

Tema 21. La constitución geológica de España. Repercusiones de la geología en la variedad de paisajes, distribución de recursos, las comunicaciones y la industria. El problema de los riesgos. La ordenación del territorio

Se explica en los siguientes cursos de Secundaria:

2º Bach. Ciencias de la Tierra y del medio ambiente: El medio ambiente. Modificaciones del medio. Alternativas. (Vigencia provisional)

2º Bach. Geología optativa: Geología de España y del entorno regional.

SUMARIO

21.1. Divisiones geológicas de la Península Ibérica.

21.1.1. Terrenos hercínicos.

21.1.2. Terrenos alpinos

21.1.3. Terrenos postalpinos

21.2. Evolución geológica general de España. Su relación con la Tectónica de placas.

21.3. Geología Regional

PRECÁMBRICO, PALEOZOICO, MESOZOICO, CENOZOICO

1. EL MACIZO IBÉRICO

2. CORDILLERA IBÉRICA

3. DEPRESIONES TERCIARIAS

4. CORDILLERA BÉTICA

5. CORDILLERA PIERENAICA

6. CORDILLERA COSTERO-CATALANA.

**CON CARÁCTER OPCIONAL SE PROCEDE A DESCRIBIR LAS
PRINCIPALES FORMACIONES PENINSULARES**

21.4. Variedad del paisaje

21.5. Distribución en España de los recursos hidrogeológicos y mineros

21.5.1. Yacimientos minerales españoles de interés económico

21.5.2. Yacimientos de carbón (OPCIONAL).

21.5.3. Yacimientos de petróleo (Opcional).

21.5.4. Recursos hidrogeológicos.

21.5.5. Las comunicaciones y la industria

21.6. Riesgos

21.6.1 Factores de riesgo: PELIGROSIDAD (P). EXPOSICIÓN (E) ó VALOR, VUNERABILIDAD (V)

21.6.2. Planificación de riesgos

21.6.3. Cartografía de riesgos

21.7. La ordenación del territorio.

www.eltemario.com

21.1. Divisiones geológicas de la Península Ibérica.

En la península afloran terrenos que podemos distribuir en cuatro grupos:

- **Precámbricos**, afectados en mayor o menor grado por metamorfismo, plutonismo, etc. antes del Paleozoico. Su paleogeografía y estructura original es, por ahora irreconstruible ya que los materiales sólo aparecen como núcleos aislados e incorporados a las estructuras hercínicas.
- **Paleozoicos**, deformados y afectados por la orogenia hercínica (dominio hercínico).
- **Mesozoico-terciarios**, deformados por la orogenia alpina (dominio alpino).
- **Mesozoico-terciarios**, no deformados por la orogenia alpina.

A partir de estos afloramientos y de datos del subsuelo se trata de reconstruir el pasado de la Península. Además de las estructuras, relacionadas directamente con las orogenias citadas, existen en distintas zonas una serie de reflejos tectónicos de distensión, cenozoicos o anteriores, más o menos independientes, en forma de fosas, horts, relieves antiguos reactivados, etc.

Para facilitar el estudio se distinguen las llamadas "unidades morfoestructurales", que son grandes áreas con unas características geológicas particulares, atendiendo a la edad de las rocas, su grado de metamorfismo, estructura que presentan y período orogénico en el que se originaron tales deformaciones. Las principales unidades morfoestructurales son:

- A. **Macizo Hespérico o Ibérico**: Los terrenos hercinianos de rocas plutónicas y metamórficas (pizarras y cuarcitas); abarcan la mitad occidental de la Península (salvo parte de la Extremadura portuguesa y el Algarbe). Está constituido por un núcleo precámbrico y paleozoico, que fue plegado durante la orogénia hercínica. Respecto esta unidad se disponen todas las demás.
- B. **Depresiones interiores del macizo Hespérico**: mesetas del Duero y del Tago, constituidas por rocas sedimentarias terciarias y cuaternarias.
- C. **Cordilleras limítrofes al macizo Hespérico**: La Ibérica y la Cantábrica.
- D. **Depresiones exteriores al macizo Hespérico**: valles del Ebro y del Guadalquivir.
- E. **Cordilleras externas al macizo Hespérico**: Béticas, Pirineos y Costero-Catalanas.

El dominio alpino está integrado por las Béticas y el Pirineo, y directamente relacionado con el dominio alpino euroasiático (Alpes, Cárpatos, etc.), que se extiende hasta Birmania.

Las islas Baleares constituyen otra unidad (excepto quizás Menorca), formada por la prolongación de las cordilleras Béticas bajo el Mediterráneo; estudios sísmicos revelan que esta prolongación está constituida por corteza continental delgada, que representa el borde suroriental de la subplaca continental peninsular, limítrofe con la corteza oceánica del fondo del Mediterráneo.

El archipiélago canario es una unidad de características volcánicas.

21.1.1. Terrenos hercínicos.

Si prescindimos de los afloramientos que están integrados en el dominio alpino (núcleos prepaleozoicos y paleozoicos de las Béticas, Pirineos, etc.), nos queda como dominio hercínico el Macizo Hespérico o Ibérico.

Aflora en la mitad occidental de la Península y se continúa bajo recubrimiento en una extensión mucho mayor, alcanzando por el este a la cordillera Ibérica, como puede comprobarse por las características de los núcleos prepaleozoicos y paleozoicos que aparecen en ella.

Forma parte de la gran cadena hercínica europea, y, se piensa, estaría unido al macizo Armoricano-macizo Central francés y al África noroccidental (recientes estudios demuestran un gran paralelismo entre dichos fragmentos). La separación posterior, como veremos, sería consecuencia de la dinámica de las placas, al formarse el Atlántico y el golfo de Vizcaya.

Están formados principalmente por rocas plutónicas (granitos) y metamórficas (gneises, cuarcitas, pizarras), aunque no faltan rocas sedimentarias (areniscas y calizas), ni las volcánicas; predominan, no obstante, las rocas silicatas, por lo que constituyen la **ESPAÑA SILÍCEA**. Forman macizos montañosos de altitud media, residuo de una antigua cordillera formada a final de la era Primaria, reducida en algunos lugares a penillanura. La **Cordillera Central** y los **Montes de Toledo** son horst, elevados por compresión del macizo durante el plegamiento alpino. La red hidrográfica ha excavado estos terrenos profundamente.

21.1.2. Terrenos alpinos

En el dominio alpino se incluyen las cordilleras de tipo intermedio pero sobre todo a las que la orogenia alpina les imprimió un carácter estructural. En España este dominio está integrado, fundamentalmente, por las Béticas y, en un sentido más amplio, también por los **Pirineos, Cantábrica e Ibérica**.

Están formados por rocas mesozoicas y terciarias, que fueron plegadas durante el Cenozoico por la orogenia alpina. Son rocas sedimentarias, de facies marinas y continentales, con intercalaciones de rocas volcánicas, que no han sufrido metamorfismo ni intrusiones plutónicas (excepto en la zona sur de la Béticas y en el norte de los Pirineos); en ellas aparecen pliegues, fallas, cabalgamientos y mantos de corrimiento. En estos terrenos predominan las rocas calizas, por lo que constituyen la **ESPAÑA CALIZA**. El relieve es abrupto, condicionado por la litología y las estructuras, con frecuentes formas kársticas de modelado.

21.1.3. Terrenos postalpinos

Están formados por rocas sedimentarias terciarias y cuaternarias, las cuales se acumularon en las depresiones (interiores y exteriores al macizo Hespérico) que quedaron después del plegamiento de las cordilleras alpinas. Las rocas aparecen en disposición horizontal y, por lo general, son de facies continental, predominando las rocas arcillosas (**ESPAÑA ARCILLOSA**). El relieve es de tipo tabular (mesetas y mesas), siendo frecuentes los abarrancamientos (tierras malas o bad lands) en los terrenos blandos.

Los más representativos se encuentran en **ambas mesetas** (depresiones interiores del macizo Hespérico) y las **depresiones del Ebro y del Guadalquivir**. Predominan las arcillas, margas grises, arenisca y aluviones arcillosos.

21.2. Evolución geológica general de España. Su relación con la Tectónica de placas.

La Península Ibérica forma parte de la placa euroasiática, la cual limita con la placa americana, por la dorsal centroatlántica, y con la placa africana, por medio de una falla transformante que va de Azores a Gibraltar y que se prolonga a lo largo de la zona sísmica del norte de África.

Entre las placas eurasiática y africana se produce colisión, habiendo subducción de la placa africana bajo la euroasiática, la cual además sufre desplazamiento hacia el Este. Esta situación es la causa de la sismicidad existente en el golfo de Cádiz, las cordilleras Béticas, el mar de Alborán y el norte de África.

Zonas sísmicas menos activas se extienden por los Pirineos y el litoral Cantábrico, el sistema Ibérico y la región catalana, y por la costa atlántica. Estas zonas parecen coincidir con fallas que delimitan aproximadamente al macizo Hespérico, el cual resultaría ser, al parecer, una unidad o microplaca que ha tenido un movimiento independiente de la placa euroasiática en el pasado geológico y quizás también en la actualidad.

Las **pruebas** que avalan esta afirmación son las siguientes:

1. La **diferente declinación magnética** entre las rocas peninsulares y del resto de Europa (rocas paleozoicas del macizo Hespérico presentan hasta 35° de diferencia). Las rocas jurásicas situadas a ambos lados de los Pirineos también presentan diferencias.
Es evidente que no existirían estas diferencias si las rocas peninsulares no hubieran variado de posición respecto de las rocas europeas de la misma edad.
Entre las rocas del Eoceno no hay diferencias de declinación entre las peninsulares y las europeas, por lo que deducimos que la península había adquirido su posición actual respecto a Europa en ese período y que no ha variado desde entonces.

2. Se han detectado en el Cantábrico **bandas de anomalías magnéticas**, de edades comprendidas entre 100 y 130 m.a. (Cretácico inferior), lo que indica que ese mar se abrió por esa época. Igualmente, las bandas de anomalías magnéticas de las rocas del fondo del Atlántico indican que, por esa misma época, se iniciaba la separación de la península Ibérica del continente americano. Corroboran la anterior información sedimentos del Cretácico dragados del fondo del Cantábrico.
3. Por otra parte, la falla Azores-Gibraltar, que limita las placas europea y africana, estaba abierta desde el Jurásico.
4. Correspondencia entre las **alineaciones del plegamiento Hercínico** del norte del macizo Hespérico con las de la Bretaña francesa.

De lo expuesto anteriormente se deduce que, en épocas anteriores al Cretácico, el macizo Hespérico quedaba adosado a las costas de la Bretaña francesa, por un lado, y a América por otro.

En general se acepta que la **orogenia Hercínica** coincidió con la unión de América y Europa para formar el Pangea. España, situada entonces entre Terranova y Bretaña, actuaría, durante el Carbonífero, como una microplaca cortical con desplazamiento hacia el norte, hasta colisionar con Laurasia, lo que explicaría las deformaciones de la parte septentrional (otra colisión posterior, de la placa africana con la Ibérica ya incorporada a Laurasia, sería la causa de las deformaciones de las regiones Sur y Sur-Oeste)

La **rotura del Pangea** se inicia en el Triásico. Se establecen entonces dos fosas tectónicas o rifts, a lo largo de las cuales la microplaca Ibérica se separó por un lado de América (dorsal Atlántica) y por otro de Francia (mar Cantábrico), rotando unos 35° respecto a ésta en el sentido contrario a las agujas del reloj.

El **movimiento de la microplaca Ibérica** habría terminado por colisionar con la parte sur de Francia, a lo largo de los Pirineos, originando el plegamiento de esta cordillera; en los **Pirineos**, y también en la región francesa de Aquitania, se han encontrado rocas sedimentarias del Cretácico superior, que indican que un mar profundo conectaba el mar de Tetis con el incipiente Atlántico por esa época. Fue entonces cuando comenzó la colisión de la microplaca Ibérica con el sur de Francia, que ocurrió durante el Cretácico superior y Paleoceno en el Pirineo catalán, durante el Eoceno en el Pirineo aragonés y a lo largo del Eoceno superior-Oligoceno en el Pirineo vasco-navarro. La microplaca ibérica habría quedado entonces estabilizada.

En el Eoceno-Oligoceno se produce la **deformación alpina** de mayor alcance en los Pirineos primero (ya citada) y en las **Béticas** después y también el **rejuvenecimiento del sistema Ibérico**.

