



**MASTER EN TÉCNICAS DE ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y GESTIÓN SOSTENIBLE DE
PROCESOS Y RIESGOS NATURALES**

Universidad de Cantabria

Los materiales geológicos (sedimentos y depósitos superficiales) y su caracterización

Francisco Javier Barba Regidor

Doctor en Geología

TEMA 8.

El suelo.

Guión del tema

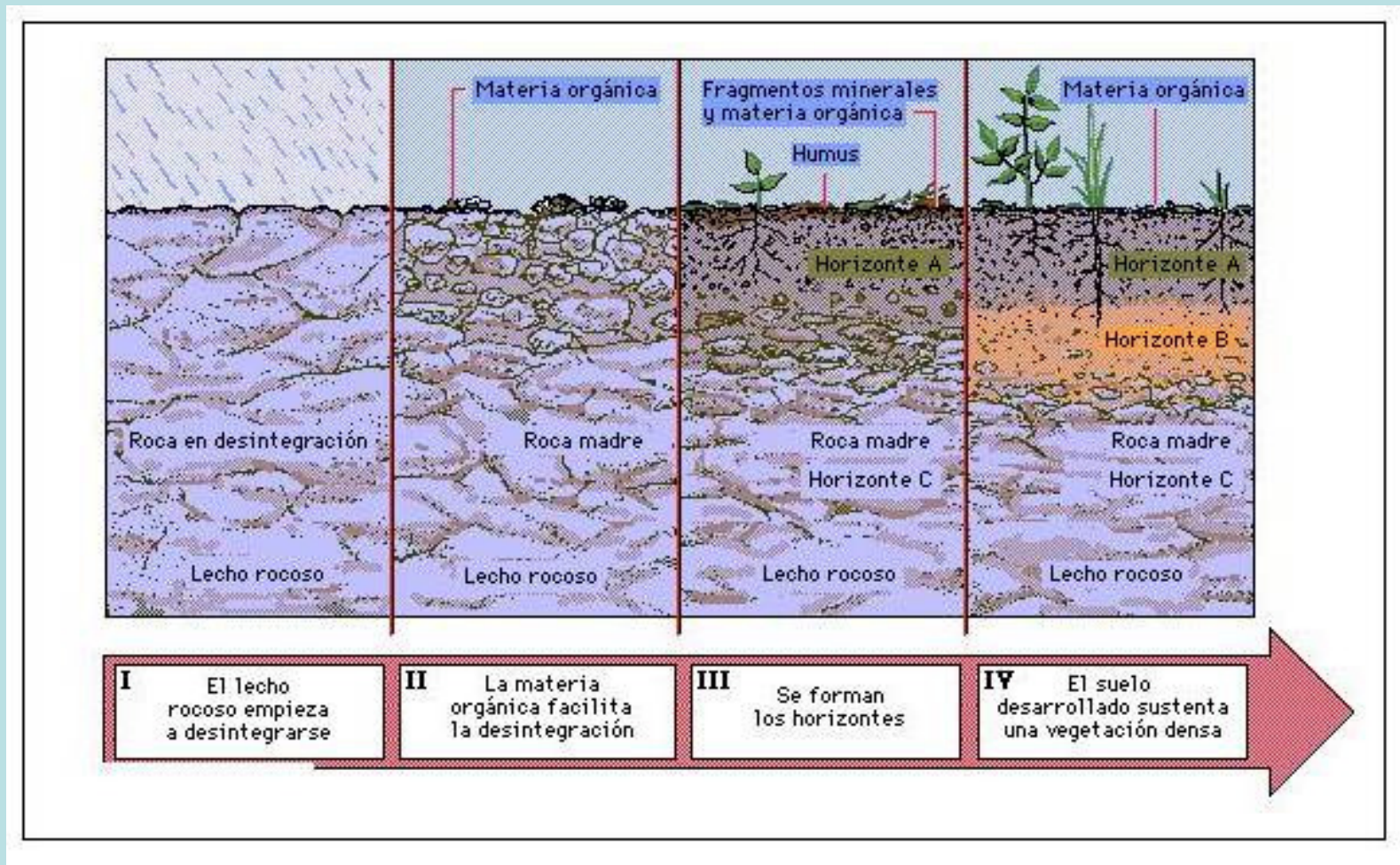
- Concepto.
- Factores genéticos: el papel del clima, de la roca madre, del relieve, de los organismos y del tiempo.
- El perfil del suelo: criterios de formación y de evolución.
- Propiedades físicas y químicas del suelo: estabilidad del suelo.
- El suelo en zonas de ladera.
- El suelo en zonas planas.
- El suelo como recurso.
- El agua en el suelo.
- Encharcamiento de suelos.
- El efecto hielo-deshielo de los suelos.

El concepto:

Diferentes definiciones:

- *Definición genérica:* cuerpo natural formado de materiales orgánicos e inorgánicos, que cubre la mayor parte de la superficie terrestre, puede sostener el crecimiento de plantas y es afectado por el ser humano.
- *Definición procesual:* resultado de la interacción de diversos factores litológicos, climáticos y biológicos sujetos a transformaciones fisicoquímicas complejas que lo hacen progresivamente más potentes.
- *Definición composicional:* un conjunto de minerales residuales y secundarios, aire, agua, materia orgánica y seres vivos, que sirve de asiento para la vegetación y es la base para el desarrollo de la vida en las tierras emergidas.
- *Definición agronómica:* un ecosistema que condiciona la vida vegetal y animal, por lo que es un factor fundamental en el proceso de formación de alimentos.
- *Una definición ingenieril:* la parte superficial de la corteza terrestre no compacta, en la que se encuentran elementos más o menos disgregados sobre un material consolidado.
- *Otra definición ingenieril:* agregado de minerales unidos por fuerzas débiles de contacto, separables por medios mecánicos de poca energía o por agitación en agua.

La formación del suelo



Este proceso se inicia en superficie y avanza progresivamente en profundidad haciéndolo progresivamente tanto más potente cuanto más pasa el tiempo y los procesos de formación (edafogénicos) se mantienen. Imagen de:

<http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/suelos.html>

Un ejemplo de suelo (Mollina, Málaga):



¿A qué fase de las cuatro recogidas en la diapositiva anterior correspondería el ejemplo de esta fotografía. Tomada de <http://www.omerique.net/twiki/bin/view/Recursos/PerfilMollina>

Los factores edafogénicos

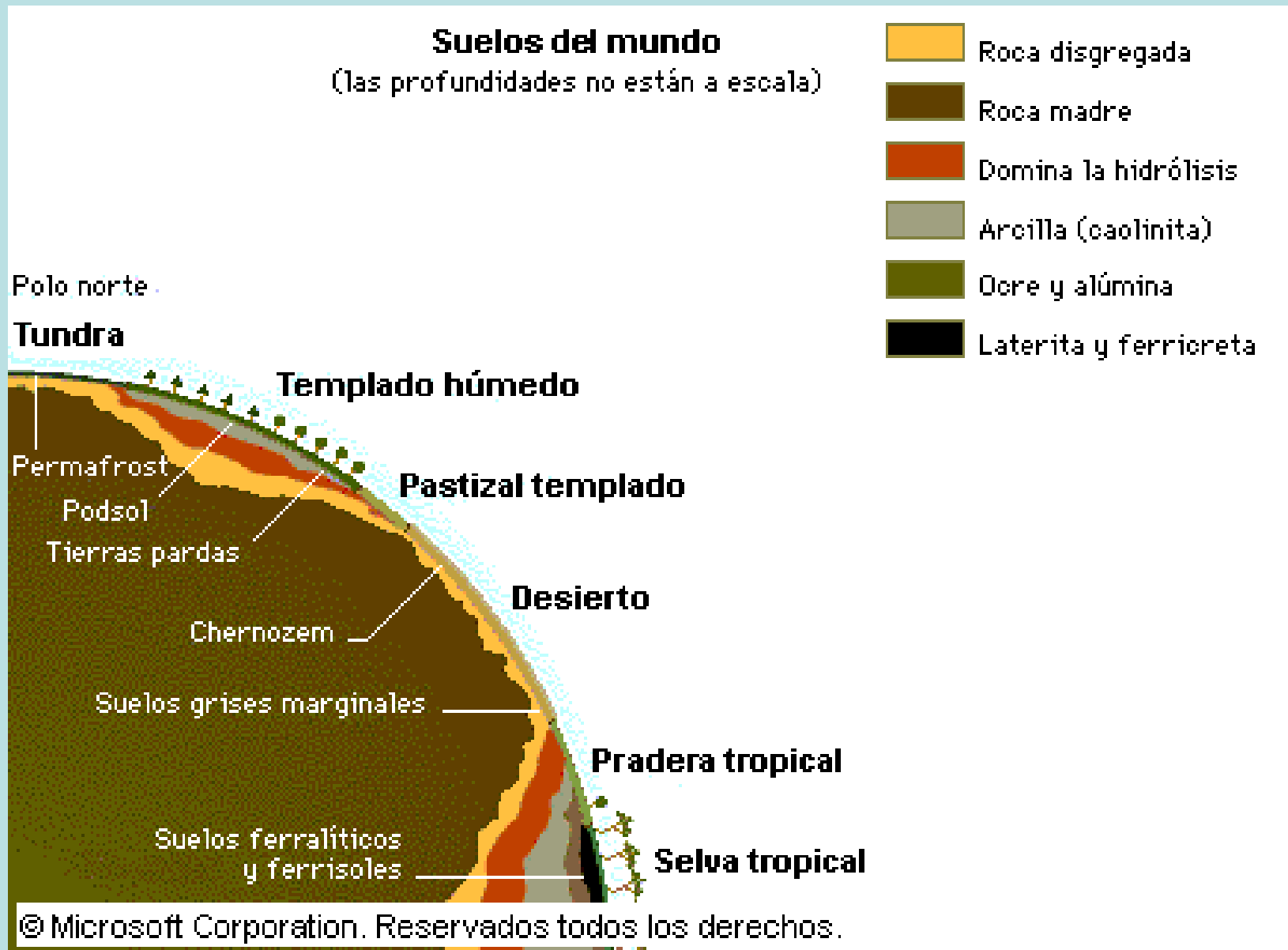
Son aquellos de los que depende la formación del suelo:

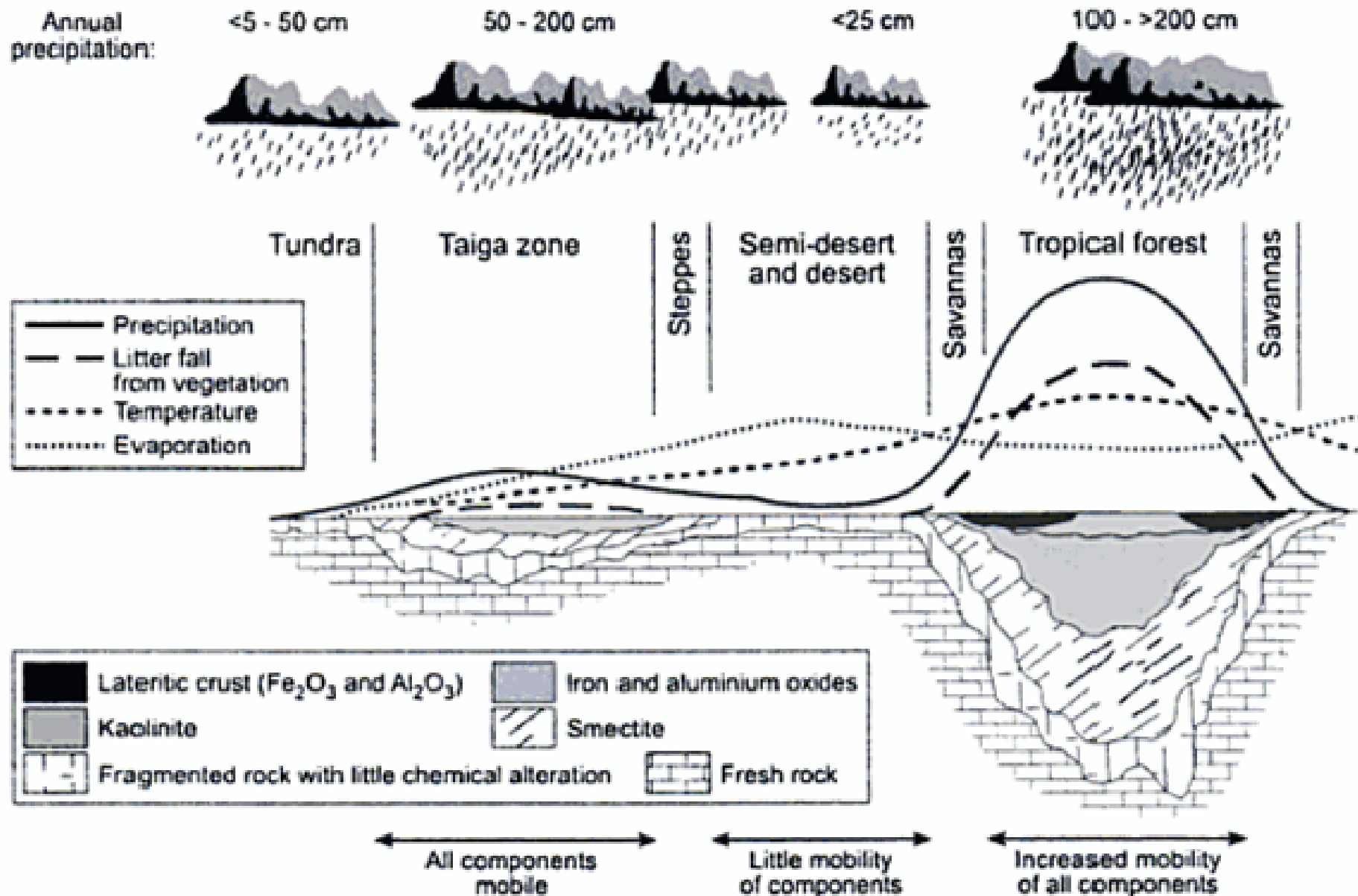
- Climatología (procesos meteorológicos más frecuentes).
- Orografía (relieve).
- Orientación (frente a la incidencia solar, a los vientos, a los frentes de lluvia, etc.).
- Masa rocosa original.

Los procesos edafogénicos

- Descomposición y alteración del material originario (**roca madre**), para formar otros minerales.
- Colonización (pionera) vegetal y de otros organismos (bacterias, hongos, animales) y transformación posterior de la materia orgánica procedente de los restos de esos organismos, incluidos los de los vegetales depositados en la superficie en humus.
- Formación y transporte de materia soluble y coloidal, con la formación de horizontes de lavado y acumulación.

Suelos y clima





Visión simplista que muestra la profundidad de la meteorización (= espesor del regolito) y suelos a través de una transversal longitudinal desde el Ecuador al Polo, en relación con los cinturones climáticos. Según Strakhov 1967.

Los componentes del suelo

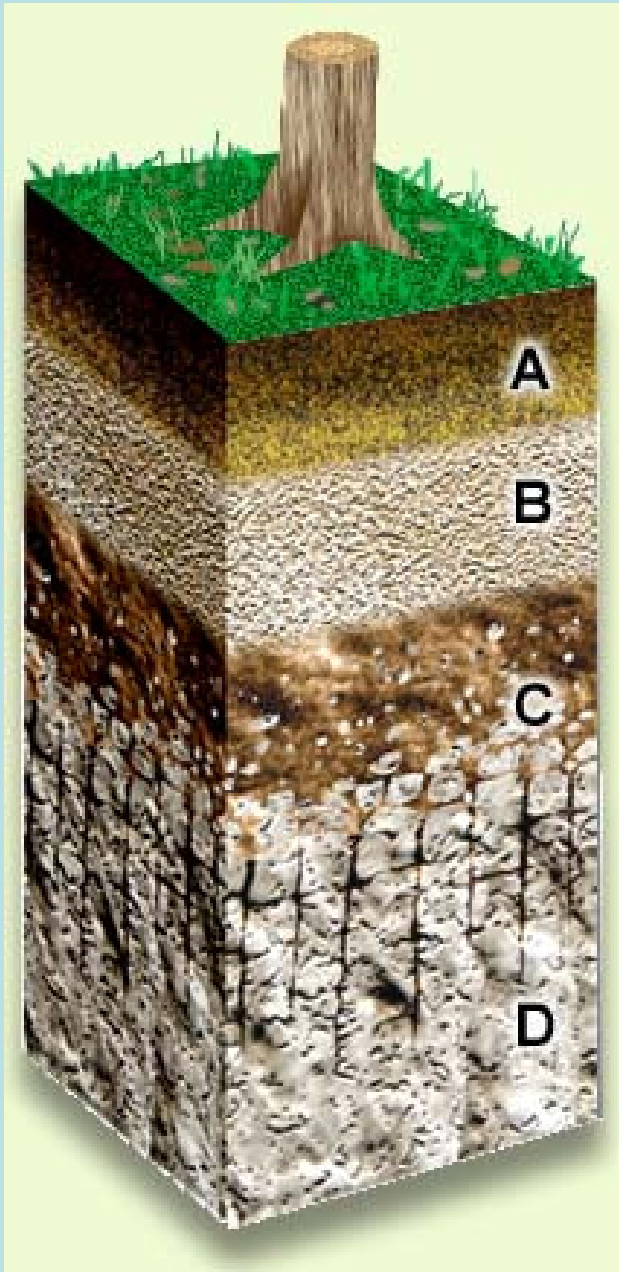
- **Materiales sólidos:** partículas minerales procedentes de la disgregación y/o de la alteración de las rocas preexistentes y por materia orgánica resultante de la descomposición de los seres vivos.
- **Espacios porosos.** Con dos componentes diferentes rellenando los intersticios de la fracción sólida:
 - Aire y
 - Disoluciones acuosas de diferentes sales.

