

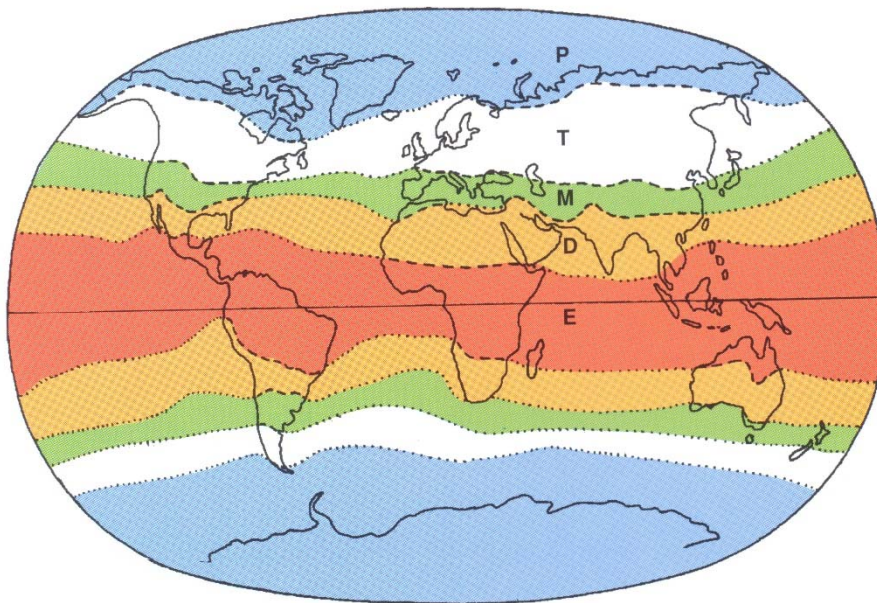
Apuntes de Sedimentología

Dr. José M. Martín (Universidad de Granada)

Tema 2.- **Erosión.** Procesos y resultados. **Meteorización.** Agentes y productos. **Edafización.** Los suelos. Su clasificación y distribución climática. Transcendencia económica de los procesos de meteorización.

La topografía y el clima son los dos grandes patrones que controlan la erosión y la meteorización. En lo que respecta al relieve, en las zonas emergidas de orografía abrupta domina la erosión, mientras que en las más suaves y aplanadas lo hace la meteorización. La sedimentación por contra se concentra en las zonas más deprimidas (“grandes hoyos”), de menor energía potencial, de la corteza terrestre (fundamentalmente en el mar).

El clima juega también un papel muy importante en el dominio de uno u otro tipo de procesos, ya que entre los agentes atmosféricos: oxígeno, anhídrido carbónico y agua, la presencia y abundancia de esta última, en estado líquido, es clave en el desarrollo y en la intensidad con que operan los procesos de meteorización. Aunque en el detalle variables tales como la orografía del terreno (presencia de cadenas montañosas cercanas de relieve notable), los vientos dominantes, las corrientes marinas (por ejemplo, la Corriente del Golfo en Europa), etc. condicionan o influyen claramente en el carácter “local” del clima, en la Tierra se diferencian desde el punto de vista climático, a gran escala, una serie de cinturones o bandas climáticas con una distribución simétrica en ambos hemisferios con respecto al Ecuador.



La banda climática correspondiente a las latitudes más altas es la Polar. En ella el agua se encuentra fundamentalmente en estado sólido (congelada) y es también muy significativa la ausencia o escasez de precipitaciones (que son en forma de nieve en su mayor parte). La destrucción de las rocas se produce casi exclusivamente por desintegración física (mecánica) de las mismas (erosión, por acción del hielo).

La banda climática situada inmediatamente por debajo (en el hemisferio norte), o por encima (en el hemisferio sur), en latitudes altas, es la Templada. Esta viene caracterizada por una temperatura ambiente relativamente baja (fría), y una abundancia significativa de precipitaciones de agua en estado líquido (que pueden superar los 1.000 litros/año), que claramente favorecen los procesos de meteorización.

