

Geología de España

Curso 2010/2011



***E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y
Puertos
Universidade da Coruña***

1. Un Breve Resumen de la Geología de España

Las formaciones geológicas que constituyen el territorio peninsular se pueden estructurar en cuatro grandes dominios geológicos.

- **Áreas pre-Cámbricas** que fueron deformadas con anterioridad al Paleozoico.
- El **Macizo Ibérico** o **Hespérico**, que se sitúa sobre todo en el occidente peninsular y está constituido esencialmente por materiales que fueron afectados durante el Paleozoico por la **Orogenia Herciniana**.
- El **Dominio Alpino** constituido por formaciones mesozoicas y terciarias que han sufrido los empujes de los movimiento alpinos, como es el caso de las Cordilleras Béticas, Ibérica, Costera Catalana, Pirenaica y Cantábrica.
- Las **Cuencas Terciarias** constituidas por terrenos mesozoicos y terciarios que ocupan cuencas y depresiones interiores y que no fueron afectados por las deformaciones alpinas, con materiales de origen continental (Cuencas del Ebro, Duero y Tajo) y en el caso de las Cordilleras Béticas, de origen marino (Cuenca del Guadalquivir).

No obstante, en el Macizo Ibérico se reconocen pequeñas cubetas terciarias continentales. Por otra parte, en el dominio alpino también afloran formaciones paleozoicas. Finalmente, se distinguen un conjunto de orlas costeras mesozoicas, como son la orla cantábrica, la orla occidental o Fosa Lusitánica y la orla meridional en el Algarbe.

2. La Cordillera Herciniana de la Península Ibérica

Dentro de la Península Ibérica aflora en cuatro grandes sectores: el Macizo Ibérico (o Hespérico), las Cordilleras Costero-Catalanas, las Béticas y los Pirineos. Por otro lado, el Macizo Ibérico puede ser dividido en varias zonas:

- **Zona Cantábrica:** Constituye el núcleo del denominado Arco Ibero-Armoricano (o rodilla astúrica). Su límite oeste lo constituyen las rocas precámbricas del núcleo del antiforme del Narcea. Hacia el sur y este, limita con los materiales meso-cenozoicos de la depresión del Duero y del Ebro. Hacia el norte con el Mar Cantábrico.

La secuencia estratigráfica que aflora en la misma es bastante completa y abarca materiales del Paleozoico inferior (Cambrio, Ordovícico y Silurico) poco desarrollados y un Paleozoico superior (Devonico y Carbonífero) potente, debido a la formación de cuencas subsidentes durante el Hercínico.

En conjunto, manifiesta muy poca actividad magmática y/o metamorfismo el tipo de deformación es epidérmica, caracterizada por los cabalgamientos.

- **Zona Astur-Occidental Leonesa:** Limita al este con el **Antiforme del Narcea** y al oeste con el **Antiforme del Olo de Sapo**. En esta zona es característico el gran desarrollo de materiales pertenecientes al Paleozoico inferior. El magmatismo es poco importante y el metamorfismo se incrementa

desde el este hacia el oeste. El tipo de tectónica predominante es tangencial, con el desarrollo de pliegues con esquistosidad.

- **Zona Centro-Ibérica:** Limita al NE con la zona astur occidental-leonesa y, ya dentro de Portugal, con el cabalgamiento de Ferreira de Zêzene. Al sur limita con el batolito de los Pedroches. Un conjunto de materiales pre-ordovícicos conocido como el **Complejo Esquisto-Grauváquico** está muy desarrollado en ésta zona. El grado de metamorfismo es muy variable.

Dentro de ella, la **Zona Gallega-Tras-os-Montes** se caracteriza por la presencia de:

- Macizos de rocas precámbricas polimetamórficas (Complejos del Cabo Ortegal, Lalín-Forcarey, Órdenes, Bragança, Morais)
- Rocas intrusivas hipercalinas en el Ordovícico superior.
- Volcanismo importante durante el Silurico.
- Gran extensión de las rocas de metamorfismo de alto grado.
- Gran desarrollo de los procesos de anatexia herciniana (sin y postectónicos). En el resto de las regiones de esta zona, predominan los granitoides tardíos.

El precámbrico polimetamórfico se dispone en una faja alargada denominada **Fosa Blastomilonítica**, que es aproximadamente paralela a la costa W de Galicia.

La estructura en Galicia se caracteriza por la presencia de dos fases principales de deformación: S_1 (la principal, caracterizada por pliegues con superficie axial aproximadamente horizontal) y S_2 (pliegues con plano axial aproximadamente vertical y con crenulación).

- **Zona de Ossa-Morena.** Limita hacia el NO con la Zona Centro-Ibérica, al sur con la banda metamórfica de Aracena y hacia el SW con el cabalgamiento de Ficalho.

Se caracteriza por la gran extensión de materiales precámbricos y cámbricos, así como por el importante desarrollo de plutonismo y volcanismo según bandas estrechas y alargadas bien individualizadas. La edad de la deformación hercínica más importante es Carbonífero inferior. Los pliegues son de tipo similar, con vergencia SW y esquistosidad de plano axial. El metamorfismo es variado, en cuanto a facies se refiere.

- **Zona Surportuguesa.** Ritmitas arenoso-pizarrosas con intercalaciones de lavas y piroclastos. El magmatismo y volcanismo son poco importantes. En ella se localiza la importante **Faja Pirítica**.

En el conjunto del Macizo Ibérico, los materiales carbonatados forman un nivel poco potente pero de gran continuidad lateral, y con amplia distribución en casi todo él. Prueba

de ello son las Formaciones de Tamames (Centro-Ibérica), Vegadeo (Astur-Occidental-Leonesa) y Láncara (Cantábrica).

Las secuencias de Pizarras de Luarca tienen espesores diferentes y están representadas en las Zonas Centro-Ibérica, Astur-Occidental-Leonesa y Cantábrica. Corresponden a un medio de depósito de plataforma externa, por debajo del nivel de oleaje, e incluso más somero (Pizarras de Agüeira) con algún episodio turbidítico y arenoso.

Los dominios internos del Macizo Ibérico se caracterizan por presentar importantes extensiones de rocas de alto grado metamórfico del Precámbrico y Paleozoico inferior, de variada composición química. Además, las vergencias son contrarias; así, en la parte septentrional del Macizo son hacia el noreste (o hacia el este en el arco astórico) y, en la meridional, hacia el suroeste (o sur en el arco surportugués).

Durante el Mesozoico, toda la Península Ibérica tuvo tendencia al levantamiento, rodeado por sedimentos marinos. El mar mesozoico penetró dentro del Macizo Ibérico con distinto alcance. No obstante, la mayor parte del macizo quedó cubierto por sedimentos mesozoicos que más tarde fueron erosionados.

Los límites del Macizo Ibérico son:

- Al N y W, el océano.
- Al SE: el sistema de prefosa-Cordillera Bética
- Al E: Una plataforma más o menos deformada que llega a formar unacordillera media: la Ibérica.

3. Cordilleras Alpinas de la Península Ibérica

- **Cordillera Ibérica:** Cordillera de tipo zócalo/cobertera. El Paleozoico aflora en diversos macizos, siendo los más importantes el de la Sierra de la Demanda y los del centro de la Cordillera, llegando a aparecer el Precámbrico en el núcleo de anticlinales (Anguiano, Paracuellos). La sedimentación alpina está condicionada por los grandes desgarres tardihercánicos que compartimentan la Cordillera. Este dominio geológico enlaza sus pliegues con los de la Cordillera Costero-Catalana, viéndose afectado por un régimen compresivo hasta el Mioceno inferior, y posteriormente, por otro distensivo durante el Neógeno, exponente de la cual es la Fosa de Calatayud-Teruel. No manifiesta metamorfismo ni procesos intrusivos destacables.
- **Cordillera Costero-Catalana (Catalánides):** Se sitúa entre la costa mediterránea y la Depresión del Ebro. El basamento Paleozoico aflorante está constituido fundamentalmente por granitos y los materiales sedimentarios presentan una estratigrafía parecida a los de la cadena pirenaica. Las estructuras hercánicas tienen rumbos próximos a NO-SE. Las formaciones mesozoicas poseen rasgos similares a los de la Cordillera Ibérica oriental. El plegamiento alpino, que comienza en el Eoceno inferior, configura la Cadena en tres grandes unidades de dirección NE-SO: Cadena Costera o Litoral (Macizo del Montnegre, etc.), Depresión Prelitoral (Fosas del Vallés-Penedés, del Ampurdán, etc.) y Cordillera Prelitoral (Macizo del Montseny, Gavarres, etc.).

- **Cordillera Pirenaica (Pirineos):** Se desarrolla desde el Cabo de Creus, en el Mediterráneo, hasta el hercínico de la Zona Cantábrica, al oeste, incluyendo los Montes Vascocantábricos. Presentan una disposición quasi-simétrica, con una zona axial (donde afloran materiales deformados durante el Herciniano) y una cobertera de materiales mesozoicos y terciarios, que limitan, al norte, con la Cuenca de Aquitania y, al sur, con la Depresión del Ebro.
 - *Zona axial.* Limita al norte con la falla norpirenaica. Se reconocen potentes series paleozoicas, plegadas E-W, sobre los que reposan en discordancia formaciones del Carbonífero superior y Pérmico. El conjunto sedimentario está intruido por extensos macizos graníticos. Las últimas etapas hercínicas se caracterizan por una importante fracturación.
 - *Prepirineo meridional.* El Triásico es de facies germánica y el Jurásico está poco desarrollado. Durante el Cretácico y Eoceno se individualizan cuencas someras y profundas con potentes turbiditas y avances y retiradas del mar. Al final del Eoceno, la cobertera se desliza hacia el sur a favor del Keuper, la zona axial se eleva y el mar se retira definitivamente. La denudación da origen a formaciones conglomeráticas oligocenas y neógenas. El plegamiento pirenaico se caracteriza por pliegues y mantos de corrimiento, con desplazamientos de decenas de kilómetros que llegan a cabalgar a la Depresión del Ebro. Finalmente, tienen lugar etapas tardías distensivas ligadas al levantamiento de la Cadena.
 - *Montes Vascocantábricos.* Forman parte de la terminación occidental del Pirineo. Afloran materiales paleozoicos intruidos por granitos. Durante el Cretácico se manifiesta un volcanismo básico submarino. La estructura es de grandes pliegues con cabalgamientos sobre las depresiones del Ebro y Duero, así como la existencia de grandes diapiros.
- **Cordilleras Béticas.** Geológicamente se prolongan desde Cádiz hasta las Baleares. Se distinguen en ella una zona externa (pliegues y mantos de corrimiento) y otra interna (afectan a los materiales del zócalo y en ella se reconoce el efecto del metamorfismo alpino).

