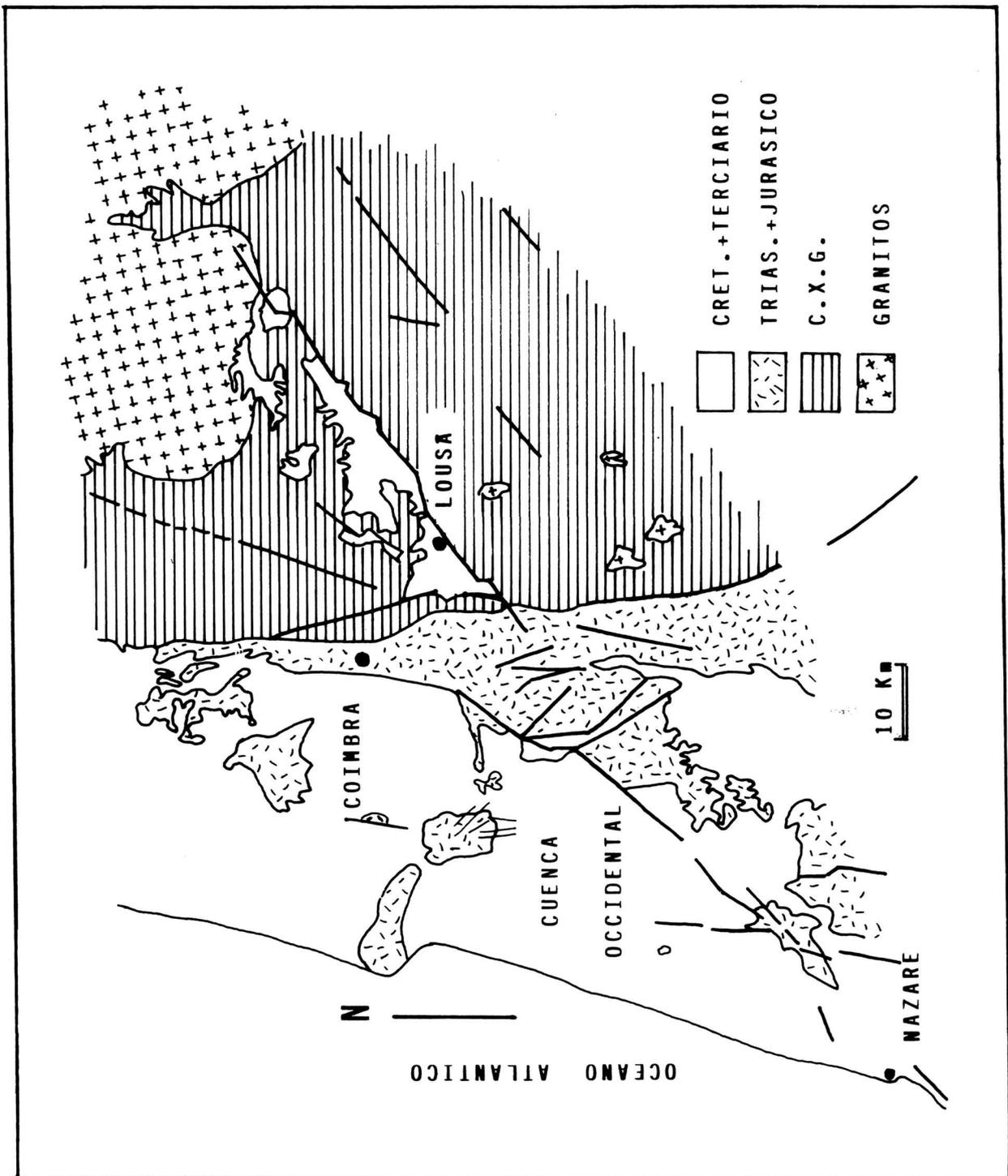


Figura 3. Situación estructural de las cuencas Occidental Portuguesa y Lousã.

