

Concepto Pedológico

- Concepto que permite explicar el origen (génesis), descripción (morfología) y ordenamiento (clasificación) del suelo.
- El suelo es considerado como un cuerpo natural, sin uso práctico inmediato.

Concepto Edafológico

- Interpretar las propiedades del suelo para un mejor desarrollo de las plantas.
- El suelo es considerado como hábitat de plantas
- La edafología es práctica.

Definiciones de Suelo

- Cuerpo natural, dinámico, compuesto de materiales minerales y orgánicos y de formas vivientes en el cual crecen las plantas

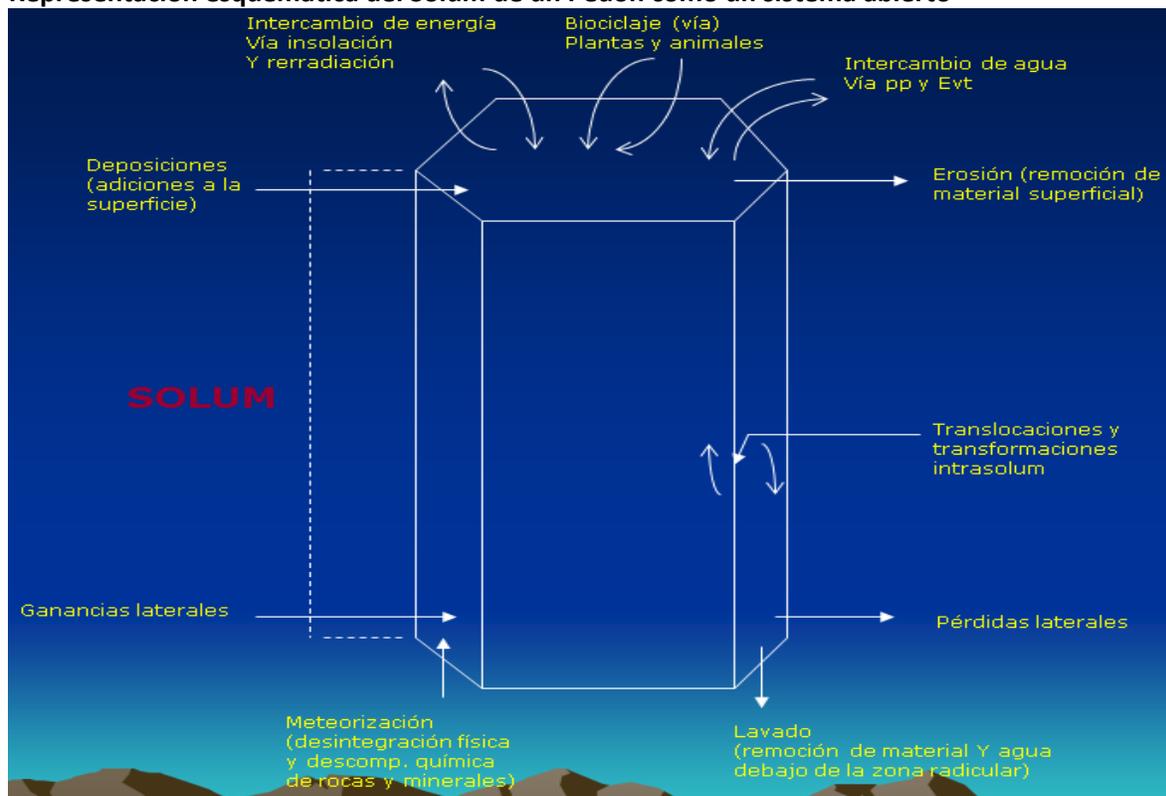
Divisiones de la Ciencia del Suelo

- Física de Suelos
- Química de suelos
- Biología de suelos
- Fertilidad de suelos
- Manejo de suelos
- Conservación de suelos
- Génesis, morfología y clasificación de suelos

Relación de la ciencia del suelo con otras ciencias

- Física, química, biología, meteorología, geología, geografía, topografía,

Representación esquemática del Solum de un Pedón como un sistema abierto



Pedón

- El cuerpo tridimensional más pequeño de las capas del suelo lo suficientemente grande para ilustrar la naturaleza y arreglo de los horizontes del suelo y su variabilidad.
- El volumen más pequeño que puede ser reconocido como un suelo individual es 1 m³

Solum

- El solum de un suelo está compuesto de la serie de las capas u horizontes genéticos superiores de un perfil que ha experimentado la mayor alteración por los procesos pedogenéticos
- La máxima profundidad radicular de las raíces perennes es, en realidad, el límite inferior del solum.

Funciones del Suelo

- Soporta el crecimiento vegetal
- Hábitat de organismos
- Ciclaje bioquímico y geoquímico: descomposición de materiales orgánicos, liberación de elementos a través de la meteorización de minerales (suministra nutrientes). Se incluye la descomposición de sustancias contaminantes
- Controla el flujo del agua en el Ciclo hidrológico
- Material de construcción y soporte para caminos y edificaciones.

Suelos Minerales y Suelos Orgánicos

| | Suelo Superficial | Subsuelo |
|---------------------------|----------------------------|-------------------|
| Límites: | | |
| Superior | Atmósfera | Suelo superficial |
| Laterales | Otros suelos superficiales | Otros subsuelos |
| Inferior | Subsuelo | Roca madre - agua |
| Contenido Orgánico | Mayor | Menor |
| Activ. microbiana | Mayor | Menor |
| Color | Más oscuro | Más claro |
| Densidad aparente | Menor | Mayor |
| Consistencia | Menor | Mayor |

Tierra Fina

- Partículas minerales menores de 2 mm de diámetro
- Tierra fina seca al aire (TFSA)
- Tierra fina seca a la estufa (TFSE)

Tierras para cultivos y Tierras para Pastos

GENESIS DEL SUELO

Conceptos generales

- Meteorización
- Edafización
- Erosión

Meteorización o Intemperismo

- Es la desintegración física y/o descomposición química de las rocas y minerales por acción de los agentes naturales

Edafización

- Es el conjunto de procesos que interviene en la formación del suelo. Comprende a:
- Meteorización
- Desarrollo del perfil del suelo

Erosión

- Conjunto de procesos que degradan el relieve. Implica la remoción de los productos formados y la destrucción del perfil. Es contrario a la edafización.

Meteorización

- Física o Mecánica
- Químicos
- Biológicos

Física o Mecánica

- Desintegración mecánica de las rocas, reduciéndolas de tamaño a fragmentos más pequeños (clastos), no efectuando cambio en la composición química.

Física o Mecánica

- Termoclastismo
- Crioclastismo
- Haloclastismo
- Hidroclastismo
- Pulverización o fricción

Meteorización Química

- Se debe a la acción de los elementos químicos y el agua.
- Se producen nuevos minerales.
- Principales procesos: Oxidación, Hidratación, Hidrólisis, Disolución

Oxidación

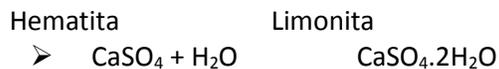
- Abundante oxígeno
- Afecta a minerales que contienen elementos oxidorreductivos: Fe, Mn, S
- Ejm: $4 \text{FeO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3$
- Oxidación de la Pirita:
 $\text{FeS}_2 + 3,5 \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{SO}_4^- + 2 \text{H}^+$

Reducción

- Saturación de agua
- Cantidad de O_2 es baja y demanda biológica de este elemento es elevada

Hidratación

- El mineral absorbe agua, formándose un nuevo mineral, expandiéndose.



Hidrólisis

- Reacción de los iones H y OH del agua ocasionando el colapso y destrucción del mineral, dando origen a uno nuevo.



Disolución

- Carácter disolvente del agua y de los iones que arrastra cuando circulan alrededor y a través de las rocas y minerales.
- Descarbonatación:



Procesos Biológicos

- Expansión radicular
- Descomposición bioquímica
- Translocación
- Producción de CO₂
- Formación de humus

Factores de Formación del Suelo

- Material Parental
- Clima
- Relieve
- Organismos
- Tiempo

Tipos de Material Madre (Parental)

- Residual o In situ: se forma en el lugar
- Transportado

Coluvial: gravedad

Eólico: vientos

Marino

Lacustre

Fluvial: ríos

Aluvial: corrientes de agua locales

Glaciar

Coluvio-aluvial

Fluvioglaciar

Residual



Bofedal



Eólico



Marino



Coluvial



Fluvial**Coluvio – aluvial****Clasificación de las Rocas**

- Rocas Ígneas
- Rocas Sedimentarias

- Rocas Metamórficas

Rocas Ígneas

- Extrusivas o Volcánicas

Riolita, traquita, andesita, basalto

- Intrusivas o Plutónicas

Granito, sienita, diorita, gabro

Rocas Sedimentarias

- Clásticas o Detríticas

Conglomerado, arenisca, limolita, lutita

- Químicas

Caliza, roca dolomítica, travertino, evaporitas

- Biológicas

Carbón, diatomita

Rocas Metamórficas

- Foliadas

Pizarra, filita, esquisto, gneis

- No Foliadas

Cuarcita, mármol, hornfel

Principales variables clima

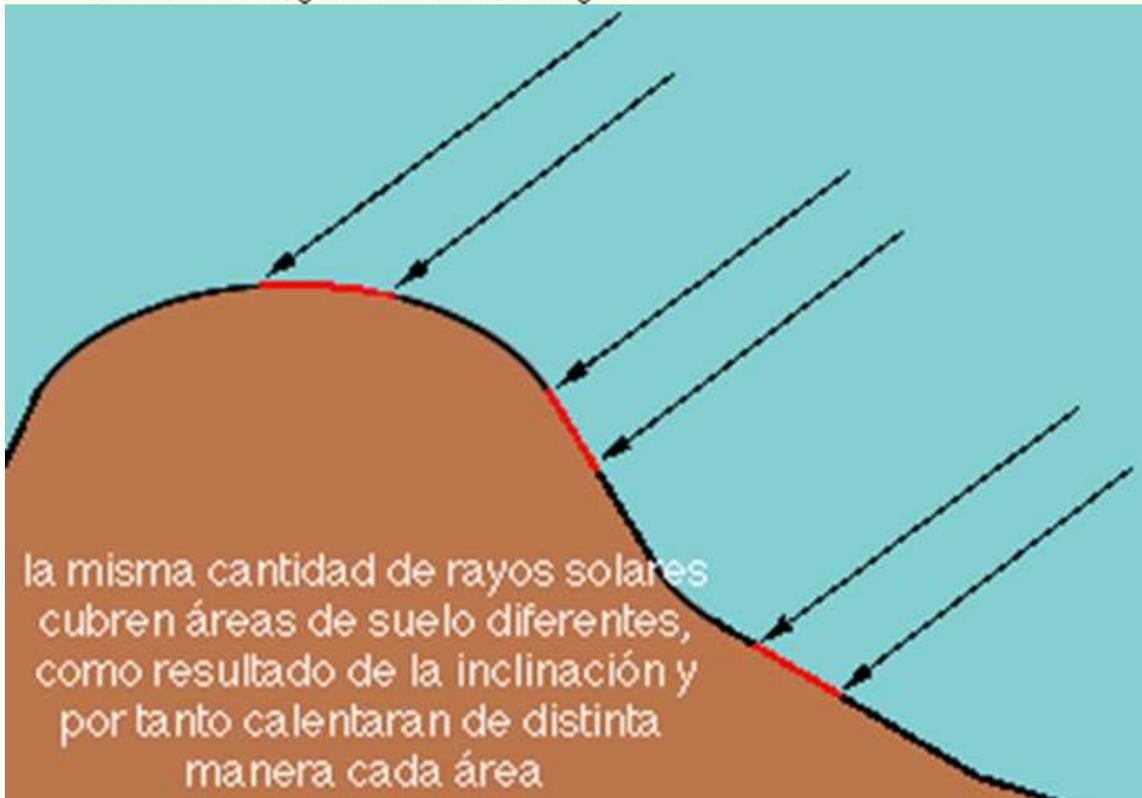
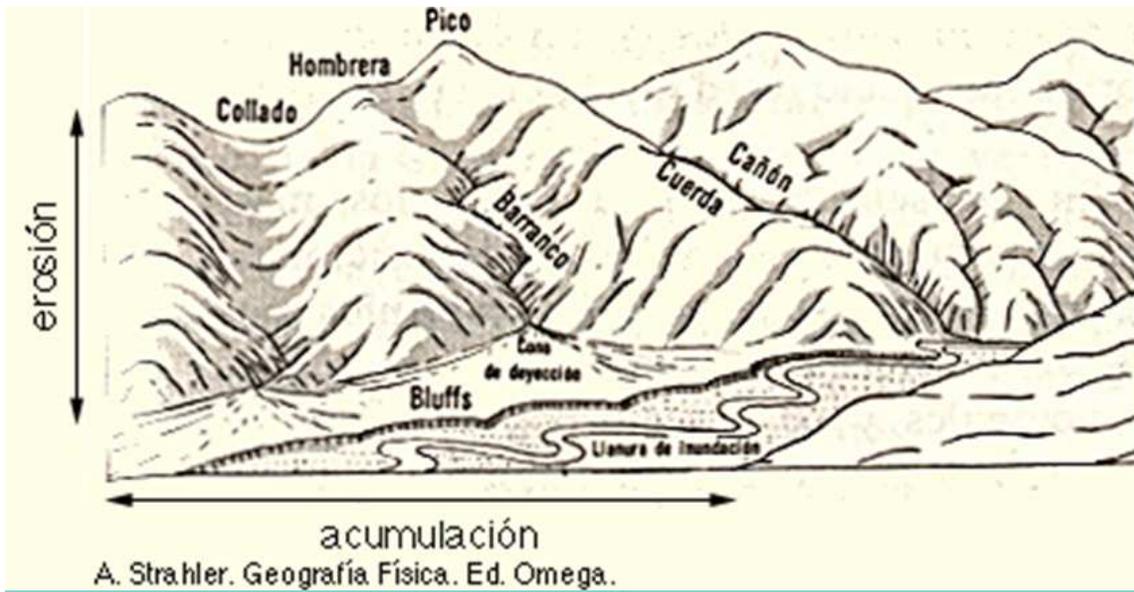
- Disolución y descomposición química de los materiales
- Propicia el crecimiento de las plantas y organismos
- Transporta materiales
- Hidrólisis - óxidoreducción