Funciones del suelo

Las proporciones de aire y agua están sujetas a rápidas y grandes fluctuaciones. Además, la composición del subsuelo difiere de la capa superficial. El subsuelo tiene menor contenido en materia orgánica, el espacio poroso es algo menor y contiene un alto porcentaje de pequeños poros que se encuentra llenos más tiempo por agua que por aire. Ello permite al suelo cumplir las siguientes funciones:

- Provee anclaje y soporte físico;
- Es reserva de agua y de nutrientes;
- Es un medio dinámico que influye significativamente en el crecimiento de las plantas.

La estructura de los suelos: horizontes edáficos



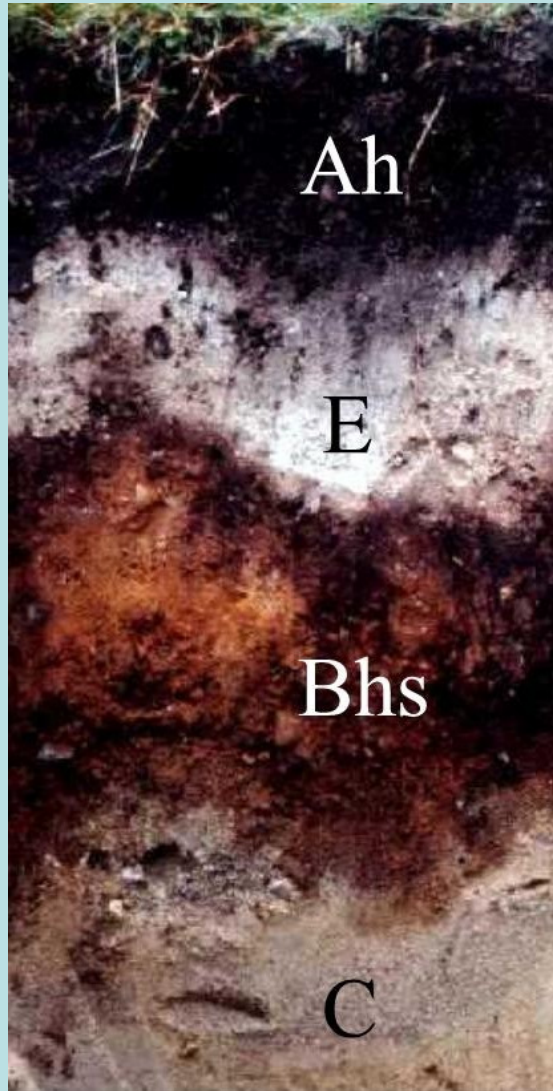
Horizontes del suelo	
A	A00 Hojas y residuos orgánicos sin descomponer
	A0 Residuos parcialmente descompuestos
	A1 Color oscuro por presencia de materia orgánica
	A2 Color claro por efecto del lavado
A3-B1 Transición a A-B	
B	B2 Precipitación de sustancias lavadas de A
	B3 Transición B-C
C	C Fragmentos y restos de meteorización de la roca madre
D	D Roca madre sin alterar

En resumen...

- El **horizonte A** es el que se encuentran los elementos orgánicos, finos o gruesos, y solubles, que han de ser lixiviados. Es el horizonte más rico en humus.
- El **horizonte B** es el que se encuentran los materiales procedentes del horizonte A. Aquí se acumulan los coloides provenientes de la lixiviación del horizonte A. Tiene una mayor fracción mineral.
- El **horizonte C** es la zona de contacto entre el suelo y la roca madre; es la región en la que la roca madre se disgrega.

Características físicas del suelo (1)

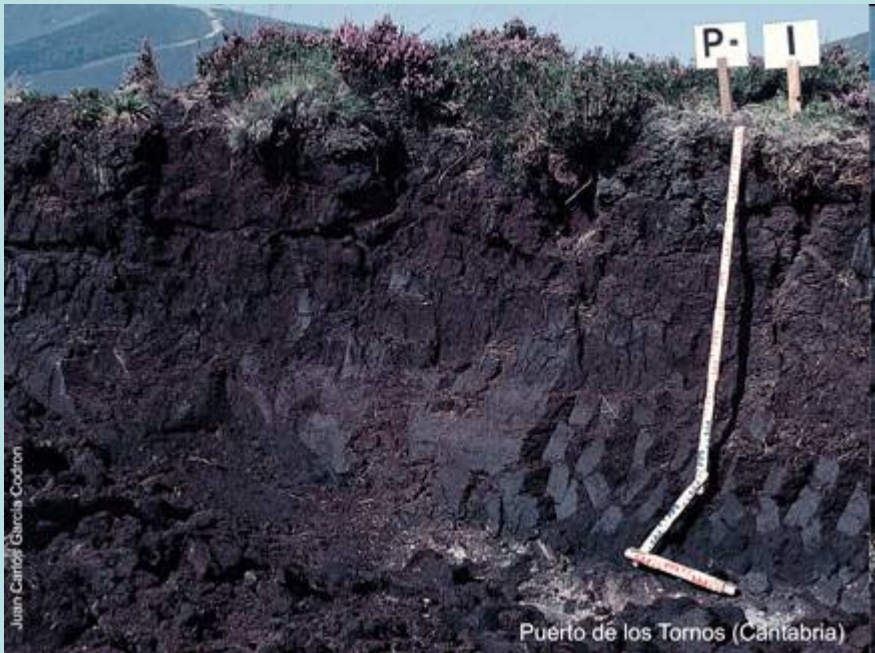
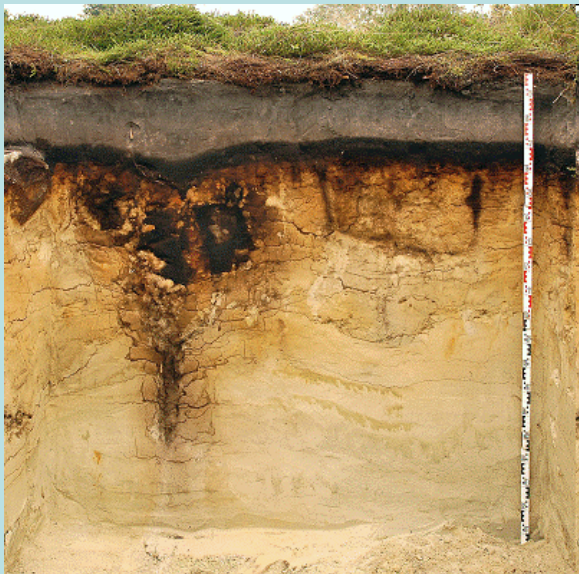
- Color.
- Profundidad (espesor).
- Porosidad y permeabilidad.
- Textura.
- Estructura.
- Pedregosidad y proporción de afloramientos rocosos.
- Comportamiento hídrico.



Permite deducir rasgos importantes en el suelo: un color oscuro o negro indica contenido alto en materia orgánica; blancuzco, presencia de carbonatos y/o yesos; grises/verdes/azulados hidromorfía permanente. El color se caracteriza por tres parámetros: **Matiz** (longitud de onda dominante en la radiación reflejada), **Brillo** (porción de luz reflejada y mide el grado de claridad o de oscuridad relativa del color comparado con el blanco absoluto), **Intensidad** (pureza relativa del color del matiz de que se trate).

Colores en un podzol férrico. De <http://www.madrimasd.org/>

El color de los suelos:

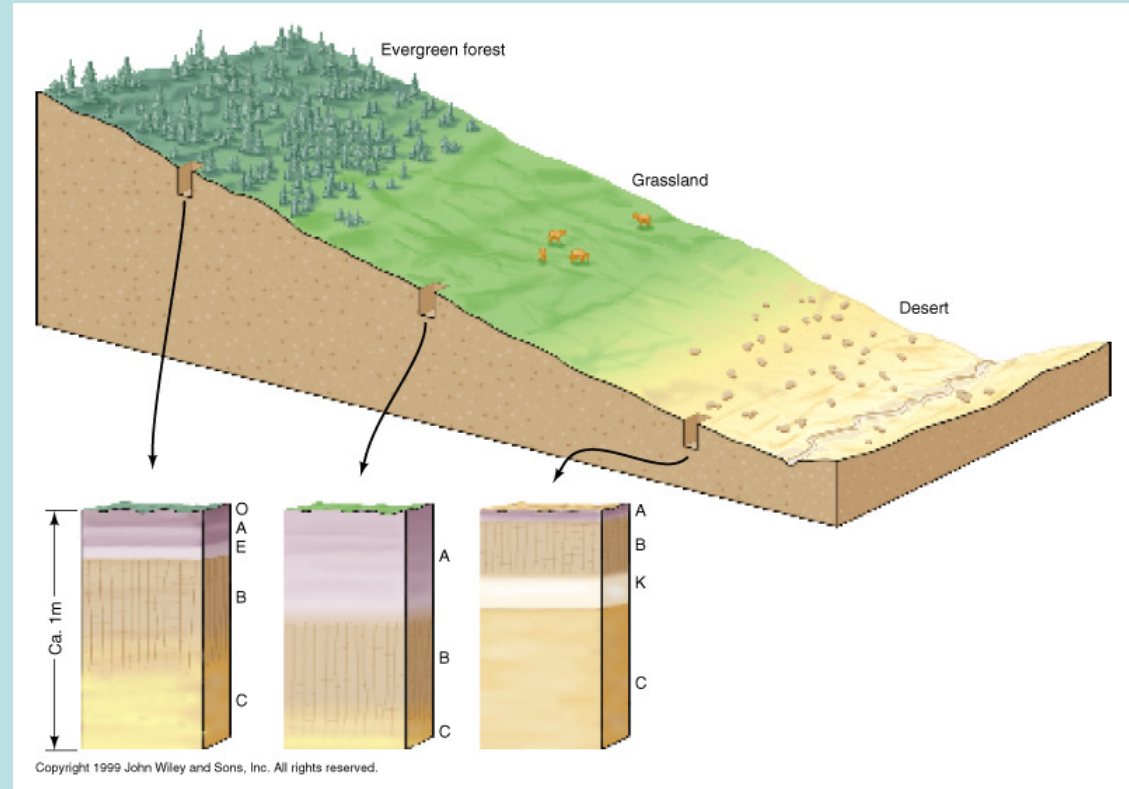


Juan Carlos García Cordero

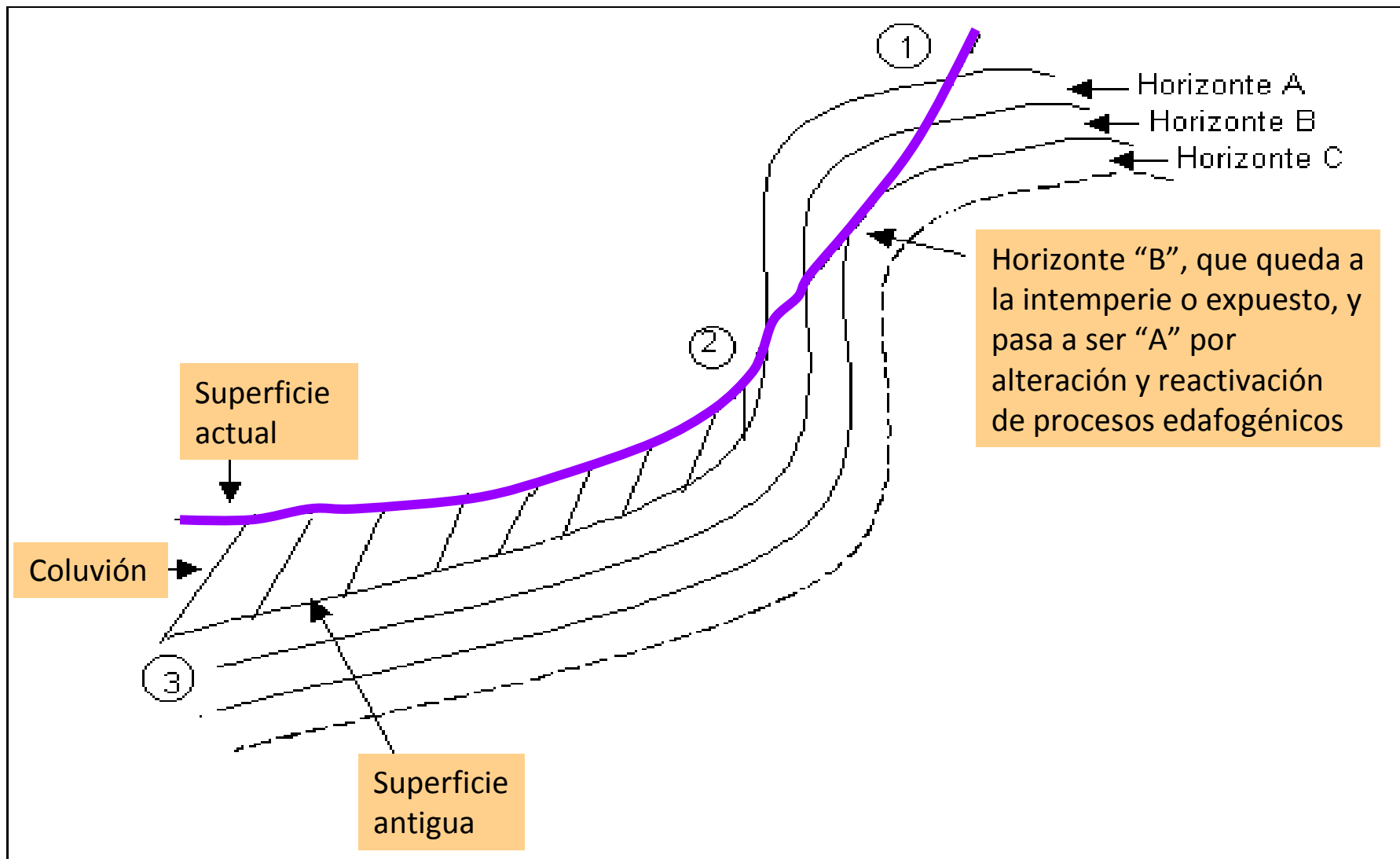
Puerto de los Tornos (Cantabria)

Características físicas del suelo (2)

- Color.
- Profundidad (espesor).
- Porosidad y permeabilidad.
- Textura.
- Estructura.
- Pedregosidad y proporción de afloramientos rocosos.
- Comportamiento hídrico.



