

13.1 ¿QUÉ ES EL SUELO?

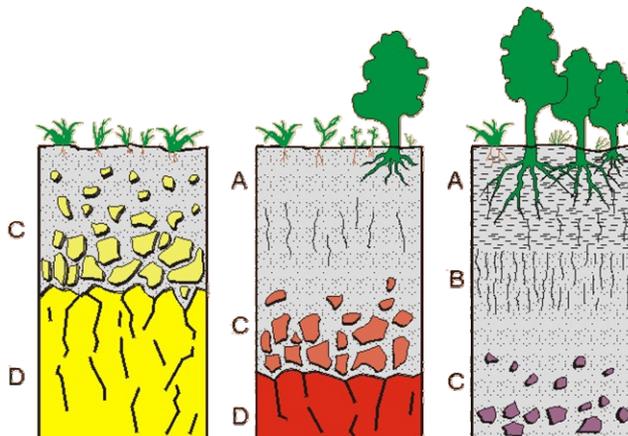
EL SUELO ES EL MANTO DE ALTERACIÓN QUE CUBRE LA SUPERFICIE TERRESTRE

- Denominamos regolito al conjunto de materiales producto directo de la meteorización de un sustrato. Se trata de un conjunto de materiales relativamente homogéneo, formado por los fragmentos de la roca original, y de minerales neoformados durante el proceso (arcillas, carbonatos).
- Por su parte, recibe el nombre de suelo este mismo conjunto cuando aparece estructurado, es decir, dividido en una serie de bandas u horizontes, que se originan durante la evolución geológica y biológica del regolito.
- Desde un punto de vista sistémico, el suelo es la interfase tres de los subsistemas estudiados hasta ahora: biosfera, atmósfera y geosfera. Como toda interfase, el suelo posee gran riqueza y diversidad y es muy sensible a los cambios, por lo que puede degradarse con facilidad e, incluso, llegar a desaparecer.
- La edafología se encarga del estudio de los suelos, empleando métodos y conceptos geológicos, biológicos y agronómicos.

13.2 FORMACIÓN DEL SUELO

EL PROCESO DE FORMACIÓN DE UN SUELO SE DENOMINA EDAFOGÉNESIS

- La edafogénesis es un proceso muy lento que puede durar miles de años. Comprende procesos físicos químicos y biológicos. Los principales procesos que provocan la edafogénesis son la meteorización, la lixiviación (arrastre de sustancias solubles hacia zonas profundas) y la humificación (formación de humus).
- El proceso comienza con la formación de un regolito a partir de la roca madre (D), sobre el que se implanta la vegetación y se produce la vida y muerte de animales y plantas. La acumulación de esta materia orgánica (y su transformación en humus) y los procesos de lavado superficial producen la diferenciación de un suelo AC. Con el tiempo se llegan a desarrollar los procesos de transporte y meteorización avanzada que dan origen al horizonte de acumulación (B), formándose el característico suelo completo ABC.



EL PRINCIPAL FACTOR QUE CONDICIONA LA EVOLUCIÓN DE UN SUELO ES EL CLIMA

- Los factores que pueden influir en la evolución de un suelos son:
 - El clima es el principal factor que determina la evolución de un suelo, ya que condiciona el tipo de meteorización que va a afectar a la roca madre, los procesos de lavado y el desarrollo de la vegetación. En climas cálidos y húmedos, que favorecen los procesos de meteorización química, se desarrollan suelos más potentes que en zonas de clima frío.
 - La naturaleza de la roca madre, aunque una misma roca madre puede formar distintos tipos de suelo en función del clima y viceversa, distintos tipos de roca madre pueden formar el mismo tipo de suelo si están bajo un mismo clima.
 - La topografía, porque condiciona le grado de erosión (en zonas de pendiente la erosión impide el desarrollo de suelos potentes) y la humedad (favorece o dificulta la infiltración y la evaporación en función de la orientación).

- La vegetación, que también está condicionada por el clima. La vegetación aporta materia orgánica, retiene la humedad (favoreciendo la meteorización química) y protege de la erosión.
- El tiempo, ya que el proceso de formación de un suelo es muy lento (tanto que debe ser considerado un recurso no renovable). El tiempo que tarda en formarse un suelo depende de los otros factores.
- La actividad humana, como veremos más adelante, puede incidir negativa o positivamente en la formación y desarrollo de un suelo. En la mayoría de los casos el efecto es negativo (incendios, deforestación, contaminación, urbanización, sobreexplotación agrícola y ganadera)

13.3 COMPOSICIÓN DEL SUELO

EL SUELO ESTÁ FORMADO POR COMPONENTES ORGÁNICOS E INORGÁNICOS

- Los componentes inorgánicos de los suelos pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos. Los componentes sólidos son los fragmentos de rocas y minerales procedentes de la meteorización. Los líquidos, el agua de infiltración, más o menos cargada de sales en disolución. Los gaseosos corresponden a aire atrapado en los poros del componente sólido, más o menos oxigenado según sea la porosidad del material.
- Los componentes orgánicos están formados por restos de seres vivos que dan lugar al humus o mantillo, que presenta un característico color oscuro. El humus es el producto resultante de la transformación de la materia orgánica, proveniente de la descomposición de restos de animales o plantas que se depositan sobre el suelo, por la acción natural de los microorganismos. A causa de este proceso denominado humificación se forman compuestos que liberan nutrientes para los vegetales, aumentan la fertilidad, favorecen el desarrollo de las raíces, ...