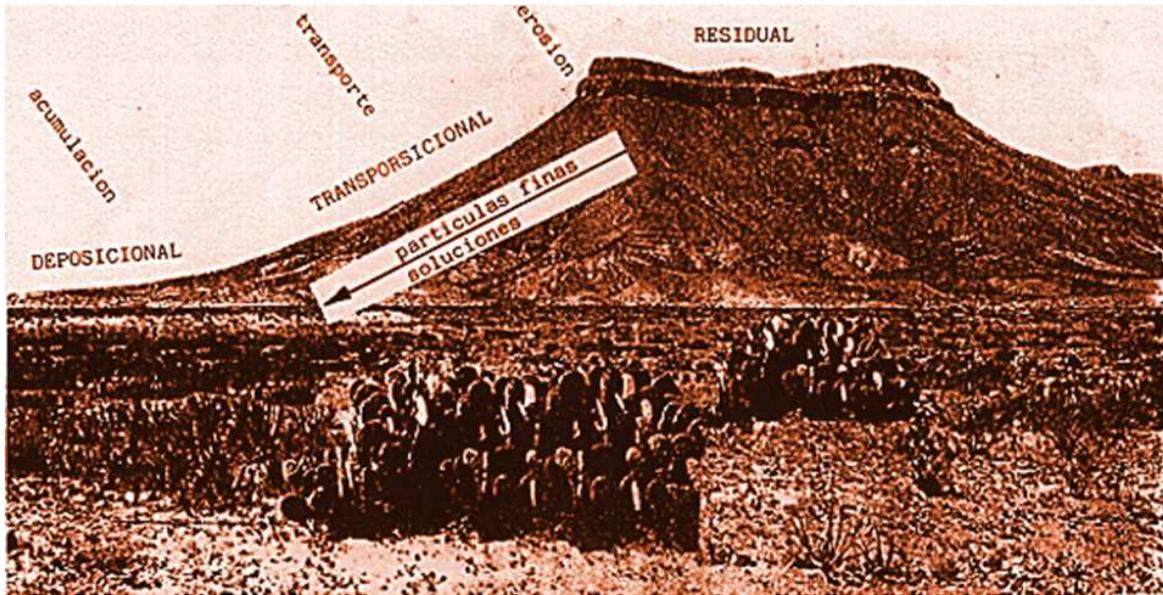
Temperatura

- Ley de Vant Hoff: por cada incremento de 10°C la velocidad de las reacciones químicas se duplica.

Relieve

- Ejerce tres acciones fundamentales:
 - Transporte
 - Características hídricas
 - Microclima





Característica de la forma y efecto sobre el suelo

- Inclinación de la ladera: erosión, velocidad de escorrentía
- Longitud de la ladera: escorrentía, erosión

Orientación de la ladera

- radiación recibida
- Temperatura suelo
- exposición al viento y lluvia
- Erosión
- MO y espesor del horizonte A
- humedad del suelo
- morfología del perfil

Posición del suelo en la forma

- Erosión, depósito
- Características de los materiales depositados
- Profundidad del suelo
- morfología del suelo
- Características de drenaje y profundidad de la napa freática

Catena

- Conjunto de suelos desarrollados sobre similar material madre, pero que cada uno muestra variaciones en las características del perfil debido a su posición topográfica o drenaje o ambos.

Organismos

- Variables: vegetación (árboles, pastos); animales (roedores, insectos, lombrices de tierra); microorganismos (bacterias, hongos, actinomicetos)

Efectos de los organismos sobre los constituyentes y propiedades del suelo

- Influyen en el microclima: la vegetación produce sombra y disminuye la evaporación, aunque también consumen gran parte del agua del suelo
- Protegen al suelo de la evaporación: por efecto mecánico (cobertura vegetal) o por el poder de la agregación que permite mantener a las partículas del suelo unidas
- Aportan materia orgánica

- La actividad microbiana heterotrófica incrementa el contenido de CO₂, así como el aporte de otros componentes ácidos (ác. láctico, acético, cítrico) que pueden actuar como agentes quelatantes, contribuyendo al incremento de la hidrólisis y transporte de elementos metálicos en forma de quelatos dentro del perfil.
- La mesofauna del suelo al desplazarse internamente en el perfil propicia una mayor aireación y por tanto procesos oxidativos y un mejor movimiento del agua
- En las propiedades físicas, químicas y biológicas

Tiempo

- Tiempo Cero: Punto inicial de desarrollo del suelo. Coincide con el de la formación de la superficie geomorfológica
- A través del desarrollo del perfil y la complejidad de sus horizontes puede verse como influye el tiempo en la formación del suelo
- Edad de un suelo: expresa el tiempo durante el cual han actuado los procesos de formación

| Formación del suelo | Tasa de formación (años) |
|---|--------------------------|
| Muy rápida (sobre cenizas volcánicas y clima húmedo) | Menos de 100 años |
| Muy lenta (sobre calizas duras y clima templado frío) | Menos de 1 cm/5000 años |
| Horizonte A | 1 a 1000 años |
| Horizontes de acumulación | Más de 1000 años |
| Entisol (sobre material no consolidado) | Menos de 100 años |
| Spodosol | 1000 a 8000 años |
| Ultisol | 1'000000 años |
| Oxisol | 1000 a 2'000000 años |

El Perfil del Suelo

- Es la exposición vertical de la secuencia de capas u horizontes, resultado de la influencia de los factores y procesos de formación de suelos

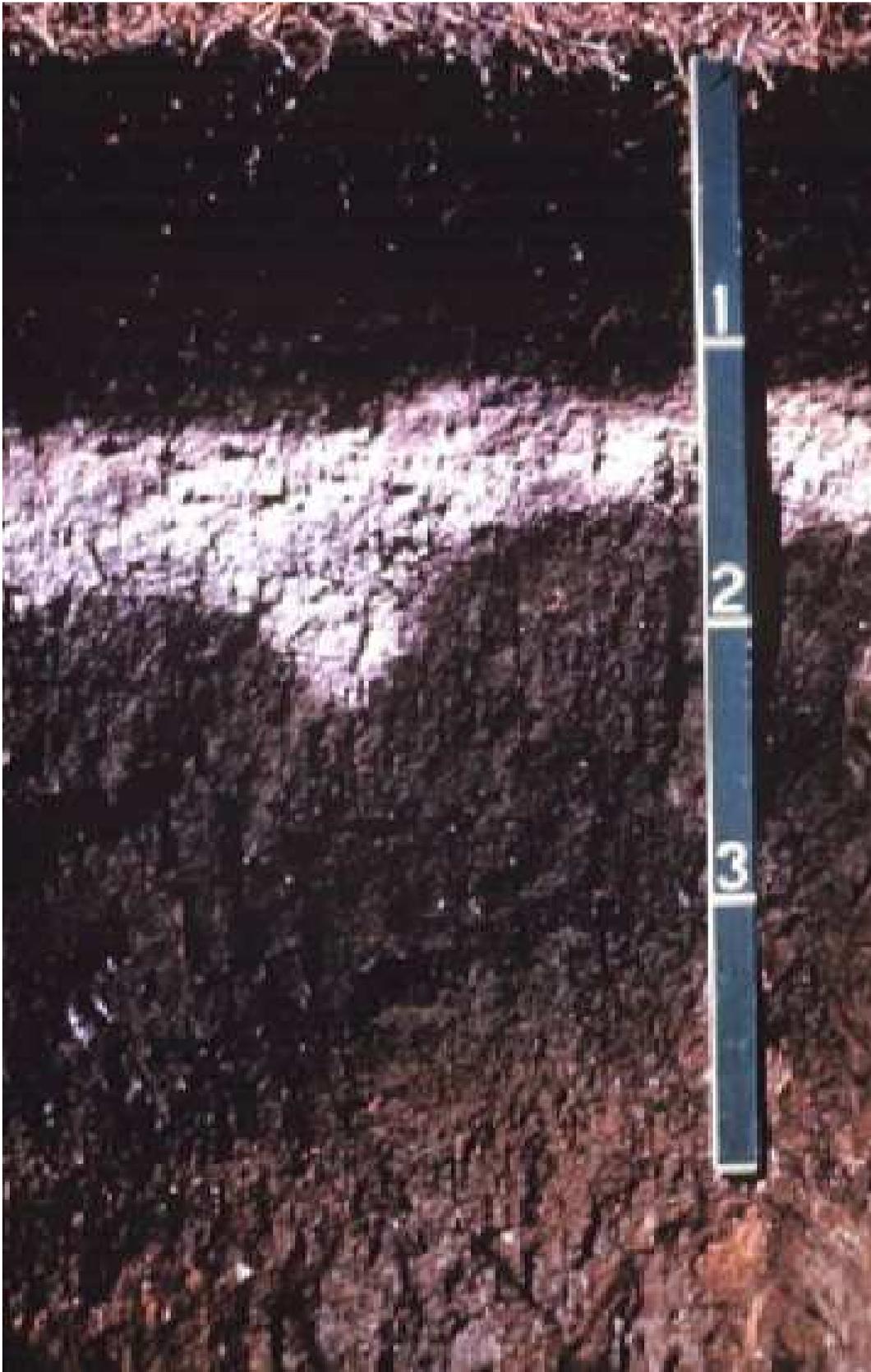
Horizontes Genéticos o Maestros

- O:
- L:
- A
- E
- B
- C
- R
- M
- W























Subdivisión vertical



Discontinuidad litológica



Procesos Pedogénicos

- Eluviación
- Iluviación
- Podsolización
- Ferritización
- Melanización
- Leucinización
- Salinización
- Calcificación
- Gleyzación