Dentro de las Cordilleras Béticas se diferencian tres grandes dominios:

- *Zona Prebética.* Es la parte más externa de la cadena, desde el oeste de Jaén hasta las costas de Alicante. Las series stratigráficas son incompletas con facies marinas y continentales desde el Triásico al Mioceno. El plegamiento del Mioceno medio es de pliegues de cobertera con despegues a favor del Keuper. La fracturación posterior se prolonga hasta épocas recientes.
- *Zona Subbética.* Se sitúa al sur de la anterior y cabalgante sobre ella. Se extiende desde Cádiz hasta Alicante, volviendo a aparecer en Ibiza y en Mallorca. La sedimentación es marina desde el Trias al Mioceno medio. La tectónica es compleja con mantos de corrimiento hacia el norte, replegamiento de los mismos, posteriores cabalgamientos y fenómenos diapíricos acompañantes.
- *Zona Bética.* En ella afloran los terrenos paleozoicos y son frecuentes las grandes extensiones de rocas metamórficas e incluso de rocas plutónicas

(macizo ultramáfico de la Serranía de Ronda). El Trias presenta un gran desarrollo superficial y mucho menos el Jurásico y Cretácico. Se distinguen tres grandes conjuntos superpuestos, que de más profundo a más superficial son: Complejo nevadofilábride con rocas metamórficas de diferente intensidad y tectónica con corrimientos a gran escala; Complejo Alpujárride de series prejurásicas, superpuesto por mantos de corrimiento al anterior y rodeándole y, finalmente, el Complejo Maláguide, que se sobrepone al alpujárride, con rocas metamórficas paleozoicas y una cobertera delgada mesozoica y terciaria.

Además de las zonas descritas hay que considerar otras zonas aisladas por la tectónica tangencial o distensiva de la cordillera: La Unidad del Campo de Gibraltar (conjunto alóctono turbidítico de edad Cretácico-Mioceno inferior); Las depresiones intramontañosas de Granada, Guadix-Baza y Bajo Segura (que corresponden a fosas continentales que se individualizaron durante el Mioceno inferior) y la Depresión del Guadalquivir (constituida por potentes series marinas miocenas, entre las que se intercalan unidades alóctonas del Subbético).

4. Depresiones Terciarias de la Península Ibérica

- **Cuenca del Ebro.** Situada entre los Pirineos, la Cordillera Ibérica y la Costero-Catalana. Se comunica con la Depresión del Duero por un corredor al norte de la Sierra de la Demanda, estando rellena de materiales marinos (Eoceno) y continentales (Oligoceno-Mioceno). Los bordes de la cuenca se caracterizan por la presencia de series molásicas y en el centro de la misma, grandes formaciones evaporíticas de edad Paleógeno. A finales del Oligoceno tiene lugar una fase compresiva con discordancias progresivas en los bordes. Los depósitos neógenos aparecen suavemente basculados, como consecuencia de deformaciones distensivas.
- **Cuenca del Duero.** Está limitada al norte por la Cordillera Cantábrica, al oeste y sur por el Macizo Ibérico y al este por la Cordillera Ibérica. Su relleno es totalmente continental y se individualizó como cuenca endorreica a comienzos del Terciario. La sedimentación se lleva a cabo mediante abanicos aluviales y lagos temporales con un espectro litológico más variado que en el caso de la Cuenca del Ebro, con formaciones arcósicas, detríticas calcáreas y carbonatadas. Por último, se reconocen tanto el plegamiento del Mioceno inferior como etapas distensivas tardías.
- **Cuenca del Tajo.** Está enmarcada al norte y al oeste por el Macizo Ibérico y al este por la Cordillera Ibérica, quedando la Llanura Manchega en posición más meridional. La sedimentación paleógena y neógena indica ambientes similares a los descritos para las cuencas del Ebro y del Duero, con predominio de los materiales arcósicos en el norte y oeste y aportes detríticos calcáreos en el este. Los máximos espesores se localizan en el margen del Sistema Central, con potencias de hasta 4000 m. La unidades paleógenas se encuentran plegadas, afectando incluso a materiales del Mioceno inferior. El contacto entre el Sistema Central y la Cuenca del Tajo en muchos afloramientos cabalgante, lo que indica etapas compresivas tardías. Las deformaciones distensivas tardías producen un basculamiento generalizado hacia el sur, así como deformaciones de gran radio y fallas de pequeño salto.

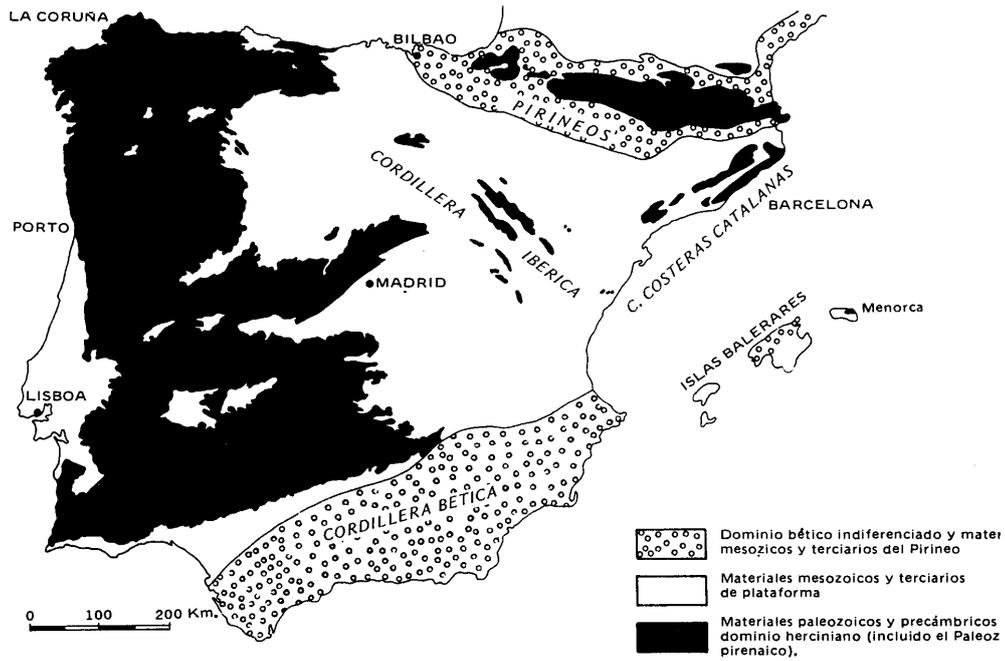


Figura 1. Unidades geológicas principales de la Península Ibérica. **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) *Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos)*, 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

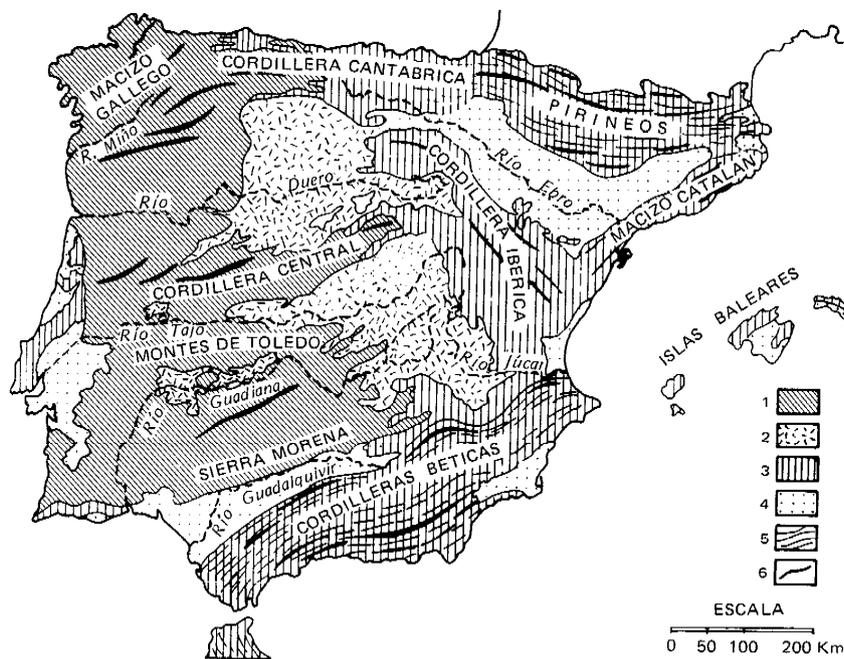


Figura 2. Principales unidades morfoestructurales de la Península Ibérica. **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) *Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos)*, 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

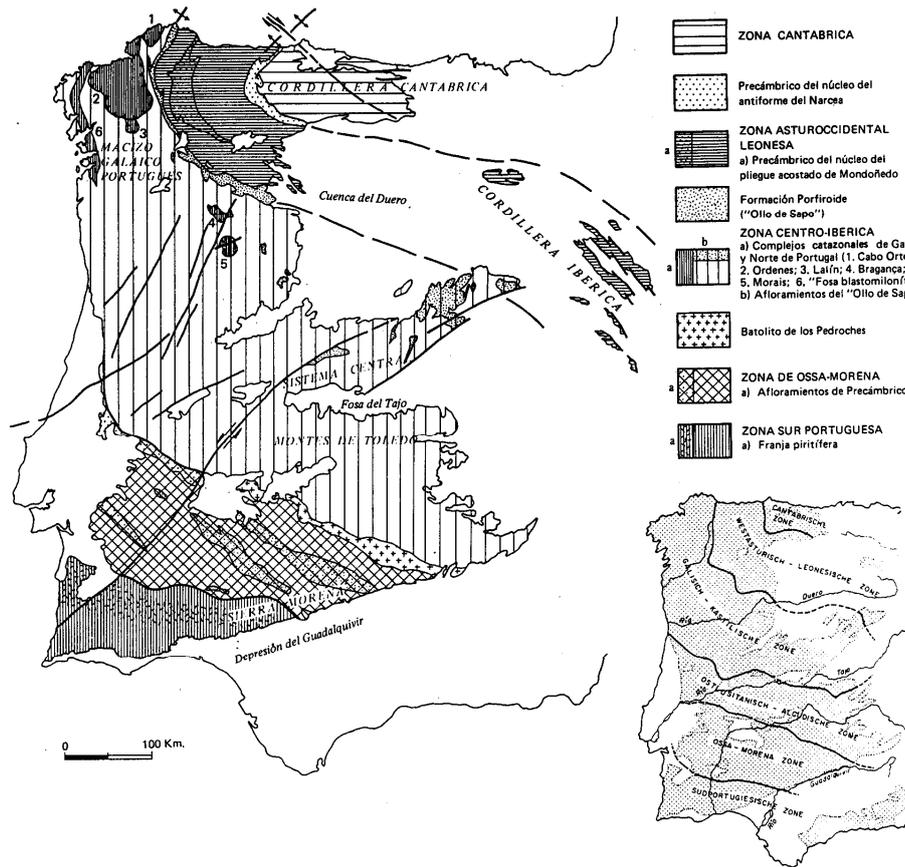


Figura 3. División en zonas del Macizo Hespérico. **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) *Geología de España* (Libro Jubilar J.M. Ríos), 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

