

Tema 9

ACTIVIDAD GEOLÓGICA EXTERNA DE LA TIERRA.

El modelado terrestre:

El modelado terrestre depende de los agentes geológicos internos que tienen una acción constructora del relieve (producen elevaciones en el terreno) y de los agentes geológicos externos, que tienen una acción destructora del relieve (tienden a nivelar la superficie). La fuente de energía responsable de los agentes geológicos internos es el calor interno de la Tierra mientras que el causante de los externos es la radiación solar. Los agentes geológicos externos no actúan igual en los distintos climas. La influencia cada vez mayor del hombre sobre la atmósfera, el clima y la cubierta vegetal queda marcada en el paisaje.

La energía solar en la Tierra:

- Balance de radiación:

La Tierra solo capta una billonésima parte de la radiación emitida por el Sol. Analizando la radiación que llega se obtienen las siguientes conclusiones:

- Los **rayos X, gamma y ultravioleta** (los más energéticos y letales para la vida) son absorbidos casi en su totalidad por la **ionosfera** y la **capa de ozono**. El **vapor de agua** y el **CO₂**, absorben parte de la **radiación infrarroja**. La luz visible llega a la superficie sin apenas absorción.
- Parte de la radiación incidente es reflejada por la superficie y devuelta al espacio, esto se denomina **albedo**.
- La atmósfera (debido a las nubes) refleja más radiación que la superficie terrestre.
- Una parte importante de la radiación recibida por la Tierra es devuelta al espacio en forma de radiación infrarroja. Gracias a esto la temperatura global del planeta permanece en equilibrio.

- Distribución de la radiación:

No es homogénea en toda la superficie terrestre. Está condicionada por los siguientes factores:

- **La forma esférica del planeta:** hace que los rayos incidan más inclinados cuanto más nos alejamos del ecuador.
- **La inclinación del eje de rotación:** provoca la estacionalidad del clima.
- **La variación del albedo:** en los polos y zonas adyacentes el albedo es mayor debido a la existencia de hielo y nieve.
- **Distinto comportamiento del agua y la tierra** hace que los océanos se calienten y se enfríen más lentamente que los continentes. Esto condiciona las brisas diarias y suaviza el clima de las zonas costera.

- Dinámica atmosférica:

- Dinámica atmosférica general:

La circulación del aire en el conjunto del planeta depende de la insolación recibida. Así se distinguen las siguientes zonas:

- **Cinturón ecuatorial de baja presión:** el mayor calentamiento de esta zona hace que el aire ascienda y al enfriarse en altura el vapor de agua se condensa y causa gran pluviosidad.
- **Cinturones subtropicales de alta presión:** el aire desciende originando dos bandas anticiclónicas y de clima árido. Aquí se crean los **vientos alisios** (hacia el ecuador) y los **vientos del oeste** (hacia las zonas templadas).
- **Cinturón subsolar de bajas presiones:** los vientos cálidos del oeste chocan con las masas de aire frío que bajan desde las zonas polares, formando el **frente polar**. Se forma otra banda de borrascas.

- La circulación del los vientos:

Para comprender la circulación del aire hay que conocer los siguientes fenómenos:

- Debido a la rotación de la Tierra los vientos sufren una desviación llamada **aceleración de Coriolis**, que en el hemisferio norte es hacia la derecha y en el sur hacia la izquierda.
- En las **borrascas** (centros de bajas presiones) el aire se calienta, se expande y tiende a ascender. El aire de las zonas cercanas ocupa su lugar. Los vientos tienden a ascender y a desplazarse en superficie hacia su centro.
- En los **anticiclones** (centros de altas presiones) los vientos tienden a descender y a desplazarse en superficie alejándose del centro.

En los mapas del tiempo se representa la presión atmosférica mediante isobaras (líneas que unen puntos de igual presión). Los valores de presión se expresan en **milibares (mb)**. La presión media a nivel del mar es 1013 mb. Presiones por encima de este valor son altas presiones y por debajo de este valor se consideran bajas presiones. Los centros de altas presiones suelen ser amplios y con isobaras muy separadas mientras que los centros de bajas presiones son reducidos y con isobaras muy cercanas. La intensidad de los vientos es mayor cuanto más cerca se encuentran las isobaras entre ellas. En las borrascas los vientos giran en sentido antihorario, acercándose en espiral hacia su núcleo mientras que en los anticiclones giran en sentido horario alejándose del núcleo. La frontera entre dos masas de aire con distinta temperatura constituye un frente, que pueden ser cálidos, fríos y ocluidos.