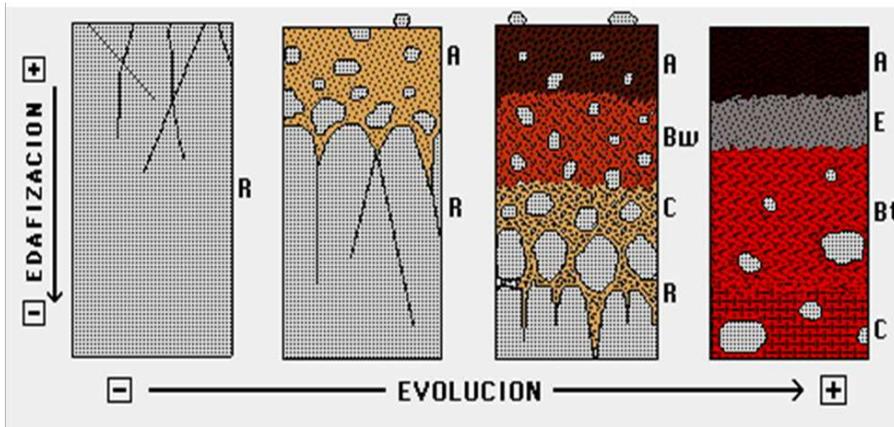
EL PERFIL DEL SUELO

El perfil es un corte vertical del suelo desde la superficie hasta la roca no alterada, en la que se pueden distinguir varios horizontes. Los horizontes son capas de suelo paralela a la superficie, con características homogéneas y propias en u espesor, color composiciones y estructuras físicas, químicas, biológicas y minerales, que se agrupan en extracto desde la superficie hacia el interior de la tierra

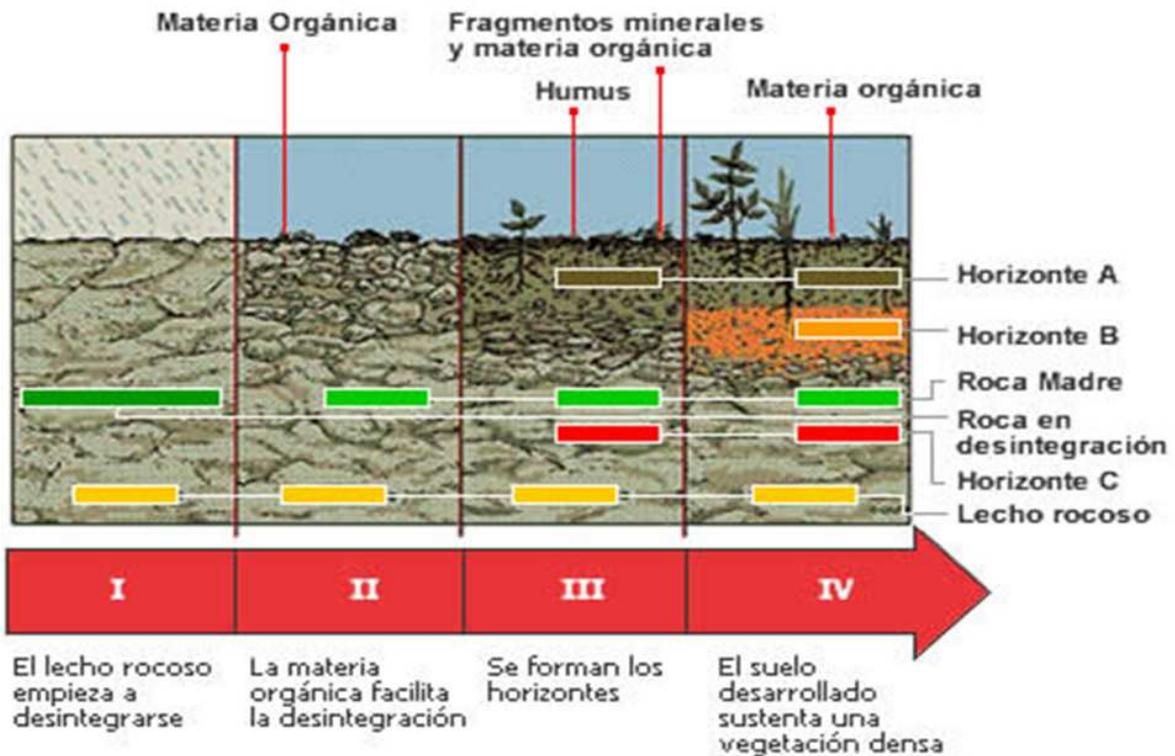


CALICATAS

Las calicatas o catas son una de las técnicas de prospección empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico, estudios edafológicos o pedológicos de un terreno. Son excavaciones de profundidad pequeña a media, realizadas normalmente con pala retroexcavadora. Permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa.



El desarrollo de un suelo conduce a la diferenciación de un conjunto de horizontes en el perfil.



Horizontes y Capas Maestras

Expresan un juicio cualitativo acerca de los cambios que se dan entre los horizontes, como por ejemplo en el color, textura, estructura, consistencia, etc.

Las letras mayúsculas O, A, E, B, C, R y W representan los horizontes de los suelos.

Horizontes o Capas O (Orgánico)

Capas dominadas por material orgánico. Algunas están saturadas con agua por largos períodos o lo estuvieron alguna vez pero ahora están drenadas artificialmente; otras nunca han estado saturadas.

Algunas capas O consisten de hojarasca no descompuesta o parcialmente descompuesta que se ha depositado sobre la superficie. Pueden estar en la parte superior de suelos minerales u orgánicos. Otras capas O consisten de material orgánico que fue depositado bajo condiciones saturadas y se ha descompuesto en diversas etapas.

La fracción mineral de tal material constituye sólo un pequeño porcentaje del volumen del material y generalmente mucho menor que la mitad de su peso. Algunos suelos consisten enteramente de materiales designados como capas u horizontes O.

Una capa O puede estar sobre la superficie de un suelo mineral, o puede estar a cualquier profundidad debajo de la superficie si está enterrado. Un horizonte formado por la iluviación de material orgánico dentro de un subsuelo mineral no es un horizonte O, aunque algunos horizontes que se han formado de esta manera contienen considerables cantidades de materia orgánica.

Las capas u horizontes O se presentan normalmente en zonas boscosas

Se subdividen en :

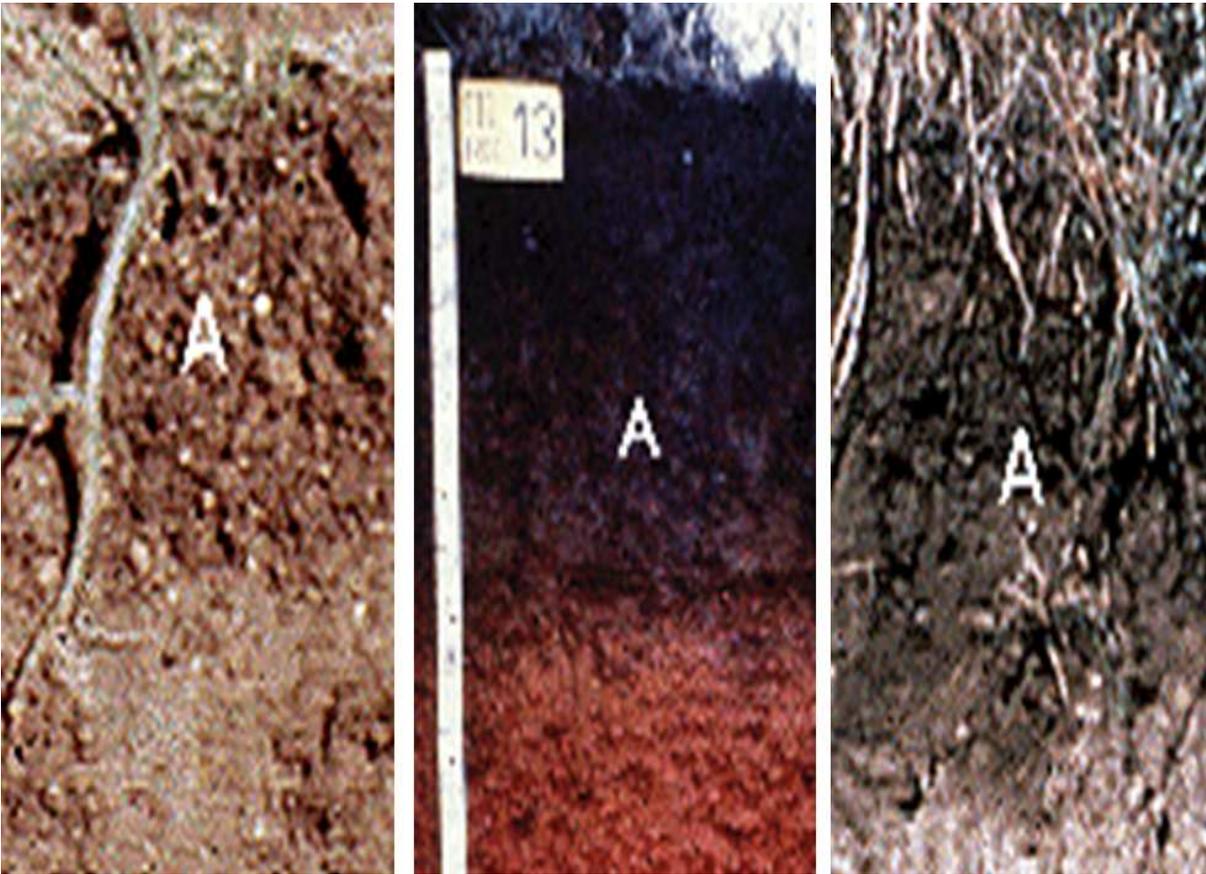
Oi: los residuos originales de plantas y animales están sólo ligeramente descompuestos. El contenido de fibra de estos materiales es mayor de 40% (volumen) luego de ser friccionado

Oe: descomposición intermedia de los residuos. El contenido de fibra de estos materiales es 17 a 40% (volumen) después de ser friccionado

Oa: alta descomposición de los residuos. El contenido de fibra es menor de 17 % (volumen) después de ser friccionado

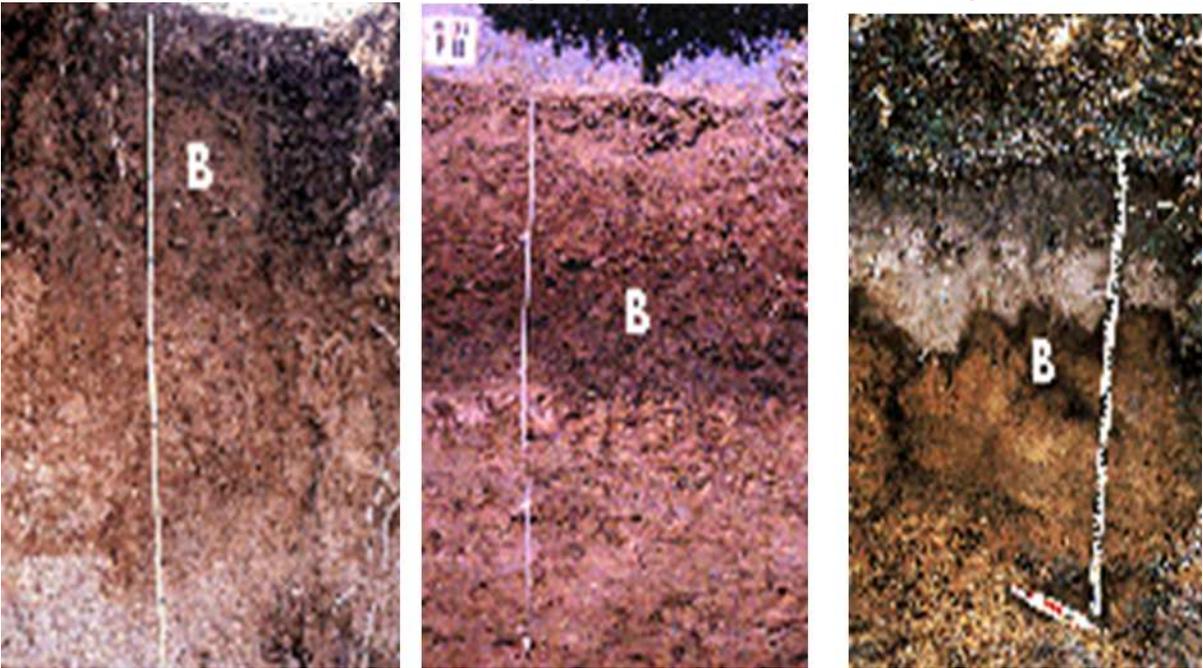
Hz A

Horizonte mineral que se forma en la superficie o debajo del horizonte O, que exhibe destrucción de todo o gran parte de la estructura rocosa original, y que muestra uno o más de lo siguiente: a) una acumulación de la materia orgánica humificada mezclada íntimamente con la fracción mineral y que no está dominada por las propiedades características de los horizontes E o B o b) propiedades que resultan del cultivo, pastoreo o similares clases de disturbación.



