

BLOQUE 5: PROCESOS GEOLÓGICOS EXTERNOS

(PARTE 1)- METEORIZACIÓN Y SUELOS

1-METEORIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA.

1.1- Concepto.

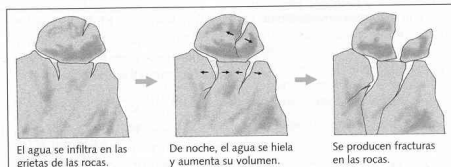
Puede definirse meteorización como "alteración que sufren las rocas de la superficie terrestre por acción de los agentes atmosféricos (agua, dióxido de carbono, oxígeno) y de los seres vivos". Una segunda definición sería "Alteración que experimentan las rocas como respuesta a las condiciones termodinámicas y químicas de la superficie, distintas a las de la formación"

1.2- Meteorización mecánica o física.

Se entiende por meteorización mecánica cualquier proceso que conduzca a la disgregación, rotura y fragmentación en granos más pequeños. Existen cinco tipos básicos de meteorización mecánica:

a) Crioclastia.

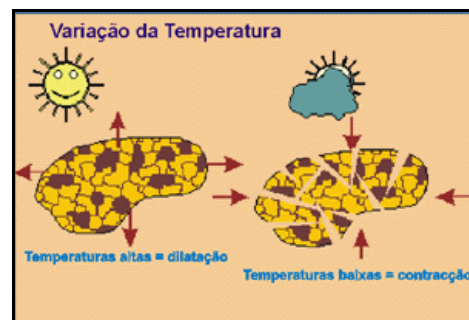
El agua penetra en las grietas o fisuras de las rocas. Al congelarse aumenta su volumen y la grieta se ve sometida a tensiones que acaba por agrandarla. La presión puede alcanzar hasta 200 atmósferas. Es un mecanismo muy activo en zonas de fuerte oscilación térmica día-noche o verano-invierno.



b) Termoclastia.

La insolación diurna y el enfriamiento nocturno de las rocas de la superficie pueden provocar en ellas fenómenos de dilatación y contracción capaces de

desencadenar el resquebrajamiento y rotura del terreno. En este proceso colabora la pequeña conductividad térmica de las rocas y la diferente absorción calorífica de los distintos minerales constituyentes. Estos fenómenos son más eficaces en las regiones desérticas, donde las oscilaciones térmicas diarias son muy acusadas y además no existe cobertura vegetal que proteja a las rocas de la insolación.



c) Haloclastia.

Es la fragmentación de las rocas debida a la cristalización de sales en los poros y fisuras. Estas sales son aportadas por las aguas superficiales o subterráneas y puede someter a las rocas a una disgregación granular. La máxima expresión de este fenómeno se produce en los desiertos litorales.

d) Lajamiento por descompresión.

Es el proceso que afecta a muchas rocas y que desemboca en su separación en planos paralelos entre sí y con la superficie, muy similares al diaclasado de origen tectónico. Es debido a una pérdida de presión confinante debido al desmantelamiento erosivo de las rocas suprayacentes.

e) Acción mecánica de los seres vivos.

La vegetación ejerce un papel de retención, protegiendo a las rocas de la erosión y del arrastre por aguas superficiales. Pero junto a este hecho, las raíces son capaces de abrir y ampliar grietas preexistentes de las rocas, colaborando en su desgajamiento y separación en bloques, mediante apalancamiento en cuña a medida que se produce el crecimiento de la raíz. Incluso animales como hormigas y termitas disgregan enormes cantidades de roca al excavar sus nidos.



1.3- Meteorización química.

La composición de los minerales que constituyen las rocas es muy importante para determinar su susceptibilidad a la alteración. Así, determinados minerales (olivino, piroxeno) cambian rápidamente de composición en superficie por el ataque químico del agua o del oxígeno. Otros en cambio, resisten mucho mejor esta alteración y prácticamente son estables (cuarzo). De este modo las rocas no sólo serán disgregadas, sino que también modificarán su composición. La porosidad y permeabilidad será también determinante en la rapidez con la que actúe la meteorización química. Existen cinco tipos de esta clase de meteorización.

