

HISTORIA GEOLÓGICA DE CATALUÑA

INTRODUCCIÓN

La Historia Geológica de Cataluña (zona situada al NE de España y de la Península Ibérica) que se expone a continuación ha sido elaborada tomando como punto de partida un trabajo anterior realizado durante el período 1992-93. Se trataba de un proyecto de Geología en Bachillerato presentado por un grupo de profesores (entre los cuales yo figuraba) al Departament d'Ensenyament de Catalunya con motivo de la última reforma de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y del nuevo Bachillerato; dicho proyecto fue aprobado. Uno de los temas era precisamente la Historia Geológica de Cataluña, pero no llegó a ver la luz de la publicación. En este trabajo he incluido otros aspectos que mejoran y actualizan la Historia Geológica de Cataluña. Si, en cualquier caso, se produce algún error, asumo la responsabilidad por entero.

Debo indicar que la Historia Geológica de Cataluña que a continuación se ofrece es de carácter general, y no entra casi nunca en el análisis detallado de zonas muy concretas; para eso existen libros y mapas mucho más específicos y con mayor resolución.

A fin de situar mejor las zonas de las que se hablarán más adelante creo conveniente que se tenga una idea global de la geología de Cataluña, así como de los aspectos tectónicos más relevantes que pueden verse en la actualidad. Por ello, el mapa geológico de Cataluña que sigue (ver figura 1) ofrece una visión global de las tres principales unidades de relieve actuales que son:

- 1) Los Pirineos. Importante relieve que incluye el Pirineo Axial y el denominado Prepirineo.
- 2) La Cordillera (o Cadena) Costera Catalana de dirección NE-SW (también conocida como Sistema Mediterráneo o Catalánides). Se divide en tres partes: a) la Cordillera Litoral; b) la Depresión Prelitoral y c) la Cordillera Prelitoral.
- 3) La Depresión Central: Es el área comprendida entre los Pirineos, la Cordillera Costera Catalana y el Sistema Ibérico. La Depresión Central no es exactamente lo mismo que la cuenca del Ebro.

Se habla también de la Cordillera Transversal para referirse a un relieve no muy extenso que enlaza el Prepirineo con la Cordillera Costera Catalana.

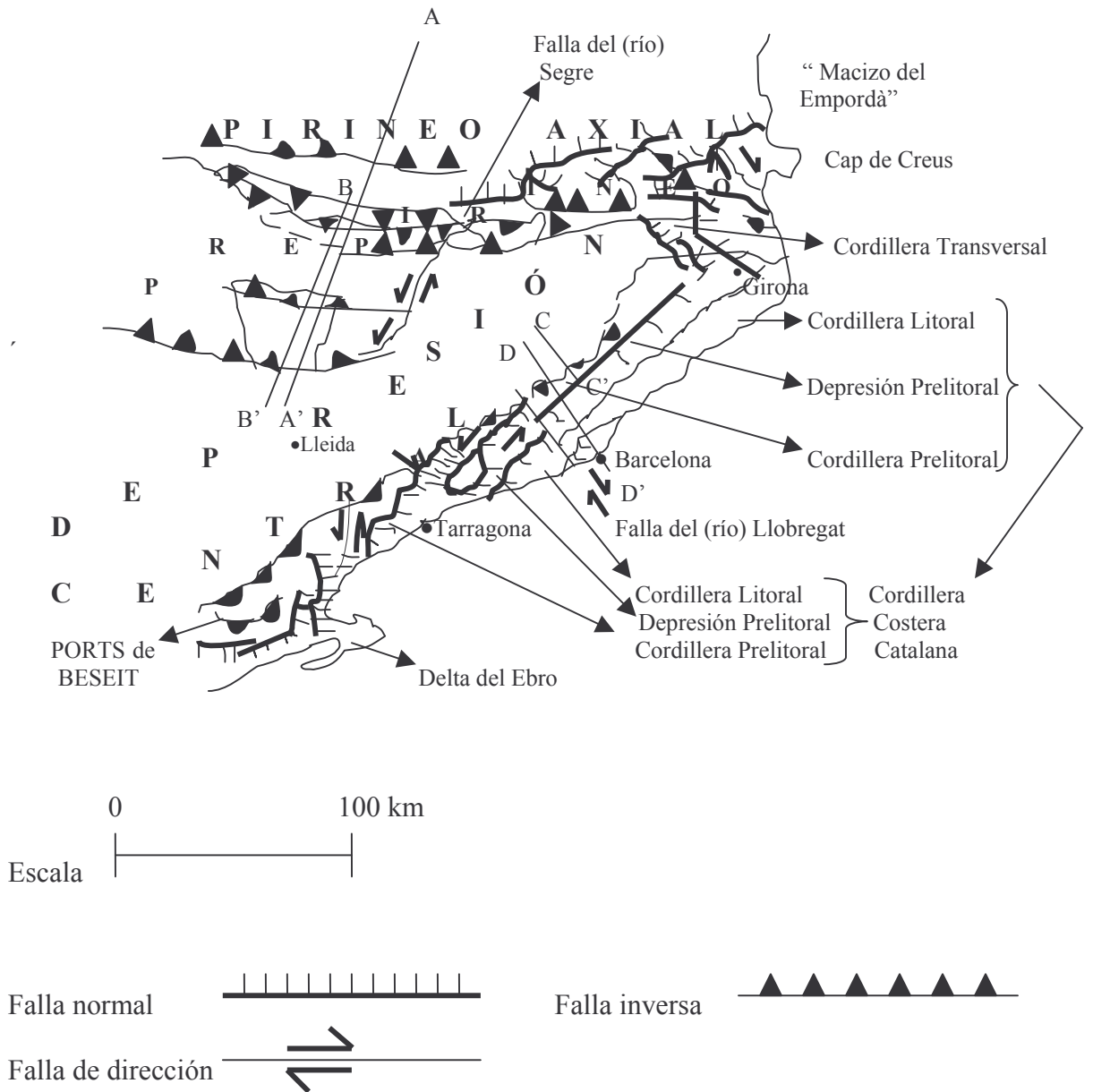
Por último señalar la zona de transición entre la Cordillera Ibérica (de dirección WNW-ESE) y la Cordillera Costera Catalana. Dicha zona se halla representada por Els Ports de Beseit, con diversos cabalgamientos de materiales del Mesozoico, que se sitúa en la región interior del sur de Cataluña.

Otros nombres que aparecen en la figura 1 serán tratados más adelante.

A partir del mapa de la figura 1 se ha confeccionado otro distinto (figura 14, ligeramente ampliado respecto del de la figura 1) con los afloramientos de los materiales geológicos más relevantes de Cataluña y la situación de los nombres geográficos que irán apareciendo a lo largo del texto. Considero que puede ser muy útil para entender mejor la historia que se presenta. Se indican las distancias (en línea recta) y la orientación de tales puntos respecto de la ciudad de Barcelona en la mayoría de los casos (o de Tarragona o Girona en el resto). Pido disculpas si alguien puede ofenderse por este hecho.

Figura 1: Mapa geológico de Cataluña con las principales estructuras tectónicas y de relieve. Ha sido realizado a partir del mapa geológico de Cataluña de escala 1:250000 editado por el Institut Cartogràfic de Catalunya (2002).

Las líneas A-A', B-B', C-C' y D-D' representen cortes geológicos que aparecerán más adelante.



Las líneas que no son fallas son otros contactos de materiales.

El mapa de Cataluña con los afloramientos de rocas más importantes aparece en la figura 14.

