



GEODINÁMICA EXTERNA

1.1. El Sol, fuente de energía

La energía que llega a la Tierra procede del Sol donde se origina por **reacciones de fusión: unión de dos núcleos de átomos ligeros de hidrógeno, formando un núcleo más pesado y estable de helio, con gran desprendimiento de energía.**

La energía liberada en las reacciones de fusión que se producen en el Sol llega a la Tierra en forma de **ondas electromagnéticas** variadas:

- **Rayos gamma, rayos X, rayos ultravioleta:** todas ellas son nocivas para los seres vivos.
- **Ondas visibles,** la perciben nuestros ojos y es utilizada por los vegetales para realizar la fotosíntesis.
- **Rayos infrarrojos, microondas y ondas de radio:** producen calor

1.2. Distribución de la energía que llega a la Tierra

La energía del Sol que llega a la superficie terrestre no se reparte por igual. Esta diferencia es debida a:

- **la esfericidad de la Tierra:** las zonas más alejadas del ecuador reciben menos energía porque los rayos llegan más inclinados. La energía recibida varía con la latitud;
- **la rotación terrestre:** la cantidad de energía varía entre el día y la noche,
- **el movimiento de traslación y la inclinación del eje de la Tierra** provoca variaciones a lo largo del año recibiendo diferente cantidad de energía en cada estación,
- **la diferencia de materiales que forman la superficie terrestre:** los océanos se calientan y enfrían dos veces más lentamente que los continentes por lo que actúan como reguladores de la temperatura del planeta.

1.3. La energía solar y los agentes geológicos externos

El Sol es la fuente de energía que pone en marcha los procesos meteorológicos:

- la energía solar es la causa de los vientos, del ciclo del agua y de la dilatación y contracción de los materiales de la corteza terrestre, actuando sobre ellos y modificando su relieve y composición. Todas estas acciones se conocen como **agentes geológicos externos.**

Agente geológico externo es cualquier forma o energía que, actuando desde el exterior, modifica de algún modo la corteza terrestre.

Los agentes geológicos externos son: la atmósfera, el agua y los seres vivos.

La energía necesaria para su actuación tiene su origen en:

- la **energía solar** que produce los fenómenos atmosféricos y permite el desarrollo de los seres vivos
- la **fuerza de la gravedad** que hace descender el agua y el hielo con los materiales que arrastran hasta las cuencas de sedimentación



ACCIÓN GEOLÓGICA DE LA ATMÓSFERA Y DE LOS SERES VIVOS

2.1. ACCIÓN ESTÁTICA: METEORIZACIÓN

La meteorización es la alteración que sufren las rocas de la superficie terrestre por acción de la atmósfera sin que haya un transporte de los materiales producidos.

Existen tres clases de meteorización:

- **Meteorización física o mecánica** debida sobre todo a la temperatura.
- **Meteorización química** debida principalmente al agua y a los gases atmosféricos.
- **Meteorización biológica** debida a los seres vivos

La consecuencia más importante de la meteorización de las rocas es **la formación del suelo**.

2.1.1. Meteorización física

Es la alteración o rotura de la roca sin que cambie su composición química:

- Por **gelivación o crioclastia**: acción del hielo en zonas frías (regiones polares y de alta montaña); el agua que se introduce en las grietas de las rocas se congela y actúa como una cuña que termina por romper la roca.
- Por **expansión diferencial o termoclastia**: debida a cambios bruscos de temperatura, como los que se producen en las regiones desérticas entre el día y la noche. Con el calor las rocas se dilatan y con el frío se contraen. La repetición continuada de este proceso hace que la roca se rompa.
- Por **acción de las sales minerales o haloclastia**: se introducen en los poros y grietas de la roca donde cristalizan y ejercen una presión, como una cuña que se clava y termina por romper la roca. Es característica de regiones costeras.