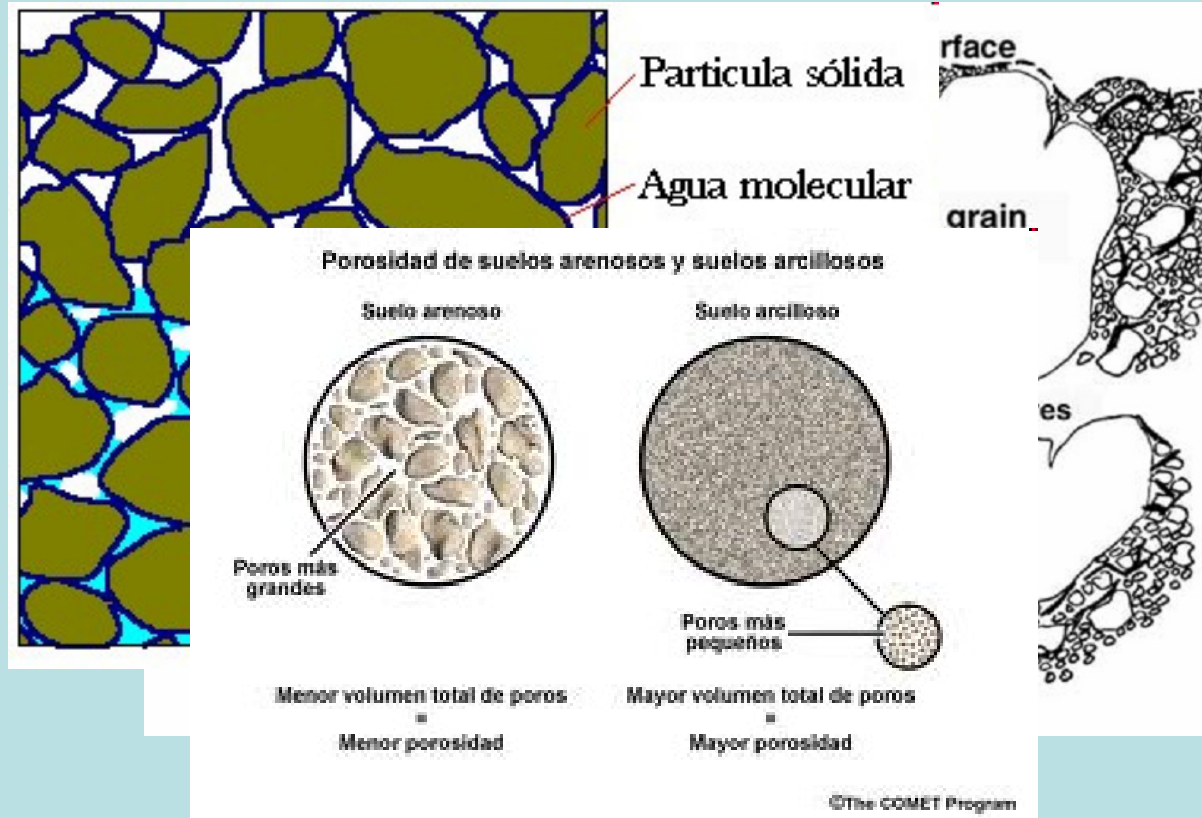
La profundidad o espesor de un suelo viene dada por la durabilidad de la edafogénesis, la naturaleza de la roca madre y del relieve, que permita o no la estabilización de los materiales alterados previamente, sobre los cuales se va a instalar en suelo.



Evolución de los suelos en función de la topografía. Las grandes pendientes aseguran la eliminación de los horizontes superiores, lo que determina en esas zonas (2) suelos inmaduros, al contrario de lo que ocurre en zonas de topografía plana (1). En zonas planas al pie de grandes relieves, los suelos pueden quedar enterrados por coluviones.

Características físicas del suelo (3)

- Profundidad (espesor).
- Porosidad y permeabilidad.
- Textura.
- Estructura.
- Pedregosidad y proporción de afloramientos rocosos.
- Comportamiento hídrico.



La cantidad de espacios entre las partículas sólidas se denomina porosidad del suelo. Ligada a la porosidad y al tamaño de las partículas, la permeabilidad, es una medida de la facilidad con que el agua se desplaza a través del suelo, es decir, de la facilidad con que circula por los poros.

Tipos de Porosidad según su Forma

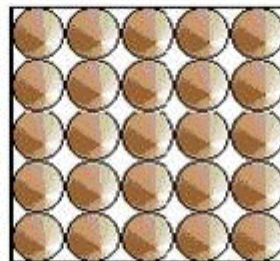
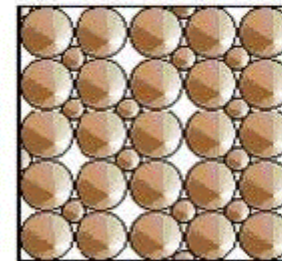
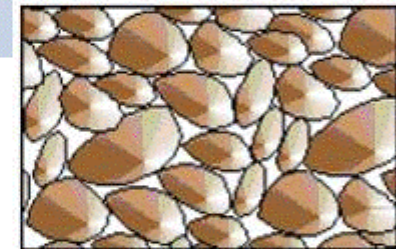
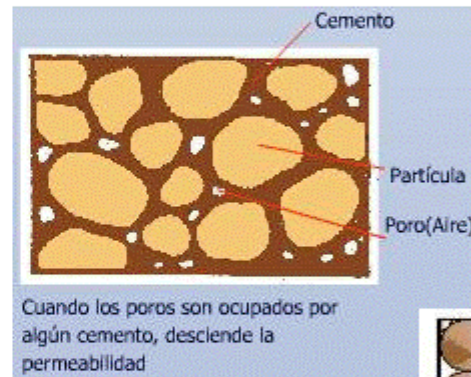
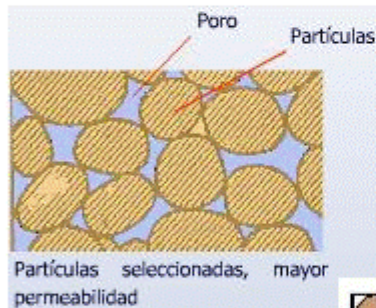
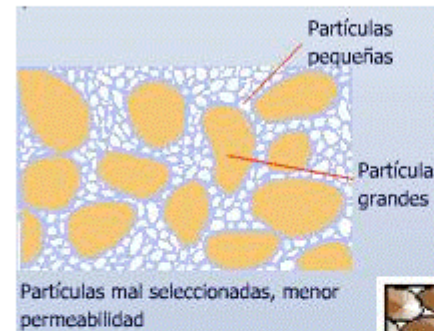
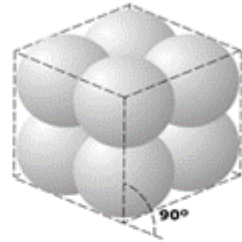
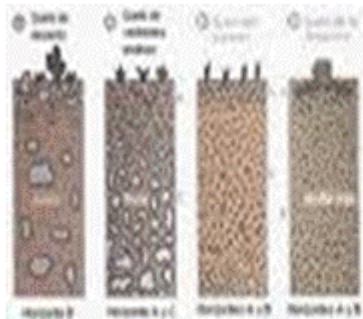
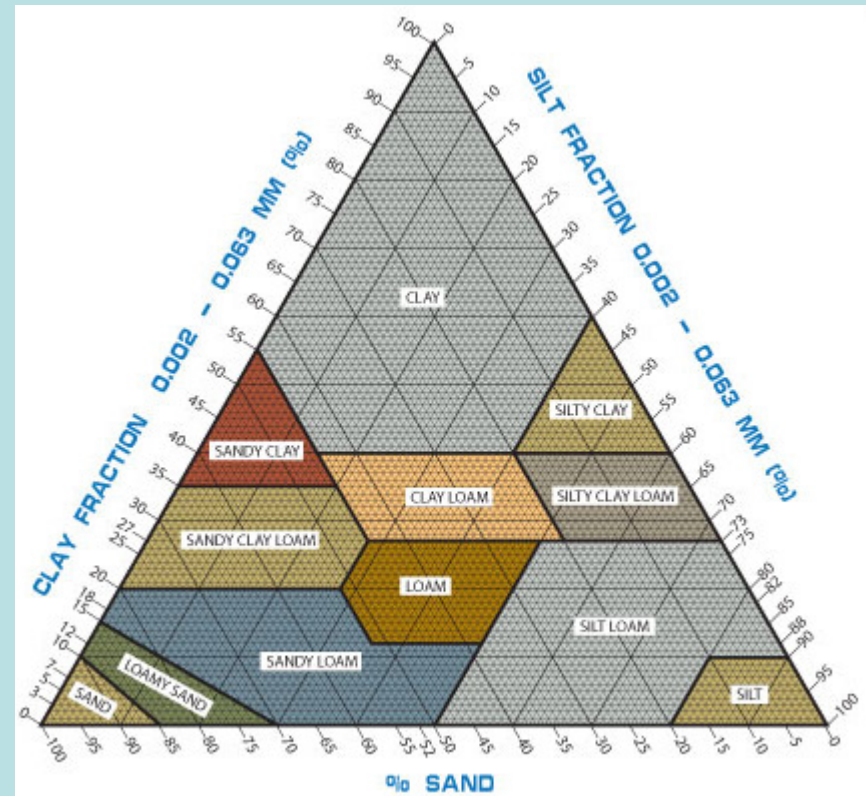


Imagen de: <http://dgg-interperfilpozo.blogspot.com/>

Características físicas del suelo (4)

- Color
- Profundidad (espesor).
- Porosidad y permeabilidad.
- Textura.
- Estructura.
- Pedregosidad y proporción de afloramientos rocosos.
- Comportamiento hídrico.



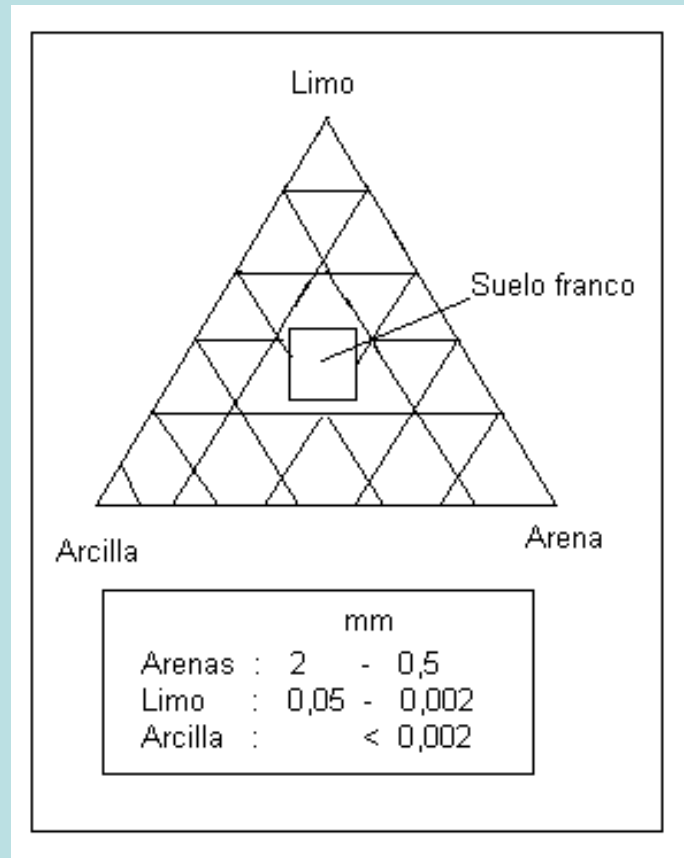
La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.

Textura:

Definimos textura del suelo como la ***relación existente entre los porcentajes de las diferentes fracciones (arena, limo y arcilla).***

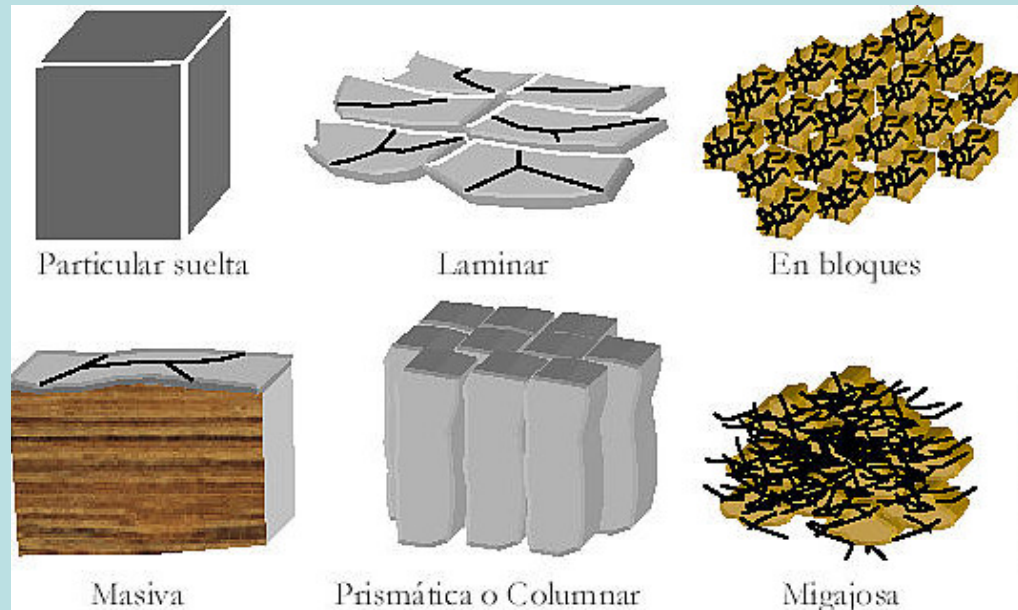
Esto es, la textura viene determinada por el análisis granulométrico del suelo, la cual influye en algunas cualidades del suelo: fertilidad, comportamiento mecánico, retención de agua, etc.

Las combinaciones posibles de estos porcentajes pueden agruparse en unas pocas clases de tamaño de partículas o clases texturales. Se utilizan numerosos tipos de diagramas (circulares, de barras), pero el más empleado es el **triángulo de texturas** o el **Diagrama textural** (ver también figura en la diapositiva anterior).



Características físicas del suelo (5)

- Color.
- Profundidad (espesor).
- Porosidad y permeabilidad.
- Textura.
- **Estructura.**
- Pedregosidad y proporción de afloramientos rocosos.
- Comportamiento hídrico.



Es lo que define la arquitectura del suelo y viene dado por el estado de asociación en que se encuentran las partículas que lo forman, tanto las minerales como las orgánicas. Puede ser *agregada* (partículas aglutinadas) o *particular* (partículas dispersadas o independientes entre sí). Junto con la textura determinan cualidades del suelo (porosidad, permeabilidad, retención de agua, etc).

Elementos estructurales del suelo (1):

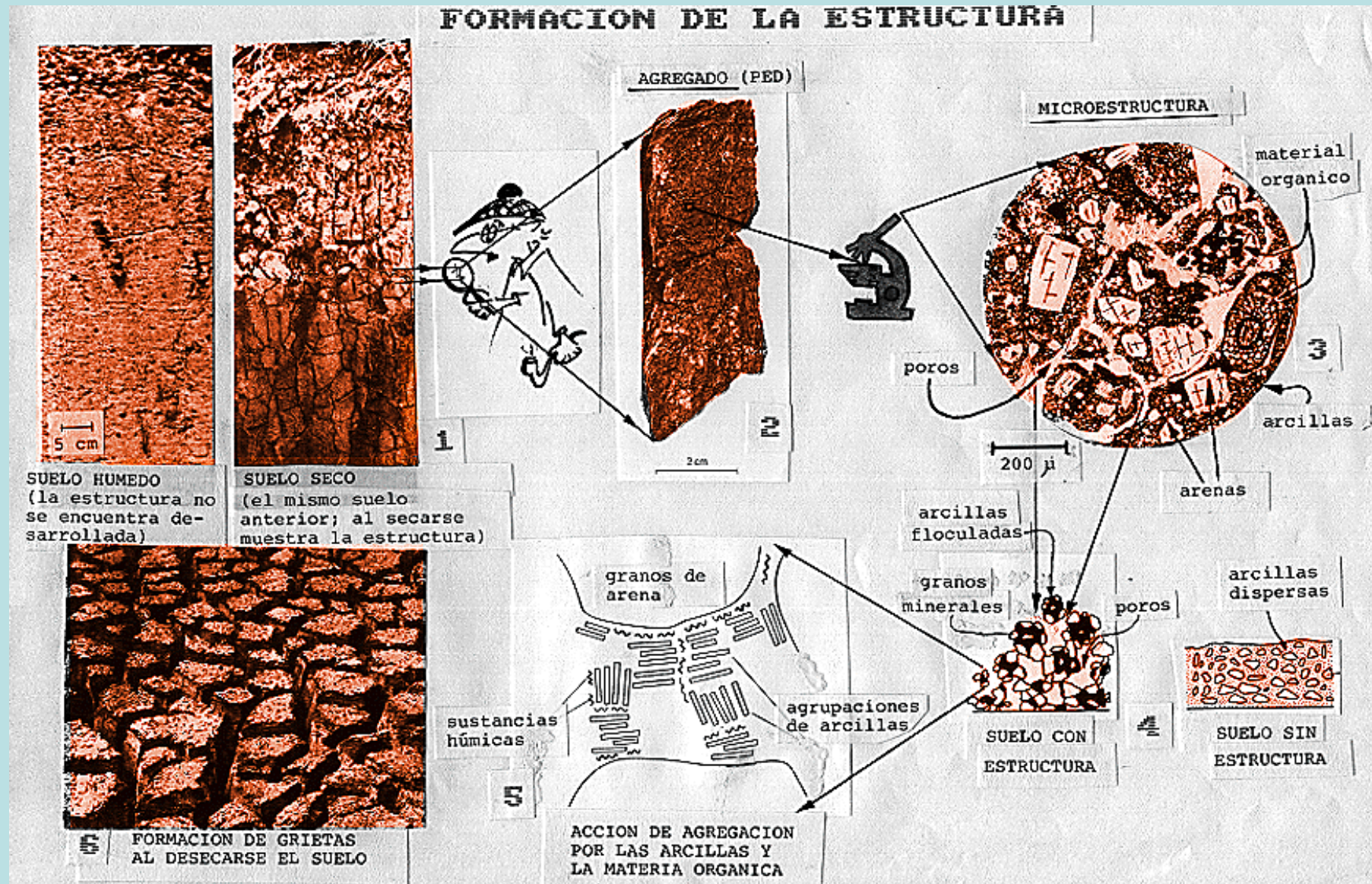


Imagen de: <http://edafologia.ugr.es/introeda/tema04/estr.htm>

Elementos estructurales del suelo (2): los agregados.