Los procesos geológicos externos:

- **El relieve:** Es el resultado de la conjunción de los procesos internos (construyen) y los externos (modelan). **Los agentes geológicos externos son el hielo, el agua, la atmósfera, el viento y los seres vivos.** Los procesos geológicos externos son las transformaciones que sufren las rocas por la acción de los agentes geológicos externos. Estos procesos son: **meteorización, erosión, transporte y sedimentación.** El motor de los agentes geológicos externos es la **radiación solar** complementada por la **gravedad:**

- La radiación solar pone en marcha el ciclo de agua.
- La distinta insolación de la superficie terrestre genera los vientos.
- Los cambios de temperatura contribuyen a la fragmentación de las rocas y acelera las reacciones químicas facilitando la meteorización.

- **Tipos de meteorización:**

- **Meteorización física:** Disgregación de la roca en fragmentos menores sin que se transformen los minerales que la constituyen. Hay varias modalidades:
 - **Gelifracción o crioclastia:** Se produce porque el agua acumulada en las grietas se congela y aumenta su volumen. Al repetirse este proceso las grietas aumentan y terminan por romper la roca. Ocurre en lugares donde la temperatura media ronda los 0°C.
 - **Termoclastia:** El fuerte contraste de temperaturas diurnas y nocturnas hace que la roca se dilate y contraiga repetidamente con lo que se provoca su rotura. Ocurre en ambientes desérticos.
 - **Haloclasticidad:** La rotura de la roca se debe al crecimiento de cristales de sal en las grietas de la roca.
- **Meteorización química:** Es la transformación de los minerales de la roca en otros más estables debido a la acción del agua y los gases atmosféricos. Su resultado es la formación del suelo. Las transformaciones químicas más importantes son:
 - **Oxidación:** del hierro produciendo óxido férrico que da color rojizo a las rocas.
 - **Hidrólisis:** o rotura de las redes de silicatos por la acción del agua dando lugar a minerales de la arcilla.
 - **Carbonatación:** Producida por el CO₂ disuelto en agua, que ataca a las rocas calizas disolviéndolas.
 - **Disolución:** de rocas solubles como las sales.
- **Meteorización biológica:** Producida por los seres vivos. Puede ser de tipo físico o químico.

- La acción de los agentes geológicos externos sobre el relieve:

- **La acción geológica del hielo:** Se produce en zonas de nieves perpetuas, donde las capas inferiores de ésta se transforman en hielo debido al peso de las capas superiores. Así se forman los glaciares que pueden ser de dos tipos:

- **Inlandsis:** Son masas de hielo enormes y con varios kilómetros de espesor cerca de los polos.
- **Glaciar de valle o alpino:** Se forma en zonas montañosas de latitudes templadas. Sus partes son el **circo** y la **lengua glaciar**.

Los glaciares dan lugar a un relieve muy característico:

- **Formas de erosión:** Son los circos, valles en forma de "U", aristas y horns. En antiguas zonas glaciares suelen existir lagos.
- **Formas de depósito o morrenas:** Formadas por sedimentos sin clasificación por tamaño (llamados **till**) y colocados en forma de cordones alargados. Según su posición se distinguen morrenas laterales, centrales, de fondo y frontales.

En zonas periglaciares donde la temperatura sube y baja de 0°C se produce gelifracción. Los fragmentos resultantes se acumulan al pie de las paredes rocosas dando lugar a **conos** o **taludes de derrubios** llamados **canchales**.

- **La acción geológica del viento:** Para que el viento tenga acción modeladora tienen que darse dos circunstancias:

- **Existencia de materiales sueltos** de grano fino.
- **Ausencia de vegetación** que retenga esos materiales.

Esto ocurre en los desiertos, En zonas costeras de las regiones templadas y en zonas periglaciares donde se forma el **loess** o polvo del desierto. El viento posee poca capacidad de erosión y transporte (solo transporta por **saltación** y **suspensión** sedimentos del tamaño de la arena y el limo). Clasifica los sedimentos por tamaños. El modelado eólico se realiza de dos formas:

- **Deflación:** es la eliminación de los materiales finos dejando un pavimento cubierto de piedras llamado **reg**.
- **Abrasión:** la arena actúa como una lija golpeando los primeros metros de las paredes rocosas dando lugar a las **rocas en seta**.

Las dunas son una forma de depósito que dan lugar al desierto arenoso o **erg**. Pueden tener distintas formas (barjanes, transversales, longitudinales y piramidales).