2.1.2. Meteorización química

Es la alteración de la roca que se produce cambiando su composición química:

- Se debe al **agua** líquida y gaseosa (disoluciones, hidrataciones e hidrólisis) en rocas salinas, al **oxígeno** (oxidaciones) sobre minerales de hierro, y al **dióxido de carbono** (carbonatación) sobre rocas calizas.
- Su acción predomina en zonas de clima cálido y húmedo.

2.1.3. Meteorización biológica

Es la alteración de la roca que se produce por la acción, tanto física como química, que ejercen sobre ella los seres vivos.

- **Biológica mecánica**: la ejercen las raíces vegetales que perforan y rompen las rocas al igual que lombrices y animales de vida subterránea al excavar para hacer galerías.
- **Biológica química**: producida por las sustancias segregadas por ciertos seres vivos que alteran químicamente a las rocas.



2.2. ACCIÓN DINÁMICA: EROSIÓN, TRANSPORTE Y SEDIMENTACIÓN

2.2.1. La erosión

Es un proceso de desgaste y fragmentación de las rocas debido a la acción del agua y del viento. Este proceso implica un desplazamiento de los fragmentos que se desprenden de las rocas erosionadas llamados **detritos**.

La erosión se puede producir:

- por **desprendimiento** (la fuerza del agua y del viento desprende partículas de las rocas) y
- por **abrasión** (las partículas sólidas que transporta el agua y el viento chocan contra la roca y la desgastan).

2.2.2. El transporte

Es el traslado de las partículas resultantes de la erosión. Puede ser:

- **químico**: se transportan partículas disueltas en el agua
- **físico**: el agua o el viento transportan partículas en estado sólido según su tamaño (por **arrastre, rodadura, saltación o suspensión**) por acción de la gravedad.

2.2.3. La sedimentación

Es el depósito de los materiales transportados por el agua o el viento en **cuencas de sedimentación**. Estos materiales depositados se llaman **sedimentos**.

2.3. DEL SEDIMENTO A LA ROCA: EL PASO FINAL

2.3.1. LA DIAGÉNESIS

Es un proceso de **litificación** (de "litos"=piedra), es decir, un proceso de transformación de los sedimentos en rocas sedimentarias.

Se lleva a cabo por una serie de procesos pudiendo darse todos o solamente alguno de ellos, motivo por el cual diferenciaremos entre distintos tipos de rocas sedimentarias.

Estos procesos son:

- 1º. **COMPACTACIÓN**: los sedimentos inferiores son presionados por los superiores y se elimina el agua y el aire que pueda haber entre ellos. De este modo se unen y compactan formando rocas.
- 2º. **CEMENTACIÓN**: las sales minerales que hay en el suelo precipitan entre los espacios que dejan los sedimentos al compactarse y actúan como un cemento natural que los une.
- 3º. **ALTERACIONES QUÍMICAS o DIAGÉNESIS** propiamente dicha: son debidas al aumento de presión y temperatura al que se ven sometidos los sedimentos y dan lugar a la formación de nuevos minerales de origen sedimentario llamados **minerales disgenéticos**. Un caso particular es la mineralización diagenética que sufren los restos de seres vivos (proceso de fosilización) por el que se originan los **fósiles**.



2.3.2. LAS ROCAS SEDIMENTARIAS

Presentan dos características que las definen: la estratificación y la presencia de fósiles

- Se disponen en capas llamadas **estratos**.
- Presentan con frecuencia restos de seres vivos fosilizados.

Nicolás Steno estableció dos principios para el estudio y reconocimiento de rocas sedimentarias:

- **PRINCIPIO DE HORIZONTALIDAD:** los estratos se disponen siempre en capas horizontales independientemente de la forma de la superficie sobre la que lo hagan.
- **PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN:** en una serie de estratos, los superiores siempre son más modernos que los inferiores.

Si al estudiar una serie estratigráfica en una región no se cumpliera alguno de estos principios se puede deducir que la zona ha estado en algún momento sometida a algún proceso tectónico que la modificó, deformó y alteró esta disposición natural de las rocas sedimentarias.

