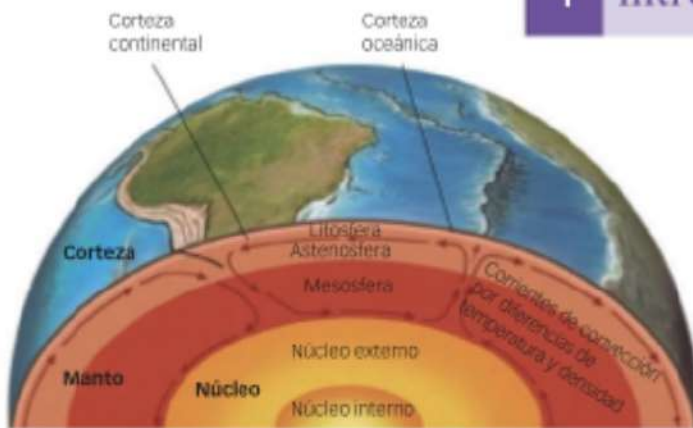


1 Introducción: conceptos previos



Doc. 1 Las capas internas de la Tierra.

- ▶ ¿Qué capas forman la Tierra? Enuméralas de la más interna a la externa.

El término **relieve*** define el conjunto de formas que presenta la superficie terrestre. Si tomamos el nivel del mar como plano de base, se observan «desniveles» que generan formas características de la superficie de la Tierra. Estas formas constituyen el relieve.

La ciencia geográfica que se ocupa de su estudio es la **geomorfología***. Etimológicamente, esta palabra deriva de tres términos griegos: *gea* (tierra), *morphé* (forma) y *logos* (estudio). Por tanto, la geomorfología es la ciencia que trata de explicar las formas que presenta el relieve, su origen, evolución y procesos de modelado.

1.1. Origen y evolución de un relieve

Todos los relieves que en la actualidad conforman la superficie terrestre son el resultado de un proceso de formación y modelado a lo largo de la historia de nuestro planeta. Para comprender este complejo proceso de formación-destrucción y cambios debemos conocer la teoría de la tectónica de placas y tener una idea muy clara de cómo actúan e intervienen los factores que definen el relieve.

Doc. 2 Las placas de la litosfera y detalle de la microplaca de la península ibérica.

- ▶ ¿De qué placa forma parte el bloque ibérico? ¿Con qué otra placa limita?



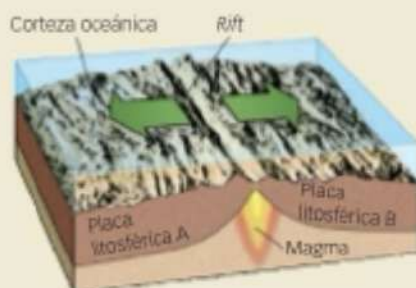
La teoría de la tectónica de placas

La teoría de la tectónica de placas explica la formación del relieve a partir de un modelo en el que la litosfera* estaría compuesta por un número de piezas móviles, llamadas **placas**, que flotarían sobre la astenosfera, capa subyacente en estado viscoso. ▶ (Docs. 1 y 2)

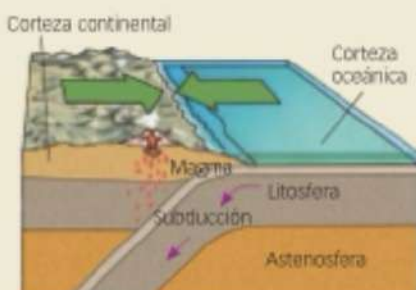
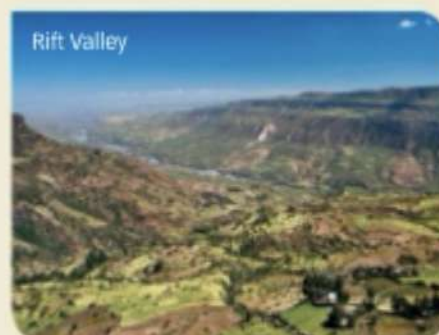


Cualquier movimiento de una placa repercutirá sobre las demás, de manera que es en los límites de las placas donde se producen la mayor parte de los fenómenos tectónicos y la actividad sísmica y volcánica. ▶ (Doc. 3)

Las interacciones entre las placas se producen en sus bordes.



En los **bordes divergentes** las placas se separan, produciéndose grietas o fracturas (*rifts*) por las que asciende material del manto (magma) que, al enfriarse, crea nuevo suelo oceánico. También puede darse en una placa continental (*Rift Valley*).



En los **bordes convergentes**, las placas se aproximan y se produce la subducción de la litosfera oceánica en el manto; así, se destruye corteza oceánica. Pero esta, convertida en magma por las altas temperaturas del interior, dará lugar a volcanes en la superficie terrestre. Este fue el origen de la cordillera de los Andes.



En los **bordes de falla transformantes**, las placas se deslizan una respecto a la otra y ni se produce ni se destruye litosfera. La falla de San Andrés, que recorre California (Estados Unidos), es un ejemplo de borde deslizante entre las placas del Pacífico y Norteamericana.



Doc. 3 Los bordes de placa y sus movimientos.

▶ Explica cómo se han originado los relieves de las fotografías.

Los factores del relieve

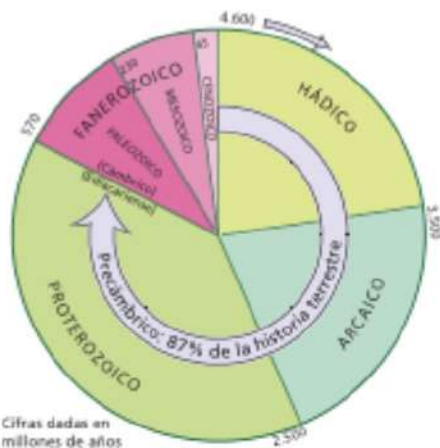
Son aquellos aspectos o fuerzas que intervienen en la formación y el modelado de un relieve. Se diferencian varios tipos:

- **Factores internos.** Son las fuerzas tectónicas que tienen su origen en el interior de la Tierra. Son constructivas, pues levantan y edifican el relieve, pero, en ocasiones, también transforman y destruyen los ya existentes. Por ejemplo, los fenómenos asociados al vulcanismo.
- **Factores externos.** Hacen referencia al conjunto de procesos de modelado de la superficie terrestre por parte de los agentes externos (aguas fluviales, hielo, viento, acción química, seres vivos...). Estas fuerzas van desgastando y arrasando los relieves, pero también crean otros nuevos mediante el proceso de sedimentación.
- **Factores litológicos.** La naturaleza de cada roca condiciona las formas del relieve resultantes de la actuación de la tectónica y la erosión.

1. Un movimiento tectónico levanta un relieve.

2. La erosión desgasta el relieve y los materiales arrancados se sedimentan.

3. El modelado es «diferencial» según la naturaleza de las rocas.



Cifras dadas en millones de años

Doc. 4 Duración del tiempo geológico.

► Interpreta la información del gráfico con ayuda del cuadro-síntesis.

El tiempo geológico

El concepto de tiempo geológico es diferente al de tiempo histórico al que todos nosotros estamos acostumbrados. Medimos nuestra vida cotidiana en horas, días, semanas y años, y la vida e historia de nuestros antepasados nos lleva a una escala mayor, la de los siglos y milenios.

Cuando trabajamos con la historia de nuestro planeta, es decir, el **tiempo geológico**, hablamos de una escala de tiempo enorme, de millones o miles de millones de años, ya que la Tierra tiene una antigüedad de 4.600 millones de años. ► (Doc. 4)

Así, el tiempo geológico se estructura en unidades de magnitud variables: en **eones**, cada eón en **eras** y cada era en **periodos**. ► (Doc. 5)

Los movimientos tectónicos y la erosión actúan conjuntamente a lo largo de las eras o los periodos geológicos. En unas etapas predominaron las fuerzas tectónicas, que dieron lugar a la formación de relieves, mientras que en otras dominaron los procesos de sedimentación y erosión.

Eón	Era	Periodo	Cronología	Orogenias*	El relieve	
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario (Pleistoceno, Holoceno)	(ACTUALIDAD) Hace 2 mil. de años		Ha transcurrido muy poco tiempo a escala geológica. Por ahora es una etapa de sedimentos y de retoques erosivos, destacando el efecto de las glaciaciones.	
		Terciario	Neógeno (Mioceno, Plioceno)	Hace 65 mil. de años	Alpina	Se inicia con un movimiento orogénico, el alpino, responsable de las líneas maestras del relieve actual. Se forman grandes cadenas montañosas, como los Pirineos, los Alpes, los Andes y el Himalaya. Se cierra el mar de Tethys. Glaciaciones.
			Paleógeno (Paleoceno, Eoceno, Oligoceno)			
	Mesozoico (Secundaria)	Cretácico	Hace 230 mil. de años		Separación África-América del Sur en el Cretácico, y formación de la mayor parte del petróleo. El Atlántico se abrió en el Jurásico. Fase en la que dominan los procesos de erosión y sedimentación. Etapas de transgresión y regresión marinas.	
		Jurásico				
		Triásico				
	Paleozoico (Primaria)	Pérmico	Hace 570 mil. de años		Formación de Pangea a partir de Gondwana y otros continentes. Épocas glaciales en el Pérmico y Cámbrico. Era constructiva, de formación de relieves (dominio de la tectónica sobre la erosión). Alternancia de niveles altos y bajos del mar. La vida vegetal y animal está confinada a los mares.	
		Carbonífero				
		Devónico				
		Silúrico				
Ordovícico						
Cámbrico						
Proterozoico		Precámbrico	Hace 2.500 mil. de años		La corteza terrestre crece y al final del Precámbrico aparece un único continente: Pangea.	
Arcaico	Hace 3.500 mil. de años			El calor en la Tierra es casi tres veces superior al actual. Formación de los primeros continentes. Primera glaciación.		
Hádico	Hace 4.600 mil. de años			Etapa pregeológica: es imposible localizar materiales de esta época en la corteza terrestre.		

Doc. 5 Cuadro-síntesis de las eras geológicas y los principales acontecimientos.

1.2. Nociones básicas sobre estructuras plegadas y falladas

Las estructuras plegadas

Un **pliegue*** es una ondulación de los estratos rocosos como resultado de la acción de fuerzas compresivas sobre materiales plásticos en la corteza terrestre.

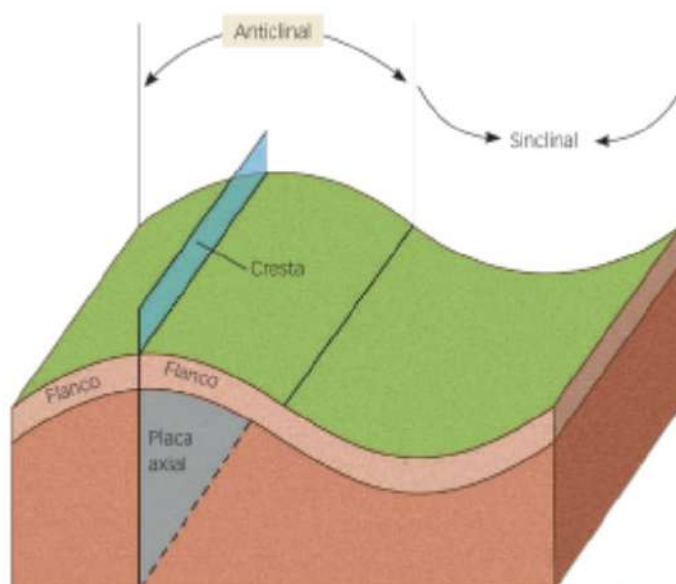
Una estructura plegada está formada, al menos, por una doble ondulación: ▶ (Doc. 6)

- Un **anticlinal***, que presenta forma convexa y sus flancos se inclinan en sentido contrario desde el eje central (anti = contrario, clinal = inclinado).
- Un **sinclinal***, que presenta forma cóncava y sus flancos se inclinan hacia el eje central (sinclinal = inclinado en el mismo sentido).

Las estructuras plegadas se producen sobre materiales plásticos, que pueden ondularse ante las presiones tectónicas sin llegar a romperse. Las calizas y margas de la era secundaria (que son rocas sedimentarias) tienen generalmente un comportamiento plástico cuando sufren las presiones de las fuerzas internas de la Tierra.

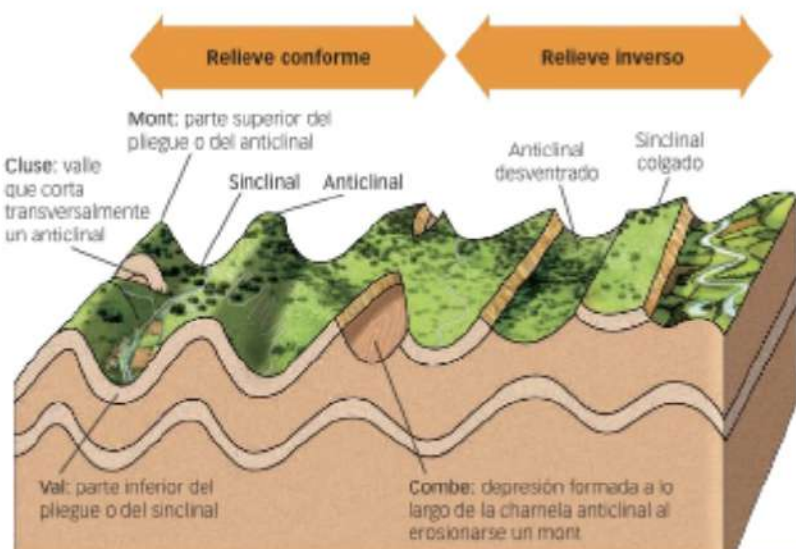
Hablamos de **relieve conforme*** cuando las estructuras «levantadas» corresponden a los anticlinales, y las «deprimidas» o hundidas, a los sinclinales. Estas características definen el **relieve jurásico**. ▶ (Doc. 7)

Un **relieve inverso*** es aquel en el que los ejes anticlinales son valles y los sinclinales colgados* son los elementos «elevados» y dominantes del relieve. ▶ (Doc. 8) Un relieve inverso es el resultado de una intensa actuación erosiva. Un buen ejemplo de relieve inverso en la Península es la comarca de Las Loras burgalesas, sector meridional de la Cordillera Cantábrica.



Doc. 6 Elementos de un pliegue.

▶ Define cada uno de los elementos del esquema.



Doc. 7 Esquema del relieve jurásico y su evolución a relieve inverso.

▶ Interpreta el esquema y explica los procesos que han conducido a las formas de relieve inverso.



Doc. 8 Sinclinal colgado en los Pirineos.

▶ Explica cómo puede haber llegado a formarse este sinclinal.

Doc. 9 La falla de Alhama.

«A menudo se piensa que la placa euroasiática y la africana están separadas por una línea recta dibujada con lápiz, pero la geometría del choque es mucho más compleja», afirma Jordi Díez, investigador del Instituto Jaume Almera. La zona de subducción –la frontera donde la placa africana tiende a situarse bajo la placa euroasiática– es amplia e imprecisa. Lo habitual es que las tensiones se acaben liberando gracias a fallas y subfallas de ámbito más local. En Murcia, la más importante es la de Alhama, que recorre la región de noreste a suroeste, y es concretamente una falla de desgarre, es decir, los terrenos no se oponen, sino que avanzan, a un ritmo de 0,1 mm por año de media, en fricción de forma lateral.

La subfalla donde se asienta Lorca es una fractura de unos 30 km de longitud y poca profundidad. En el tramo en dirección a Puerto Lumbreras ha deformado el terreno hasta el punto de hacerse visible en fotos aéreas: al este se sitúan los campos de la vega y al oeste se observa la sierra surgida de las fricciones entre placas.

El Periódico de Aragón, 13 de mayo de 2011

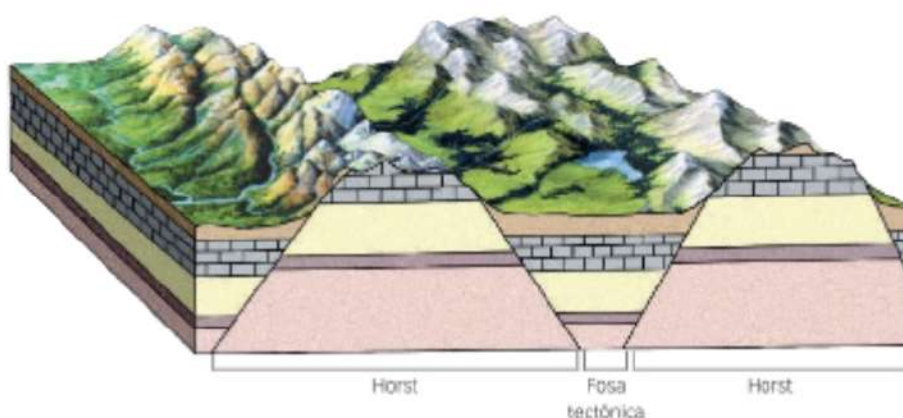
Las estructuras falladas

Una **falla*** es una ruptura o accidente tectónico de una masa rocosa acompañado de un desplazamiento, aspecto que diferencia a una falla de una fractura*. ▶ (Doc. 9)

Cuando las fallas limitan una zona hundida definen una **fosa tectónica o graben***. Cuando limitan un bloque levantado definen un **horst***.

Los relieves fallados se producen sobre materiales rígidos o poco plásticos. Estos materiales, cuando sufren presiones tectónicas, son incapaces de plegarse y se rompen. El granito paleozoico, que es una roca de gran antigüedad, responde fracturándose.

El **relieve germánico*** es un relieve fallado. En él, los bloques levantados corresponden a las sierras, y los bloques hundidos, a los valles. ▶ (Doc. 10) El Sistema Central responde a este estilo tectónico.