La colisión de la placa africana contra la placa Ibérica, a lo largo de los períodos Oligoceno y Mioceno, originó el plegamiento de las cordilleras Béticas (cuyo dominio se prolonga hacia el NE, bajo el Mediterráneo, hasta incluir Ibiza y Mallorca) y de los montes Atlas de Marruecos, con formación de mantos de corrimiento. La elevación de ambas cordilleras interrumpió durante el Mioceno superior la comunicación que hasta entonces había entre el Atlántico y el Mediterráneo, quedando éste aislado; lo que provocó su desecación y el depósito de evaporitas en su fondo (halladas por sondeos en la cuenca balear). A comienzos del Plioceno (hace 5 m.a.) se abrió el estrecho de Gibraltar, volviendo a ser inundada la cuenca mediterránea.

21.3. Geología Regional

Trataremos de resumir los grandes cambios acaecidos a lo largo de la hª geológica de la Península. Existen en ella materiales de edades comprendidas entre el Precámbrico y la actualidad. Desde el Paleozoico se han sucedido tres orogenias (Caledoniana, Hercínica y Alpina) que, junto con los efectos de una serie de fenómenos tectónicos de reajuste y de desgaste erosivo, dieron lugar a la constitución geológica y orográfica actual.

PRECÁMBRICO

Es muy difícil reconstruir todas las transformaciones acaecidas (erosión, plegamientos, etc.) los afloramientos precámbricos que aparecen son aislados y difíciles de diferenciar de los paleozoicos con que aparecen relacionados. La mayor fiabilidad de los métodos de datación actuales permite reconocer como terrenos precámbricos a algunos atribuidos antes al Paleozoico.

PALEOZOICO

Con excepción de algunos afloramientos independientes (Béticas por ejemplo), todos los materiales paleozoicos se sitúan en el macizo Hespérico y en él podemos seguir la evolución de la era primaria. Una **transgresión** cubre todos los relieves precámbricos (sólo queda emergido el escudo báltico).

Actúa el **plegamiento caledoniano** y de sus esfuerzos tectónicos surge un macizo en la zona de la actual depresión del Ebro y otro en la zona galaico-portuguesa. Consecuencia de ello son las cuarcitas armorianas de la base del Ordovícico.

En el Silúrico se produce de nuevo una transgresión importante, que permite el depósito de potentes pizarras en varias regiones. Entre el Silúrico y el Devónico se produce un nuevo reajuste con disminución de las profundidades marinas. Por eso en el Devónico superior o no hay depósitos o son muy incompletos, con excepción de los surcos pirenaico y asturiano.

En el **Carbonífero** la sedimentación sigue siendo marina, pero cada vez de aguas más someras, reduciéndose casi siempre a cuencas parálicas (excepto en los depósitos de las “potentes calizas” de los Picos de Europa). Actúa intensamente la **orogenia Hercínica**, primero en el N.E., elevando el macizo catalán y el del Ebro, después la cuenca asturiana y el Sur de Portugal. En el Carbonífero Medio existen importantes cuencas de sedimentación interiores límnicas (León y Extremadura) y parálicas en la región asturiana, en las que se forman **yacimientos hulleros**.

En el macizo Hespérico, que incluye las regiones del Sistema Central y los montes de Toledo, aparecen rocas plutónicas y metamórficas (granitos, migmatitas, gneises, cuarcitas y pizarras) cuyas edades varían desde el Precámbrico al Paleozoico superior; estas rocas fueron plegadas durante la orogenia Hercínica (Carbonífero), constituyendo una cordillera que era prolongación de las que simultáneamente se formaron y constituyeron la Europa central. Rocas semejantes aparecen en la **zona axial de los Pirineos**, partes de la **cordillera Ibérica** (Demanda y Albarracín), las **Béticas** y las **Costero-Catalanas**, lo cual indica que el macizo Hespérico se extendía más allá de los límites que se le han asignado, al establecer las divisiones morfoestructurales de la península.

El Pérmico, con la progresiva retirada del mar, es un periodo de denudación del relieve, con una erosión favorecida por levantamiento isostático del macizo, lo que hizo que llegaran a aflorar terrenos muy antiguos, precámbricos. El macizo Hercínico fue arrasado durante el Pérmico, hasta formar una penillanura.

MESOZOICO

Una transgresión suave hace que se formen capas de depósitos marinos someros en amplios márgenes de la Península, con arcillas, margas, areniscas y también evaporitas muy plásticas, en el Triásico. Depósito de facies profundas sólo en el surco bético.

La **apertura del Atlántico** no se completa hasta el Jurásico-Cretácico inferior. Esta apertura explicaría la **gran transgresión jurásica** que cubrió la mitad oriental de la Península. Cubre todo el centro y este de la península con las mayores profundidades localizadas en los surcos bético y pirenaico. El surco ibérico está también constituido.

Durante el Mesozoico, la región que constituye el macizo Hespérico actual continuó emergida, prosiguiendo su erosión. Mientras, la zona que corresponde a la cordillera Ibérica fue fracturada y se hundió, sufriendo los efectos progresivos de una transgresión marina procedentes del Este; quedó convertida en una zona costera y de plataforma continental, en donde se depositaron arenas, arcillas, margas y calizas que aparecen discordantes sobre las rocas paleozoicas. Esta transgresión marina alcanzó durante el Cretácico superior al sistema Central, pero no a los montes de Toledo que siguieron emergidos. Este hundimiento en la región de la cordillera Ibérica y zonas adyacentes se considera debido a la apertura de una **fosa tectónica de tipo aulacógeno**, a partir de un punto caliente situado entre las provincias de Castellón y Valencia, cuya actividad queda registrada por las intercalaciones de rocas volcánicas básicas de los periodos Triásico y Jurásico en las series sedimentarias; durante el Cretácico inferior, mientras el macizo Hespérico giraba respecto a las costas de Bretaña, algunas áreas de la cuenca Ibérica sufrieron una elevación, emergiendo y siendo erosionadas; la cuenca se restableció durante el Cretácico superior, al quedar estabilizado el macizo Hespérico.

Durante el Cretácico, por lo tanto, continúan las **regresiones progresivas** que van limitando los depósitos marinos a los surcos profundos. En esta regresión cretácica hay fluctuaciones que son responsables de los yacimientos de **lignito** de Utrillas (Cretácico Superior). La zona axial del Pirineo está ya emergida.

CENOZOICO

Durante el Terciario, y como reflejo de la compresión que la subplaca Ibérica sufrió, primero contra Europa (**plegamiento de los Pirineos**) y después por la placa Africana (**plegamiento de las Béticas**), se pliega también la cordillera Ibérica, mientras que el basamento Hercínico del macizo Hespérico queda fracturado, elevándose en forma de **horts o macizo tectónico en el Sistema Central y en los Montes de Toledo**. La región comprendida entre la Ibérica, el sistema Central y los montes de Toledo quedó formando una fosa tectónica (depresión del Tajo) con características continentales endorreicas (los ríos carecían de salida al mar), la cual se fue rellenando durante el Terciario con sedimentos fluviales y lacustres (conglomerados, areniscas, arcillas, margas, yesos y calizas), que cubrieron el sustrato Hercínico del macizo Hespérico y que alcanzan más de 4000 m en el Sistema Central.

El **plegamiento de la Ibérica** durante el terciario formó pliegues, escamas, cabalgamientos, pero no ocurrieron intrusiones plutónicas ni hubo metamorfismo; dio lugar a una cordillera que al final del Mioceno ya estaba erosionada. Posteriormente ha sufrido fracturación, quedando unos bloques elevados (sierras de la Demanda, Tremedal, Menera,...) y otros hundidos (depresiones de Almazán, Calatayud-Teruel, Requena, etc.), los cuales se han rellenado con materiales fluviales y lacustres procedentes de los bloques elevados; la red fluvial se ha encajado al final del Mioceno.

Un **basculamiento del macizo Hespérico** hacia el oeste en la mitad del Plioceno decidirá la red fluvial actual con muchos ríos encajados en las cuencas terciarias, formando terrazas hoy todavía no bien explicadas. Los ríos que aflúan a la depresión del Tajo encontraron salida hacia el Atlántico; a partir de entonces, el Tajo y sus afluentes comienzan a encajar sus valles originando relieves tabulares.

En general los períodos Plioceno y Cuaternario fueron de carácter erosivo, con escasos depósitos difíciles de clasificar (depósitos pliocuaternarios). A estos depósitos de transición corresponden las "**rañas**", es decir, depósitos mal clasificados, propios de zonas áridas que cubren grandes áreas de Extremadura, Montes de Toledo, etc.

En el **Pleistoceno** las **glaciaciones** afectaron a la Península, formándose glaciares de circo o de circo y lengua en altitudes superiores a los 1.800 m (se piensa que las terrazas fluviales de la cuenca del Tajo tengan este origen). Más extensa fue la acción periglacial.

Para finalizar mencionaremos las **manifestaciones volcánicas neógeno-cuaternarias** que existen en la Península:

- La región de Olot en Gerona (más de 40 volcanes apagados que han tenido actividad con lavas básicas desde el Plioceno hasta hace menos de un siglo)
- La región del Campo de Calatrava (C. Real), con edad y caracteres análogos a la anterior.
- La región de Cabo de Gata-Cartagena, más destacable, con erupciones de tipo ácido importantes durante el Mioceno y Plioceno, que dieron lugar a abundantes yacimientos metálicos.

Resumiendo tenemos que las **grandes unidades geológicas de la Península Ibérica** son:

1. EL MACIZO IBÉRICO

Constituida por las zonas: Cantábrica, Astur-leonés, Centro-ibérica, Ossa-Sierra Morena y zona sur portuguesa.

2. CORDILLERA IBÉRICA

Con dos ramas, la aragonesa y la castellana, ambas separadas por la cuenca de Teruel. En los núcleos de la estructura aparecen materiales paleozoicos y precámbricos afectados por la orogenia Hercínica. Encima se sitúan la cobertera mesozoica y cenozoica, deformadas por la orogenia alpina.

3. DEPRESIONES TERCIARIAS

Duero, Tajo y Meseta Sur. Con sedimentos mesozoicos y paleógenos plegados, y relleno detrítico miocénico, discordante, encima.

Guadalquivir. Asociado en su génesis a las Béticas. Prefosa con materiales mesozoicos (triásicos) y cenozoicos (miocénicos) marinos.

Ebro. Cuenca de relleno ocupada por sedimentos plegados paleógenos discordantes sobre paleozoicos antiguos. Encima sedimentos detríticos de relleno de cuenca.

4. CORDILLERA BÉTICA

- a) **Zona bética.** Con rocas paleozoicas y triásicas afectada por tectónica fuerte de manto de corrimiento y metamorfismo intenso. Hay varias unidades, alguna de ellas alóctona: complejo Nevado-Filábride, complejo Ballabona-Cucharon, complejo Alpujarride y Maláguide.
- b) **Zona prebética.** Sedimentos carbonatados mesozoicos y cenozoicos plegados.
- c) **Zona subbética.** Sedimentos mesozoicos: Triásico y potentes series carbonatadas del Jurásico-Cretácico. Encima, en facies flysch, se sitúan sedimentos eocenos-oligocenos. El subbético es alóctono sobre el prebético con tectónica de mantos de corrimiento.

5. CORDILLERA PIERENAICA

Geológicamente se extienden desde la comunidad Cántabra al Mediterráneo. En la zona axial aparecen los materiales más antiguos (rocas ígneas y metamórficas y sedimentos arcillo-arenosos paleozoicos), plegados durante la orogenia Hercínica. Los materiales del Mesozoico, representado en todos sus facies, y el Cenozoico inferior (facies marino-continental) están plegados por la orogenia alpina en una tectónica fuerte de tipo compresivo.

6. CORDILLERA COSTERO-CATALANA.

Funcionamiento geológico similar, con un zócalo paleozoico afectado por la orogenia Hercínica y una cobertera mesozoica-paleógena plegada por la alpina. Las etapas distensivas generan cuencas de tipo tectónico y delimitan las cordilleras litoral y prelitoral, rellenas por sedimentos detríticos.

CON CARÁCTER OPCIONAL SE PROCEDE A DESCRIBIR LAS PRINCIPALES FORMACIONES PENINSULARES

MACIZO IBÉRICO

Los materiales premesozoicos son rocas antiguas plegadas y afectadas por metamorfismo regional y atravesadas por inclusiones graníticas paleozoicas.

En el macizo Ibérico se advierten unas direcciones de plegamiento, en general S.E-N.W., con una flexión al Este en la parte norte (rodilla asturiana). Además, el macizo en conjunto presenta una cierta bilateralidad, con una parte central más antigua, con granitizaciones, metamorfismo, etc., a ambos lados de la cual aparecen materiales cada vez más modernos hacia las zonas externas y con vergencias opuestas.

A parte de los caracteres generales citados, se presentan unos caracteres diferenciales que permiten dividir el macizo en cinco zonas.

Zona Cantábrica.