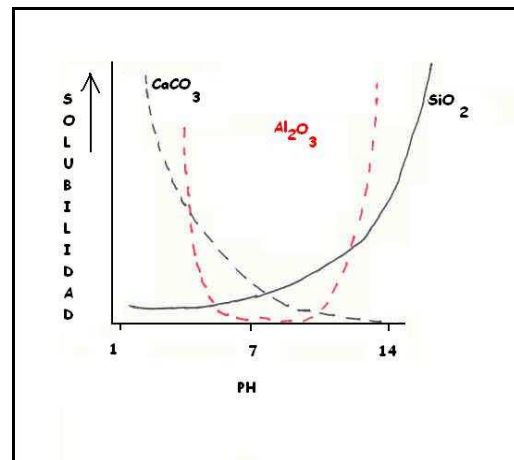
a) Oxidación.

Una sustancia común y abundantemente disuelta en las aguas superficiales es el oxígeno atmosférico que es capaz de oxidar algunos elementos químicos existentes en los minerales, sobre todo los cationes metálicos.



b) Disolución.

Afecta a aquellas rocas que son directamente solubles en agua en menor o mayor grado. El fenómeno se produce sobre cloruros como la halita o la silvina, y con menor intensidad en sulfatos como el yeso.



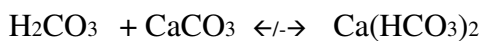
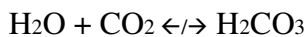
Algunos minerales son solubles o no de acuerdo con el PH del medio.

c) Hidrólisis.

Es el ataque que sufren los silicatos por parte del agua dissociada que actúa sustituyendo los cationes de la red cristalina por iones H^+ , y los aniones por grupos OH^- , originando hidróxidos metálicos y arcillas.

d) Carbonatación.

El dióxido de carbono de la atmósfera se combina con moléculas de agua dando lugar a ácido carbónico. Este ácido modifica las condiciones de Ph del suelo, convirtiéndolo en un medio ácido, lo que facilita la transformación de muchos silicatos y la disolución del carbonato cálcico. Este proceso es más frecuente en calizas, pero se verifican en cualquier tipo de material. En el caso concreto de las calizas, el ácido carbónico transforma al carbonato de calcio (insoluble) en bicarbonato de calcio (soluble), favoreciendo la disolución de la roca según la reacción:



e) Acción química de los seres vivos.

Las plantas controlan la cantidad de agua que se infiltra en el terreno y le suministra dióxido de carbono, acidificándola. También existen bacterias y microorganismos que contribuyen a elevar el contenido de CO_2 y aceleran la velocidad de muchas reacciones químicas. La excreción de los animales genera también productos que modifican el Ph del suelo.

1.4- Resultados de la meteorización.

La meteorización hace que una roca, inicialmente bastante homogénea, acabe convirtiéndose en algo con propiedades

nuevas. Estos son los productos resultantes de la meteorización.

a) Regolitos: mantos de alteración.

Es la capa de materia mineral blanda, porosa y deformable situada por encima de la roca madre. Se aplica genéricamente y en sentido amplio a cualquier tipo de película mineral relativamente suelta y depositada sobre roca firme. Se compone de:

-minerales inalterados que han resistido la meteorización sin cambios químicos (cuarzo, feldspatos)

-Minerales neoformados: minerales que son el resultado de la transformación de otros preexistentes (arcillas, óxidos metálicos)

b) Iones en disolución.

Cationes y aniones que son transportados por el agua. En última instancia acaban en las cuencas sedimentarias.

2- EL SUELO.

2.1- Concepto.