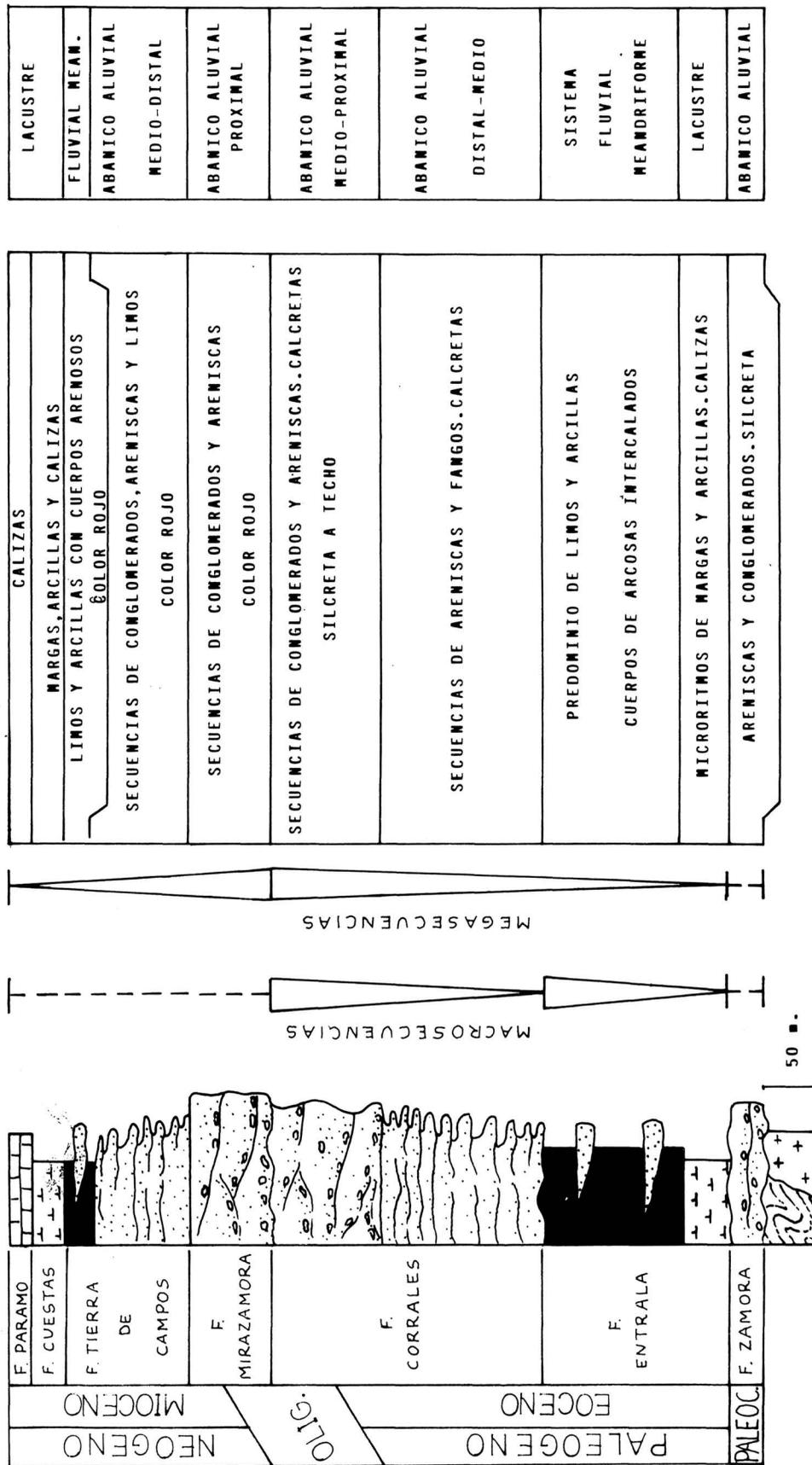


Figura 4. Serie estratigráfica general del Terciario del borde Occidental de la Cuenca del Duero. Según datos de CORROCHANO (1977).

excesivamente puntuales. En el Paleógeno se han precisado el Paleoceno Medio y el Eoceno, uno en base K-Ar en alunitas (BLANCO et al., 1982) y el otro mediante mamíferos y reptiles (JIMÉNEZ, 1977). El Mioceno está bien caracterizado desde el Aragoniense Medio hasta el Vallesiense Superior con macro y microvertebrados (ALBERDI, 1974; CRUSAFONT et al., 1968 y LÓPEZ MARTÍNEZ y BORJA SÁNCHEZ, (1982).

Estos sedimentos han sido depositados en condiciones continentales predominando los sistemas fluviales. El flujo de los sedimentos durante el Paleógeno y el Mioceno Inferior, está muy condicionado por el progresivo levantamiento del borde Oeste, resultando en consecuencia direcciones de aporte hacia el Este, y la progradación en la misma dirección de las facies proximales de los abanicos aluviales (CORROCHANO, 1977, 1980 y 1982). En el Mioceno Medio y Superior los sistemas fluviales proceden de los bordes Norte y Sur principalmente, en la última etapa la sedimentación terrígena es sustituida por la carbonatada como resultado de la expansión de los complejos lacustres internos a la Cuenca.