- La acción geológica del agua:

El agua en movimiento es el agente geológico externo más importante en la Tierra. Actúa bajo diversas formas:

- **Aguas de arroyada:** Son las que circulan por la superficie sin cauce fijo. Su acción modeladora **se intensifica** cuando los terrenos tienen **pendiente elevada**, las **precipitaciones son torrenciales**, si el sustrato está formado por **rocas blandas** o suelos profundos, si **no existe vegetación** que proteja el suelo. Todo esto ocurre en lugares con **clima subdesértico**. El paisaje resultante aparece cubierto de surcos (**cárcavas**) cuya ampliación da lugar a los **barrancos**. El conjunto recibe el nombre de **badland**. Su incidencia se ve favorecida por la **desertización**.
- **Los torrentes:** Cursos esporádicos con cauce fijo. Se distinguen las siguientes partes: **Cuenca de recepción** (con forma de embudo, alimenta al cauce principal), **canal de desagüe** (transporta aguas y sedimentos), **cono de deyección** (abanico aluvial situado al pie del macizo montañoso donde se depositan los materiales).
- **Los ríos:** el agua del río tiene las siguientes características: elevada capacidad de erosión y transporte; y sedimentación de los materiales arrastrados según el tamaño de los granos, a los que redondea durante el transporte prolongado. En el perfil longitudinal del río se distinguen las siguientes partes:
 - **Curso alto:** Pendiente elevada, agua fluye a gran velocidad ejerciendo gran acción erosiva, con lo que se encaja profundamente dando lugar a valles en "V" o a cañones, hoces y gargantas cuando las rocas son muy resistentes.
 - **Curso medio-bajo:** El perfil se suaviza progresivamente con lo que el agua comienza a depositar su carga (primero los de grano grueso y después los de grano más fino). El valle se hace cada vez más amplio y de fondo plano (valle en artesa) y se forman meandros.

La **desembocadura** del río puede ser de dos tipos: **Deltas** (acumulación de sedimentos que avanza mar adentro. Propios de ríos que arrastran muchos sedimentos y desembocan en mares poco energéticos) y **estuarios** (el mar invade el curso bajo del río. Frecuente en ríos que arrastran pocos sedimentos o que desembocan en mares con fuertes corrientes).

En la vertiente mediterránea existen cursos de agua de régimen muy irregular, de fuerte pendiente y escasa longitud llamados **ramblas**.

- **El mar:** Su acción se centra en la franja litoral. Producida por las **olas** (debidas a la fricción del viento sobre la superficie del mar), las **corrientes** (debidas a cambios de temperatura y/o salinidad) y las **mareas** (por la acción gravitatoria de la Luna y en menor medida del Sol).
 - **Formas costeras de erosión:** Cuando las rocas son heterogéneas se forma una costa con entrantes (**bahías, calas o ensenadas**, rocas blandas) y salientes (**cabos**, rocas duras). Si las rocas son homogéneas se forma una costa recta. Las formas de erosión costera más típicas son los **acantilados** (paredes más o menos verticales con rocas resistentes). Las olas actúan sobre la base creando oquedades que lo hacen inestable y facilitando el desprendimiento de grandes bloques, con lo que va retrocediendo. Al pie del acantilado se forma la **plataforma de abrasión** cubierta por los fragmentos que se van redondeando. Junto a los acantilados suelen aparecer **islotos y arcos**.
 - **Formas costeras de depósito:** El oleaje, oblicuo a la costa, da lugar a **corrientes de deriva** que arrastran sedimentos (**arenas**) y generan depósitos como las **playas** (a lo largo de la costa), **flechas litorales** (unidas a la costa por un extremo, **albuferas** (bahías aislada del mar abierto por una flecha litoral) o **tómbolos** (islas unidas a tierra firme por una flecha).

La costa es un ambiente en continuo cambio y por ello la acción humana distorsiona su equilibrio con la construcción de puertos, espigones, etc. Desde el punto de vista histórico, **hasta el siglo XX** la deforestación y el uso de los suelos para cultivos provocó el arrastre de grandes cantidades de sedimentos al mar, con lo que avanzó la línea de costa. En cambio, a partir de la **segunda mitad del siglo XX**, la construcción de embalses retiene los sedimentos con lo que retrocede la línea de costa.

- **Las aguas subterráneas:** ocupan pequeños poros o fracturas de las rocas, por lo que su acción es limitada. Sólo cuando encuentran rocas que pueden disolver como sales, yesos y sobre todo calizas dan lugar al **modelado kárstico**. Las **formas kársticas** más comunes son:
 - **Formas de superficie:** Existen formas de disolución como el **lenar o lapiaz** (surcos separados por crestas agudas), **dolinas o torcas** (depresiones mas o menos circulares), **uvalas** (se originan al unirse varias dolinas) y **poljés** (depresiones de grandes dimensiones en las que es frecuente encontrar ríos que desaparecen en sumideros). En el fondo de las depresiones suelen acumularse arcillas y óxidos de hierro que dan lugar a la **terra rossa**.