Entre los factores que influyen o determinan la morfología de la estructura están: a) la cantidad de material o matriz que une las partículas del suelo (carbonatos, arcilla, materia orgánica); b) la textura; c) la actividad biológica del suelo (lombrices) y d) la influencia humana (en el horizonte cultivado se forma una estructura con una morfología totalmente distinta a la natural que poseía el suelo).

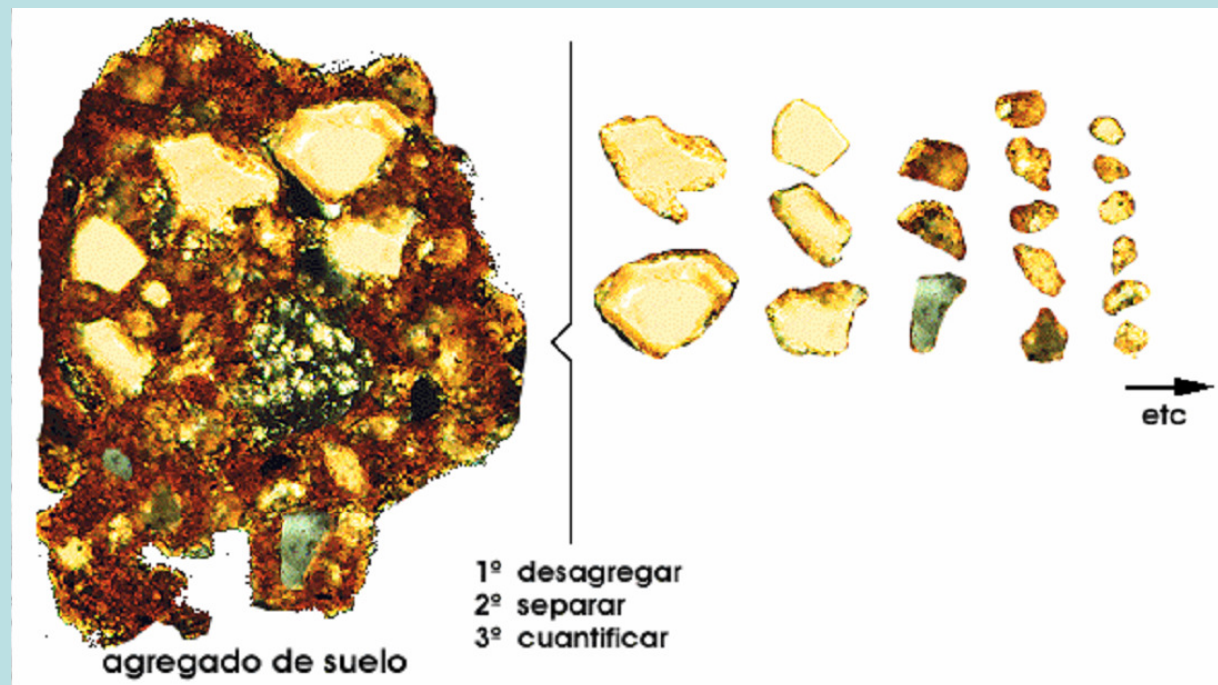


Imagen superior de:

<http://edafologia.ugr.es/introeda/tema01/>

Imagen inferior de:

<http://www.slideshare.net/edafologia10/>

Características físicas del suelo (6)

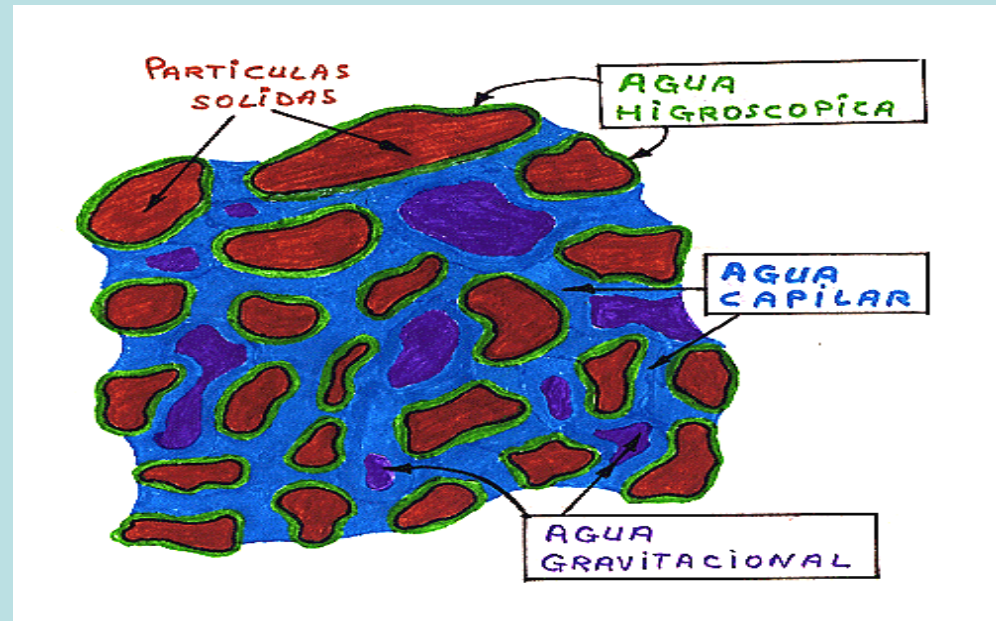
- Color.
- Profundidad (espesor).
- Porosidad y permeabilidad.
- Textura.
- Estructura.
- Pedregosidad y proporción de afloramientos rocosos.
- Comportamiento hídrico.



Se refiere a la presencia de elementos gruesos, superiores a 25 cm de diámetro, o a la presencia en superficie de roca compacta. Ambos son factores limitantes para determinados usos, pero pueden ser favorables para otros que no requieran suelos de gran potencia, or ejemplo para la cimentación de construcciones.

Características físicas del suelo (7)

- Color.
- Profundidad (espesor).
- Porosidad y permeabilidad.
- Textura.
- Estructura.
- Pedregosidad y proporción de afloramientos rocosos.
- Comportamiento hídrico.



La presencia del agua en los suelos es decisiva para determinar múltiples utilidades (cultivos, aguas subterráneas, etc.). Según la textura y la estructura de un suelo, el agua que llega a éste puede permanecer como **agua higroscópica** –no rellena huecos, sino que queda pegada a las partículas-, **capilar** –circula por contacto con las partículas sólo en el interior del suelo- o **gravitacional**, que circula a diferente velocidad, según el tamaño de las partículas.

Capacidad de retención del agua

Varía en función de la textura y del contenido en materia orgánica, siendo mínima en suelos arenosos y máximo en suelos arcillosos.

Para determinarla es conveniente apelar al concepto de **estado energético**, tan importante o más que la cantidad de agua del suelo, pues predice el comportamiento, ya que el movimiento del agua está regulado por su energía.

El agua en el suelo tiene varias energías y su medida se expresa en unidades de potencial (*energía por unidad de masa*). Los tipos de energía más importantes son: energía potencial (E_p , es la que tiene un cuerpo por su posición en un campo de fuerza), energía gravitacional (E_g , es la que tiene un cuerpo en función de su posición en el campo gravitacional), energía cinética (E_c , debida al movimiento), energía calorífica, energía química, energía atómica, energía eléctrica,... La **energía libre** será la suma de todas estas energías.

$$E. \text{ libre} = E_p + E_g + E_c + E_{\text{cal}} + E_q + E_a + E_e + \dots$$

Como resultado de esa energía, un cuerpo se puede desplazar o quedar en reposo. El grado de energía de una sustancia representa una medida de la tendencia al cambio de ese cuerpo. Las sustancias sufren cambios para liberar y disminuir su energía.

Al conjunto de fuerzas que retienen el agua del suelo se llama **potencial de succión**. Tiene un sentido negativo y es el responsable de las fuerzas de retención del agua dentro del suelo; es igual al potencial matricial (relacionado con la absorción del agua por capilaridad) más el osmótico (relacionado, a su vez, con los solutos disueltos).

Frente a él está el potencial gravitacional que tiene un signo positivo y tiende a desplazar el agua a capas cada vez más profundas.

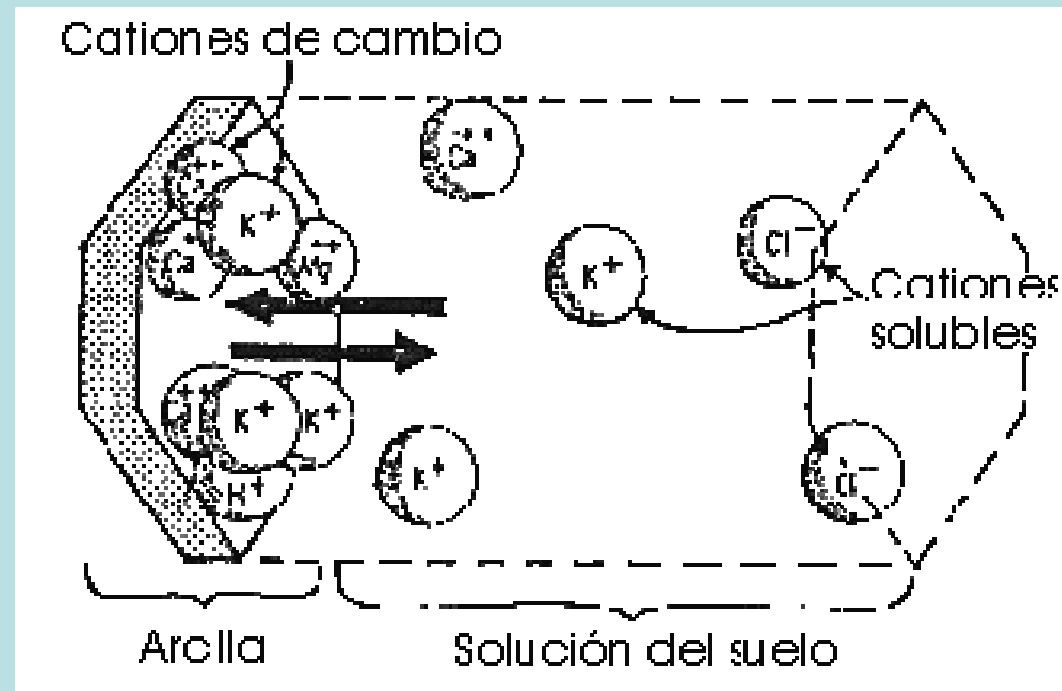
Cuando el potencial de succión es mayor que el potencial gravitacional, el agua queda retenida en los poros, y cuando el potencial de succión es menor que el gravitacional, el agua se desplaza hacia abajo.

El potencial matricial se debe a dos fuerzas, **adsorción** y **capilaridad**. La atracción por **adsorción** se origina como consecuencia de la existencia de superficies de sólidos descompensadas eléctricamente. Las moléculas del agua actúan como dipolos y son atraídas, por fuerzas electrostáticas, sobre la superficie de las partículas de los constituyentes del suelo.

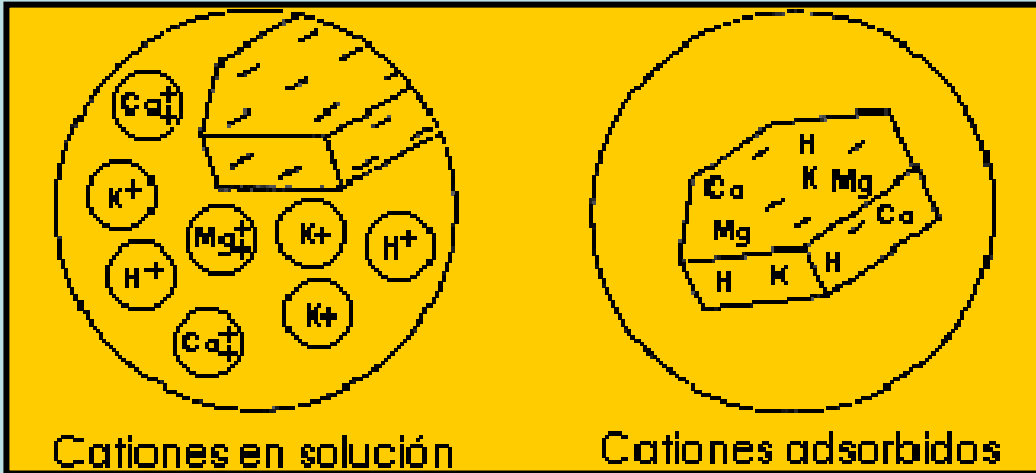
Por otra parte en los microporos del suelo queda retenida el agua por fuerzas capilares.

Se define como el conjunto de procesos reversibles por los cuales las partículas sólidas del suelo adsorben iones de la fase líquida liberando al mismo tiempo otros iones en cantidades equivalentes, estableciéndose el equilibrio entre ambos.

Cambio iónico

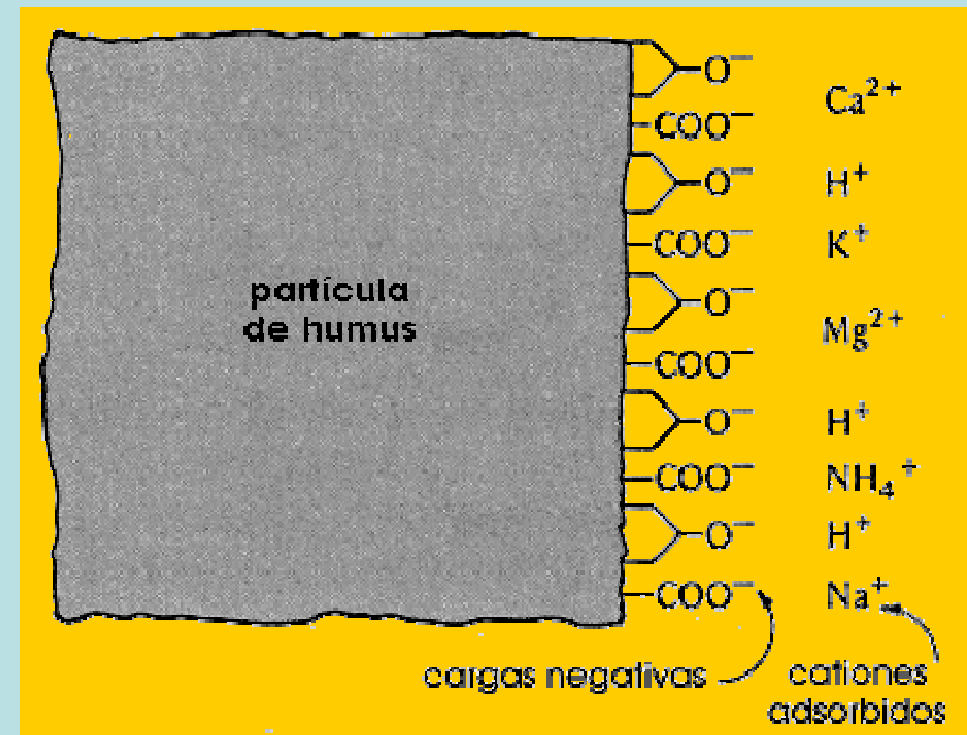


Es un proceso dinámico que se desarrolla en la superficie de las partículas. Como los iones adsorbidos quedan en posición asimilable constituyen la reserva de nutrientes para las plantas.