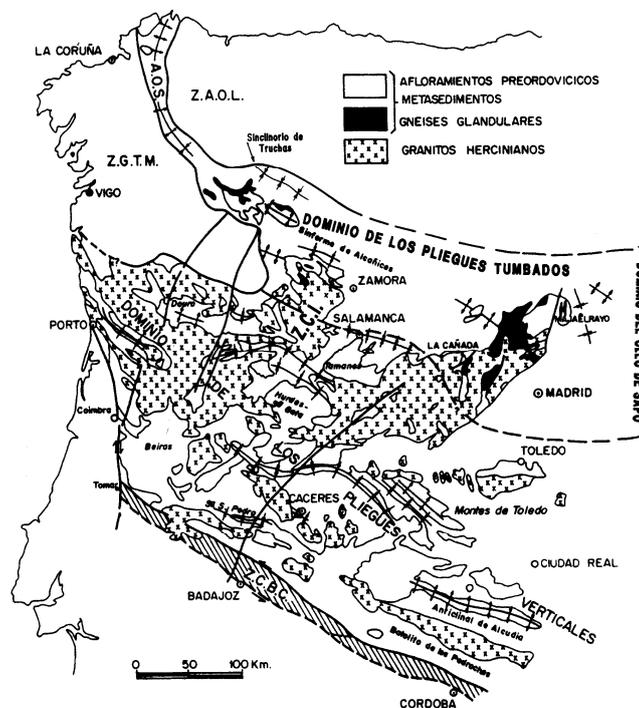


Figura 4. Detalle de las principales unidades geológicas del sector N del Macizo Hespérico. **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) *Geología de España* (Libro Jubilar J.M. Ríos), 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

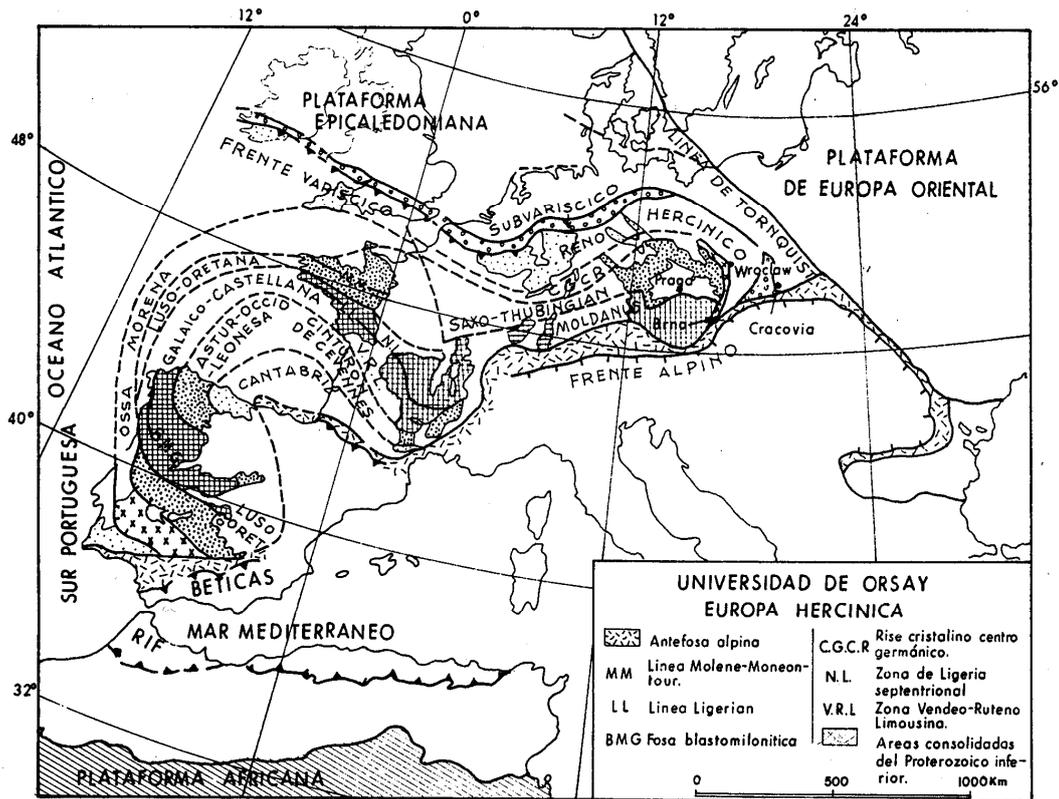


Figura 5. Contexto geológico regional del Macizo Hespérico y su significado dentro del orógeno Hercínico.
Fuente: Comba, J.A., coord. (1983) Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos), 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

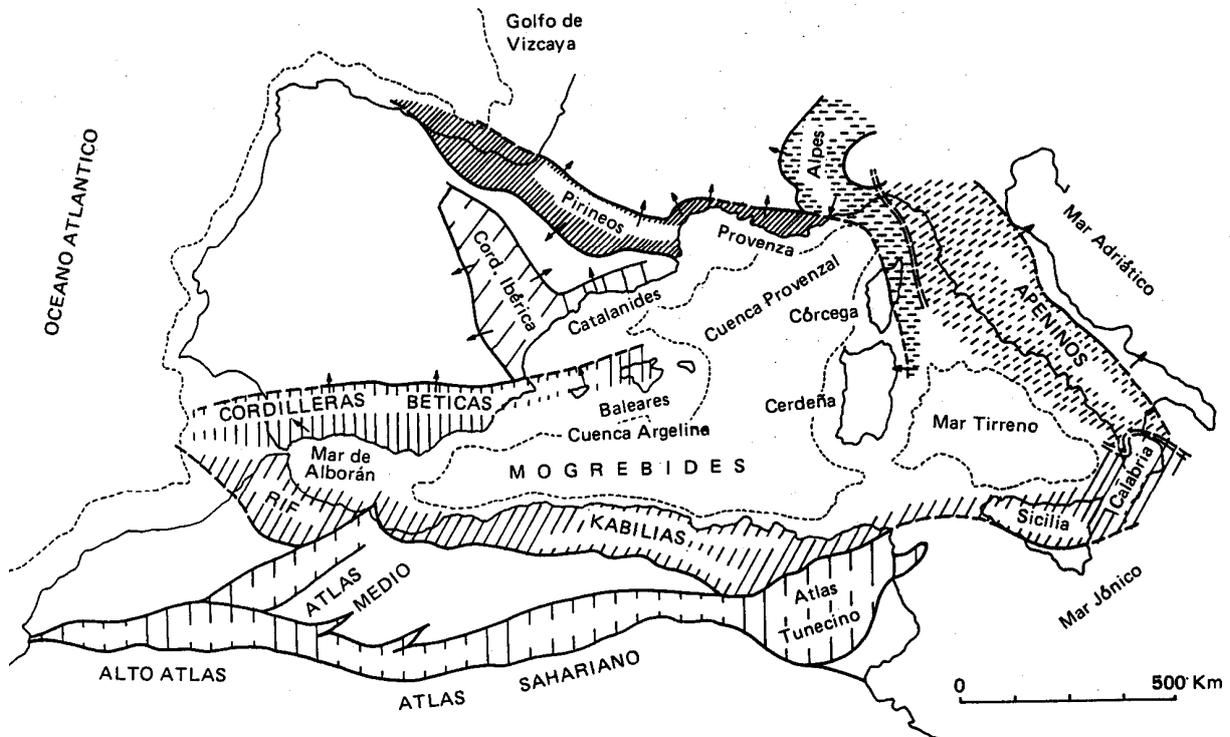


Figura 6. Contexto geológico regional de la Península Ibérica y su significado dentro del orógeno Alpino.
Fuente: Comba, J.A., coord. (1983) Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos), 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

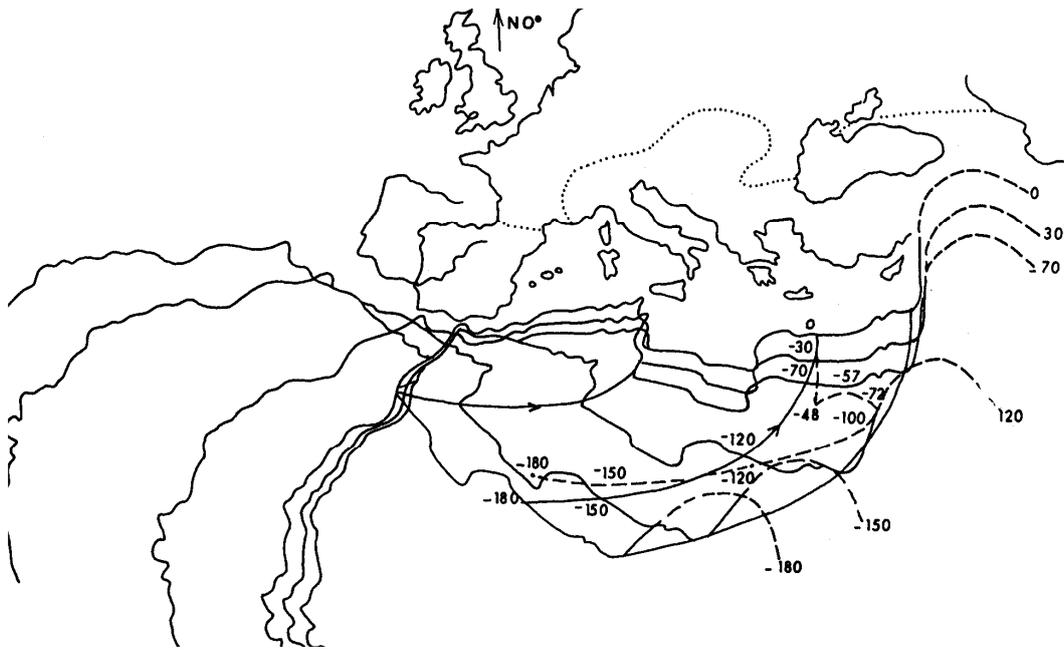


Figura 7. Movimiento relativo del continente euroasiático respecto de África durante la orogénesis Alpina. **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) *Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos)*, 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp

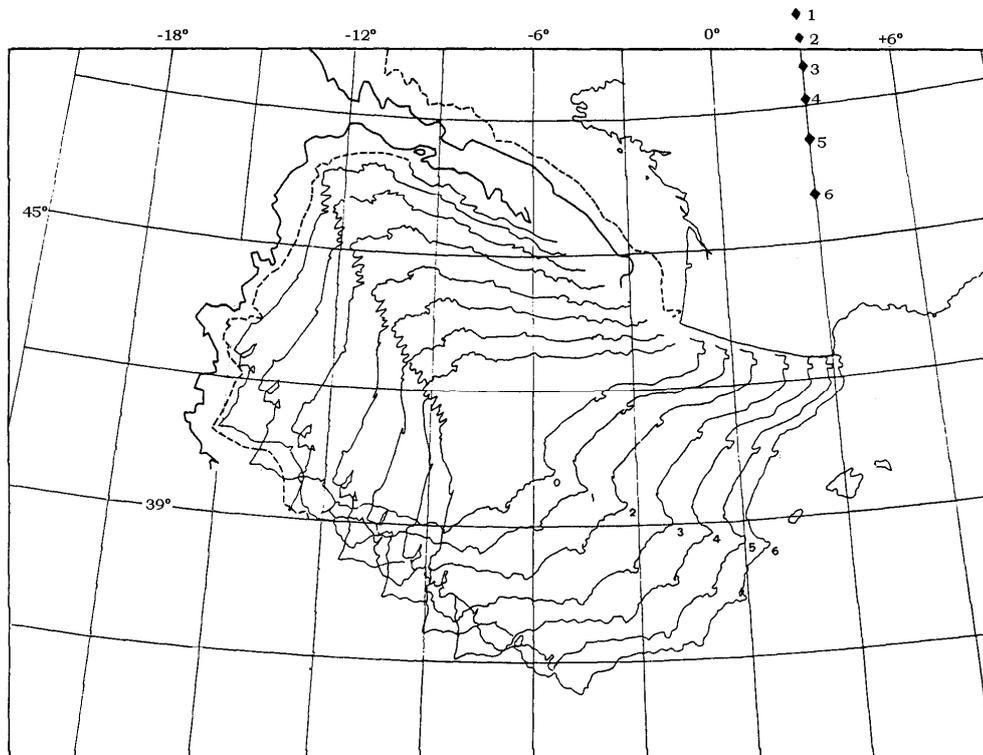


Figura 8. Representación del movimiento de la Placa Ibérica respecto de Eurasia durante la orogénesis Alpina y apertura del Golfo de Vizcaya (o de Gascuña). **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) *Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos)*, 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