En el margen Sur el espesor de sedimentos es también del orden de 700 m. Se han reconocido siete formaciones, Fig. 5, (ALONSO GAVILÁN, 1982 y CORROCHANO et al., 1983), que manifiestan una evolución sedimentaria distinta a la del borde occidental. Las formaciones eocenas (A. de Cabrerizos y A. de Aldearrubia), están constituidas por depósitos fluviales cuya componente de aporte es del S hacia el NE, mostrando una evolución en la vertical desde facies proximales a distales. Este conjunto acaba interdigitándose hacia el centro de la Cuenca con las facies proximales progradantes de procedencia Oeste (ALONSO GAVILAN, 1982), por lo que también se puede considerar como negativa la tendencia general. Pero tomando sólo la serie estratigráfica de este margen, la megasecuencia es de carácter positivo. Esta evolución manifiesta una influencia menor en la sedimentación del borde Sur, y por tanto, menor tectonicismo en este área durante el Paleógeno con relación al borde Oeste. En el Mioceno Medio y Superior por el contrario, los depósitos corresponden a facies más marginales que los descritos para el borde Oeste, mostrándose una mayor influencia de este margen para esos tiempos, y por tanto, mayor tectonicismo.

Cuenca Occidental Portuguesa

Las diferentes fases del relleno que se desarrollaron desde el Cretácico Inferior hasta el Mioceno, determinaron una acumulación de sedimentos con un espesor máximo de cerca de 800 m (FERREIRA SOARES et al., 1982), el cual tiende a disminuir hacia el Norte, pues en Aveiro está reducido a 400 m (BARBOSA, 1981). En este conjunto, continental en su 90 %, se diferencian ocho formaciones, Fig. 6.