La adsorción de iones de la fase líquida por parte de las partículas sólidas del suelo implica un cambio iónico liberando al mismo tiempo otros iones en cantidades equivalentes, estableciéndose el equilibrio entre ambos.

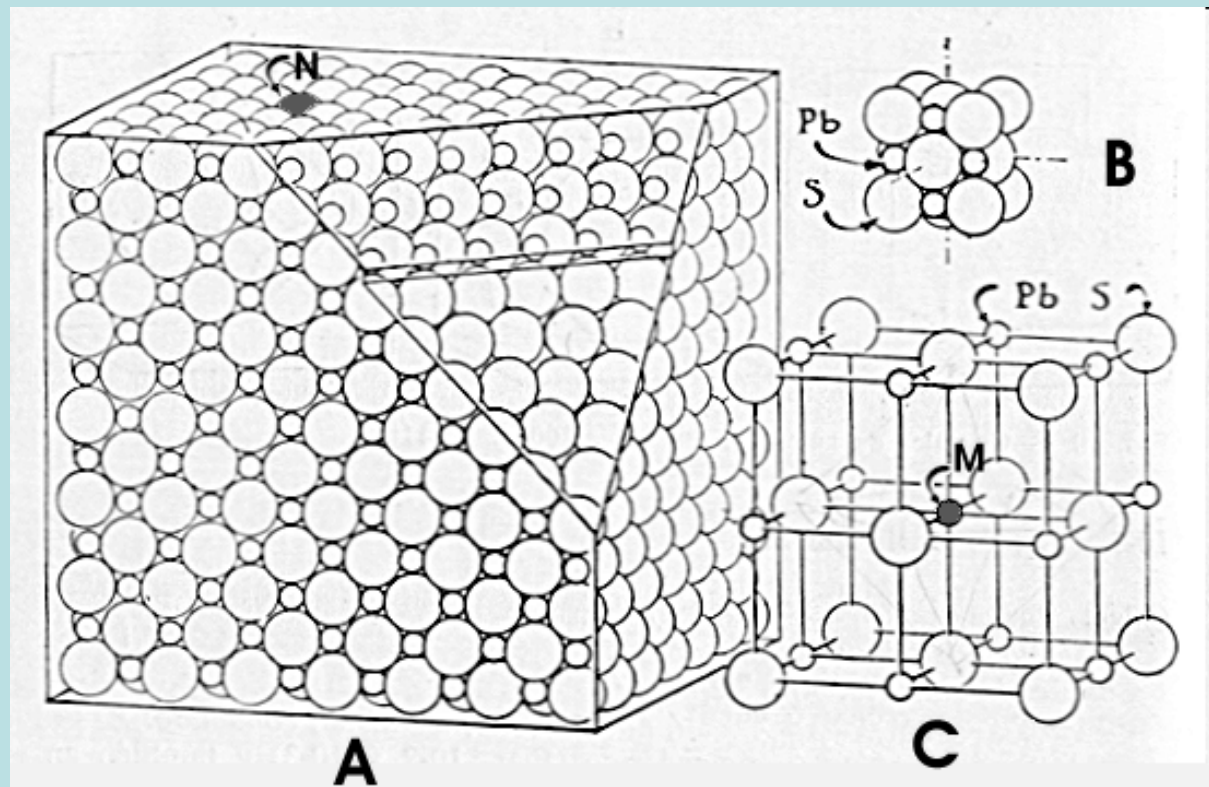
Las causas que originan el intercambio iónico son los desequilibrios eléctricos de las partículas del suelo. Para neutralizar las cargas se adsorben iones, que se pegan a la superficie de las partículas. Quedan débilmente retenidos sobre las partículas del suelo y se pueden intercambiar con la solución del suelo.



Teorías que tratan de explicar este proceso. Todas ellas compatibles:

1. **Red cristalina.**

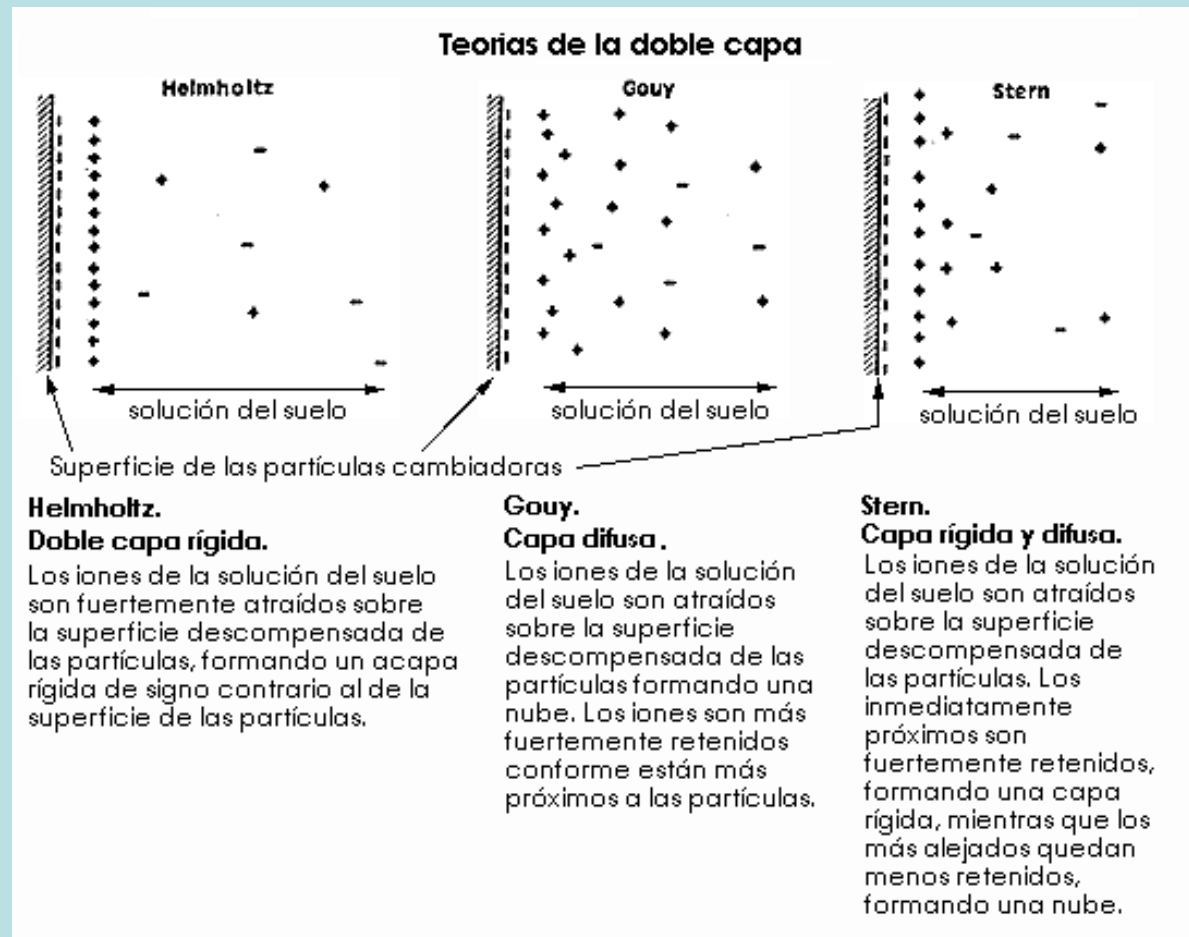
Considera las partículas de los minerales como sólidos iónicos. Los iones de los bordes están débilmente retenidos por lo que pueden abandonar la estructura y pueden cambiarse con los de la solución del suelo.



La estructura de un mineral (A) está constituida por un empaquetamiento de átomos, iones o moléculas, con un determinado modelo de repetición (B y C). Cualquier ión del interior de la estructura (ión M de la figura C) está completamente rodeado de iones de signo contrario con una determinada coordinación, de manera que su carga está compensada y el material es eléctricamente neutro.

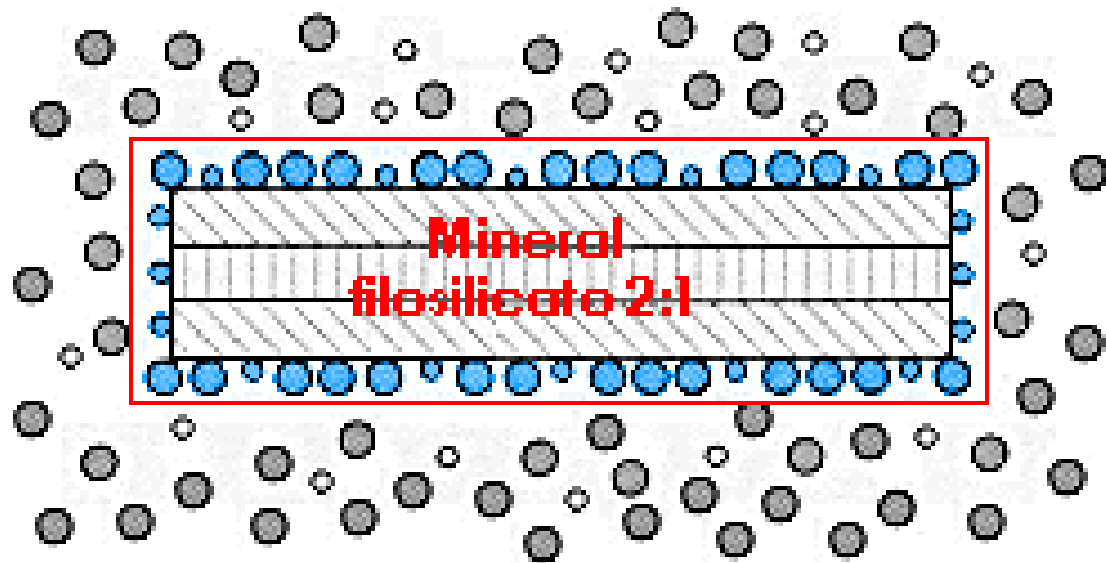
Ahora bien, los iones situados en la superficie se encuentran desequilibrados eléctricamente al no estar rodeados por todos sus lados por otros iones (el ión N de la figura A se encuentra coordinado a iones por la parte inferior, pero carece de coordinación por su parte superior). Estos iones de la superficie se encuentran más débilmente retenidos y pueden intercambiarse con los de la solución del suelo.

2. Doble capa eléctrica. Considera el contacto entre el sólido y la fase líquida como un condensador plano. Entre el metal (el sólido) y el electrólito (la disolución) existe una diferencia de potencial que atrae a los iones de la solución del suelo. Se forma una doble capa eléctrica formada por los iones del sólido y los atraídos en la solución.



3. Membrana semipermeable.

La interfase sólido-líquido actúa como una membrana semipermeable que deja pasar los iones de la solución y a los de la superficie de las partículas pero no a los del interior de los materiales.



- iones adsorbidos
- iones en solución
- membrana semipermeable

La interfase sólido / líquido actúa como una membrana semipermeable que deja pasar a los iones de la solución y a los adsorbidos en la superficie de las partículas sólidas, pero no a los situados en el interior del material.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

1. **Petrográficos:** Tienen en cuenta el predominio de uno de los integrantes de la fracción mineral del suelo, de donde resultan suelos silíceos, arcillosos, calizos, salinos, etc.
2. **Genéticos:** Tienen en cuenta el proceso que dio origen a los suelos. Este criterio permite distinguir:
 - A) **Suelos Autóctonos:** resultan del proceso de desintegración de las rocas de un lugar, sin que los materiales desintegrados sean transportados a otros, por los que estos se quedan cubriendo la roca madre.
 - B) **Suelos Alóctonos:** se forman por los componentes que han llegado de fuentes de suministro alejadas del lugar de depósito.
3. **Climáticos:** Están relacionada con las condiciones climáticas.

Clasificación de los suelos (1)

Las clasificaciones que se han propuesto para los suelos son numerosas (ver criterios). Basados en ellos, se citan las siguientes clasificaciones:

- **Suelos Zonales.** Reflejan la influencia del clima y la vegetación como los controles más importantes.
- **Suelos Azonales.** No tienen límites claramente definidos y no están mayormente influenciados por el clima.
- **Suelos Intrazonales.** Reflejan la influencia dominante de un factor local sobre el efecto normal del clima y la vegetación. Es el caso de los suelos hidromorfos (pantanos) o calcimorfos formados por calcificación.

Clasificación de los suelos (2)

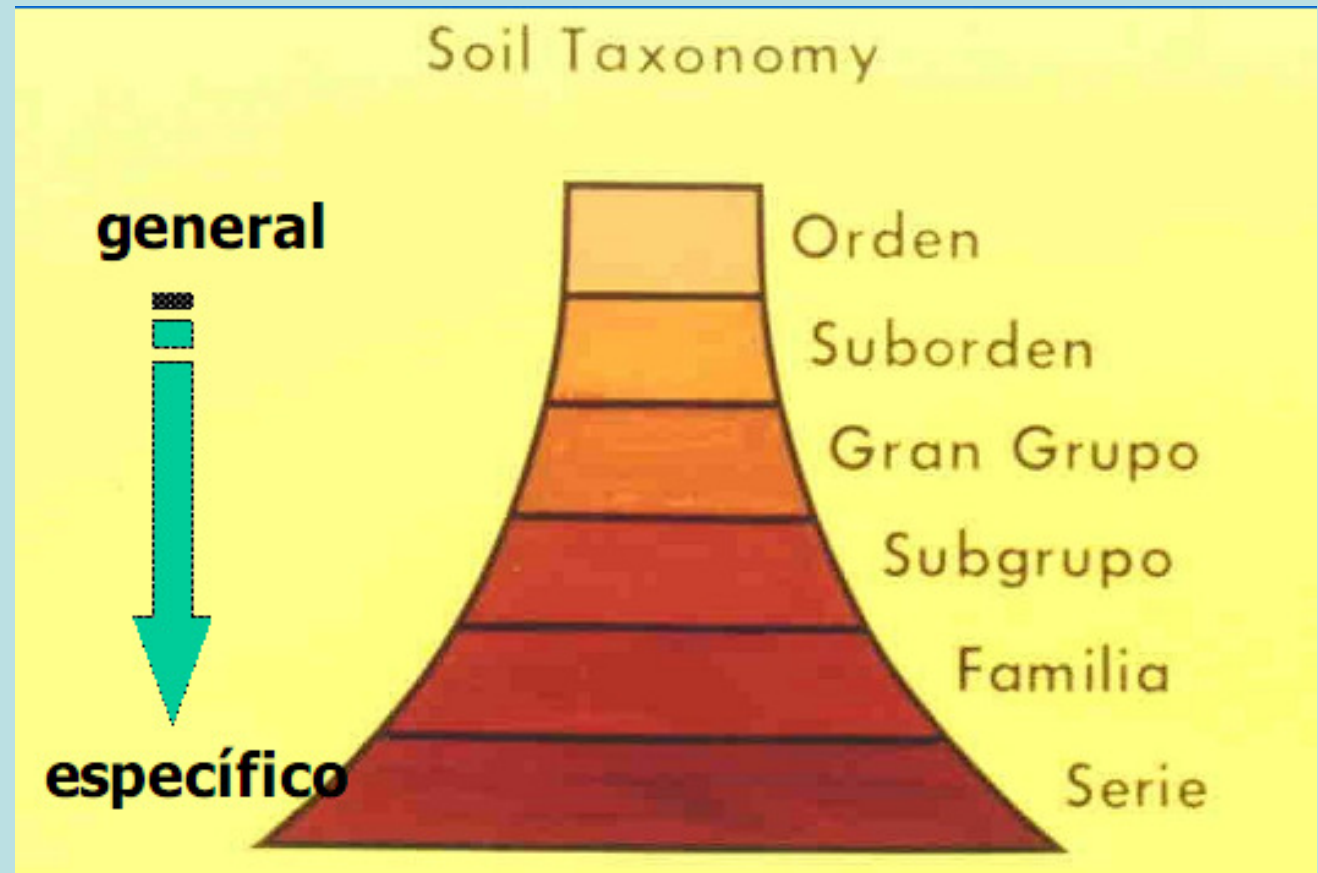
Una clasificación más moderna que aborda el modo de formación del suelo incluye nuevos parámetros que llevaron en 1960 a la presentación del **Sistema de Clasificación Comprensivo de Suelos (CSCS)** en el VII Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo. El sistema se basa en características de los suelos (morfología, composición, etc.) y trata de realizar una definición cuantitativa de esas características y usar los rasgos observables realmente.