HISTORIA GEOLÓGICA DE CATALUÑA

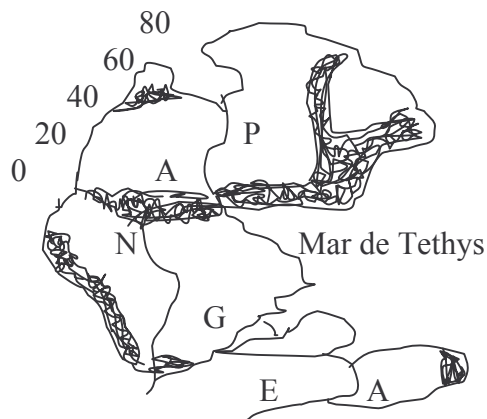
PALEOZOICO

Durante buena parte del Paleozoico un mar ocupaba casi toda Europa; en él abundaban, entre otros organismos, invertebrados como esponjas, celentéreos, trilobites (artrópodos muy difíciles de encontrar en Cataluña) y graptolitos (hemicordados).

En estas condiciones, entre los períodos Cámbrico y Devónico, en fondos marinos más o menos profundos se depositaron sedimentos de tipo turbiditas –que posteriormente, a causa de las orogenias, se transformaron en rocas metamórficas-, tal y como se interpretan las rocas antiguas de esta época que afloran actualmente en diversas áreas de los Pirineos y en la Cordillera Costera Catalana. Entre los materiales turbidíticos predominan las lutitas, pero también aparecen rocas carbonatadas (como las calizas del Devónico que afloran hoy día en Santa Creu d’Olorda y Montcada, ambas poblaciones muy cercanas a Barcelona; la primera, de hecho, forma parte del municipio de Barcelona y se sitúa al W de dicha ciudad, en la misma sierra de Collserola que rodea a Barcelona; la segunda, Montcada, a 12 km al N de Barcelona). Existen también pizarras oscuras del Devónico (formadas en condiciones anaeróbicas) en bastantes zonas de la comarca del Priorat (en Tarragona, a unos 115 km al SW de la urbe de Barcelona y a 35 km al W de la ciudad de Tarragona) y en el Baix Camp (otra comarca de Tarragona, a unos 85 km al SW de la ciudad de Barcelona y a sólo 15 km de la ciudad de Tarragona).

A principios del Carbonífero se produjo en la Tierra un acercamiento progresivo de los bloques continentales que se agruparon para formar un supercontinente llamado Pangea, aunque persistió un brazo marino, el Tethys, embrión del primitivo mar Mediterráneo. Los materiales fueron deformados o rotos; se inició, así, el movimiento orogénico Hercínico (también conocido como Varisco) que formó una gran cordillera que cubría una parte considerable de Europa. Estos cambios produjeron la extinción de un gran número de organismos, pero otros comenzaron a extenderse y progresar, como los reptiles. En la siguiente figura 2 se representa la posición de los continentes a finales del Paleozoico y, en sombreado, las áreas del planeta afectadas por esta importante orogénesis (los números representan la latitud).

Figura 2



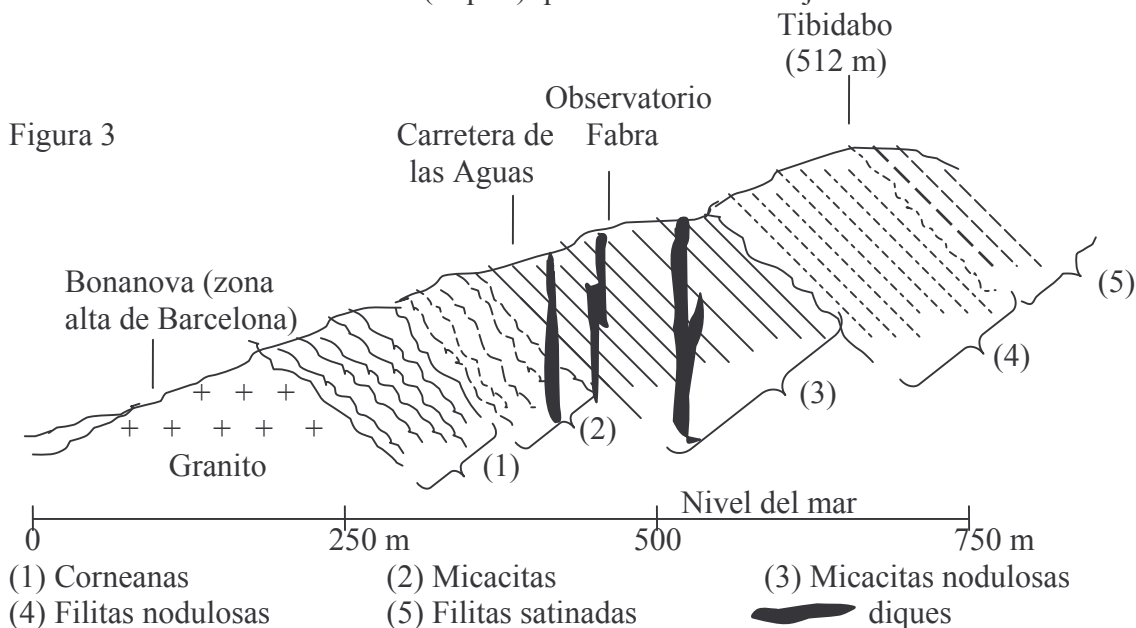
Esta orogénesis afectó a toda Cataluña e hizo aparecer una gran cordillera denominada macizo del Empordà (también denominado Catalano-Balear o macizo del Ebro) cuyo núcleo se situaría en las inmediaciones del actual Empordà (en la costa norte de Girona). Probablemente sería continuación de la Cordillera Costera Catalana, pero al parecer ocupaba una superficie mucho mayor, extendiéndose hacia el Este. En la figura 1 se indica la posición de ese hipotético gran relieve. Parece ser que este macizo se mantuvo como tal, mientras se iba erosionando, hasta el Eoceno Medio.

Es en este período Carbonífero cuando se intruyen los granitoides que muy probablemente forman todo el zócalo de la Cordillera Costera Catalana que surgió igualmente como un importante relieve (para situar su posición observar la anterior figura 1). Este gran batolito no siempre es visible en la superficie, pero alcanza, por el norte, hasta la Costa Brava de Girona, y, por el sur, hasta la zona más meridional de la provincia de Tarragona.

En la zona que ocupan actualmente los Pirineos, el movimiento orogénico Varisco (o Hercínico) produjo asimismo diversas intrusiones de granitoides que metamorfizaron buena parte de las rocas sedimentarias existentes e hizo aparecer también un gran relieve.

La orogénesis Hercínica originó el metamorfismo regional de los materiales del Paleozoico que pueden observarse, entre otros lugares, en el Cap (Cabo) de Creus (costa N de Girona, donde la intensidad del metamorfismo fue muy elevada) y en la sierra de Collserola (que rodea la ciudad de Barcelona). En la siguiente figura 3 se puede ver un corte geológico actual de la citada Sierra de Collserola, en donde se aprecia:

- El batolito granítico,
- Las rocas metamórficas que produjo dicho batolito a partir de los sedimentos lutíticos antes acumulados y
- Las rocas subvolcánicas (diques) que atraviesan el conjunto.



Los materiales (1), (2) y (3) forman la aureola interna metamórfica, mientras que los materiales (4) y (5) constituyen la aureola externa metamórfica.

Durante el Carbonífero el clima fue en general cálido y húmedo. Ello proporcionó el desarrollo exuberante de la vegetación de la época (helechos en particular), favorecido por el hecho de que la península Ibérica se encontraba entonces muy cerca del Ecuador. La muerte de estos organismos y la acumulación de sus restos originaron la formación de numerosos yacimientos de carbón en numerosas zonas del planeta; en la península Ibérica merecen destacarse las cuencas mineras de Asturias y León, sin embargo, en Cataluña no hay prácticamente yacimientos de esta época susceptibles de ser explotados. Un material característico del Carbonífero, que se localiza en diversos puntos de las comarcas de Tarragona, son las pizarras (antes rocas detríticas de grano fino) que sirve de asiento a cultivos vinícolas en la comarca del Priorat (a tan solo 35 km al SW de la ciudad de Tarragona).