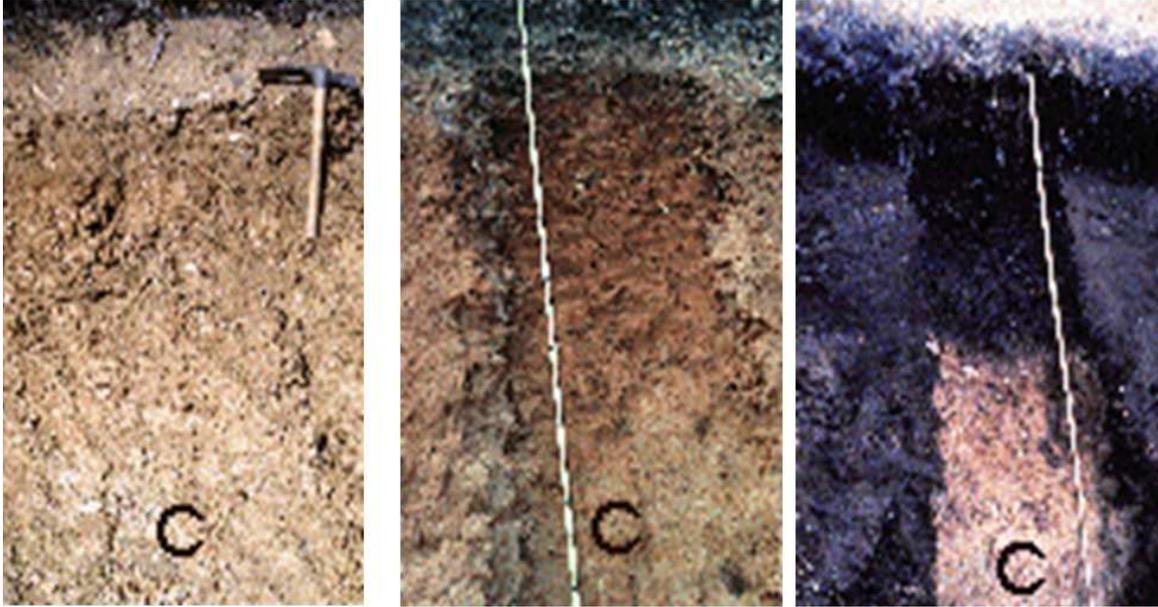
H_z B

Está dominado por la destrucción de toda o gran parte de la estructura rocosa original



Hz C

Son Hz o capas, que excluyen la roca madre , que están ligeramente afectadas por los procesos pedogénicos y carecen de las propiedades de los hzs O, A, E a B

**HORIZONTES TRANSICIONALES**

Pueden estar dominados por propiedades de un hz pero tienen características prominentes de otro. . ej. AE, EB, BE y BC).

SUFIJOS

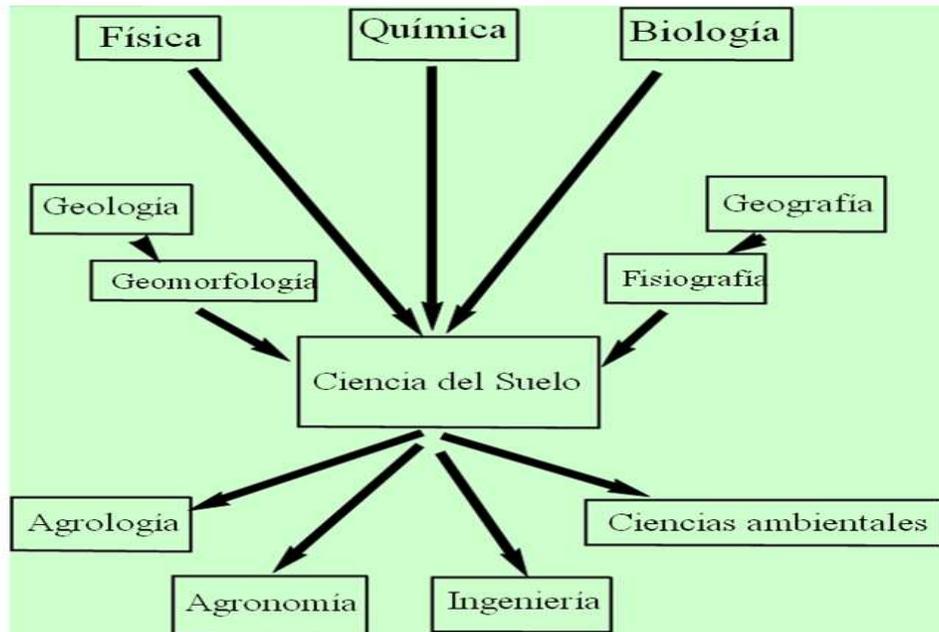
Se utilizan letras minúsculas como sufijos en los horizontes principales para indicar designaciones específicas, conforme se señala:

- a M.O. altamente descompuesta
- b Horizonte genético enterrado
- c Concreciones o nódulos
- d Restricción física a las raíces
- e M.O. moderadamente descompuesta
- f Suelo o agua congelada
- ff Permafrost seco
- g Horizonte fuertemente gleizado (reducido)
- h Acumulación iluvial de materia orgánica
- i M.O. ligeramente descompuesta
- j Evidencia de crioturbação
- Acumulación de jarosita (Sulfato de Fe o K)
- k Acumulación de Carbonatos
- m Cementación o endurecimiento
- n Acumulación de Sodio
- o Acumulación residual de sesquióxidos
- p Aradura u otra disturbancia
- q Acumulación de sílice
- r Lecho rocoso suelto o edafizado
- s Acumulación iluvial de sesquióxidos y MO
- t Acumulación de arcilla

- v Plintita
- w Desarrollo de color o estructura
- x Carácter de fragipan
- y Acumulación de yeso
- z Acumulación de sales más solubles que el yeso

SUBDIVISIÓN VERTICAL

Relación de la ciencia del suelo con otras ciencias

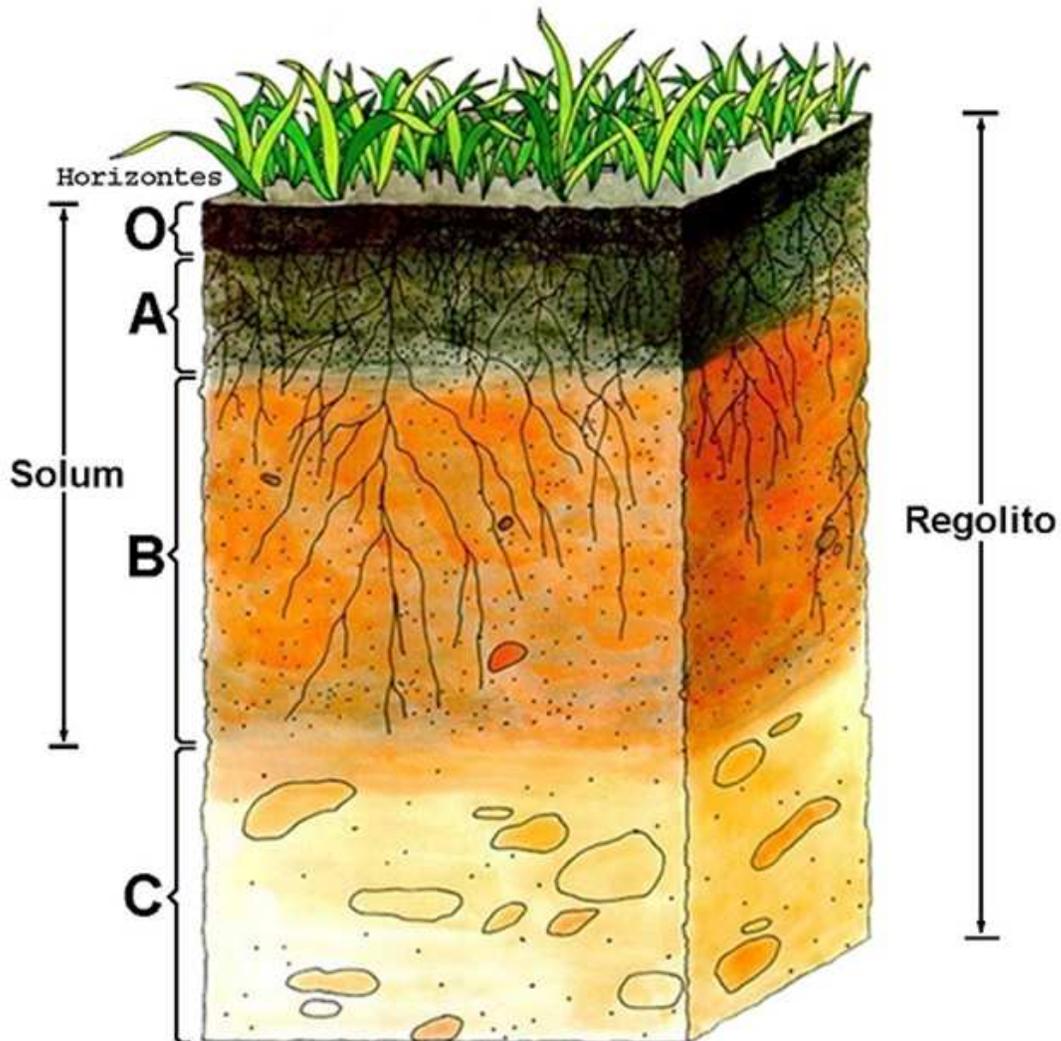


Solum y regolito

El material no consolidado que descansa sobre las rocas, es conocido como regolito. El regolito puede ser muy delgado o de decenas de metros de profundidad. Corresponde al material que ha sido meteorizado de las rocas subyacentes o transportado desde otro lugar por acción del viento, agua o hielo, y depositado sobre la roca madre.

La porción superior y bioquímicamente alterada del regolito se denomina solum. El solum es el producto de fuerzas destructivas y sintéticas.

El solum es más rico en materia orgánica debido a que las raíces de plantas se concentran en él. Los productos de la meteorización pueden haberse desplazado verticalmente.