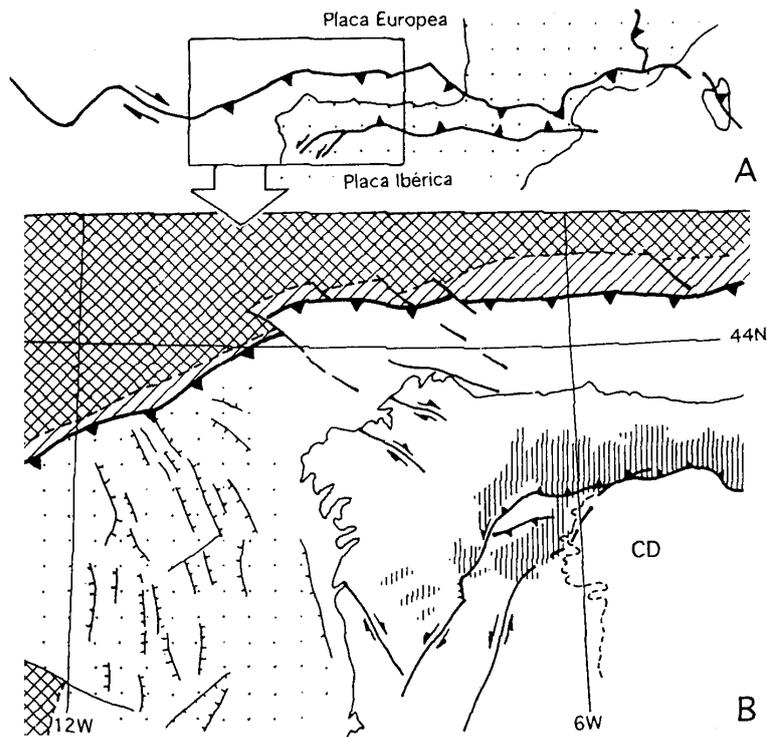


Figura 9. Las cuencas terciarias de Galicia dentro del contexto de la Tectónica de Placas. **Fuente:** Santanach, P. (1994) Las Cuencas Terciarias gallegas en la terminación occidental de los relieves pirenaicos; Cuadernos Lab. Xeolóxico de Laxe, 19, p. 57-71

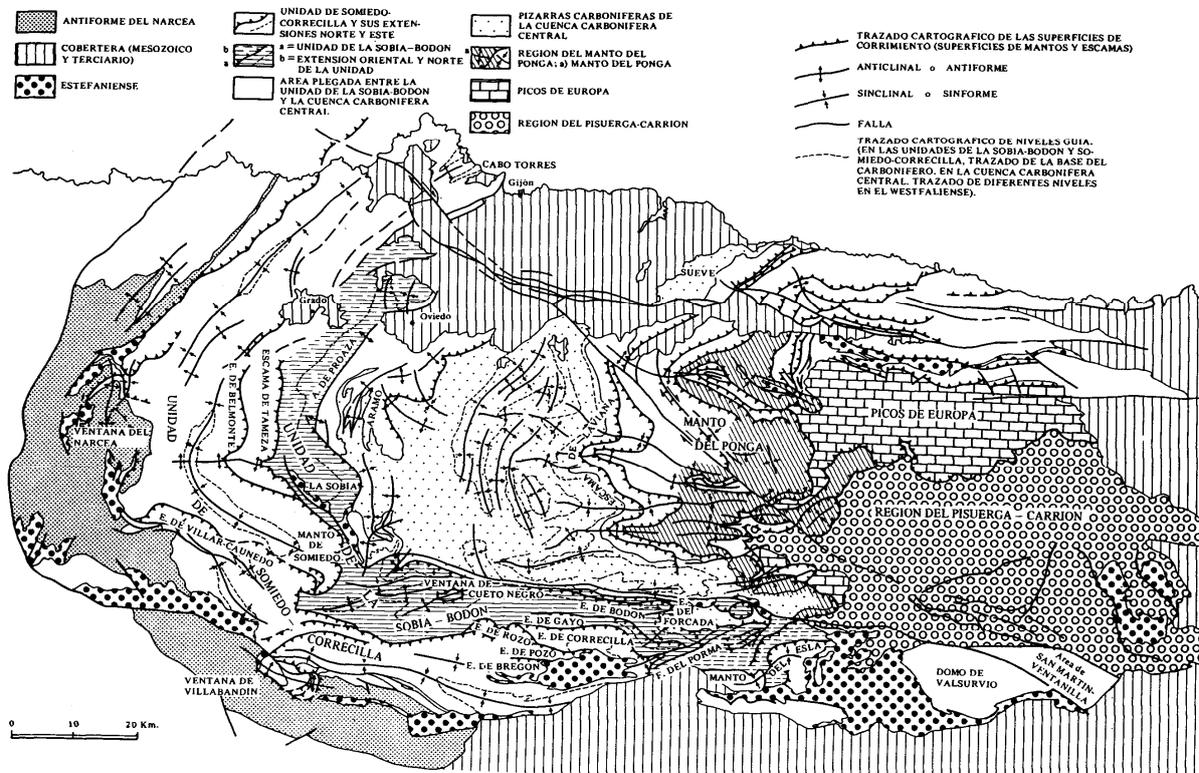


Figura 10. Esquema geológico de la Zona Cantábrica. **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos), 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

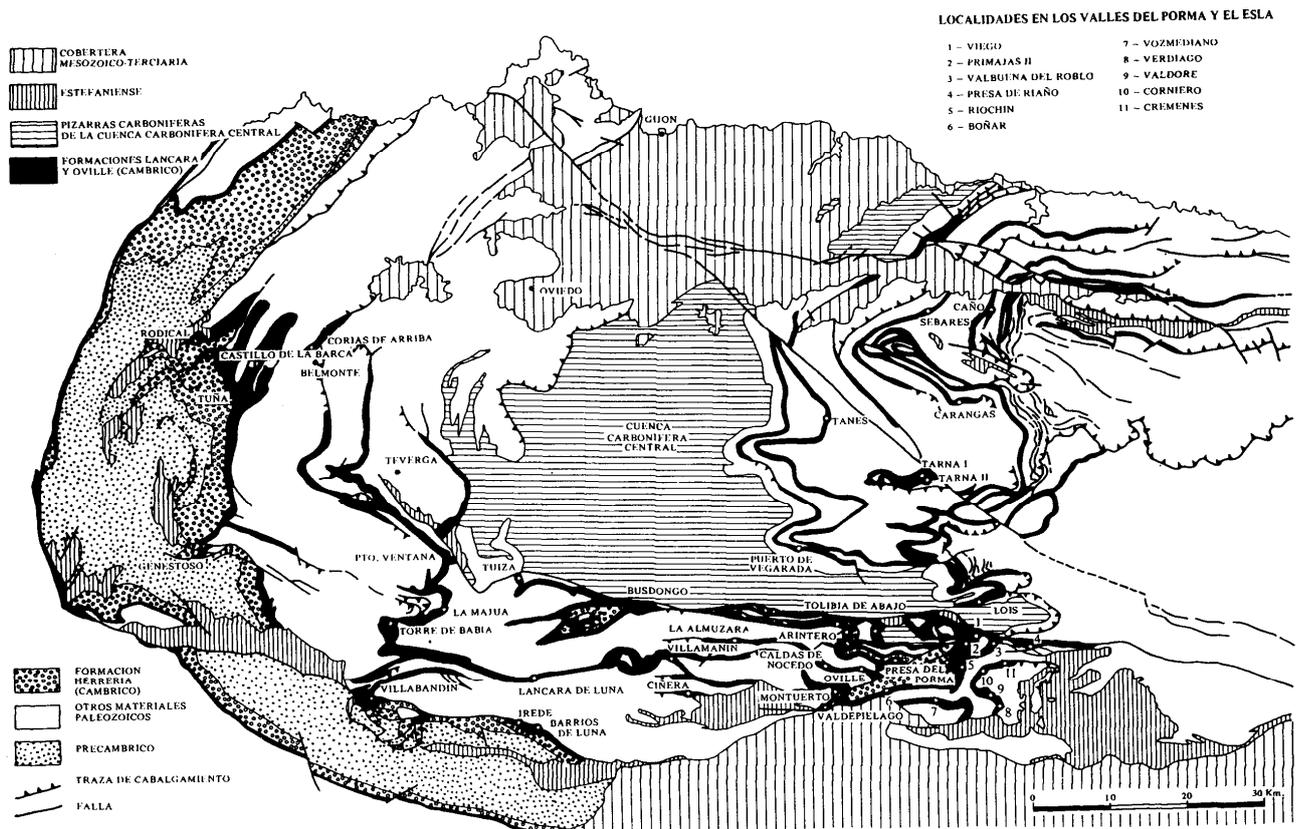


Figura 11. Mapa de distribución de afloramientos del Cámbrico en la Zona Cantábrica. **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) *Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos)*, 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

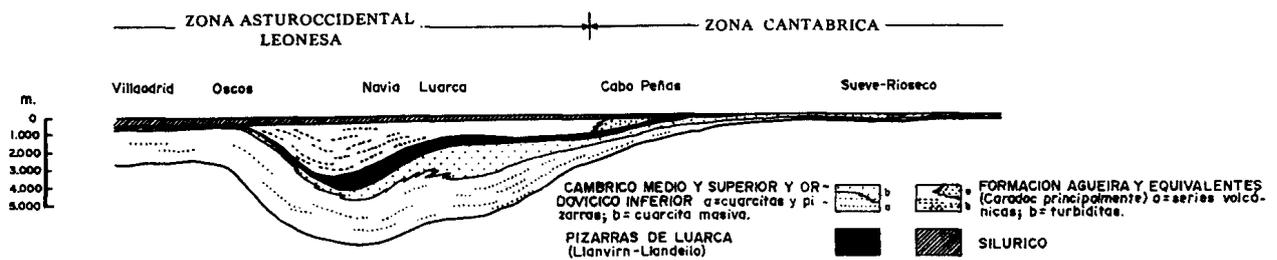


Figura 12. Corte geológico simplificado de la paleogeografía de las zonas astur-occidental-leonesa y cantábrica, durante el Silurico. Observar la asimetría en la distribución de materiales. **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) *Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos)*, 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