En ingeniería del terreno se define suelo como "un conjunto de material sólido no litificado". Desde este punto de vista el suelo es un cuerpo blando, compactable y deformable, capaz de almacenar y transmitir agua. Puede ser tanto natural como artificial.



En Geología por el contrario, se define suelo como "medio más superficial de la litosfera que tiene su origen en la meteorización de la roca madre y el asiento de la vida" Definido así, el suelo es un sistema en equilibrio con la litosfera, la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera.

2.2- Composición del suelo.

El suelo es un sistema multifásico con sólidos, líquidos, gases. En él pueden encontrarse materia orgánica e inorgánica.

a) Parte inorgánica.

-sólidos. Los sólidos del suelo tienen su origen en los restos de la roca madre meteorizada y en otros minerales que se han ido formando in situ. Según su origen los sólidos se clasifican en:

-minerales heredados (fragmentos de roca madre sin alterar)

-partículas coloidales (minerales neoformados procedentes de la hidrólisis de silicatos. Generalmente son arcillas)

-agregados organo-minerales. (Complejos mixtos que contienen iones minerales y que constituyen los nutrientes de las plantas. Contienen cationes de Ca, Mg, K, Fe y Zn. Entre los aniones abundan los sulfatos y fosfatos)

La fracción sólida del suelo está constituida por granos de diferentes tamaños. Su abundancia relativa se denomina "textura del suelo" y determinará las propiedades agronómicas e hidráulicas del suelo.

-Arena (granos con un diámetro comprendido entre 2 mm y 1/16 mm)

-Limo (granos con un diámetro comprendido entre 1/16 mm y 1/256 mm)

-Arcilla (granos con un diámetro inferior a 1/256 mm)

Un suelo arenoso tendrá buena aireación pero no retendrá el agua. Un suelo arcilloso tendrá escasa aireación y tendrá tendencia a encharcarse. Desde el punto de vista agronómico, la mejor de las posibilidades es la denominada "textura franca" que contiene un 50% de limo, un 25% de arena y un 25% de arcilla.

-líquidos. Ocupan los poros del suelo total o parcialmente. Mayoritariamente es agua, pero también existen líquidos procedentes de la actividad de los seres vivos, como los alcoholes.

El agua del suelo presenta un doble interés:

-Como vehículo de transporte que produce el lavado, arrastre y concentración de los minerales.

-Como agente protagonista de reacciones químicas que conlleva la formación de otros minerales, o la descomposición de los mismos.

-gases. También se encuentran ocupando los poros y dotan al suelo de una mayor o menor aireación. Los gases acumulados pueden variar en función de las reacciones químicas que tengan lugar y el grado de descomposición de la materia orgánica, siendo en general, más ricos en dióxido de carbono y más pobres en oxígeno que el aire atmosférico, debido a la actividad biológica.

b) Parte orgánica.

La fracción orgánica es aportada al suelo por la vegetación y la fauna. Sufre

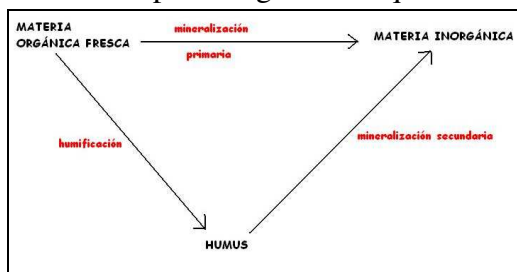
rápida transformación de humificación.

La materia orgánica del suelo se encuentra dentro de los propios seres vivos, o entre sus restos.

Es importante destacar que el suelo es un soporte necesario para la vida, pero que el suelo es, en sí mismo, un ecosistema donde abunda la vida. En una hectárea de suelo de encinar, pueden encontrarse los siguientes seres vivos.

- Bacterias 1000-7000 Kg.
- Artrópodos 1000 Kg.
- Lombrices 350-1000 Kg.
- Hongos 100-1000 Kg.
- Algas 1-300 Kg.
- Protozoos 5-10 Kg.