Presenta todos los sistemas del Paleozoico (Cámbrico, Ordovícico, Silúrico,...) bastante concordantes entre sí. Se trata de sedimentos someros de plataforma (cuarcitas, pizarras, calizas litorales, etc.) y poco potentes hasta el Devónico. En los depósitos del Carbonífero aparecen reflejos de inestabilidad orogénica, con distintos ambientes sedimentarios: las potentes “calizas de montaña” (Picos de Europa), de ambiente marino; sedimentos parálidos hulleros (unos 6.000 m.) en la cuenca central asturiana; depósitos límnicos

con carbón (cuenca occidental asturiana y N. de León). El Precámbrico sólo aflora, de un modo claro, en el antiformal de Narcea, situado en el límite de esta zona con la siguiente.

La orogenia Hercínica produjo en esta zona importantes pliegues y mantos de corrimiento (en algunas zonas el Cámbrico reposa sobre el Devónico). No aparecen señales de metamorfismo ni de actividad magmática importante. Durante el Pérmico el relieve resultó arrasado, y posteriormente, en el ciclo alpino, experimentó un rejuvenecimiento.

Zona astur-occidental-leonesa.

Aparecen varios núcleos precámbricos, de gneises con grandes cristales de feldespatos (formación de ollo de sapo) y pizarras muy metamorfizadas.

Los sedimentos paleozoicos corresponden a facies marinas, primero someras y ya en el Ordovícico Superior, profundas. Hay poca representación de depósitos posteriores, devónicos, carboníferos (Ponferrada) o pérmicos.

Escasas actividad magmática, metamorfismo, esquistosidad y granitizaciones que aumentan hacia el oeste.

Zona centroibérica

Es la zona más amplia. Comprende toda Galicia, norte de Portugal, parte de Castilla León, etc. hasta el batolito de Pedroches (Córdoba) donde alcanza la sierra Morena. Aquí se sitúa el núcleo del macizo Hespérico, al que corresponden una serie de afloramientos precámbricos.

Predominan estos materiales y los cámbricos, siendo difícil establecer el límite entre ambos; pizarras con intercalaciones de cuarcitas, grauvacas y calizas. Del Ordovícico, la cuarcita armoricana, asociada a pizarras y niveles calizos, nos indican una transgresión. El Paleozoico superior es casi inexistente en esta zona, salvo en algunos surcos, como la cuenca hullera de Puertollano.

Hay un gran paralelismo estructural con sinclinorios en dirección N.W.-S.E. en la parte centro-sur y macizos redondeados en la parte norte. Algunos de estos macizos se consideran alóctonos, cabalgantes. Los materiales presentan un metamorfismo y esquistosidad variables (máxima en Galicia y Portugal) y granitizaciones y manifestaciones volcánicas, ordovícicas y silúricas sobre todo.

En relación con estas estructuras se localizan mineralizaciones importantes. Así, en Almadén, las pizarras ampelíticas y cuarcitas del Silúrico presentan intercalaciones de lavas básicas que constituyeron yacimientos de cinabrio; relacionado con los plutones graníticos hay yacimientos de Sn, W, y otros en Galicia, de U en Salamanca y Cáceres, y de Pb, U, Cu, etc., en el distrito minero de Linares-La Carolina.

Zona Ossa-Morena

Está situada entre el batolito de Pedroches y una línea que une Aracena y el valle del Guadalquivir en el N.E. de Sevilla. Presenta una gran extensión superficial y potencial de afloramientos precámbricos y cámbricos. Los restantes sistemas, aunque escasos, están también representados. En general, los sedimentos corresponden a facies marinas. En el Carbonífero también hay depósitos limmicos hulleros, como en Peñarroya. Las vergencias son hacia el S.W., y la edad del plegamiento se sitúa en el Carbonífero inferior. Hay abundantes reflejos de actividad magmática y metamorfismo variables.

Zona Sur-portuguesa.

Ocupa el S.W. del macizo Hespérico. Tiene una litología mucho menos variada que las zonas exteriores. Destaca la alternancia rítmica muy potente de cuarcitas y pizarras devónico-carboníferas, con abundantes intercalaciones volcánicas. Estas intercalaciones son especialmente potentes en la faja piritífera (unos 300 Km.), a la que corresponden los yacimientos de sulfuros de Riotinto, Tharsis, etc.

DE PLATAFORMA POSTHERCÍNICA O CORDILLERAS INTERMEDIAS:

Cuenca Cantábrica:

La cobertera mesozoica-paleógena en la margen septentrional del macizo Hespérico presenta fases análogas a las de la plataforma posthercínica oriental, y en su parte este van cambiando gradualmente hasta enlazar con las cadenas subpirenaicas.

Esta cobertera aparece en la parte este de la cordillera Cantábrica, se prolonga bajo el mar y emerge parcialmente en las proximidades de Gijón, Oviedo, Avilés y Ribadesella.

En cuanto a la estructura, hay zonas poco o nada deformadas, como es el caso de la cuenca mesozoica asturiana (zona de Gijón, Oviedo, etc.), y otras, las de la parte este de la cordillera Cantábrica, que presentan deformaciones, aunque, en general, poco importantes. Se trata de suaves pliegues con dirección N.W - S.E., y son frecuentes los diapiros triásicos salinos perforando las series mesozoicas.

Cordilleras Catalanas.

Situadas entre Gerona y Castellón más o menos paralelas a la costa mediterránea. A pesar de la proximidad, no son relacionables con el Pirineo, y sí, como ocurre con la Ibérica, con el desarrollo posthercínico del macizo Hespérico.

Son dos alineaciones montañosas que se extienden paralelas a la costa y que responden a una estructura de bloques elevados del zócalo con una fosa (rift) longitudinal en el centro. El conjunto está, además, dislocado por una serie de fallas transversales. Más que de un plegamiento (los pliegues sólo aparecen localmente). Se trata de una estructura causada por una tectónica de distensión intramiocénica.

El zócalo es análogo al del macizo Hespérico, con un posible prepaleozoico y paleozoico y con abundantes señales de actividad magmática y metamórfica.

La cobertera es semejante a la de la Ibérica en la parte sur; hacia el Norte los depósitos mesozoicos se adelgazan, llegando a desaparecer en el límite con la depresión del Ebro. Los materiales terciarios recubren los anteriores y rellenan las fosas desde su formación.

Cordillera Ibérica: Ramas: castellana; Aragonesa.

Con orientación N.W-S.E., se sitúa entre la sierra de la Demanda y el Sur de Valencia, donde se encuentra la cordillera bética.

Aunque la edad de la deformación principal (final del Oligoceno) corresponde a la orogenia alpina, el estilo tectónico es diferente, estando, en cambio, muy ligado a la estructura del macizo Hespérico. Ello hace que se le pueda considerar como una cordillera de tipo intermedio.

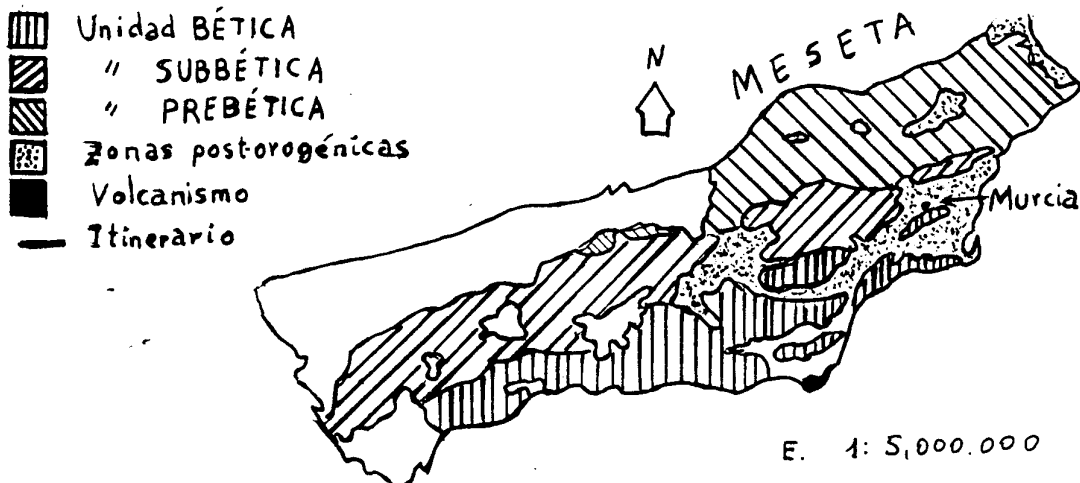
Los sedimentos mesocenoicos ofrecen series muy potentes en algunas zonas, lo que indica la existencia de surcos con fuerte subsidencia posthercínica.

Los materiales del zócalo que asoma son precámbricos y paleozoicos, y guardan relación directa con los de la zona asturoccidental-leonesa del macizo Hespérico.

El estilo tectónico presenta unas estructuras de bloques de zócalo a las que la cobertera se adapta unas veces y se pliega independientemente otras sobre las evaporitas del Triásico superior, que actúan como nivel plástico de despegue tectónico. No hay reflejos magmáticos ni metamórficos importantes.

DE DOMINIO ALPINO PROPIAMENTE DICHO:

Cordilleras Béticas: Zonas: prebética; subbética y bética.



Es un conjunto típicamente alpino y muy complejo, que aparece adosado al macizo Hespérico. Se extiende desde el golfo de Cádiz hasta las costas del mar valenciano, alcanzando al N.E. de las Baleares (Menorca). Por el sur se prolonga en la cordillera rifeña, en África.

Se distinguen tres bandas alargadas en la dirección W.S.W - E.N.E., que constituyen dos zonas, externa e interna. Otras unidades menores, más o menos autónomas, son las del complejo del Campo de Gibraltar.

a) Unidad Prebética:

Aflora entre Martos (Jaén) y se extiende, en parte cubierta por el Mediterráneo, hasta Baleares. Está constituida por materiales mesozoicos de facies continentales y marinas de profundidades someras, que se van haciendo más profundas hacia el S.E. (a medida que nos alejamos del macizo Hespérico, que sería la principal fuente de aportes).

Las características estratigráficas son semejantes a las de la cordillera Ibérica, de la que se diferencia, en las zonas límite, por las direcciones tectónicas. La estructura es de pliegues (dirección E.N.E. - W.S.W.) y fallas, sin cabalgamientos importantes. La deformación principal corresponde al Mioceno inferior.

b) Unidad Subbética:

Situada a continuación de la unidad anterior, se diferencia de ella, estratigráficamente, por presentar facies más profundas, calizas y margas, ricas en fósiles pelágicos, con interacciones de lavas volcánicas submarinas.

Estructuralmente es un conjunto caótico, con pliegues, fracturas e importantes mantos de corrimiento que cabalgaron de sur a norte. Los rasgos estructurales principales se sitúan en el límite Eoceno-Oligoceno, y también en el Mioceno.

c) Unidad Bética:

Al S.E. de la anterior, de la que le separan depresiones interiores de relleno terciario, se extiende entre Estepona y el cabo de Palos.

Afloran en esta unidad materiales prepaleozoicos y paleozoicos, a veces muy metamorfizados, y triásicos, sin que aparezcan sedimentos posteriores, con excepción del llamado complejo Maláguide. Los depósitos triásicos son filitas y cuarcitas en su base y rocas carbonatadas en su parte superior (calizas, dolomías, etc.). Hay también importantes manifestaciones volcánicas y de metamorfismo regional.

La estructura es muy complicada, con superposición de mantos de corrimiento con litología distinta (por ejemplo, unos con triásico continental y otros con triásico marino), que indican un origen alóctono lejano, seguramente de África. En la unidad Bética se diferencian de abajo arriba tres complejos, de metamorfismo decreciente, que corresponden a tres grandes mantos de corrimiento: Complejos Nevadofilábride, Alpujárride y Maláguide, que son subdivisibles, a su vez, en otros menores. El orden de superposición que aparece se explica por un cabalgamiento del Maláguide, sobre el Alpujárride, y de este sobre el Nevadofilábride.

La edad de la superposición se sitúa en el límite Eoceno-Oligoceno. Posteriormente, en el Mioceno hubo importantes fracturaciones de tectónica vertical con formación de depresiones interiores, configurándose la orografía actual.

En la unidad Bética se localizan yacimientos metálicos importantes, relacionados con el volcanismo postorogénico alpino, sobre todo en los complejos Nevadofilábride y Alpujárride: mineralizaciones de óxido de hierro en mármoles nevadofilábrides (Alquife, Granada); sulfuros de Zn y Pb, óxidos de Fe y Mn, etc., en yacimientos alpujárrides (Mazarrón, sierra de Gador, etc.); también, en intrusiones ultrabásicas de la serranía de Ronda, se localizan yacimientos de Magnetita con Cr y Ni.

Unidad del campo de Gibraltar:

S trata de una unidad alóctona de cabalgamiento que monta la Subbética y que se prolonga al otro lado del estrecho, bordeando las cordilleras norteafricanas hasta alcanzar Italia. Los materiales son areniscas, calizas y margas intercaladas (flysch), correspondientes al Cretácico y Mioceno inferior.