2.3.3. Clases de rocas sedimentarias

- 1º. **ROCAS DETRÍTICAS:** formadas a partir de materiales transportados en estado sólido que han sufrido compactación y/o cementación.

Material suelto Material compactado = roca

LIMO

LIMOLITA

ARCILLA

ARGILITA o ARCILLITA

ARENA

ARENISCA

GRAVA

CONGLOMERADO:

BRECHAS (cantos angulosos)

PUDINGAS (cantos redondeados)

- 2º. **ROCAS NO DETRÍTICAS:** formadas a partir de materiales transportados en disolución o con restos de seres vivos

1. **CARBONATADAS** formadas a partir de carbonato cálcico CaCO_3 = **CALIZAS**

- **CALIZAS DE PRECIPITACIÓN**
- **ESTROMATOLITOS**
- **LUMAQUELAS y CRETAS**
- **MARGAS (caliza + arcilla)**

2. **EVAPORÍTICAS o SALINAS** formadas por la precipitación química de las sales disueltas en agua

- **HALITA** (sal común)
- **SILVINA**
- **YESO**

3. **ORGANÓGENAS** formadas a partir de restos de seres vivos

- **CARBÓN** (restos de origen vegetal)

- **TURBA** -
 - **LIGNITO** -
 - **HULLA** -
 - **ANTRACITA** -
- % C
- ↓
- +

- **PETRÓLEO**

Los restos orgánicos sufren una putrefacción y originan **XAPROPEL** que después dará lugar a la formación del **PETRÓLEO**

El petróleo es una mezcla de compuestos en estado gaseoso (**GAS NATURAL**), líquido (**PETRÓLEO LÍQUIDO**) y sólido (**BREA**)



ACCIÓN GEOLÓGICA DE LAS AGUAS

3. EL AGUA, AGENTE MODELADOR DEL RELIEVE

El agua, tanto en estado líquido (aguas superficiales y subterráneas) como sólido (la de los glaciares), contribuye de manera significativa al modelado del relieve, llevando a cabo procesos geológicos de **erosión**, **transporte** y **sedimentación** que le hacen ser seguramente el principal agente modelador del relieve.

Sin embargo, aunque la acción modeladora del agua sea muy intensa, es la acción conjunta de todos los agentes geológicos externos quien va rebajando las altitudes, destruyendo el relieve en las zonas altas y depositando los materiales en las zonas bajas. Así se va conformando el paisaje de la superficie terrestre, actuando con más intensidad un agente u otro según las características propias de cada medio ambiente.

3.1. LAS AGUAS SUPERFICIALES

La energía solar favorece la evaporación del agua. El vapor de agua asciende y se condensa formando las nubes. Cuando se enfría, puede precipitar en forma de lluvias sobre la superficie de los continentes y seguir tres caminos:

- Una parte se infiltra y origina las **aguas subterráneas**.
- Otra parte se evapora y vuelve de nuevo a la atmósfera.
- El resto discurre por la superficie: son las **aguas superficiales** o **escorrentía**.

*(Todas estas modificaciones constituyen **el ciclo del agua**)*

La proporción de agua que sigue uno u otro camino depende del clima de la región, del tipo de roca sobre la que precipita o de la pendiente del terreno:

- En regiones de climas áridos o semiáridos, la proporción de agua que se evapora es mayor que en zonas de clima húmedo.
- En los lugares donde hay abundantes materiales sueltos o materiales muy porosos, es mayor el porcentaje de agua que se infiltra.

3.1.1. Aguas salvajes

Las aguas salvajes son aguas continentales, superficiales, que **discurren sin cauce fijo** y aparecen cuando la precipitación es abundante. Forman láminas de agua que descienden por efecto de la gravedad, aprovechando la máxima pendiente.

La **actividad erosiva** de estas aguas es grande y depende de:

- el clima,
- el terreno, según la pendiente y la composición de las rocas,
- la vegetación, que protege el terreno con sus raíces.