- **Formas de interior:** Las formas de disolución son los **sumideros** (situados en el fondo de poljés y dolinas y por los que el agua penetra en el complejo kárstico), **simas** (depresiones subterráneas, tubulares y más o menos verticales), **cuevas o cavernas** (formas subterráneas que se desarrollan horizontalmente, en ellas se distinguen **corredores** y **galerías o salas**). En cuanto a las formas de precipitación son las **estalactitas y estalagmitas** (son depósitos de carbonato cálcico en el techo y suelo de la cueva, respectivamente, producidos por el goteo del agua), **columnas** (se forman por la unión de estalactitas y estalagmitas) y **tobas o travertinos** (se forman por la precipitación de carbonato cálcico sobre musgos y otras plantas junto a los manantiales).

- La influencia de la litología en el relieve:

- **Modelado granítico:** Los granitos son rocas ígneas plutónicas que, en condiciones de meteorización química, dan lugar a un paisaje llamado **caos de bolos o berrocal**, en el que abundan las formas redondeadas y la presencia de varios bloques superpuestos llamados **pedras caballerías, torres o tor**. Este modelado ocurre en dos fases: en la primera actúa en el subsuelo la meteorización sobre las fracturas de las rocas dando lugar a los núcleos esferoides. En la segunda fase, desaparecen los materiales blandos dejando en la superficie las bolas graníticas.

- **Relieves estructurales:** Se deben a la existencia de alternancia de capas resistentes con otras blandas. Según la inclinación de los estratos, se pueden distinguir: **Relieve de estratos horizontales**, en los que se encuentran **mesas o páramos** y **cerros testigo** (también conocidos como **muelas**). **Relieve de estratos inclinados**, que dan lugar a **cuestas**. Y **relieve de estratos verticales**, en los que son típicas las **crestas**.

- Formación de las rocas sedimentarias:

Se forman por un proceso llamado **diagénesis**, que cementa y compacta los granos de los sedimentos depositados, cohesionándolos entre sí. Este proceso tiene lugar en las cuencas sedimentarias (la mayoría marinas). El **principio de superposición de estratos** establece que, en una secuencia normal, los estratos inferiores son más antiguos que los superiores. Los **tipos de rocas** sedimentarias son:

- **Detríticas:** Formadas a partir de sedimentos transportados en estado sólido.
- **De precipitación química:** Las más importantes son las **rocas carbonatadas** (el carbonato precipita por la acción de los seres vivos marinos con caparazón, formando las **calizas**) y las **rocas evaporitas** (la precipitación ocurre debido a la evaporación en lagos o mares interiores salinos, dando lugar por ejemplo a la **sal gema** y el **yeso**).
- **Organógenas:** Se generan por la acumulación de las partes blandas de los seres vivos (**carbón y petróleo**).

- Influencia del ser humano en el paisaje:

El **paisaje** es el conjunto compuesto por la forma de la superficie terrestre (relieve) junto con los elementos que existen sobre ella.

- **La alteración del paisaje:** Es tan evidente la influencia humana que se distingue entre **paisajes naturales y humanizados**. El ser humano puede modificar el paisaje de dos modos:

- **Actuando directamente sobre él:** Alterando la cubierta vegetal; extrayendo rocas, minerales y sedimentos; urbanizando el territorio y construyendo grandes obras de ingeniería.
 - **Modificando la acción de los agentes externos:** produciendo **efectos derivados del calentamiento climático** y **efecto de la lluvia ácida**.
- **El paisaje como recurso:** el paisaje contribuye a la sensibilización social con respecto a la problemática medioambiental y está relacionado con algunos sectores, como el turismo, en nuestro país.

- **La protección del paisaje:** Para ello se han creado figuras de protección como los **parajes o monumentos naturales** y los **PIG (Puntos de Interés Geológico)**.

- Carbón, petróleo y gas natural:

- **Origen del carbón:** Se distinguen varias etapas: En la primera se produce la acumulación y enterramiento de restos vegetales en zonas pantanosas sin oxígeno. En la segunda, la celulosa de las plantas se convierte en carbono por medio de bacterias anaerobias. En la tercera, se produce un enriquecimiento en carbono, conforme aumenta la profundidad y la temperatura. A partir de la turba se forma el lignito, la hulla y la antracita.

- **Origen del petróleo y del gas natural:** Sigue las siguientes etapas: En la primera se produce la acumulación y enterramiento de la materia orgánica, en el fondo de mares poco profundos con escasa oxigenación. En la segunda se produce la maduración que ocurre a la vez que aumenta el enterramiento y la temperatura. Primero se forma el sapropel (cieno rico en materia orgánica) del que surgen los asfaltos, si la temperatura aumenta, estos originan moléculas más cortas que dan lugar al crudo (petróleo líquido) y si el proceso continúa se forma el gas natural. Por último se produce la tercera fase en la que ocurre una migración del petróleo una vez formado, desde la roca madre hasta la roca almacén que será más porosa.

Los combustibles fósiles son ejemplos de energías no renovables, por consumirse a un ritmo superior al que la naturaleza los genera.