Pirineos:

Normalmente por Pirineo se entiende la cadena montañosa que separa España de Francia, pero su extensión geológica es mayor que la orográfica, prolongándose hacia el oeste en el País Vasco, para hundirse bajo el Cantábrico y, hacia el este, hasta la región francesa de la Provenza.

Sus características de trazado rectilíneo, metamorfismo muy localizado, débil actividad magmática y estructura tectónica relativamente sencilla no corresponden a la de una cordillera alpina típica. En la estructura del Pirineo se distingue:

- Una zona axial, donde aflora un conjunto Hercínico, con importantes plutones graníticos, que corresponden al zócalo. Presenta materiales precámbricos metamórficos, siendo la mayoría paleozoicos, unos anteriores a la orogenia Hercínica y plegados por ella y otros posteriores. No hay mineralizaciones metálicas importantes.
- Dos zonas subpirenaicas, septentrional y meridional, con terrenos mesozoicos-palógenos de cobertera, despegados y corridos hacia el Norte y Sur, respectivamente, gracias al nivel plástico del Triásico. Con excepción del País Vasco y de algunos puntos del Pirineo catalán, falta el Jurásico y el Cretácico Inferior, descansando el Cretácico Superior directamente sobre el Triásico. Este Cretácico, de calizas organógenas marinas y bastante potente (valle de Ordesa, monte Perdido, etc.), se continúa con series calizo-margosas del Paleógeno. Al final del Eoceno empiezan a aparecer materiales continentales, y ya en el Mioceno son claramente postorogénicos.

Estructuralmente la evolución del Pirineo corresponde a dos ciclos orogénicos:

- La orogenia Hercínica que afectó a los materiales prepaleozoicos, dejando reflejos de metamorfismo, plutonismo y vulcanismo. A las series anteriores al plegamiento (Carbonífero Superior) le suceden depósitos continentales postorogénicos del Pérmico. Debido a dislocaciones tectónicas prealpinas, se constituyeron cuencas donde se depositaron los materiales mesozoicos análogos a los de la plataforma oriental del macizo Ibérico, para que quede constituida, ya en el Cretácico, la verdadera cuenca Pirenaica.
- La orogenia alpina que actuó en tres etapas:
 - 1) Cretácico terminal, con más intensidad en la zona nord-pirenaica, con metamorfismo e intrusiones de rocas básicas. Emerge ya la zona axial;
 - 2) Eoceno Medio-Superior, sin interrupción de sedimentación y con formación de mantos de corrimiento generalizado en la zona meridional;
 - 3) durante el Mioceno continúa la elevación de la zona axial, formando un gran anticlinal. Fases de tectónica de distensión dieron lugar a la cuenca del Ebro, en el sur, y la de Aquitania, en el Norte.

El actual relieve montañoso de los Pirineos se debe al levantamiento de conjunto, que se mantuvo con posterioridad a las deformaciones principales, y también a los efectos de fracturación de la tectónica de reajuste.

CUENCAS SEDIMENTARIAS POSTALPINAS O TERCIARIAS.

Corresponden a las regiones que quedaron deprimidas después de la orogenia alpina. Son, generalmente, estructuras de tipo fosa, limitadas por fallas normales, originadas como consecuencia de una tectónica de distensión.

Unas, como la cuenca del Duero o Tajo, guardan relación con la evolución posthercínica del macizo Hespérico: por elevación de la cordillera Ibérica o por rejuvenecimiento de los bloques hercínicos, como el Sistema Central, etc.; otras, como las del Guadalquivir, tuvieron una evolución más relacionada con las Béticas.

Estas depresiones se rellenaron de materiales detríticos y químicos continentales, lacustres o marinos, según los casos) hasta su colmatación durante el Mioceno. En las cuencas rellenas se encajó, a veces muy profundamente, la red fluvial actual, definiéndose valles con terrazas (Cuenca del Duero y Tajo). Situada en Castilla la Mancha y en Castilla- León, son unas cuencas amplias en las que los depósitos terciarios horizontales se apoyan directamente sobre el zócalo paleozoico plegado y desgastado.

Presentan estructuras tabulares sencillas que, una vez erosionadas, forman los típicos relieves de “mesa” coronados por las calizas de los páramos que corresponden a su nivel de colmatación. Las cuencas del Duero y del Tajo son muy parecidas y se encuentran separadas por el, varias veces rejuvenecido, Sistema Central.

Cuenca del Ebro: Situada entre el Pirineo, las cordilleras costero catalanas y la Ibérica. Sobre un material mesozoico discontinuo yace un eoceno marino de arcillas y calizas fosilíferas que aparece plegado hacia los bordes pirenaicos y sobre éste, un oligoceno-mioceno fluvio-lacustre que rellena la cuenca cerrada al mar como consecuencia de la elevación pirenaica.

Cuenca del Guadalquivir: A pesar de su localización en el límite del macizo Hespérico, no está relacionada con él, sino con la tectónica de las Béticas.

El sustrato es paleozoico, del macizo Hercínico que hace en esa zona una flexión acusada, hundiéndose hacia el Sur, considerada hasta hace poco como una falla (falla del Guadalquivir).

Los sedimentos que rellenan la cuenca son casi todos neógenos y marinos a causa de la transgresión del Mioceno que unió el Atlántico con el Mediterráneo a través de esta cuenca. Cuando en el Mioceno Superior se produjo el levantamiento por fracturas de las Béticas se separaron definitivamente ambos mares. A partir de entonces la sedimentación de carácter marino se redujo a la zona de la desembocadura y marismas, mientras que el resto de la cuenca se levanta, encajándose en ella los ríos de la red actual.

La estructura horizontal y sencilla de los depósitos autóctonos se ve alterada por las interacciones de material mesozoico alóctono que, perteneciente a las unidades subbéticas, se deslizó hasta la cuenca en el Mioceno inferior.

LAS ISLAS CANARIAS.

Geológicamente presentan unas características muy distintas a las de la Península Ibérica. Son de origen casi exclusivamente volcánico, están constituidas por coladas superpuestas sobre un sustrato plutónico, en general básico y ultrabásico, de sienitas, dioritas y gabros. Las lavas son variadas, desde basaltos hasta rocas como traquitas y fonolitas. Asociadas a estas rocas volcánicas hay unos escasos depósitos miocenos.

Las erupciones más antiguas se localizan en Gran Canaria y son anteriores al Mioceno, el resto son posteriores, siendo frecuentes en tiempos históricos.

ARCHIPIÉLAGO BALEAR:

Las relaciones geológicas con la Península no están bien dilucidadas. Menorca es la única en que aflora un zócalo paleozoico con materiales del Silúrico, Devónico y Carbonífero. Los materiales mesozoico-terciarios son análogos en todas las islas, aunque con menor desarrollo en Menorca. Se tiende a pensar que las islas, con excepción de Menorca, forman parte del sistema Bético, como una prolongación de la unidad prebética.

Algunos autores consideran que el macizo Hespérico se prolonga hasta las islas de Córcega y Cerdeña; piensan que hubo una fosa que separó a estas islas de nuestra península (época en la que también se abrieron las fosas del Ebro, Ródano, Rhin y Languedoc), formando una cuenca marina norbaleárica-provenzal (en el fondo de esta cuenca hay corteza oceánica). Menorca tiene más parecido con Cerdeña y con la cordillera Costero-Catalana, que con el resto de las islas Baleares; de hecho la corteza continental entre Menorca y la península es más delgada.

21.4. Variedad del paisaje

Todo lo visto hasta aquí sobre la evolución geológica de la península nos ayudará a comprender mejor su diversidad de paisaje.

Al cesar la compresión orogénica, en los albores del Cuaternario, la península Ibérica tiende a buscar un equilibrio estable, su relieve es en la práctica idéntico al actual. La erosión tiende a transformar la península en una penillanura.

Durante el Pleistoceno, como ya vimos, a consecuencia de las cuatro glaciaciones que padece Europa, los glaciares modelan las principales cadenas montañosas. Se forman depósitos arenosos al sur de Valladolid y en la zona norte de Ávila y Segovia. En los últimos 10.000 años no hay ningún cambio fuerte en la morfología de la península, sólo el modelado del relieve por los agentes externos, y la acumulación de depósitos fluviales y eólicos que aún permanecen sin consolidar.

Por lo que hemos podido ver, la evolución geológica de la península no es una secuencia que tenga un principio y un fin, sino que tienen una entidad cíclica y dinámica y que si bien ahora el relieve está configurado de esta forma, continúan actuando sobre él fuerzas que lo transforman y modelan dando lugar a nuevas formas y unidades paisajísticas.

Dentro de una concepción global del paisaje, como una estructura cuyos componentes y atributos se encuentran íntimamente relacionados, las rocas son el marco geológico, sobre el cual se asientan y actúan los componentes y comunidades bióticas. Podríamos hablar de los distintos paisajes españoles, según su litología:

Paisajes graníticos. Ocupa una gran extensión en el territorio español, su mesoestructura a nivel de paisaje no es en capas sino en masas divididas según diaclasas. En ello están presentes formas de erosión en bloques prismáticos que terminan por redondearse originándose los conocidos canchales, bolos y las piedras caballerías. Ej. La Pedriza (Madrid).

Paisajes de areniscas, cuarcitas y conglomerados los podemos encontrar en los Rodenales (Cuenca) y el Curavacas (Palencia).

Paisajes de calizas. Dentro de la extensa zona que abarca la España caliza, se pueden distinguir dos formas de relieve, dependiendo de la disposición direccional que predomine en la estratificación de la roca. Las **formas de muela y mesa**, muy comunes en el Sistema Ibérico y en la Serranía de Cuenca o las grandes moles solitarias con forma de castillo, barco, torre, etc. que se elevan en la Ciudad Encantada (dolomías), son debidas a una disposición horizontal en la estratificación de la roca. Si en las calizas la estratificación es vertical o la tectónica se caracteriza por un intenso plegamiento, el relieve adquiere una grandiosidad de formas montañosas agudas, en crestería, elevándose paredones rectos e inaccesibles. En España existen tres ejemplos en las tres grandes cordilleras calizas de la Península: Pirineos, Picos de Europa y Sistema Penibético.

Paisajes de pizarras, caracterizados por presentar relieves suaves, son típicos las lomas redondeadas y llanuras onduladas como las de la sierra de Ayllón (Guadalajara), y las Hurdes (Cáceres).

Paisajes de arcillas y margas, están representados por dilatadas extensiones donde se entrelazan el páramo con la campiña, siendo las cuestas de margas la separación entre la llanura alta y baja: Ej. la Alcarria (Guadalajara), los Monegros (Zaragoza).

21.5. Distribución en España de los recursos hidrogeológicos y mineros

21.5.1. Yacimientos minerales españoles de interés económico

Yacimientos metálicos:

Los más importantes son los de Hg, Fe, Cu, Pb y Zn. De menor categoría son los de Sn, W, Al y Ag; numerosos, pero poco rentables. Ocasionales o abandonados los de Au; y citados mineralógicamente con intentos de explotación, los de Co y Ni.

El **Mercurio** se obtiene del **Cinabrio** y algo del Hg nativo depositados por acción hidrotermal (yacimiento epitemal) de reemplazamiento en cuarcitas sericiticas del período Silúrico. También puede calificarse de yacimiento volcánico submarino, pues el mineral fue aportado por lavas submarinas básicas y debió viajar a lo largo de las chimeneas. Almadén (Ciudad Real) tiene las más famosas minas del mundo, se explotan desde hace más de 2.000 años. Anualmente se producen más de 2.000 Tm. de Hg y las reservas seguras se estiman en 50.000 Tm. Yacimientos de menor importancia se han encontrado en las pudingas carboníferas de Mieres (Asturias).

El **Hierro** se obtiene a partir del **oligisto**, **limonita** y **siderita**, formado en la mayoría de los casos por reemplazamientos metasomáticos de calizas por siderita, con oxidaciones o hidrataciones posteriores, y también por supergénesis en filones de sulfuros. La importancia de los yacimientos está sujeta a las oscilaciones del mercado, son importantes los yacimientos precámbricos de Cartagena, Mazarrón (Murcia) y sierra de los Filabres (Almería) y los silúricos de Asturias, Galicia, León, sierra de la Demanda (Burgos-Logroño) y Ojos Negros (Teruel). Rondando los límites de la comercialidad, se pueden citar los devónicos de Gozón, Carreño, Quirós, Castañedo y Naranco en Asturias y los de Villamanín y Villafeliz en León. Los triásicos son abundantes en Almería y Murcia. Entre los cretácicos de Santander y Vizcaya destaca el de Somorrostro (Vizcaya). La producción anual ronda los siete millones de Tm y las reservas se calculan en unos 1.000 millones. En estas cifras no se incluyen las **piritas** ya que se emplean para la obtención de cobre o ac. sulfúrico.