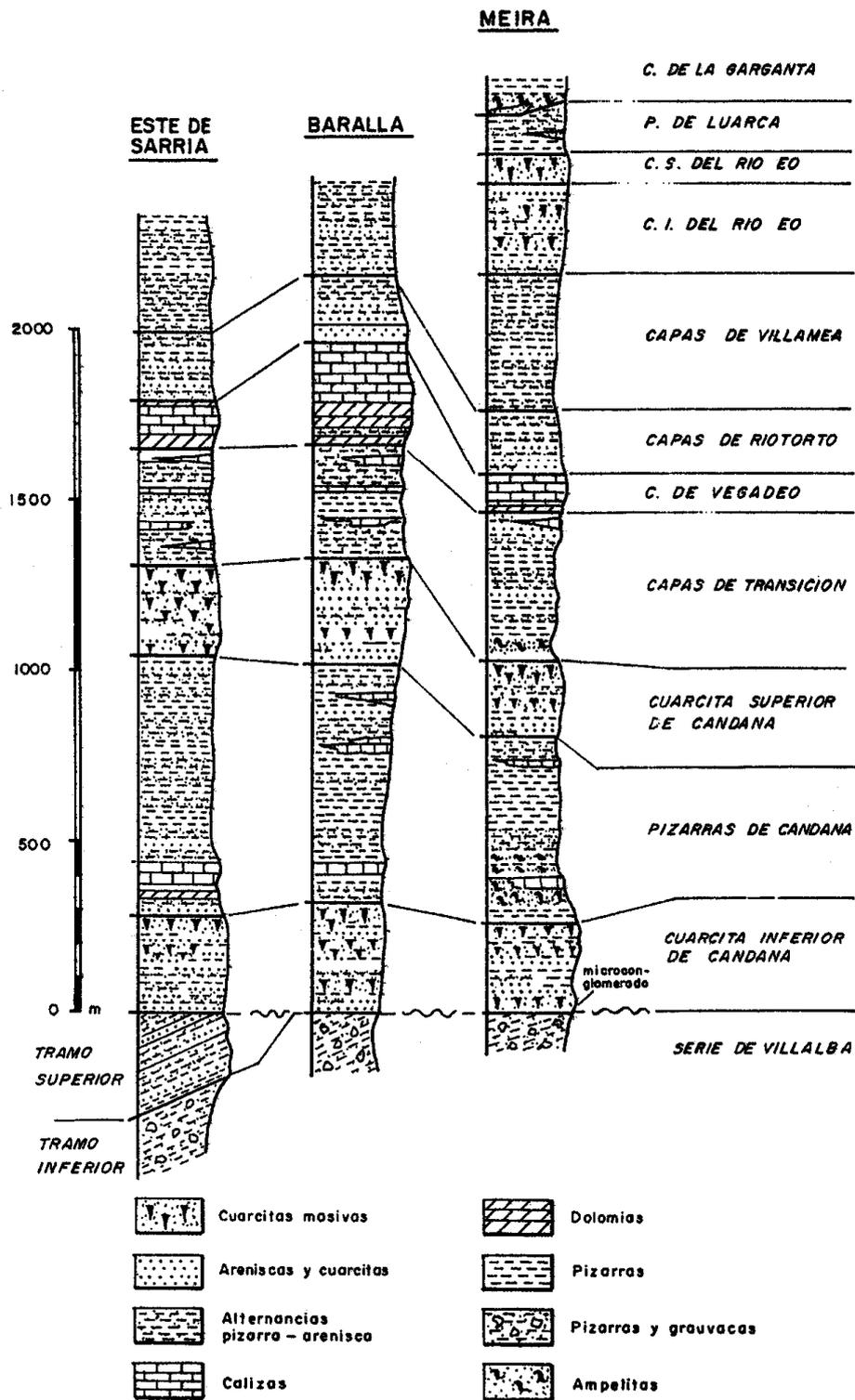


Figura 15. Sucesión estratigráfica en tres puntos diferentes del dominio del Manto de Mondoñedo. **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos), 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

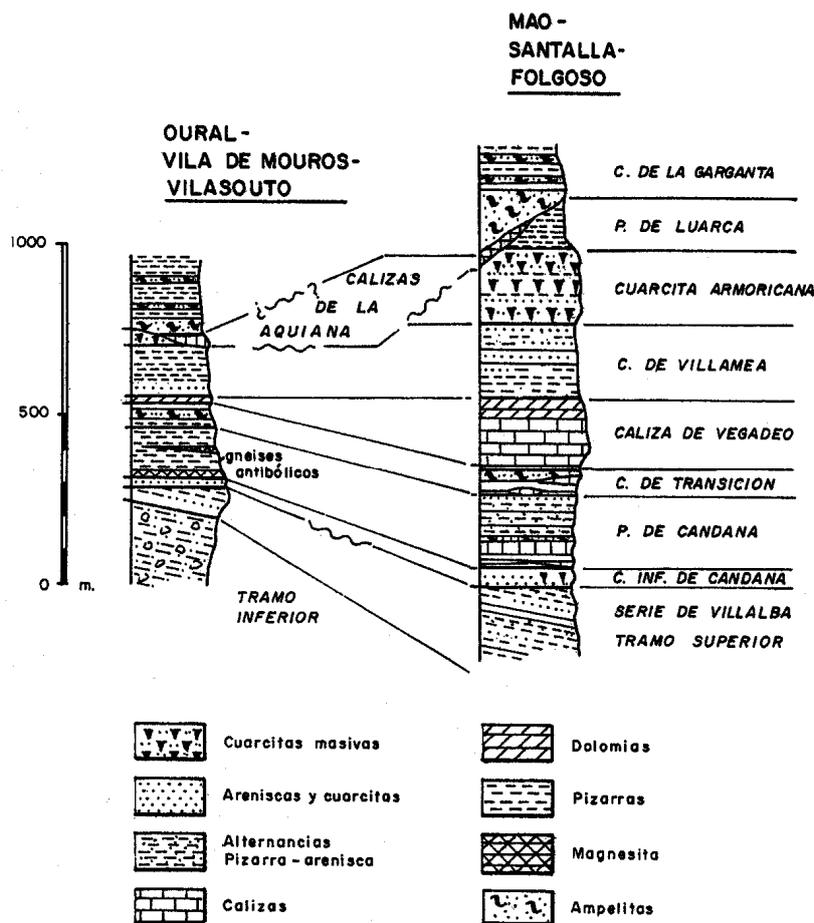


Figura 16. Sucesión estratigráfica de tres localidades dentro del dominio del Caurel. **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) *Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos)*, 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

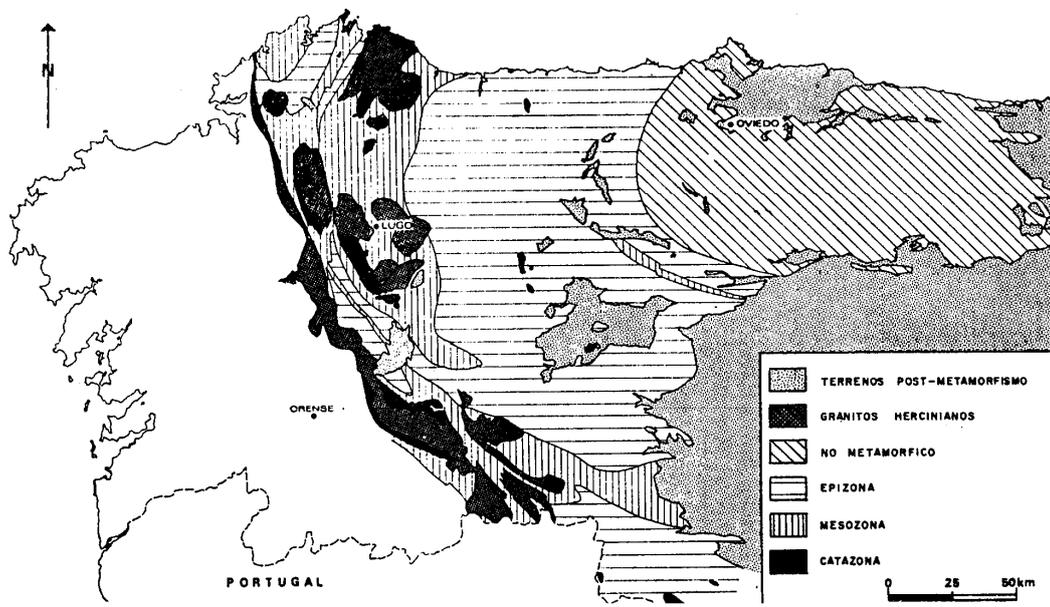


Figura 17. Gradación metamórfica entre la Zona Centroibérica y la Astur-Occidental Leonesa. El grado metamórfico aumenta hacia el oeste. **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) *Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos)*, 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

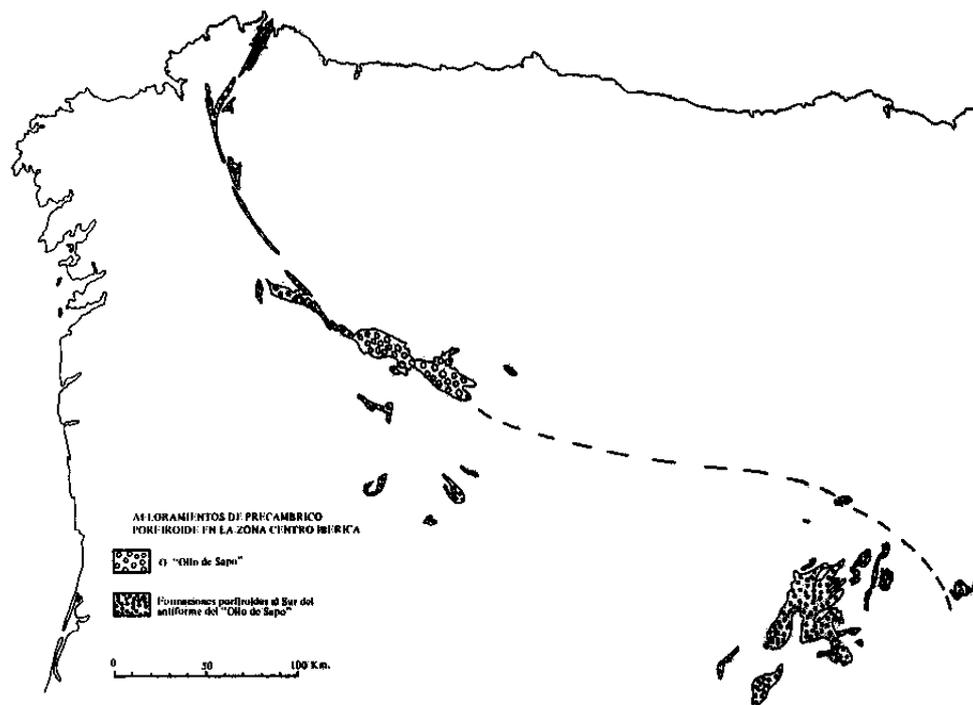


Figura 18. El Antiforme de Ollon de Sapo. **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) *Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos)*, 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