El CSCS se basa en una **jerarquía de seis niveles**: Órdenes (10), Subórdenes (47), Grandes Grupos (185), Subgrupos (más de 1000), Familias (más de 5000) y Series (más de 10000). La división distinguible más pequeña de un suelo en un área geográfica dada es el **polipedión**, y cada polipedión se encuentra dentro de uno de los 10 órdenes de suelos solamente.

Para definir cada orden de forma unívoca se utilizan varios criterios: composición (porcentajes de arcilla, materia orgánica,...), presencia o ausencia de ciertos horizontes-guía, grado de desarrollo de los horizontes, grado de meteorización de los minerales del suelo, etc.

Taxonomía de suelos

Con la aparición de la obra **Taxonomía de Suelos** (1975), publicada por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, se modificó la clasificación anterior alcanzándose un sistema universal de clasificación de suelos. Se ideó una nueva nomenclatura usando principalmente términos de fuentes clásicas de latín y griego. Las categorías siguen siendo las mismas, si bien siguen estando sujetas a cambios.



HORIZONTES SUPERFICIALES:

EPIPEDONES

Horizonte Hístico

Horizonte Úmbrico

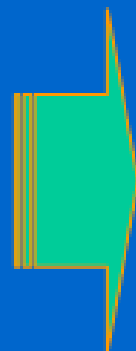
Horizonte Melánico

Horizonte Mólico

Horizonte Ócrico

Horizonte Plágeno

Horizonte Antrópico



Actividad humana

Epipedón Melánico

Alto contenido de MO
Prop. Ándicas
Característico de
Andisols



Epipedón Úmbrico

Colores oscuros
Alto contenido de MO
Baja saturación de bases



HORIZONTES SUB-SUPERFICIALES

Horizonte Ágrico

Horizonte Glósico

Horizonte Álbico

Horizonte Kándico

Horizonte Argílico

Horizonte Nátrico

Horizonte Cálcico

Horizonte Óxico

Horizonte Cámbico

Horizonte Plácico

Horizonte Espódico

Horizonte Sálico

Horizonte Gípsico

Horizonte Sómbrico

Epipedón Úmbrico

Baja Sat. bases

Horizonte Cámbico

Buen desarrollo de:
Color o,
Estructura o
Textura



Epipedón Ócrico

Colores claros- Baja MO
Baja Sat. bases

Horizonte Álbico

Excesiva eluviación
Bajo contenido de MO
Bajo contenido de arcillas

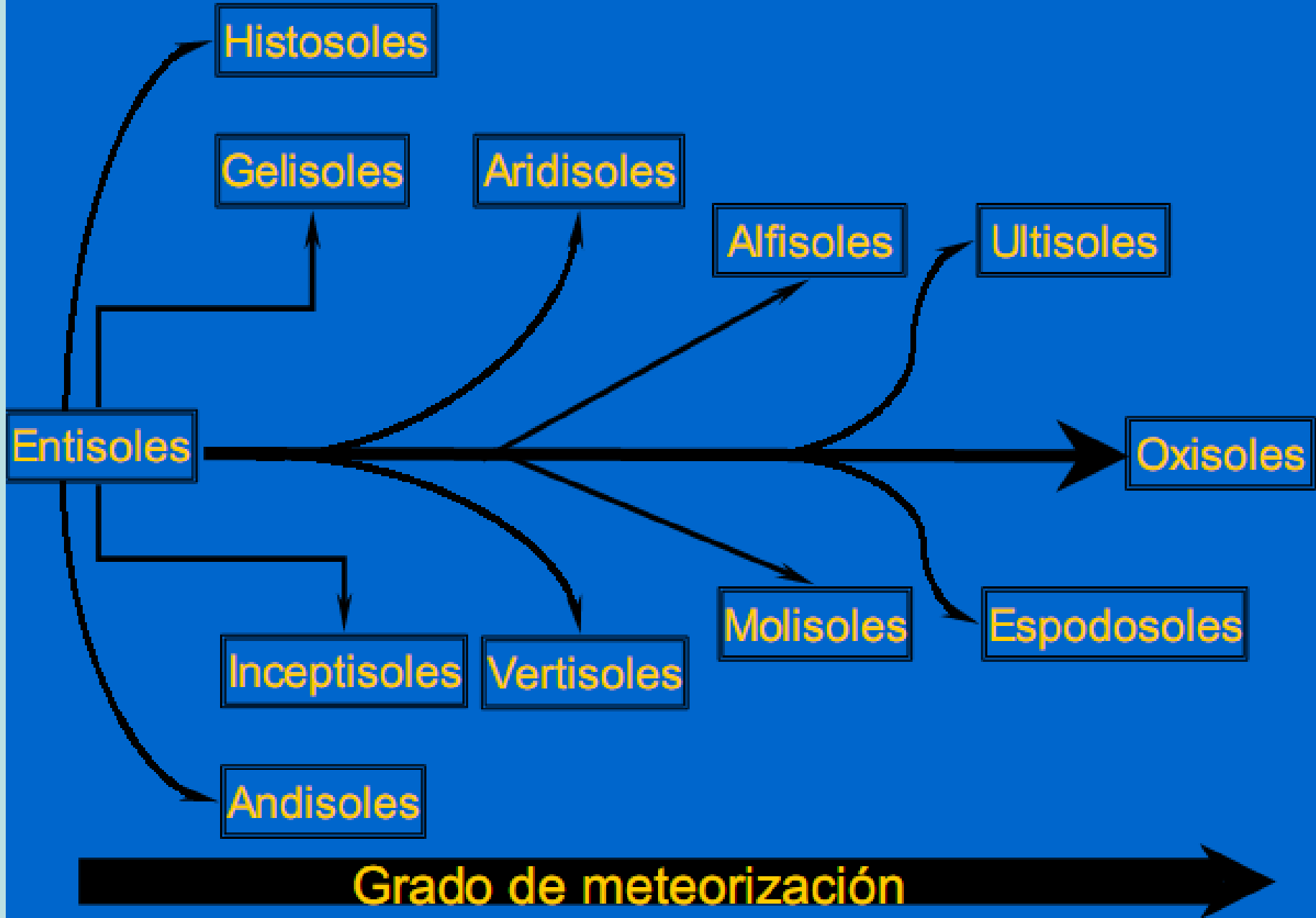
Horizonte Argílico

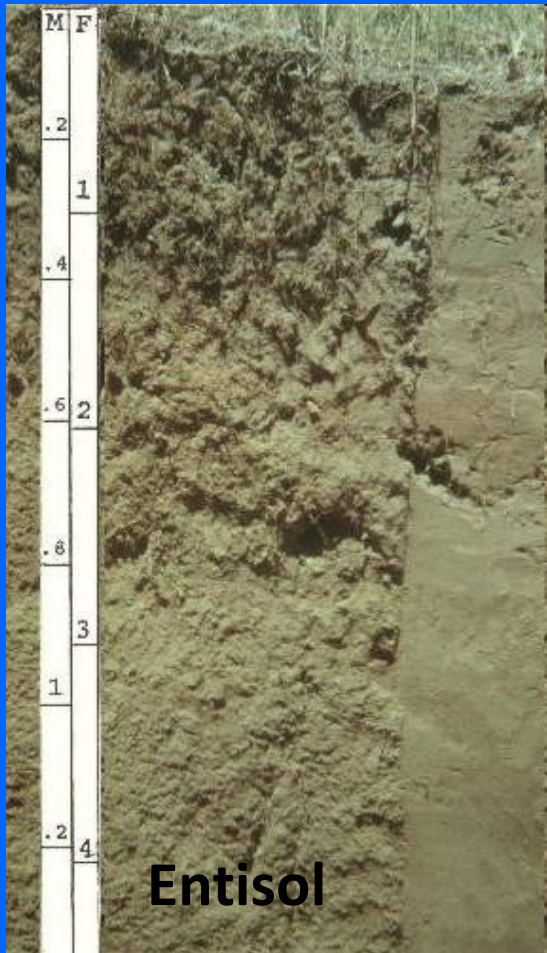
Hor. de iluviación
Alto contenido de arcillas
Cutanes



Clasificación del USDA (United States Department of Agriculture)

ENTISOL	Casi nula diferenciación de horizontes; distinciones no climáticas: aluviones, suelos helados, desierto de arena...
VERTISOL	Suelos ricos en arcilla; generalmente en zonas subhúmedas a áridas, con hidratación y expansión en húmedo y agrietados cuando secos.
INCEPTISOL	Suelos con débil desarrollo de horizontes; suelos de tundra, suelos volcánicos recientes, zonas recientemente deglaciadas...
ARIDISOL	Suelos secos (climas áridos); sales, yeso o acumulaciones de carbonatos frecuentes.
MOLLISOL	Suelos de zonas de pradera en climas templados; horizonte superficial blando; rico en materia orgánica, espeso y oscuro.
ALFISOL	Suelos con horizonte B arcilloso enriquecido por iluviación; suelos jóvenes, comúnmente bajo bosques de hoja caediza.
SPODOSOL	Suelos forestales húmedos; frecuentemente bajo coníferas. con un horizonte B enriquecido en hierro y/o en materia orgánica y comúnmente un horizonte A gris-ceniza, lixiviado.
ULTISOL	Suelos de zonas húmedas templadas a tropicales sobre antiguas superficies intensamente meteorizadas; suelos enriquecidos en arcilla.
OXISOL	Suelos tropicales y subtropicales, intensamente meteorizados formándose recientemente horizontes lateríticos y suelos bauxíticos.
HISTOSOL	Suelos orgánicos. depósitos orgánicos: turba, lignito.... sin distinciones climáticas.





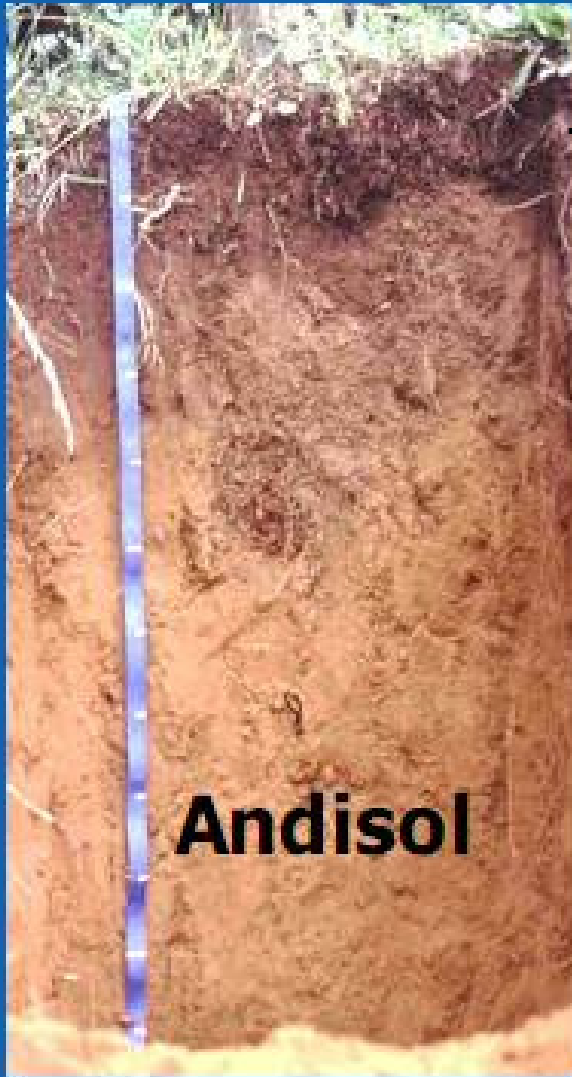
Son suelos de clima muy frío que se definen como el permafrost en los dos metros superficiales del suelo

No muestran ningún desarrollo definido de perfiles. No tienen "horizontes diagnósticos", y la mayoría son básicamente su material parental regolítico inalterado.

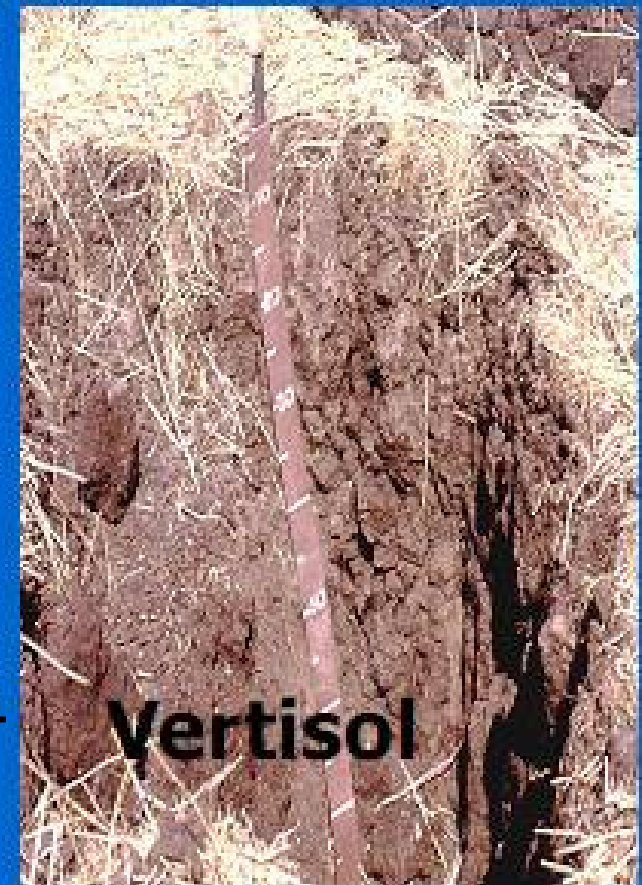
Suelo compuesto principalmente de materiales orgánicos



Suelos formados sobre cenizas volcánicas, altas proporciones de vidrio y materiales amorfos coloidales.



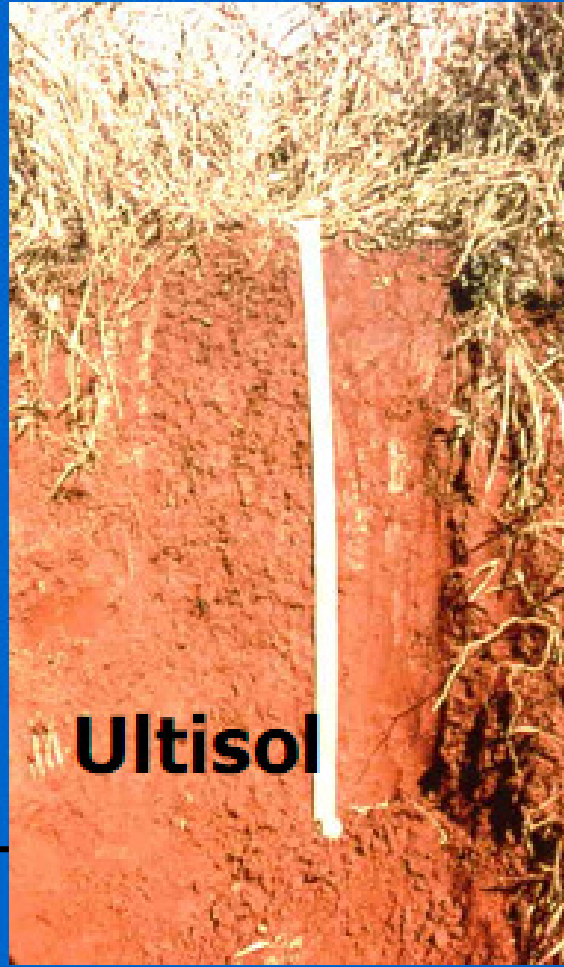
Se forman por alteración rápida del material parental. Son más antiguos que los entisoles. No tienen arcillas, Fe, Al o materia orgánica.