Otros yacimientos son los de origen sedimentario (Ponferrada). La **magnetita oolítica** es su principal mena. Yacimientos de pneumatolisis de contacto, como el skarn de Cala en Huelva.

El **cobre** procede del famoso yacimiento de Río Tinto (Huelva), conocido desde hace más de 3.000 años y explotado en tiempos con la intención de extraer oro. Se considera el mayor yacimiento de **pirita** cuprífera del mundo, se calcula que se han obtenido hasta la fecha más de 200 millones de Tm. de pirita con un contenido de 5 millones de Tm. de Cu. Su origen aún no está bien determinado, aunque se da por válida la hipótesis de un primer aporte magmático en fase hidrotermal o anterior y efusión submarina con posteriores transformaciones por supergénesis (las zonas de oxidación producen vistosas monteras de Fe, como el Cerro Colorado, en la mina de Río Tinto). Los principales filones, vetas y masas están ubicados en terrenos carboníferos. De las masas de pirita se obtiene Cu en pequeña proporción, a partir de calcopirita y calcosina diseminadas. La pirita se destina a la fabricación de ac. sulfúrico. El tratamiento integral de las piritas, todavía en fase no industrial, pretende beneficiarse no sólo el S, sino todos los metales existentes. Otros yacimientos de Cu de menor importancia se encuentran entre capas arcaicas y paleozoicas. La producción anual es de 6.000 tm. de Cu metal, y se calculan reservas por más de 4 millones de Tm.

El **Plomo** obtenido principalmente a partir de **galena**, se encuentra en abundantes y variados yacimientos en el estrato cristalino de Almería y La Carolina (Jaén), en el triásico granadino y en otros lugares. Los yacimientos más importantes están situados en Linares y La Carolina, presentándose en filones y bolsadas dentro de cuarcitas, pizarras y granito. Se supone que estos filones y bolsadas tuvieron un origen hidrotermal rellenando fisuras o provocando reemplazamientos. La producción anual es de unas 100.000 Tm. de mineral, y las reservas se estiman en 5 millones de Pb metal.

El **Zinc** se halla muchas veces asociado con el Pb, existiendo varias minas donde se benefician ambos metales. La mina más característica e importante es la **blenda** de Reocín (Torrelavega, Santander) originada por metasomatismo de calizas cretácicas. La producción anual aproximada es de 150.000 Tm. y se estiman unas reservas de 8 millones de Zn metal.

El **Estaño**, beneficiado a partir de la **casiterita**, se presenta en venas de cuarzo asociado a minerales pneumatolíticos como la tumalina, fluorita y apatito. Son frecuentes, aunque no importantes, los

yacimientos del Precámbrico gallego, zamorano y salmantino en las proximidades de la frontera portuguesa; hay algún yacimiento del período Devónico, como el de Salas (Asturias), y aluviones de casiterita en el cuaternario de Galicia y León.

Se pueden encontrar en cúpulas graníticas meteorizadas (greisen) y en filones pegmatíticos-neumatolíticos en conexión directa con los greisen. Estos granitos son ricos en mineralizaciones Sn-W, como casiterita, Wolframita y Scheelita. Se extraen sólo unas mil Tm. de mineral de estaño al año. La producción de Wolframio es muy variable, fijándose las reservas en 200 millones de Tm. de mineral.

La **Plata** se encuentra con sulfuros o antimonio en el yacimiento arcaico de Hiendelaencina (Guadalajara), con mineral de Pb en sierra Almagrera (Almería) y sierra de Cartagena, en otros muchos yacimientos de galena argentífera y en el yacimiento Silúrico de Guadalcanal (Sevilla)

El **Oro**, sin yacimientos importantes, se halla en numerosos lugares. Así, en las piritas arsenicales del Silúrico de Rivas (Gerona) y Nava de Jadraque (Guadalajara); y en los placeres cuaternarios de las márgenes y terrazas de varios ríos, como el Sil, Duerma (León), Darro y Genil (Granada), Almanzora (Almería) y Tormes (Salamanca).

Minerales de **Cobalto** y **Níquel** se mencionan en los yacimientos silúricos de Gistain (Huesca) y en el carbonífero de Áramo (Asturias) y Villamanín (León). En el cámbrico-silúrico de Villayón (Asturias), a partir del análisis de sulfatoarseniuros de Fe, se ha obtenido más del 0,2 % de Co. Para dichos metales y para el Cromo existe en la actualidad un plan de investigación en la provincia de Málaga.

De **Manganeso** hay depósitos en varios puntos de Extremadura y Huelva, con una producción anual de 100.000 Tm. de mineral.

Los minerales de **Titanio**, Ilmenita y rutilo son resultado de las segregaciones primarias de magmas básicos, pero también se encuentran en pegmatitas y en placeres. La producción anual es de 30.000 Tm., calculándose las reservas en un millón.

Minerales de **Niobio** y **Tantalio** se hallan en pegmatitas graníticas y son explotadas en Avión (Orense).

El **Aluminio** se obtiene de las bauxitas de origen sedimentario, siendo el principal yacimiento el de Os de Balaguer (Lérida).

Yacimientos radiactivos.

El **Uranio** y el **Radio** se obtienen a partir de la **uraninita o pechblenda**, que en ocasiones se encuentra en concentraciones rentables entre el granito de pizarras metamórficas y pegmatitas. Estos yacimientos se presentan en filones e impregnaciones de origen hidrotermal que sufren posteriores alteraciones e incluso pueden formar placeres uraníferos. Hay importantes yacimientos en Salamanca, Cáceres, Badajoz, Jaén, Córdoba, siendo la producción anual de 70 Tm. de uraninita, calculándose en 10.000 Tm. las reservas, lo que significa el 20 % de las de Europa occidental.

Se ha localizado Uranio en yacimientos de cobertera de dos tipos:

- **Yacimientos en areniscas rojas** del Permotrias, con minerales de Uranio precipitados a partir de aguas freáticas (buenos indicios en Guadalajara y en el Pirineo).
- **Yacimientos de absorción sobre lignitos** del Terciario. Las aguas freáticas pierden el Uranio cuando atraviesan capas de lignito. Este absorbe en su superficie el material radiactivo, pero también combina sus ácidos húmicos (si el lignito es de bajo rango) con el Uranio, dando los llamados compuestos urano-orgánicos.

Los lignitos de la cuenca del Ebro son yacimientos potenciales. De un tipo especial es el placer fósil de Despeñaperros (Sierra Morena). Las cuarcitas armoricanas son allí un placer de Circón, que tiene Uranio como impurezas. Se trata de otro yacimiento potencial.

Yacimientos salinos.

Son importantes los de **sal gema** y **silvina**, y de escaso interés práctico los de sulfatos. De sal gema destaca la cuenca eocénica de Cardona y Suria en Barcelona seguida a gran distancia por los yacimientos triásicos de Cabezón de la Sal (Santander) y otros en Teruel, Cuenca, Soria, Toledo y Madrid. La Silvina, de gran utilidad en la fabricación de abonos potásicos, se encuentra en la misma cuenca catalana citada y alcanza más de cinco millones de Tm. anuales. De sulfato sódico o Thenardita se citan depósitos en Villarrubia de Santiago (Toledo) y en San Martín de la Vega (Madrid).

Otros

Merecen mención las **fosforitas** de Logrosán (Cáceres) y de otros lugares del Silúrico y Devónico cacereño y cordobés. Las **fluoritas** abundan en Caravia (Asturias).

El **azufre** se explota en margas yesíferas miocenas de Libros (Teruel), Hellín (Albacete) y Lorca (Murcia). España proporciona más del 50 % del azufre de Europa occidental.

El **caolín**, procedente de la alteración de las arcosas cretácicas, cenomanenses, se obtiene en numerosas localidades.

Granates en micacitas de Almería, Berilo en Pesqueiras (Pontevedra) y Miraflores de la Sierra (Madrid), Antimonio en Zamora y Villabarcú (Lugo).

21.5.2. Yacimientos de carbón (OPCIONAL).

El carbón aparece entre rocas de edades diversas. La **antracita** y **Hulla** predominan en la Cordillera Cantábrica, en Asturias y León. La principal dificultad de la minería española del carbón es que las capas aparecen intensamente plegadas y falladas, lo que obliga a una explotación peligrosa y difícil; siendo la calidad de los carbones mediocre. Pequeñas cuencas de hulla aparecen en otros lugares: Henarejos (Cuenca), Puertollano (C. Real), Peñarroya (Córdoba), Villanueva de las minas (Sevilla).

Los **lignitos** se queman en las centrales termoeléctricas. Masas importantes de lignito se encuentran en Utrillas (Teruel), en el Pirineo y Galicia. Digno de mención es el azabache de Utrillas. La producción anual es de unos 3 millones de Tm. La producción anual entre antracita y hulla oscila alrededor de los 13 a 14 millones de Tm.

21.5.3. Yacimientos de petróleo (Opcional).

A principios de la década de 1960, sólo se había descubierto en España la existencia de gases, asfaltos y pizarras bituminosas, y esto en cantidades precarias. En zonas del Cretácico y Eoceno de Álava había asfaltos, en otros lugares emanaciones gaseosas de hidrocarburos, y las pizarras bituminosas se explotaban en Puertollano (C. Real).

El hallazgo de petróleo líquido en Ayoluengo (Burgos) y, después, en el delta del Ebro, así como varias investigaciones posteriores, hacen concebir pocas esperanzas de que España pueda autoabastecerse. La estructura de nuestra península no es muy propicia para que en ella existan grandes yacimientos de petróleo, pero puede haberlos en sus plataformas continentales, tanto mediterránea como Cantábrica y Atlántica.

21.5.4. Recursos hidrogeológicos.

El relieve español origina diversas vertientes, desiguales en importancia y extensión:

- Vertiente Cantábrica: Ríos del litoral vasco y derrame septentrional de la cordillera Cantábrica.
- Vertiente Noroeste o gallega: Red hidrográfica del macizo gallego y cuenca del Miño.
- Vertiente Atlántica: Cuencas del Duero, Tago, Guadiana, suroccidental y Guadalquivir.
- Vertiente meridional mediterránea: Ríos del derrame meridional del sistema Penibético.
- Vertiente mediterránea: Cuencas del Segura, Júcar, Turia o Guadalaviar, Ebro y catalana.

Limnología española.

Aunque no se puede hablar de lagos en sentido estricto, si de lagunas de diversos tipos. Las esteparias se caracterizan por su elevado grado de salinidad y cambios estacionales de nivel (Gallocanta en Zaragoza, Nava en Palencia, Ontígola (Madrid), Ruidera y Toboso en la Mancha. De origen glaciar son los de Sanabria (Zamora), Bañolas (Gerona); Peñalara en la sierra de Guadarrama, Enol en Asturias y otras menores en los Pirineos (ibones o estanys) y Sierra Nevada. Las de carácter litoral o deltánico (Albufera de Valencia) o Mar Menor de Murcia.

Embalses.

Con los diferentes planes hidráulicos se han construido gran cantidad de ellos. La tercera parte se encuentran en la zona septentrional; otro tercio en la cuenca del Ebro y el resto más dispersos. Entre los de mayor capacidad se encuentran los de Cíjara, Buendía, Ricobayo, Alarcón, Entrepeñas. Los embalses corresponden a tres tipos principales:

- 1) de recepción para compensar el desabastecimiento en épocas de estiaje;
- 2) de distribución situados cerca del punto de consumo;
- 3) de compensación, planeados para regular los caudales de agua.

21.5.5. Las comunicaciones y la industria

Las principales vías de comunicación terrestre (carretera y ferrocarril), condiciona su trazado a la orografía de España.

La **red ferroviaria** se centra en ocho grandes líneas: 1. Norte (Madrid - Irún); 2) Noroeste (se separa de la anterior en Venta de Baños); 3) Oeste (Madrid - Lisboa); 4) Suroeste (Madrid - Badajoz); 5) Sur (Madrid - Cádiz); 6) Sureste (Madrid - Alicante); 7) Este (Madrid - Valencia) y 8) Nordeste (Madrid - Port Bou)

La **red de carreteras**, de carácter radial, une Madrid con Irún, La Junquera, Valencia, Cádiz, Lisboa y La Coruña. Las autovías y autopistas, muchas de peaje, se desarrollan en los alrededores de las grandes ciudades, en torno a Madrid, Cataluña y algunos sectores costeros. En los últimos quince años se ha impulsado la construcción de autovías, la mayoría de las cuales siguen el trazado de la red radial.