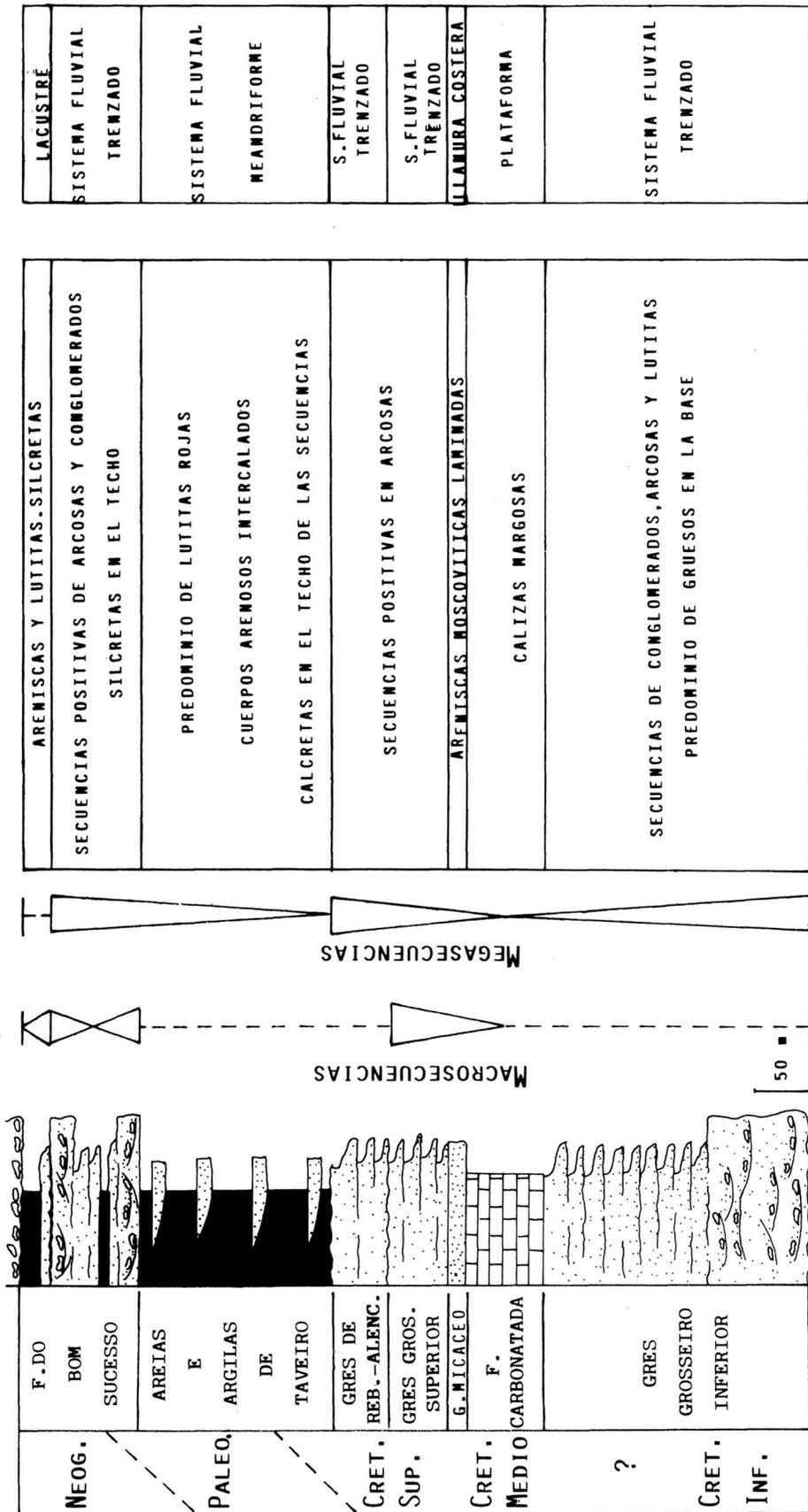


Figura 6. Serie estratigráfica general del Cretácico y Terciario de la Cuenca Occidental Portuguesa. Según datos de FERREIRA et al. (1982) y PENA DOS REIS (1983).

El referido intervalo de tiempo ha sido caracterizado por datos bioestratigráficos, subrayándose el límite Cenomanense-Turonense situado en la Formación Carbonatada con base a invertebrados marinos (FERREIRA SOARES, 1980). El techo del Cretácico definido por micro y macroflora en las Arenas y Arcillas de Taveiro (TELLES ANTUNES y PAIS, 1978), o el Eoceno Inferior definido en base a micro y macrovertebrados en la misma formación (TELLES ANTUNES y RUSSELL, 1981), y el Mioceno Medio establecido con macrovertebrados en las Arcillas de Amor (ZBYSZEWSKI y VEIGA FERREIRA, 1967) constituyen otras referencias importantes.

La sucesión de sedimentos materializa un franco predominio de los ambientes continentales fluviales con carácter intermedio entre proximal y distal, y flujos predominantes de NE para SO, excepto en las Arenas y Arcillas de Taveiro en que el transporte se realizaba predominantemente de SE para NO, bajo la influencia de la arquitectura diapírica. En toda la sucesión los materiales tienen ascendencia granítica y a menor escala metamórfica, únicamente en las Arenas y Arcillas de Taveiro se manifiesta cierta componente diapírica.

Cuenca de Lousã

la sucesión de sedimentos anteriores al Plioceno tiene una potencia máxima de 230 m (DAVEAU, 1976) en el Sur, e integra dos formaciones: Areniscas de Buçaco y Arenas de Buçaqueiro, Fig. 7. La primera representa facies proximales con episodios de abanicos aluviales y evidente ascendencia granítica, mientras que la segunda integra facies rojas lutíticas atribuidas a ambientes fluviales distales. Las dos formaciones corresponden a un gran intervalo cronológico cuyos límites son imprecisos (Cretácico Inferior?-Paleoceno?). Los raros datos bioestratigráficos establecen edades senonenses con base a micro y macroflora en la mitad superior de las Areniscas de Buçaco (TEIXEIRA y PAIS, 1976). El Ludicense está representado en el extremo Norte de la Cuenca por las Arcosas de Coja (TELLES ANTUNES, 1967).

Los sedimentos de la Cuenca de Lousã fluyeron predominantemente de NE para SO controlados por los alineamientos estructurales tardihercínicos. La transgresión Cenomanense bien registrada en la Cuenca Occidental Portuguesa por la Formación Carbonatada, no llega hasta el ámbito de Lousã, pudiéndose no obstante detectarse por la evolución macrosecuencial de las Areniscas de Buçaco y por la existencia en su interior de las Areniscas Micáceas Finas a muy Finas.