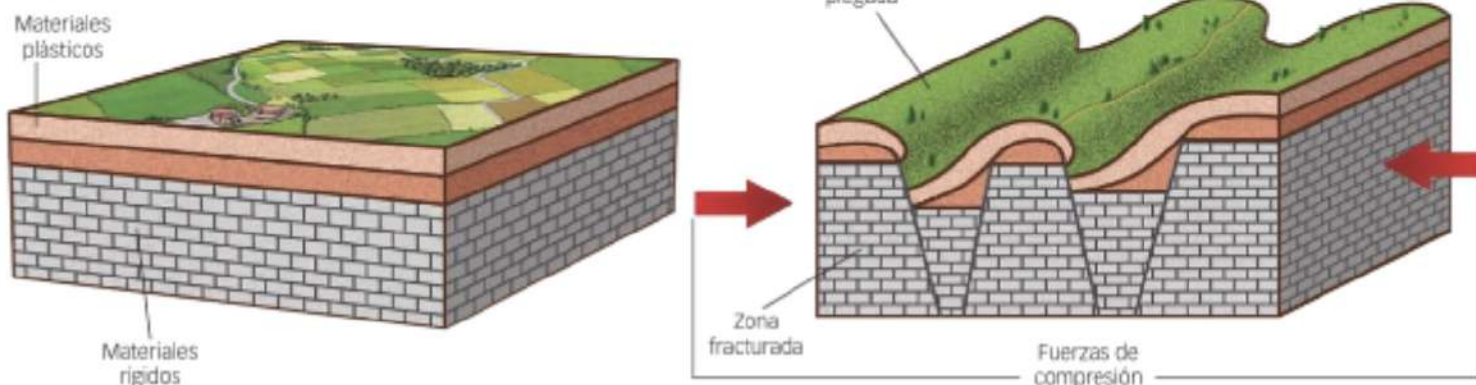
Doc. 10 Esquema de un relieve fallado de estilo germánico.

Las estructuras mixtas

Corresponden a los relieves que combinan pliegues y fallas.

El **relieve sajónico** es un relieve mixto, en el que alternan materiales plásticos con otros no plásticos y que, por lo tanto, responden ante las presiones tectónicas bien plegándose, bien fracturándose. Este es el estilo que encontramos en el Sistema Ibérico, donde una cobertera sedimentaria plástica, superpuesta a los rígidos materiales paleozoicos, se pliega para adaptarse a los bloques fallados en profundidad. ▶ (Doc. 11)

Doc. 11 Proceso de formación de un relieve mixto de estilo sajónico.



2 Características básicas del relieve español

Tres características fundamentales definen el relieve peninsular español:

- Es una **península «maciza»**, un «cuadrilátero» de 581.353 km² que está unido al continente por un istmo de unos 440 km, y en la que predominan unas costas de trazado rectilíneo. (Docs. 12 y 13)
- El territorio alcanza una **elevada altitud media**, 660 m, que se debe tanto a la existencia de destacadas cordilleras como a la altitud de la gran unidad central, la Meseta. En Europa solo Suiza tiene una mayor altitud media (1.300 m), y el promedio del continente es de 297 metros.
- El relieve se organiza **en torno a la gran unidad central de la Meseta**, alrededor de la cual se disponen las restantes unidades del relieve formando una muralla montañosa en la periferia peninsular, que encierra y aísla el interior.

Esta configuración del relieve es la principal responsable de las peculiaridades físicas de la península ibérica; su influencia sobre el clima es decisiva, así como sobre la vegetación y la red fluvial. El relieve es, igualmente, un condicionante de la ocupación humana, del trazado de las infraestructuras viarias y de actividades como la agricultura o algunos tipos de turismo cada vez más en boga.

Además, España está formada por **dos archipiélagos**⁶: el balear, en el mar Mediterráneo, cuyo relieve está relacionado con el peninsular, y el canario, en el océano Atlántico, de origen volcánico.

Doc. 12 La península ibérica.

Se parece (Iberia) a una piel tendida en el sentido de su longitud de Occidente a Oriente, de modo que la parte delantera mire al Oriente, y en sentido de su anchura del septentrion al mediodía. Tiene seis mil estadios de longitud; pero su latitud, allá donde esta es mayor, alcanza los cinco mil estadios, aunque en ciertos lugares desciende a menos de tres mil, especialmente hacia el Píreneo, que forma el lado oriental. Esta montaña, en efecto, extiéndose sin interrupción de sur a norte, limitando la Keltiké¹ de la Iberia.

ESTRABÓN, Libro III de la Geografía

¹ Keltiké: se refiere a la región de Francia.

- Investiga. ¿Quién fue Estrabón? ¿En qué época vivió?
- ¿Crees que Estrabón describe correctamente la disposición de la Península?

Doc. 13 El relieve de España.



SABER MÁS

El periodo carbonífero

El Carbonífero es el penúltimo periodo de la era primaria y en él se formaron abundantes depósitos de carbón en el subsuelo a partir de grandes bosques pantanosos.

El carbón de las cuencas mineras españolas tuvo su origen en este periodo, que precisamente debe su nombre a los abundantes depósitos de este combustible fósil.

Desde el punto de vista geológico, fue un periodo de grandes cambios, en el que Gondwana (constituido por las actuales masas continentales de Sudamérica y África) colisionó con Laurasia (formada por América del Norte y Eurasia), dando lugar a un único y enorme continente: Pangea.

Los relieves montañosos de los Apalaches, en Norteamérica, y los Urales, en Eurasia, se levantaron durante este periodo.

Doc. 14 Era paleozoica o primaria (periodos intermedios).

- ¿Qué unidades de relieve actuales se encuentran sobre el espacio del viejo macizo Hespérico?



3 La historia geológica de la Península y los archipiélagos

La configuración actual del relieve español es la consecuencia de la actividad de los fenómenos geológicos internos y de los agentes erosivos externos.

La historia geológica de la península ibérica y la del archipiélago balear están unidas y es muy remota. La evolución de la península ibérica está condicionada por su **posición entre dos placas tectónicas** –la **placa euroasiática** y la **placa africana**–. El bloque ibérico se configura como una microplaca afectada por los movimientos y desplazamientos de esas dos grandes placas.

Por su parte, el archipiélago canario es una unidad geológica cuyo origen volcánico está relacionado con la placa africana y se remonta a unos 20 millones de años.

3.1. El Precámbrico (4.600-570 millones de años)

Durante el Precámbrico, los mares ocupaban el espacio actual de la Península. Tan solo emergían algunos relieves en la región de Galicia y al oeste de la Meseta, que al final del periodo ya estaban totalmente arrasados y cubiertos por las aguas.

A escala planetaria, cuando concluye el Precámbrico, todas las tierras emergidas formaban un único continente, **Rodinia**, que en ruso significa «nuestra tierra natal».

3.2. La era paleozoica (570-230 millones de años)

El Paleozoico comienza con la fragmentación de Rodinia en dos grandes placas o continentes separados por el **mar de Tethys**. El espacio peninsular cubierto por las aguas fue rellenándose de sedimentos.

Se produjeron dos orogenias*. La más antigua fue la **orogenia caledoniana**, entre los periodos ordovícico y silúrico, que apenas afectó al espacio peninsular. La segunda fue la **orogenia herciniana***, que se desarrolló durante el Carbonífero y jugó un importante papel en nuestra historia geológica. Como consecuencia de ella, se levantó una gran cadena montañosa en dirección noroeste-sureste, que al final de la era aparece totalmente arrasada y convertida en un zócalo* que bascula o se inclina hacia el este.

El zócalo recién formado, llamado **macizo Hespérico o Herciniano***, ocupaba gran parte del centro y oeste peninsular. Este macizo es el esqueleto o pieza clave en torno al cual se va a estructurar el relieve de la península ibérica.

► (Doc. 14)

Al finalizar la era paleozoica emergieron otras tierras, igualmente arrasadas y transformadas en superficies de erosión*: al noreste del macizo Hespérico, los **macizos del Ebro y el Catalano-Balear**, y al norte de estos, el macizo de Aquitania. Al sureste aparece el **macizo Bético-Rifeño**.

3.3. La era mesozoica (230-65 millones de años)

Es una fase de calma geológica en la que dominaron los procesos de erosión y sedimentación.

Se produjeron **movimientos epirogénicos*** (movimientos lentos de ascenso y de descenso de la corteza terrestre), que provocaron avances y retrocesos en el nivel del mar: se sucedieron **etapas de transgresión marina**, en las que el mar aumentaba de nivel y cubría parte de las tierras emergidas, y **etapas de regresión**, cuando retrocedía el nivel del mar. ▶ (Doc. 15)

La erosión continuó arrasando los viejos macizos y los materiales arrancados se sedimentaron en el fondo de los mares. Las fosas marinas* de los Pirineos y las Béticas se cubrieron de potentes capas de sedimentos calizos. El borde oriental del macizo Hespérico, ocupado por el mar en las fases de transgresión, también fue objeto de sedimentación, mayor cuanto más al este. Sobre este roquedo paleozoico arrasado fueron depositándose capas de sedimentos (calizas, margas, arenas) que formaron una cubierta plástica que descansaba sobre el zócalo primario.

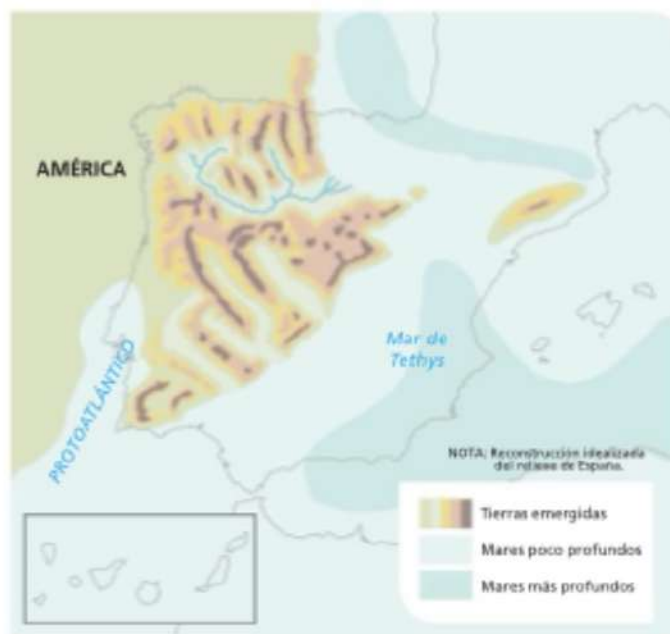
3.4. La era cenozoica

El periodo terciario (65-2 millones de años)

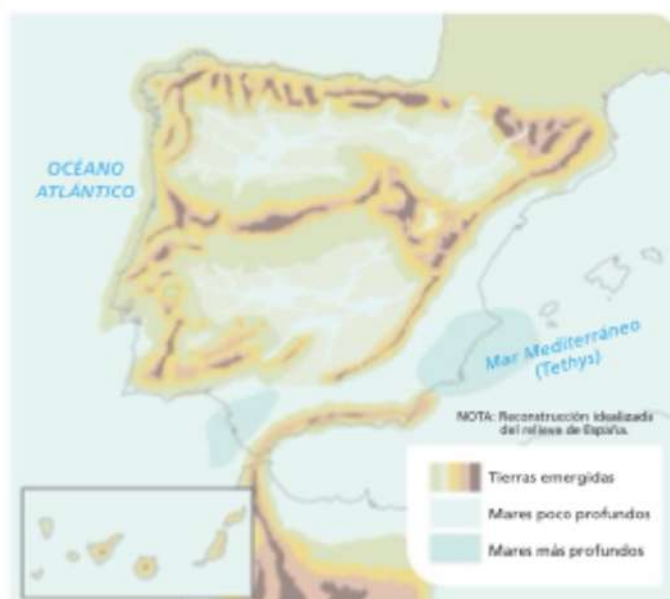
El Terciario es el periodo clave para la historia geológica peninsular porque en él se definen las líneas maestras del relieve actual. Es un periodo constructivo, de gran dinamismo tectónico. Se produjo el choque de la placa africana con la placa euroasiática, que provocó dos consecuencias: la microplaca ibérica quedó definitivamente unida a Europa y tuvo lugar la **orogénesis alpina***. Esta orogénesis tuvo profundos efectos: ▶ (Doc. 16)

- **Se elevaron las cordilleras alpinas** de los Pirineos y de las Béticas a partir de las potentes capas de sedimentos acumulados en las fosas marinas. Estos materiales mesozoicos (plásticos) respondieron a las fuerzas tectónicas plegándose. Como una prolongación de las Béticas emergieron las islas Baleares, al tiempo que se formaron las cordilleras catalanas.
- Entre las nuevas cordilleras y los bordes del macizo Hespérico **se abrieron la depresión alpina de las Béticas (o del Guadalquivir) y la depresión del Ebro**. Ambas fueron colmatándose a lo largo del Cenozoico.
- El viejo zócalo del **macizo Hespérico**, rígido e incapaz de soportar las tensiones tectónicas, **se rompió y fracturó en bloques**. Unos se levantaron y dieron origen a las unidades montañosas del Sistema Central y de los Montes de Toledo. Otros bloques se hundieron y formaron las cuencas de sedimentación castellanas.

El zócalo pasó de estar inclinado hacia el este a bascular hacia el oeste, determinando la disposición y la jerarquización de la red fluvial.



Doc. 15 Era mesozoica o secundaria: transgresión marina en el periodo triásico.



Doc. 16 Era cenozoica: periodo terciario.

- **Los bordes del macizo Hespérico se elevaron** y formaron una potente muralla montañosa que aísla el interior peninsular: al noroeste, el Macizo Galaico-Leonés; al norte, la Cordillera Cantábrica; al este, el Sistema Ibérico, y al sur, Sierra Morena. Solo en el borde oeste se mantiene el viejo zócalo paleozoico en las penillanuras*, que se definen como llanuras suavemente onduladas, de escaso desnivel, resultantes del arrasamiento de un antiguo relieve montañoso.
- En algunos enclaves aislados de la Península surgieron **focos de actividad volcánica**, como en el Campo de Calatrava (Ciudad Real), Olot (Girona) y el cabo de Gata (Almería). (Doc. 33)
- En el Mioceno se formó el **archipiélago canario**, de origen volcánico.

Doc. 17 Era cenozoica: periodo cuaternario.

► A partir de los documentos 14-17, explica la historia geológica de España, destacando los principales hitos y cambios en el relieve en cada era.



El periodo cuaternario (2 millones de años-actualidad)

La última fase es una etapa de retoques erosivos y sedimentación poco potente. Los acontecimientos climáticos influyen decisivamente en la evolución del relieve en este periodo. (Docs. 17 y 18)

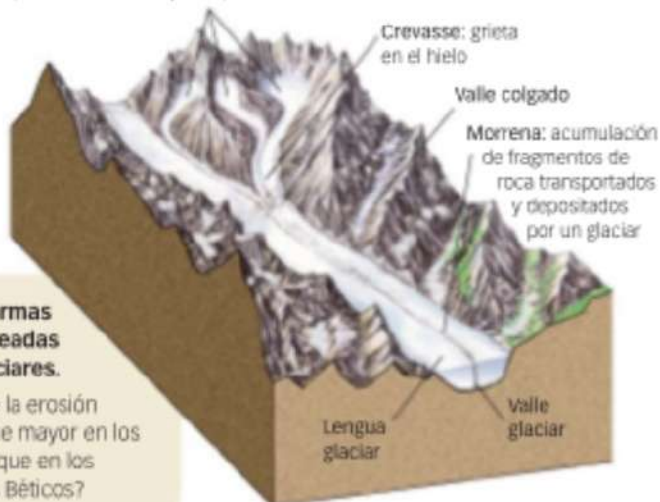
La alternancia climática de **fases glaciales** de intenso frío y **fases interglaciales** de clima más templado afectó a los relieves montañosos peninsulares, más cuanto más al norte se localizaran y cuanto mayor fuera su altitud. El glaciario* está presente en los Pirineos, Cordillera Cantábrica, Sistema Ibérico, Sistema Central y, en las Béticas, en Sierra Nevada. En estas zonas se formaron circos glaciares* (limitados a las cabeceras de los valles o circos) y glaciares de valle (más extensos).

En este periodo **se acaba de establecer la red hidrográfica**, que erosiona los relieves por los que discurre y forma los actuales valles fluviales y terrazas*.

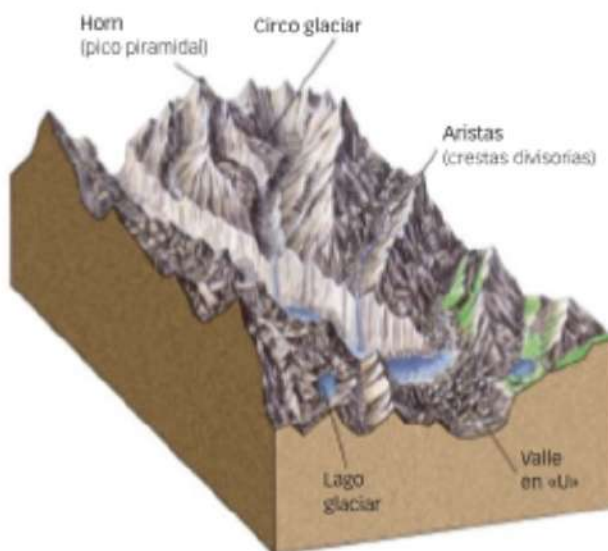
Por último, los cambios climáticos han provocado ascensos y descensos del nivel del mar y **modificaciones en la línea de costa**.

A. Región durante un periodo de glaciación máxima.

Circo glaciar: cuenca rocosa erosionada por un glaciar, con paredes verticales y abruptas




B. Terreno tras el retroceso del hielo.



Doc. 18 Formas erosivas creadas por los glaciares.

► ¿Por qué la erosión glaciar fue mayor en los Pirineos que en los Sistemas Béticos?

4 Relieves morfoestructurales

Una **morfoestructura** es una unidad de relieve cuyas formas están condicionadas fundamentalmente por las fuerzas tectónicas. Se corresponden con las grandes unidades del relieve. En el territorio español se diferencian las siguientes: zócalos, macizos antiguos*, cuencas sedimentarias* y cordilleras de plegamiento.  Doc. 191

Los zócalos

Los **zócalos** son unidades de relieve originadas a partir del arrasamiento total de **antiguas cordilleras paleozoicas**. Presentan formas llanas o abombamientos de amplio radio sobre materiales muy rígidos.

Un zócalo necesita centenares de millones de años para formarse. Son las cordilleras paleozoicas, levantadas en las orogenias caledoniana y hercínica, las que constituyen zócalos perfectos que ya al final de esa era estaban totalmente arrasados.