Las **rutas marítimas** que absorben el grueso del tráfico mercantil internacional, salen de los puertos de Santa Cruz de Tenerife, Cartagena, Bilbao, Huelva, Barcelona, Algeciras, Las Palmas, Avilés, Castellón, la Coruña, etc.

En cuanto a las líneas aéreas, de reciente liberalización, están casi monopolizadas por la compañías Iberia y Aviaco.

Aunque España es el primer productor mediterráneo de carbones, las cantidades obtenidas son insuficientes para cubrir sus necesidades. La producción de petróleo es muy pequeña, por lo que gran parte de las **necesidades energéticas** han de cubrirse, en un 50 % mediante las centrales térmicas, un 45 % mediante la energía hidráulicas y un 5% con las centrales nucleares (Zorita de Guadalajara, Sta. Mª de Garoña de Burgos, Vandellós en Tarragona y Almaraz en Cáceres). La moratoria nuclear impuesta hace que la factura energética de los españoles sea un poco más cara de los normal.

En la estructura industrial española destaca la **siderurgia**, concentrada en la cordillera Cantábrica (condicionada por la localización de los principales yacimientos de carbón).

La **industria naval** cuenta con los arsenales del El Ferrol, La carraca y Cartagena, e importantes astilleros en Bilbao y Cádiz.

La **industria del automóvil** se reparte por Barcelona, Valladolid, Vigo, Ávila, Madrid, Vitoria, Pamplona, Zaragoza y Valencia.

La **industria aeronáutica** radica en Getafe, Sevilla, Madrid y Barcelona.

En la **industria química** se produce principalmente sulfúrico, superfosfatos, fertilizantes, NO_3H y ClH y sosa cáustica. Se centra en Barcelona, Asturias, Euzkadi, Madrid, Valladolid y Zaragoza. La electroquímica

en Flix, Sabiñánigo (Huesca), Corcubión y Valladolid. Plásticos y resinas en Barcelona, Madrid, Guipúzcoa, Santander, Valencia y Vizcaya. Explosivos en Asturias, Huelva y Vizcaya. Alquitrán, benzol y fenol (Oviedo, Vizcaya y Puertollano).

La **industria farmacéutica** con más de 20.000 especialidades radica, principalmente, en Barcelona, Madrid, Aranjuez, Bilbao, León, Sevilla, Valencia y Zaragoza. El caucho se trata en Barcelona, Guipúzcoa, Vizcaya, Santander, Madrid y Alicante. Perfumes en Barcelona, Andalucía y Bilbao, y pinturas y barnices en Bilbao, Barcelona, Málaga, Sevilla y Valencia.

La **industria textil** se encuentra prácticamente concentrada en Cataluña (Sabadell, Tarrasa y Barcelona). En menor grado en Valencia (seda), la lana en Béjar (Salamanca), yute en Andalucía y levante, así como fibras artificiales.

Hay grandes fábricas de **cemento** en Asturias, Guipúzcoa, Vizcaya, Navarra, Barcelona, Tarragona, Huelva, Sevilla, Zaragoza y Levante. De calzado en Levante (Alicante, Castellón y Baleares); los núcleos de distribución de papel están en Euzkadi, Navarra, Cataluña y Levante; las de productos alimenticios están repartidas por todo el territorio nacional.

En síntesis, la red de comunicaciones y la orografía condicionan, en gran medida, la distribución industrial en el territorio nacional. La cornisa Cantábrica, Cataluña, Levante y Madrid, junto a núcleos aislados como Sevilla o Valladolid, son los grandes núcleos industriales en donde se localiza gran parte de la industria española.

21.6. Riesgos

Aunque el término **geología ambiental**, como concepto, suele estar reservado a las relaciones que se establecen entre el ser humano y la Tierra, las relaciones entre la geología y las modificaciones del medio ambiente, pueden tener una perspectiva mucho más amplia, planetaria incluso; como ejemplo, sirva la influencia que ha tenido la deriva de los continentes, como responsables del cambio ambiental que provocó el movimiento continental, en la evolución de las especies.

El campo de interés de la geología ambiental comprende entre sus preocupaciones fundamentales: el estudio de los **riesgos naturales** y la **prevención** de los mismos en relación con la preservación de vidas y haciendas y de los recursos naturales que suministran energía y materias primas para el desarrollo humano, y el análisis de los impactos que las actividades humanas producen en el medio físico. Después de los daños ocasionados por las guerras, las catástrofes naturales son la segunda causa de muertes colectivas y destrucciones masivas.

En el caso concreto de la geología ambiental aplicada a los riesgos geológicos naturales, se debe considerar, en primer lugar, el concepto de **riesgo geológico** como "la capacidad de daño (material y personal) de un fenómeno geológico con respecto al **factor tiempo**". Indudablemente, cuando el desarrollo del acontecimiento se produce en un período de tiempo corto o muy corto y con intensidad suficiente (catástrofe), el riesgo para una comunidad aumenta exponencialmente.

Esta definición incluye la **predicción** del acontecimiento (no siempre fácil), la anticipación a éste y, en consecuencia, la atenuación de daños (siempre que acompañe a la prevención un servicio de protección civil adecuado y coordinado), y la determinación de mecanismos de corrección precisos que hayan de ponerse en funcionamiento después del suceso. Todo esto debe tenerse en cuenta para una correcta ordenación del territorio, como veremos después.

En los últimos años se han desarrollado muchos trabajos sobre el análisis, evaluación y control de riesgos naturales. Se trata de determinar parámetros tales como: gentes, acciones principales, intensidad, periodicidad o recurrencia, zonas potencialmente afectadas, efectos sobre asentamientos humanos. Partiendo de ello se elaboran mapas de riesgos en los que se especifican todos estos parámetros.

Otras definiciones utilizan otros factores para la aclaración de este concepto; así, se entiende también por riesgos geológicos "los acontecimientos o situaciones que se dan en el medio geológico y que pueden producir daño en alguna comunidad"; en este caso se introduce el **factor daño**, evaluable desde el punto de vista económico.

21.6.1 Factores de riesgo

Los factores que hay que tener en cuenta a la hora de estudiar un riesgo son tres: peligrosidad, exposición y vulnerabilidad.

➤ **PELIGROSIDAD (P)**

Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno cuya intensidad o severidad lo hacen potencialmente perjudicial en un determinado tiempo y espacio. Según esta definición, este factor depende del propio evento, y para calcularlo hay que tener en cuenta: su distribución geográfica, el tiempo de retorno (periodicidad o frecuencia con la que un riesgo se repite, Ej. 1/100 se produce cada cien años), y su magnitud o grado de peligrosidad (Ej. Los terremotos). El factor de peligrosidad permite elaborar mapas de peligrosidad (ej. Zonas sísmicas).

➤ **EXPOSICIÓN (E) ó VALOR**

Es el nº total de personas o bienes sometidos a un determinado riesgo. En función de las valoraciones realizadas, la exposición se puede cuantificar de: social (nº de personas implicadas) y económico (en pesetas por año). Para disminuir este factor procede una ordenación del territorio, no siempre posible por la tendencia de la población a ocupar zonas con riesgo (vegas de los ríos, territorios volcánicos). El diseño de estrategias de emergencia permiten reducir la exposición. (Protección civil, sistemas de vigilancia, etc.)

➤ **VUNERABILIDAD (V)**

Representa el % (o tanto por uno), respecto al total expuesto, de víctimas mortales o pérdidas de bienes materiales provocadas por un determinado evento. Para reducir este factor se procede con medidas estructurales (cimentación y construcción adecuadas, instalación de pararrayos, etc.).

Se considera riesgo(R) al resultado de multiplicar la probabilidad de ocurrencia (peligrosidad) de un desastre (P) por la exposición (E) en nº total de víctimas o daños económicos potenciales (por evento o por año) y por la vulnerabilidad (V) en tanto por uno.

$$R = P \cdot E \cdot V$$

21.6.2. Planificación de riesgos

La planificación pretende la elaboración de medidas destinadas a hacer frente a todo tipo de riesgos. Esta medida se basa en la predicción y en la prevención.

La predicción tiene tres componentes: espacial (dónde va a ocurrir), temporal (cuándo va a ocurrir) y prever la intensidad. De ahí la importancia de la elaboración de mapas de peligrosidad.

La prevención puede ser: de carácter estructural (tomar medidas en las construcciones para rebajar la vulnerabilidad), o no estructural (elaboración de mapas de riesgo que faciliten una coherente ordenación del territorio. Hemos de añadir las medidas preventivas de **protección civil**, tanto estructurales (vías de comunicación, refugios adecuados para casos de emergencia) como no estructurales (entrenar a la población sobre medidas de evacuación)

21.6.3. Cartografía de riesgos

Los mapas de riesgo son representaciones cartográficas encaminadas a detectar zonas de riesgo para el establecimiento de medidas preventivas (las de protección civil) y correctoras, que eviten en lo posible las catástrofes.

Para la elaboración de estos mapas se pueden tener en cuenta los tres factores de riesgo señalados en el apartado 21.6.1., o el estudio conjunto de los mismos, clasificándose así:

- **Mapas de peligrosidad.** Están muy difundidos, con frecuencia se confunden con riesgo.
- **Mapas de exposición.** Se pueden elaborar teniendo en cuenta la densidad de población, el índice de población expuesta (mapa cuadrículado en el que cada cuadrícula representa núcleos de 1.000 habitantes). En sucesos muy localizados es importante calcular el coeficiente de proximidad. La medida más completa sería calcular el índice de exposición.
- **Mapas de vulnerabilidad.** Reflejan las pérdidas (sociales o económicas) mediante el índice de coste geológico.

- **Mapas de riesgo.** Se construyen a partir de los tres anteriores. Hay mapas de riesgo máximo, medio (moderado o bajo) y nulo. Además el riesgo se expresará de la misma forma que la exposición: resgo social (en víctimas/año) y riesgo económico (pesetas/año).
- **Análisis coste/beneficios.** Se trata de comparar el coste económico que supondría aplicar las medidas de corrección del riesgo con el beneficio, valorado como la reducción de pérdidas que la adopción de dichas medidas conllevaría.

Ante la imposibilidad de estudiar los distintos tipos de riesgos, dada la extensión del tema, incluimos en el cuadro siguiente una clasificación de riesgos geológicos en función de los criterios establecidos con anterioridad, además de las posibilidades de predicción y prevención.

	TIPO DE RIESGO	PREDICCIÓN	PREVENCIÓN
NATURALES	INTERNOS		
	Vulcanismo	Avanzada	Posible
	Terremotos	Difícil	Tomar medidas paliativas
	Tsunamis (maremotos)	Real	Posible
	Diapirismo halocinético	Real	Posible
	EXTERNOS		
	Movimientos ladera	Avanzada, Real	Posible
	Subsidencias/colapsos	Difícil	Adopción de medias
	Dunas	Real	Posible
INDUCIDOS	Inundaciones, avenidas, etc	Avanzada, real	Adopción de medidas
	Infraestructuras: presas	Difícil	Adopción de medidas
	Minería (colapsos)	Real	Posible
MIXTOS	Subsidencias (arcillas)	Real	Posible
	Recursos/contaminación	Real	Posible
	Erosión, sedimentación	Real	Posible
	Radiactividad	Real	Adopción de medidas Posible

21.7. La ordenación del territorio.

En la Carta Europea de Ordenación del Territorio, elaborada por los ministerios responsables del área en el Consejo de Europa, y aprobada en el año 1983, se define el término Ordenación del Territorio (Planificación territorial) como la expresión espacial de la política económica, social, cultural y ecológica de toda sociedad. Este documento se presenta como "una disciplina científica, una técnica administrativa y una política concebida como un enfoque interdisciplinario y global cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio según un concepto rector".

La ordenación del territorio basada en la predicción de riesgos, se entiende como "el conjunto de ideas y obras aplicables a la planificación general de un área determinada, para evitar la confluencia en la misma de riesgos naturales, inducidos o mixtos, que, junto con el uso racional de los recursos y el control de los factores contaminantes, posibiliten el desarrollo integral de una comunidad establecida o por establecer en una determinada región".

La necesidad de una "ordenación del territorio" surge a media que el hombre, con unas actuaciones desproporcionadas, ha ocasionado una desorganización del territorio sin precedentes. Las primeras inquietudes surgen, en el siglo XIX en Alemania e Inglaterra, sobre la utilización del suelo urbano; el espacio no urbano se contemplaba con desinterés. En los años treinta surge, en EE.UU., una actuación pionera en el desarrollo regional en una zona concreta (cuenca del río Tennessee). Con el desarrollo económico tras la segunda guerra mundial y, sobre todo, en los años sesenta comienzan en todos los países políticas de desarrollo regional. Surgen conceptos como polos o ejes de desarrollo, con los consiguientes problemas de ubicación de las industrias y de los núcleos de población. En estos años se comienza a contar con el espacio rural como destinado a acoger suelo urbano, industrias y turismo (desarrollismo).