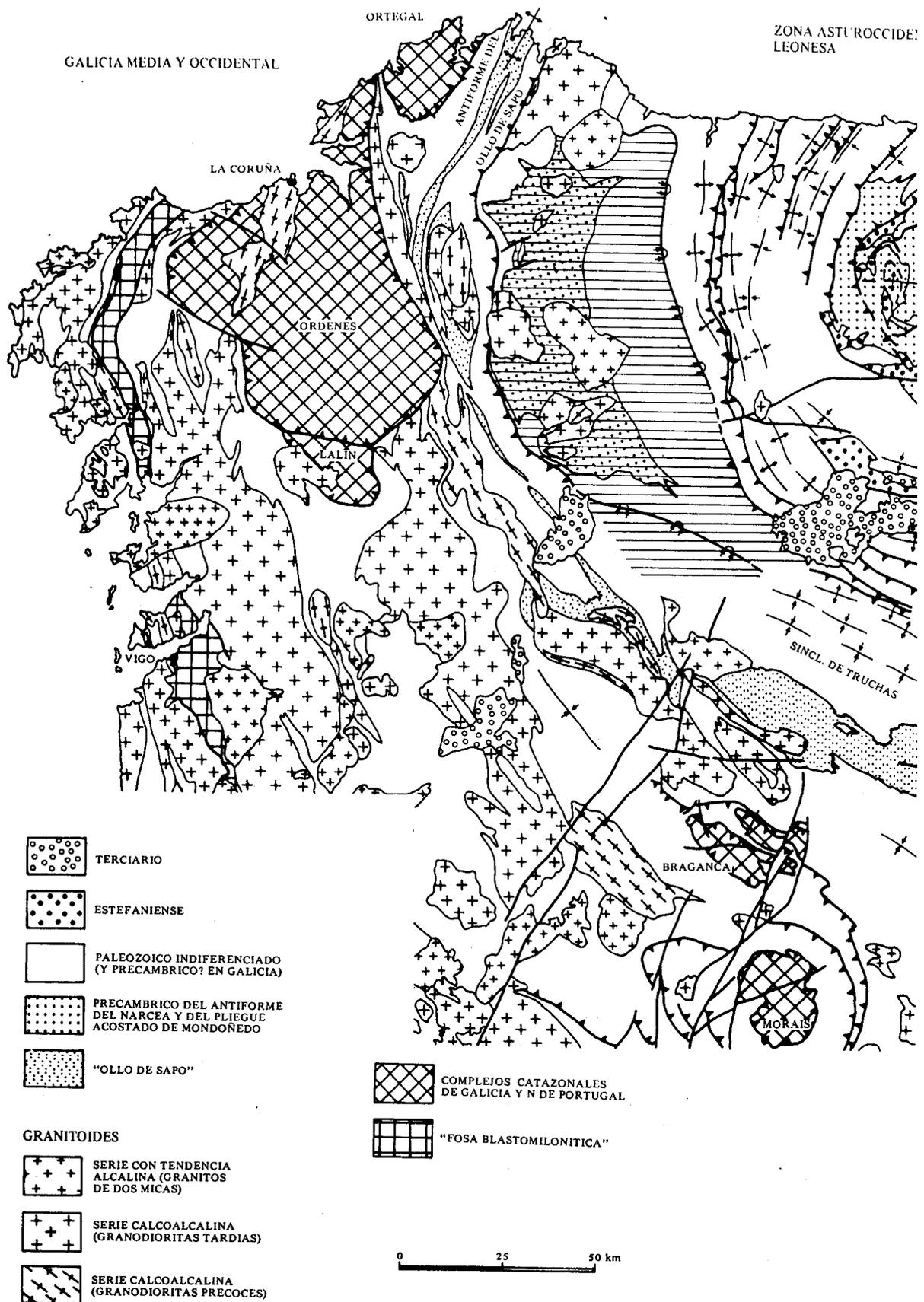


Figura 19. Unidades geológicas principales del sector N de la Zona Centro Ibérica (Sector Galicia – Trás-os-Montes). **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) *Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos)*, 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

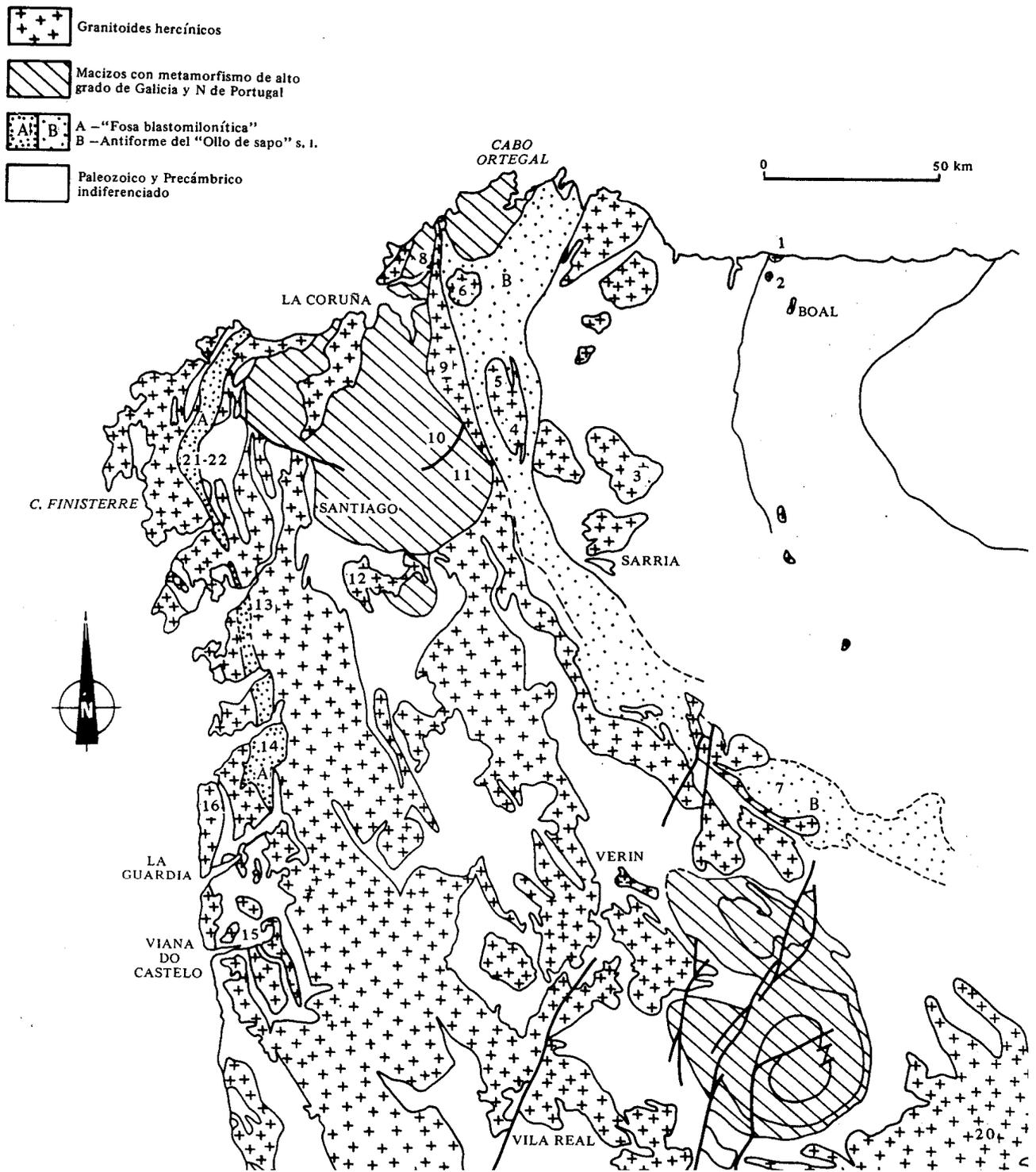


Figura 20. Principales tipos de granitoides presentes en el sector N de la Zona Centro Ibérica (Sector Galicia - Tras-os-Montes). **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos), 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

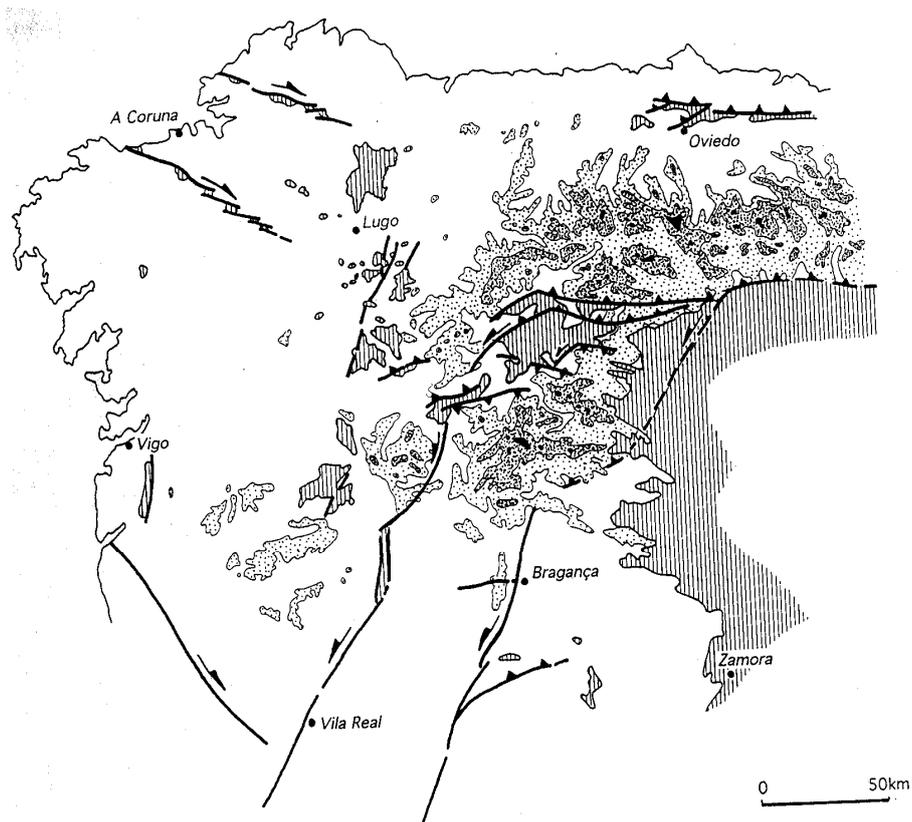


Figura 21. Contexto geotectónico regional de las Depresiones Terciarias de Galicia y Norte de Portugal.
Fuente: Santanach, P. (1994) Las Cuencas Terciarias gallegas en la terminación occidental de los relieves pirenaicos; Cuadernos Lab. Xeolóxico de Laxe, 19, p. 57-71

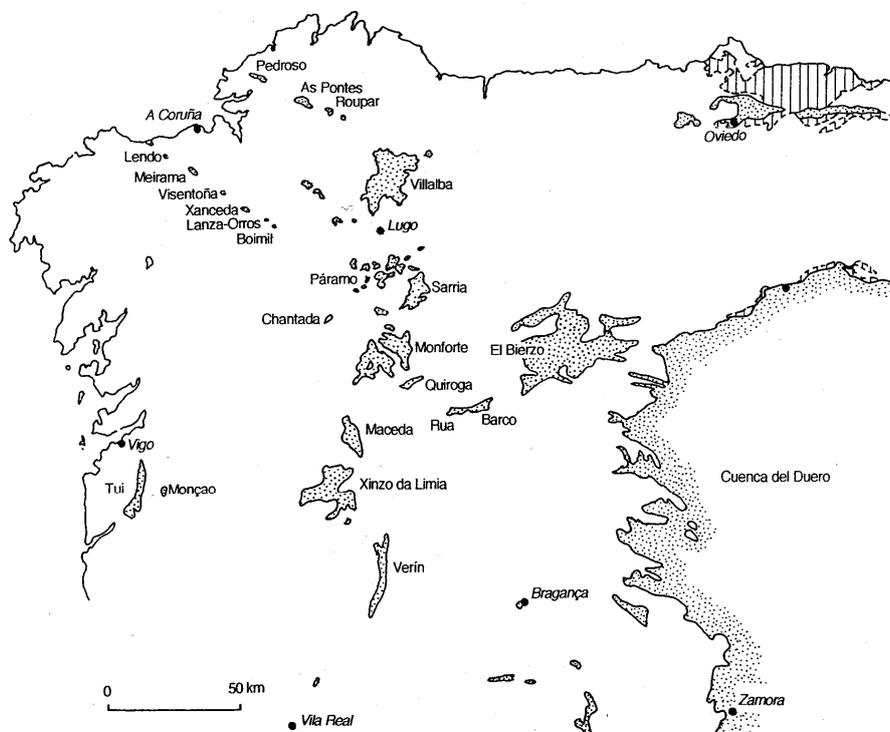


Figura 22. Denominación de las principales Depresiones Terciarias de Galicia y Norte de Portugal.
Fuente: Santanach, P. (1994) Las Cuencas Terciarias gallegas en la terminación occidental de los relieves pirenaicos; Cuadernos Lab. Xeolóxico de Laxe, 19, p. 57-71