Los materiales paleozoicos (granito, gneis, pizarra, cuarcita...) son muy rígidos, de manera que, si se someten a nuevas presiones tectónicas, pueden llegar a fracturarse. Es lo que sucedió cuando se produjo la orogenia alpina en el periodo terciario.

En España, el zócalo aparece en la **mitad occidental peninsular**, donde el macizo Hespérico aflora en superficie, y en el sector de las **penillanuras castellanas y extremeñas**.

Doc. 19 Unidades morfoestructurales de España.

- ▶ ¿Qué relieves se definen como macizos antiguos?
- ▶ ¿A qué tipo de unidad morfoestructural corresponde el Sistema Ibérico? ¿Y los Sistemas Béticos?





Doc. 20 Peña Trevinca, en el Macizo Galaico-Leonés.



Doc. 21 Cuenca sedimentaria del Ebro.



Doc. 22 Pliegue en los Picos de Europa (Cordillera Cantábrica).

- ▶ Observa las imágenes y explica las formas de relieve que aparecen en cada una de ellas.

Los macizos antiguos

Los **macizos antiguos** son los sectores del zócalo que fueron afectados por la orogenia alpina y, como consecuencia, se deformaron y rejuvenecieron, por lo que se originaron montañas medias. Al igual que los zócalos, su litología es paleozoica (silícea): materiales rígidos que al ser presionados han dado lugar a bloques fracturados que forman horst y graben.

En España los macizos antiguos son:

- El **Sistema Central** y los **Montes de Toledo**, clasificados como unidades interiores de la Meseta.
- El **Macizo Galaico-Leonés** ▶ (Doc. 20) y la **mitad occidental de la Cordillera Cantábrica**. Ambos son bordes montañosos de la Meseta.

Las cuencas sedimentarias

Las **cuencas sedimentarias** son relieves de morfología relativamente llana que han sido recubiertos por sedimentos tras una subsidencia o hundimiento de la corteza terrestre. Se formaron a lo largo del periodo terciario, con el movimiento alpino. Están constituidas por materiales sedimentarios, de origen marino y continental, como calizas, arcillas y margas, dispuestos en estratos horizontales.

En la actualidad mantienen esta disposición horizontal, puesto que no se han producido nuevos movimientos orogénicos, y sobre estas zonas deprimidas se siguen acumulando materiales procedentes de los relieves más próximos.

Según su origen, distinguimos dos tipos de cuencas:

- **Las cuencas interiores castellanas**. Se formaron a partir de la fractura y hundimiento de un bloque del zócalo herciniano durante la orogenia alpina y han sido colmatadas con los sedimentos procedentes de los relieves montañosos circundantes.
- **Las cuencas sedimentarias prealpinas: Ebro** ▶ (Doc. 21) y **Bética**. Son cuencas cuyo hundimiento está relacionado con la formación de las grandes cordilleras alpinas que se levantan junto a ellas.

Las cordilleras de plegamiento

Una **cordillera de plegamiento*** es un relieve montañoso cuyos materiales se han visto afectados por presiones laterales, generando estructuras plegadas.

El origen de las cordilleras de plegamiento españolas está unido a la orogenia alpina y podemos diferenciar dos tipos:

- **Las cordilleras alpinas**. Son las cordilleras por excelencia, las que alcanzan las máximas altitudes, de vertientes abruptas y perfiles quebrados. Se originaron a partir de la acumulación de potentes capas de sedimentos en depresiones marinas durante la era secundaria (geosinclinal*) que la orogenia alpina plegó y levantó. En España se corresponden con los Pirineos y los Sistemas Béticos.
- **Las cordilleras o cadenas de cobertera**. Surgieron en un borde de zócalo sobre el que descansaba una cobertera sedimentaria*. La orogenia alpina deformó el conjunto, fracturó el zócalo y plegó la cobertera, que se adaptó a la nueva estructura deformada. Estas cordilleras aparecen en el borde oriental de la Meseta: en la mitad este de la Cordillera Cantábrica ▶ (Doc. 22) y en el Sistema Ibérico.

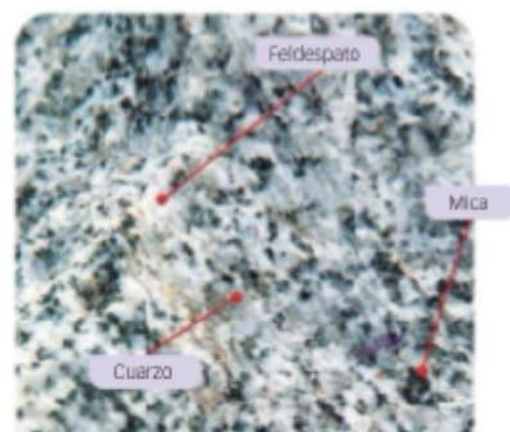
5 Dominios litológicos y formas de modelado

La **litología*** es la ciencia que estudia y describe las características de las rocas*. Estas son agregados naturales compuestos de uno o varios minerales y, en algunos casos, de elementos procedentes de la actividad de organismos vivos fósiles. Coloquialmente, podemos decir que las rocas son los materiales o elementos que conforman la corteza terrestre.

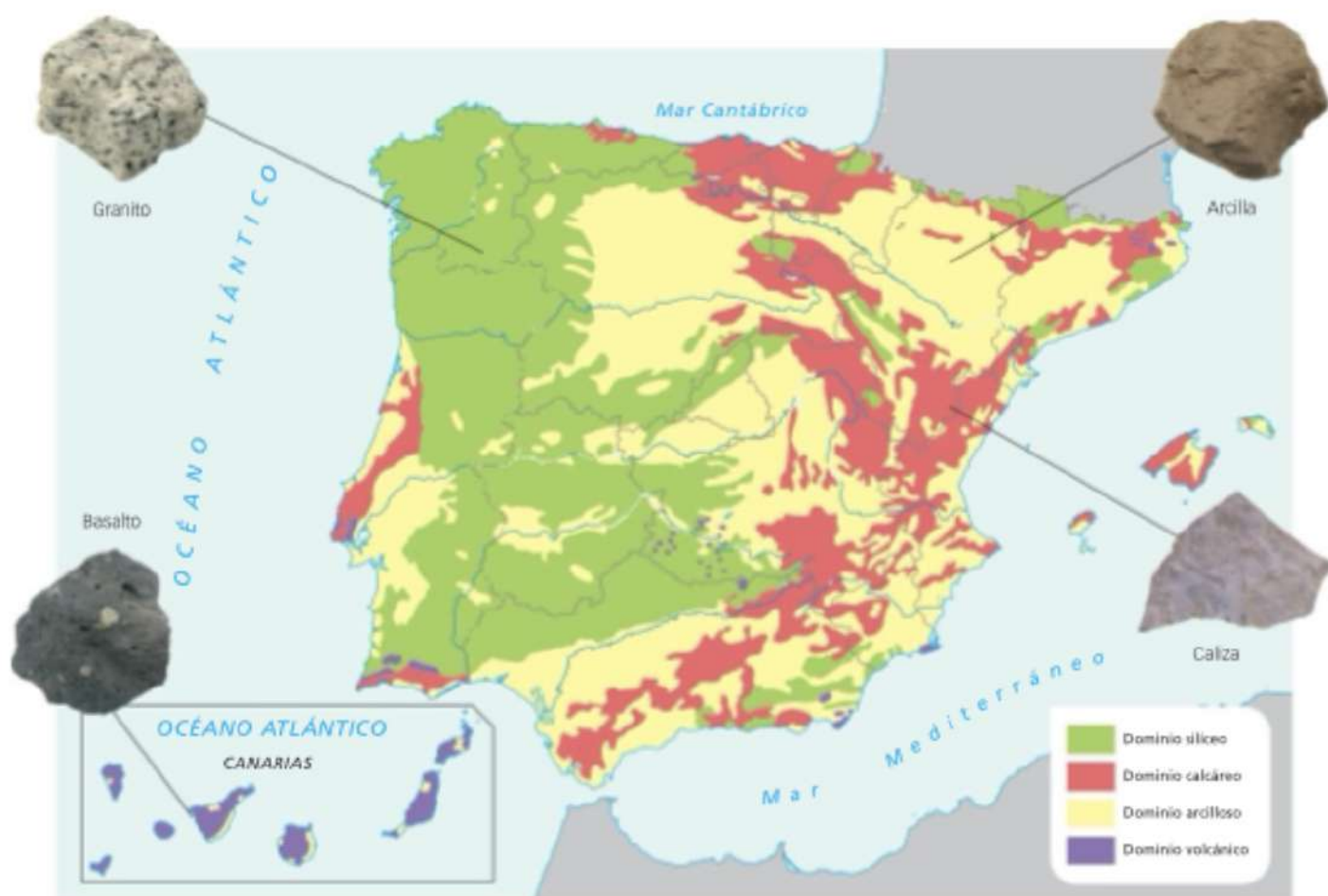
En España se reconocen **cuatro dominios litológicos** según el material que prevalece en cada uno de ellos. ▶ **Doc. 24**

- Tres son peninsulares o del archipiélago balear:
 - Dominio **silíceo**.
 - Dominio **calizo** o **calcáreo**.
 - Dominio **arcilloso**.
- El cuarto define al archipiélago canario: es el dominio **volcánico**.

En cada una de estas zonas litológicas se van a modelar distintas formas de relieve. Sus diferencias condicionan, además, el desarrollo de la vegetación, la hidrografía, los cultivos y otros aprovechamientos del suelo.



Doc. 23 Composición del granito.



Doc. 24 Dominios litológicos de España.

- ▶ Observa el mapa y contesta: ¿qué Comunidades Autónomas tienen todo o parte de su territorio asentado sobre el dominio silíceo? ¿Qué litología domina en el País Vasco?



Doc. 25 Esquema de modelado granítico.

5.1. El dominio silíceo

Las **rocas silíceas** agrupan algunas rocas ígneas, como el granito. ▶ (Doc. 23) y algunas rocas metamórficas (formadas en condiciones extremas de temperatura y presión en el interior de la litosfera), como pizarras, esquistos y gneis. Son rocas muy antiguas, de edad precámbrica (las menos) o paleozoica; por eso, son duras, rígidas, resistentes a la erosión y, ante las presiones tectónicas, pueden llegar a fracturarse.

En España se localizan mayoritariamente en las regiones en las que aflora en superficie el viejo zócalo herciniano de la Meseta y, también, donde aparecen fragmentos de otros macizos antiguos. Así, el área silícea ocupa, de forma casi continua, todo el tercio oeste peninsular (excepto la región en torno a Lisboa), desde Galicia hasta gran parte de Huelva; se extiende hacia el este por el Macizo Asturiano, el Sistema Central, los Montes de Toledo y Sierra Morena; y aparece también, como manchas aisladas, en el eje central de los Pirineos, la cordillera Penibética, algunas sierras del Sistema Ibérico y del Sistema Costero-Catalán.

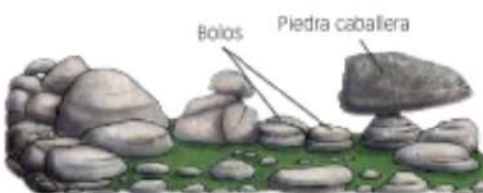
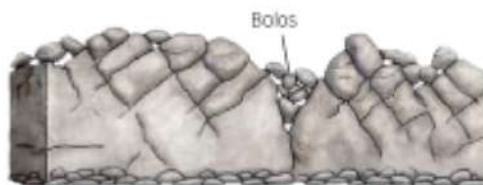
De las rocas silíceas, **el granito es la más abundante**; por eso vamos a estudiar las formas del relieve que se labran sobre él.

Las formas de modelado dominantes son las que resultan de la alteración por la acción del agua, el hielo y el deshielo, que actúa a través de las **diaclasas***, líneas de debilidad del granito por las que se inicia la erosión. El agua se filtra a través de estas fisuras, que se van ensanchando hasta llegar a provocar el desprendimiento de bloques individualizados (gelifracción).

▶ (Doc. 26) Las formas resultantes son variadas: ▶ (Doc. 25)

- Si el agua actúa sobre las diaclasas más superficiales, de disposición horizontal, se produce una «descamación», que da lugar a un paisaje de formas redondeadas y suaves: los **domos***.
- Si el agua se filtra a través de la red ortogonal de diaclasas, se puede modelar un **tor***, colina en la que se aprecia la estructura compuesta por los bloques diaclasados. Cuando la erosión llega a individualizar alguno de estos bloques, se forman **bolos***. Si un bloque queda en equilibrio inestable, lo llamamos **piedra caballera***. Y cuando los bolos se amontonan en las vertientes, hablamos de **berrocales o pedrizas***.
- En las zonas frías de alta montaña la acción del hielo crea un paisaje de **crestas*** en las cumbres y **canchales*** (acumulación de fragmentos de roca) al pie de las montañas.

Doc. 26 Mecanismo de actuación de la erosión mecánica sobre el granito.



5.2. El dominio calizo o calcáreo

Hablamos de la España caliza para referirnos a las áreas donde predominan las rocas sedimentadas durante el Mesozoico y comienzos del Terciario, que con el plegamiento alpino formaron los conjuntos montañosos de la zona oriental española.

El dominio calizo se extiende formando una gran «Z» invertida, desde las costas catalanas hasta el estrecho de Gibraltar: zona meridional del Sistema Costero-Catalán, parte de los Pirineos (el Prepirineo), los Montes Vascos y la mitad oriental de la Cordillera Cantábrica, flexionándose hacia el sureste, a lo largo del Sistema Ibérico, para enlazar, con dirección suroeste, con la Cordillera Subbética. Asimismo, es la litología dominante en el archipiélago balear, salvo en las llanuras centrales. ▶ (Doc. 24)

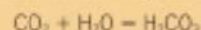
La caliza es una roca dura y permeable que, como resultado de su disolución en contacto con el agua, da lugar al **modelado cárstico*** (o kárstico). Las formas cársticas más características resultan tanto de la disolución subterránea como de la acción del agua en superficie. ▶ (Doc. 28) Estas son:

- **Cañón, garganta u hoz***: valle estrecho, de flancos verticales y profundos, labrado por un río. ▶ (Doc. 27)
- **Lapiaz o lenar***: superficie formada por surcos o acanaladuras de distinto tamaño, creadas por el agua de arroyada. ▶ (Doc. 29)
- **Simas***: embudos o aberturas estrechas que comunican la superficie con galerías subterráneas. Las simas pueden dar lugar a cuevas con estalactitas y estalagmitas.
- **Dolinas o torcas***: depresiones cerradas, formadas en superficie, de silueta ovalada y contornos sinuosos. Sus dimensiones oscilan desde algunas decenas de metros hasta varios kilómetros de diámetro. Al unirse varias dolinas forman una **uvala***.
- **Poljé***: valle cerrado de fondo plano, generalmente recorrido por un riachuelo que se pierde por un sumidero o **pónor*** (punto de absorción). Las tierras del poljé son ricas, ideales para el cultivo.

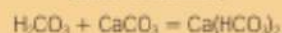
SABER MÁS

Disolución de las rocas calizas

Las calizas son rocas de carbonato de cal (CaCO_3). El carbonato cálcico no es soluble en agua pura, pero sí en agua con abundante ácido carbónico y otros ácidos.



(ácido carbónico)



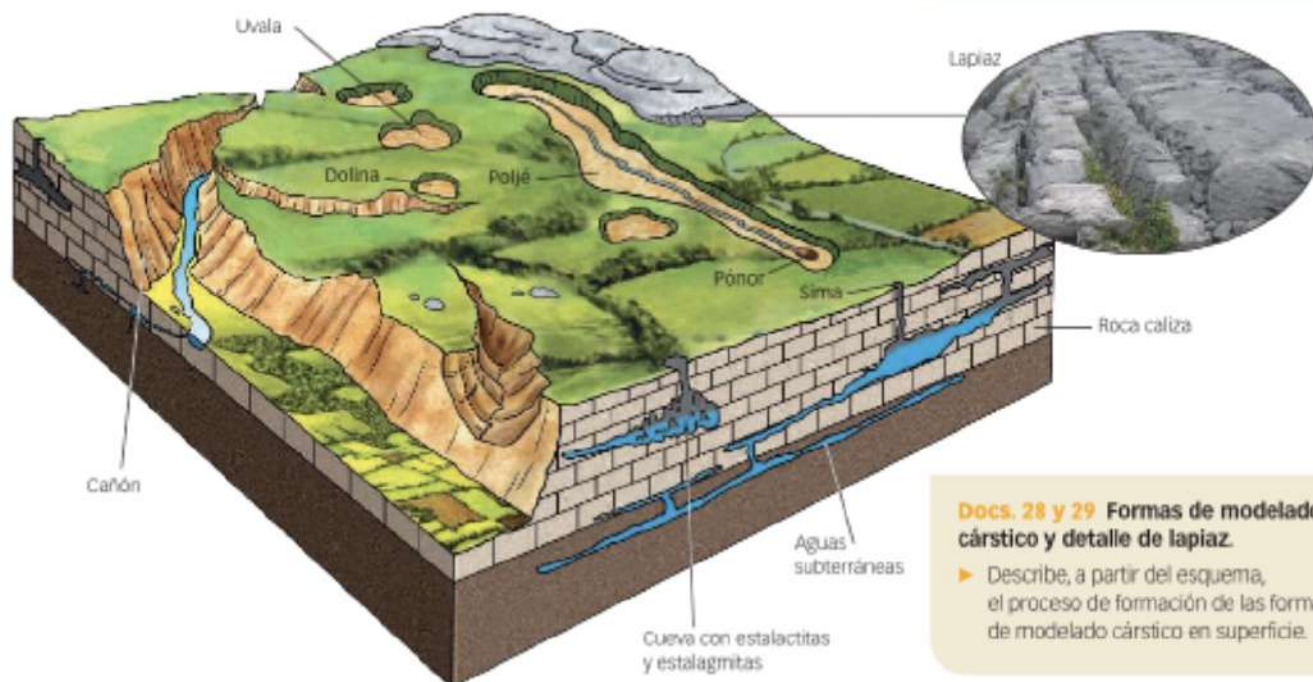
(bicarbonato cálcico)

El bicarbonato cálcico es muy soluble en agua.

Cuando las condiciones de la disolución varían, se puede dar la reacción inversa, depositándose el carbonato cálcico en forma de calcita, como ocurre en las estalactitas y las estalagmitas.



