

Tema 3: Procesos geológicos externos

3.1 Modelado del relieve

El relieve terrestre es el conjunto de formas que adopta la superficie de la Tierra. Estas formas —montañas, llanuras, valles, acantilados, mesetas— no son permanentes: cambian a lo largo del tiempo debido a la acción simultánea de diversos agentes geológicos externos, impulsados por la energía solar y guiados siempre por la gravedad.

El modelado del relieve depende fundamentalmente de factores litológicos, climáticos y estructurales. Las rocas más duras, como granitos o cuarcitas, resisten mejor la erosión, mientras que otras —calizas, areniscas o arcillas— se alteran con más facilidad. El clima determina tanto la disponibilidad de agua como la intensidad térmica, y por ello condiciona el tipo de meteorización predominante: en climas húmedos domina la meteorización química; en climas áridos, la física. La estructura de las rocas también es decisiva: la presencia de fracturas, la inclinación de las capas o la existencia de pliegues dirige el drenaje del agua y facilita que el relieve se desmantele siguiendo patrones característicos.

Los paisajes que observamos hoy son resultado de la interacción entre estos factores durante miles a millones de años, con ritmos generalmente lentos pero constantes.

3.2 Los procesos geológicos externos

Los procesos geológicos externos se organizan en una secuencia que incluye meteorización, erosión, transporte y sedimentación. Actúan sobre la **superficie** de la tierra y permiten explicar los cambios del relieve, destruyéndose en unas zonas y creándose en otras.

La meteorización es el **conjunto de procesos que fragmentan o alteran las rocas *in situ***.

- La meteorización física es el proceso por el cual las rocas se fragmentan en trozos más pequeños **sin que varíe su composición mineralógica**. Este tipo de meteorización se produce por la acción directa de factores ambientales que generan tensiones mecánicas en la roca. Entre los mecanismos más comunes destacan la gelifración, en la que el agua infiltrada se congela y expande aumentando la presión interna; la dilatación térmica, producida por cambios bruscos de temperatura que originan la expansión y contracción repetida de los minerales; y la presión ejercida por las raíces de plantas, que al crecer pueden abrir grietas preexistentes.
- La meteorización química implica la **alteración de la composición mineralógica** original de las rocas a través de reacciones que transforman sus minerales en otros más estables en condiciones superficiales. Este proceso está fuertemente controlado por la presencia de **agua**, así como por el **CO₂** atmosférico y biogénico (el generado por los seres vivos en la respiración), que favorecen la formación de soluciones ácidas capaces de reaccionar con los minerales. Entre los mecanismos más relevantes destacan la **disolución**, mediante la cual minerales solubles se incorporan al agua; la **oxidación**, que afecta sobre todo a minerales ricos en hierro generando óxidos y cambios de color; y la **hidrólisis**, reacción clave en la descomposición de silicatos y en la formación de arcillas. Un ejemplo especialmente representativo es el relieve **kárstico**, característico de las regiones con

abundantes calizas, donde la disolución del carbonato cálcico da lugar a dolinas, lapiazes, simas y cuevas, configurando paisajes muy singulares.

- La meteorización biológica engloba todos aquellos procesos en los que los seres vivos contribuyen a la desintegración y alteración de las rocas, actuando como un **punte entre la meteorización física y la química**. Desde el punto de vista mecánico, raíces en crecimiento, rizomas y micorrizas pueden penetrar en fisuras preexistentes y ampliarlas, provocando la fragmentación de la roca. En el plano químico, numerosos organismos —como líquenes, bacterias y plantas— liberan ácidos orgánicos, CO₂ o exudados que favorecen la disolución y la alteración mineral, acelerando procesos como la hidrólisis o la oxidación. La actividad biológica, por tanto, no solo contribuye a la destrucción de la roca madre, sino que además favorece la **formación de suelo**, creando condiciones más propicias para el establecimiento de nuevos organismos y retroalimentando el ciclo de meteorización.

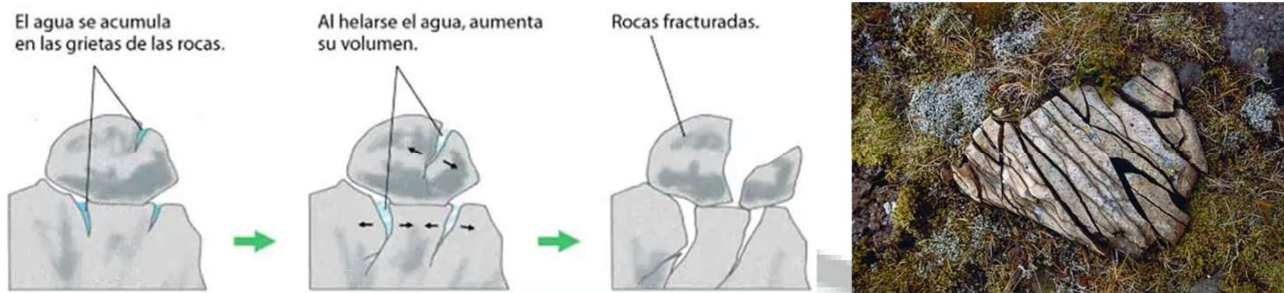
Tras la meteorización, los materiales debilitados quedan expuestos a la erosión, proceso que implica el **desprendimiento de fragmentos y su puesta en movimiento** por la acción del agua, el viento, el hielo o la gravedad. Esta fase incluye distintos mecanismos, como la abrasión, en la que las partículas impactan y desgastan las superficies rocosas; el arranque, que separa fragmentos previamente fracturados; o la disolución, que afecta a minerales solubles.