La banda climática situada a continuación, a latitudes algo más bajas, es la Desértica y viene caracterizada por una ausencia significativa de precipitaciones (la media de lluvia nunca supera los 200 litros/años) y temperaturas elevadas. Esta banda se sitúa a la altura del Trópico de Cáncer (en el hemisferio norte) y el de Capricornio (en el hemisferio sur), por ello se conoce también como Tropical, y en ella se localizan los grandes Desiertos (i.e., Sáhara, en el hemisferio norte, y el de Australia o el de Namibia, en el sur). Aquí dominan de nuevo los procesos erosivos y la meteorización es casi nula. Entre la banda climática desértica y la templada se sitúa una subbanda, la Mediterránea, con características intermedias, de transición entre ambas (precipitaciones relativamente escasas y temperaturas intermedias), donde actúan tanto los procesos de erosión como los de meteorización, si bien estos últimos no son muy intensos y significativos.

Por último, en la zona central, se encuentra la denominada banda climática Ecuatorial caracterizada por abundantes precipitaciones de agua (por encima de los 2.000-3.000 litros/año) y por temperaturas suaves, relativamente elevadas, durante todo el año. En ella no existen estaciones definidas y abunda la vegetación. Constituye lo que se denomina el Dominio Selva, ya que en ella se localizan las grandes selvas (Amazonas, África Ecuatorial, Indonesia, Borneo, etc.). Aquí la meteorización es extremadamente intensa, los minerales de las rocas aflorantes (silicatos) están muy descompuestos y alterados químicamente y los suelos son muy potentes.

Erosión

PAISAJE MODELADO POR LA ACCIÓN DE LA ARROYADA ("BADLAND")



El agente erosivo más importante que actúa en la naturaleza es el agua, tanto en estado líquido (corrientes de agua) como sólido (hielo en movimiento). La erosión fluvial es la que domina en las zonas de clima templado, donde los ríos excavan y movilizan gran cantidad de partículas (sedimento) desde las áreas madres a las zonas de sedimentación. Sorprendentemente en climas áridos y secos de tipo desértico la erosión fluvial puede ser también ocasionalmente importante, ya que las lluvias, aunque escasas, funcionan en régimen torrencial con gran cantidad de precipitación en muy corto espacio de tiempo. Este fenómeno es especialmente significativo en las zonas semiáridas donde los torrentes excavan relieves tortuosos de trazado intrincado (“badlands”) (foto superior: Gorafe, Depresión de Guadix-Baza), al tiempo que movilizan a su vez gran cantidad de sedimento.



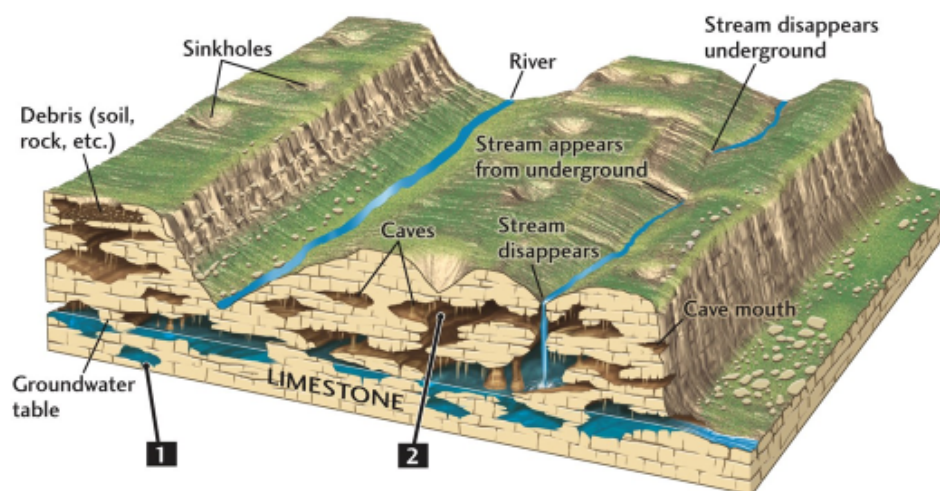
PAISAJE EXCAVADO POR LOS GLACIARES
Valle del río Guarnón (Sierra Nevada)