Más tarde, ya en el Pérmico, los relieves de la zona pirenaica y del macizo del Empordà sufrieron una intensa erosión. Muchos de estos materiales los encontramos después formando parte de los actuales Pirineos. Aunque esté más lejos, el tercio peninsular occidental (Galicia y Extremadura) representa también una superficie de erosión donde afloran materiales paleozoicos.

Igualmente la Cordillera Costera Catalana se vio afectada por la erosión Pérmica, quedando como reliquia de estos procesos el actual Pla de la Calma. Se trata, como su nombre indica, de una zona llana (Pla), muy erosionada, situada en una zona del macizo del Montseny (con 1707 m de altura máxima), relieve situado a unos 50 km al NE de la ciudad de Barcelona que separa las provincias de Barcelona y Girona y que merece destacarse igualmente por la diversidad de su flora y de su fauna.

En el período de transición del Pérmico al Triásico toda Europa Occidental se vio afectada por deformaciones extensivas que dejaron áreas elevadas (pilares o horsts) y otras áreas hundidas (fosas tectónicas, donde se acumulaban los sedimentos procedentes de la erosión de zonas cercanas. Las tensiones que produjeron tales deformaciones se mantuvieron hasta bien entrado el Cretácico.

MESOZOICO

A principios del Triásico, Europa tuvo unas temperaturas elevadas, aunque después el clima cambió. Este hecho influyó en el depósito de materiales de la serie del Triásico:

- Buntsandstein (en la base): Conglomerados y areniscas rojas.
- Muschelkalk (encima del anterior): El mar invadió el continente (transgresión marina) favoreciendo el depósito de calizas y dolomías. Luego el mar retrocedió (regresión marina) y se produjeron depósitos de areniscas y arcillas rojas. Una posterior transgresión marina formó nuevos depósitos de calizas y dolomías.
- Keuper (sobre el Muschelkalk): Arcillas rojas (ricas en yeso) y margas.

La serie anterior es visible en diversos puntos de Cataluña. Citaremos sólo los afloramientos que aparecen en Olesa de Montserrat (a unos 30 km al NW de Barcelona y muy cerca del macizo de Montserrat), en las montañas (Sierra) de Prades (en

Tarragona, a 100 km al WSW de Barcelona) o el clásico recorrido geológico por el Figueró (a unos 35 km al N de Barcelona).

Empieza ya a formarse en el Triásico la cuenca o fosa del Empordà (en la costa Norte de Girona) invadida entonces por un mar poco profundo. Esta fosa se reactivará en el Mioceno.

Hacia finales del Triásico, la Pangea presentaba una forma similar a la que tenía a finales del Paleozoico (figura 2).

Ya en el Jurásico, el clima fue claramente tropical. A finales del Jurásico la Pangea comenzó a fracturarse en dos grandes bloques: Laurasia al Norte y Gondwana al Sur (ver la siguiente figura 4).

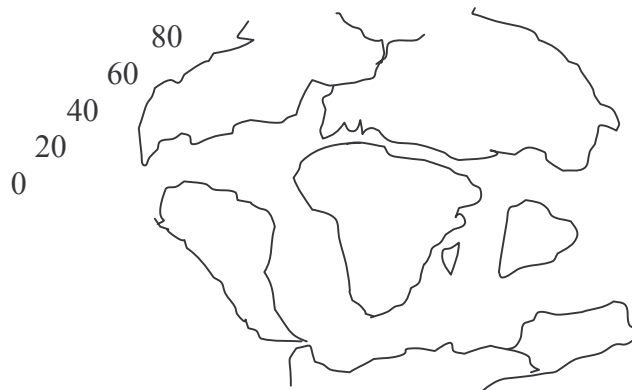
Figura 4



Aprovechando la fractura de la Pangea se produjo una nueva invasión marina; en este mar abundaban corales y moluscos (Amonites y Belemnites). En ciertas zonas de Cataluña afloran rocas carbonatadas del Jurásico, como en el macizo del Garraf (a escasos 20-30 km al SW de la ciudad de Barcelona, con predominio de dolomías y calizas), en las montañas (Sierra) de Prades (en Tarragona, a unos 37 km al NW de esta ciudad) y en Els Ports de Beseit (en Tarragona, a unos 90 km al SW de esta urbe).

Ya en el Cretácico (período representado en Cataluña por rocas calizas que también afloran en el macizo del Garraf y en Els Ports de Beseit, citados en el párrafo anterior), Laurasia se fragmentó en los bloques de Eurasia y América del Norte, separados ambos por el incipiente océano Atlántico. También Gondwana se disgregó en varios bloques (Sudamérica, África, India, Antártida y Australia). Ver la disposición de estos bloques continentales en la siguiente figura 5.

Figura 5



En este contexto, la placa Ibérica se separó de la placa Euroasiática, adelgazándose la corteza en el área pirenaica y formándose un rift con fallas normales de dirección este-oeste; al mismo tiempo la placa Ibérica se movió hacia el este respecto de la placa euroasiática. Así puede explicarse la formación de la falla nor-pirenaica y el metamorfismo de carácter térmico que afectó la zona situada justo al norte de los Pirineos.

El rift formado (o fosa tectónica) en la zona pirenaica actuaba como una cuenca sedimentaria y recibía materiales procedentes del macizo del Empordà, que estaba sufriendo un proceso de erosión, así como de los relieves que al parecer todavía se encontraban en la propia zona pirenaica.

A principios del Cretácico Superior (hace unos 85 millones de años), toda esta cuenca se empezó a comprimir, proceso que continuaría hasta el Eoceno (como se indicará más adelante) y que daría lugar a una diferenciación entre los Prepirineos y el Pirineo Axial (aunque de hecho los Prepirineos se consideran una parte de los Pirineos).

A mediados del Cretácico, en algunas zonas del Sur de Cataluña se forman lignitos que se han explotado. También en la transición Mesozoico-Cenozoico (en el Garumniense), en la zona correspondiente a los Prepirineos, se forman sedimentos en zonas pantanosas con lignitos de los que el hombre se ha beneficiado.

Estos esfuerzos a escala planetaria marcan el comienzo del movimiento orogénico Alpino. Europa (y la península Ibérica) vio retirarse los mares cretácicos que la cubrían. Al bajar el nivel del agua, los continentes se volvieron más secos y muy diversos organismos (reptiles, entre otros) probablemente comenzaron a tener problemas para sobrevivir.

Esto se acentuó cuando hace 65 millones de años un asteroide de unos 12 km de diámetro y a una velocidad de unos 75000 km/h chocó contra La Tierra (el cráter producido, denominado de Chicxulub, se ha localizado cubierto de sedimentos en la zona costera de la península del Yucatán, junto al actual mar del Caribe). Su impacto y los efectos derivados (polvo, oscuridad que afectó a la fotosíntesis, cambios climáticos, lluvia ácida, tsunamis, etc.) causaron la extinción de numerosos grupos de organismos a escala planetaria. Los mamíferos que sobrevivieron se expandieron por todo el planeta a lo largo del período Cenozoico que vendría a continuación y, por ello, también se conocerá a este período como el de los mamíferos.