Desde hace una década se toma conciencia, cada vez más, de la serie de imprevisibles y graves problemas, en relación con el medio ambiente, de estas actuaciones. La Ordenación Territorial incluye desde entonces en sus estudios de planificación los datos del medio ambiente. La generalización de estos problemas a las zonas no urbanas ni industriales justificó el desarrollo de la planificación física o ecológica, que en esencia consiste en el estudio de una región o de un territorio (región, término municipal, valle, zona industrial, etc.) encaminado a la asignación de usos del suelo con criterios ecológicos, en trato paritario con los económicos, técnicos y sociales. La Declaración del Medio Ambiente de la O.N.U., en su punto nº 14, señala que "una planificación racional constituye un punto esencial en la solución de los conflictos que se presentan entre la necesidad de desarrollo y la necesidad, también acuciante, de mejorar y proteger el medio ambiente natural".

Entre las dificultades con que ha tropezado la planificación territorial, cabe señalar: la mayoría de soluciones son políticas donde son habituales las decisiones a corto plazo; las dificultades funcionales derivadas de todo trabajo interdisciplinar (nº de personas implicadas y complejidad del lenguaje técnico); la necesidad de mejorar la Ecología para hacerla operativa (falta de métodos sencillos de análisis y valoración de los recursos, falta de criterios definidos para el uso del suelo y la falta de datos que permitan acometer con rapidez la valoración de impactos sobre el medio).

Pese a todo estos, el enfoque de la planificación física ha enriquecido sin duda la Ordenación del Territorio, que abandonó el estrecho enfoque sectorial y comienza a considerar todos los factores que inciden en el territorio: los aspectos físicos, sociales, económicos y ambientales, que se influyen mutuamente. Como resultado eficaz del desarrollo de la investigación en este área de conocimiento, se ha impuesto el concepto de **planificación u ordenación integrada** como síntesis de la planificación física y de la socioeconómica (reunión de expertos en Bergen (Noruega), 1979).

Significamos los siguientes puntos:

- La planificación integrada se puede considerar como desarrollo de formas, métodos y procedimiento u organismos que permitan la interacción de los distintos factores en el momento preciso. Sobre todo la incorporación de la opinión pública.
- La planificación integrada va desde la organización de la economía regional hasta la renovación de un barrio, pasando por la Ordenación del Territorio, el desarrollo regional, planificación urbana, etc.

En 1983 se aprueba, en Torremolinos, la **Carta Europea de la Ordenación del Territorio**. Recoge, en sus distintos epígrafes, el concepto de Ordenación del territorio (recogido al principio de este apartado), su dimensión europea, sus características, aplicación, objetivos fundamentales, realización de los objetivos de la ordenación del territorio, consolidación de la cooperación europea y objetivos particulares.

En la ordenación del territorio para usos humanos y sociales, debe existir un criterio lógico y de sentido común para la ubicación de los polos y núcleos industriales. Es fácil comprender que en la ordenación territorial confluyen muchos intereses; por lo tanto, la elaboración de los planes de ordenación debe corresponder, en aras de la objetividad y la justicia, a los organismos públicos de control de tipo local, comunitario o nacional.

Los estudios de paisaje aportan una información necesaria para completar la base de conocimientos del medio natural sobre la que ha de apoyarse una adecuada ordenación y gestión del territorio. El análisis del paisaje es su aspecto visual se integra con los demás factores del medio para caracterizar la superficie del territorio y determinar la mayor o menor aptitud de las distintas zonas para sustentar diferentes actividades (capacidad), así como las consecuencias adversas al medio que pueden derivarse en cada una de las zonas de desarrollo de dichas actividades.

El Plan Nacional de Ordenación del Territorio es el instrumento de planificación que establece las grandes líneas y objetivos en todo el territorio nacional. Los Planes Directores Territoriales afectarán a parte o a la totalidad de un territorio incluido en una Comunidad Autónoma. Por último, en los municipios, la ordenación urbanística se realizará a través de los Planes Generales Municipales.

A modo de ejemplo he elegido un estudio realizado, para el Excm. Ayuntamiento de Cuenca que es la base del Plan General de su término municipal (1986), por la Cátedra de Planificación y proyectos de la E.T.S.I. de Montes. El paisaje queda integrado dentro del proceso de clasificación del territorio del término según su capacidad para sustentar urbanizaciones de baja densidad. Así mismo se plantea el esquema utilizado para determinar el impacto que podrían sufrir los distintos puntos del territorio debido al desarrollo de dicha actividad. El desarrollo del proceso para cada uno de los casos (capacidad e impacto) se plasma en sendos mapas en los que: la capacidad (calificada de muy baja, baja, media, alta muy alta y excluyente), y el

impacto (calificado de compatible, moderado, severo, terminal y no considerado) se refleja con distintos colores.

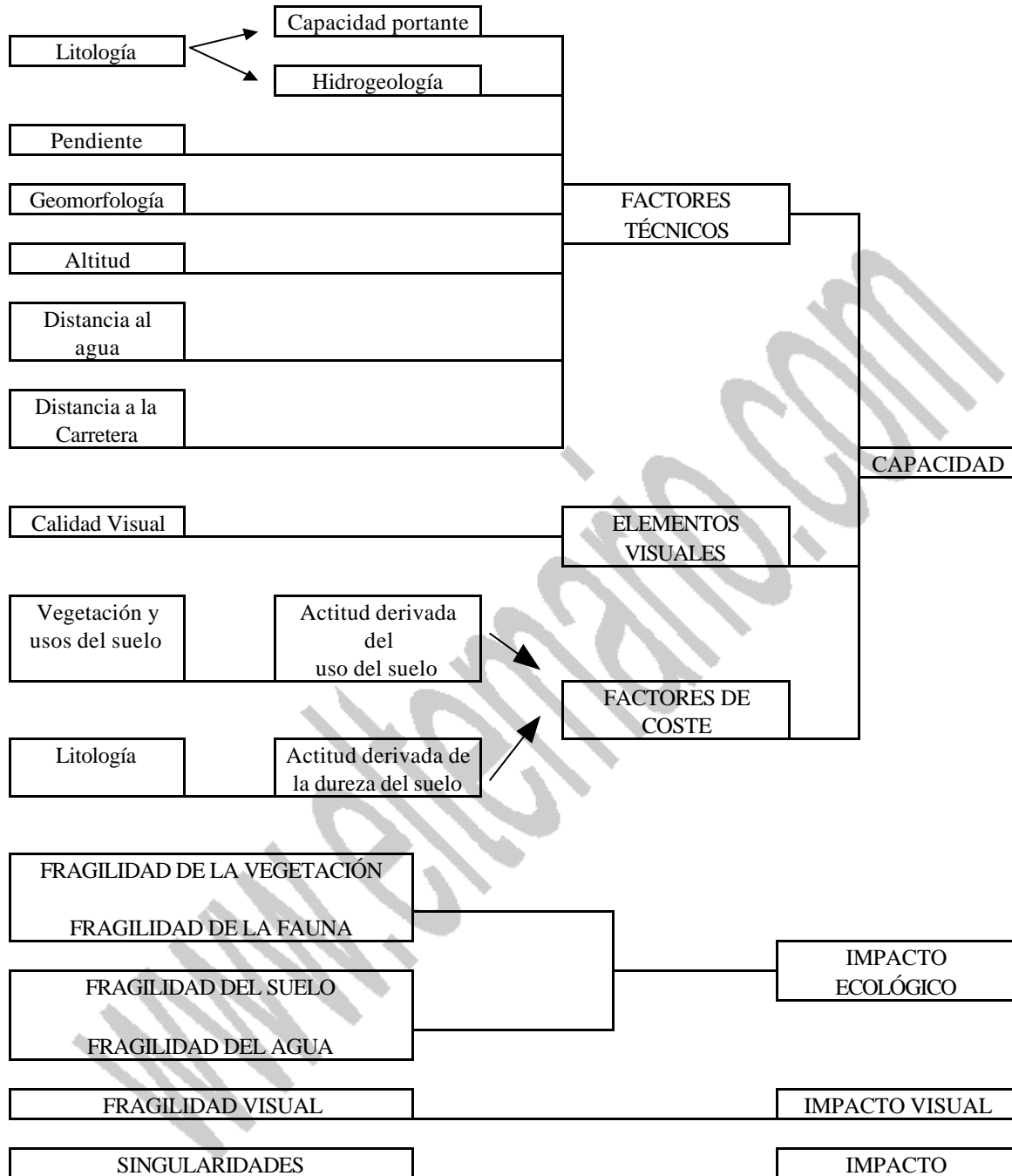
En este sentido existen unas normas que vienen contempladas en los planes Generales de Ordenación Urbana que rige la Ley del Suelo y Ordenación Urbana.

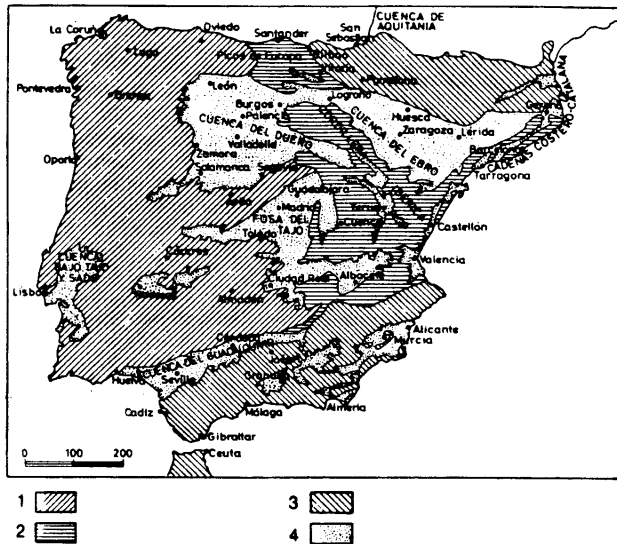
La explotación de los recursos geológicos y la ubicación de los vertidos industriales se deben compaginar con la **ley del Suelo**, que clasifica los suelos en:

- a) Urbanos. Posee accesos rodados y suministro de agua, luz eléctrica y edificaciones.
- b) Urbanizables. Es el que, los planes generales de ordenación urbana consideran apto para urbanizar.
- c) No urbanizables. Posee cierto valor agrícola, forestal, minero, histórico, cultural o ecológico.

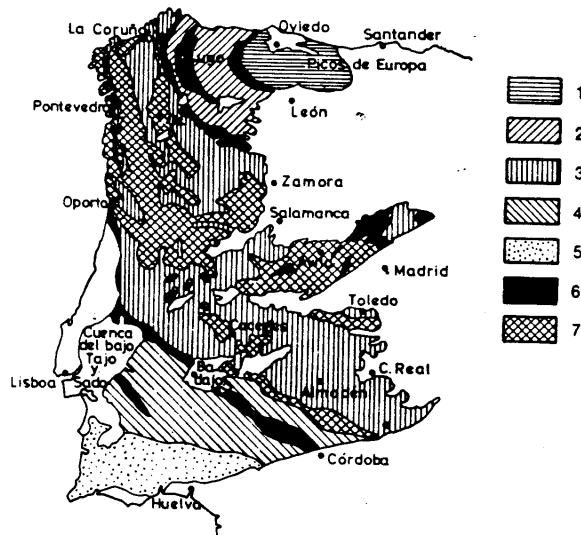
En resumen de lo que se trata es de producir la mayor riqueza y bienestar al hombre, evitando que el aumento en las explotaciones de recursos se vuelva contra el propio hombre. Para ello, existen unas normas y leyes que han de cumplirse.

REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE DOS POSIBLES PROCESOS PARA EVALUAR RESPECTIVAMENTE LA CAPACIDAD Y EL IMPACTO RELATIVOS A LA URBANIZACIÓN DE BAJA DENSIDAD DE UN TERRITORIO

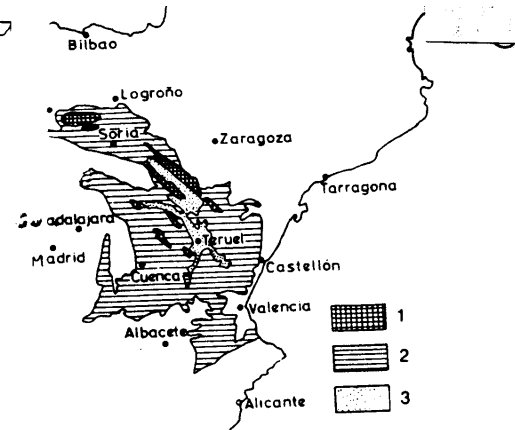




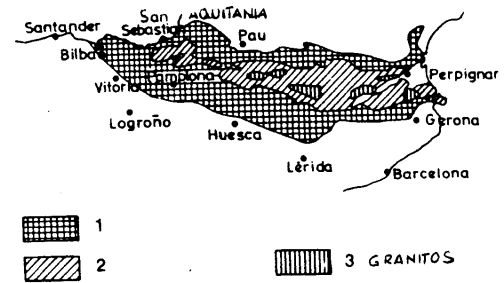
Constitución geológica de la Península Ibérica: 1) macizo Hespérico; 2) áreas de plataforma posthercínica, cordilleras intermedias; 3) dominio alpino; 4) cuencas terciarias.