Suelo superficial y subsuelo

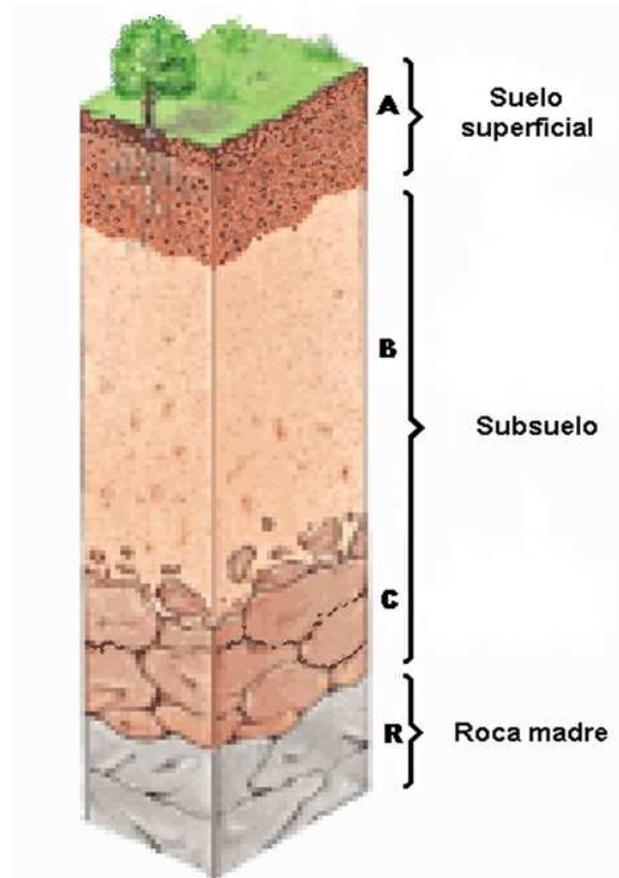
Estos términos se usan para diferenciar las capas del suelo para su manejo.

Suelo superficial: es la zona de mayor desarrollo de raíces. Contiene muchos nutrientes disponibles, materia orgánica y agua necesaria.

Se le denomina también capa arable, o suelo (topsoil).

El subsuelo: comprende a aquellas capas del suelo debajo del suelo superficial. No se ve desde la superficie y no es disturbado por la labranza del suelo*.

Suelo superficial y subsuelo



Suelos minerales y orgánicos

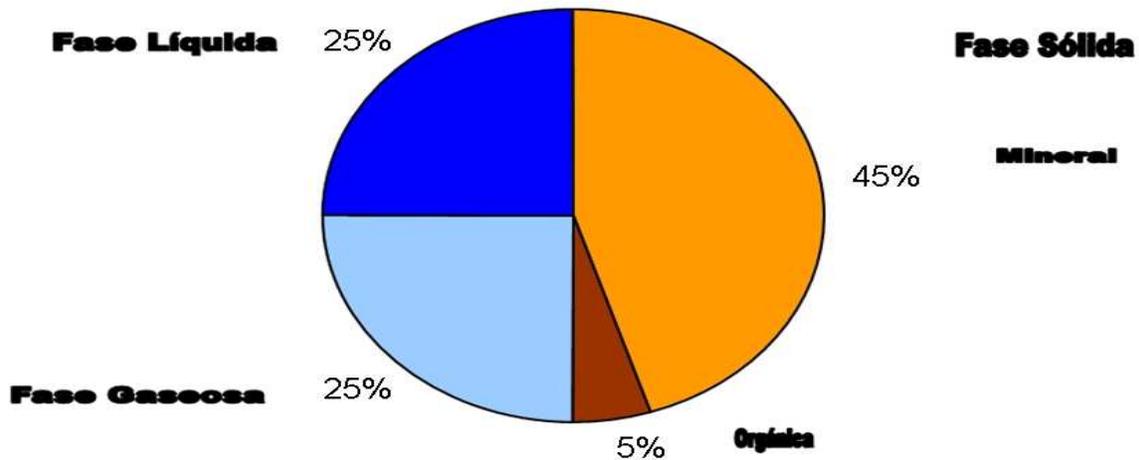
La materia orgánica en la mayoría de los suelos varía entre 1 a 6%. A estos suelos se les denomina suelos minerales. Los suelos orgánicos son aquellos que contienen más de 20% de materia orgánica en su composición.

Suelo y tierra

El concepto de suelo está asociado a este como recurso natural: su perfil, propiedades características.

La definición de tierra incluye no solo al suelo en sí, sino también al ambiente donde se encuentra y su posible manejo. Esto es, topografía, clima, vegetación, etc.

COMPOSICIÓN VOLUMÉTRICA DE LOS SUELOS MINERALES SUELO FRANCO



Factores de formación del suelo

Jenny (1941), sostuvo que el suelo es el resultado de la acción de cinco factores de formación:

$$S = f(m, cl, r, o, t)$$

Donde: m = material parental. f cl = clima. r = relieve, o = organismos. f t = tiempo

Material parental

Corresponde a los materiales a partir de los cuales se produce el desarrollo del perfil del suelo.

El material parental es el insumo básico para la formación del suelo.

Composición química porcentual de la corteza terrestre

| Elemento | Porcentaje | Porcentaje | Óxido | Porcentaje |
|----------|------------|------------|--------------------------------|------------|
| O | 46.10 | 49.13 | --- | --- |
| Si | 28.20 | 26.00 | SiO ₂ | 59.08 |
| Al | 8.23 | 7.45 | Al ₂ O ₃ | 15.23 |
| Fe | 5.63 | 4.20 | Fe ₂ O ₃ | 6.82 |
| Ca | 4.15 | 3.25 | CaO | 5.10 |
| Na | 2.36 | 2.40 | Na ₂ O | 3.71 |
| Mg | 2.33 | 2.35 | MgO | 3.45 |
| K | 2.09 | 2.35 | K ₂ O | 3.11 |
| Ti | 0.56 | 0.66 | TiO ₂ | 1.30 |
| P | 0.13 | 0.12 | P ₂ O ₅ | 0.29 |
| S | 0.05 | 0.10 | SO ₃ | 0.15 |
| Mn | 0.10 | 0.10 | MnO | 0.12 |

Según: Weast y Astle (1982); Clark (1972); Byers et al. (1935); Lawton (1955).

Minerales en el suelo

Son sustancias de composición química definida, que integran las rocas y el suelo.

Pueden originarse por solidificación de magma (minerales primarios) o por alteración química de otros o precipitación (minerales secundarios).

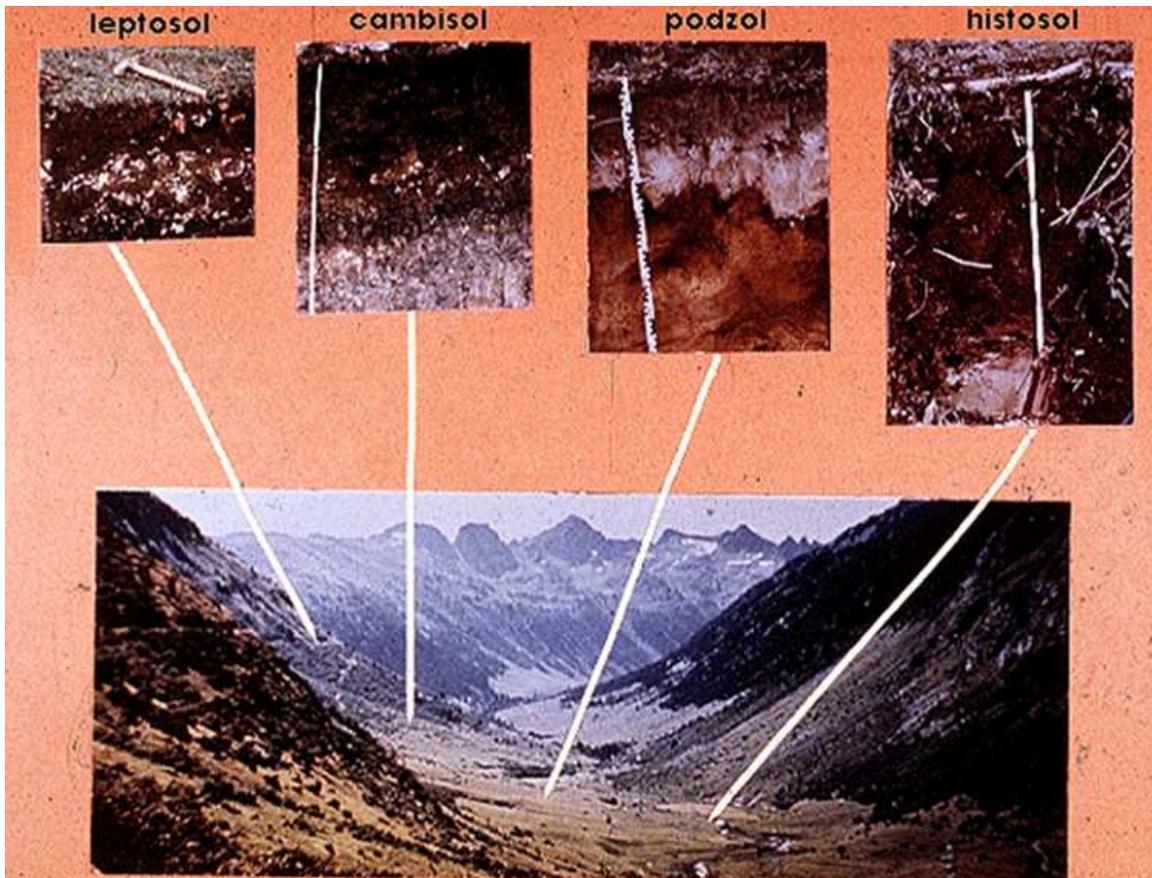
Relieve o topografía

El relieve de la superficie influye en el desarrollo del suelo.

Los relieves planos incrementan la deposición y acumulación, en tanto que los relieves inclinados favorecen el transporte y la erosión.

En los relieves inclinados hay que considerar la pendiente, la longitud y la exposición de la ladera.

Toposecuencia en el suelo

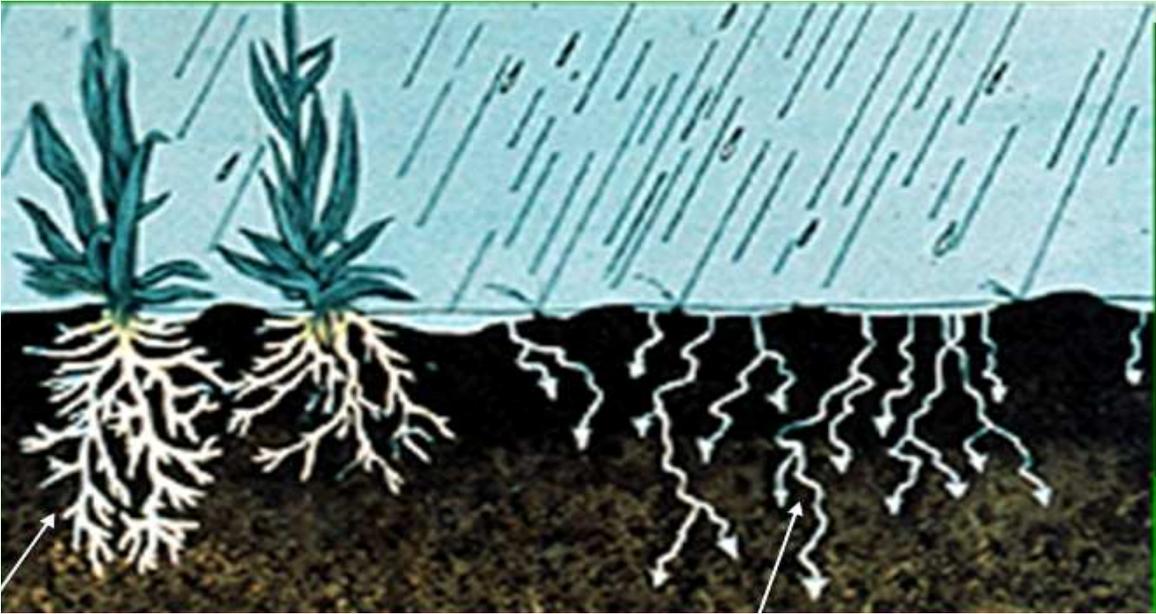


Organismos

Los organismos presentes en el suelo dependen fuertemente la temperatura y precipitación.