Doc. 27 Foz de Arbayún, en Navarra. Es un estrecho cañón excavado por el río Salado.



Docs. 28 y 29 Formas de modelado cárstico y detalle de lapiaz.

- ▶ Describe, a partir del esquema, el proceso de formación de las formas de modelado cárstico en superficie.



Doc. 30 Un ejemplo de *badland*: los barrancos de Gebas, en Murcia.

► ¿Crees que si estas tierras arcillosas estuvieran cubiertas por una densa vegetación tendrían este paisaje de cárcavas? Explicalo.



Doc. 31 Un cerro testigo en Guadalajara.

5.3. El dominio arcilloso

En esta zona, las rocas predominantes son **arcillas, margas y yesos**. Fueron depositadas a finales del Terciario y en el Cuaternario y son rocas poco consistentes, algunas impermeables. En España, el dominio arcilloso se extiende por las depresiones terciarias y las llanuras litorales mediterráneas: las cuencas sedimentarias castellanas, las depresiones del Ebro y Bética y las llanuras costeras mediterráneas.

Estas zonas no han sido afectadas por movimientos orogénicos posteriores, por lo que forman relieves planos, de disposición horizontal, acorde con la estructura de sus estratos sedimentarios.

- En las zonas semiáridas o áridas desprovistas de vegetación, el agua de arroyada genera **cárcavas***, que son barrancos o hendiduras de paredes verticales, que pueden llegar a formar un paisaje de **badlands*** cuando las cárcavas ocupan una extensa zona. ► (Doc. 30) Estos relieves predominan en el sureste peninsular árido.

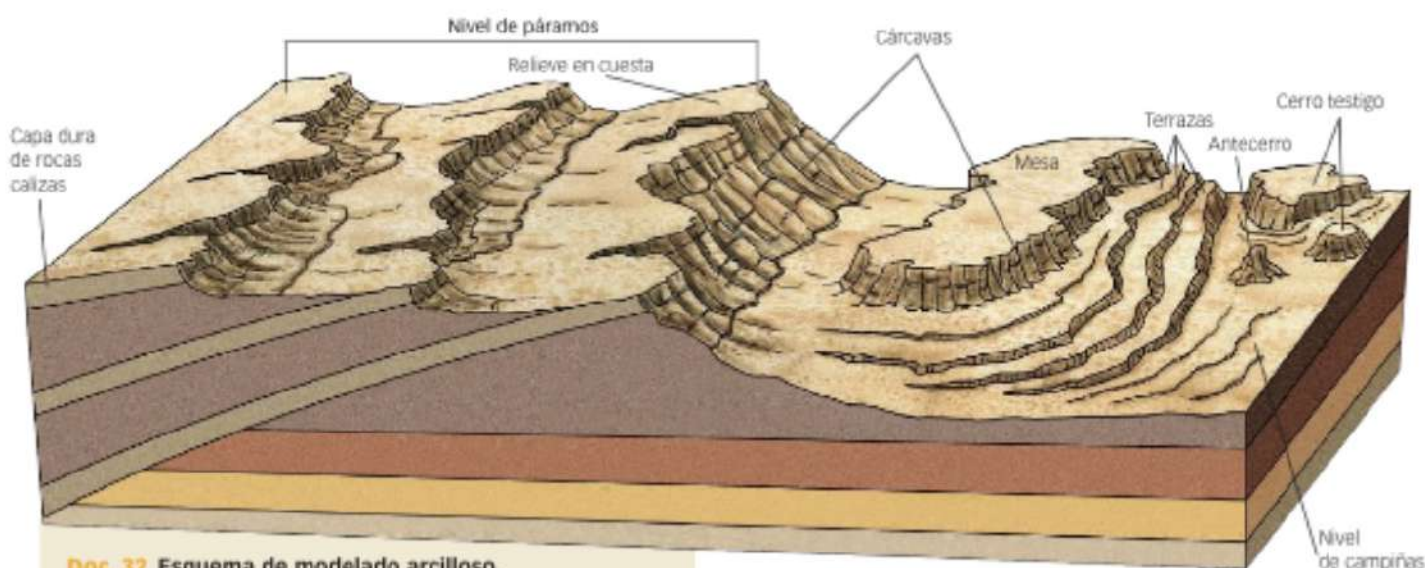
- En ocasiones, sobre estas vastas llanuras, la alternancia de materiales duros (calizas) y blandos (arcillas, margas) da lugar a formas de modelado que son resultado de la **erosión diferencial***, ► (Doc. 32) pues actúa selectivamente y con diferente intensidad según la dureza del material:

- En unos casos, se trata de relieves horizontales en los que alternan dos niveles, el nivel de páramos y el nivel de campiñas.

El nivel de **páramos***, más elevado, corresponde a llanuras estructurales en las que la erosión ha desmantelado las capas superiores más blandas y ha dejado al descubierto una capa de rocas calizas duras, que corona el páramo y protege los materiales subyacentes más blandos.

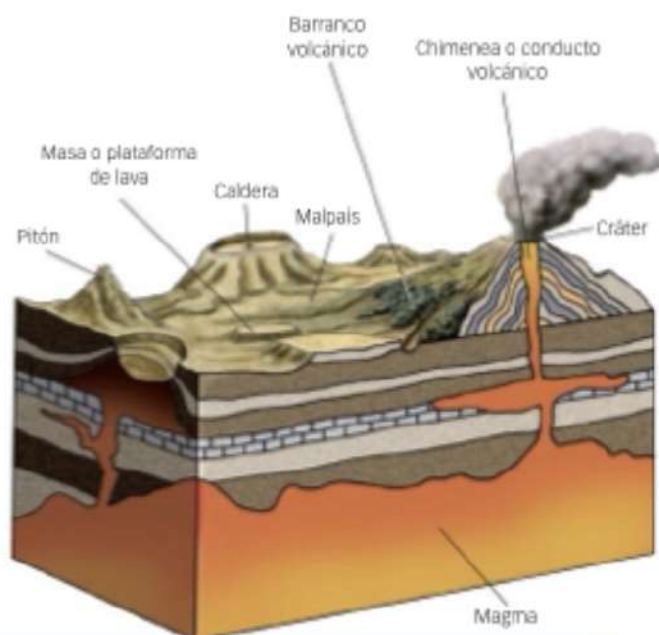
El nivel de **campiñas*** o **vegas**, a menor altitud, está formado por llanuras de origen erosivo, labradas por los ríos sobre materiales blandos. Cuando la erosión ha sido muy intensa, los páramos quedan reducidos a relieves residuales, los **cerros testigo***, ► (Doc. 31) que destacan en algunos sectores sobre el nivel de las campiñas.

- Si los relieves están inclinados, la alternancia de materiales da lugar a **relieves en cuesta**.



Doc. 32 Esquema de modelado arcilloso.

► ¿Qué diferencias hay entre un páramo y un cerro testigo?



Docs. 33 y 34 Áreas volcánicas de España y esquema de modelado volcánico.

- ¿Se ha producido en los últimos años algún episodio volcánico en nuestro país? En caso afirmativo, explica detalladamente dónde, cuándo y si ha influido en el relieve.

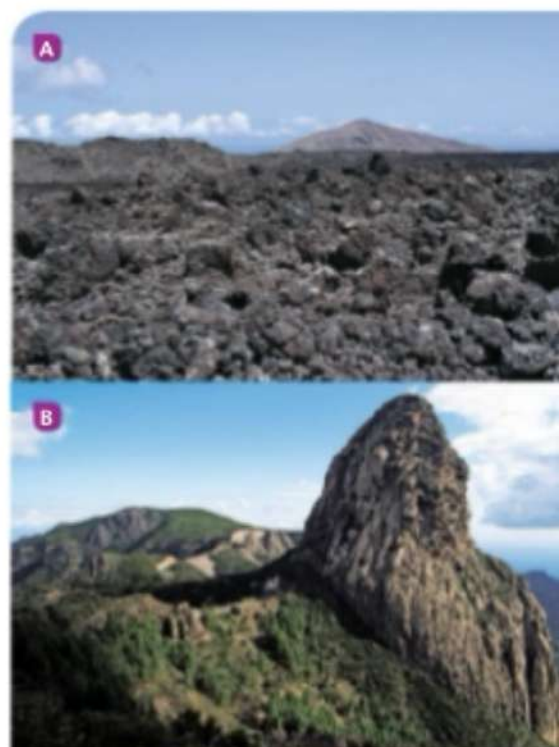
5.4. El dominio volcánico

Se identifica con el archipiélago canario. En la Península solo aparecen zonas volcánicas aisladas en Almería (cabo de Gata), Murcia, Valencia, Girona (Olot) y Ciudad Real (Campo de Calatrava). ► (Doc. 33)

Las erupciones volcánicas y la erosión posterior modelan distintas formas de relieve, condicionadas por la viscosidad de la lava y la proporción entre piroclastos* (productos sólidos) y coladas*, entre otros factores. Algunas de las formas del relieve volcánico más características son: ► (Doc. 34)

- **Cono volcánico***. Es un edificio volcánico, en forma de cono truncado, levantado alrededor del cráter. Popularmente se denomina volcán.
- **Caldera***. Es una depresión circular o elíptica. Se puede originar, bien por el desplome del edificio volcánico (calderas de hundimiento); bien por emisiones violentas de magma al exterior (calderas de explosión); o bien por el arroyamiento y la acción del aire (calderas de erosión).
- **Domo**. Es un edificio volcánico, con forma de cúpula y paredes empinadas, en el que la lava, muy viscosa, se ha enfriado y solidificado en el mismo cráter, sin extenderse por el territorio.
- **Malpais***. Es un cúmulo de coladas viscosas solidificadas que dan lugar a paisajes yermos y con aspecto de escombrera. ► (Doc. 35 A)
- **Roque y dique***. Son los **pitones**, masas de lava alojada en la chimenea de un volcán cuyo cono ha sido erosionado. Los roques se forman a partir de volcanes puntuales, y los diques, a partir de un volcán fisural. ► (Doc. 35 B)
- **Barranco volcánico***. Se origina por el arroyamiento del agua de lluvia que discurre por las laderas inclinadas hacia el mar.

Otras formas de relieve volcánico son, por ejemplo, las **chimeneas de hadas** (producto de la erosión diferencial) y las **cavidades volcánicas**.



Doc. 35 Formas del relieve volcánico:

- A. Malpais de La Corona, en Lanzarote.
B. Roque de Agando, en La Gomera.

Elaborar y comentar un perfil topográfico

El mapa topográfico: la representación del relieve

El **Mapa Topográfico Nacional (MTN)**, elaborado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), nos ofrece una representación fiel, a diferentes escalas, del relieve de nuestro país.

El elemento fundamental de este tipo de mapas son las **curvas de nivel**, que unen puntos situados a la misma altitud. Entre dos curvas hay una diferencia de altitud de 20 m, y cada cinco líneas se dibuja una línea de mayor grosor llamada **curva maestra**.

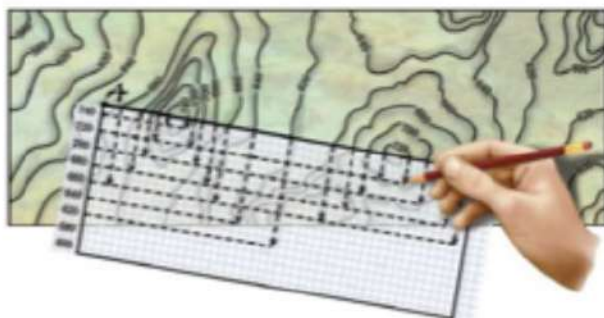
La disposición de las curvas de nivel nos permite saber cómo es el relieve:

- Si las curvas están muy próximas, indican una fuerte pendiente del terreno (relieve abrupto).
- Si están distanciadas, reflejan un terreno llano.
- Donde aparece un río o un arroyo, las curvas presentan una forma en «V», cuyo vértice se orienta en sentido contrario al de la corriente.

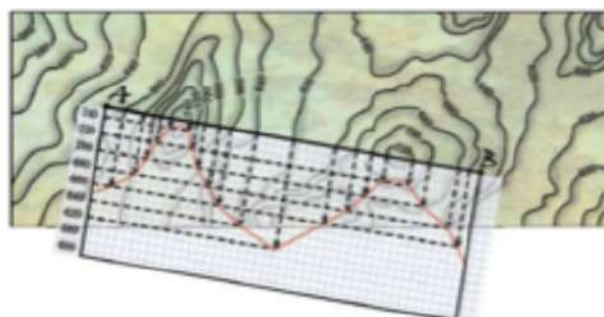
Trabajo práctico sobre el MTN: el perfil topográfico

A partir del MTN podemos levantar el perfil del relieve entre dos puntos. Para su realización, utiliza una hoja de papel milimetrado y sigue estas pautas:

- **Traza una línea entre dos puntos** del mapa sobre los que quieras hacer el perfil.
- **Dibuja** sobre el papel milimetrado una línea de igual longitud que la hecha en el mapa; será **el eje de abscisas**. Completa el eje de coordenadas levantando el **eje vertical de ordenadas**, en el que marcarás las **altitudes**. Dobra el papel milimetrado por el eje de abscisas y apóyalo sobre la línea trazada en el mapa.
- Sobre el papel, con un lápiz, **marca las curvas de nivel que cortan la línea trazada**. No olvides señalar la altitud en las marcas que hagas.



- Desdobra el papel y **proyecta cada marca con un punto a la altura del eje de ordenadas** que le corresponda. Para que el perfil sea expresivo, conviene modificar la escala vertical; por ejemplo, que cada centímetro del eje equivalga a 100 m. No es necesario que el eje de ordenadas comience a altitud 0 m (fíjate que en el ejemplo resuelto).
- **Une todos los puntos** a mano alzada (evita hacer líneas quebradas) y obtendrás el perfil topográfico entre los dos puntos unidos por la línea. Puedes completarlo señalando los cursos fluviales, carreteras y otros elementos significativos que haya cortado la línea.



Hazlo tú

- ▶ Localiza en la web del IGN (www.ign.es) la hoja 80 del MTN a escala 1:50.000 y haz un perfil topográfico entre otros dos puntos del mapa. Una vez terminado, comenta cómo es el relieve.

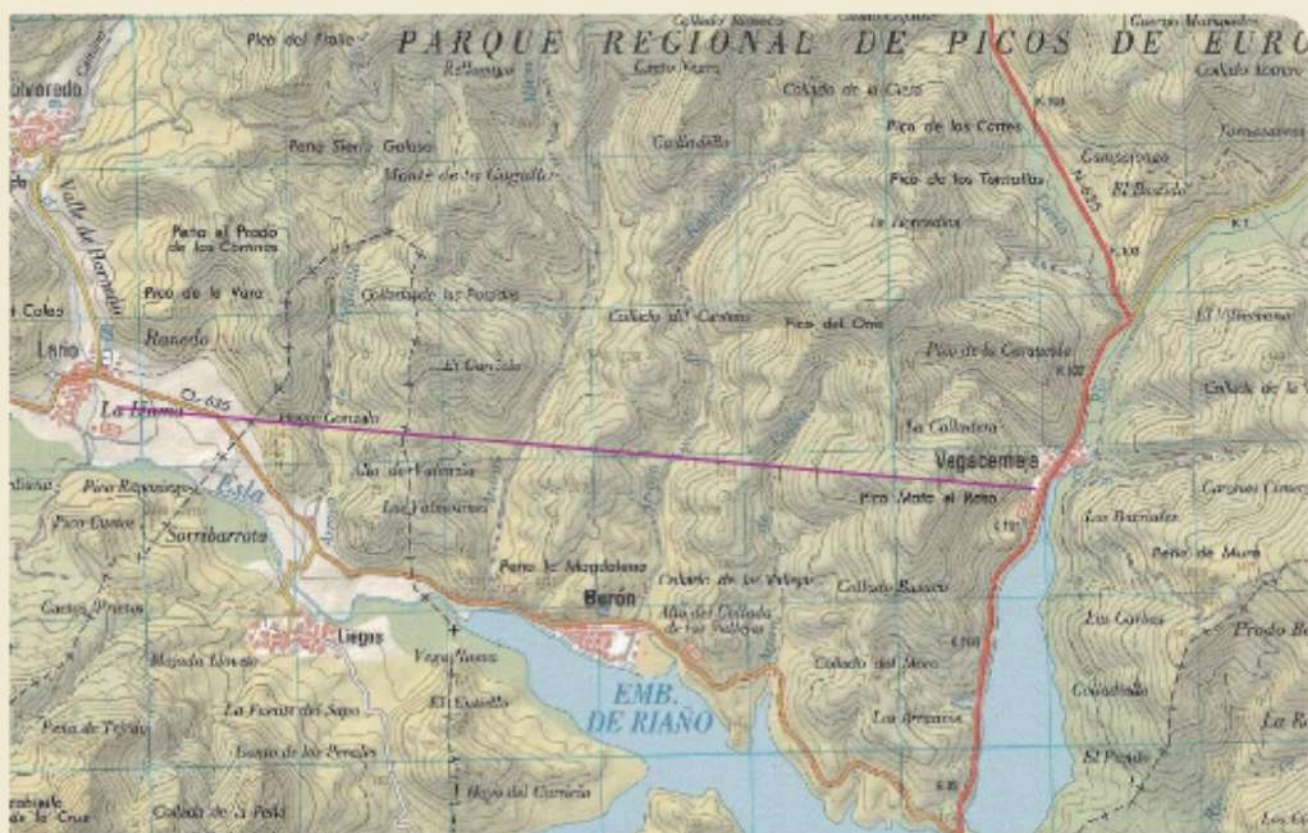
Cómo acceder al MTN

En la página web, sigue esta ruta para obtener el mapa: «Descargas» ▶ «Catálogo de productos» ▶ «MTN50 Edición impresa». En «Selección Hoja del MTN50», escribe 80 y, a continuación, pulsa el botón de «Buscar».