13.4 PERFIL DEL SUELO

EN UN SUELO BIEN DESARROLLADO SE PUEDEN DISTINGUIR TRES CAPAS U HORIZONTES SOBRE LA ROCA MADRE

- La estructura que se puede apreciar en un corte transversal de un suelo se denomina perfil. En él podemos ver que existen una serie de capas u horizontes, distribuidos de forma aproximadamente paralela a la superficie topográfica que se designan como horizontes A, B y C.
- El horizonte A es el más superficial y se caracteriza por su color oscuro debido a la presencia en el mismo de abundante materia orgánica (humus). Además, es el más intensamente afectado por los procesos de disolución, que arrastran sus iones hacia horizontes más profundos, por lo que se le conoce también como horizonte de lixiviación o de lavado.
- El horizonte B recibe también el nombre de horizonte de acumulación, porque en él se produce el depósito de iones procedentes del lavado del A. Se caracteriza por la abundancia de componentes minerales, que pueden ser tanto arcillas, producto de la meteorización de la roca, como sales precipitadas: carbonato cálcico e hidróxidos de hierro son los más comunes.
- El horizonte C es el formado directamente sobre la roca, por lo que está constituido mayoritariamente por fragmentos más o menos alterados y estructurados de ésta.
- Por debajo del horizonte C se sitúa la roca madre (roca a partir de la cual se ha formado el suelo) sin alterar.

13.5 TIPOS DE SUELOS

SEGÚN SU GRADO DE DEPENDENCIA DEL CLIMA DISTINGUIMOS SUELOS ZONALES O AZONALES

- Los suelos zonales son suelos maduros, en cuya evolución juega un papel primordial el clima, con el que se encuentran en equilibrio. Es por ello que su distribución geográfica suele presentar un carácter regional, en respuesta a la distribución de la vegetación y las regiones climáticas. Pertenecen a esta categoría, entre otros:
 - Suelos en zonas polares. Las bajas temperaturas reinantes en estas zonas hacen que la meteorización química sea poco activa. La mayor parte del suelo se encuentra permanentemente helado (permafrost) y sólo la parte superficial del mismo (mollisuelo) llega a deshelerse durante el verano. En este último, los hielos y deshielos provocan deslizamientos de partículas, que unido a la existencia del permafrost a partir de los dos o tres metros de profundidad, impiden la formación de los diferentes horizontes edáficos.
 - Suelos de latitudes medias cálidas. Son propios de regiones de clima mediterráneo, y pueden ser de varios subtipos: suelos pardos mediterráneos, con un horizonte A decolorado y horizonte B rico en arcilla y de color pardo rojizo; suelos rojos mediterráneos, típicos de condiciones más áridas, y con un horizonte B de color rojizo; costras calcáreas o caliches, propios de regiones áridas o semiáridas, sin horizonte A y con un horizonte B formado por una costra o escudo de carbonato cálcico.

- Suelos de latitudes medias frías. En estas regiones se forman los suelos de tipo podsol, con un horizonte B que incluye un nivel oscuro de acumulación de humus y óxidos de hierro. En regiones algo menos frías se forman las tierras pardas, con un característico horizonte B de color pardo.
 - Suelos de latitudes bajas. En climas tropicales muy húmedos, con gran intensidad y larga duración de la meteorización química, se forman suelos con un horizonte B de gran espesor, muy compactos y resistentes, y enriquecidos en óxidos de hierro y aluminio: las lateritas (que se explotan para extraer hierro) y bauxitas (principal fuente de aluminio), respectivamente.
- Los suelos azonales son suelos cuya génesis está condicionada principalmente por un factor particular distinto al climático, y que puede ser el litológico o el topográfico.
- Entre los condicionados por la litología de la roca subyacente se encuentran la rendzina, un suelo oscuro que se desarrolla sobre calizas; el ranker, similar al anterior pero formado sobre rocas silicatadas, como el granito o la pizarra, o el chernozem, formado sobre el loess, y caracterizado por un horizonte A de gran espesor.
 - Entre los condicionados por la topografía se encuentran los suelos hidromorfos o gleys, propios de zonas encharcadas, o los suelos aluviales, que se forman sobre los sedimentos de las llanuras de inundación de los ríos.