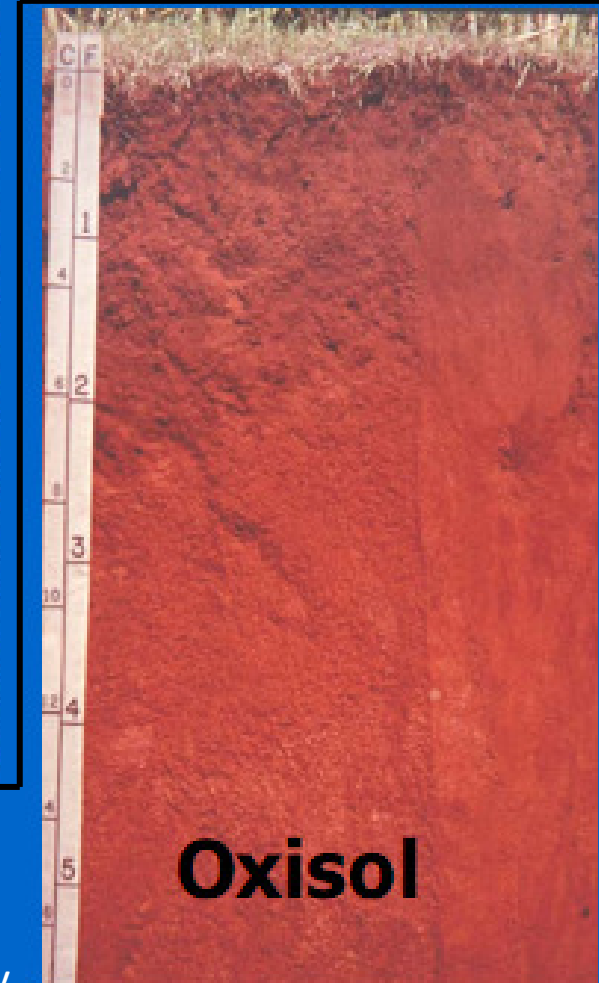
Suelo con alto contenido de arcilla expansiva (montmorillonita) que forma profundas grietas en las temporadas más secas.



También llamados podsoles, son suelos grises de bosques de coníferas



Carecen de material calcáreo en su interior. Son de regiones húmedas.



Contienen en todas las profundidades no más del 10 por ciento de minerales resistentes a la meteorización, y de baja capacidad de intercambio catiónico. Siempre tienen un color rojo o amarillo, debido a la alta concentración de hierro (III) y óxidos e hidróxidos de aluminio.

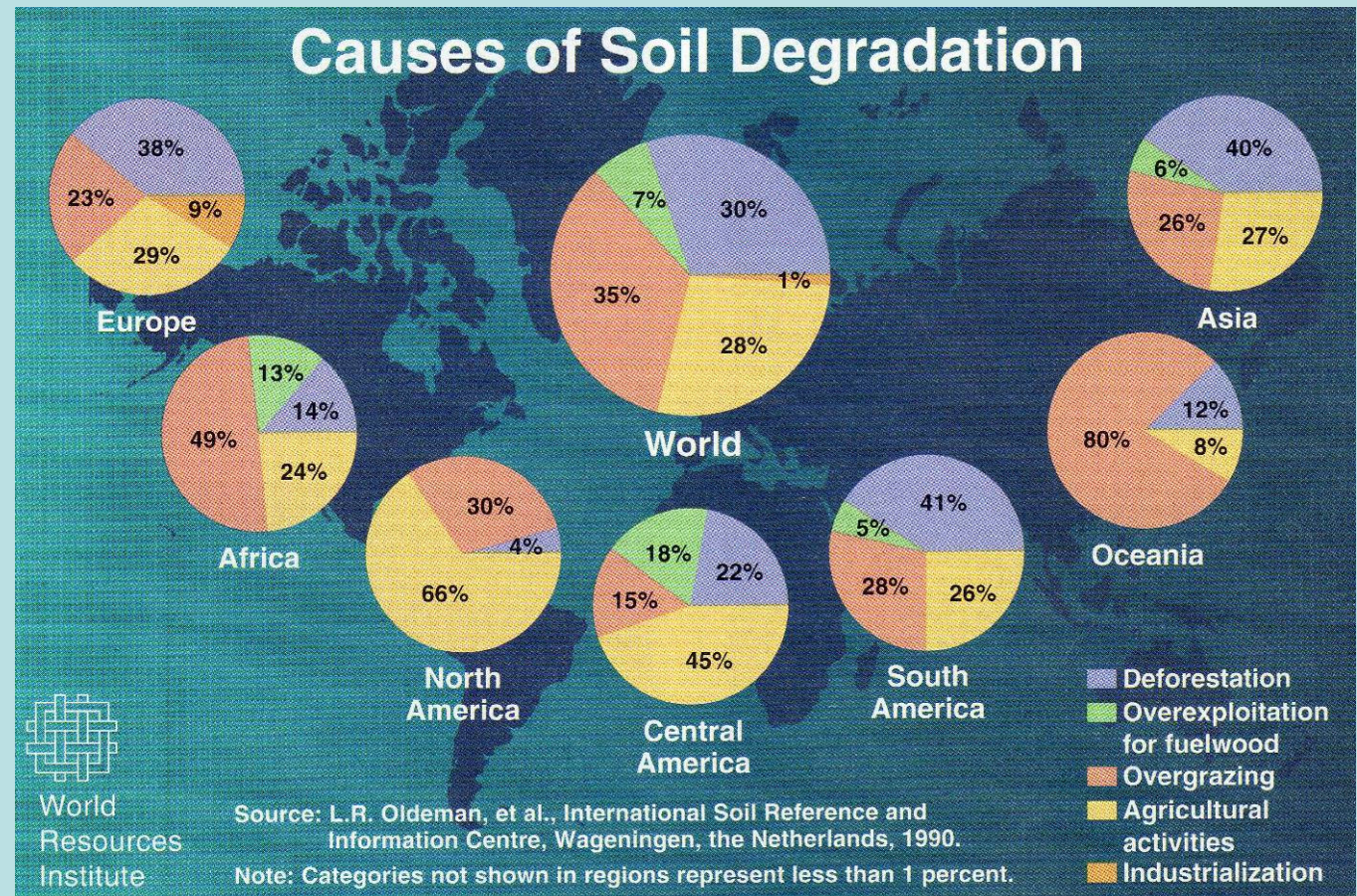
Ejemplo de los tipos de suelos en una región determinada. El caso de la zona del río Cañete (región de Lima, Perú), en la costa central del Perú.

Soil Taxonomy (1994)				FAO (1994)	Suelos
Orden	Sub Orden	Gran Grupo	Sub Grupo	Gran Grupo	
ENTISOLS	Fluents	Torrifluents	Typic Torrifluents	Fluvisols	Cañete, Río Seco
			Acuic Torrifluents		Santa Rosa
			Ustic Torrifluents		Montalván, San Pedro
	Orthents	Torriorthents	Typic Torriorthents	Regosol	Bolívar, Imperial
			Litic Torriorthents		Auquis, Contapiedras,
	Psamments	Torripsamments	Typic Torripsamments		Casa Blanca, Puquio, Arenal
ARIDISOLS	Orthids	Salorthids	Typic Salorthids	Solonchaks	San Fernando, Cerro Azul

Tomado de: <http://intranet2.minem.gob.pe/Web/archivos/camisea/estudios/variantecanete/Volumen II Línea Base/suelos.pdf>

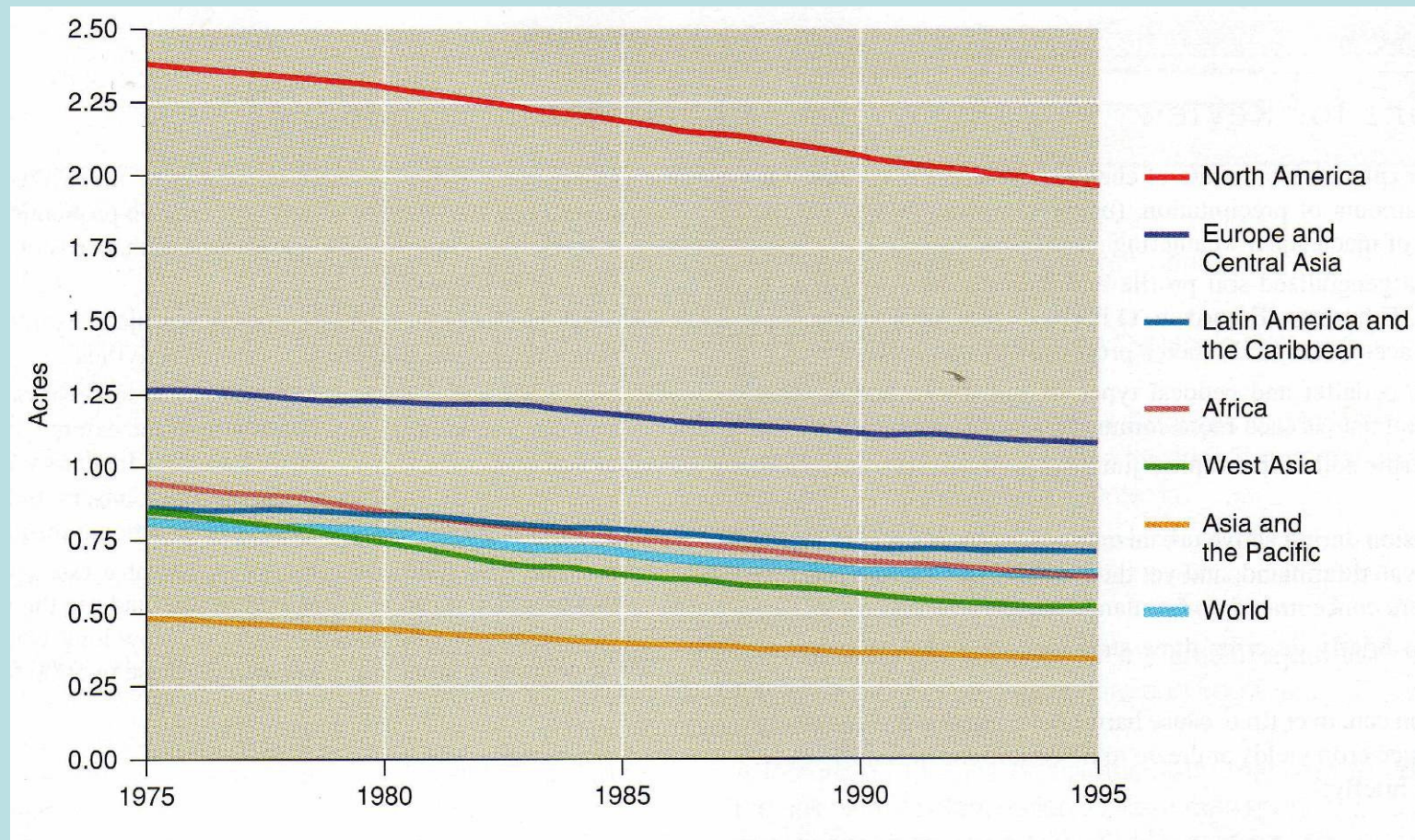
El suelo como recurso

La degradación del suelo es un problema mundial: la desertificación, la erosión, el deterioro de los suelos lateríticos, la contaminación y otras modificaciones químicas por la actividad humana contribuyen a reducir la calidad del suelo, su fertilidad y su productividad. Si bien estos problemas son globales, la causa del mismo varía regionalmente.



Tomado de la figura 12.22 de C.W. Montgomery (2008).

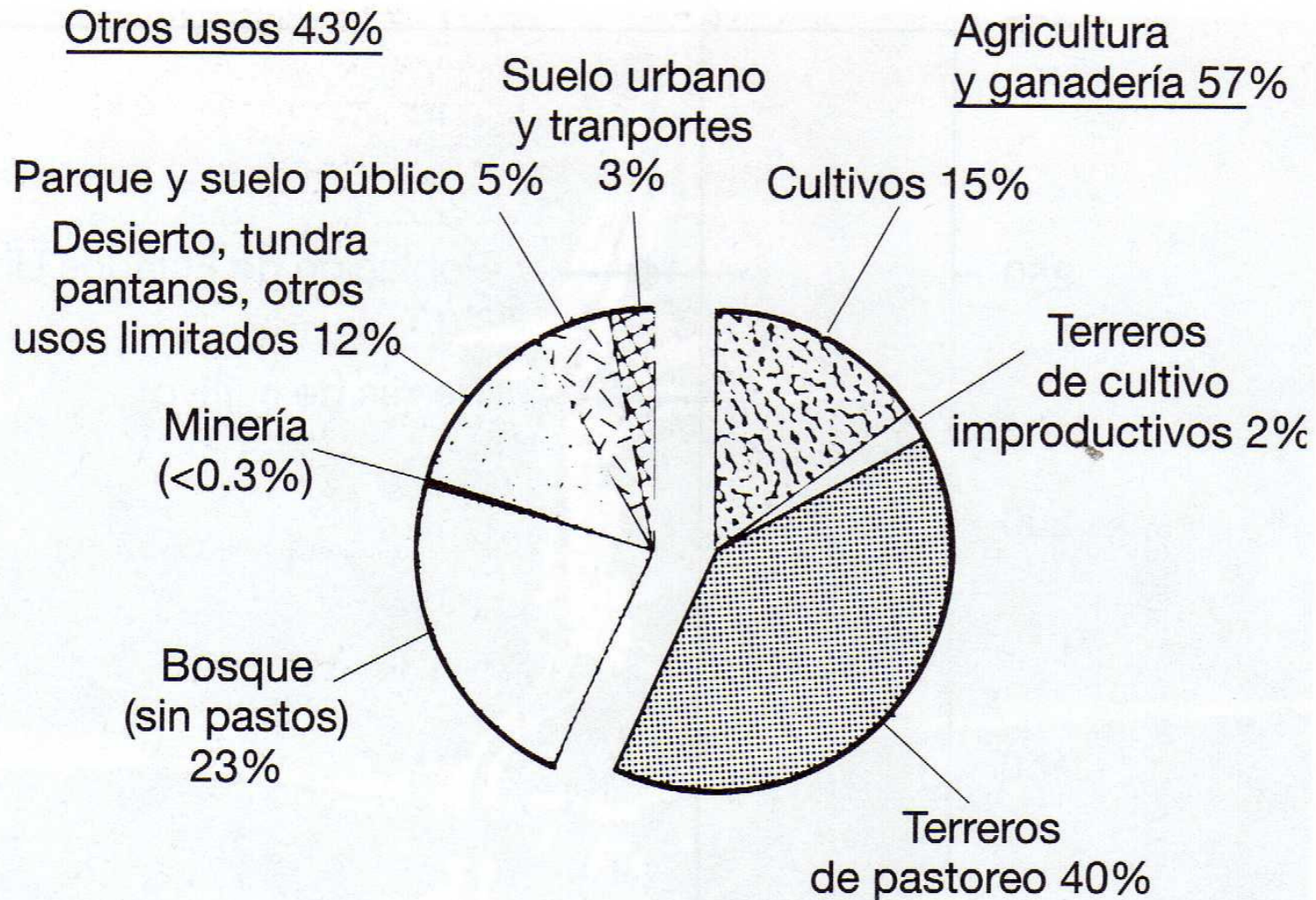
Las tierras emergidas son finitas. Las diferencias en densidad de población, así como la calidad del suelo crean gran disparidad en tierra arable por habitante a lo largo de todo el globo y la cantidad de ésta disminuye a medida que la población crece y las tierras arables son transformadas en tierras urbanizadas. La degradación del suelo reduce aún más la disponibilidad de tierras agrícolas necesarias para alimentar al mundo. El problema es especialmente serio en Asia.



Tomado de la figura 12.23 de C.W. Montgomery (2008).