Los glaciares también erosionan, excavan y disgregan fuertemente las rocas creando relieves muy espectaculares (“horns”, valles en U de fondo plano, circos, etc.) que se hacen muy evidentes en las zonas donde estos han desaparecido recientemente (foto superior), movilizándolo al tiempo gran cantidad de sedimento y transportándolo, a veces, enormes distancias (caso de los glaciares de extensión continental: glaciares de casquete).

Meteorización

En lo que respecta a la meteorización los procesos más significativos son los de disolución y el de hidrólisis. La disolución afecta exclusivamente a las rocas más solubles que existen en la naturaleza, en concreto carbonatos (calizas) y sulfatos y cloruros (evaporitas). En el caso de los carbonatos la disolución no es directa sino que ocurre por reacción del agua de lluvia cargada en CO_2 con el CaCO_3 de la caliza, transformando este último (insoluble directamente) en una sal, el bicarbonato cálcico $\text{Ca}(\text{CO}_3\text{H})_2$, extremadamente soluble. En el caso de las evaporitas la disolución es directa.

Disolución de las calizas Karstificación



Puede llegar a ser muy importante con desarrollo de grandes cuevas y conductos subterráneos

La hidrólisis consiste en un verdadero ataque químico de las rocas aflorantes en superficie por los agentes atmosféricos (oxígeno, anhídrido carbónico y agua), en los que el papel de esta última es fundamental, y opera con mayor o menor intensidad dependiendo de la zona climática concreta (Templada o Ecuatorial) donde actúa. Afecta particularmente a los denominados “minerales petrogenéticos” (los más abundantes en rocas ígneas y metamórficas), mayoritariamente silicatos, que se transforman en otros silicatos distintos (muchos de ellos pertenecientes al grupo de los denominados “Minerales de la Arcilla”), al tiempo que se liberan determinados iones (aniones y cationes) en solución. En la Zona Templada se detiene aquí el proceso. En la Zona

Ecuatorial, con temperaturas más elevadas, valores de pH ligeramente básicos y agua muy abundante, el ataque químico progresa y afecta a su vez a los silicatos recién creados descomponiéndolos en óxidos e hidróxidos, liberándose nuevos iones en solución y llegándose incluso a solubilizar la sílice.

Así por ejemplo la ortosa (el feldespato más común en los granitos) en clima templado se transforma inicialmente en el proceso de hidrólisis en illita, y esta a su vez en caolinita, dando a veces concentraciones explotables de caolín. Por su parte el producto resultante de la alteración de la anortita, feldespato presente en muchas rocas ígneas básicas, es la montmorillonita, constituyente esencial de las bentonitas. La biotita genera vermiculita, que se transforma a su vez en caolinita más limonita. Los minerales máficos (olivino, piroxenos, anfíboles) dan cloritas ricas en hierro y magnesio. En la Zona Ecuatorial todos estos minerales (caolinita, montmorillonita, vermiculitas, cloritas, etc.) se descomponen a su vez generándose acúmulos importantes de óxidos e hidróxidos de Fe (lateritas) y Al (bauxitas), o mezclas de ambos según los casos.

El interés económico de los procesos de meteorización radica en que muchos de estos productos forman depósitos significativos y tienen, a su vez, aplicaciones industriales. El caolín es la arcilla básica utilizada en fabricación de la porcelana. La bentonita, arcilla expansiva capaz de absorber el agua (hasta 8 veces su volumen), se utiliza como lodo de sondeos, espesante de alimentos, etc. Los principales yacimientos de hierro son de origen laterítico y la principal fuente de aluminio son las bauxitas.