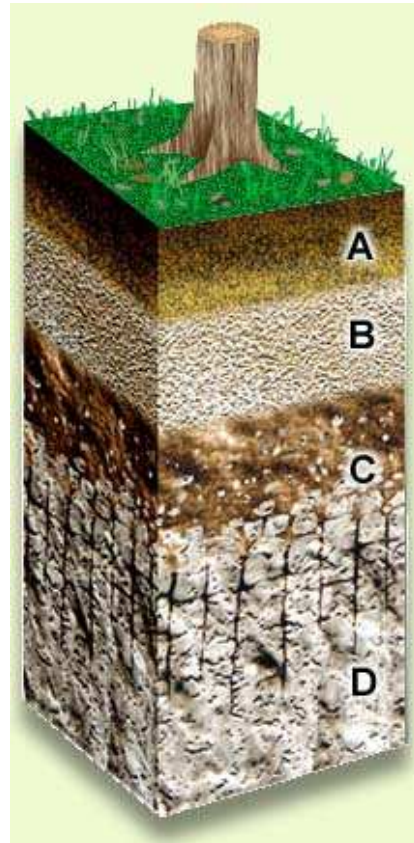
El camino que sigue la materia orgánica desde su depósito hasta su desaparición viene dado por el siguiente esquema.



2.3- Estructura del suelo.

La formación de un suelo a partir de una roca madre, se inicia con un proceso de meteorización que origina una superficie alterada que puede degenerar en materiales sueltos (regolitos). Estas alteraciones permiten la infiltración de agua, que junto con aportes de materia orgánica por parte de los seres vivos posibilita el desarrollo de suelos y por otro lado, la alteración de los restos de

materia orgánica y su mezcla con los productos de la meteorización.



Si se dispone de suficiente tiempo, cuando el suelo se haya desarrollado completamente estará estructurado en una serie de capas paralelas a la superficie que reciben el nombre de horizontes.

En climas templados predomina la siguiente estructura:

-Horizonte A. Es la zona más superficial y también se denomina horizonte de lavado. Es el lugar donde incide la lluvia (agua casi destilada) lo que produce una intensa disolución de los minerales de la superficie, y posterior transporte hacia capas más profundas (lixiviación). Por otro lado, es el lugar donde se acumula la mayor parte de la materia orgánica (caída de hojas, excrementos, cadáveres), lo que le confiere una tonalidad más oscura que el resto. El horizonte A, en

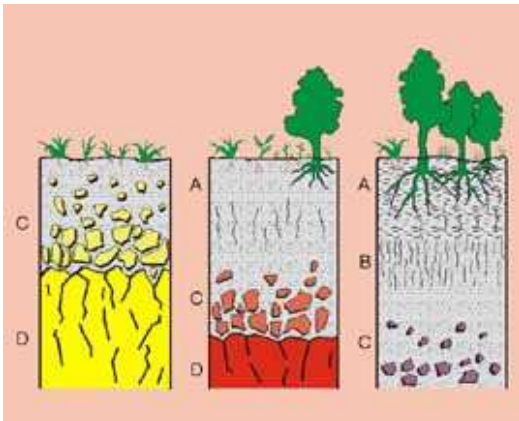
resumen, es rico en materia orgánica y pobre en sales minerales.

-Horizonte B. Se sitúa a continuación del horizonte A. Es mucho más pobre en materia orgánica y más rico en sales minerales, en parte porque muchas de las sales lixiviadas en la superficie precipitan en él. Por eso también es llamado horizonte de precipitación.

-Horizonte C. Es el más profundo y representa una zona de transición entre el suelo y la roca madre. En él se produce la meteorización de la roca, proceso que va progresando hacia abajo.

La génesis de un suelo es un proceso lento que puede tardar cientos o miles de años en desarrollarse. El primer horizonte en aparecer es el C, y posteriormente aparecerán el A y el B. Como resumen, un suelo pasará por una serie de etapas desde su comienzo hasta su madurez:

$C \rightarrow AC \rightarrow ABC$



2.4- Factores que controlan la formación de un suelo.