Una vez arrancados, los fragmentos entran en la etapa de transporte, durante la cual **los agentes geológicos movilizan los materiales** según su tamaño, densidad y la energía disponible. El agua y el viento pueden desplazar partículas finas en **suspensión**, mientras que las de tamaño intermedio suelen moverse por **saltación**, dando saltos cortos y repetidos; los fragmentos más gruesos únicamente se trasladan en tracción o **rodadura** cuando la corriente es muy enérgica. Los glaciares, por su parte, pueden transportar grandes bloques embebidos en el hielo, y la gravedad actúa directamente en procesos como desprendimientos y avalanchas.

La sedimentación ocurre cuando la energía del agente disminuye y **los materiales dejan de ser transportados, depositándose** en ambientes muy variados: cauces fluviales, llanuras de inundación, deltas, playas, dunas, fondos lacustres y marinos, entre otros. Durante la deposición, los sedimentos tienden a organizarse según su tamaño, generando clasificación granulométrica y diversas estructuras sedimentarias (estratificación, ripples, láminas cruzadas) que aportan valiosa información sobre la dinámica del medio.

Con el paso del tiempo, la acumulación de sedimentos y su progresivo enterramiento favorecen la compactación y cementación, procesos de la diagénesis que originan las rocas sedimentarias. Estas rocas constituyen un auténtico archivo del pasado geológico, al conservar indicios sobre los ambientes, climas y organismos (en forma de fósiles) que existieron en la superficie terrestre a lo largo de millones de años.

Crioclastia / geligración



Haloclastia



Termoclastia



3.3 Modelado del terreno por el agua

El agua es el agente geológico externo más versátil, porque puede encontrarse en estado líquido, sólido (hielo) o gaseoso, y porque participa en el ciclo del agua: se evapora, se condensa, precipita, se infiltra, circula por superficie o bajo el suelo y acaba volviendo a mares y océanos. En cada una de esas etapas puede modificar el relieve.

Para entender bien su papel como agente geológico conviene distinguir cuatro formas principales de actuación: escorrentía superficial, aguas subterráneas, hielo glaciar y modelado marino. En todas ellas intervienen dos aspectos clave:

- La **acción física** del agua: golpeo, arrastre, presión, impacto del agua o del hielo sobre las rocas.
- La **acción química**: capacidad del agua (sobre todo si contiene dióxido de carbono y otras sustancias disueltas) para disolver minerales y transformar químicamente las rocas.

A lo largo de todos estos procesos la **gravedad** es la fuerza que impulsa el movimiento hacia zonas más bajas, y la vegetación actúa como regulador, frenando la erosión o, si falta, favoreciendo deslizamientos y pérdida de suelo.

Agua de escorrentía superficial

Cuando la lluvia cae sobre el terreno pueden ocurrir varias cosas: una parte se evapora, otra es interceptada por la vegetación, otra se infiltra en el suelo y el resto circula por la superficie formando **escorrentía**.

Las aguas escorrentía, especialmente en pendientes acusadas, se concentra en torrentes de fuerte energía. Cuando el flujo se mantiene de manera estable, se forman ríos, que modifican el terreno

de forma distinta según su curso y dando lugar a estructuras como valles en V, terrazas fluviales y amplias llanuras de inundación que registran la historia reciente del clima y de la ocupación humana.



TORRENTES: en zonas de montaña, con fuertes pendientes y lluvias intensas, el agua suele concentrarse rápidamente en cauces estrechos y profundos. A estas corrientes se las denomina torrentes. Se caracterizan por:

- Tener cauce bien definido, aunque corto y con fuerte pendiente.
- No presentar caudal fijo: puede estar casi seco mucho tiempo y de repente llevar un caudal enorme durante una tormenta.
- Tener una gran capacidad de erosión, porque el agua circula con mucha energía y arrastra fragmentos gruesos (cantos, bloques).

Los torrentes excavan gargantas y barrancos y producen erosión muy intensa en poco tiempo. Son típicos de climas mediterráneos y de zonas montañosas.

AGUAS ARROYADAS: si el terreno es poco permeable o está muy saturado, y la precipitación es intensa, el agua puede no llegar a concentrarse en un cauce, sino desplazarse en forma de una capa relativamente uniforme que desciende ladera abajo. A este tipo de flujo se le llama arroyada. Carece por tanto de caudal o cauce fijos y arrastra sobre todo partículas finas (arcillas, limos), que pueden dejar la ladera desnuda. La arroyada es muy peligrosa para los suelos agrícolas, sobre todo si el terreno está desnudo de vegetación o muy compactado por el uso.

RÍOS: cuando la escorrentía se organiza de manera más permanente, con un aporte relativamente regular de agua, hablamos de ríos. Los ríos son **los agentes fluviales más importantes en la modelación del paisaje** y presentan una clara evolución longitudinal a lo largo de su recorrido.