Plantas, animales y microorganismos participan en el desarrollo del suelo. f En zonas áridas, la vegetación suele ser escasa, limitando la actividad biológica en el suelo.

Efecto de la vegetación



Rizodeposición y Acción mecánica
Líquenes



Influencia de la lombriz de tierra



Lumbricus terrestris

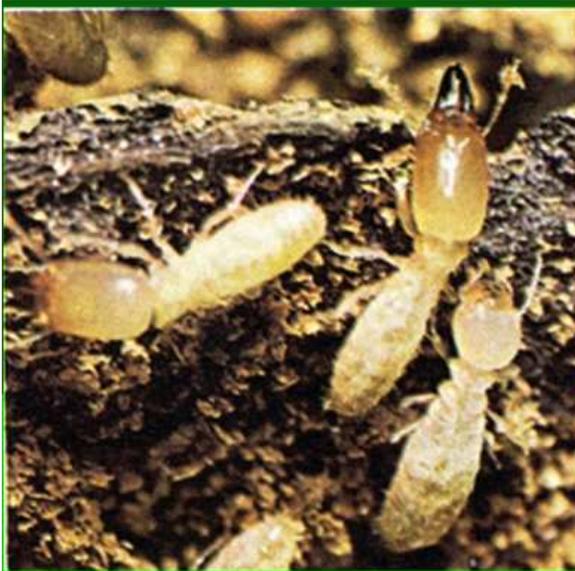


Agregados

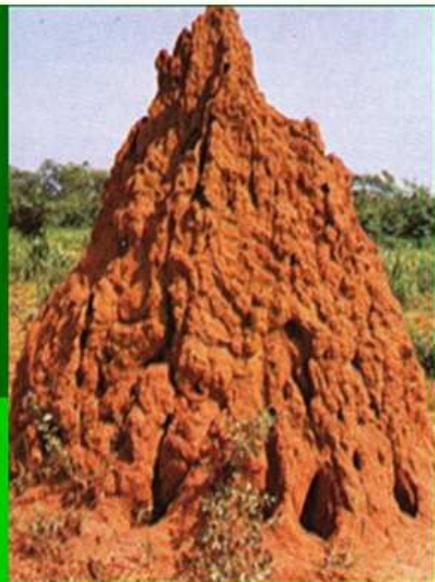


Galerías de lombriz

Influencia de las termitas

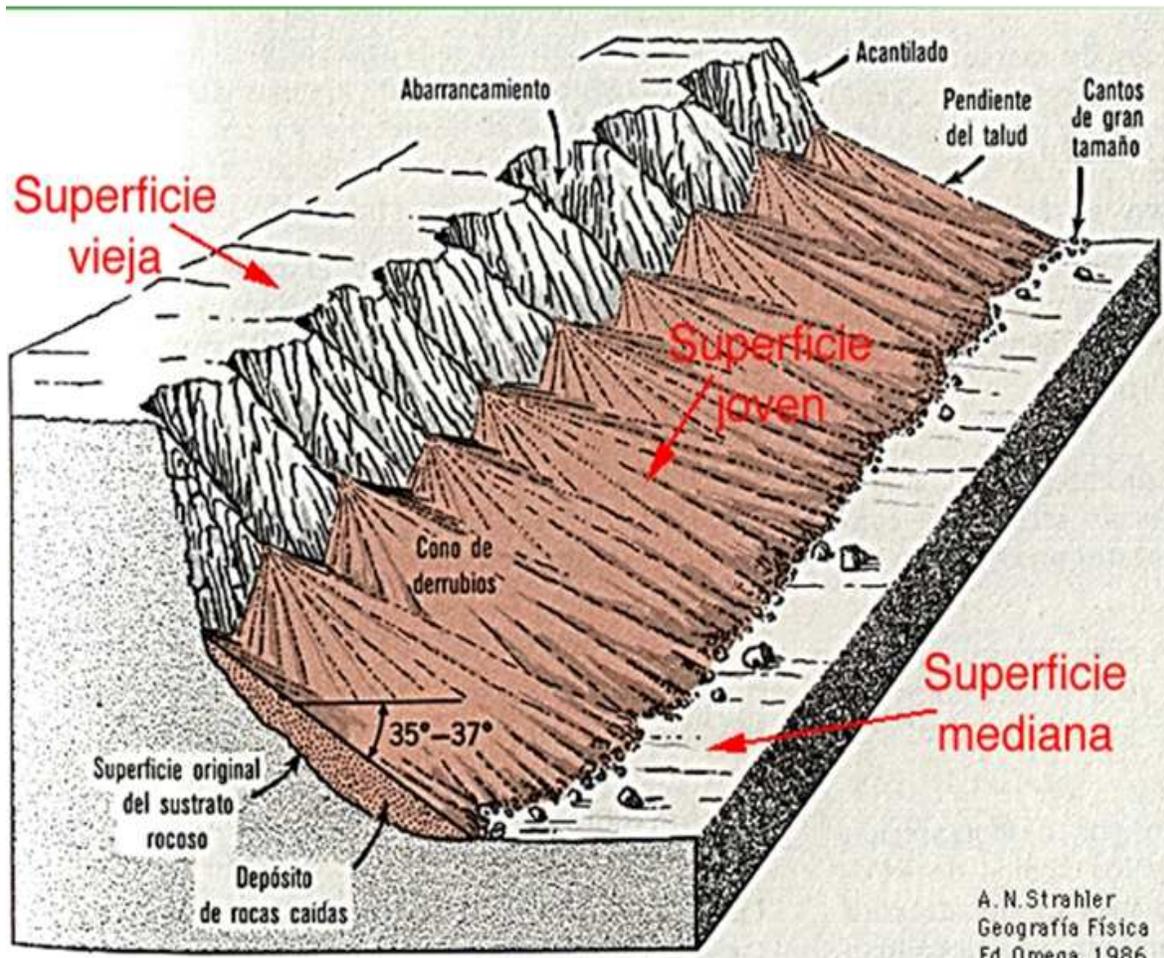


Termitas



Termiteros

Cronosecuencia en el suelo



Clastismo

Consiste en la ruptura físico-mecánica de las rocas de la corteza terrestre. f Ocurre por diversos agentes denominándose:

Termoclastismo. f Crioclastismo. f Hidroclastismo. f Haloclastismo

Termoclastismo

Consiste en la ruptura o fragmentación de rocas por efecto de los cambios bruscos de temperatura ambiental. f Los minerales oscuros absorben mas radiación solar y se dilatan mas. f Se da principalmente en zonas áridas.

Crioclastismo

Consiste en la fragmentación de las rocas por efecto de la expansión del agua contenida al congelarse.

Ocurre en regiones donde la temperatura ambiental puede disminuir por debajo de 0 °C.

El agua infiltrada en grietas en las rocas actúa como cuña al expandirse.

Puede también originar presión hidráulica y neumática.

Hidroclastismo

Consiste en la ruptura de rocas que pueden absorber agua, como resultado de la expansión y contracción de minerales arcillosos.

Las arcillas pueden aumentar de volumen (hinchamiento) cuando se hidratan, y se contraen al secarse.

Los estratos de arcilla pueden descolocar a otros materiales yuxtapuestos.

Haloclastismo

Consiste en la ruptura de estratos que contienen sales higroscópicas (que pueden absorber agua atmosférica).

f Las sales higroscópicas, al igual que las arcillas pueden aumentar de volumen cuando se hidratan y se contraen al secarse. f Las sales pueden también licuarse por disolución, desencajando a los materiales vecinos.

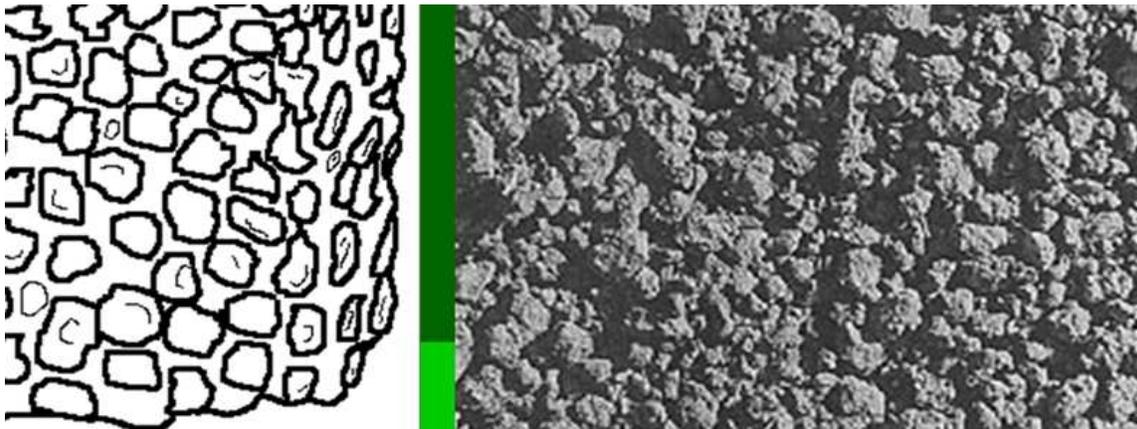
Hidrólisis

Corresponde a la descomposición de minerales contenidos en el material parental, por acción del agua y de ácidos.

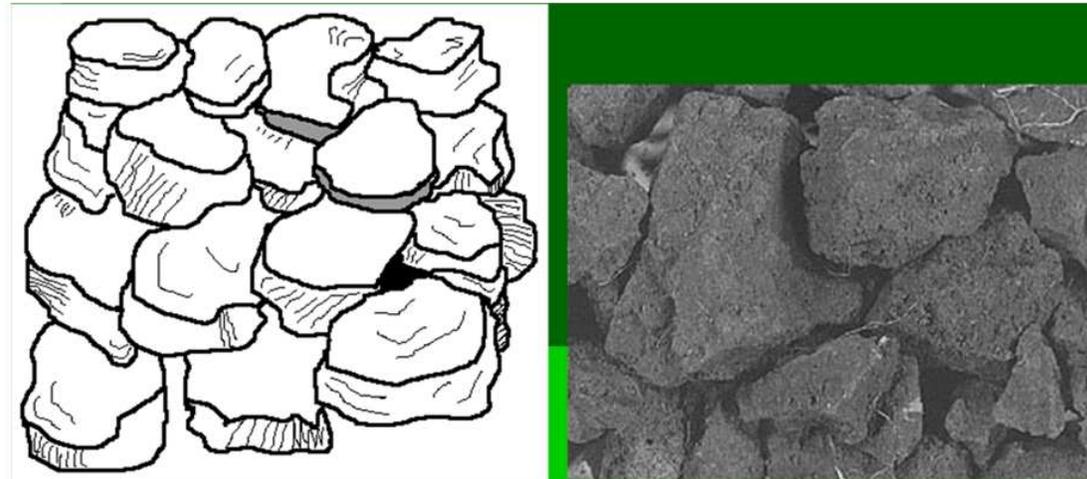
Hidratación

Es el proceso de inclusión de moléculas de agua dentro de la estructura cristalina de los minerales. Ocurre durante los periodos húmedos, en tanto que el proceso inverso (deshidratación) ocurre en periodos secos.