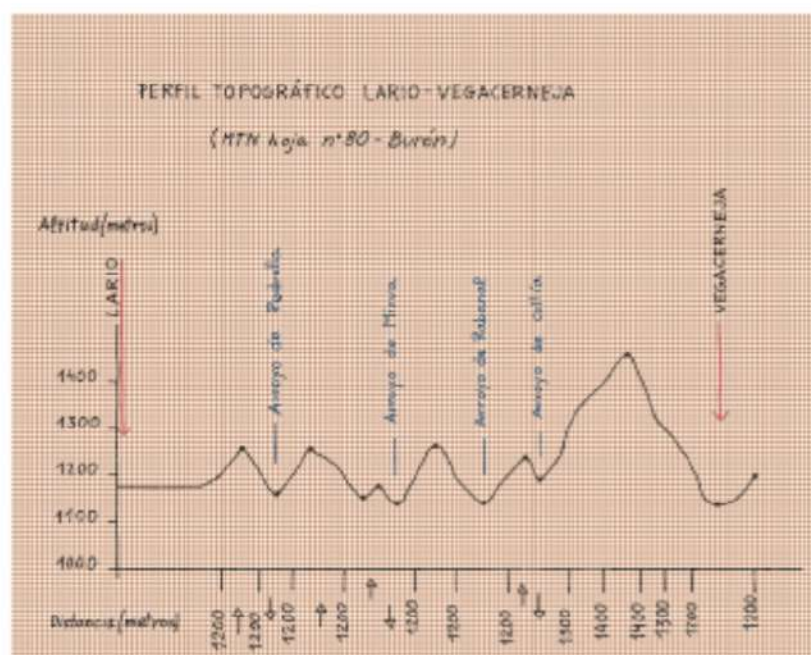
En la nueva ventana, selecciona «añadir» el archivo *MTN50-0080-2005-cns-Buron.zip* y pulsa sobre «Comenzar el proceso de descarga». En la siguiente pantalla, haz clic sobre «Iniciar la descarga». Para poder continuar, debes aceptar el uso de la licencia y rellenar, o no, una pequeña encuesta. Después, pulsa sobre «Descargar». Selecciona una carpeta de tu ordenador y dale a «Guardar».

El archivo que te acabas de descargar está en formato comprimido (zip), y contiene cuatro archivos, de los que solo vamos a usar uno, el que tiene extensión jpg. Abre el archivo jpg con el programa de edición de imagen. Con este programa seleccionamos el mapa, eliminando márgenes e información adicional. Guarda el mapa. Al hacerlo en formato jpg, el programa te pedirá que señales un nivel de compresión; ajústalo al 40.

EJEMPLO RESUELTO



Siguiendo las pautas dadas, hemos dibujado el perfil del relieve que se extiende entre las localidades de Lario y Vegacerneja, como se marca en el mapa topográfico superior con una línea morada.



Comentario

El perfil trazado recorre una distancia de 6,5 km en dirección oeste-este. Comienza en la localidad de Lario, situada a casi 1.200 m de altitud en el valle del Esla. Durante los primeros metros, el terreno es llano. Después, se vuelve abrupto, con una sucesión de zonas elevadas y hundidas, por las que discurren los cauces de distintos arroyos a altitudes que oscilan entre 1.150 y 1.200 metros.

La máxima altitud del perfil se encuentra casi al final del recorrido, cerca del pico Mata el Raso, donde se superan los 1.400 metros. Desde aquí, el relieve desciende de forma brusca hacia Vegacerneja, situada a unos 1.100 m de altitud a orillas del embalse de Riaño.

6 El relieve de la Península



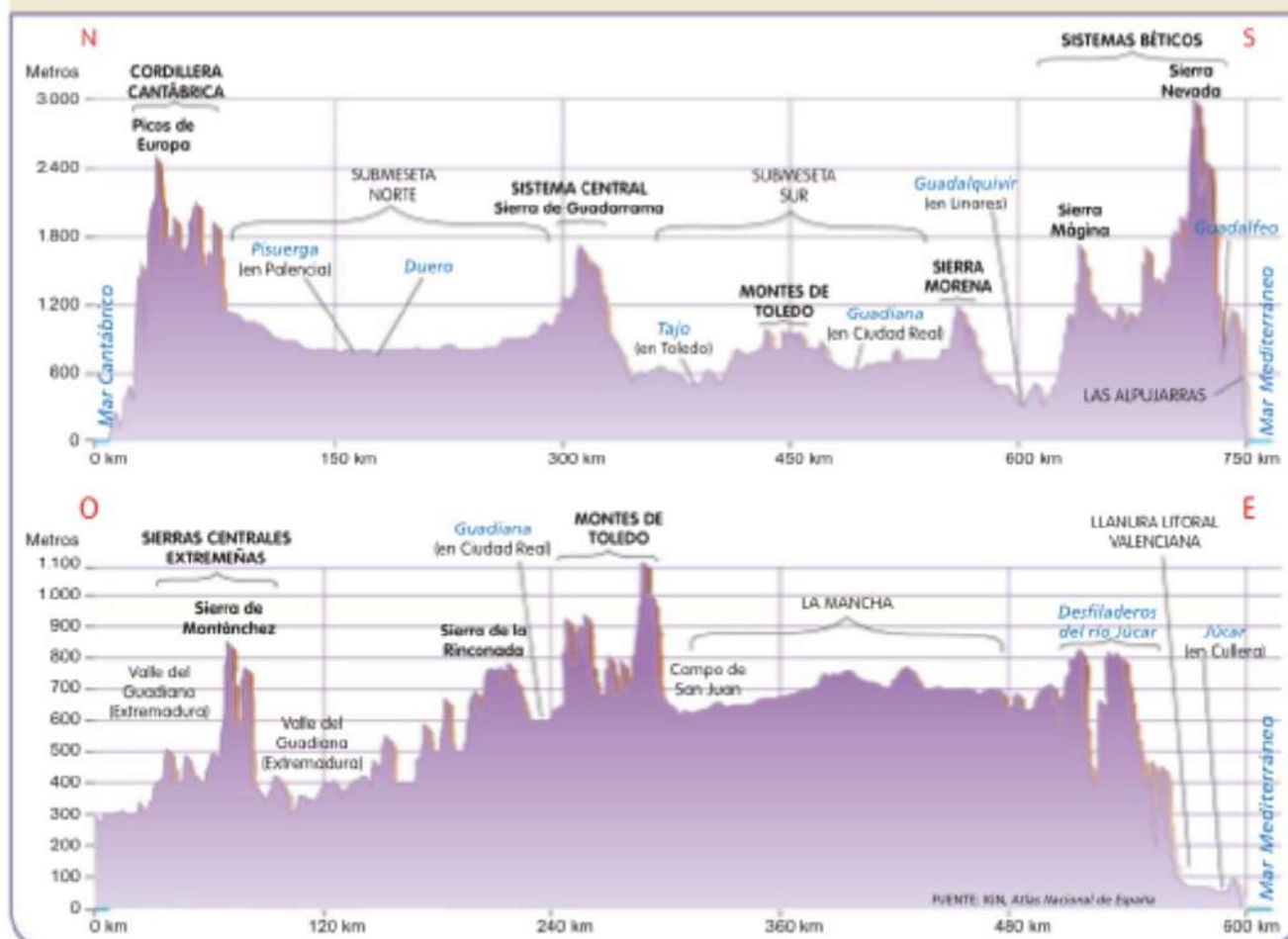
La península ibérica cuenta con relieves muy dispares, tanto por su origen geológico y composición litológica, como por sus formas. [▶ IDoc. 36](#)

Podemos diferenciar dos grandes conjuntos: la Meseta Central y las unidades exteriores a ella.

- La **Meseta Central** es la unidad morfoestructural clave del relieve peninsular, que a su vez se divide en unidades de menor rango.
- Las **unidades alpinas, exteriores a la Meseta Central**, constituyen el otro conjunto, en el que se diferencian a su vez dos subconjuntos: las cordilleras y las depresiones alpinas.

Doc. 36 Perfiles topográficos de la España peninsular: cortes N-S y O-E.

- ▶ Traza sobre un mapa altimétrico peninsular el itinerario que representan estos dos perfiles topográficos. Comprueba cómo puede representarse la misma información a partir de técnicas diferentes.



6.1. La Meseta Central

La Meseta Central (Doc. 37) es una unidad morfoestructural de **elevada altitud media** que articula las restantes unidades del relieve peninsular. En ella **alternan extensas llanuras con zonas montañosas**. La orogenia alpina provocó la **inclinación** de la Meseta **hacia el océano Atlántico**, por lo que su altitud disminuye de este a oeste.

Los límites de la Meseta, salvo por el oeste, están definidos por rebordes montañosos que actúan a modo de barreras o murallas que la cierran y aíslan.

El Sistema Central divide la Meseta en dos: la Submeseta Norte y la Submeseta Sur. Ambas son extensas superficies planas de elevada altitud media, conocidas también como **altiplanicies**. Estas subunidades se formaron durante el movimiento alpino, cuando el levantamiento del Sistema Central dividió la Meseta en dos mitades.

Desde el punto de vista geológico, en las submesetas diferenciamos dos unidades: las cuencas sedimentarias castellanas y las penillanuras occidentales.

La Submeseta Norte

Ocupa el interior de la mitad norte peninsular. Limita al noroeste con el Macizo Galaico-Leonés, al norte con la Cordillera Cantábrica, al este con el Sistema Ibérico, y al oeste con las gargantas del Duero y sus afluentes. Su altitud media es de 750 m y está recorrida por una única red fluvial, la del Duero, por lo que es más uniforme que la Submeseta Sur. (Doc. 13)

• **La cuenca sedimentaria del Duero** es un sector del zócalo paleozoico que, como resultado de la orogenia alpina, se hundió a gran profundidad. La cubeta, sin salida al mar, se convirtió en un lago interior y fue rellenándose de materiales procedentes de los relieves circundantes durante el Terciario y el Cuaternario. En este último periodo, debido a la alternancia climática de fases glaciales e interglaciales, los ríos de las cuencas sedimentarias labraron **terrazas fluviales**. Estas son superficies planas escalonadas, antiguos lechos de inundación puestos en resalte por el encajamiento del río. En el valle del Duero se pueden apreciar varios niveles de terrazas.

En esta zona **dominan las rocas arcillosas**. Las formas del relieve son simples llanuras con dos niveles, los **páramos** y las **campiñas**, de perfiles suavemente ondulados. (Doc. 38) La diferente resistencia a la erosión explica la formación de estos niveles. A partir del nivel de los páramos, que se sitúan fundamentalmente en el norte de la Submeseta, la red fluvial se ha ido encajando, labrando las margas y las arcillas y ampliando poco a poco su valle. En ocasiones, en las campiñas aparecen **cerros testigos u oteros**. Las campiñas se localizan al norte del Duero, en la Tierra de Campos, y al sur, en la Tierra de Pinares.

También encontramos páramos calizos en la mitad oriental de la cuenca (páramos de Peñaranda).

Doc. 38 Páramos y campiña del Esgueva, en Valladolid.

► Define páramo. ¿En qué parte de la Submeseta Norte se localizan?

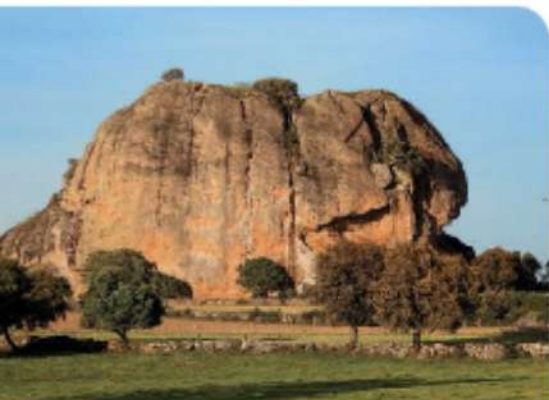


- Límite de la Meseta Central
- Unidades montañosas interiores
- Cuencas sedimentarias
- Penillanuras occidentales

Doc. 37 La Meseta Central.

► Explica la formación de la Meseta Central y de qué unidades se diferencian en ella.





Doc. 39 La Peña Gorda, un monte isla en la penillanura salmantina.

- Deduce a partir de la fotografía qué es un monte isla y explica cómo se ha formado.



Doc. 40 Las Tablas de Daimiel, en Ciudad Real. Este humedal es el último representante del ecosistema denominado tablas fluviales.

- Investiga de dónde proceden las aguas que alimentan este humedal.



- **Las penillanuras occidentales**, suavemente onduladas y de escaso desnivel, son superficies de erosión que suelen corresponder con aquellos sectores en los que aflora el zócalo herciniano sin deformar. Pertenecen al **dominio litológico silíceo de granitos y pizarras**.

Estas superficies de erosión se localizan en el sector occidental de la Submeseta Norte, en las provincias de Salamanca y Zamora; por ello se habla de las penillanuras zamorano-salmantinas. En el límite con Portugal, en los Arribes del Duero, el río se encaja creando un gran tajo en el que se salva un desnivel de 300 metros.

Las penillanuras presentan algunos relieves residuales cerca de las montañas: los **montes isla***, formados por rocas resistentes. ▶ (Doc. 39)

La Submeseta Sur

Se extiende por la mitad meridional del interior peninsular. Limita al norte con el Sistema Central, al este con el Sistema Ibérico, al sur con Sierra Morena, y al oeste con la penillanura extremeña, que enlaza con la depresión terciaria del Sado-Tajo en torno a Lisboa.

Tiene una altitud media inferior a la Submeseta Norte, de unos 650 m, y es menos uniforme. Pero, a pesar de todo, predominan las llanuras.

- **La cuenca sedimentaria de la Submeseta Sur** presenta muchos aspectos en común con la cuenca del Duero: tienen el mismo origen geológico y en ambas dominan las rocas arcillosas y los relieves horizontales, las extensas llanuras. Pero también tiene rasgos exclusivos que la individualizan y la convierten en una cuenca sedimentaria más compleja, menos «simétrica» y más accidentada.

Los Montes de Toledo rompen esta unidad fragmentándola en **dos cuencas hidrográficas**: la cuenca del Tajo, al norte, y la cuenca del Guadiana, al sur.

En la **cuenca del Tajo**, de este a oeste, encontramos los páramos de La Alcarria y la Mesa de Ocaña, y extensas campiñas, como las de La Sagra. Hacia el oeste, el río Tajo se encaja hasta alcanzar los 200 m de profundidad en la frontera con Portugal.

La llanura de La Mancha ocupa buena parte de la **cuenca del Guadiana**, con zonas endorreicas*, con una importante circulación de aguas subterráneas, humedales y lagunas, como las Tablas de Daimiel ▶ (Doc. 40) y las Lagunas de Ruidera.

- **Las penillanuras** se extienden por el oeste de Ciudad Real y el sur y oeste de Extremadura. También son superficies de erosión labradas sobre el zócalo primario, en las que sobresalen crestones de cuarcitas (modelados por la erosión diferencial) y aislados montes isla sobre extensas llanuras onduladas.

En el Campo de Calatrava, en la provincia de Ciudad Real, está presente el vulcanismo, con cerca de 200 antiguos centros de emisión que apenas destacan en la penillanura. ▶ (Doc. 41)

Doc. 41 Volcán de La Laguna de La Alberquilla, en el Campo de Calatrava (Ciudad Real). La Laguna se ha formado en un cráter de explosión y es la única laguna volcánica situada en la parte alta de una sierra cuarcítica, la Sierra Madrona.



Doc. 42 Perfil del Sistema Central.

Las unidades montañosas interiores

El interior de la Meseta está surcado por dos sistemas montañosos: el Sistema Central y los Montes de Toledo.

- El Sistema Central**, (Doc. 42) que divide la Meseta en dos submesetas, se dispone en dirección suroeste-noreste, desde la sierra de la Estrella, en Portugal, hasta enlazar con el Sistema Ibérico, al este. Es un **macizo antiguo, de estilo germánico**. Los horst o bloques levantados forman las sierras, y los graben o fosas tectónicas son aprovechados por los ríos, que discurren en sentido norte-sur y permiten la comunicación entre ambas submesetas.

El Sistema Central se estructura en varios conjuntos. La sierra de Gata y la Peña de Francia constituyen el conjunto más occidental y no superan los 1.800 m de altitud. La sierra de Gredos y la de Guadarrama se sitúan en el centro y sus cimas más altas sobrepasan los 2.400 m. En el extremo oriental se disponen las sierras de Somosierra, Ayllón y Pela.

Es una unidad larga (700 km) y muy estrecha. Presenta una cierta simetría de este a oeste, dado que se va elevando desde los extremos hacia el centro, donde alcanza su máxima altitud: el pico Plaza del Moro Almanzor (2.591 m), en la sierra de Gredos. La vertiente norte, la del Duero, es más suave, y la vertiente sur, la del Tago, es más abrupta.

La litología es silícea. En las sierras periféricas (Gata, Peña de Francia, Somosierra, Ayllón y Pela) predominan los materiales metamórficos (pizarras, gneis y cuarcitas), y en las sierras centrales, el granito, sobre el que la erosión ha modelado domos, tores y berrocales, como el de La Pedriza de Manzanares. (Doc. 69)

Las **cimas** de las sierras son **suaves y aplanadas**, resultado de la antigua penillanura fracturada y levantada con la orogenia alpina. En ocasiones aparecen formas más abruptas y escarpadas, como las **crestas o galayos** labrados sobre el granito en la sierra de Gredos. En las zonas más elevadas de Gredos y Guadarrama quedan huellas del **glaciarismo** cuaternario, glaciares de circo convertidos en lagunas. (Doc. 43)

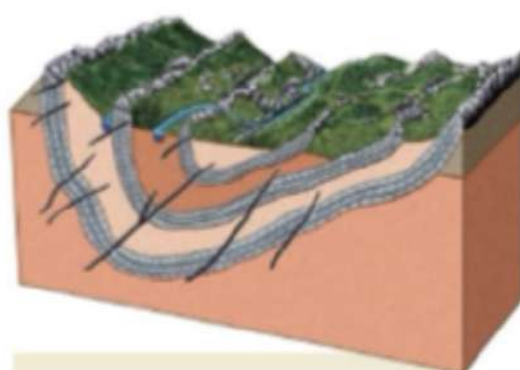
- Los Montes de Toledo** se alzan en el centro de la Submeseta Sur, separando las cuencas del Tago, al norte, y del Guadiana, al sur. Sus cumbres tienen menor entidad que las del Sistema Central, con el que comparten su génesis: un bloque del zócalo arrasado y posteriormente fracturado en un complejo sistema de horst y graben tras la orogenia alpina.

Están modelados sobre materiales paleozoicos, cuarcitas y pizarras, que ofrecen un típico **relieve apalachense***. (Doc. 44) Hacia el oeste, en las sierras cacereñas, alcanzan su máxima altitud: el pico Villuercas (1.601 m).