Es útil dividir un río en tres tramos principales:

- **Curso alto:** cercano al nacimiento del río. La pendiente del cauce es muy fuerte, por lo que el agua circula con mucha velocidad y energía. Predomina la erosión vertical, es decir, el río excava el fondo de su cauce formando valles en V. El transporte de materiales se realiza principalmente en forma de rodadura y saltación de fragmentos gruesos (cantos, gravas). El cauce suele ser estrecho, con saltos de agua, rápidos y cascadas. El resultado típico es un paisaje abrupto, con fuerte relieve y laderas inestables
- **Curso medio:** la pendiente disminuye, y con ello también la energía del agua. La erosión vertical se suaviza y empieza a ser importante la erosión lateral fruto de la cual el río

ensancha su valle. Es común la aparición de meandros, curvaturas en el cauce que van migrando lateralmente. Los materiales transportados son de tamaño intermedio; el río lleva cantos, arenas y limos en suspensión. Este tramo es de **equilibrio relativo**, el río erosiona algunas zonas y deposita en otras, esculpiendo una llanura aluvial cada vez más amplia.

- **Curso bajo:** en el curso bajo, cercano a la desembocadura, la pendiente es muy pequeña y la velocidad del agua es baja. Esto provoca que predomine la sedimentación, el río ya no tiene energía suficiente para transportar todo el material que trae. Se forman amplias llanuras de inundación, terrazas y depósitos finos (limos, arcillas), muy fértiles para la agricultura. En la **desembocadura**, si el aporte de sedimentos es mayor que la capacidad de redistribución del mar, se pueden formar deltas, zonas de acumulación donde el río “construye” terreno hacia el mar.



A lo largo de todo el río, el papel del agua es tanto físico (arranque, golpeo, arrastre) como químico (disolución de minerales, sobre todo en rocas solubles como las calizas). El equilibrio entre erosión, transporte y sedimentación va cambiando a medida que disminuye la energía disponible.

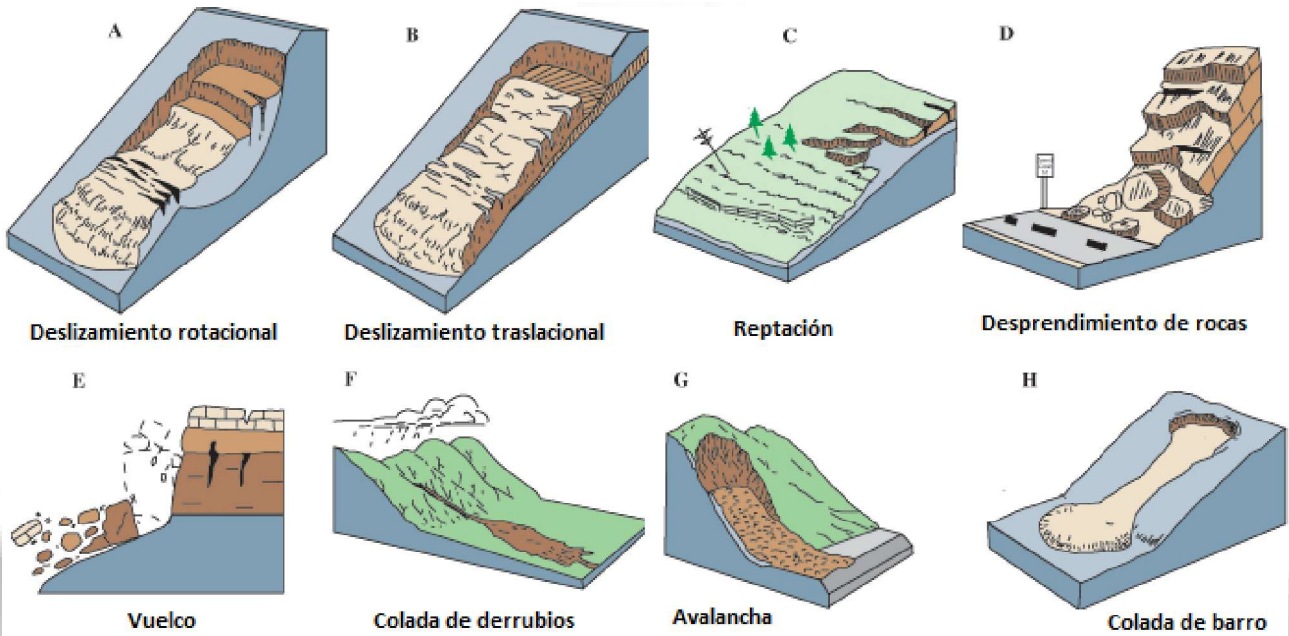
Aguas subterráneas

Cuando el agua de lluvia penetra en el terreno hablamos de **infiltración**. La infiltración conecta directamente la superficie con los acuíferos, reservorios de agua subterránea.

El proceso de infiltración depende tanto de la permeabilidad del material por la presencia de poros y grietas, como de la saturación del suelo, es decir, la cantidad de agua que ya contiene, y de la **presencia o ausencia de vegetación**, que con sus raíces genera poros y ayuda a que el agua penetre en el terreno. Cada terreno tiene un **límite de infiltración** o capacidad de absorción. Cuando la intensidad de la lluvia supera ese límite, el agua que el suelo no puede absorber pasa a formar escorrentía superficial (torrentes, arroyadas, ríos).