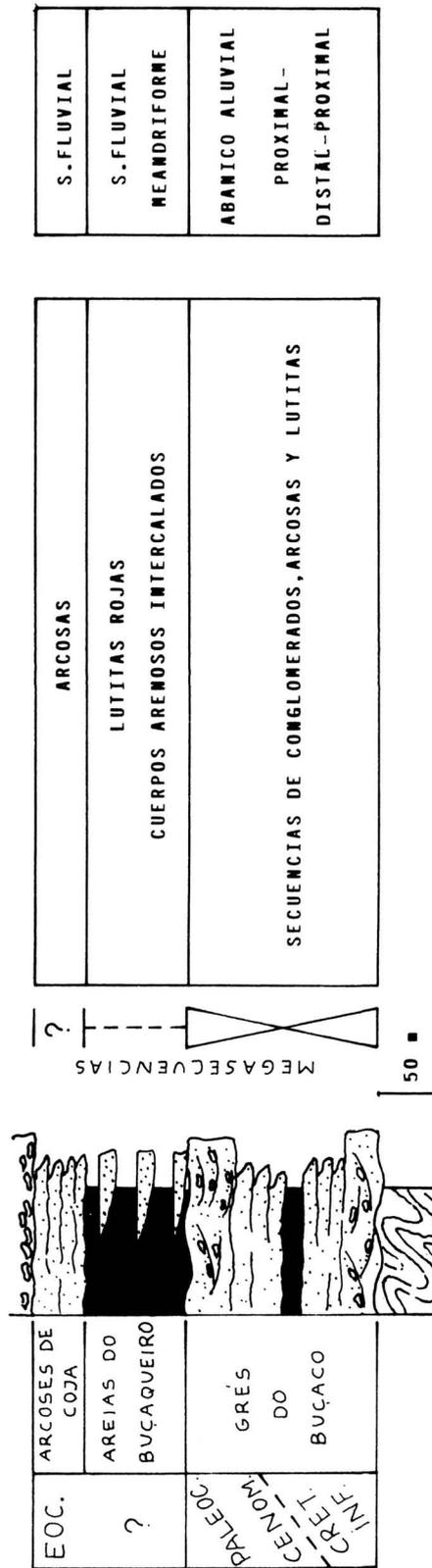


Figura 7. Serie estratigráfica general del Cretácico y Terciario de la Cuenca de Lousã. Según datos de DAVEAU (1976) y TELLES ANTUNES (1967).

ANALOGÍAS Y DIFERENCIAS ENTRE LAS CUENCAS

Las cuencas cuyo relleno sedimentario se ha descrito, están situadas en marcos estructurales distintos. Mientras que la Cuenca del Duero responde a características intracratónicas, la Cuenca Occidental Portuguesa y la primera etapa evolutiva de la Cuenca de Lousã están ligadas al margen pasivo Atlántico: por último, el comportamiento de la Cuenca de Lousã en su etapa final responde a condiciones intramontañosas. Esto hace que el registro sedimentario en cada una de ellas encierre las peculiaridades propias de cada uno de estos emplazamientos.

Un hecho importante manifestado en la Fig. 1, es la alineación de las tres cuencas de acuerdo con la orientación SO-NE que refleja las directrices de estructuración del Macizo de acuerdo con la fracturación tardihercínica, lo cual incide de forma fundamental en las directrices del flujo de sedimentos en cada una de ellas. Por otra parte hay que resaltar la diversidad de las áreas fuente que se refleja en la variedad petrográfica de los depósitos en cada una de las cuencas.

Aunque el conjunto del registro sedimentario en las cuencas abarca desde el Cretácico Inferior hasta el Plioceno inclusive, los sedimentos más antiguos, Cretácico Inferior-Paleógeno, se encuentran en la Cuenca Occidental Portuguesa y Lousã, mientras que los más modernos, Paleógeno y Neógeno, están en la Cuenca del Duero y en la Cuenca Occidental Portuguesa.

A pesar de las diferencias arriba expuestas, los registros de estas tres cuencas presentan una estrecha correlación de ciertos fenómenos, especialmente grandes megasecuencias en cuyo techo se encuentran potentes silcretas, Fig. 8.

Las cuatro megasecuencias identificadas, han sido definidas en base a tres criterios: 1) Las grandes discontinuidades estratigráficas que las limitan. 2) La evolución litológica de las formaciones. 3) La sucesión vertical de los ambientes sedimentarios dominantes.

La primera discontinuidad importante es la discordancia que forma la base de las tres cuencas. En la Cuenca Occidental Portuguesa el sustrato son calizas jurásicas afectadas por un proceso de karstificación. En Lousã es antemesozoico y está constituido por los materiales metamórficos del Complejo Esquisto Grauváquico. En la Cuenca del Duero también es antemesozoico pero se encuentra afectado por una profunda alteración laterítica (MOLINA y BLANCO, 1980) y peneplanizado.

La segunda ruptura es la discordancia que separa las megasecuencias B y C, Fig. 8. Corresponde a una fase próxima al límite Paleoceno-Eoceno, que sería la responsable de la compartimentación del borde Sur de la Cuenca del Duero originando fosas como la de Ciudad Rodrigo (MOLINA et al., 1982). En las cuencas Occidental Portuguesa y Lousã, es una disconformidad generalizada, excepto en