3.1.2. Torrentes

Los torrentes son aguas con cauce fijo, pero con caudal intermitente, ya que dependen de la abundancia de precipitaciones. Son aguas que aparecen de forma temporal y cíclica, en zonas con grandes pendientes, produciendo gran erosión. En un torrente se distinguen tres zonas:

- Cuenca de recepción: Tiene forma de abanico. Es donde se recoge el agua de lluvia o de deshielo. Es una zona con mucha pendiente y el agua fluye con gran velocidad. La erosión que se produce es muy intensa, generando, a veces, **deslizamientos de tierra**.
- Canal de desagüe: Es la zona media. Aquí la pendiente del terreno es pronunciada y la velocidad del agua elevada. El agua produce erosión y, sobre todo, transporte de materiales.
- Cono de deyección: Es la zona final. La pendiente disminuye drásticamente, por lo que los materiales se depositan creando una zona de sedimentación en forma de abanico.

3.1.3. Los ríos

Los ríos son aguas de cauce fijo y caudal continuo, aunque éste pueda variar, dependiendo de la estación del año y la abundancia de precipitaciones. En un río se distinguen tres zonas:

- Curso alto: Es el primer tramo del río. Comienza en el **manantial**. Es un tramo con mucha pendiente, por lo que la velocidad del agua es elevada. No hay mucha materia orgánica y el agua está muy oxigenada. La actividad más importante es la **erosión** que se produce, sobre todo en el fondo del lecho, creando **valles** muy pronunciados, en forma de "V". Las formas resultantes de la actividad del río en este tramo son **gargantas, desfiladeros, cañones, cascadas, rápidos, marmitas de gigante...**
- Curso medio: El agua discurre por zonas con menos pendiente y su velocidad disminuye. Aunque erosiona en algunas zonas y sedimenta en otras, la principal acción del río en este tramo es el **transporte**. Al disminuir la velocidad se altera su curso y se originan curvas llamadas **meandros**, en las que el agua erosiona en la zona más abierta de la curva y sedimenta en la zona más cerrada: el resultado final es que la curva se hace más y más cerrada. El valle se abre, por la acción erosiva de los meandros, adquiriendo la forma de **artesa**.
- Curso bajo: es el último tramo. El agua circula por zonas de escasa pendiente y se mueve lentamente. Como en los otros tramos, el río también erosiona y transporta materiales, pero la acción predominante es la **sedimentación**. El río ocupa una pequeña zona del valle, que es muy abierto, casi una llanura. En épocas de **crecidas**, ocupa la llamada **llanura de inundación** y deposita los materiales transportados acumulando gran cantidad de nutrientes. Son zonas muy fértiles que son aprovechadas para el cultivo de regadío. Se les da el nombre de **vegas**. En ellas suele haber núcleos de población humana lo que supone un grave peligro si el río se desborda.

Al final del curso bajo está la desembocadura del río. Podemos encontrar dos tipos básicos:

- **Delta**: El río aporta muchos sedimentos, baja con gran cantidad de agua, pero con poca velocidad y desemboca en un mar con poca actividad, con lo que los



sedimentos taponan la salida del río al mar. En España tenemos un ejemplo claro en el río Ebro.

- **Estuario:** El río trae mucha velocidad, los sedimentos son enviados rápidamente mar adentro. Desemboca en un mar activo. Ejemplos los tenemos en los ríos de la cornisa cantábrica.

3.2. Glaciares

El agua también puede presentarse en la superficie en forma de hielo.

Los **glaciares** son grandes masas de hielo formadas por la nieve compactada que se mueven lentamente por la superficie terrestre.

Se forman en las regiones frías por las abundantes precipitaciones de nieve que se acumulan y se transforman poco a poco en **hielo glaciar**, *material capaz de desplazarse por la superficie terrestre y actuar como un agente geológico con gran poder erosivo y de transporte* de materiales erosionados. Cuando el hielo glaciar pierde su capacidad para seguir avanzando, se produce la *sedimentación* de estos materiales.

Aproximadamente, el 10% de los continentes está cubierto de hielo formando los glaciares que encontramos en los **casquetes polares** (glaciares de casquete) y en zonas de **alta montaña** (glaciares alpinos).