13.6 EL SUELO COMO RECURSO: USOS DEL SUELO

EL SUELO ES LA BASE DE LA MAYORÍA DE LOS RECURSOS QUE NOS OFRECE LA BIOSFERA

- La biosfera, además de su gran diversidad, nos ofrece otra serie de recursos, como alimentos (uso agrícola y ganadero), madera y leña (usos forestales). El suelo es la base de todos ellos, ya que todos, salvo la pesca, dependen de él.
- El suelo sirve de asiento a la vegetación, responsable del mantenimiento de todos los ecosistemas terrestres, y de la agricultura, base de la subsistencia humana.
- La erosión es el principal problema ambiental que afecta a los suelos. Aunque se trata de un proceso natural, la humanidad la está favoreciendo mediante la deforestación, las prácticas de cultivo inadecuadas, la contaminación y la sobreexplotación de acuíferos.

13.7 LA DEGRADACIÓN DEL SUELO

LA EROSIÓN, FAVORECIDA POR LA ACTIVIDAD HUMANA, ES UN IMPORTANTE PROBLEMA AMBIENTAL

- Cuando el suelo pierde el manto vegetal que lo protege y le aporta materia orgánica, queda descubierto y muy vulnerable al ataque de los agentes geológicos externos. Estos agentes provocan la pérdida de suelo por erosión, disminuyendo su fertilidad y pudiendo llegar a desaparecer.
- Los principales factores que influyen en la erosión del suelo son:
 - El clima, por la cantidad y distribución de las precipitaciones. Las lluvias abundantes pero repartidas son menos agresivas que los aguaceros repentinos.
 - El relieve. Cuando se supera el 15% de pendiente, los suelos son fácilmente erosionables.
 - La vegetación, puesto que amortigua los procesos erosivos.
 - La naturaleza del terreno. Los materiales sueltos como las arenas, las margas y las arcillas son más sensibles, sobre todo si son, además, impermeables.
- Los principales consecuencias de la erosión del suelo son:
 - Colmatación de los embalses.
 - Agravamiento de las inundaciones al aumentar la escorrentía.
 - Deterioro de ecosistemas naturales fluviales y costeros (p.e. arrecifes) por excesivo aporte de sedimentos.
 - Pérdida de suelo cultivable.
 - Desertización.

LA EROSIVIDAD DE UN AGENTE Y LA EROSIONABILIDAD DEL TERRENO INFLUYEN EN EL RIESGO DE EROSIÓN

- La erosividad expresa la capacidad erosiva del agente geológico predominante, el cual depende del clima. Existen diversos métodos de evaluar la erosividad:
 - El índice de aridez, en función de la temperatura media y la precipitaciones totales anuales (tabla 10.1, pág. 296)

- El índice de agresividad climática, que mide la relación entre la precipitación del mes más lluvioso y la precipitación total anual.
 - El índice de erosión pluvial, que evalúa la capacidad media anual de erosión de la lluvia en función de la intensidad de los aguaceros.
- La erosionabilidad mide la susceptibilidad del sustrato para ser movilizado. Depende del tipo de suelo, de la pendiente y de la cobertura vegetal. Para medirla se emplean diversos parámetros:
- La inclinación de las pendientes. Toda pendiente superior al 15 por 100 conlleva riesgo de erosión (tabla 10.2, pág. 296).
 - El índice de protección vegetal, que valora el estado de la cubierta vegetal (tabla 10.2, pág. 296).
 - El índice de resistencia litológica mide la susceptibilidad del terreno (tabla 10.3, pág. 296).

EL GRADO DE EROSIÓN SE PUEDE EVALUAR EN FUNCIÓN DE INDICADORES FÍSICOS O BIOLÓGICOS

- Los indicadores físicos evalúan el grado de erosión en función de marcas o incisiones y manchas observables sobre el terreno. Se pueden establecer tres grados de erosión en función de las incisiones en el terreno (figura 10.11, pág. 298):
- Erosión laminar (remoción más o menos uniforme del horizonte superficial del suelo).
 - Erosión en surcos.
 - Erosión en cárcavas (*bad-lands*).
- Otros indicadores físicos pueden ser la reptación, la solifluxión, la formación de conductos o túneles y la presencia de costras o manchas superficiales.
- Los indicadores biológicos se basan en la observación de la vegetación. Se pueden establecer los siguientes grados:
- Grado nulo: vegetación densa sin raíces descubiertas.
 - Grado bajo: vegetación aclarada, ligera exposición de las raíces y pequeños pedestales de erosión.
 - Grado medio: vegetación aclarada, raíces expuestas y pedestales de erosión más grandes.
 - Grado alto: vegetación muy aclarada, raíces muy expuestas, grandes pedestales de erosión y presencia de regueros.
 - Grado muy alto: vegetación escasa y presencia de barrancos y cárcavas.
- Un método indirecto de evaluación del grado de erosión es la ecuación universal de la pérdida de suelo (USLE)

ECUACIÓN UNIVERSAL DE PÉRDIDA DE SUELO (USLE)

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

A: pérdida media anual de suelo en t/ha/año.