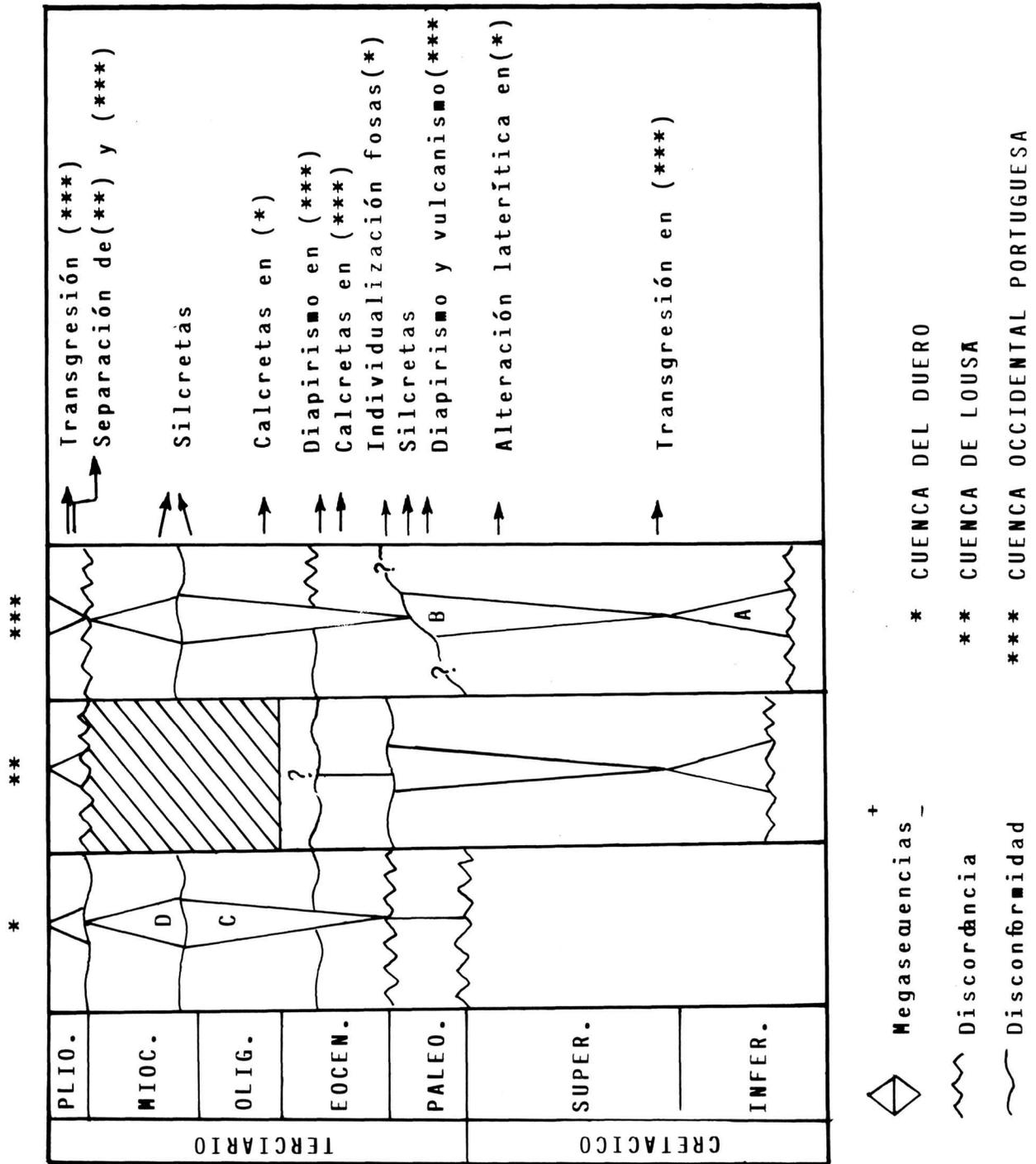


Figura 8. Discontinuidades y arquitectura megasecuencial en las cuencas del Duero, Occidental Portuguesa y Lousã.

las áreas diapíricas en las que es una discordancia acompañada de manifestaciones volcánicas de carácter básico.

La disconformidad que separa las megasecuencias C y D, Fig. 8, es la tercera discontinuidad estratigráfica importante. Probablemente corresponde con la fase Neocastellana (AGUIRRE et al., 1976) detectada ampliamente en otras depresiones de la Península (LÓPEZ MARTÍNEZ et al., 1985 y TELLES ANTUNES, 1979) y que tiene una edad Mioceno Inferior (Ageniense Superior).

La cuarta ruptura es la disconformidad que forma el límite de la megasecuencia D y las series pliocenas suprayacentes en la Cuenca del Duero. En la Cuenca de Lousã esta ruptura marca su separación de la Cuenca Occidental, siendo en ambas una discordancia.

Otra discontinuidad de menor importancia es la disconformidad generalizada—discordancia en las áreas diapíricas— que es interna a la megasecuencia C y cuya edad es intra-Eocena; en todas las cuencas se manifiesta por la instalación de ambientes más proximales. Finalmente hay que señalar una inversión en la tendencia que se ha utilizado para separar las megasecuencias A y B en las cuencas portuguesas y que coincide con el final del ciclo transgresivo Cenomanense.