CANTERA DE BENTONITAS



El ejemplo mostrado corresponde a la Sierra de Cabo de Gata (Almería, España). Las bentonitas se formaron aquí, no por meteorización, sino por alteración hidrotermal de rocas volcánicas aflorantes en el lecho marino

Los suelos

Como suelo se califica la cobertera más superficial (generalmente de escaso espesor) que recubre las rocas aflorantes en las áreas continentales emergidas, en la que se mezclan los productos resultantes de la erosión/meteorización con la materia orgánica procedente de la descomposición de la vegetación y de los restos orgánicos de animales que allí mismo mueren. Los suelos son importantes ya que esta materia orgánica en descomposición se mezcla e incorpora, mediante los llamados humatos o ácidos húmicos, con compuestos inorgánicos tales como los minerales de la arcilla. Estos compuestos orgánicos son los que confieren fertilidad a las tierras de labor, de ahí su transcendencia e importancia para la agricultura.

Los suelos suelen estar verticalmente estructurados y en ellos (en el perfil del suelo) se reconocen una serie de horizontes o intervalos. En el más superficial (Horizonte A) dominan los procesos de lixiviación o lavado. El intermedio (Horizonte B) es de precipitación. El inferior (Horizonte C) es de transición a la roca madre sin alterar.

Existen diferentes tipos de suelos en función de la composición litológica de la roca madre y en función del clima imperante en la zona donde se localizan. Las clasificaciones de los diferentes tipos de suelos priman uno u otro factor, según los distintos autores. Al estudio de los suelos se dedica la Edafología. En Sedimentología tiene particular interés la información climática que, de la presencia de suelos fósiles intercalados en el registro estratigráfico (“paleosuelos”) (foto inferior), podemos extraer de ahí que aquí se prime la clasificación climática y nos refiramos exclusivamente a ella, de un modo sucinto.

LOS SUELOS FÓSILES

La presencia de suelos fósiles intercalados en la serie estratigráfica es evidencia clara de exposición.

El tipo de suelo concreto nos define las condiciones climáticas imperantes en ese momento.



Cuenca de Agua Amarga, Almería

En la Zona Polar (y en la alta montaña) los suelos son inexistentes, debido a la existencia de hielo y/o nieve de un modo casi permanente durante gran parte del año. En las zonas subpolares la presencia de lentes de hielo en un suelo pobremente desarrollado es una constante. Este, conocido como “permafrost”, plantea problemas serios de estabilidad del terreno en los países de latitudes altas, como Canadá, donde la elevación reciente de la temperatura ambiente está provocando la fusión de dicho hielo. También es conocida la presencia de restos de mamuts (actualmente extinguidos), bien preservados en el permafrost de Siberia.

En la Zona Templada se distinguen dos tipos de suelos. Los de las áreas próximas al mar (“marítimas”) y los de las áreas situadas más hacia el interior del continente (“continentales”). En las primeras predomina la lixiviación, ya que las lluvias son muy frecuentes, y el suelo que se desarrolla: “podzol”, es un suelo pobre, muy lavado y estéril. En las segundas el lavado sigue el régimen climático estacional, movilizándose la materia orgánica (humus), junto con otras sustancias, al horizonte B en la estación húmeda, pero haciéndolo (por ascenso capilar) al horizonte A en la seca. El resultado es un suelo homogéneo: “suelo pardo”, sin horizontes definidos, muy rico en materia orgánica y excelente para la agricultura.

En la Subzona Mediterránea los más característicos son los denominados “suelos rojos” y en las subdesérticas las costras calcáreas (“caliches”), cuyos orígenes concretos son, aún hoy día, discutidos. En la Zona Desértica no hay suelos.

Por último, en la Zona Ecuatorial se desarrollan suelos muy potentes (de hasta 50 m de espesor), de color rojo, que se conocen genéricamente con el nombre de “corazas” y que unas veces tienen carácter más laterítico y otras más bauxítico.

LOS SUELOS EN LA ZONA ECUATORIAL

Las zonas ecuatoriales (dominio selva) están cubiertas por una extensa vegetación.



Los suelos (muy potentes) son sólo visibles inmediatamente después de los incendios.



Isla de Guam (Océano Pacífico)