La vegetación no sólo influye en la infiltración, sino que es un elemento clave para la estabilidad de laderas y taludes. Las raíces actúan como una red que fija las partículas del suelo, aumentando

su cohesión y dificultando que se desprenda cuando está saturado de agua. Además, las plantas absorben parte del agua del suelo, reduciendo la presión que ejerce el agua en los poros y disminuyendo así el riesgo de deslizamientos, reptaciones y otros movimientos en masa. Por eso, en zonas deforestadas o incendiadas los deslizamientos son mucho más frecuentes: al desaparecer las raíces, el suelo queda suelto, se satura rápidamente y puede deslizarse con facilidad ante lluvias intensas.



Las aguas subterráneas participan en el modelado del relieve de varias maneras. **Físicamente**, pueden arrastrar sedimentos a través de poros y grietas, agrandándolos con el tiempo. **Químicamente**, especialmente si contienen dióxido de carbono disuelto, pueden disolver minerales. Este proceso es muy eficaz en las calizas, dando lugar al relieve **kárstico** (cuevas, simas, dolinas, galerías).



En el contexto del ciclo del agua, las aguas subterráneas son una reserva que se recarga con la infiltración y se vacía lentamente a través de manantiales, fuentes y aportes difusos a ríos y mares, manteniendo caudales incluso en épocas sin lluvia.

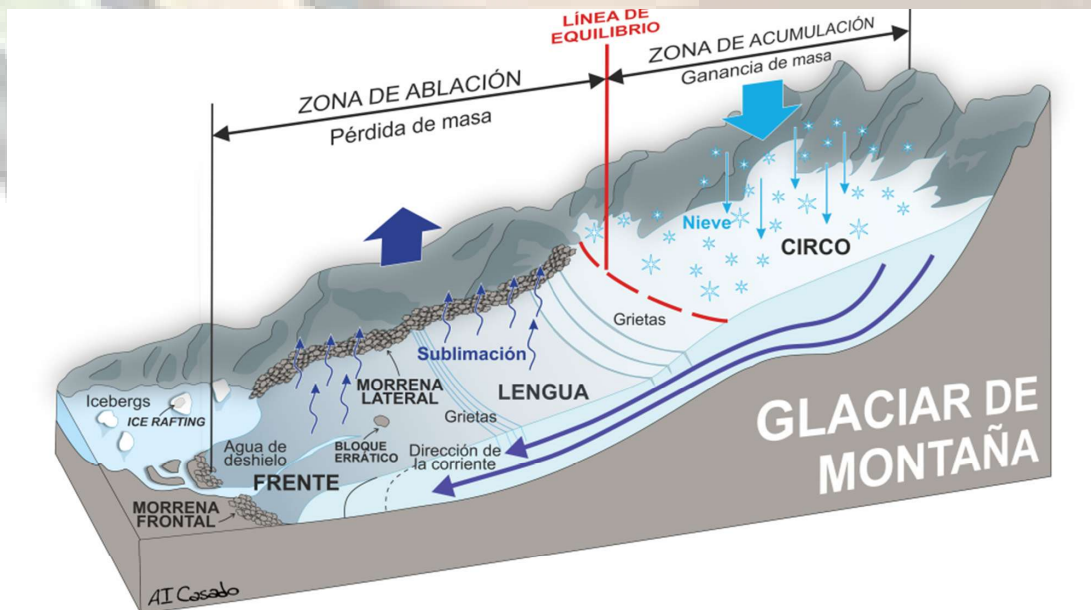
Glaciares

En zonas de alta montaña y regiones frías, la nieve que cae cada año puede no llegar a fundirse por completo. Con el tiempo se acumula, se compacta y se transforma en hielo glaciar y definiendo una **zona de acumulación**. Cuando el espesor es suficiente, el hielo comienza a fluir lentamente ladera abajo, formando una lengua glaciar en la llamada **zona de ablación**. En el punto de contacto entre zonas se pueden observar grietas en la masa de hielo.

El hielo actúa con gran eficacia como agente geológico, en gran medida por su acción física. Por un lado arranca bloques de roca de las paredes y el fondo del valle, además produce una fuerte abrasión que pule el suelo con los fragmentos que transporta. De forma menos evidente, también puede haber procesos químicos asociados al agua de fusión que circula por la base del glaciar, pero el efecto dominante es mecánico.

El modelado glaciar produce formas muy características:

- **Circos glaciares:** recintos naturales de formas semicirculares o circulares en la cabecera de los valles donde se acumula el hielo.
- **Valles en U:** con fondo plano y paredes casi verticales, muy distintos de los valles en V de origen fluvial.
- **Aristas y horns:** crestas afiladas y picos agudos formados entre varios circos glaciares.
- **Morrenas:** acumulaciones de sedimentos mal seleccionados (bloques, gravas, arenas) transportados por el glaciar y depositados al fundirse. Pueden ser de fondo o terminal, laterales o mediales cuando coinciden varias lenguas glaciares. Cuando estos sedimentos se convierten en rocas dan lugar a **tillitas** que conservan la mezcla caótica de materiales y con un importante indicador paleoclimático, como en el caso de las tillitas formadas durante las glaciaciones del supercontinente Gondwana y que empleó Wegener para apoyar su teoría de la deriva continental.





Modelado costero o litoral

El mar es un agente geológico muy activo en la franja de contacto entre tierra y océano, es decir, en el **litoral**. En esta zona actúan principalmente las **olas**, las **mareas** y las **corrientes marinas**, que erosionan, transportan y sedimentan materiales.