Por debajo de las dos rupturas principales ocurren silcretas que evidencian la relación entre las fases en las que no hay sedimentación y los episodios de alteración climática más importantes ocurridos en el ámbito de las tres cuencas.

La evolución y articulación de los ambientes sedimentarios como criterio para la definición de megasecuencias, permite establecer una sucesión de ambientes seriados para un ciclo negativo: Plataforma marina, llanura costera, lagos, sistemas fluviales meandriformes, sistemas fluviales trenzados y abanicos aluviales. De esta sucesión virtual, los ambientes plataforma marina y llanura costera son episódicos, exóticos y confinados a la Cuenca Occidental Portuguesa, Fig. 6 y 8.

Es difícil sacar conclusiones sobre la influencia de los cambios relativos del nivel del mar (VAIL et al., 1977) en la arquitectura de la Cuenca Occidental Portuguesa, especialmente en las megasecuencias B, C y D comprendidas entre las transgresiones del Cenomanense y del Plioceno, Fig. 8, seguramente debido a que es poco conocida la incidencia del eustatismo sobre los modelos continentales, y la mayor dependencia de los sistemas aluviales de otros factores como el tectonicismo.

De cualquier modo en el conjunto de estas cuencas las macrosecuencias son las unidades más correlacionables con los procesos tectónicos. Los acontecimientos a escala megasecuencial dependen de otros factores como la subsidencia, relación con las fallas, y en el caso de la Cuenca Occidental Portuguesa, de la apertura del margen pasivo atlántico y del eustatismo. En este caso las megasecuencias negativas B y C caracterizadas por la progradación de ambientes, que abarcan desde el Cenomanense al Paleoceno? y desde este al Mioceno Inferior, marcarían

la evolución hacia etapas de mayor inestabilidad tectónica. Las megasecuencias A y D, por el contrario, evolucionan positivamente e indican mayor dependencia del eustatismo y estabilidad de los modelos sedimentarios en el Cretácico Inferior y Mioceno Medio y Superior.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, E.; DÍAZ MOLINA, M. y PÉREZ GONZÁLEZ, A. (1976): Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central Española. *Trab. Neog.-Cuat.*, 5, 7-29.
- ALBERDI, M. T. (1974): Las «faunas de Hipparion» de los yacimientos españoles. *Est. Geol.*, 30, 2-3, 189-212.
- ALONSO GAVILÁN, G. (1982): Estratigrafía y Sedimentología del Paleógeno en el borde suroccidental de la Cuenca del Duero (Provincia de Salamanca). *Resumen Tesis Doctoral*, Universidad de Salamanca, 37 págs.
- ALVARO, M.; CAPOTE, R. y VEGAS, R. (1979): Un modelo de evolución geotectónica para la Cadena Celtibérica. *Act. Geol. Hisp.*, Libro Homenaje a Solé Sabarís, 14, 172-177.
- ARTHAUD, F. y MATTE, P. (1975): Late Hercynian wrench-faults in Southwestern Europe. Geometry and nature of the deformation. *Tectonophysics*, 25, 139-172.
- BARBOSA, B. (1981): Carta Geológica de Portugal, 1: 50.000. Noticia explicativa da folha 16-C; VAGOS. *Serv. Geol. Portugal*.
- BLANCO, J. A.; CORROCHANO, A.; MONTIGNY, R. y THUIZAT, R. (1982): Sur l'âge du début de la sedimentation dans le bassin tertiaire du Duero (Espagne). Attribution au Paléocène par datation isotopique des alunites de l'unité inférieure. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 295, 259-262.
- CORROCHANO, A. (1977): Estratigrafía y Sedimentología del Paleógeno de la Provincia de Zamora. *Resumen Tesis Doctoral*, Universidad de Salamanca.
- CORROCHANO, A. (1980): Los sistemas de abanicos aluviales del Paleógeno de Zamora. *IX Congreso Nacional de Sedimentología: Guía de las Sesiones de Campo*, Ediciones Universidad de Salamanca, 48-77.
- CORROCHANO, A. (1982): El Paleógeno del borde Occidental de la Cuenca del Duero (Provincia de Zamora). *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca 1979. Temas Geológico-Mineros*; VI, parte II, 687-697.
- CORROCHANO, A.; CARBALLEIRA, J.; POL, C. y CORRALES, I. (1983): Los sistemas deposicionales terciarios de la Depresión de Peñaranda-Alba y sus relaciones con la fracturación. *Stv. Geol. Salman.*, XIX, 187-199.
- CRUSAFONT, M.; AGUIRRE, E. y GARCÍA, J. (1968): Un nuevo yacimiento del Mioceno Superior de la Cuenca del Duero. *Act. Geol. Hisp.*, 3, 22-24.