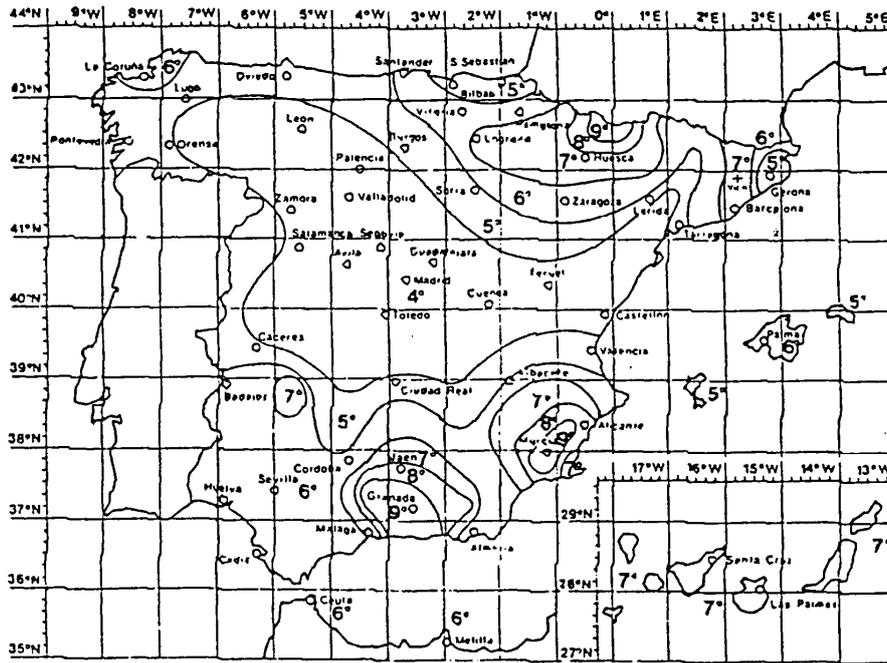


Figura 23. Norma sismorresistente antigua (PDS-1)

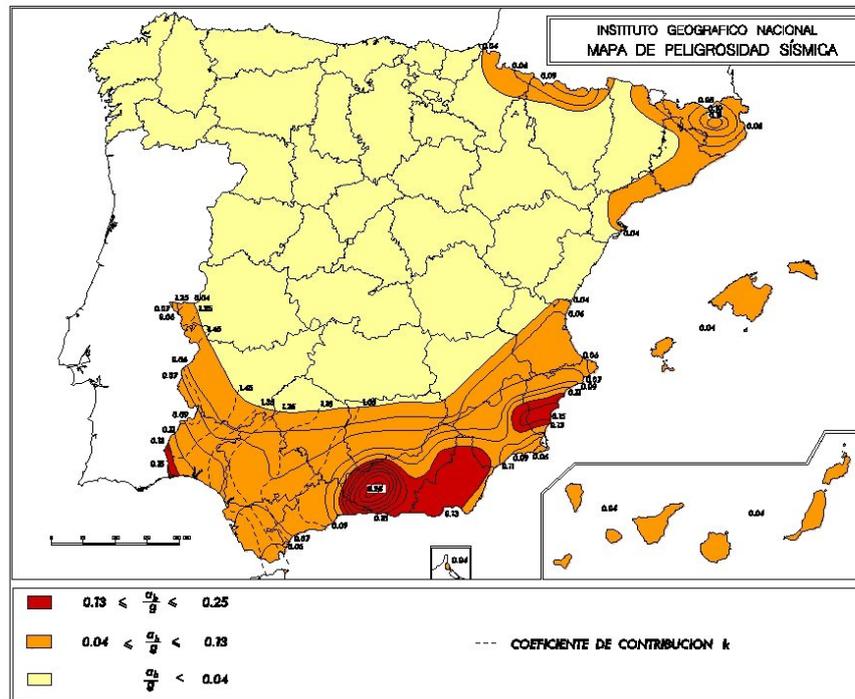


Figura 24. Norma sismorresistente vigente NCSE-94

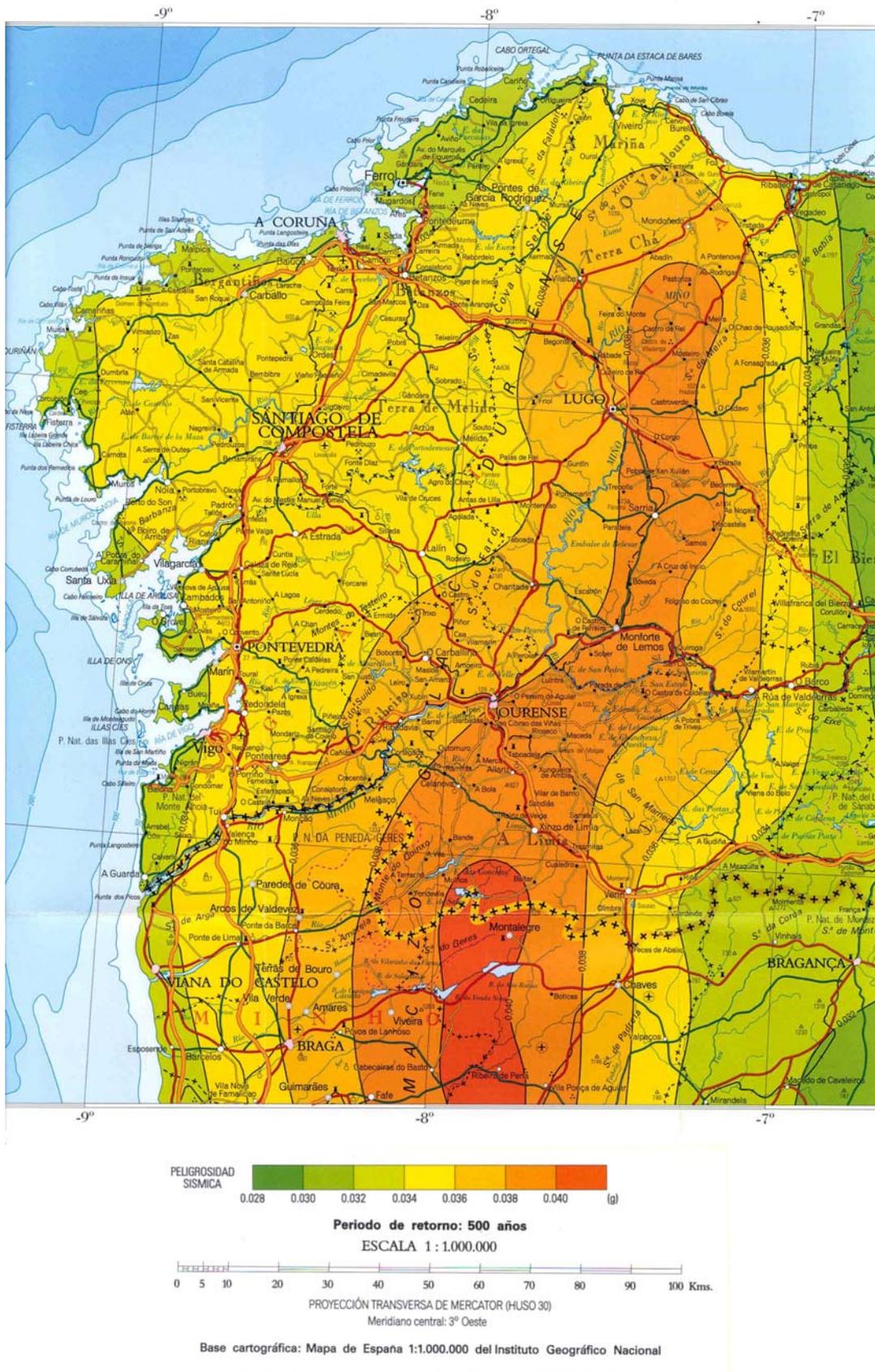


Figura 25. Mapa de peligrosidad sísmica en Galicia, para un periodo de retorno de 500 años. **Fuente:** Rueda, J. y Mezcua, J. (1997) *Sismicidad, sismotectónica y peligrosidad sísmica en Galicia*; Instituto Geográfico Nacional, Pub. Téc. N° 35; 64 pp.

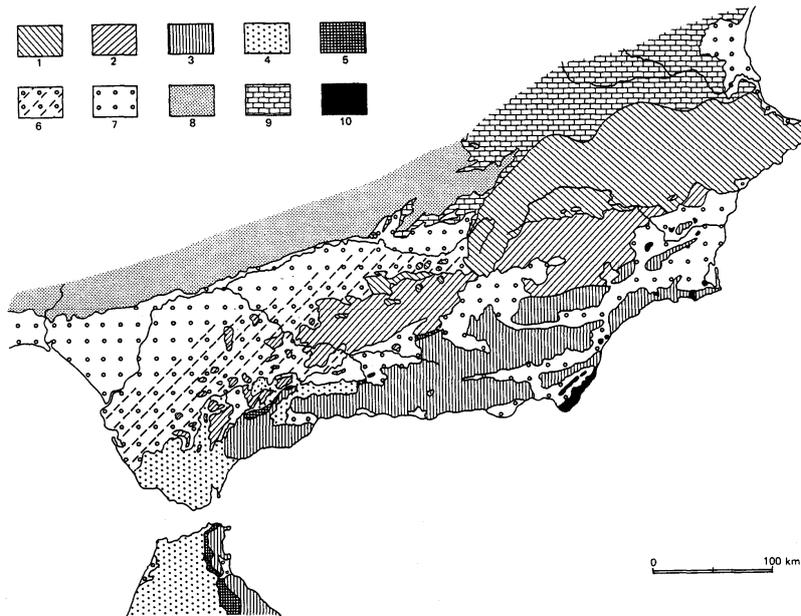


Figura 28. Elementos geológicos principales de las Cordilleras Béticas y zonas adyacentes. 1: Zona prebética y unidades denominadas intermedias; 2: Zona subbética; 3: Zona bética; 4: Unidades alóctonas del Campo de Gibraltar y elementos afines a las mismas; 5: Dorsal bética; 6: Elementos alóctonos y olistostromas de la Depresión del Guadalquivir y unidades subbéticas afines; 7: Terrenos post-orogénicos de la Depresión del Guadalquivir, depresiones interiores de la Cordillera y en el antepaís; 8: Zócalo hercíniano del Macizo Ibérico; 9: Cobertera mesozoica del Macizo Ibérico, tabular o plegada; 10: Rocas volcánicas neógenas y cuaternarias. **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos), 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