A) Clima.

Las condiciones meteorológicas locales determinarán el tipo de suelo que se desarrolle en un área geográfica por dos caminos distintos:

-directamente a través de la meteorización que se produce. Influyen extraordinariamente factores como la oscilación térmica, la estacionalidad, la humedad, las lluvias, etc.

-indirectamente a través del tipo de vegetación de cada banda climática.

B) Roca Madre.

La composición de la roca original influye sobre todo en el tiempo en el que tarda en desarrollarse el suelo, pero también en su composición final.

No se alterará a la misma velocidad una arcilla (blanda) que una cuarcita (dura) No quedará el mismo residuo mineral en un yeso (roca soluble) que sobre un granito (prácticamente insoluble) Es conocido que los suelos que se desarrollan sobre rocas volcánicas son extraordinariamente fértiles.

C) Topografía.

Controla la distribución de suelos en un paisaje como consecuencia de los microclimas que se crean en laderas de distinta orientación, y la distinta erosión por la escorrentía de los diferentes tramos de ladera.

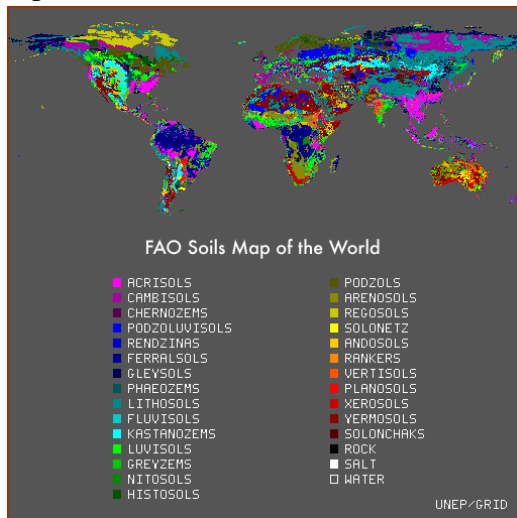
D) Tiempo.

En geología las cosas suceden siempre de modo lento. Los suelos tardan miles de años en desarrollarse. En un clima de tipo mediterráneo como el nuestro, un centímetro de suelo tarda entre cien y mil años en formarse.

ANEXOS.

2.5- Tipos de suelos: regímenes edafogénicos.

Como se ha explicado, el suelo es el resultado de factores como el clima y la vegetación, de modo que una cartografía de suelos indicará bandas semejantes a las climáticas o a la distribución de los grandes ecosistemas. Estos son los suelos maduros más representativos.



-Suelos Gley: Es un tipo de suelo caracterizado por un alto porcentaje de agua subterránea, estancada en verano y congelada en invierno. Acumula una gran cantidad de materia orgánica que nunca llega a descomponerse, dando lugar a las turberas.

-Podzoles: Son suelos desarrollados en climas húmedos y fríos de carácter fundamentalmente arenoso y ácido, con abundante cantidad de humus e el horizonte A, lo que le confiere un marcado color oscuro o negro. Los materiales coloidales son arrastrados a zonas más profundas del horizonte B, de color gris claro (podzol es "ceniza" en ruso) y que corresponden a una zona endurecida.

-Suelos Pardos: Son suelos ácidos con perfiles A-B-C, y se localizan en zonas templadas húmedas.

-Chernozem: Suelos de color pardo o negro, rico en humus y en carbonatos. Presenta estructura en A-B-C y es característico de estepas y praderas de climas continentales.

-Terra Rossa: Son suelos característicos de los climas mediterráneos. En verano se invierte el funcionamiento de los horizontes A y B por la intensa evaporación y el estrés hídrico. El color rojo se debe a los óxidos e hidróxidos de hierro que se generan por la buena aireación.