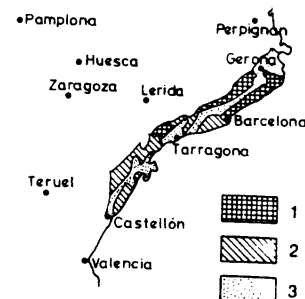
Macizo Hespérico: 1) zona cantábrica; 2) zona asturoccidental-leonesa; 3) zona centroibérica; 4) zona ossa-morena; 5) zona surportuguesa; 6) Pre-cámbrico; 7) granito.



Iberia Ibérica: 1) zócalo paleozoico; 2) cobertura mesozoica plegada; 3) rellenos terciarios.



Cordillera Pirenaica: 1) cadenas subpirenaicas; 2) zona axial; 3) GRANITOS.



Cordilleras Costero-Catalanas: 1) zócalo paleozoico; 2) cobertura deformada; 3) rellenos terciarios.

Programación correspondiente al Bloque: Geología de España y del entorno regional de la Geología (optativa) de 2º de Bachillerato
--

❑ **1. Objetivos didácticos**

- Comprender la naturaleza de la geología de España, los principios por los que se guía, y las limitaciones que encuentra.
- Conocer y aplicar críticamente al problema abordado en una zona determinada.
- Valorar la información proveniente de diferentes fuentes en relación con la geología de España.
- Elaborar una explicación global que tenga en cuenta las diferentes variedades geomorfológicas (estructura, proceso y tiempo).

❑ **2. Contenidos**

❑ **2.1. Conceptos**

- Los rasgos característicos y básicos de la geología de España: Macizo ibérico, montañas circundantes y periféricas, depresiones, Islas Baleares y Canarias.
- Evolución geológica de España en el marco de la tectónica de placas.
- Conocer, someramente, la historia geológica, de España.
- Idem. del entorno.
- Informarse sobre la Ley General del Suelo y los distintos tipos de terrenos del municipio.
- Diferenciar los elementos que definen y condicionan el paisaje urbano, agrícola y forestal.
- Reconocer cuáles son los espacios transformados por la acción humana, beneficios que reportan y su valoración económica.
- Conocer y explicar razonadamente las soluciones y alternativas a las actividades de alteración del medio, valorando sus implicaciones éticas y económicas.

❑ **2.2. Procedimientos**

- Aplicación correcta de diferentes criterios de datación cronológica.
- Identificación de algunos fósiles guía.
- Identificación e interpretación de algunas facies y estructuras sedimentarias.
- Conocer y manejar distintas fuentes de información sobre la geología de España.
- Aplicar los conocimientos aprendidos en los capítulos anteriores en la descripción de las diferentes unidades geológicas.
- Interpretación del mapa geológico.
- Búsqueda de características geológicas de paisajes del entorno
- Deducir, dentro de la península, la existencia de regiones con características geológicas diferentes.

❑ **2.3. Actitudes**

- Valorar la información proveniente de diferentes fuentes para formarse una opinión propia.
- Valorar la mayor autonomía en el trabajo y estudio como motor de nuevos aprendizajes.
- Valorar positivamente la colaboración en el estudio de la unidad con el resto de compañeros del grupo y de la clase.
- Establecimiento de relaciones entre las alteraciones en el relieve y los problemas prácticos que la sociedad debe abordar para prevenir catástrofes.
- Análisis crítico de las intervenciones humanas en el medio en los problemas derivados de las inundaciones
- Conocer los cambios experimentados en el paisaje debidos a la intervención humana.

❑ **3. Actividades sugeridas**

- Conocimiento geológico de España y/o la Región.
- Enumerar, catalogar y sistematizar los principales acontecimientos geológicos mediante la revisión de informes, observación de diapositivas, salidas al campo, etc. Por ejemplo: Preparar un resumen

- bibliográfico sobre la geología de la región donde se enclave el centro, a partir de algunos mapas geológicos y memorias explicativas existentes.
- Estudio geológico general de una zona:
 - a) Recopilación bibliográfica y cartográfica
 - b) Localización previa de puntos de interés
 - c) Visita de reconocimiento:
 - d) Levantamiento de columnas estratigráficas:
 - 1) Datos (espesor que no siempre coincide con la medida del afloramiento)
 - 2) Características: color, textura, rocas detríticas, tamaño del grano, superficie de contacto, etc.
 - 3) Contenido paleontológico.
 - 4) Clasificación de los materiales de cada capa.
 - 5) Representación de los datos en una columna.
 - 6) Interpretación: Transgresión, regresión, etc.
 - e) Recogida de muestras.
 - f) Fotointerpretación geológica. Vídeo.
 - g) Cartografía geológica de campo.
 - h) Análisis de laboratorio y/o gabinete de los datos.
 - i) Correlación e interpretación de columnas.
 - j) Interpretación del mapa geológico
 - k) Historia geológica
 - confección de la columna estratigráfica general de la Península e Islas.
 - Identificar las principales discontinuidades estratigráficas.
 - Estudio de mapas y cortes a escala regional.
 - Representación en bloques diagrama de las diferentes etapas por las que ha pasado el relieve de la Península e Islas.
 - Elaboración y exposición de un informe final.
 - Visitas a instalaciones mineras de la región o próximas:
 - a) Tipos de explotación: Minerales metálicos, industriales (fertilizantes, construcción, arcillas,...)
 - b) Características medio-ambientales de los recursos mineros: Dependencia / Evolución del consumo/ Renovable o no/ Uniformidad de la distribución/ leyes minerales (% mineral obtenido)/Consumo energético /Impacto (cielo abierto, escombreras, contaminación,...)
 - c) Modalidades de extracción (subterránea, cielo abierto, graveras, placeres, sondeos, etc.
 - d) Estimación de las reservas. Explotabilidad futura; necesidad de recuperación de las zonas sobreexplotadas.
 - Sobre un mapa topográfico dibujar los límites de diferentes unidades geológicas de una región o España.
 - Analizar las características geológicas de paisajes del entorno, aprovechando salidas
 - Estudio por grupos de algunos aspectos de la Ley General del Suelo y su aplicación en el municipio (zonas verdes, polígonos industriales, etc.
 - Relaciones entre las alteraciones en el relieve (inundaciones, etc.) y los problemas prácticos con se ha tropezado a la hora de aplicar soluciones.
 - Análisis crítico de las intervenciones humanas en el medio en los problemas derivados de las inundaciones
 - Estudio de fotografías en las que queden patentes los cambios experimentados en el paisaje de la localidad.
 - Análisis de los elementos que definen y condicionan el paisaje urbano, agrícola y forestal del entorno.
 - Estudio de las zonas industriales y/o agrícolas y de las transformaciones y problemas que conllevan. Beneficios que reportan y su valoración económica.
 - Conocer y explicar razonadamente de algunas de las soluciones y alternativas a las actividades de alteración del medio, valorando sus implicaciones éticas y económicas.
 - Deducir, dentro de la península, la existencia de regiones con características geológicas diferentes.
 - Cuestionario de actividades.

Fuentes de información sobre la geología de España:

- Publicaciones y trabajos: Boletín Geológico y Minero,
- C.S.I.C., Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural.

- Mapas geológicos. Diferentes tipos de mapas publicados por el Instituto Geológico y Minero de España.
- Trabajos de Geología Aplicada.

MAPAS:

- Meléndez y otros: Mapa Geológico de España y Portugal. 1: 1.250.000 Paraninfo.
- Julibert, Fontboté y otros. Mapa Tectónico de la Península Ibérica 1:1.000.000 Memoria explicativa. Instituto geológico y minero.
- Memorias explicativas de mapas geológicos españoles, 1:200.000 editadas por el instituto Geológico y Minero.
- Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. Instituto Geográfico Nacional.
- Ministerio de Defensa. Servicio Geográfico del Ejército.
- Ministerio de defensa. Ejército del Aire. centro cartográfica y Fotográfico.
- Phoebe S.A. Mapas

❑ 4. Criterios de Evaluación

- Analizar hechos o acontecimientos del pasado que pudieran determinar los rasgos topográficos y geológicos de la península Ibérica e islas, teniendo en cuenta la escala y división del tiempo geológico, la posibilidad de ocurrencia de acontecimientos graduales o catastróficos y la fiabilidad de los procedimientos para la obtención de datos.
- relacionar las características más destacadas del entorno regional con la evolución geológica de la península e islas.
- Identificar en cortes geológicos acontecimientos geológicos de importancia.

1. Deducir a partir de mapas topográficos y geológicos sencillos de una determinada zona la existencia de estructuras geológicas concretas, así como la relación entre dichas estructuras y el relieve.

Se pretende comprobar que el alumno sabe analizar mapas sencillos aplicando para ello las reglas básicas de interpretación cartográfica en geología: identificación de los tipos de contacto entre rocas, disposición de las capas, etc.

2. Identificar en cortes geológicos sencillos las distintas formaciones litológicas presentes y aplicar criterios cronológicos diversos para datar cada una de las formaciones.

Este criterio permite averiguar si los estudiantes relacionan los diferentes tipos de procesos geológicos (fosilización, intrusiones magmáticas, transgresiones y regresiones marinas, etc.) con las huellas que de ellos encontramos en el subsuelo de una región en particular. Al mismo tiempo sirve para comprobar si saben aplicar los principios de la cronología relativa correctamente.

3. Utilizar satisfactoriamente diversos instrumentos y técnicas como son: estereoscopio, lupa binocular, tabla cronoestratigráfica, láminas delgadas y bloques de diagrama.

Es necesario comprobar si el alumno sabe utilizar adecuadamente estos instrumentos básicos en el quehacer geológico.

5. Relacionar la investigación geológica con actividades de nuestra civilización, tales como la prospección y explotación minera (carbón, petróleo, metales, combustibles radiactivos, áridos, etc.), la búsqueda de emplazamientos para los residuos radiactivos, la localización y explotación de aguas subterráneas, la construcción de edificios y vías públicas, etc.

Se trata de averiguar si los alumnos conocen que detrás de todas estas actividades existe un conjunto de conocimientos y técnicas de trabajo específicas. Se requiere saber en qué consiste la investigación geológica y en qué ámbitos del desarrollo social incide.

9. Valorar la influencia de los procesos geológicos en el medio ambiente y en la vida humana.

Este criterio permite saber si el alumnado conoce y valora la influencia de la dinámica geológica en el medio ambiente. Al mismo tiempo, es el instrumento para conocer cuál es su actitud respecto al papel que han de jugar los geólogos en el uso racional del medio ambiente.

10. Analizar hechos o acontecimientos del pasado, teniendo en cuenta la escala y división del tiempo geológico, las posibilidades de ocurrencia de acontecimientos graduales o catastróficos y la fiabilidad de los procedimientos para la obtención de datos.

Los estudiantes han de saber situar en el tiempo los principales hitos de la historia de la Tierra (la aparición de la vida, la formación de las grandes cordilleras, etc.) y aplicar la dimensión de la escala espacio-temporal en la que ocurren los fenómenos geológicos.

11. Relacionar las características más destacadas del entorno regional con la evolución geológica de la Península Ibérica y de los archipiélagos balear y canario.

Los alumnos deben comprender que muchas de las características geológicas presentes en el ámbito local son la consecuencia de procesos que ocurren a escala regional.

www.eltemario.com

Preguntas

1. Donde afloran rocas precámbricas en España?
2. ¿Qué nos indica la presencia de un gran espesor de un tipo de sedimentos, por ejemplo las calizas de montaña del Carbonífero de los Picos de Europa?.
3. ¿Qué nos indica la falta de sedimentos del Devónico superior, que no aparece o es muy escaso en España (excepto en Asturias y los Pirineos)?.
4. Qué diferencia estructural hay entre la unidad de las cordilleras Costero-Catalanas y el Pirineo?.
5. ¿Qué significa la presencia de un Trías plástico en un orógeno como los Pirineos?
6. Una secuencia detrítica marina que va de grano más grueso a grano más fino, ¿qué nos indica?
7. ¿Con qué terrenos están relacionados los yacimientos de lignito que aparecen en España?
8. ¿A qué unidad geológica pertenece la zona que ocupa la ciudad de Murcia?.
9. En España hay yacimientos de lignito y de hulla, ¿aparecen en el mismo tipo de terreno?