ZONAS DEL LITORAL: en función del tiempo que permanecen cubiertas por el agua, distinguimos tres grandes franjas.

- **Infralitoral:** zona siempre sumergida, incluso en marea baja.
- **Mesolitoral:** franja intermareal, que queda descubierta en marea baja y cubierta en marea alta. Es una zona de gran estrés para los organismos por los cambios de salinidad, temperatura y humedad.
- **Supralitoral:** área que solo recibe salpicaduras de olas en temporales fuertes; la mayor parte del tiempo está emergida.

Sobre este litoral se asienta la **costa**, es decir, la zona terrestre directamente influida por el mar, donde se desarrollan acantilados, playas, marismas, dunas litorales, etc.

EROSIÓN MARINA: Cuando la costa está formada por rocas resistentes y las olas golpean con fuerza y frecuencia, se desarrolla una costa de **acantilados**. La energía del oleaje erosiona la base del acantilado, excavando cuevas marinas y generando salientes inestables que pueden derrumbarse y provocar el retroceso de la línea de costa. Con el tiempo, la destrucción progresiva de la base del acantilado da lugar a una **plataforma de abrasión**, una superficie casi horizontal situada al pie del acantilado y visible durante la marea baja. Además de la acción mecánica de las olas, en la erosión intervienen procesos químicos, como la disolución de sales y minerales. A medida que la erosión avanza pueden formarse otras estructuras características del modelado marino:

- **Arcos marinos:** cuando dos cuevas situadas a ambos lados de un saliente se unen.
- **Promontorios o cabos:** que son porciones de costa más resistentes que sobresalen en el mar.
- **Farallones o islotes costeros:** restos aislados de roca que quedan después del derrumbe de un arco o del retroceso del acantilado.

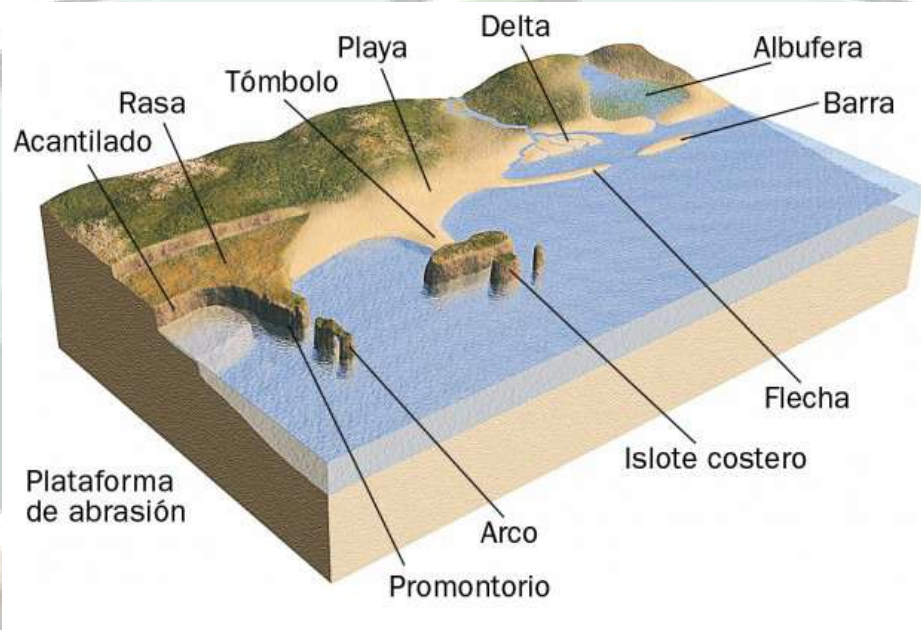


SEDIMENTACIÓN MARINA: cuando llega a la costa una cantidad suficiente de sedimentos —procedentes de los ríos, del desgaste de los acantilados o del fondo marino— y la energía de las olas y corrientes disminuye, estos materiales se acumulan y forman distintos **depósitos** costeros. Estos depósitos originan distintas estructuras del relieve:

- **Playas:** pueden estar formadas por arenas, gravas o cantos que se depositan en zonas donde el oleaje pierde fuerza. Su forma y tamaño cambian constantemente debido a las corrientes litorales.
- **Barras litorales y flechas arenosas:** lenguas de arena que avanzan desde la costa hacia el mar siguiendo la dirección de las corrientes. En ocasiones, pueden cerrar parcialmente una bahía y crear una **albufera**, una laguna costera separada del mar por una barra.
- **Barreras arenosas:** cordones de sedimentos paralelos a la línea de costa que protegen zonas interiores de oleajes intensos y favorecen la formación de áreas de aguas tranquilas.
- **Tómbolos:** depósitos de arena o grava que unen una isla cercana con la costa, formados por la acumulación de sedimentos detrás de un obstáculo, como un islote, que reduce la energía de las olas.

- Deltas:** grandes acumulaciones de sedimentos que un río deposita en su desembocadura. Se originan cuando un río llega al mar con un gran aporte de sedimentos (materiales finos y arenas). En este punto, la pendiente se reduce casi a cero, por lo que el río pierde casi toda su capacidad de transporte. El resultado es que se originan nuevas superficies de tierra sobre el mar, dividiendo el cauce en distintos brazos que varían su curso con el tiempo. Son zonas de alta productividad, muy fértiles pero vulnerables a la subida del nivel del mar y la actividad humana.