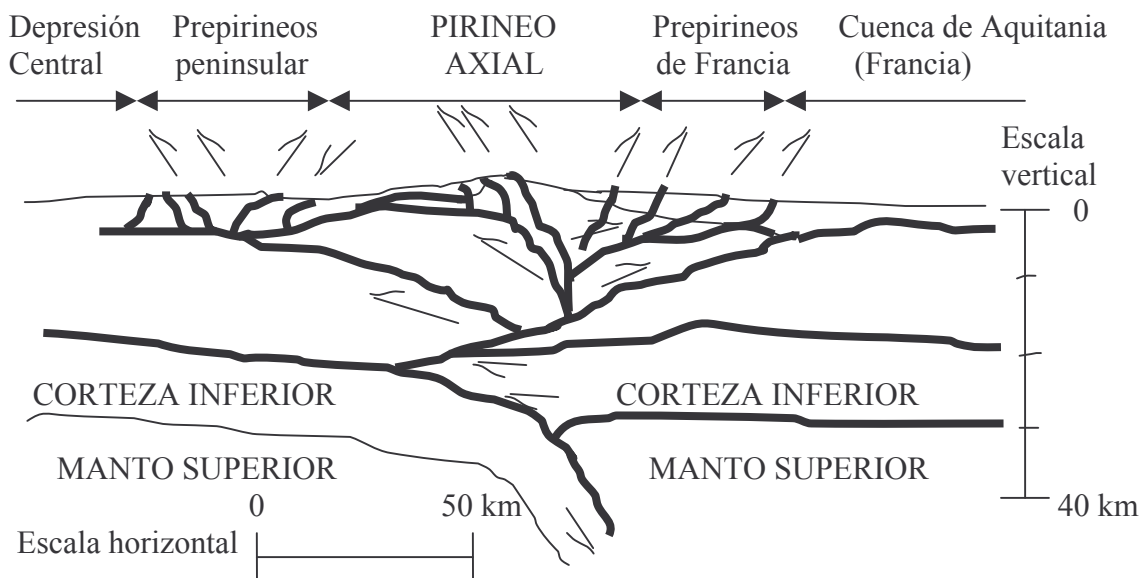
CENOZOICO

La orogénesis alpina continuaría a lo largo de todo el Cenozoico a causa del movimiento de las placas tectónicas.

Durante el Eoceno, dicho movimiento alpino alcanzó su máxima intensidad. La microplaca Ibérica, situada entre las placas Euroasiática y Africana (algunos autores señalan que la placa Ibérica formaba entonces parte de la placa Africana), se hallaba comprimida entre ambas; en la depresión existente entre la placa Ibérica y la Europea –y que había actuado como cuenca sedimentaria- se levantaron los Pirineos, cordillera que

marca la sutura entre ambas grandes placas. Hubo incluso subducción de la placa Ibérica bajo la placa Euroasiática a causa de la colisión y se formaron pliegues y cabalgamientos muy notables a ambos lados del eje pirenaico (ver figura 6). Observar la típica forma de abanico, no necesariamente simétrico, de los materiales geológicos como resultado de las deformaciones por el choque entre las placas, y que afectó tanto a los materiales Paleozoicos (zócalo) como a los del Mesozoico (cobertera). Por todo ello, el área pirenaica se acortó entre 80 y 150 km según zonas. Algunos de estos cabalgamientos (fallas inversas) se produjeron aprovechando las mismas fallas normales que originaron el rift de la zona pirenaica durante el Cretácico.

Figura 6: Adaptada de Montserrat Domingo et alter. Geopirineos. Monografías de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Serie Itinerarios, nº 2. AEPECT, Girona 2002 y del Tall Geològic del Pirineu Central. Generalitat de Catalunya. Institut Cartogràfic de Catalunya. 1993. El esquema está muy simplificado y las líneas gruesas representan las fallas principales. Este corte sigue la línea A-A' de la figura 1.



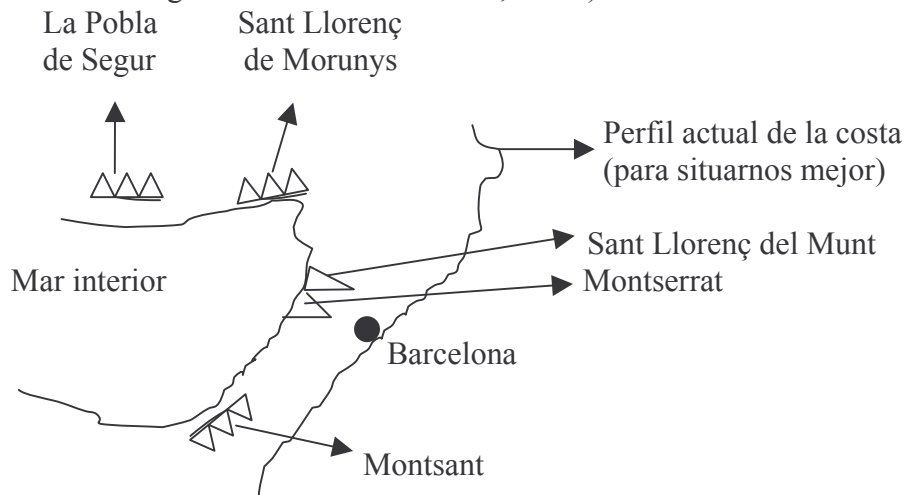
En el Pirineo Axial, el más afectado por la compresión y la erosión, afloran en la actualidad los antiguos materiales del Paleozoico, básicamente granitoides, gneises y esquistos.

Simultáneamente se produjo el hundimiento de la actual Depresión Central. Que fue ocupada por el mar que penetraba por el Oeste desde el mar Cantábrico.

Durante el Eoceno y el Oligoceno, lo que quedaba de la Cordillera Costera Catalana fue sometido a una fuerte erosión por parte de ríos y torrentes. Muchos sedimentos se acumularon en la zona deprimida que era la cuenca del Ebro. Los materiales más gruesos se depositaron al pie de las cordilleras y así se formaron extensas zonas deltaicas ricas en conglomerados (ver figura 7) que originarían posteriormente (en el Mioceno, por procesos tectónicos, ver figura 11) los prominentes relieves de Montserrat y de Sant Llorenç del Munt (actualmente ambos relieves se sitúan a 30 y 23 km respectivamente al NNW de la ciudad de Barcelona). Ver la figura 7.

De la misma época se conocen otras zonas deltaicas con acumulación de ruditas, como las que aparecen en Montsant (en Tarragona, a unos 108 km al SW de Barcelona), La Pobra de Segur (en Lleida, a 140 km al NW de Barcelona) y Sant Llorenç de Morunys (también en la provincia de Lleida, a unos 92 km al NW de la ciudad de Barcelona). Esto se puede ver también en la figura 7.

Figura 7 (Adaptada a partir de Rosell, J.; Geología de Cataluña. XII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Universitat de Girona, 2002.)



Mar adentro de esta cuenca que se iba rellenando se depositaron los materiales más finos, como las margas grises/azuladas que afloran en Vic (a unos 50 km al N de Barcelona) e Igualada (a unos 50 km al NW de Barcelona) con abundantes Nummulites fósiles intercalados cuando el mar ascendía de nivel. Cuando el mar tuvo más profundidad se formaron calizas (como las que aparecen en Tavertet, a unos 100 km al N de la ciudad de Barcelona).

El cierre de la cuenca del Ebro hasta entonces ocupada por el mar, y su posterior desecación durante el Eoceno y el Oligoceno, dio lugar a un proceso de precipitación química de sales en el fondo de la Depresión Central. De este modo se originaron los yacimientos evaporíticos de Súria (a 55 km al NNW de Barcelona), Cardona (a 65 km al NNW de Barcelona) y en otros puntos del actual valle del Ebro que han sido explotados por el hombre. Observar en la figura 8 la actual disposición de estos materiales junto a los posteriores sedimentos continentales que los cubrieron, los procesos tectónicos que más tarde afectaron la zona y el adelgazamiento de los sedimentos hacia Manresa, lugar donde se situaría aproximadamente la línea de costa en esta zona de corte.

Figura 8 (Obtenida de SOLÉ, L.; Ciclo de Geología práctica sobre los alrededores de Barcelona. Dirección general de Enseñanza Media. Madrid, publicación nº 379. Madrid, 1964.): Este corte sigue la línea C-C' de la figura 1.