En un glaciar alpino diferenciamos tres partes:

- **Circo:** zona más alta del glaciar. Es la cuenca de recepción, donde se acumula la nieve y se transforma en hielo.
- **Lengua:** masa de hielo que parte del circo y desciende a favor de la gravedad por un valle.
- **Zona terminal:** es la zona donde el hielo del glaciar se derrite y donde deposita todos los materiales que lleva.

En cuanto a la acción geológica que ejercen los glaciares podemos diferenciar los tres procesos de erosión, transporte y sedimentación:

- **Erosión:** el hielo arranca fragmentos de roca o los pule. Estos fragmentos actúan como una lija que va erosionando el terreno por donde pasa. Como el glaciar erosiona en toda su amplitud (y no solo por el centro) da lugar a característicos **valles en forma de U**
- **Transporte:** el glaciar transporta todos los fragmentos erosionados, sean del tamaño que sean, a la misma velocidad y por arrastre.
- **Sedimentación:** cuando el hielo se funde podemos observar depósitos de los materiales que llevaba en su interior. Son de naturaleza y tamaños variados. Se denominan **morrenas** y pueden ser laterales o terminales.



3.3. Agua del mar

Casi las tres cuartas partes de la superficie terrestre están ocupadas por **agua salada**.

Mares y océanos son *inmensas masas de agua con dinámica propia que determina los procesos de erosión, transporte y sedimentación* responsables de los cambios que se producen en el relieve originando el paisaje característico de las regiones litorales.

Océanos y mares presentan movimientos del agua como las **olas**, las **mareas** y las **corrientes** marinas que modifican la zona de contacto entre el mar y el continente.

- Las **olas** son movimientos ondulatorios originados por el viento en la superficie marina. Son las principales responsables de la **EROSIÓN**, afectan sobre todo a la costa y dan lugar a formas muy características en los **acantilados**. El golpeo continuado de las olas en la base de los acantilados va socavándolos y en la parte alta se forman **voladizos** que terminan por desplomarse acumulando los materiales erosionados al pie del acantilado en la llamada **plataforma de abrasión**. Esto origina el retroceso del acantilado. **La erosión es diferencial** debido a que hay diferentes tipos de rocas, de diferente dureza, y en ellas hay puntos débiles que se erosionan con más facilidad que otros puntos más fuertes.
- Las **corrientes** son las responsables del **TRANSPORTE** de materiales.
- Las **mareas** favorecen la acción de las olas y corrientes. La sedimentación más característica es el depósito de materiales formando **playas**. También son características otras formas de sedimentación como las **barras**, las **flechas**, los **tómbolos** o las **albuferas**.

3.4. LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Son las aguas filtradas en el subsuelo. La filtración depende de varios factores:

- **Clima**: las precipitaciones abundantes favorecen la filtración
- **Temperatura**: si son elevados se favorece la evaporación y disminuye la infiltración
- **Pendiente**: cuanto mayor sea la pendiente, menor será la infiltración
- **Tipo de terreno**: los terrenos más permeables favorecen la infiltración del agua.
- **Vegetación**: cuanto mayor sea la vegetación existente, mayor será la infiltración.

Las aguas infiltradas se acumulan en rocas llamadas **ACUÍFEROS**. Al nivel superior de un acuífero se le llama **nivel freático**. A veces este nivel freático es cortado por el relieve y da lugar a **fuentes** y **lagunas**. Otras veces podemos explotar los acuíferos y extraer agua de ellos perforando **pozos** que lleguen hasta el nivel freático.

Las aguas subterráneas circulan más lentamente que las aguas superficiales ya que dependen de los materiales que atraviesan. Pueden disolver fácilmente a las calizas dando lugar a un modelado muy característico lleno de **cavidades**, **galerías**, **grutas** con **estalactitas** y **estalagmitas**, denominado modelado kárstico. Un ejemplo podemos observarlo en los Picos de Europa.