Estas formas son **muy dinámicas** y pueden transformarse rápidamente si cambian el aporte de sedimentos, el nivel del mar o se realizan construcciones humanas como puertos, espigones o paseos marítimos.



3.4 El modelado del terreno por el viento

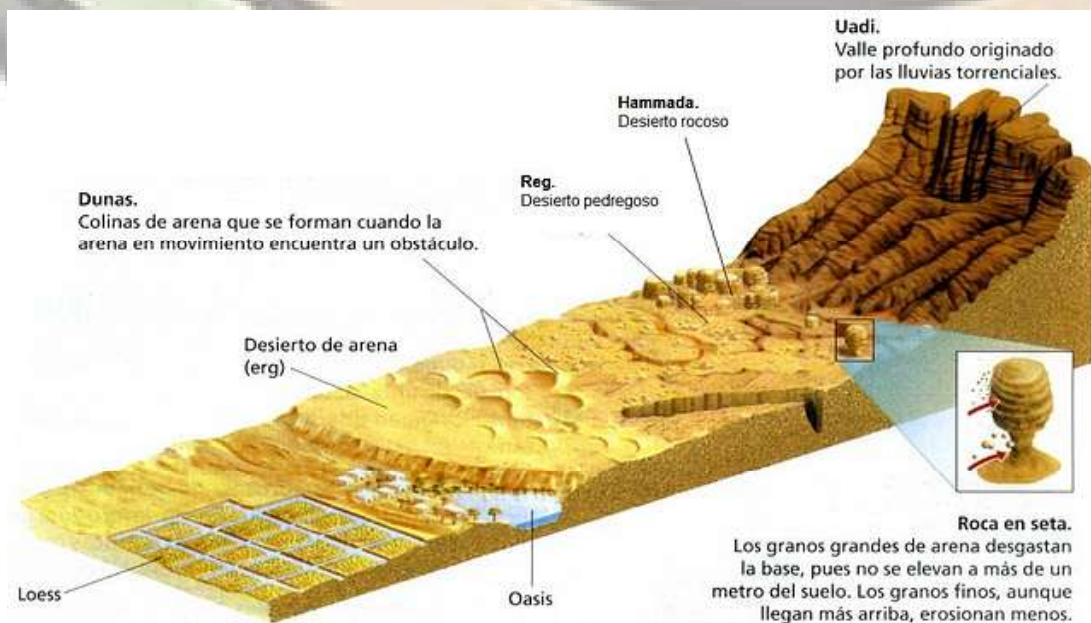
El viento es un agente geológico capaz de erosionar, transportar y depositar sedimentos, especialmente eficaz en zonas áridas, semiáridas o en aquellas donde la cobertura vegetal es escasa o está degradada. Su acción continuada genera un modelado característico denominado modelado eólico, responsable de formas de relieve muy particulares.

Erosión eólica

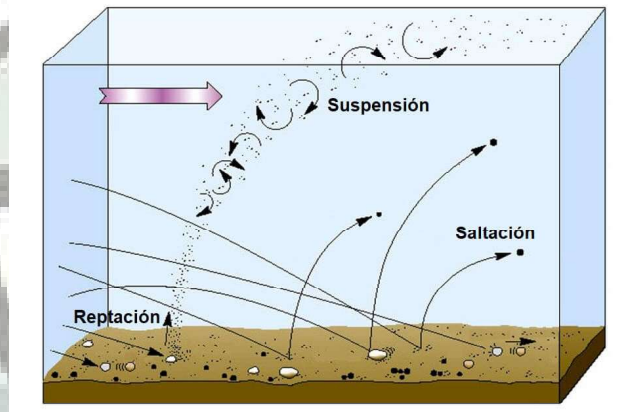
El viento es un agente geológico que, aunque suele actuar de manera más lenta que el agua o el hielo, desempeña un papel fundamental en el modelado del relieve, especialmente en las regiones áridas donde la vegetación es escasa y el suelo queda expuesto.

Su acción se basa en dos mecanismos principales. Por un lado, la **deflación**, que consiste en la eliminación de las partículas más finas —como arcillas, limos y arenas ligeras— dejando al descubierto superficies más duras. Este proceso favorece la aparición de pavimentos desérticos o áreas en las que la roca queda totalmente expuesta. Por otro lado, el viento produce **abrasión** cuando las partículas que transporta chocan de manera continuada contra las rocas, desgastándolas progresivamente. La abrasión explica la formación de determinadas figuras rocosas muy características, como las llamadas **rocas en seta o fungiformes**, cuyo estrechamiento en la base se debe a que la mayor parte de las partículas se desplazan a baja altura y erosionan sobre todo las zonas inferiores.

La intensidad de estos procesos determina distintos tipos de paisajes desérticos. Cuando la roca dura queda totalmente expuesta se forma la **hamada**, un terreno desnudo y pedregoso. Cuando, en cambio, la deflación elimina solo la fracción más fina y permanecen cantos y gravas, aparece el **reg**, un pavimento desértico típico de muchas regiones áridas. En otras áreas, el viento no solo remueve sino que también deposita grandes cantidades de arena, creando los **ergs**, extensos **mares de dunas** que pueden ocupar cientos de kilómetros. En medio de estos paisajes también se encuentran los **uadis**, cauces secos que solo llevan agua de forma ocasional tras lluvias torrenciales, y que atraviesan muchos desiertos del planeta.