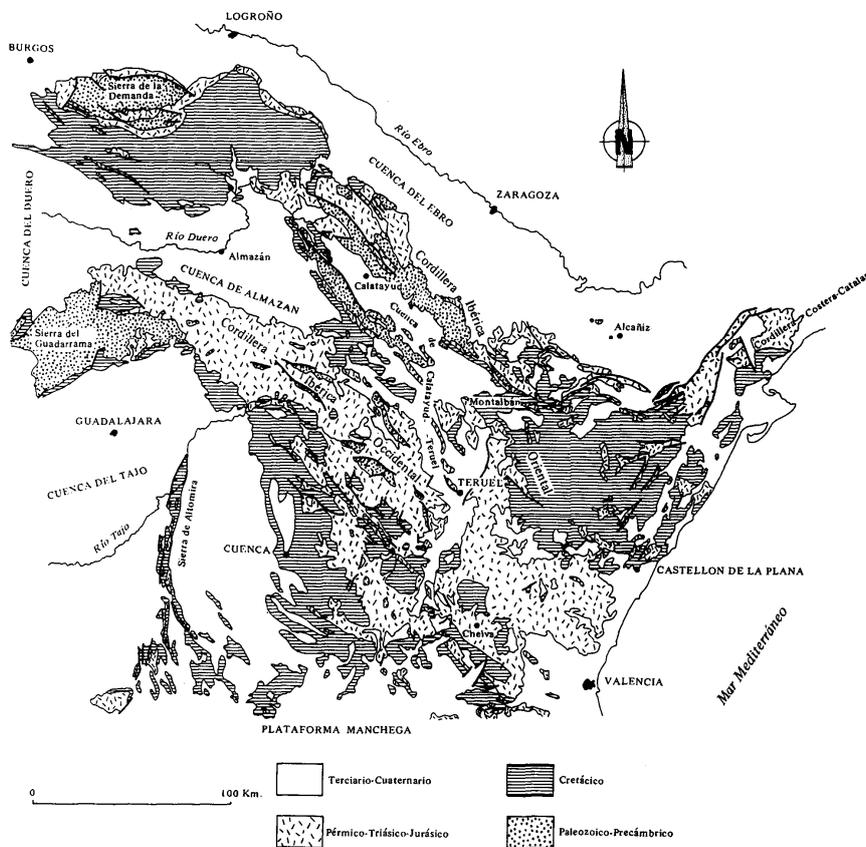


Figura 29. Mapa geológico esquemático de la Cordillera Ibérica. **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) *Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos)*, 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

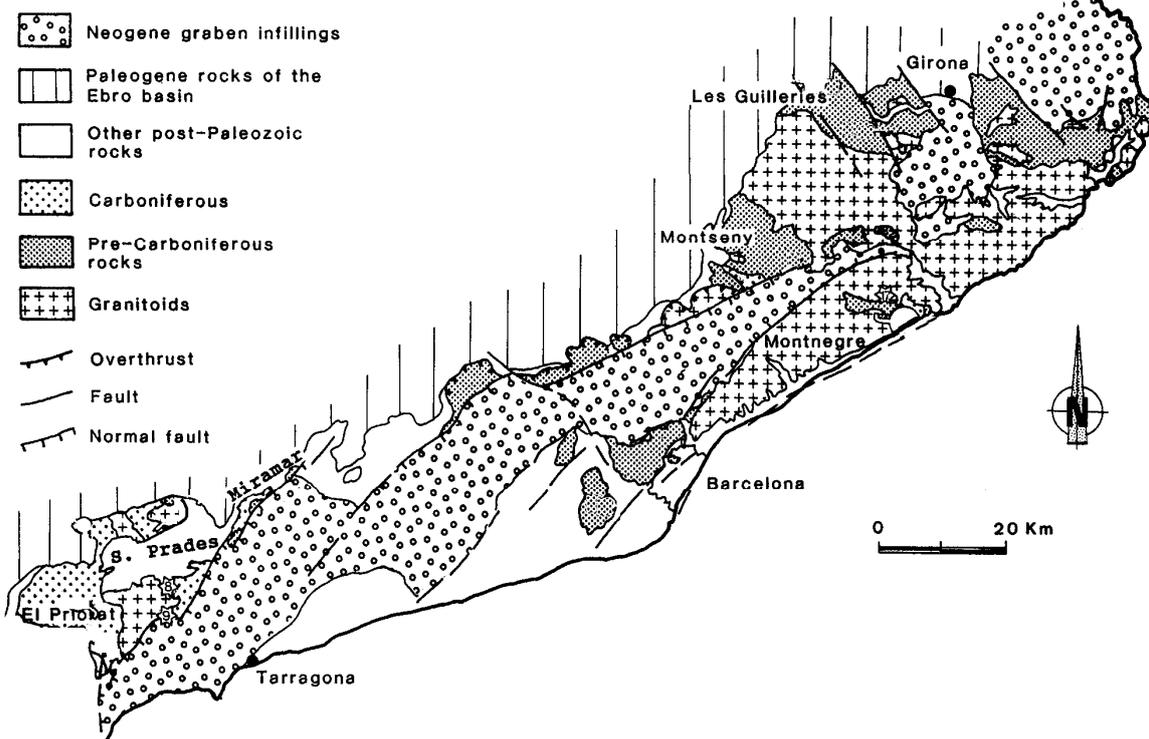


Figura 30. Esquema Geológico de los Catalánides (Cordilleras Costero-Catalanas)

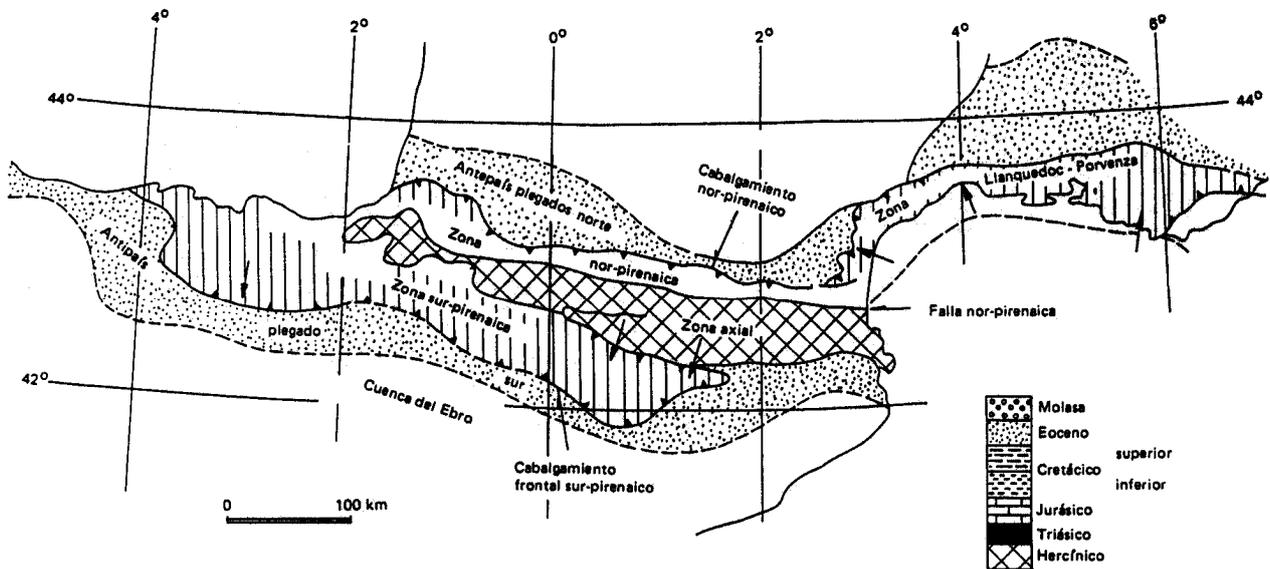


Figura 31. Unidades geológicas de la Cordillera Pirenaica (Pirineos). **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) *Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos)*, 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.

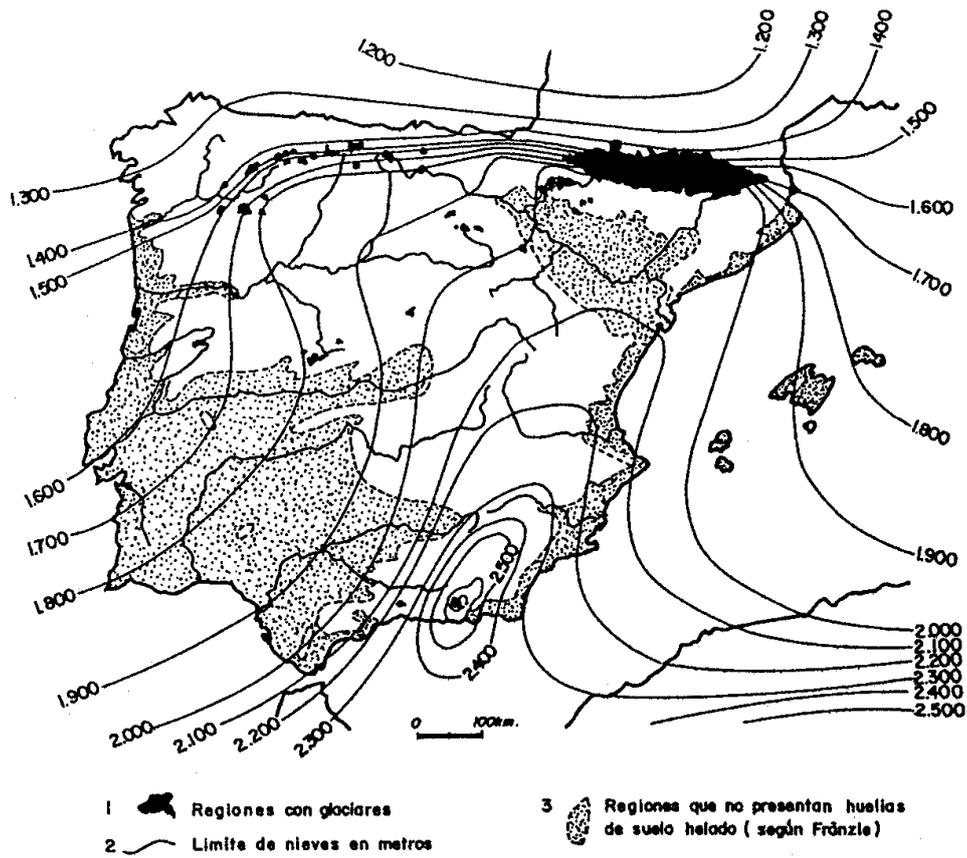


Figura 32. Recubrimiento glaciar durante el Würm. 1: Regiones con glaciares; 2: límite de las nieves perpetuas, en metros; 3: Regiones que no han sufrido procesos periglaciares. **Fuente:** Comba, J.A., coord. (1983) *Geología de España (Libro Jubilar J.M. Ríos)*, 2 vols.; I.T.G.E., 656+752 pp.