Doc. 43 La Laguna Grande y, al fondo, el pico Almanzor, en la sierra de Gredos.

► ¿Cuál es el origen de esta laguna?



Doc. 44 Esquema del relieve apalachense en los Montes de Toledo: sinclinal de Monfragüe.

El relieve apalachense es aquel que resulta de la erosión de un antiguo relieve plegado y se caracteriza por la alternancia de depresiones labradas en materiales blandos sedimentarios y crestas de materiales más resistentes.



Doc. 45 Ría de Muros y Noia, en el litoral gallego.

► ¿Qué es una ría?

6.2. Los bordes de la Meseta

La Meseta está rodeada por relieves montañosos que se formaron en el Terciario al fracturarse el zócalo herciniano y elevarse estos bloques.

El borde noroeste: el Macizo Galaico-Leonés

Ocupa el ángulo noroccidental de la Meseta. Tiene su origen en el Paleozoico, como parte del macizo Hespérico. En el Terciario, la orogenia alpina fracturó este borde del zócalo, dando lugar a un gran abombamiento recorrido por un sistema de fallas de disposición norte-sur.

Desde el punto de vista morfoestructural, es un **macizo antiguo** compuesto de bloques individualizados por fallas. El relieve se escalona desde el oeste (a nivel del mar) hacia el este, llegando a superar los 2.000 m en los Montes de León. ► (Doc. 46) Su estructura litológica es **silícea**, está compuesto fundamentalmente por granito, que hacia el este da paso a pizarras y cuarcitas.

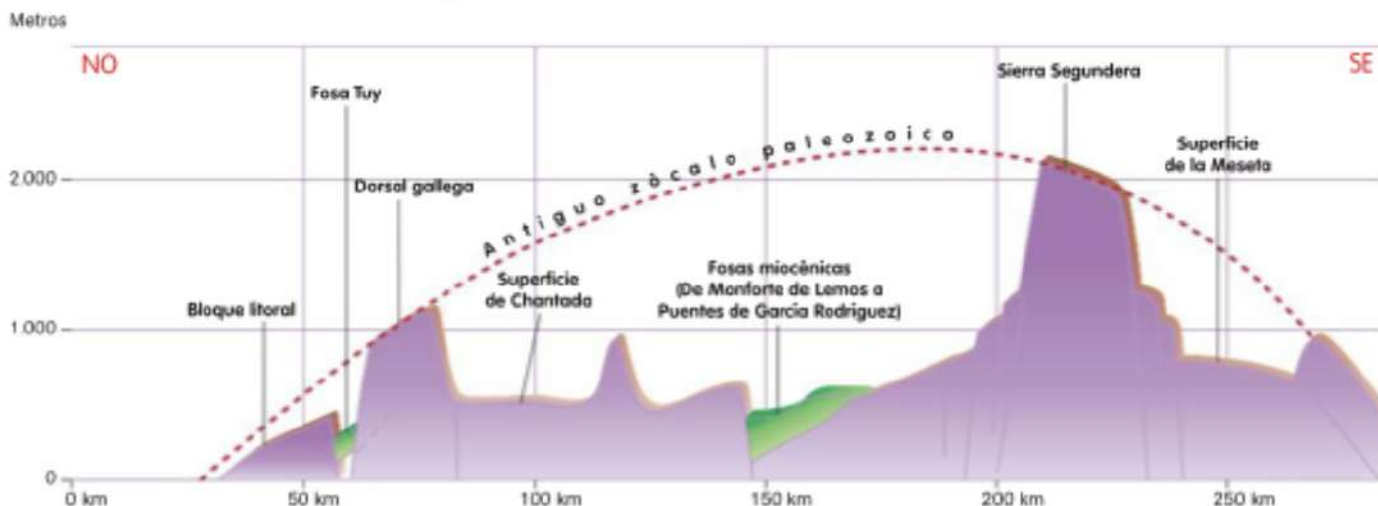
El modelado de las cumbres es suave, con **formas redondeadas**. Durante el Cuaternario, el **glaciarismo** afectó a las sierras más elevadas. En la sierra Segundera se encuentra el lago glaciar de Sanabria, el mayor lago natural de la Península, cuyo origen se remonta al Pleistoceno, hace unos 100.000 años.

El Macizo Galaico-Leonés se compone de tres unidades:

- **Los Montes de León.** Es la unidad más oriental, donde encontramos las máximas altitudes en la sierra Segundera y en el pico del Teleno (2.188 m). La parte gallega es abrupta, y la leonesa, más suave. En esta última zona, el zócalo paleozoico se hunde bajo los depósitos terciarios que anuncian la transición hacia la cuenca castellana.
- **Las montañas y cuencas medias.** En esta área se alternan fosas tectónicas, como las de Lugo y El Bierzo (que cuenta con recursos mineros del Carbonífero), con bloques elevados o sierras, como Los Ancares, al este, o el conjunto de la dorsal gallega que da paso, hacia el oeste, al escalón de Santiago.
- **La zona costera.** El litoral gallego es muy recortado. Se trata de una costa sumergida, por lo que los antiguos valles fluviales han sido ocupados por el mar formando las **rías***, que recortan tanto la costa cantábrica como la atlántica. ► (Doc. 45)

Doc. 46 Corte esquemático del Macizo Galaico-Leonés.

► A partir del esquema, explica cómo se ha formado el relieve actual del Macizo Galaico-Leonés.



El borde norte: la Cordillera Cantábrica

Esta cordillera aísla las tierras castellanas de la influencia del Cantábrico. Presenta una disposición longitudinal oeste-este, desde el Macizo Galaico hasta los Montes Vascos, a lo largo de unos 450 km. ▶ (Doc. 49)

Forma **parte del zócalo herciniano**, arrasado y basculado hacia el este al finalizar el Paleozoico. Esta inclinación explica que, durante el Mesozoico, su mitad oriental, cubierta por los mares en las fases de transgresión marina, fuera cubriéndose de sedimentos marinos que generaron una cobertera sedimentaria sobre el zócalo primario. Con la orogenia alpina todo el conjunto se deformó, pero las diferentes rocas, con un nivel de dureza-plasticidad muy distinto, dieron lugar a unidades muy diferenciadas:

- **El Macizo Asturiano.** Es la unidad más occidental. Presenta un relieve fracturado de bloques desnivelados en los que encontramos formas glaciares. Las rocas son paleozoicas. Es en la cuenca asturiana donde se acumularon los más importantes yacimientos de carbón del país. En el sector noroccidental del macizo aparece el típico relieve apalachense, mientras que en el borde oriental los **Picos de Europa** presentan un intenso modelado cárstico. Aquí se alcanzan las máximas altitudes: Torre Cerredo (2.648 m) y Naranjo de Bulnes (2.519 m). ▶ (Doc. 47)
- **La montaña santanderina.** Está labrada sobre los sedimentos mesozoicos depositados sobre el zócalo. Tras la orogenia alpina, estos materiales, muy plásticos, adoptaron estructuras plegadas, de relieves más suaves y menores altitudes que las del sector asturiano.
- **Los Montes Vascos.** Son la unidad de transición entre la montaña de Santander, al oeste, y los Pirineos, al este. Los materiales, secundarios, presentan estructuras plegadas, más apretadas en el extremo oriental, donde afloran pizarras paleozoicas que conectan esta unidad con el Pirineo occidental. La erosión ha actuado intensamente en esta región. Las máximas altitudes son Aitzkorri (1.544 m) y Peña Gorbea (1.482 m). ▶ (Doc. 48)

Un rasgo común a toda la Cordillera Cantábrica es la disposición de sus alineaciones montañosas, profundamente cortadas por los ríos cantábricos, que se encajan formando estrechos valles, incluso **hoces o desfiladeros**, como el de La Hermida o la garganta del Cares.

Otra característica es la gran **disimetría** entre la vertiente cantábrica y la interior, hacia la Meseta, mucho más suave.



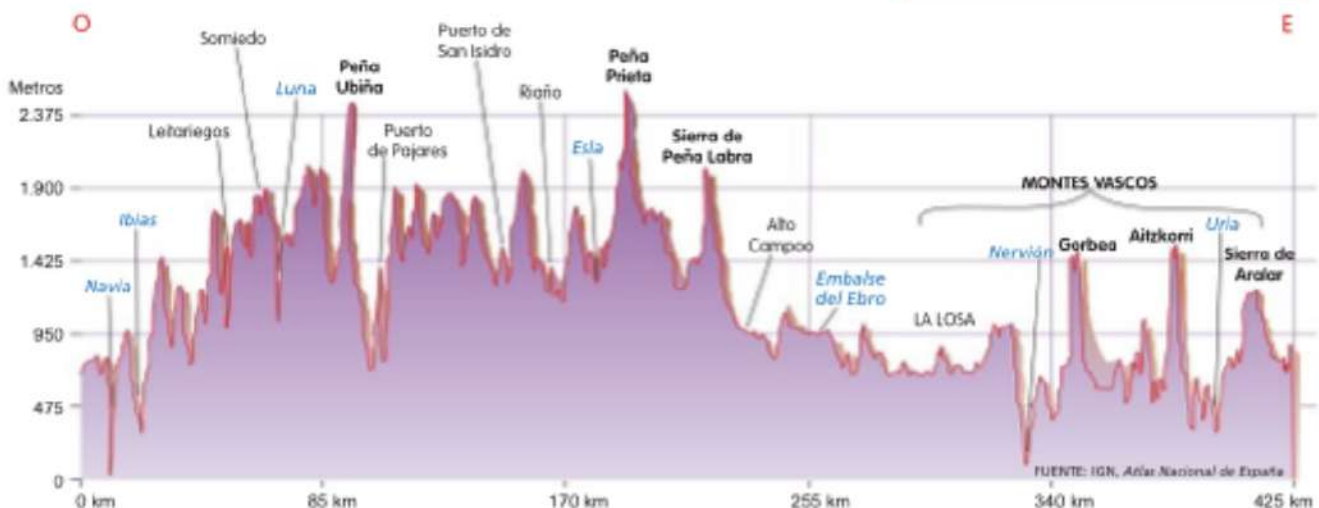
Doc. 47 Naranjo de Bulnes, en los Picos de Europa.

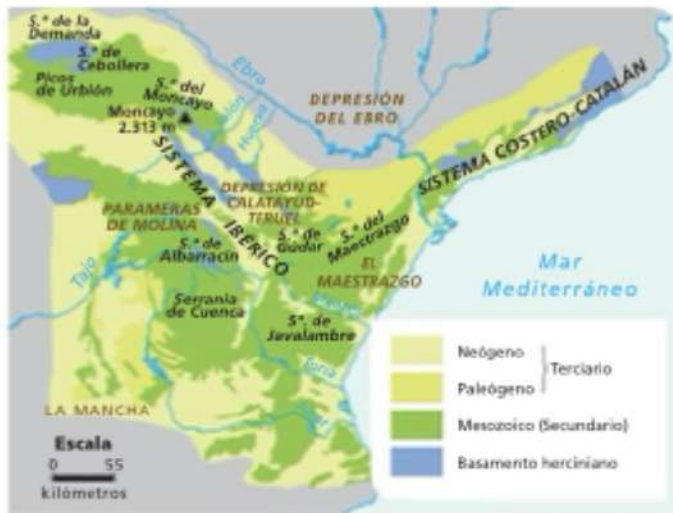


Doc. 48 Peña Gorbea, en los Montes Vascos.

Doc. 49 Perfil topográfico de la Cordillera Cantábrica.

- ▶ Localiza en un mapa las cumbres destacadas en el perfil.



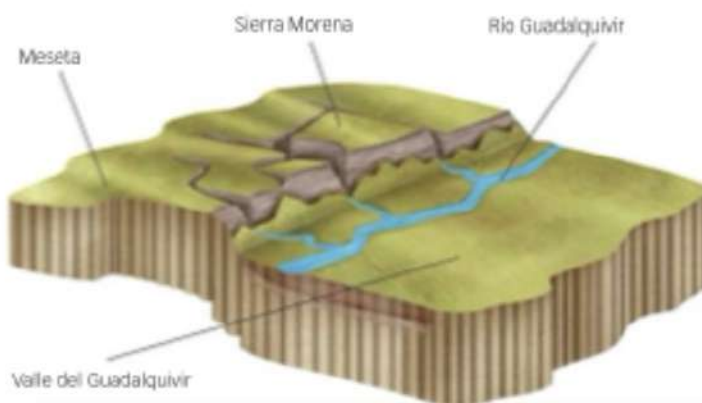


Doc. 50 Unidades estructurales del Sistema Ibérico.

► ¿Qué litología domina en el Sistema Ibérico? ¿En qué sierras aflora en superficie el zócalo paleozoico?



Doc. 51 La Laguna Negra, en los Picos de Urbión.



Doc. 52 Afloramiento del núcleo paleozoico de Sierra Morena.

► Interpreta el esquema.

El borde oriental: el Sistema Ibérico

El Sistema Ibérico tiene una gran longitud (unos 460 km) y anchura. Se dispone en dirección noroeste-sureste, desde la sierra de la Demanda hasta el litoral mediterráneo. Limita al norte con la depresión del Ebro, al este con el litoral levantino, y al sur con la llanura de La Mancha, que da paso, hacia el noroeste, a la cuenca del Tago, el extremo oriental del Sistema Central y la cuenca del Duero.

La cobertera sedimentaria mesozoica se adapta a las deformaciones del zócalo, fracturado en bloques, combinando **estructuras plegadas y falladas**. En cuanto a la litología, **dominan las rocas calizas**, aunque en algunas sierras afloran los materiales paleozoicos del zócalo (cuarcitas y pizarras). ► (Doc. 50)

Se diferencian dos sectores dentro del Sistema Ibérico: el septentrional y el meridional.

- **El sector septentrional** lo forma un conjunto de sierras que superan los 2.000 m de altitud: la sierra de la Demanda (Paleozoico), los Picos de Urbión, la sierra de Cebollera y la del Moncayo (con la cumbre más alta: 2.313 m). El glaciarrismo modeló valles de escaso desarrollo y algunos circos, que dieron lugar a lagunas. ► (Doc. 51)
- **El sector meridional**, a partir de la cuenca del Jalón, presenta dos ramales separados por una depresión central: la **depresión de Calatayud-Teruel**, recorrida por el río Jiloca, que es una fosa tectónica rellena con materiales terciarios con un modelado tabular. En el **ramal castellano** o interior destacan las Parameras de Molina, la sierra de Albarracín y la Serranía de Cuenca, en la que encontramos formas cársticas en la Ciudad Encantada. En el **ramal aragonés** están las sierras de Gúdar, Javalambre y Maestrazgo, de materiales secundarios.

El borde meridional: Sierra Morena

Este borde de la Meseta no puede definirse como una cordillera. Aquí, el zócalo herciniano se flexiona en dirección noreste-suroeste y desaparece bajo la depresión Bética. Podemos calificarla como un **escalón tectónico** que aísla la Meseta de la depresión del Guadalquivir. Por eso, desde el lado andaluz ofrece el aspecto de una auténtica cordillera, mientras que desde La Mancha apenas se aprecia como sierra. ► (Doc. 52)

Todo el conjunto es de **roquedo paleozoico**: cuarcitas, pizarras y granitos de tonalidades muy oscuras, que dan nombre a la unidad.

Las mayores cumbres se localizan en la zona central, donde sobrepasan los 1.300 m (pico Bañuela, en la sierra Madrona, 1.323 m). El paso de Despeñaperros ha sido vía de comunicación tradicional hacia el interior peninsular.

6.3. Las unidades exteriores a la Meseta

Calificamos a estas unidades del relieve como exteriores a la Meseta porque no forman parte de ella. Corresponden a los relieves situados en el ángulo noreste y en el sur peninsular. Se originaron en el Terciario, cuando se produjo la **orogenia alpina**. Son, por tanto, unidades relativamente jóvenes.

Las depresiones exteriores

Son dos, la depresión Bética (o del Guadalquivir) y la depresión del Ebro, (► [Doc. 53](#)) y muestran muchas similitudes. Tienen un origen parecido, pues ambas son cuencas o prefosas alpinas que se crearon entre las nuevas cordilleras (Béticas y Pirineos) y uno de los bordes montañosos de la Meseta; presentan una forma triangular; sobre su litología arcillosa, terciaria y cuaternaria, se modelan extensas llanuras de escasa altitud; y se definen como grandes cuencas fluviales.

- **La depresión del Ebro.** Se localiza en el cuadrante nororiental peninsular y está encerrada por cadenas montañosas: al norte, los Pirineos; al sur, el Sistema Ibérico, y al este, el Sistema Costero-Catalán, que la aísla de la influencia marina del Mediterráneo. Está recorrida por el río Ebro, si bien en el sector más oriental encontramos las cuencas de los ríos Llobregat y Ter.

Es una cuenca que fue hundiéndose a medida que se elevaban los Pirineos. Primero, era un brazo de mar

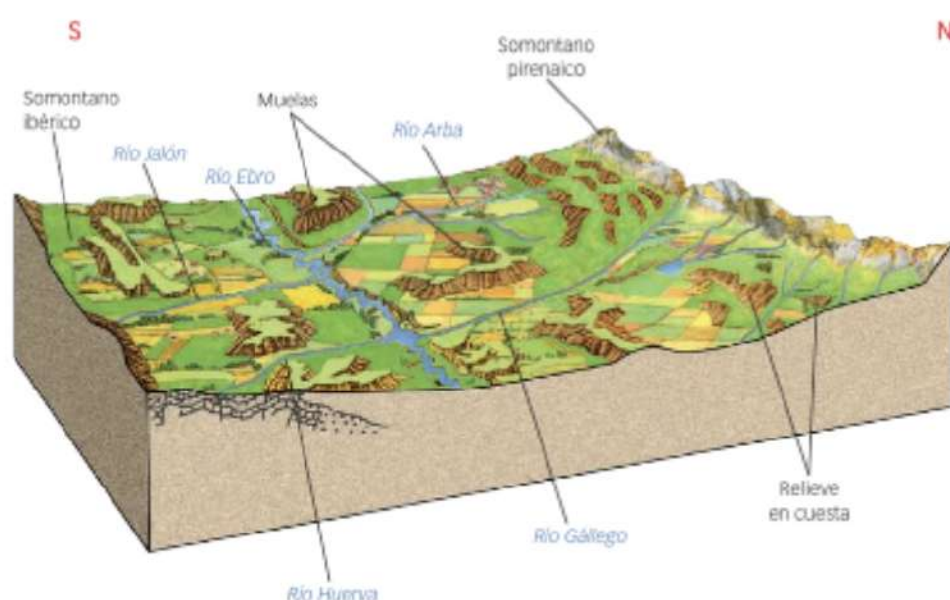
entre el borde de la Meseta y los incipientes Pirineos; más tarde, al formarse el Sistema Costero-Catalán, se convirtió en un gran lago cerrado que, a finales del Terciario, dejó de estar aislado, ya que el río Ebro se abrió paso hacia el Mediterráneo.