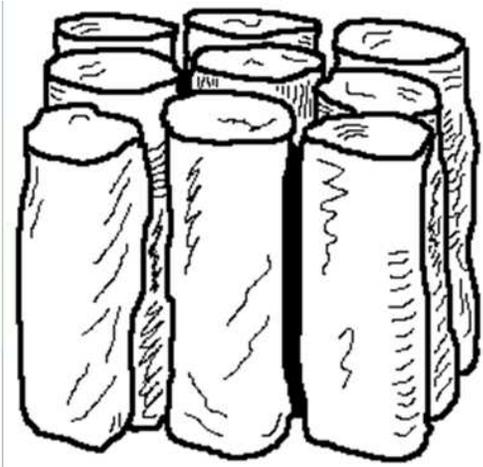
La hidratación puede cambiar algunas propiedades físicas de los minerales

Estructura granular

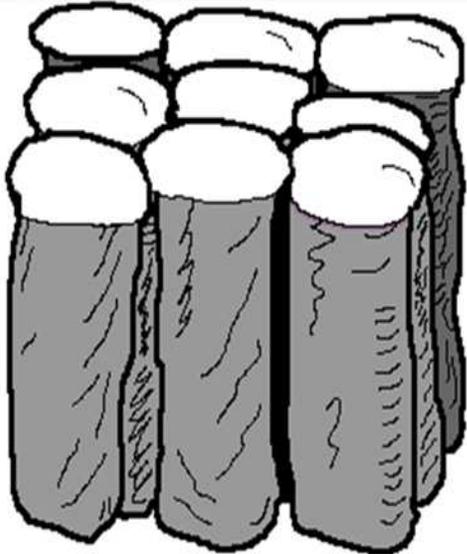
Estructura blocosa o cúbica



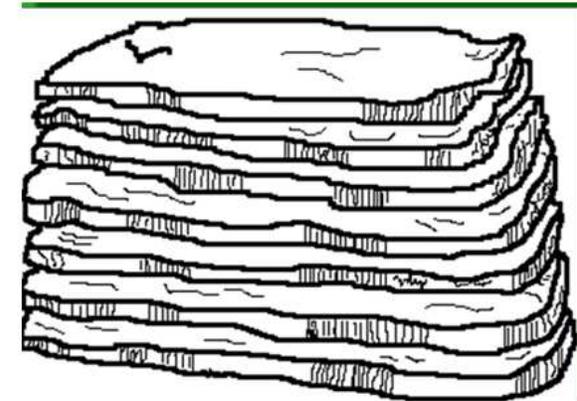
Estructura prismática



Estructura columnar



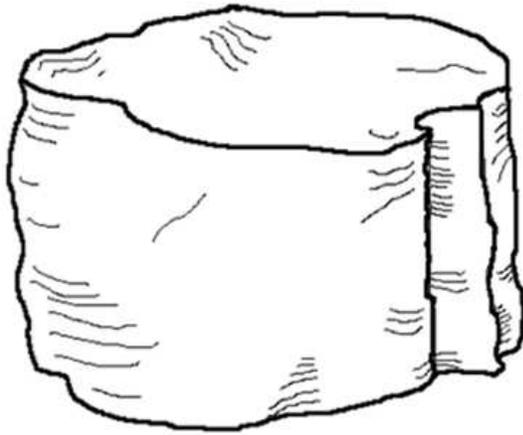
Estructura laminar



Grano simple



Masivo



Clases de estructura de acuerdo al tipo

| Tipo | Clase (mm) | | | | |
|-------------------|------------|---------|---------|----------|------------|
| | Muy fina | Fina | Media | Gruesa | Muy gruesa |
| Granular | < 1 | 1 – 2 | 2 – 5 | 5 – 10 | > 10 |
| Migajosa | < 1 | 1 – 2 | 2 – 5 | --- | --- |
| Bloque angular | < 5 | 5 – 10 | 10 – 20 | 20 – 50 | > 50 |
| Bloque subangular | < 5 | 5 – 10 | 10 – 20 | 20 – 50 | > 50 |
| Prismática | < 10 | 10 – 20 | 20 – 50 | 50 – 100 | > 100 |
| Columnar | < 10 | 10 – 20 | 20 – 50 | 50 – 100 | > 100 |
| Laminar | < 1 | 1 – 2 | 2 – 5 | 5 – 10 | > 10 |

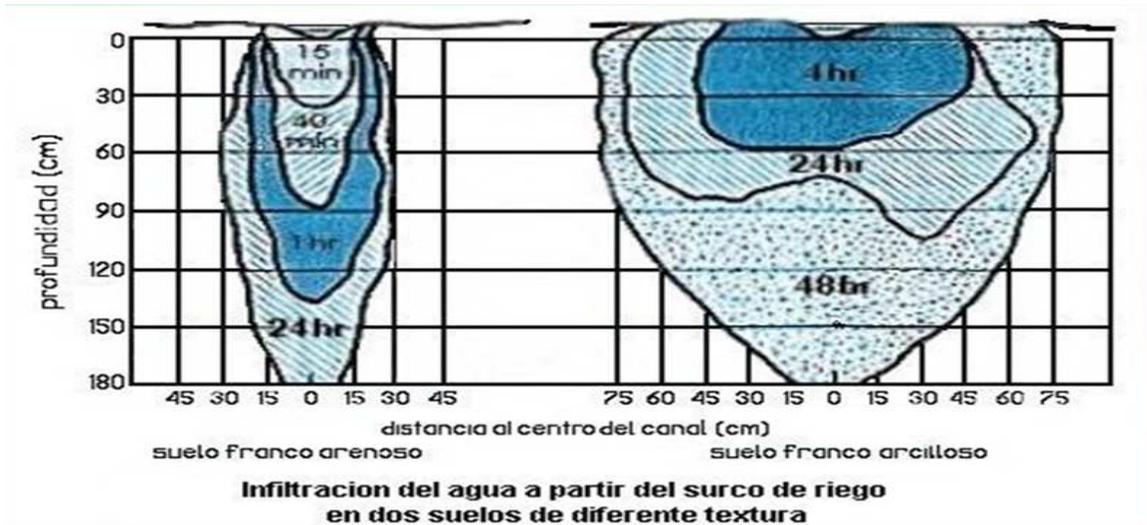
Densidad aparente del suelo

| Clase Textural | Densidad aparente (Mg.m ⁻³) |
|------------------|---|
| Arena | 1.7 - 1.6 |
| Franco arenoso | 1.6 - 1.5 |
| Franco | 1.4 - 1.3 |
| Franco limoso | 1.4 - 1.3 |
| Franco arcilloso | 1.3 - 1.2 |
| Arcilla | 1.2 - 1.1 |

Porosidad del suelo

| Clase Textural | Porosidad (%) |
|------------------|---------------|
| Arena | 38 |
| Franco arenoso | 42 |
| Franco | 50 |
| Franco limoso | 50 |
| Franco arcilloso | 54 |
| Arcilla | 58 |

Permeabilidad del suelo



Valores de la tasa de infiltración del suelo

| Clase | Tasa de infiltración (mm/h) | Suelos |
|----------|-----------------------------|---|
| Muy baja | < de 2.5 | Arcillas |
| Baja | 2.5 – 15.0 | Superficiales, altos en arcillas o bajos en materia orgánica. |
| Media | 15.0 – 50.0 | Franco y limosos |
| Alta | > de 50.0 | Profundos, arenosos |

Clases de permeabilidad del suelo

| Clase | Valor (cm/h) | Tipo de suelo |
|----------------------|--------------|---|
| Muy lenta | < de 0.125 | Arcillas, claypan, masivos |
| Lenta | 0.125 – 0.50 | Arcillas masivas, limos masivos |
| Moderadamente lenta | 0.50 – 2.0 | Franco arcillo limoso |
| Moderada | 2.0 – 6.25 | Franco limoso, Franco |
| Moderadamente rápida | 6.25 – 12.5 | Franco arenoso |
| Rápida | 12.5 – 25.0 | Arena franca, suelto sin estructura |
| Muy rápida | > de 25.0 | Arena franca gruesa, Arena suelta, grano simple |

Sistemas de clasificación de la profundidad efectiva del suelo

| Clasificación | Rango de profundidad (cm) | |
|------------------------|---------------------------|-------------|
| | Storie | USDA |
| Somero | --- | Menos de 15 |
| Muy superficial | Menos de 30 | 15 – 25 |
| Superficial | 30 – 60 | 25 – 50 |
| Moderadamente profundo | 60 – 90 | 50 – 100 |
| Profundo | 90 – 120 | 100 – 150 |
| Muy profundo | Más de 120 | Más de 150 |

Tolerancia comparativa de diferentes cultivos a un nivel freático alto y aireación restringida

| Plantas tolerantes a un nivel freático constante a cada profundidad | | | |
|---|------------|------------|---------------------|
| 15 – 25 cm | 40 – 60 cm | 75 – 90 cm | 100 a más cm |
| Trébol ladino | Alfalfa | Maíz | Trigo |
| Grass de huertos | Papa | Arveja | Cebada |
| Festuca | Sorgo | Tomate | Avena |
| | Mostaza | Mijo | Arveja |
| | | Col | Fríjol |
| | | Vainita | Fríjol terciopelo |
| | | | Remolacha azucarera |
| | | | Colza |

Distribución del agua en el mundo

| | |
|---------------------|----------------|
| Océanos | 97.2 % |
| Agua dulce | 2.8 % |
| - Hielos antárticos | 2.1 % |
| - Agua superficial | 0.1 % |
| - Agua subterránea | 0.6 % |
| Total | 100.0 % |

La fase líquida del suelo

- **La fase líquida esta representada por el agua del suelo.**
- **La solución suelo contiene además de agua:**
 - **Iones disueltos: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , etc.**
 - **Solutos orgánicos: ácidos orgánicos, aminoácidos, azúcares, ácidos fúlvicos.** – **Gases disueltos: N_2 , O_2 , CO_2 , etc.**

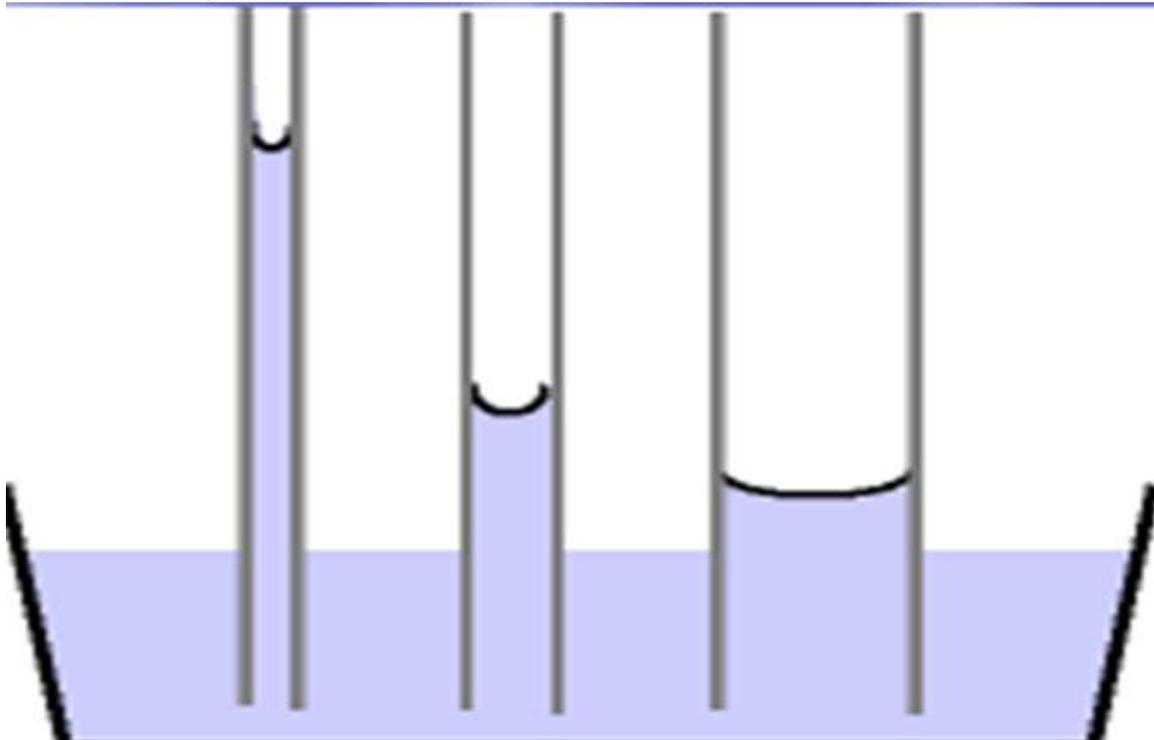
Propiedades generales del agua

- **Punto de fusión: 0 °C.**
- **Punto de ebullición: 100 °C.**
- **Calor de fusión: 80 cal/g.**
- **Calor de vaporización: 540 cal/g.**
- **Calor específico: 1 cal/g/°C.**

Capacidad de retención de agua

- Se refiere a la capacidad del suelo de almacenar agua disponible para las plantas.
- Se relaciona con la textura y la estructura.
- Influyen también, los contenidos de arcilla y materia orgánica en el suelo.