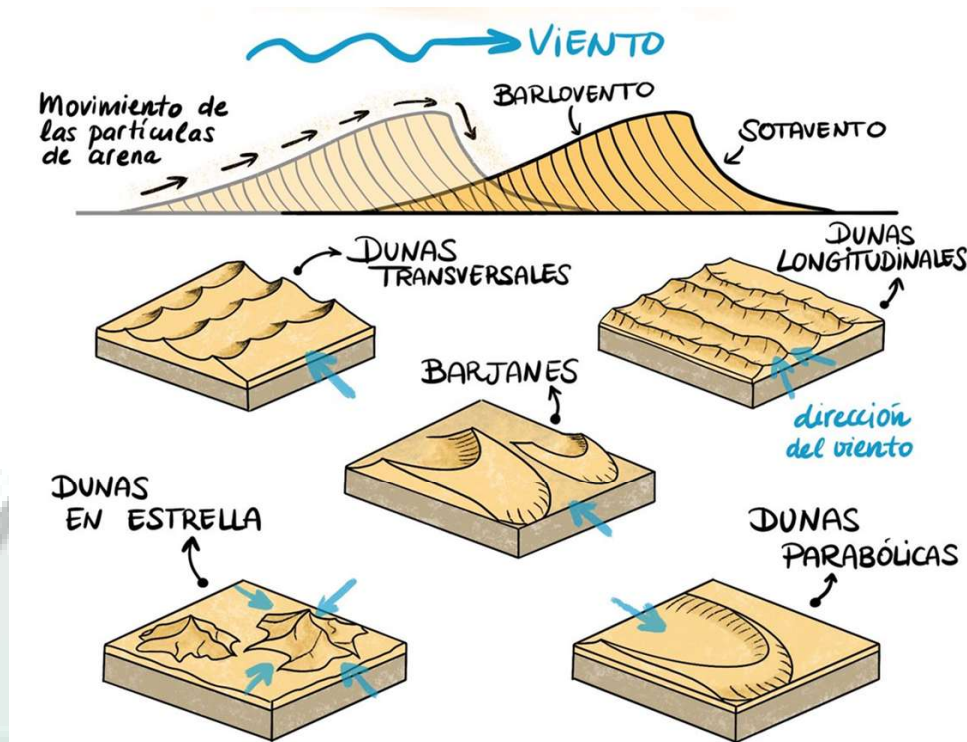


Para comprender cómo se forman estas superficies es necesario tener en cuenta que el viento transporta los sedimentos de diferentes maneras según su tamaño. Los granos de arena suelen desplazarse mediante **saltación**, realizando pequeños saltos impulsados por el viento; este es el mecanismo más habitual. Los fragmentos más pesados avanzan por **reptación**, rodando o deslizándose gracias al impacto de otras partículas. Las partículas muy finas, como los limos o algunas arcillas, pueden mantenerse en **suspensión**, viajando grandes distancias antes de depositarse. La combinación de estos movimientos contribuye a que unas zonas se erosionen mientras que otras reciben nuevos sedimentos.



El depósito de estos materiales origina formas muy características. Las **dunas** se forman cuando la arena transportada por el viento se acumula en zonas donde la corriente de aire pierde velocidad o encuentra un obstáculo. Su forma depende del régimen de vientos. Cuando el viento sopla de manera dominante en una sola dirección, se originan **barjanes**, dunas con forma de media luna cuyos extremos apuntan hacia donde se desplaza el viento. En regiones donde el viento cambia de dirección con frecuencia pueden aparecer dunas **lineales**, **estrelladas** o **transversales**, adaptadas a este régimen variable. Todas comparten una estructura básica: una cara de barlovento, de pendiente suave por donde asciende la arena, y una cara de sotavento, más abrupta, donde el sedimento cae formando un talud que se va desplazando a medida que avanza la duna.

Además de la arena, el viento puede transportar limos muy finos que, tras recorrer grandes distancias, se depositan formando extensos mantos de **loess**. Este sedimento es muy poroso y fácil de erosionar, pero destaca por su gran fertilidad, que permite el desarrollo de suelos muy productivos. Por ello, amplias zonas agrícolas de China, Europa Central o Norteamérica están asentadas sobre depósitos de loess.



En regiones húmedas el viento tiene una capacidad limitada para modificar el relieve, ya que la **vegetación protege el suelo** y mantiene la humedad. Sin embargo, cuando esta vegetación desaparece a causa de incendios, sobrepastoreo, sequías prolongadas o prácticas agrícolas inadecuadas, la superficie queda desprotegida y la erosión eólica se intensifica. Esta pérdida de suelo fértil puede iniciar o agravar procesos de **desertificación**, un fenómeno en el que amplias zonas terrestres pierden su capacidad productiva y se vuelven cada vez más áridas y vulnerables.

La desertificación no significa simplemente la expansión natural de los desiertos, sino la **transformación de ecosistemas** que antes eran **productivos** en **paisajes degradados** donde el suelo se empobrece, se erosiona y retiene menos agua. En este proceso, el viento juega un papel importante porque puede retirar las partículas más finas, que son precisamente las que contienen más nutrientes y permiten mantener la vida vegetal. Cuando esta fracción fértil

desaparece, el suelo pierde calidad y resulta más difícil que la vegetación se regenere, lo que crea un círculo de degradación cada vez más difícil de revertir.