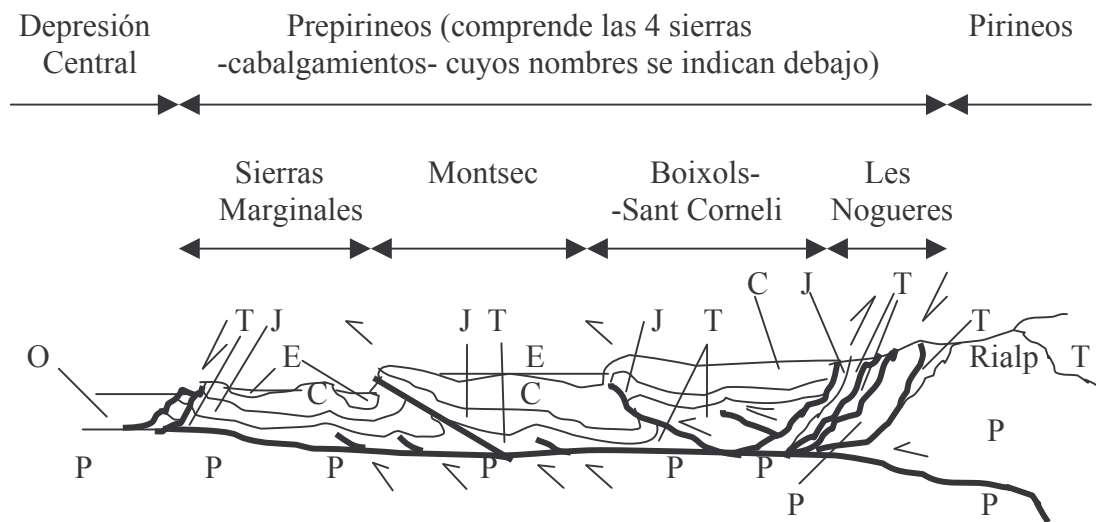


1, silvinita; 2, margas; 3, margas, areniscas y yesos; 4, margas y calizas; 5, margas y areniscas. Se advierte el paso de un ambiente claramente marino (material 1) hasta otro típicamente continental (material 5). Las líneas gruesas son fallas.

Los movimientos compresivos (colisión de la placa Ibérica con la Euroasiática ante el empuje de África) que desde el Cretácico Superior estaban afectando a la zona de los Pirineos, hacen que los materiales se plieguen y cabalguen desde el eje pirenaico hacia el Sur en la parte meridional de la cordillera (y desde el mismo eje pirenaico hacia el Norte en la parte francesa) favorecidos por la presencia en capas inferiores de materiales más plásticos (precisamente los del Keuper, del Triásico). Así se configura la actual estructura de los Prepirineos que puede observarse en la ya mencionada figura 1.

Un corte geológico de la anterior figura 1 según la línea B-B' permite observar diversos frentes de cabalgamiento que separan relieves tales como los de Les Nogueres, Boixos-Sant Corneli, Montsec y las Sierras Marginales, como se aprecia en la figura 9.

Figura 9 (simplificada a partir de Rosell, J.; Geología de Cataluña. XII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Universidad de Girona, 2002): Este corte geológico, según la línea B-B' de la figura 1, es de hecho una ampliación de la zona de los Prepirineos peninsular que aparece en la figura 6.



P = Paleozoico T = Triásico J = Jurásico C = Cretácico
 E = Eoceno O = Oligoceno

Las líneas gruesas representan fallas importantes (la gran mayoría inversas).

También desde el Cretácico hasta precisamente el Eoceno actúa la falla de dirección del Segre (sigue el recorrido actual del río Segre; para situarla ver la figura 1) que separa el Prepireneo Occidental del Prepireneo Oriental.

El Prepireneo Occidental (ver las figuras 1 y 9) tiene afloramientos más anchos porque en esta zona los cabalgamientos que se estaban produciendo fueron menos acusados; como ejemplo la zona del Montsec (relieve situado en la provincia de Lleida, a unos 120 km al NW de la ciudad de Barcelona).

El Prepireneo Oriental (ver la figura 1) posee afloramientos más estrechos porque los cabalgamientos fueron más intensos a causa de la compresión, con formaciones de relieves como el Pedraforca (montaña de la Sierra del Cadí situada a unos 100 km al NW de la ciudad de Barcelona) o el de Montgrí (en Girona, a unos 100 km al NE de la ciudad de Barcelona).

Pese a la fuerte compresión de los Pirineos originada durante el Eoceno, será durante el Oligoceno cuando estos tendrán su máxima altura y configuración. Se calcula que pudo haber tenido entonces unos 5000-5500 m de altitud. En la actualidad, la máxima altura de los Pirineos catalanes se encuentra en la Pica d'Estats, con 3143 m, algo menos que los 3404 m con que cuenta el Aneto como máxima altitud pirenaica.

También durante el Oligoceno, la Depresión Central, aislada del mar, recibe sedimentos diversos de los relieves que la rodean; en algunas zonas se forman pantanos cuyos vegetales producirán, por descomposición, lignitos (en Calaf, a 95 km al NW de la ciudad de Barcelona, se pueden encontrar carbones de este tipo).

Una serie de fallas distensivas de dirección NE-SW desencadenaron el hundimiento (con aparición de fosas tectónicas) de una parte de la Cordillera Costera Catalana, proceso que continuó durante el Mioceno.

En el Mioceno, las fallas señaladas en el párrafo anterior rompieron los restos de la Cordillera Costera Catalana en tres partes que enumeramos a continuación (para comprender mejor el texto que sigue observar la figura nº 10 y también la figura 12; la figura 10 corresponde a un corte perpendicular al mar, que pasaría por la propia ciudad de Barcelona y, hacia el interior, entre las poblaciones de Sabadell y Terrassa; este corte sigue la línea D-D' de la figura 1):

- La Cordillera Litoral (también conocida como Cordillera o Sierra de Marina): Comprende, de NE a SW, las sierras del Montnegre y del Corredor (en Barcelona), de Collserola (que rodea la ciudad de Barcelona) y de Garraf (a pocos km al SW de Barcelona). Esta Cordillera Litoral se hunde bajo el mar a la altura de Vilanova y la Geltrú (en la costa Sur de Barcelona).
- La Depresión Prelitoral: Es una fosa tectónica de entre 10 a 20 km de anchura que comprende, de NE a SW las comarques del Empordà (en la costa Norte de Girona), La Selva (en la provincia de Girona), Vallès (en la provincia de Barcelona), Penedès (también en Barcelona) y Camp de Tarragona. Esta Depresión tuvo y tiene gran importancia en asentamientos humanos, agricultura y comunicaciones terrestres. Toda ella se fue rellenando progresivamente con materiales procedentes de los relieves vecinos que estaban siendo erosionados.
- La Cordillera Prelitoral: Se extiende desde Girona hasta Tortosa (Tarragona) e incluye, de NE a SW, los relieves de las Guillerries, Cingles de Bertí, Montseny, Sant Llorenç del Munt, Montserrat, las montañas (Sierra) de Prades y Ports de Beseit (cerca de Tortosa). El espectacular relieve de Montserrat (con predominio de conglomerados acumulados como se dijo con anterioridad en zonas deltaicas, ver la figura 7) se debe a la aparición de diaclasas perpendiculares por donde la erosión se acentuó (ver figura 11).

Figura 10 (adaptada de Rosell, J.; Geología de Cataluña. XII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Universitat de Girona, 2002, página 18): Las líneas más gruesas representan las fallas más importantes. Este corte sigue la línea D-D' de la figura 1.