Fenómeno de capilaridad



Parámetros para determinar el color del suelo

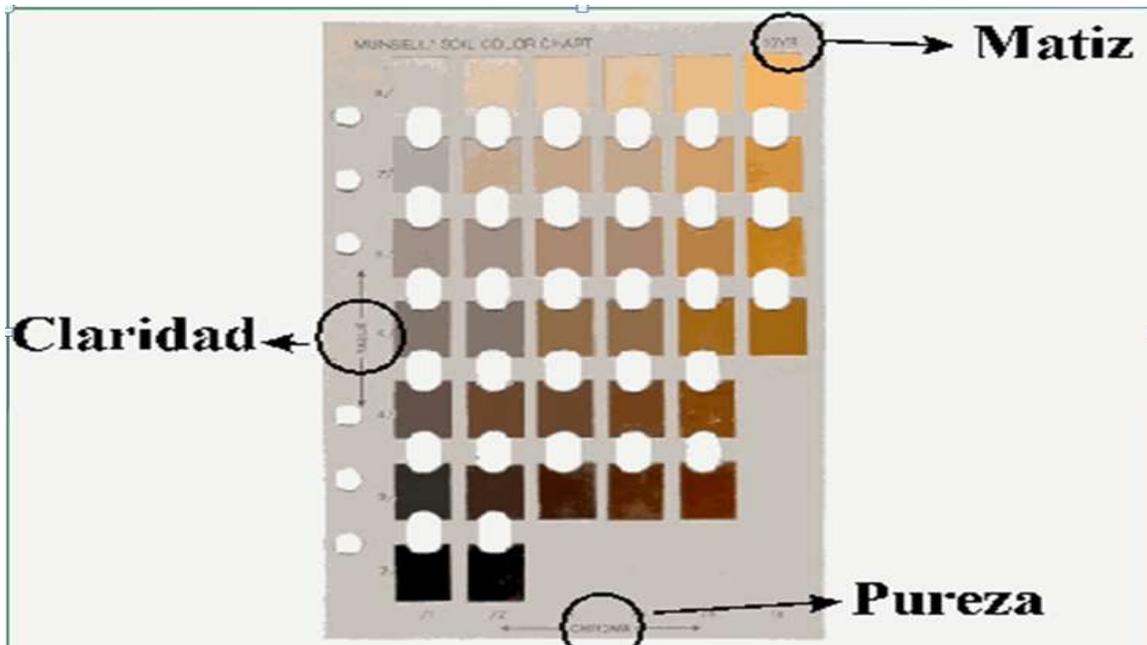
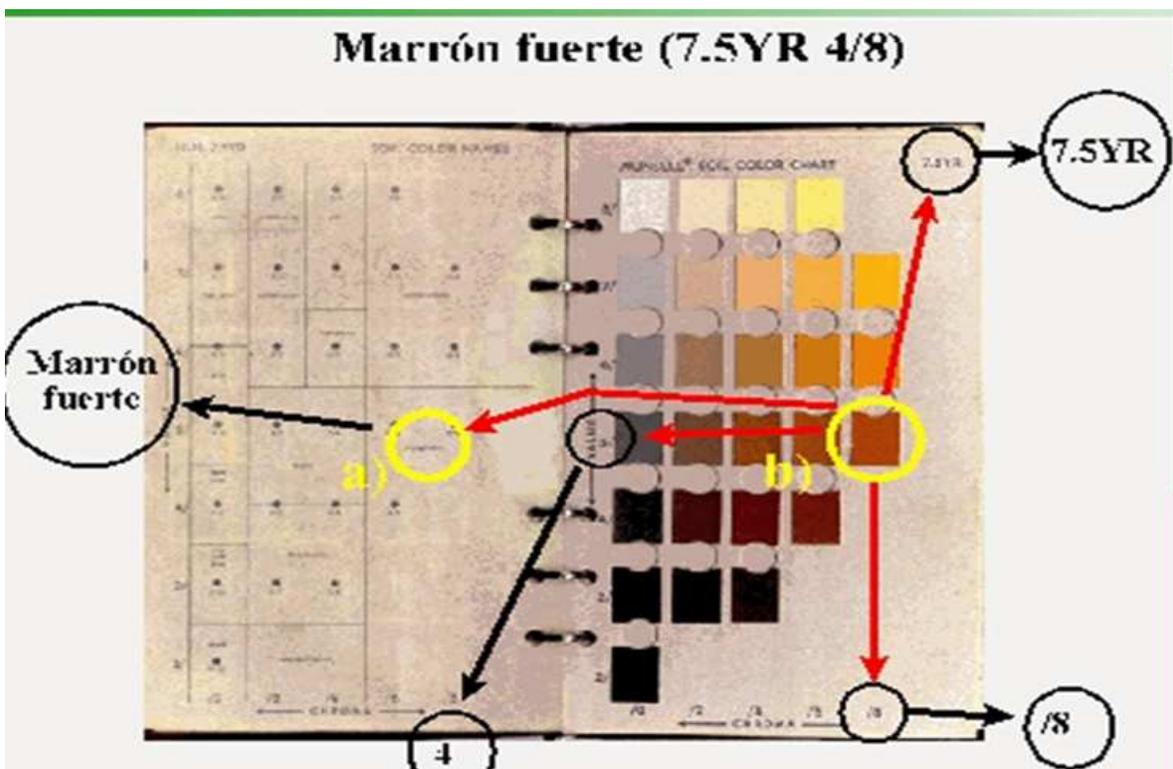


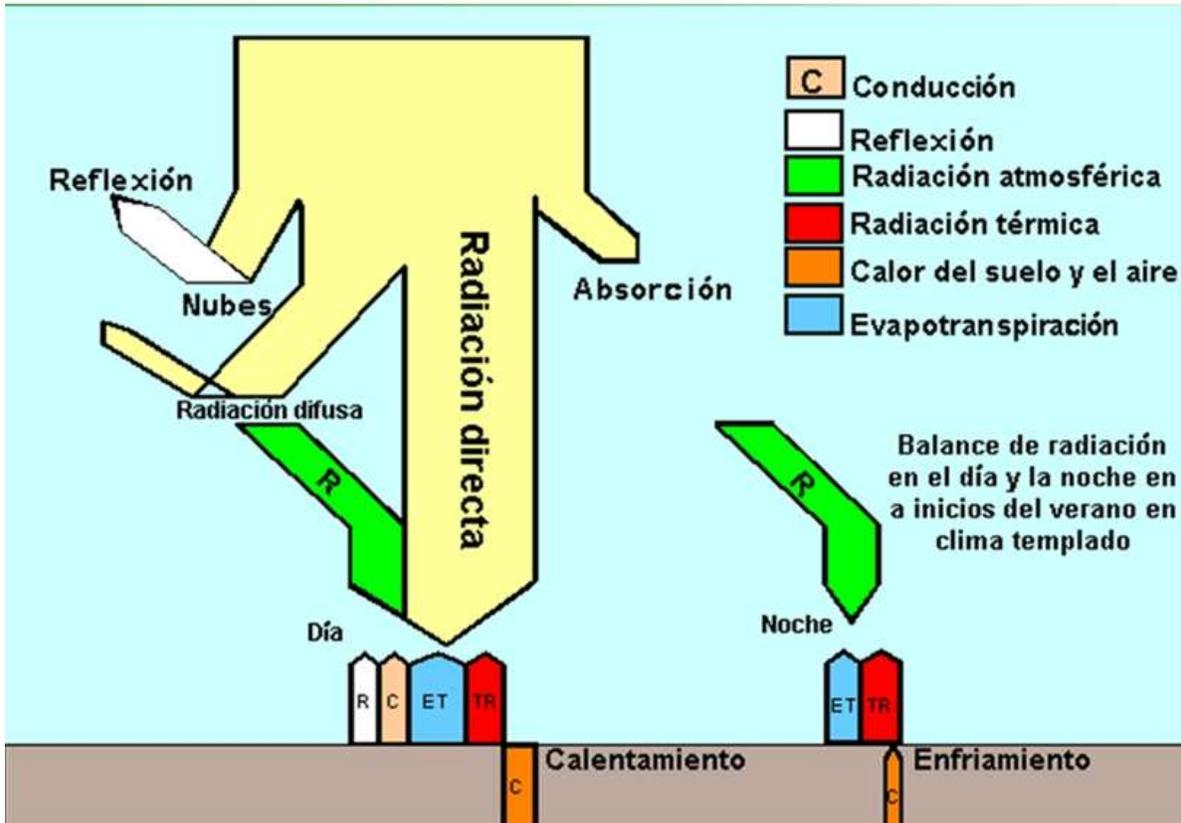
Tabla de colores del suelo de Munsell



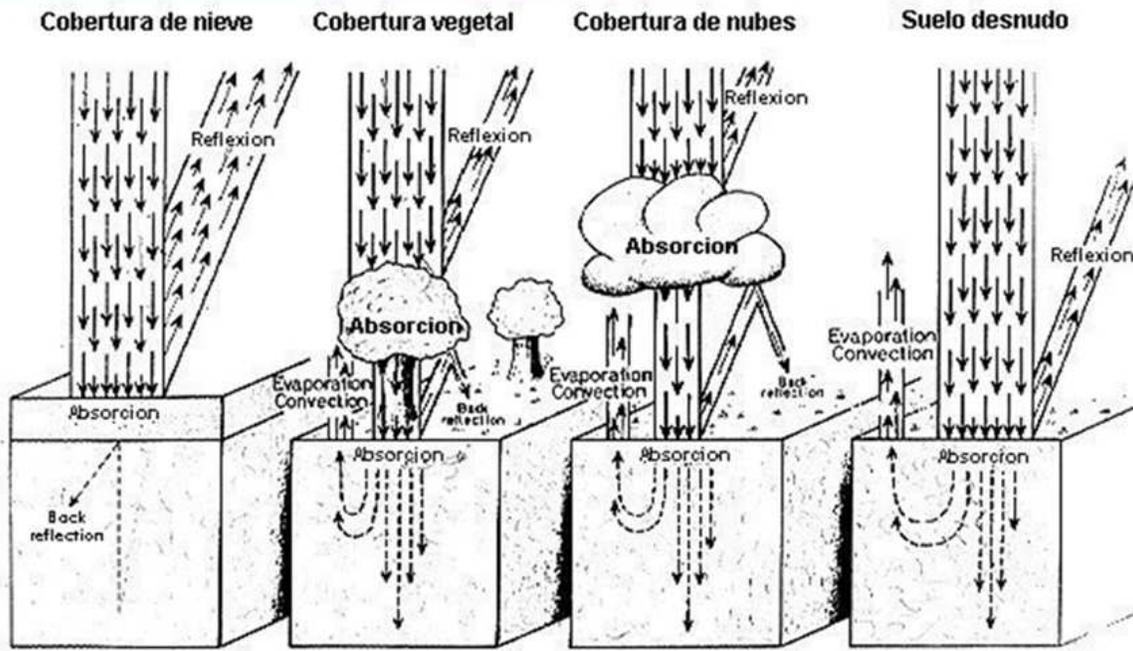
Colores de suelos



Balace de calor en el suelo



Uso de radiación solar por varia superficies



(E.A. FitzPatrick. 1980. Soils. Longman)

Utilización de la radiación solar

Variación diurna de la temperatura del suelo a diferentes profundidades