La cuenca se colmató*, primero con sedimentos marinos y después con sedimentos continentales. En los bordes de la cuenca los materiales son gruesos y de origen continental, y hacia el centro, más finos y de origen lacustre.

Los somontanos o piedemontes* son zonas levemente inclinadas que se sitúan entre las montañas que rodean la depresión y el centro de la depresión. En el **somontano pirenaico** las arenas y conglomerados, de origen continental, forman los «mallos», (► [Doc. 54](#)) monolitos de aspecto de torre, junto a hoyas o depresiones erosivas en los materiales más blandos, como las hoyas de Huesca y de Barbastro.

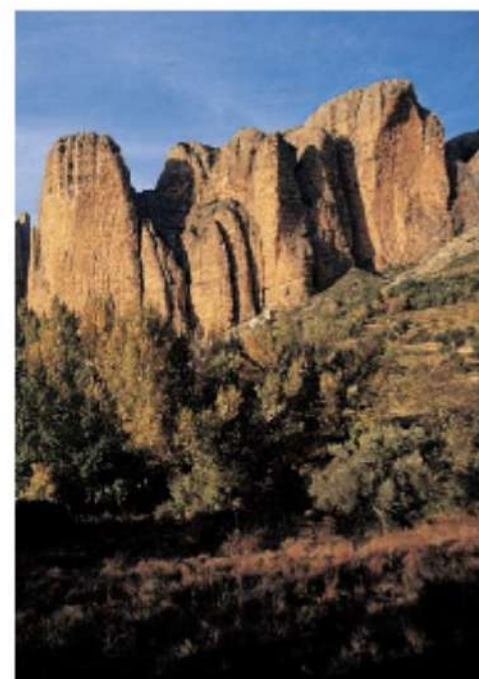
El **somontano ibérico** tiene una extensión mucho menor y presenta depresiones erosivas. Muchas son zonas endorreicas de poca profundidad ocupadas por lagunas temporales de elevada salinidad.

Hacia el centro de la depresión, sedimentos de arcillas, yesos y margas, junto a estratos de calizas duras, dan lugar a relieves tabulares o plataformas calizas llamadas **muelas o planas**, y a paisajes de *badlands* en las zonas de materiales más blandos, como Los Monegros.



FUENTE: Adaptado de M. T. Echevarría y F. Pellicat

Doc. 53 Bloque-diagrama del sector central de la depresión del Ebro.



Doc. 54 Mallos de Riglos, en Huesca.



Doc. 55 Vista aérea de las marismas del Guadalquivir.

► ¿Qué son las marismas? ¿Qué parque nacional alberga estas marismas?

- **La depresión Bética o del Guadalquivir.** Se localiza en el sur peninsular, entre Sierra Morena y los Sistemas Béticos. Esta depresión, abierta al Atlántico, se desarrolla desde las campiñas de Jaén hasta el golfo de Cádiz y continúa bajo el nivel del mar.

La depresión Bética presenta una altitud media inferior a la del Ebro, unos 150 m, y por ella discurre el Guadalquivir, cuya cuenca no es simétrica, ya que el río fluye más próximo a Sierra Morena.

Desde el punto de vista geológico, su origen está unido al de los Sistemas Béticos a lo largo del Terciario. Durante un primer momento fue un brazo de mar que unía el Mediterráneo con el Atlántico. Posteriormente, con el levantamiento de las Béticas, quedó convertida en una especie de golfo abierto hacia el suroeste, que fue colmatándose con sedimentos marinos del Terciario en su parte alta y, en su parte baja, del Cuaternario. Como dominan las rocas de origen marino (margas, arenas, calizas y arcillas), finas y blandas, la erosión protagonizada por el río Guadalquivir y sus afluentes ha resultado fácil y ha creado distintos niveles de terrazas.

El paisaje es llano y con escasos desniveles. Se modela una **extensa campiña** suavemente alomada, más accidentada en el interior, en Jaén, y más perfecta en Córdoba y Sevilla. A medida que nos acercamos al Atlántico, la campiña va dando paso a un paisaje de **ma-**

rismas^{*}, ► (Doc. 55) tierras bajas inundadas parcialmente por las aguas del mar. Las marismas del río Guadalquivir son un sector del estuario^{*} que en época romana era una laguna (*lacus Ligustinus*), que hoy está en retroceso.

Las cordilleras alpinas: rasgos generales

Hablamos de los Pirineos, los Sistemas Béticos y el Sistema Costero-Catalán. Son **las unidades que alcanzan una mayor altitud** en el relieve peninsular, llegando a superar los 3.000 m en numerosas cumbres.

Son montañas jóvenes, de **relieves vigorosos**, formadas durante el Terciario, fundamentalmente cuando hace unos 40 millones de años se produjo la colisión de las placas Africana y Euroasiática y la microplaca Ibérica. Durante el Mesozoico y parte del Cenozoico eran grandes fosas marinas bajo el mar de Tethys y en ellas se fue acumulando gran cantidad de sedimentos. Por esto, las cordilleras alpinas tienen una gran **complejidad litológica**, ya que combinan una espesa cobertera sedimentaria caliza con afloramientos de fragmentos de viejos zócalos.

En el Cuaternario, debido a su elevada altitud, los **procesos glaciares** han modelado sus cumbres y vertientes, particularmente en los Pirineos.



Doc. 56 Litología de los Pirineos.

► ¿Cuáles son las máximas altitudes de los Pirineos? ¿Dónde se localizan?

Cordilleras alpinas: los Pirineos

Los Pirineos constituyen una de las grandes cordilleras alpinas del sur de Europa. Se dispone a lo largo de unos 440 km entre el golfo de Vizcaya, al oeste, y el cabo de Creus, al este. Se considera el **istmo que une la Península al continente**.

Las máximas altitudes marcan la línea de frontera entre Francia y España, en el tramo central del eje pirenaico o Pirineo axial. Desde allí las altitudes descienden hacia las sierras exteriores que enlazan con la depresión de Aquitania, en el lado francés, y la depresión del Ebro, en el lado español. La vertiente española es más ancha que la francesa, llegando a alcanzar los 100 km en el sector central.

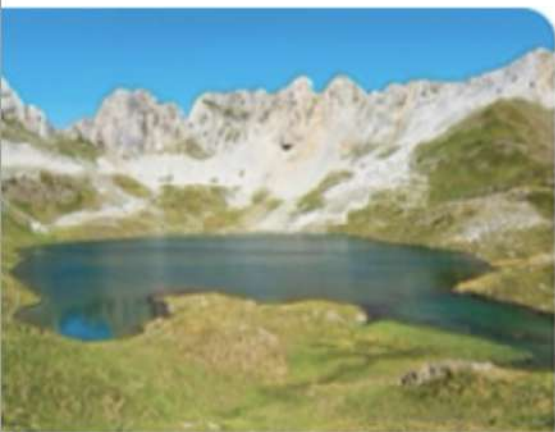
Los Pirineos nacieron como consecuencia de la colisión de la microplaca ibérica con la placa euroasiática. Son una cordillera de gran complejidad, tanto geológica como morfoestructural, (Docs. 56 y 57) lo que obliga a distinguir varias unidades:

- **El Pirineo axial.** Es el eje central de la cordillera. En él afloran los restos de un antiguo macizo paleozoico rejuvenecido por el movimiento alpino. Está formado por materiales metamórficos y cristalinos muy antiguos, precámbricos y paleozoicos. En este sector se localizan las máximas altitudes, que superan los 3.000 m en el macizo de La Maladeta, entre las que despunta el pico Aneto (3.404 m). Desde este macizo, la altitud disminuye tanto hacia el este como hacia el oeste.



Doc. 57 Pseudocarst de Jaizkibel, en el Pirineo occidental.

El paisaje de Jaizkibel es fruto de la alternancia de estratos duros de areniscas y otros blandos de lutitas, formados en un ambiente turbidítico (flysch). A diferencia del carst clásico de caliza, carece de auténticas redes de drenaje subterráneo, por lo que no se puede considerar plenamente un carst.



Doc. 58 Ibón de Acherito, en Huesca.

■ **El Prepirineo.** Está formado por los materiales mesozoicos y de comienzos del Terciario que fueron acumulándose en la fosa marina de los Pirineos, y que se elevaron y plegaron al ser afectados por el movimiento alpino. Se organiza en dos alineaciones montañosas separadas por la depresión intrapirenaica.

- **Las Sierras Interiores** (Cadí, Cotiella, Collarada, Tendeñera...) constituyen un conjunto de macizos calizos dispuesto de modo paralelo al Pirineo axial. Los ríos cortan el relieve, creando angostos valles transversales de dirección norte-sur.
- **La Depresión Media**, entre ambas sierras, está formada por varias pequeñas depresiones discontinuas. De oeste a este, se disponen la cuenca de Pamplona, la Canal de Berdún y la cuenca de Tremp.
- **Las Sierras Exteriores** (Guara, Montsec) se extienden desde Navarra hasta el río Segre, en el sector leridano. Sus altitudes son mucho más modestas (la máxima, en Guara, 2.077 m) y hacia el sur dan paso a la depresión del Ebro.

El modelado glaciar ha tenido una gran importancia. Los Pirineos son el conjunto montañoso español en el que las huellas glaciares son más intensas, lo que está justificado tanto por su situación latitudinal como por sus elevadas altitudes. El nivel de nieves perpetuas ha llegado a situarse por encima de los 2.000 m, afectando al Pirineo axial y a las Sierras Interiores. Se conformaron **glaciares de valle y glaciares de circo**, hoy ocupados por **lagunas o ibones***. (Doc. 58) Actualmente se conservan pequeños glaciares y neveros por encima de los 3.000 metros.

Cordilleras alpinas: el Sistema Costero-Catalán

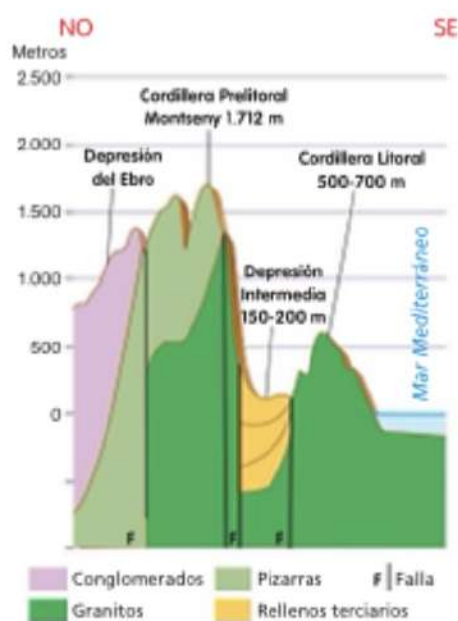
Es una unidad montañosa muy fragmentada, dispuesta en sentido noreste-suroeste paralela a la costa catalana. Aísla la cuenca del Ebro de la influencia marina del Mediterráneo, y enlaza al norte con los Pirineos y al sur con el Sistema Ibérico.

En esta unidad se diferencia claramente el sector septentrional del sector meridional. El **sector septentrional** está formado por los restos de un antiguo macizo paleozoico deformado y fracturado por la orogenia alpina (lo que permitiría calificar a este sector de macizo antiguo). Por el contrario, el **sector meridional** está compuesto por sedimentos calizos mesozoicos plegados en la orogenia terciaria, cuyo aspecto es mucho más abrupto, propio de una cordillera alpina.

En el Sistema Costero-Catalán se distinguen tres unidades: dos cordilleras separadas por una depresión: (Doc. 59)

- **La Cordillera Litoral.** Próxima a la costa, se extiende desde Girona (L'Empordà) hasta el norte de Tarragona. Presenta altitudes moderadas, de 500 a 700 m (Montnegre, Tibidabo y Garraf).
- **La Depresión Intermedia o Prelitoral.** Es una gran fosa tectónica, colmatada con materiales terciarios que originan un paisaje de colinas, con cimas de entre 150 y 200 m (las depresiones de La Selva, del Vallès, del Penedès y el Camp de Tarragona).
- **La Cordillera Prelitoral.** Es la alineación interior, la más extensa, ya que abarca desde Girona hasta el delta del Ebro, y la que alcanza mayores altitudes (Montseny, 1.712 m; Montserrat, 1.236 m).

Todo el conjunto está recorrido por fallas transversales, que presentan una dirección noroeste-sureste, por las que discurren los ríos pirenaicos y que facilitan las comunicaciones entre el interior y la costa.



Doc. 59 Unidades del Sistema Costero-Catalán.

► Describe cómo es este sistema montañoso; disposición, litología y unidades.

Cordilleras alpinas: los Sistemas Béticos

Los Sistemas Béticos se extienden en dirección suroeste-noreste, desde el golfo de Cádiz hasta el cabo de la Nao, a lo largo de más de 600 km, prolongándose bajo el mar Mediterráneo hasta el archipiélago balear. Limitan al norte con la depresión del Guadalquivir, parte de La Mancha y las sierras más meridionales del Sistema Ibérico.

El movimiento de las placas africana e ibérica durante el Terciario provocó su levantamiento. Los sedimentos de calizas y margas, acumulados durante la era mesozoica y la primera mitad del Terciario en el fondo del mar de Tethys, fueron plegados y desplazados de sur a norte, originando las Béticas. En el último periodo del Terciario, hace unos 12 millones de años, se produjo la apertura del estrecho de Gibraltar.

En los Sistemas Béticos se distinguen tres unidades de relieve: ► (Doc. 62)

- La Cordillera Penibética.** Es la más meridional y se desarrolla muy próxima a la costa, desde la Serranía de Ronda, al oeste, hasta las sierras de Los Filabres y Las Estancias, al este (Campo de Tabernas). En **Sierra Nevada** afloran los restos de un antiguo zócalo paleozoico. ► (Doc. 60) En las demás sierras predominan las calizas mesozoicas plegadas. El glaciario se limita a Sierra Nevada, donde se alcanza la cota más alta de la cordillera: el pico Mulhacén (3.479 m).
- La Depresión Intrabética.** Es la zona intermedia entre las cordilleras Penibética y Subbética. La forman un conjunto de depresiones (desde las hoyas de Ronda y Antequera hasta las hoyas de Guadix-Baza) que se rellenaron, tras la orogenia alpina, con materiales arcillosos blandos que han dado lugar a un paisaje de cárcavas y *badlands*.
- La Cordillera Subbética.** Se sitúa al norte de la Penibética. Se extiende desde Ronda y las sierras de Grazalema y Ubrique, en Cádiz, hasta las sierras de Cazorla, ► (Doc. 61) Segura y Aitana, al este; después, se sumerge bajo las aguas del Mediterráneo y reaparece en las islas Baleares. Tiene menor altitud, y su litología, mesozoica, muestra una alternancia de calizas y margas, sobre las que se han modelado paisajes cársticos allí donde dominan las calizas (Torcal de Antequera).

El relieve de las Béticas no es tan enérgico como el de los Pirineos, sino mucho más suave, menos abrupto y anguloso. En gran parte se debe a la escasa acción glacial. Solo en las zonas costeras y en los grandes desniveles entre las cumbres y las depresiones se han labrado profundos cañones al encajarse los ríos en las calizas para salvar esos grandes declives del terreno.

Doc. 60 Ventana tectónica (afloramiento de núcleo paleozoico) de Sierra Nevada. Sierra Nevada se ha levantado abriéndose paso entre los mantos de corrimiento superpuestos. La erosión contribuye a formar este relieve al dismantelar las capas superiores.



Doc. 61 Sierra de Cazorla, en la Cordillera Subbética.



Doc. 62 Unidades de los Sistemas Béticos.

- Relaciona las litologías de cada uno de los conjuntos béticos con el origen y la evolución geológica de esta gran unidad del relieve peninsular.

7.1. El archipiélago balear

Este archipiélago, situado en el mar Mediterráneo, está formado por las islas mayores de Mallorca, Menorca e Ibiza/Eivissa; dos islas menores, Formentera y Cabrera, y numerosos islotes. ▶ (Doc. 63)

Las Baleares son una **prolongación de los Sistemas Béticos**. Solo Menorca presenta unas características geológicas especiales que la relacionan con el Sistema Costero-Catalán.

El archipiélago se formó con el movimiento alpino, momento en el que emergen los materiales sedimentados en el mar de Tethys. En la isla de Menorca aparecen los materiales más antiguos, paleozoicos, restos del viejo macizo Catalano-Balear. Las **rocas calizas** son las más abundantes y están presentes en todas las islas, que nos ofrecen claros ejemplos de la morfología cárstica (dolinas, poljés, cuevas, etc.). Los sedimentos terciarios y cuaternarios ocupan la llanura central de Mallorca.

Mallorca es la isla de mayor tamaño. Tiene un relieve contrastado en el que se diferencian tres unidades:

- **La sierra de Tramuntana.** Se extiende por la costa noroccidental. El Puig Major, con 1.445 m, es la máxima altitud de la isla.

- **La llanura central o Pla.** Ocupa el centro de la isla, entre la bahía de Palma y la de Alcúdia. Sobre esta planicie arcillosa alternan pequeñas colinas con valles y llanuras de poca extensión.

- **La sierra de Levante.** Es más baja que la sierra de Tramuntana y se dispone paralela a ella en la costa suroccidental de la isla. La litología es caliza y abundan los relieves cársticos (cuevas del Drach y Manacor).

Menorca es la isla más oriental y alejada de la Península. Es mucho más llana y baja que Mallorca (el Toro, 358 m). Desde el punto de vista geológico, se distinguen dos regiones: al norte, la **Tramuntana**, de relieves suaves y redondeados formados por materiales paleozoicos (restos del antiguo macizo Hespérico) y mesozoicos; al sur, el **Migjorn**, una extensa plataforma compuesta por materiales calcáreos del Terciario.