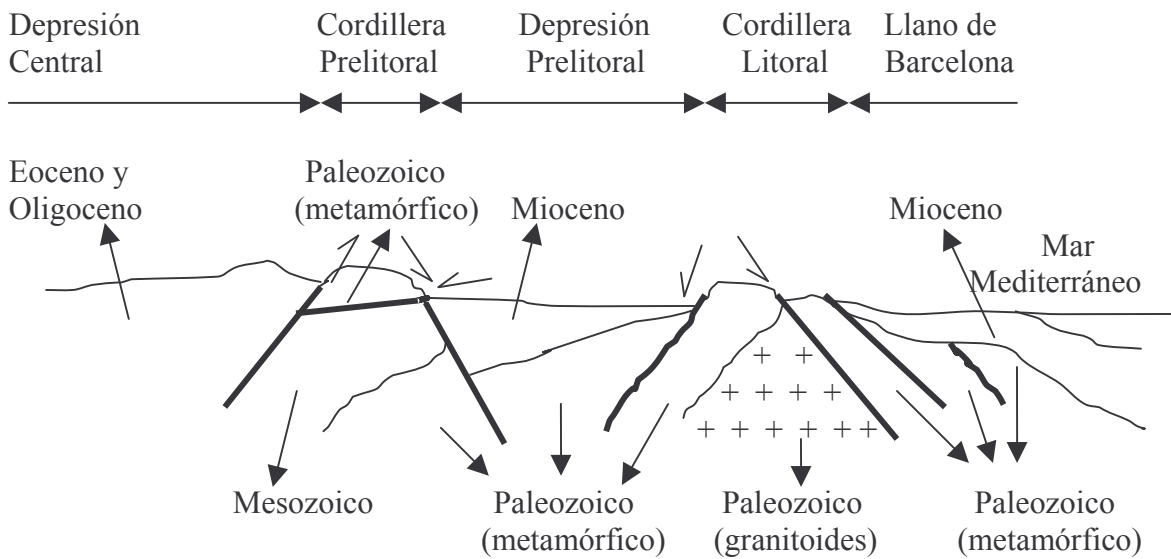
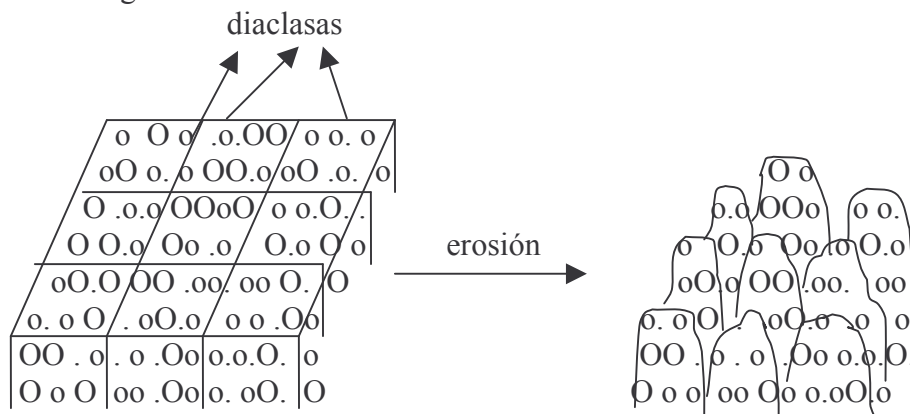


Figura 11: Formación del relieve de Montserrat. Los orígenes de esta montaña se explican en la figura 7.



El resto de Cataluña corresponde a la Depresión Central, delimitada por los Pirineos, la Cordillera Costera Catalana y el Sistema Ibérico. Durante toda la orogenia Alpina dicha cuenca se fue rellenando de sedimentos procedentes de los relieves circundantes.

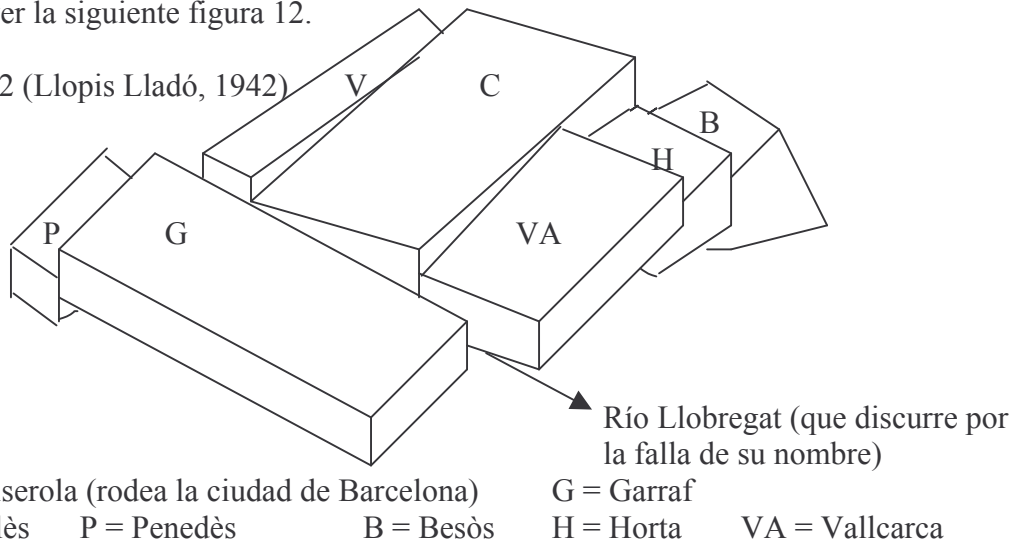
También debido a la distensión del Mioceno merece destacarse en la zona del Pirineo Axial la formación de la Depresión de la Cerdanya (a unos 110 km al NNW de Barcelona). Esta Depresión o fosa de la Cerdanya tiene unos 20 km de largo por unos 5 km de ancho; el curso alto del río Segre cruza esta fosa de Este a Oeste, a diferencia de los demás ríos de la vertiente Sur de los Pirineos que se encajan en este relieve y llevan las aguas de Norte a Sur.

Dentro de la Cordillera Transversal (que enlaza el Prepirineo con la Cordillera Costera Catalana), se halla la fosa de Olot, en Girona, también del Mioceno. Se originó por unas fallas de orientación NW-SE, perpendiculares a las que originaron la Cordillera Costera Catalana (estas últimas van de NE a SW). Olot se encuentra en la comarca de la

Garrotxa (en Girona, dista unos 85 km al N de Barcelona y a 35 km al NW de la ciudad de Girona).

Paralelamente, en la Cordillera Costera Catalana actuó una falla que hundió el bloque de Garraf (justo al SW de la ciudad de Barcelona, a escasos 15 km de la ciudad) respecto del bloque de Collserola (que rodea la ciudad de Barcelona y que se sitúa al NE del bloque de Garraf antes citado), lo que permitió, aprovechando la fractura, que en ella se encajara el río Llobregat (que discurre tocando justo el SW de Barcelona ciudad y que separa los dos bloques anteriormente citados). Para comprender mejor lo que está escrito ver la siguiente figura 12.

Figura 12 (Llopis Lladó, 1942)



También durante el Mioceno, un conjunto de fallas afectó a la zona donde se asienta la ciudad de Barcelona, elevando algunas zonas que son precisamente los pequeños relieves que se ven dentro de la ciudad y hundiendo otras, como puede apreciarse en la anterior figura nº 12. Los bloques V y P (Vallès y Penedès, respectivamente) forman parte de la Depresión Prelitoral, mientras que C y G (Collserola y Garraf, respectivamente) son parte de la Cordillera Litoral. Los bloques VA, H y B son actualmente barrios de la ciudad de Barcelona.

El bloque de Collserola (el situado al NE de la falla indicada), al quedar más elevado se erosionó más intensamente, desapareciendo prácticamente todo el Mesozoico, y permitió que aflorasen los materiales de la orogenia Herciniana que, por la acción climática, dan un paisaje con más árboles y resulta más atractivo también para la ocupación humana. El bloque de Garraf, que descendió a causa de la falla, conservó los materiales del Mesozoico al no sufrir una acción erosiva tan intensa.

Avanzado el Mioceno, los esfuerzos distensivos continuados reactivan las fracturas ya existentes y aparecen las depresiones del Empordà y la Selva (ambas en Girona; la primera en la costa, y la segunda formando parte de la Depresión Prelitoral). Una consecuencia de estas fallas serán las manifestaciones volcánicas que se darán en el Empordà, hace entre unos 10 y 7,7 millones de años.

A fines del Mioceno el mar penetró por un tramo de la costa de Tarragona hasta buena parte del valle del río Llobregat, inundando la fosa tectónica del Penedès (zona comprendida entre los 20 y los 45 km al WSW de Barcelona), como lo prueba la

presencia de arrecifes coralinos fósiles. El mar inundó también la fosa del Empordà (al N de Girona), pero los sedimentos que en ella predominan son de origen continental.