-Caliches: Son costras calcáreas que se forman en zonas de climas áridos, donde predomina la circulación ascendente del agua debida a la intensa evaporación y capilaridad.

-Lateritas: No son auténticos suelos, sino rocas residuales obtenidas como producto final de la meteorización química extrema que se produce en climas tropicales y ecuatoriales, donde hasta el cuarzo es lixiviado. De este modo, cualquier roca quedará reducido a un residuo de óxidos de hierro y aluminio duro y con aspecto de ladrillo, de ahí su nombre.

A esta lista de suelos climax, habría que añadir otros suelos inmaduros como las rendzinas, desarrolladas sobre calizas, y los rankers sobre rocas silíceas.

SUELOS	CLIMA	BIOMA
GLEYS	POLAR Y SUBPOLAR	TUNDRA
PODZOLES	CONTINENTAL FRÍO	TAIGA
SUELOS PARDOS	OCEÁNICO	B. CADUCIFOLIO
CHERNOZEM	CONTINENTAL	PRADERA-ESTEPA
TERRA ROSSA	MEDITERRÁNEO	B. MEDITERRÁNEO
COSTRAS SALINAS: CALICHES	DESÉRTICO	DESIERTO
LATERITAS	TROPICALES, ECUATORIAL	SABANA SELVA

compactación y del tamaño de los granos.

$$\text{Porosidad} = \frac{\text{Volumen de huecos}}{\text{Volumen total}} \times 100$$

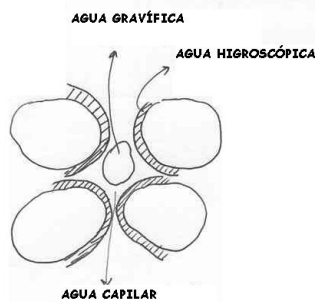
Suele expresarse en tanto por ciento. Una porosidad superior al 15% se considera alta, si está entre el 5 y el 15% se considera media, y si es inferior al 5%, es baja.

Se define como porosidad efectiva al porcentaje de la porosidad total por la que el agua puede circular (porcentaje de huecos conectados)

2.6- Propiedades hidráulicas del suelo.

A) Humedad del suelo.

Se distinguen tres tipos de agua, en función de modo en e que esté unida a las partículas minerales.



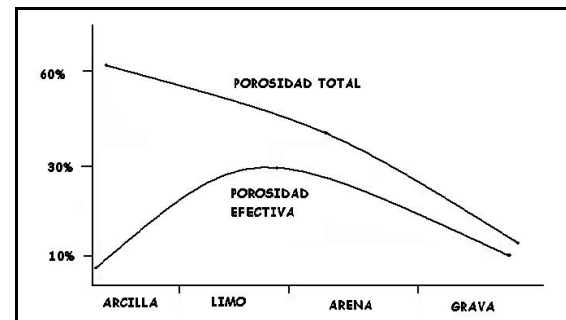
-agua higroscópica. Se encuentra pegada a los minerales por fuerzas electrostáticas. No puede ser absorbida por las plantas.

-agua capilar. Está unida a la película de agua higroscópica mediante fuerzas capilares. Suele ser la que aprovechan las plantas.

-agua gravífica. Circula por gravedad. Abunda en los periodos de lluvias, pero tiende a filtrarse hacia zonas más profundas. En general, tampoco es utilizada por las plantas.

B) Porosidad.

El suelo es un medio poroso que transporta y almacena agua. La porosidad depende de grado de



C) Permeabilidad.

La permeabilidad o conductividad hidráulica, es la velocidad que lleva el agua en un medio poroso. Si la porosidad informa sobre la capacidad de un suelo para almacenar fluidos, la permeabilidad informa sobre la capacidad para transmitir fluidos.

La permeabilidad depende de las propiedades del medio, pero también de la viscosidad del fluido que circula.

$$K = c \cdot d^2 \cdot D / V$$

Siendo:

c= factor forma.