Eivissa y Formentera, las llamadas «islas Pitiusas», son las más próximas a la Península y se sitúan frente al cabo de la Nao. En Eivissa destacan dos conjuntos montañosos, de formas suaves y redondeadas, que se localizan en el norte (es Amunts) y en el suroeste; aquí se encuentra la máxima altitud de la isla: sa Talaia (475 m). Formentera presenta una forma triangular y es relativamente plana; su mayor altitud se alcanza en el altiplano de La Mola (192 m), en el suroeste insular.

Doc. 63 Modelo digital de las islas Baleares.

- ▶ ¿Qué relaciona los Sistemas Béticos y el Sistema Costero-Catalán con las islas Baleares?



7.2. El archipiélago canario

Se localiza en el océano Atlántico, a unos 1.000 km al suroeste de la península ibérica, frente a la costa noroccidental africana, de la que le separan poco más de 100 km. Está formado por siete islas mayores, Lanzarote, Fuerteventura, Tenerife, Gran Canaria, La Gomera, La Palma y El Hierro, y varios islotes. 

Canarias tiene un **origen volcánico**. El archipiélago superó el nivel del mar hace unos 20 millones de años, en la zona de margen continental africana, un punto de transición entre la corteza oceánica y la corteza continental.

Las islas **no emergieron ni se desarrollaron a la vez**. Cada una de ellas es independiente, con su propio edificio volcánico que se asienta sobre el fondo del océano. La edad de las islas decrece de este a oeste, siendo la más antigua Lanzarote y la más joven, El Hierro.

Lanzarote y Fuerteventura son las islas más antiguas de Canarias. Ambas presentan un **relieve muy erosionado** y aplanado, pero también hay en ellas barrancos, que han dado lugar a valles en «U», y formas típicas del relieve volcánico, como malpaíses, lavas cordadas, tubos volcánicos, etc., como se pueden ver en el parque nacional de Timanfaya.

El resto de las islas tiene un **relieve más abrupto** y presenta mayores altitudes. **Tenerife** es la más alta; en el centro de la isla se encuentra el Teide, que, con 3.718 m, es la cumbre más elevada de España. En estas islas se modelan conos volcánicos (**El Hierro** es conocida como «la isla de los mil volcanes»), barrancos de gran profundidad y calderas, como la de Taburiente, en **La Palma**, y Bandama, en **Gran Canaria**, o Las Cañadas del Teide, en Tenerife.

SABER MÁS

Teorías sobre el origen de Canarias

Existen diversas teorías que tratan de explicar la formación del archipiélago. Las más aceptadas son:

- **La teoría del «punto caliente»**, de T. Wilson (1973). Su origen estaría en una fuente de magma situada en un lugar concreto del manto, al que denominó *hot spot* («punto caliente»). El magma, al ascender y salir al exterior, formaría una isla, que se iría alejando del foco de emisión por el desplazamiento de la placa africana hacia el este; de este modo, las islas más antiguas son las más alejadas del «punto caliente».
- **La teoría de la fractura propagante**, de F. Anguita y F. Hernán (1975). Asocia la formación de las islas a la de la cordillera norteafricana del Atlas. Durante esta última se originó una falla o fractura que se prolongó por la corteza oceánica hasta el archipiélago. A través de ella ascendería el magma que daría lugar a las islas Canarias.
- **La teoría de los bloques levantados**, de V. Araña Saavedra y otros (1976). El choque entre las placas euroasiática y africana, hace unos 40 millones de años, habría provocado el levantamiento de bloques del fondo oceánico, escalonados por fallas debido a la compresión, por las que ascendería el magma que formaría las islas.



Doc. 64 Modelo digital de las islas Canarias.

- ¿Hay relación entre la juventud de la isla de El Hierro y las últimas erupciones en el archipiélago?





Doc. 65 *Flysch* y rasas de Zumaia, en Gipuzkoa. Los *flysch* están formados por la alternancia de capas duras y blandas de piedra que se erosionan a diferente ritmo.

► ¿Qué son las rasas?

8 El relieve del litoral español

La península ibérica tiene una extensa costa, de trazado predominantemente rectilíneo. La morfología que presenta es muy variada, ya que está condicionada por diversos factores geográficos:

- **El relieve.** Cuando las cadenas se disponen paralelas al litoral, las costas son rectilíneas y abruptas; y cuando su disposición es transversal, da lugar a costas arqueadas entre los cabos que forman las montañas salientes.
- **Las características litológicas.** La resistencia a la erosión marina es muy diferente según la naturaleza de cada roca.
- **La acción erosiva del mar a través del oleaje y las mareas.** En las costas atlánticas las mareas son fuertes, mientras que en el Mediterráneo son débiles.
- **Las oscilaciones del nivel del mar,** que se derivan de las fases de transgresión y regresión a lo largo del Cuaternario.
- **El hundimiento o elevación de las masas continentales.** El litoral gallego es una costa en proceso de hundimiento, mientras que el sector bético experimenta el proceso contrario.

El litoral cantábrico

La Cordillera Cantábrica, próxima y paralela al litoral cantábrico, le otorga el aspecto de costa acantilada, de trazado escarpado y rectilíneo, entrecortada por pequeñas **rías** (del Nervión, Avilés, etc.), antiguos valles fluviales invadidos parcialmente o en su totalidad por el mar. También explica el escaso desarrollo de las playas.

Los acantilados tienen una altura moderada, ya que la mayoría han sido modelados sobre las **rasas**^{*}, superficies de erosión suavemente inclinadas hacia el mar y limitadas por un resalte que puede superar los 200 metros.

► (Doc. 65)

El litoral atlántico

El **litoral gallego** es un buen ejemplo de costa sumergida o en proceso de hundimiento (la línea de costa de hace 10.000 años se encuentra hoy a 25 o 30 m bajo el nivel del mar). Por eso, su costa es tan recortada, con numerosos entrantes y salientes que son, además, el resultado de la intensa actividad erosiva del fuerte oleaje atlántico.

Destaca la presencia de numerosas **rías**, que se agrupan en tres conjuntos: de norte a sur, las Rías Altas (Ribadeo, Vivero y Ortigueira), las Rías Centrales (Ferrol, Betanzos-Ares, A Coruña...) y las Rías Baixas (Vigo, Pontevedra, Arousa, Muros y Noya). ► (Doc. 45)

El **litoral atlántico andaluz** es bajo, puesto que en gran parte corresponde a la costa de la depresión del Guadalquivir. Las playas arenosas son muy amplias y se caracterizan por la presencia de cordones de **dunas**^{*} que resaltan sobre el nivel de la playa, como las dunas de Doñana. Las **marismas** ocupan las zonas más bajas y están recorridas por multitud de canales por los que entra y sale el agua del mar. ► (Doc. 66)



El **litoral canario** está condicionado por la acción erosiva del mar y por los procesos volcánicos. Por eso, presenta formas variadas que, además, se transforman a una rápida velocidad en términos geológicos y geográficos. El mar modela, suaviza o rompe el litoral con su acción mecánica y química. Por su parte, las sucesivas erupciones volcánicas han permitido ganar terreno al océano y añadir, por tanto, extensión de la superficie de las islas, lo que denominamos **isla baja***. ▶ (Doc. 67)

La acumulación de material volcánico determina una línea de costa abrupta, agreste y con pocas alteraciones, compuesta por acantilados de diverso desarrollo entre los 100 y los 300 m. Lo normal es que las zonas acantiladas se alternen con playas originadas por la actividad erosiva.

Las formaciones de dunas son abundantes en las islas orientales; destacan las de Maspalomas, en Gran Canaria, y las de Corralejo, en Fuerteventura.

El litoral mediterráneo

La Cordillera Penibética discurre próxima y paralela al **litoral mediterráneo andaluz**, que se extiende desde el Peñón de Gibraltar al cabo de Gata. En consecuencia, se trata de una costa rectilínea y abrupta, en la que se intercalan pequeñas playas y llanuras cuya génesis está relacionada con el levantamiento de la costa.

Desde el cabo de Gata al cabo de la Nao, la línea litoral describe dos grandes óvalos: los golfos* de Mazarrón y de Alicante, separados por el cabo de Palos. ▶ (Doc. 33) En esta zona encontramos amplias playas y albuferas*, lagunas litorales de agua salina, como el Mar Menor, que está separado del Mediterráneo por un cordón litoral*: La Manga. ▶ (Doc. 68)

El **litoral valenciano** se corresponde con el golfo de Valencia, que se extiende desde el cabo de la Nao, al sur, hasta el delta del Ebro, al norte. Es una costa baja de grandes playas, albuferas (Valencia) y tómbolos*, lenguas de tierra que unen antiguos islotes con tierra firme, como el Peñón de Ifach y Peñíscola.

El **litoral catalán** abarca desde el delta del Ebro hasta el cabo de Creus. En él podemos distinguir dos conjuntos: los deltas*, que tienen su máxima representación en el Ebro, una gran llanura aluvial de forma triangular con albuferas, lagunas y marismas; y la Costa Brava, en la que alternan zonas acantiladas con pequeñas playas o calas* de arena o cantos rodados aportados por los ríos.

El **litoral balear** es muy variado. En Mallorca, la costa de la sierra de Tramuntana es rectilínea y acantilada; la de la sierra de Levante es rocosa, caracterizada por las grutas excavadas en la roca caliza y la presencia de calas; y las costas del Pla se abren en dos bahías: la de Palma, al sur, y la de Alcúdia, al norte. En gran parte de Menorca encontramos una costa abrupta, con acantilados y calas, y solo unas pocas playas extensas (Son Bou, Son Saura). El litoral septentrional de Eivissa también es abrupto; en el resto de la isla destacan las pequeñas calas, de arenas o guijarros, aunque hay algunas playas anchas y abiertas (Platja d'en Bossa, Ses Salines...). La costa de Formentera es baja y arenosa, con lagunas litorales y antiguas salinas en el norte.



Doc. 67 La isla baja de Garachico, en Tenerife. En 1706, con la erupción del volcán Arenas Negras, coladas de lava descendieron por los barrancos hacia el mar y, sobre el antiguo núcleo de Garachico, que fue arrasado, se formaron plataformas costeras superpuestas.



Doc. 68 La Manga del Mar Menor, en Murcia.

▶ Describe el paisaje costero y cómo ha sido transformado el medio natural.

SABER MÁS

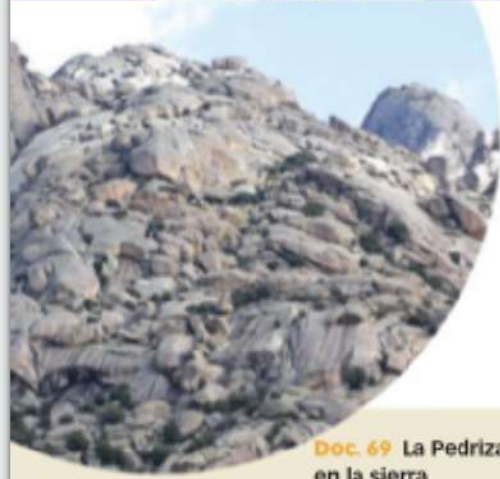
El litoral africano

Ceuta, ubicada en la orilla africana del estrecho de Gibraltar, ocupa un territorio de apenas 19 km² en el que se diferencian dos unidades, el Campo Exterior y la península de Almina, unidas por un istmo.

- El oeste del Campo Exterior está dominado por las estribaciones orientales de la sierra de Bullones, que se extiende por Marruecos. El cerro Renegado (329 m) y el monte Anyera (349 m) son las mayores altitudes. Hacia el núcleo urbano, el terreno se va allanando.
- La península de Almina está dominada por el monte Hacho (204 m). La punta de Almina separa la costa norte, en la que destaca la bahía de Ceuta, de la costa sur, con la ensenada de la Almadraba y amplias playas.

Melilla, situada entre el cabo de Tres Forcas, al norte, el macizo volcánico del Gurugú, al sur, y la laguna litoral de Mar Chica, al sureste, ocupa un territorio de 13,4 km². Su relieve es llano y de escasa altitud, salvo la costa septentrional, alta y rocosa, que contrasta con el litoral bajo y arenoso del sur.

RESUMEN



Doc. 69 La Pedriza, en la sierra de Guadarrama.

EL RELIEVE ESPAÑOL

Es el resultado de una larga **historia geológica**.

Factores que intervienen

- Internos: fuerzas tectónicas.
- Externos: agua, hielo, viento, seres vivos...
- Litológicos: modelado granítico, cárstico, arcilloso, volcánico.

Características básicas

- Forma maciza.
- Elevada altitud media (660 m).
- Se organiza en torno a una gran Meseta Central.
- La periferia montañosa aísla el interior peninsular.

Tipos de morfoestructuras

- **Zócalo.**
 - Penillanuras.
- **Macizos antiguos.**
- **Cuencas sedimentarias.**
 - Cuencas castellanas.
 - Cuencas prealpinas: Ebro, Bética.
- **Cordilleras de plegamiento.**
 - Alpinas.
 - Cadenas de cobertera.

Unidades del relieve

- **Relieve peninsular.**
 - Meseta Central.
 - a) Submeseta Norte.
 - b) Submeseta Sur.
 - c) Unidades montañosas interiores.
 - Bordes montañosos de la Meseta.
 - Unidades exteriores a la Meseta.
 - a) Depresiones alpinas.
 - b) Cordilleras alpinas.
- **Relieve insular.**
 - Baleares.
 - Canarias.
- **Ceuta y Melilla.**



ACTIVIDADES

1. **Recuerda** la historia geológica de España. Indica en qué era tuvieron lugar las siguientes orogenias, sitúalas en el tiempo y explica su relación con el relieve actual.
 - Orogenia herciniana.
 - Orogenia alpina.
2. **Responde:**
 - ¿Qué procesos dominaron durante el Mesozoico?
 - ¿Qué aspecto destaca en el Cuaternario?
3. **Elabora** un esquema o una tabla en el que desarrolles con orden y concisión el apartado de este esquema-resumen sobre las unidades del relieve de España.
 - Deben aparecer los nombres de todas las unidades principales del relieve.
 - Considera incluir algunos rasgos destacados de esas unidades.
 - Establece las categorías oportunas.

ACTIVIDADES DE SÍNTESIS

4. **Define** los siguientes conceptos:

- ▶ Campiña
- ▶ Penillanura
- ▶ Cerro testigo
- ▶ Modelado cárstico
- ▶ Dolina
- ▶ Erosión diferencial

5. **Explica** las semejanzas y diferencias entre los siguientes pares de conceptos:

- ▶ Era y período geológicos
- ▶ Anticlinal y sinclinal
- ▶ Graben y horst

6. **Copia y completa** el siguiente esquema sobre las unidades morfoestructurales del relieve español.



7. **Piensa y responde:** ¿hay alguna relación entre la orogenia alpina y la red hidrográfica actual? Explicalo.

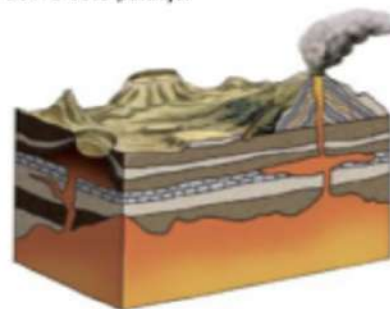
8. **Identifica** en este perfil topográfico norte-sur de la península ibérica las principales unidades del relieve. Clasifícalas en unidades interiores de la Meseta, bordes de la Meseta y unidades exteriores a la Meseta.



9. **Comenta** el paisaje de la fotografía y relaciona la litología con las formas de erosión y modelado.



10. A partir de este bloque-diagrama, **comenta** el tipo de relieve que representa, su origen y las principales formas de relieve. Describe los procesos de modelado que se producen sobre este paisaje.



11. **Elabora** un estudio geomorfológico de las unidades del relieve de tu Comunidad Autónoma. Anota:

- ▶ Localización de la unidad y límites.
- ▶ Origen y evolución geológica.
- ▶ Tipo de unidad morfoestructural.
- ▶ Litologías dominantes y formas de relieve modeladas.
- ▶ Subunidades o sectores de cada relieve, altitudes, etc.

PRÁCTICAS DE GEOGRAFÍA

Reconocer formas de modelado en fotografías de paisajes

Observa las imágenes de paisajes que te ofrecemos en las que el relieve destaca como elemento natural. Identifica su litología y forma de modelado.

ACTIVIDADES

12. Demuestra tus conocimientos completando una ficha como la que te facilitamos a continuación sobre cada uno de los paisajes.

EJEMPLO RESUELTO

- **Descripción de la imagen.** Observamos cómo dos bloques de piedra están «apoyados» uno sobre otro y parece que se van a caer (equilibrio inestable), pues la base de sustentación es muy pequeña.
- **Forma de modelado y tipo de roca sobre la que se ha generado.** Se trata de una roca o piedra caballera, modelada sobre granito.
- **Litología: características de la roca.** El granito es una roca dura y rígida, por lo que puede llegar a fracturarse. Es resistente a la erosión. Pertenece a la litología silícea.
- **Proceso de formación-modelado.** La alteración del granito empieza de esta manera: el agua de lluvia se introduce por las líneas de debilidad del granito, las fisuras o la red de diaclasas que tiene esta roca. Por las noches, si hace frío, el agua puede llegar a congelarse, aumentando de volumen. Poco a poco, el tamaño de las fisuras va siendo mayor y llega un momento en el que la roca se rompe.

En este caso, la alteración del agua ha llegado a individualizar un bloque de granito, que se sustenta sobre otro de estos bloques de formas redondeadas y parece que está en un equilibrio inestable, que en cualquier momento puede caerse. Sin embargo, pueden pasar miles de años y la piedra caballera seguir en el mismo lugar.

- **Era geológica de formación.** Precámbrico y Paleozoico.
- **Localización del dominio silíceo en el territorio español.** Ocupa el tercio oeste peninsular casi de forma continua y se extiende hacia el este por el Macizo Asturiano, el Sistema Central, los Montes de Toledo y Sierra Morena. Aparece también en zonas del Pirineo central, la Cordillera Penibética, sierras del Sistema Ibérico y enclaves del Sistema Costero-Catalán.