- DAVEAU, S. (1976): Le Bassin de Lousã. Evolution sedimentologique, tectonique et morphologique. *Memorias e Noticias, Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol. Univ. Coimbra*, 82, 95-115.
- FERREIRA SOARES, A. (1980): A Formação Carbonatada, Cenomano-Turoniana na região do Baixo Mondego. *Com. Serv. Geol. Portugal*, 66, 99-109.
- FERREIRA SOARES, A. y PENA DOS REIS, R. (1980): Considerações sobre as unidades litostratigráficas post-jurássicas na região Mondego. *Livro de Homenagem a Orlando Ribeiro, Lisboa*.
- FERREIRA SOARES, A.; BARBOSA, B. y PENA DOS REIS, R. (1982): Esboço de enquadramento cronostatigráfico das unidades líticas pos-jurássicas da de Orla Meso-Cenozoica Ocidental entre os paralelos de Pombal e Aveiro. *Memorias e Noticias, Publ. Mus. Lab. Mineral Geol. Univ. Coimbra*, 93, 77-91.
- JIMÉNEZ, E. (1977): Sinopsis sobre los yacimientos fosilíferos paleógenos de la Provincia de Zamora. *Bol. Geol. y Min.*, LXXXVIII-V, 357-364.
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, J. M.; RIVEIRO, A. y CONDE, L. (1972): Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares. 1:1.000.000. *Inst. Geol. y Min. de España*.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N. y BORJA SÁNCHEZ, F. (1982): Los primeros microvertebrados de la Cuenca del Duero: Listas faunísticas preliminares e implicaciones bioestratigráficas y paleofisiográficas. *I. Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca 1979. Temas Geológico-Mineros*, VI, parte I, 341-353.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; AGUSTI, J.; CABRERA, L.; CALVO, J. P.; CIVIS, J.; CORROCHANO, A.; DAAMS, R.; DÍAZ, M.; ELIZAGA, E.; HOYOS, M.; MARTÍNEZ, J.; MORALES, J.; PORTERO, J. M.; ROBLES, F.; SANTISTEBAN, C. y TORRES, T. (1985): Approach to the Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *VIII Congress of the regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy. Budapest. Abstracts*, 348-350.
- MOLINA, E.; BLANCO, J. A. y MARTÍNEZ GIL, F. J. (1982): Esquema morfológico evolutivo de la fosa de Ciudad Rodrigo (Salamanca). *I Reunión sobre la Geología de la Cuenca del Duero. Salamanca 1979. Temas Geológico Mineros*, VI, parte II, 433-448.
- MOLINA, E. y BLANCO, J. A. (1980): Quelques précisions sur l'alteration du Massif Hercynien espagnol. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 290, 1293-1296.
- PENA DOS REIS, R. (1983): A sedimentologia de depósitos continentais. Dos exemplos do Cretácico Superior-Mioceno de Portugal. *Tese de Doctoramento não publicada*, 404 p. *Coimbra*.
- TEIXEIRA, C. y PAIS, J. (1976): Introdução á Paleobotânica. As grandes fases da evolução dos vegetais. *Lisboa*.
- TELLES ANTUNES, M. (1967): Dépôts paléogènes de Coja: nouvelles données sur la paleontologie et la stratigraphie. Comparaison avec d'autres formations paléocenes. *Rev. Fac. Ciênc. Univ. Lisboa*. 2ª serie, XV, 69-111.
- TELLES ANTUNES, M. (1979): Néogène. *Introduction á la géologie général du Portugal*. 77-85.

- TELLES ANTUNES, M. y PAIS, J. (1978): Notas sobre os depósitos de Taveiro: Estratigrafia, Paleontología, Idade, Paleoecologia. *Ciências da Terra*, 4, 109-128.
- TELLES ANTUNES, M. y RUSSELL, D. E. (1981): Le gisement de Silveirinha (Bas Mondego, Portugal): la plus ancienne fauna de Vertébrés eocènes connue en Europe. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 293, 1099-1102.
- VAIL, P. R.; MITCHUM, R. M. y THOMPSON III, S. (1977): Global cycles of relative changes of sea level. *In Seismic Stratigraphy applications to hydrocarbon exploration (ed. Payton Ch. E.). AAPG memoir 26*, 83-97.
- ZBYSZEWSKI, G. y VEIGA FERREIRA, O. (1967): Découverte de vertébrés fossiles dans le Miocène de la région de Leiria. *Com. Serv. Geol. Portugal*, LII, 5-10.