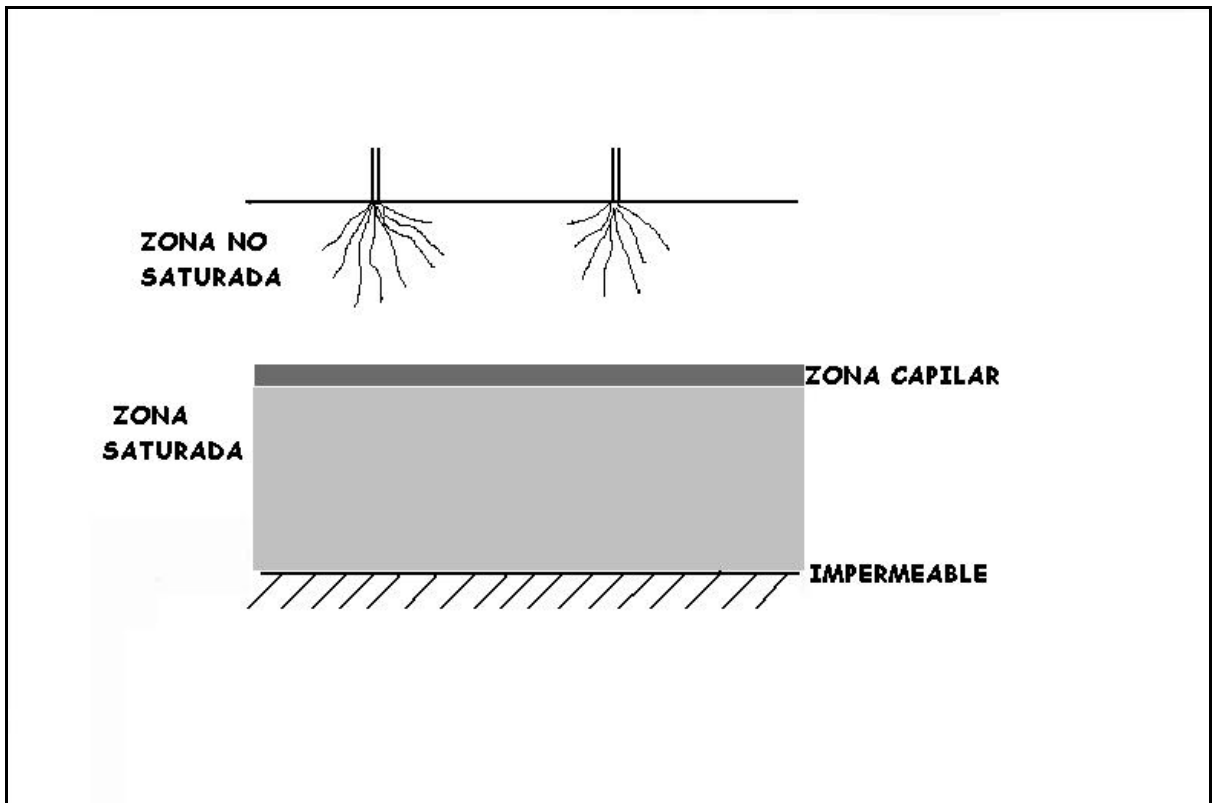
d= diámetro de los poros.

D= densidad del fluido.

V= viscosidad del fluido.

La permeabilidad tiene dimensiones de velocidad. En general, la conductividad hidráulica en arenas varía de 1 a 1000 metros/día. En el limo es del orden de centímetros /día. En arcillas es de milímetros/día.

D) Perfil hidrológico del suelo.



2.7- GALERÍA DE BIOMAS Y SUELOS.



Taiga y Podzol.



Tundra, suelo Gley y turbera.



Estepa y suelo Chernozem.



Bosque caducifolio y suelo pardo.



Bosque mediterráneo y Terra Rossa.



Desierto y costra calcárea (caliche)



Sabana, selva y laterita.



Suelos inmaduros: rendzina y ranker.