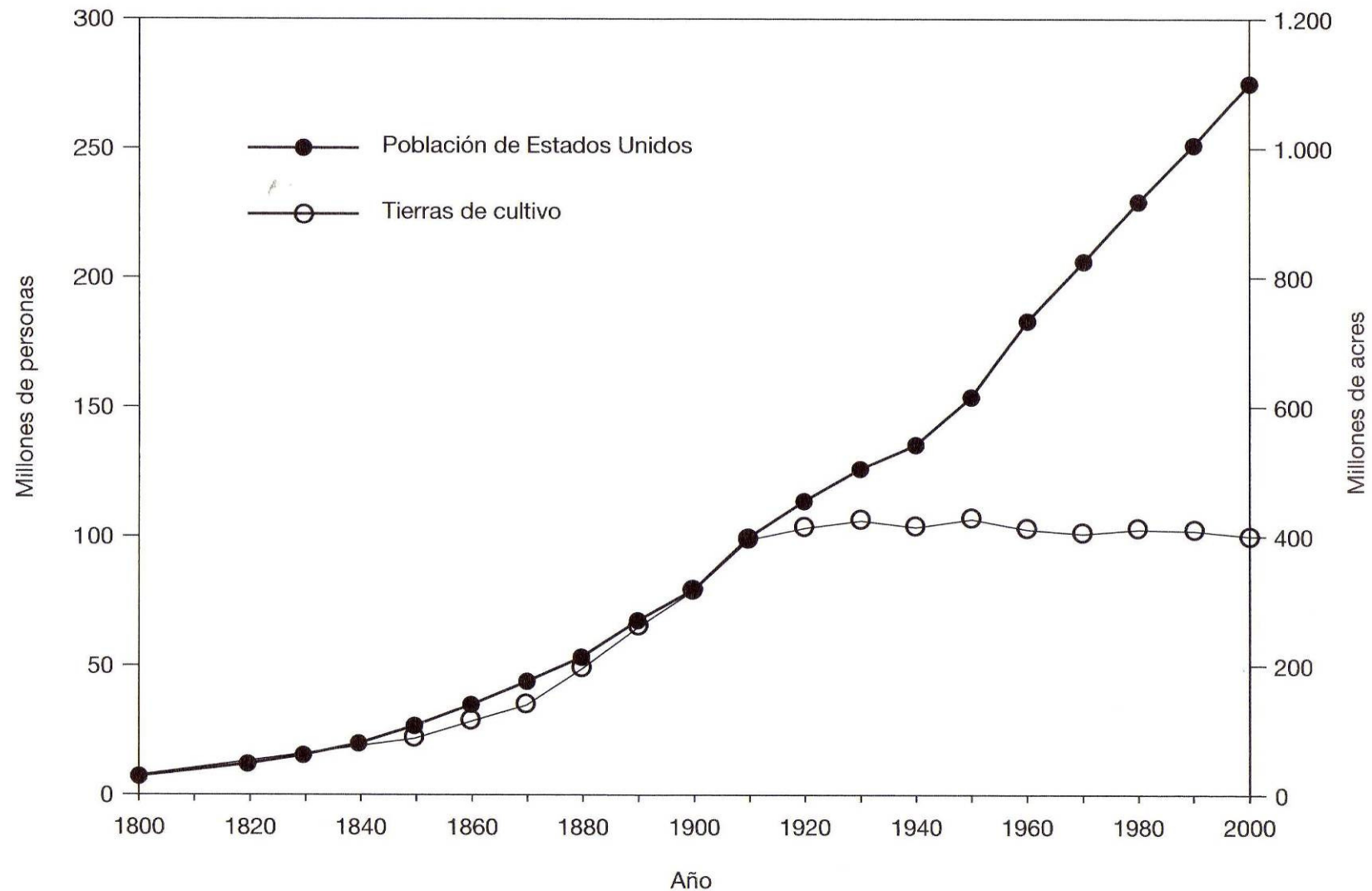
Usos del suelo: premisas

- El suelo es un recurso muy valioso.
- Los usos que se le pueden dar son numerosos y muchas veces incompatibles unos con otros.
- Son muchos los factores que determinan el uso que se le da al suelo: estilos de vida, precio,...
- Las pautas de distribución global del uso del suelo cambian continuamente.
- Si bien existe una cierta reversibilidad en los usos del suelo, el retorno a una actividad productiva de alimentos no siempre es posible (suelos contaminados por actividades industriales previas, p. ej.).



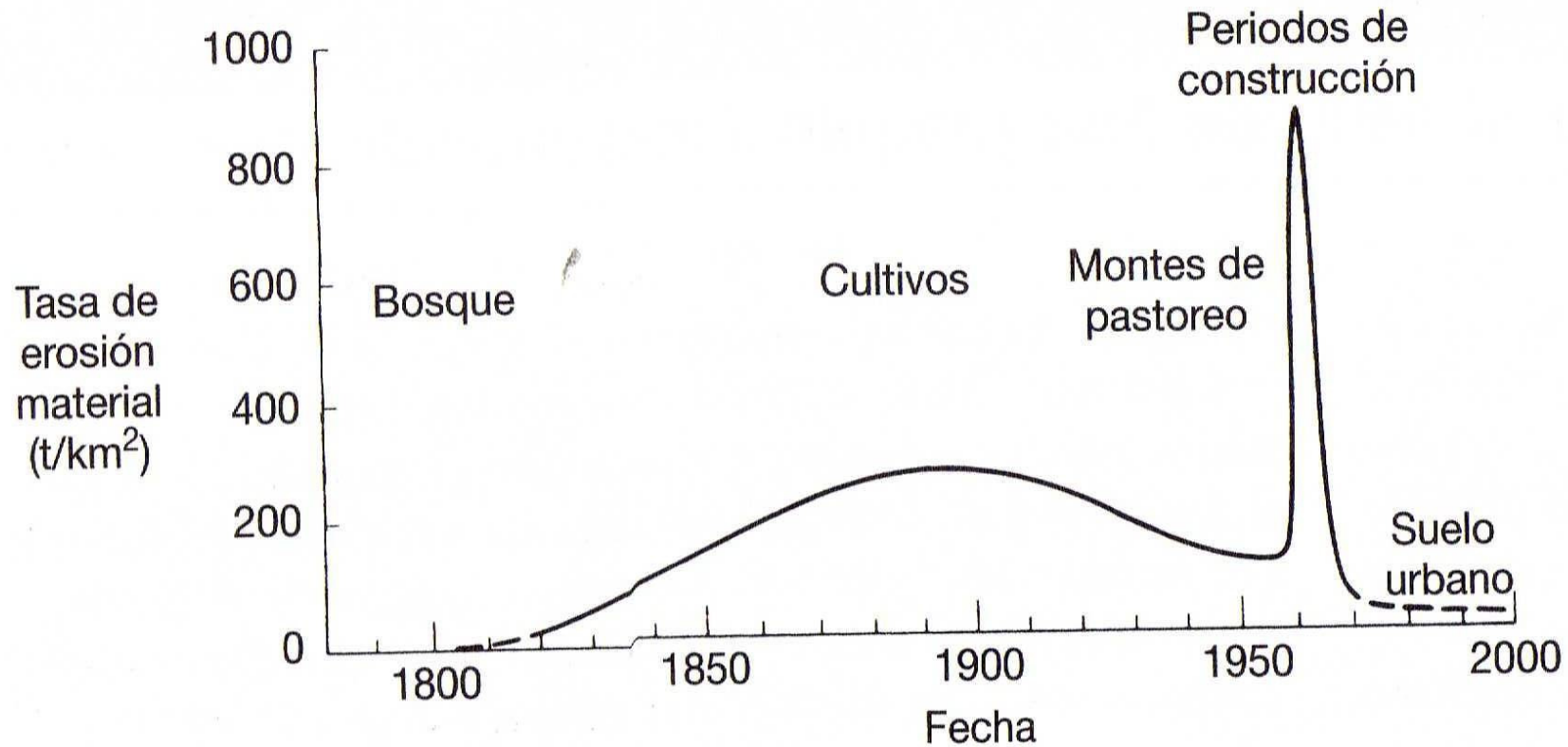
▲ **Figura 12.10.** Uso del suelo en los Estados Unidos.

Figura tomada de J.R. Craig y otros (2007).



▲ **Figura 12.11.** La población de los Estados Unidos y las tierras de cultivo se multiplicaron aproximadamente por 14 desde 1800 hasta 1900. Desde los años 20 la cantidad de tierras de cultivo ha permanecido casi constante, pero la productividad ha aumentado por las mejoras en las prácticas agrícolas, nuevas cosechas híbridas, ingeniería genética, irrigación y un uso más intensivo de fertilizantes. (de D.W. MacCleery, «Bosques Americanos», FS542, U.S: Servicio Forestal, Departamento de Agricultura, 1992, p.22).

Figura tomada de J.R. Craig y otros (2007).



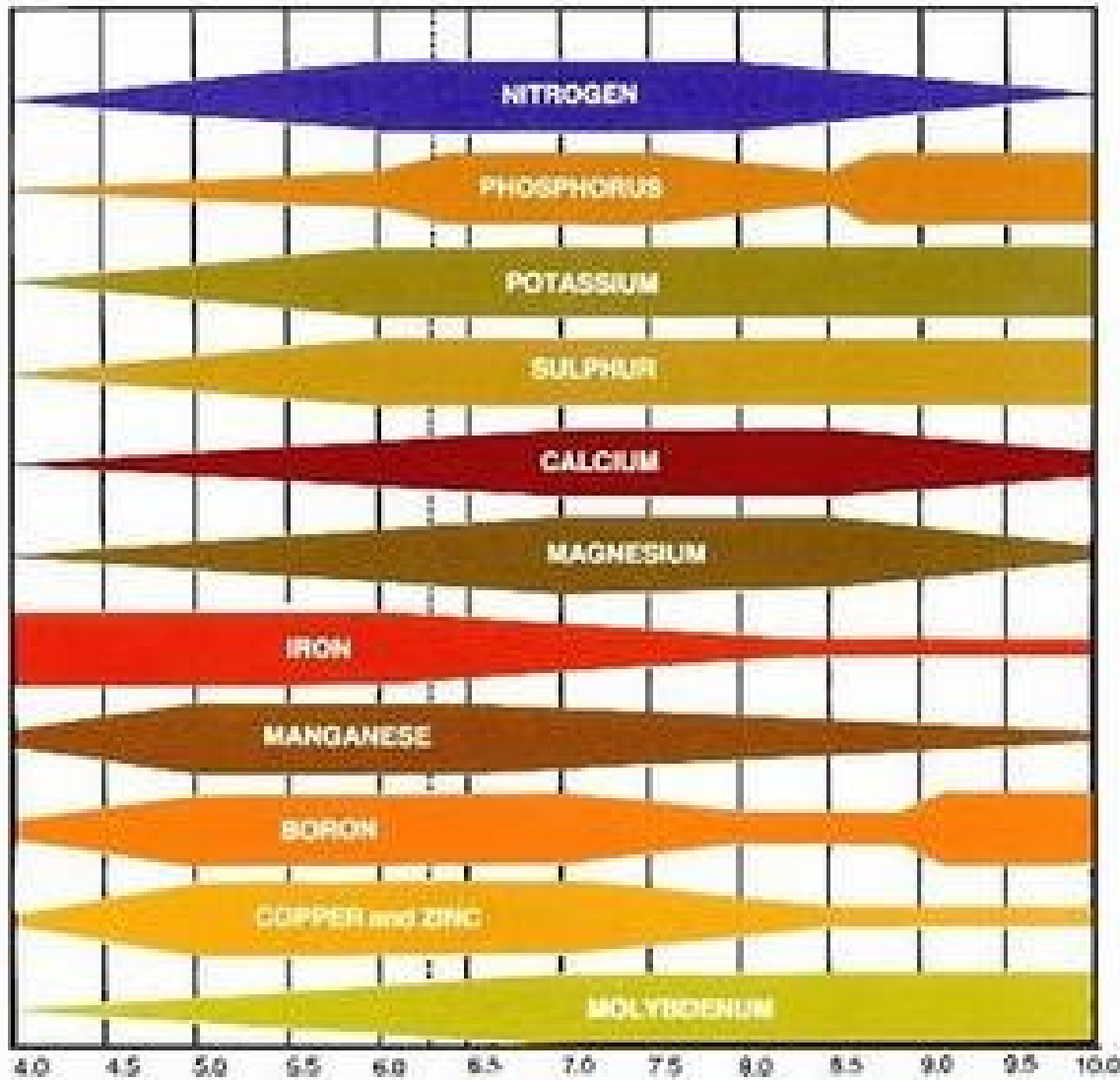
Variación desde 1800 de la velocidad de erosión en función del uso de la tierra en un área cercana a Washington, D.C. La misma trayectoria general se ha repetido en muchas regiones, como áreas de bosque original que se convirtieron en tierras agrícolas y después mediata o inmediatamente en suelo urbano o directamente. La intensa erosión de los suelos a menudo tiene lugar durante periodos de desarrollo y construcción, pero desciende a valores muy bajos cuando en su lugar se sitúan áreas construidas y espacios cubiertos (De Judson: "La erosión de la Tierra", *American Scientist*, 56 (1968)).

Tomado de J.R. Craig y otros (2007): Figura 12.15:

Los suelos y su capacidad de uso agrícola.

TIPO	HORIZONTES, RASGOS CARACTERÍSTICOS	FERTILIDAD	DISTRIBUCIÓN
Vertisol	Ninguno; alto contenido de arcilla hinchable	Buena	Pastizales de regiones estacionalmente secas, como por ejemplo India, Sudán, Texas
Inceptisol	Incipiente; se forma en superficies de tierras jóvenes	Variable	En todo el mundo, aunque más común en regiones montañosas
Arisdisol	Diferenciado, especialmente el horizonte de arcilla	Buena con riego	En regiones desérticas de todo el mundo
Molisol	Diferenciado, con horizonte de gruesa superficie orgánica oscura	Excelente, especialmente para cereales	Grandes praderas, pampas argentinas, estepas rusas
Espodosol	Diferenciado, con concentraciones de materias orgánicas, aluminio y hierro	Buena, especialmente para trigo	Bosques septentrionales de Europa y Norteamérica
Alfisol	Diferenciado, especialmente el horizonte de arcilla	Deficiente, requiere fertilizantes	Regiones húmedas y templadas de Norteamérica y Europa
Eltisol	Diferenciado, altamente lixiviado con horizonte de arcilla ácida.	Deficiente, requiere fertilizantes orgánicos	Subtrópicos húmedos, como por ejemplo el sureste de EEUU India, el Sureste asiático
Oxisol	No diferenciado, con brillantes rojos y amarillos debido a los minerales ferrosos	Deficiente, requiere fertilizantes	Trópicos húmedos, en especial las cuencas del Amazonas y del Congo
Histosol	No diferenciado, drenaje deficiente, el más alto contenido de carbono	Variable	Regiones húmedas, tanto frías (turberas) como cálidas

Imagen de origen desconocido.



Campos de estabilidad de diferentes elementos químicos en función del pH.

Obsérvese que para pH ácidos, el Fe, Mn, B, Cu y Zn encuentran buenas condiciones de estabilidad.

Para pH neutros, el N, P, K, S, Ca y Mg, esto es los elementos bigénicos, son los más estables.

A medida que el pH se va haciendo progresivamente más alcalino, encuentran condiciones favorables primeramente el Ca y el Mg, que van perdiéndola a medida que el pH crece. Entonces P, K, S, B y Mo van encontrando condiciones óptimas.

BIBLIOGRAFÍA

Bell, F.G. (1998). **Environmental Geology. Principles and Practice**. Blackwell Science: 594 p.

Cap. 10. Soil resources

Cap. 11. Problem soils

Craig, J.R.; Vaughan, D.J. y Skinner, B.J. (2007): **Recursos de la Tierra: origen, uso e impacto ambiental**. Pearson/Prentice-Hill, 656 p.

Cap. 12. El suelo como recurso

Montgomery, C.W. (2008). **Environmental Geology**. 8th. Edition. McGraw-Hill International Edition, 556 p.

Cap. 2: Soil as a resource.

Pedraza, J. de (1996). **Geomorfología: principios, métodos y aplicaciones**. Ed. Rueda, 414 p.

Cap. 5: Procesos de meteorización y edáficos.

Perillo, G.M.E. (2003). **Dinámica del transporte de sedimentos**. Asociación Argentina de Sedimentología, Publ. Espec. N° 2: 201 p.

Tarbuck, E.J. y Lutgens, F.K. (2005). **Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología física**. Pearson/Prentice-Hill, 736 p.

Cap. 6: Meteorización y suelo.

Torrijo, F.J. y Cortés, R. (2007). **Los suelos y las rocas en ingeniería geológica**. Ed. Univ. Politécnica de Valencia: 202 p.

Tema 1. Formaciones superficiales.