R: factor de erosividad.

K: factor de erosionabilidad.

L: factor de longitud de la pendiente.

S: factor de inclinación de la pendiente.

C: factor de ordenación de cultivos.

P: factor de control de la erosión (existencia o no de medidas preventivas).

LA DESERTIZACIÓN DEPENDE DE FACTORES CLIMÁTICOS Y ANTRÓPICOS

- La desertización (o desertificación) consiste en la pérdida total o parcial del potencial de producción de la tierra que lleva a la aparición de condiciones desérticas.
- Los factores climáticos que incrementan el riesgo de desertización son:
- Sequía.
 - Precipitaciones esporádicas.
 - Precipitaciones torrenciales.
- Los factores geomorfológicos son:
- Fuertes pendientes.
 - Litologías blandas.

- Los factores antrópicos son:
 - Cultivos en zonas de pendiente (mala planificación del territorio).
 - Técnicas agrícolas inadecuadas: labrar a favor de la pendiente, quema de rastrojos, exceso de riego, riego con agua salobre ...
 - Sobrepastoreo, ya que se elimina la protección vegetal del suelo y el pisoteo del ganado compacta el suelo.
 - Deforestación de laderas.
 - Incendios.
 - Sobreexplotación de aguas subterráneas.
 - Salinización de los acuíferos de zonas costeras
 - Contaminación de los suelos por el uso abusivo de productos químicos, por las actividades mineras o por la ganadería intensiva.
 - Urbanización.
- Los principales procesos que provoca la desertización y que surgen como consecuencia de los factores citados son:
 - Degradación química: pérdida de fertilidad por lavado de nutrientes, contaminación o salinización.
 - Degradación física: pérdida de estructura del suelo por compactación (apisonamiento o pisoteo).
 - Degradación biológica: pérdida de estructura del suelo por desaparición de la materia orgánica o por mineralización del humus.
 - Erosión hídrica (2/3) y eólica (1/3).

ESPAÑA ES EL ÚNICO PAÍS EUROPEO CON ALTO RIESGO DE DESERTIZACIÓN POR EROSIÓN DE LOS SUELOS

- Cada año se pierden en nuestro país más de 1.150 millones de toneladas de suelo fértil debido a la erosión y desertización. Las principales causas son:
 - Prácticas agrícolas y forestales inadecuadas.
 - Incendios forestales.
 - Obras públicas.
 - Actividades mineras.
- Las fuertes pendientes que caracterizan muchas zonas de nuestro territorio, las precipitaciones irregulares y a veces torrenciales propias de clima mediterráneo y la abundancia de terrenos arcillosos de difícil drenaje son los factores que nos hacen especialmente vulnerables a este riesgo.
- Sólo el 33% de nuestro territorio presenta pérdidas inferiores a 12 t/ha/año (figura 10.15, pág 301).

13.8 CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS

SE PUEDEN TOMAR DIVERSAS MEDIDAS PARA PREVENIR O CORREGIR LA EROSIÓN

- La primera medida que se debe tomar para evitar la degradación de los suelos es realizar una explotación racional de los recursos que nos ofrece. Entre las técnicas que nos permiten racionalizar la explotación podemos citar las siguientes:
 - La mejor medida preventiva es la ordenación del territorio, dando a cada zona un uso compatible con sus características.
 - Evitar la sobreexplotación para permitir que el suelo conserve su fertilidad: uso de abonos orgánicos (estiércol, compost), control biológico de las plagas, rotación de cultivos (barbecho), una adecuada carga ganadera (para evitar el sobrepastoreo), etc.
 - Realizar una explotación racional de los bosques que impida que las superficies forestales queden desprotegidas.
 - Para recuperar zonas erosionadas se pueden adoptar diversas medidas, entre ellas:
 - Selección de los cultivos adecuados.
 - Arado siguiendo las curvas de nivel para aumentar la infiltración y evitar la escorrentía.
 - Construcción de bancales (aterrazamiento con muros) en áreas agrícolas de montaña.
 - Construcción de muros de contención para evitar el retroceso de los barrancos.
 - Reforestación con especies autóctonas.
- Las construcciones lineales producen cortes en el terreno que incrementan el riesgo de erosión. Para controlar la erosión originada por obras se puede:
 - Adaptar las construcciones a la geomorfología.
 - Realización de cunetas, aliviaderos o drenajes adecuados.
 - Repoblación de taludes.
 - Construcción de muros de contención.