El cambio climático está reforzando estos procesos al aumentar la frecuencia y duración de las sequías, elevar las temperaturas y favorecer condiciones más áridas en zonas donde antes predominaba un clima más húmedo. En conjunto, estos factores facilitan que la cubierta vegetal se deteriore y dejen el suelo más expuesto tanto a la erosión del agua como a la del viento.

En España, la desertificación es un problema especialmente relevante, sobre todo en el sureste peninsular, el valle del Ebro, amplias zonas de Castilla-La Mancha y parte de Andalucía. Muchas de estas regiones presentan clima semiárido y reciben pocas precipitaciones, por lo que cualquier pérdida de suelo fértil tiene consecuencias graves. Además, la presión humana a través de la agricultura intensiva, el uso excesivo de recursos hídricos o la urbanización, ha incrementado la vulnerabilidad del territorio. Según estudios oficiales, una parte significativa del país se encuentra en riesgo alto o muy alto de desertificación, lo que convierte este fenómeno en uno de los mayores desafíos ambientales de las próximas décadas.

Frente a esta situación, la lucha contra la desertificación requiere una combinación de medidas. **Proteger y restaurar la vegetación** es fundamental, ya que actúa como **barrera frente a la erosión** y mejora la estructura del suelo. También es esencial gestionar el agua de forma sostenible, evitando la sobreexplotación de acuíferos y fomentando técnicas agrícolas que conserven la humedad del suelo, como el uso de cubiertas vegetales o el laboreo mínimo. La reforestación con especies adaptadas al clima local, la rotación de cultivos y la prevención de incendios son estrategias igualmente importantes. Además, la **educación ambiental** y la planificación territorial ayudan a reducir el impacto humano sobre zonas ya de por sí sensibles.

3.5 El paisaje

El paisaje es el **aspecto visible de un territorio** y surge de la combinación de tres tipos de elementos: los **abióticos**, que incluyen el relieve, el clima y las rocas; los **bióticos**, que corresponden a las especies vegetales y animales que habitan ese espacio; y los **antrópicos**, fruto de la acción humana. En un paisaje natural predominan los dos primeros, mientras que en un paisaje artificial destacan las transformaciones realizadas por las personas. Los procesos geológicos externos —impulsados por la energía del Sol y por la atmósfera— desempeñan un papel esencial en la configuración del relieve, y por tanto en la apariencia y las características de cada paisaje.

Entre los agentes geológicos externos, el agua, el viento y el hielo son los que más modifican la superficie terrestre. Su acción, combinada con la actividad biológica que se desarrolla en cada entorno, da lugar a diferentes paisajes geológicos que actúan al mismo tiempo como **hábitats**, es decir, como el conjunto de condiciones físicas que permiten que determinadas especies vivan en ellos.

Alteración humana del paisaje

Los **ríos**, por ejemplo, erosionan las laderas, transportan sedimentos y los depositan en las zonas más bajas. Con el tiempo, esta acción origina valles encajados, meandros o llanuras de inundación. Estos paisajes fluviales sirven de hábitat para sauces, chopos, anfibios y numerosas aves que dependen de la humedad y de los recursos que ofrece el cauce. Cuando el ser humano

modifica estos espacios mediante presas, canalizaciones o regadíos, el paisaje fluvial se convierte en un paisaje más artificial, donde muchas especies pierden las condiciones necesarias para sobrevivir.

En las **costas**, el mar actúa mediante la erosión del oleaje, la sedimentación en playas y la dinámica de corrientes. Los paisajes marinos y litorales albergan hábitats muy diversos, desde comunidades de aves marinas hasta praderas submarinas, pasando por dunas con vegetación adaptada al viento y la sal. Las construcciones portuarias, los paseos marítimos y la ocupación turística alteran este equilibrio y transforman profundamente el paisaje, reduciendo la biodiversidad.

En **regiones áridas**, el viento es el principal agente geológico. Mediante la deflación y la abrasión modela el relieve y origina paisajes eólicos como las hamadas, los regs o los ergs. Estos ambientes, aunque parezcan hostiles, son hábitats para especies adaptadas a la escasez de agua y a las temperaturas extremas, como reptiles, matorrales e insectos especializados. Cuando la vegetación desaparece, el paisaje se degrada y se acelera la **desertificación**, un proceso que tiene consecuencias ecológicas y sociales importantes reduciendo el terreno productivo aprovechable e incrementando la posibilidad de graves inundaciones o corrimientos del terreno.

En las **zonas frías o de montaña**, los glaciares modelan el relieve a través de su enorme capacidad erosiva y de transporte. A su paso excavan valles en forma de U, circos glaciares o morrenas, que se convierten en paisajes característicos de alta montaña. Estos ambientes constituyen hábitats únicos para especies como pinos silvestres, musgos de tundra o animales como la cabra montesa y determinadas aves alpinas. Sin embargo, el aumento de las temperaturas está provocando el retroceso de muchos glaciares, modificando el paisaje y afectando a las especies que dependen de él.

Todos estos paisajes, ya sean fluviales, litorales, eólicos o glaciares, están experimentando cambios acelerados debido al cambio climático. Esto repercute en los hábitats y obliga a las especies a desplazarse, adaptarse o desaparecer. En caso de agravarse aún más estos procesos, sería nuestra propia especie la que acabaría viéndose abocada a esta elección.