También en el Mioceno se produce la apertura del Golfo de Lleó, que se extiende desde el Cap de Creus (Girona) y el delta del Ródano (en Francia).

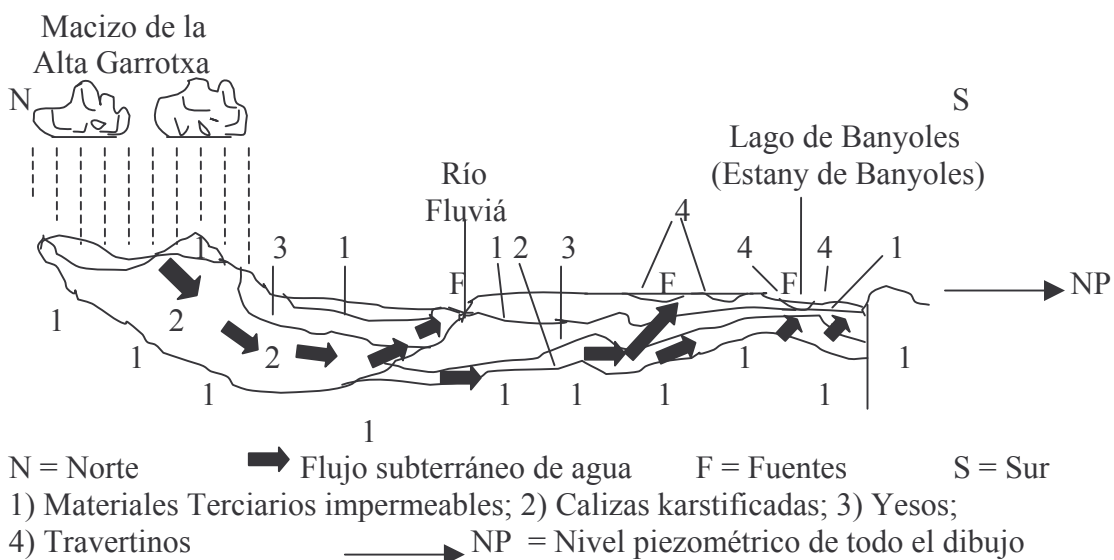
Entre el Mioceno y el Plioceno el mar Mediterráneo se secó parcialmente debido al cierre del estrecho de Gibraltar o el de las Béticas (por la fosa del río Guadalquivir, que conectaba el mar Mediterráneo con el océano Atlántico). En el fondo del Mediterráneo se depositaron evaporitas y, debido al notorio descenso del nivel marino, los ríos erosionaron intensamente su curso.

Nuevas manifestaciones volcánicas en la Depresión de la Selva (que forma parte de la Depresión Prelitoral, en Girona) hace entre 5,5 y 2,2 millones de años a causa de las fracturas que originaron precisamente esta Depresión.

En el Plioceno, el estrecho de Gibraltar se vuelve a abrir (tal vez la apertura y cierre del estrecho pudo haberse dado en diversas ocasiones; no obstante, todo esto sigue siendo objeto de discusión y hay quien niega la desecación del Mar Mediterráneo), y cuando las aguas del océano Atlántico llenan de nuevo la cuenca del Mar Mediterráneo (transgresión) ciertos valles fluviales antes fuertemente erosionados al bajar el nivel del mar sufren la invasión del agua marina y pasan a ser auténticas ría. Así, el río Llobregat se convirtió en una ría de unos 20 km de longitud, conservando actualmente restos fósiles de origen marino como testimonio de esta entrada de agua.

La cuenca lacustre de Banyoles-Besalú (dos localidades próximas situadas a 15 km y 25 km al NNW de la ciudad de Girona) ha funcionado como mínimo desde el Plioceno inferior y es una zona kárstica de aguas surgentes –relacionada con acuíferos cuya fuente de alimentación, las precipitaciones, se halla en la zona montañosa de la Alta Garrota- y de sedimentación (travertinos). Esto se relaciona con la siguiente figura 13.

Figura 13 (esquema de Brusi, D.; Maroto, J.; Vila, X.; L'Estany de Banyoles. El medi natural a les terres gironines. 11 itineraris per la Catalunya Nord-Oriental. 3r Simposi sobre l'Ensenyament de les Ciències Naturals. Pallí, Ll. y Brusi, D. editores. 1992).



Durante el Cuaternario, lo más característico es el ascenso y descenso el nivel del mar en correlación con una serie de glaciaciones. Así, en etapas en que el nivel del mar (nivel de base) era más alto se depositaron sedimentos que, luego, al erosionarse, dejaron terrazas fluviales (visibles en algunos tramos del río Llobregat, entre otros lugares). También hay evidencias glaciares en los Pirineos.

La fase distensiva de la orogenia Alpina hace que aparezcan fenómenos de vulcanismo en la fosa de Olot y zonas próximas (Olot se encuentra en la comarca de la Garrotxa, provincia de Girona, y dista unos 85 km al N de Barcelona y a 35 km al NW de la ciudad de Girona). Las últimas erupciones importantes se han datado en hace unos 11000 años, y la más reciente, aunque fue menor, data del siglo XVI. Los volcanes son de tipo estromboliano, es decir, alternaron períodos explosivos con acumulación de piroclastos cuando el magma atravesó acuíferos o aguas superficiales junto a otras etapas en que simplemente se emitieron coladas de lava.

La actual montaña de Montjuïc (que toca a la ciudad de Barcelona por el Sur y se halla muy cerca de la desembocadura del río Llobregat) era una isla hace unos 2 millones de años, y se formó a partir de materiales erosionados procedentes de la cercana Sierra de Collserola. Al bajar el nivel del mar (a causa de una regresión) Montjuïc se convirtió en un tómbolo. Ahora presenta el aspecto tan conocido para los que vivimos en la ciudad de Barcelona, como es una montaña de 173 m de altitud que cuenta con fósiles marinos del Mioceno y formada a partir de una falla que le da un aspecto que recuerda al peñón de Gibraltar.

El llano donde se asienta la propia ciudad de Barcelona se formó a partir de los materiales acumulados al pie de la Sierra de Collserola que rodea la ciudad, y por los sedimentos que fueron transportados por los ríos Besòs (justo al Norte de la ciudad) y Llobregat (justo al Sur) hasta el mar.

El delta del Ebro se formó al parecer en los últimos ocho mil años (o incluso en menos tiempo). Bajo los sedimentos del delta y de la plataforma continental descansa parte de la estructura de rift de la Cordillera Costera Catalana.

El mapa de Cataluña que sigue (figura 14) ha sido realizado a partir del mapa de la figura 1 y da información sobre:

A) Los materiales geológicos que afloran hoy día en Cataluña. Debe tenerse en cuenta que es un mapa muy simplificado, y en él se han representado únicamente los grandes períodos geológicos. Esto es:

Q = Cuaternario

N = Neógeno (Mioceno y Plioceno)

Pg = Paleógeno (Paleoceno, Eoceno y Oligoceno)

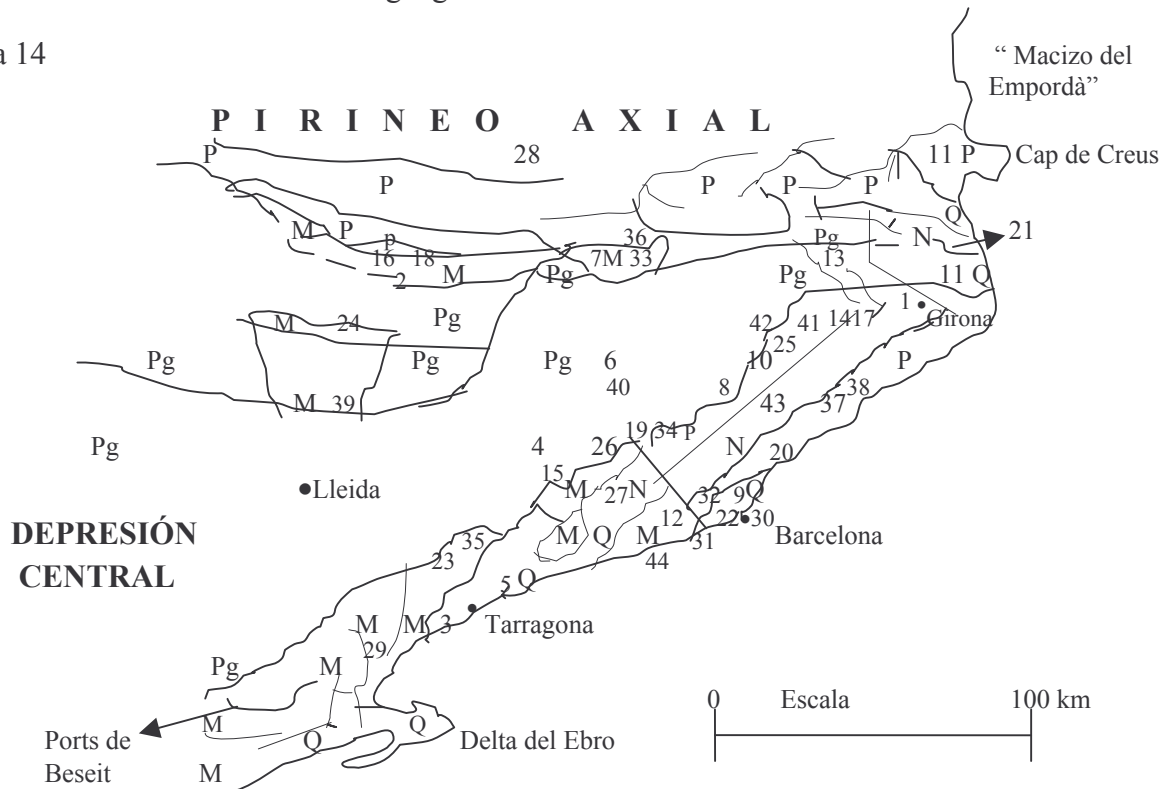
M = Mesozoico

P = Paleozoico

NOTA: Colorear este mapa tal vez pueda facilitar la comprensión del mismo.

B) La situación de los nombres geográficos del texto ordenados alfabéticamente.

Figura 14



- | | | |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1) Banyoles-Besalú | 16) La Pobla de Segur | 31) Río Llobregat |
| 2) Boixols-Sant Corneli | 17) La Selva | 32) Santa Creu d'Olorda |
| 3) Baix Camp | 18) Les Nogueres | 33) Sant Llorenç de Morunys |
| 4) Calaf | 19) Manresa | 34) Sant Llorenç del Munt |
| 5) Camp de Tarragona | 20) Montcada | 35) Sierra de Prades |
| 6) Cardona | 21) Montgrí | 36) Sierra del Cadí |
| 7) Cerdanya | 22) Montjuïc | 37) Sierra del Corredor |
| 8) Cingles de Bertí | 23) Montsant | 38) Sierra del Montnegre |
| 9) Collserola | 24) Montsec | 39) Sierras Marginales |
| 10) El Figueró | 25) Montseny | 40) Súria |
| 11) Empordà | 26) Montserrat | 41) Tavertet |
| 12) Garraf | 27) Penedès | 42) Vic |
| 13) Garrotxa (Olot) | 28) Pica d'Estats | 43) Vallès |
| 14) Guillerries | 29) Priorat | 44) Vilanova i la Geltrú |
| 15) Igualada | 30) Río Besòs | |

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, A.; BRIANSO, J.L.; OBRADOR, A (1979), Figaró. ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra.

ARASA, A. (1989). Itinerari geològic del delta de l'Ebre. 10 sortides per la Catalunya Sud. Tarragona. 2n Sympòsium sobre l'Ensenyament de les Ciències Naturals. Barcelona.

BRUSI, D.; MAROTO, J.; VILA, X. (1992). L'Estany de Banyoles. El medi natural a les terres gironines. 11 itineraris per la Catalunya Nord-oriental. 3r Simposi sobre l'Ensenyament de les Ciències naturals. Pallí, Ll. y Brusi, D. editores.

BUSQUETS, P.; MARTÍNEZ, A.; MUÑOZ, J.A.; VILAPLANA, M (1992). Les unitats geològiques del NE peninsular en la perspectiva dels nous coneixements geològics. Actes del 3r Simposi sobre l'Ensenyament de les Ciències Naturals. Eumo editorial. Vic.

CALZADA, S.; JAUME, DE J. (1978). Algunos itinerarios geológicos desde Barcelona. Museo Geológico del seminario de Barcelona. Barcelona.

COLOMBO, F. (1989). El Montsant: aspectos geològics. 10 sortides per la Catalunya Sud. Tarragona. 2n Sympòsium sobre l'Ensenyament de les Ciències Naturals. Barcelona

CURTO, C. (1989). Recorrido por la historia geológica de la montaña de Montuïc. Ciencia y Tecnología, nº 12. La Vanguardia, 25 de noviembre de 1989.

DOMINGO, M. & alter (2000). Geopirineos. Espacios Naturales y geología Pirenaica. Sector central y centrooriental. Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (AEPECT). Brusi, David editor. Universitat de Girona.

ESPANYA, T.; SALAS, R.; QUEROL, X. (1989). Els Ports de Beseit. El rocam i la vegetació. 10 sortides per la Catalunya Sud. Tarragona. 2n Sympòsium sobre l'Ensenyament de les Ciències Naturals. Barcelona.

FUNDACIÓ ENCICLOPÈDIA CATALANA (1986), Història natural dels Països Catalans. Geologia, volúmenes I y II. Fundació Enciclopedia Catalana. Barcelona.

INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA (2002). Mapa Geològic de Catalunya. Barcelona.

MARTÍNEZ, A.; MUÑOZ, J.A.; BUSQUETS, P.; VILAPLANA, M. (1993). La formación de los Pirineos. Col·lecció didàctica de diapositives. Generalitat de Catalunya. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Servei Geològic de Catalunya.

MASRIERA, M. (1983). Història geològica de Barcelona. Revista Ciencia, nº 27. Ediciones Científiques Catalanes S.A. Barcelona.

PALLÍ, LL.; BRUSI, D. (2002). Geología de Girona. El marco físico. XII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Universitat de Girona.

PALLÍ, LL.; MAESTRO, E.; ROQUÉ, C. (2002). Geología de Girona. Características litoestructurales. XII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Universitat de Girona.

PALLÍ, LL.; ROQUÉ, C. (2002). Geología de Girona. Unidades de relieve. XII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Universitat de Girona.

RIBA, O. & alter (1976). Geografía física dels Països Catalans. Ketres editora. Barcelona.

ROQUÉ, C.; PALLÍ, LL. (2002). Geología de Girona. Geomorfología. XII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Universitat de Girona.

ROSELL, J. (2002). Geología de Cataluña. XII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Universitat de Girona.

SANTISTEBAN, C. (1989) Itinerari geològic de les muntanyes de Prades. 10 sortides per la Catalunya Sud. Tarragona. 2n Symposium sobre l'Ensenyament de les Ciències Naturals. Barcelona

SOLÉ, L. (1964). Ciclo de Geología práctica sobre los alrededores de Barcelona. Dirección General de Enseñanza Media, publicación nº 379. Madrid.

Injusto sería no hacer mención a otras personas que, en diversas salidas de campo o cursos de geología a lo largo de estos años, sobre todo a través de los ICE de algunas Universidades de Barcelona, han contribuido a un mejor conocimiento de la Geología de Cataluña por parte mía. La lista sería larga, y seguramente me olvidaría de algunas de estas personas porque han pasado bastantes años desde la realización de algunas de estas actividades. A todas ellas muchas gracias.

Noviembre de 2003

Lorenzo Ruiz Soria (lruiz12@xtec.net)