

# ORIGEN Y FORMACIÓN DE LOS SUELOS

UNIDAD DE APRENDIZAJE:  
GEOTECNIA I



*Elaboró: José Saturnino Pérez Fajardo*

*Febrero 2023*

## OBJETIVO

---

- Analizar y comprender los fenómenos que dan origen a los suelos, diferenciar entre los suelos orgánicos e inorgánicos (residuales y transportados); e identificar los suelos usados en el contexto de la ingeniería civil.





# Contenido

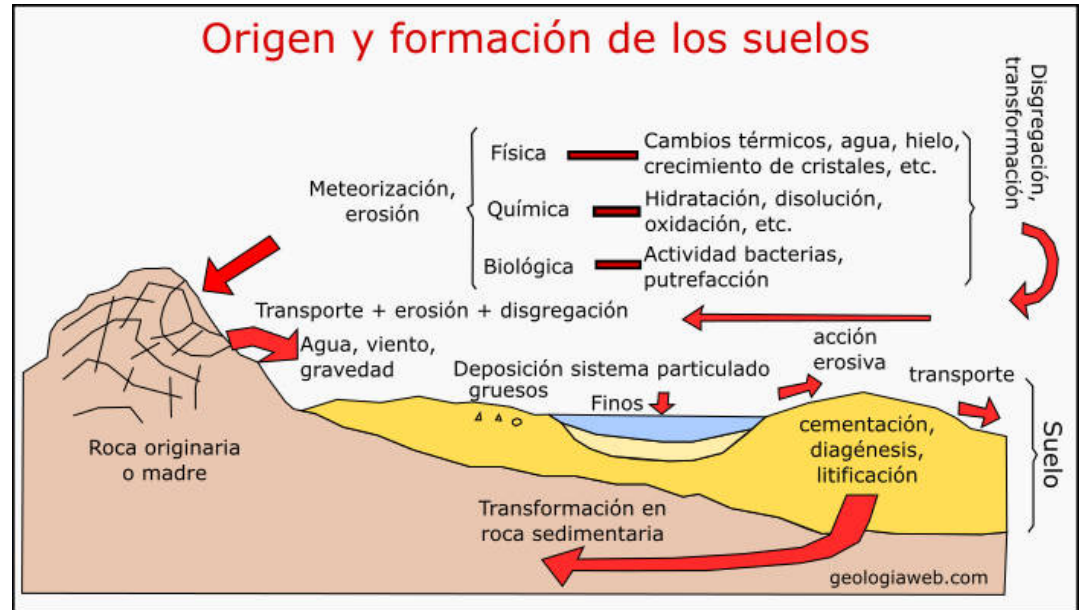
- Definición de suelo
- Suelos Inorgánicos
- Suelos Orgánicos
- Suelos residuales y transportados
- Formación del suelo
- Principales suelos en Ingeniería Civil



**¿Qué es un suelo?**



- A través de un proceso de desintegración mecánica y descomposición química, las rocas de la corteza terrestre forman los materiales sueltos que se encuentran en ella.



(geologiaweb, s.f.)



El geólogo define el suelo como el material resultante de la descomposición y desintegración de las rocas por el ataque de agentes atmosféricos

(Chiossi, N. J., 1975).



El agrónomo define al suelo como la delgada parte superior del manto de rocas en que penetran las raíces de las plantas y donde éstas toman el agua y demás sustancias necesarias para su existencia.

(Tschebotarioff, G. P., 1951).

La  
definición  
dada por el  
Ing. Carlos  
Crespo  
Villalaz es  
la siguiente:



..."Suelo es una delgada capa sobre la corteza terrestre de materia que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ellas se asientan" (Villalaz, C. C., 2007).

# SUELOS INORGÁNICOS

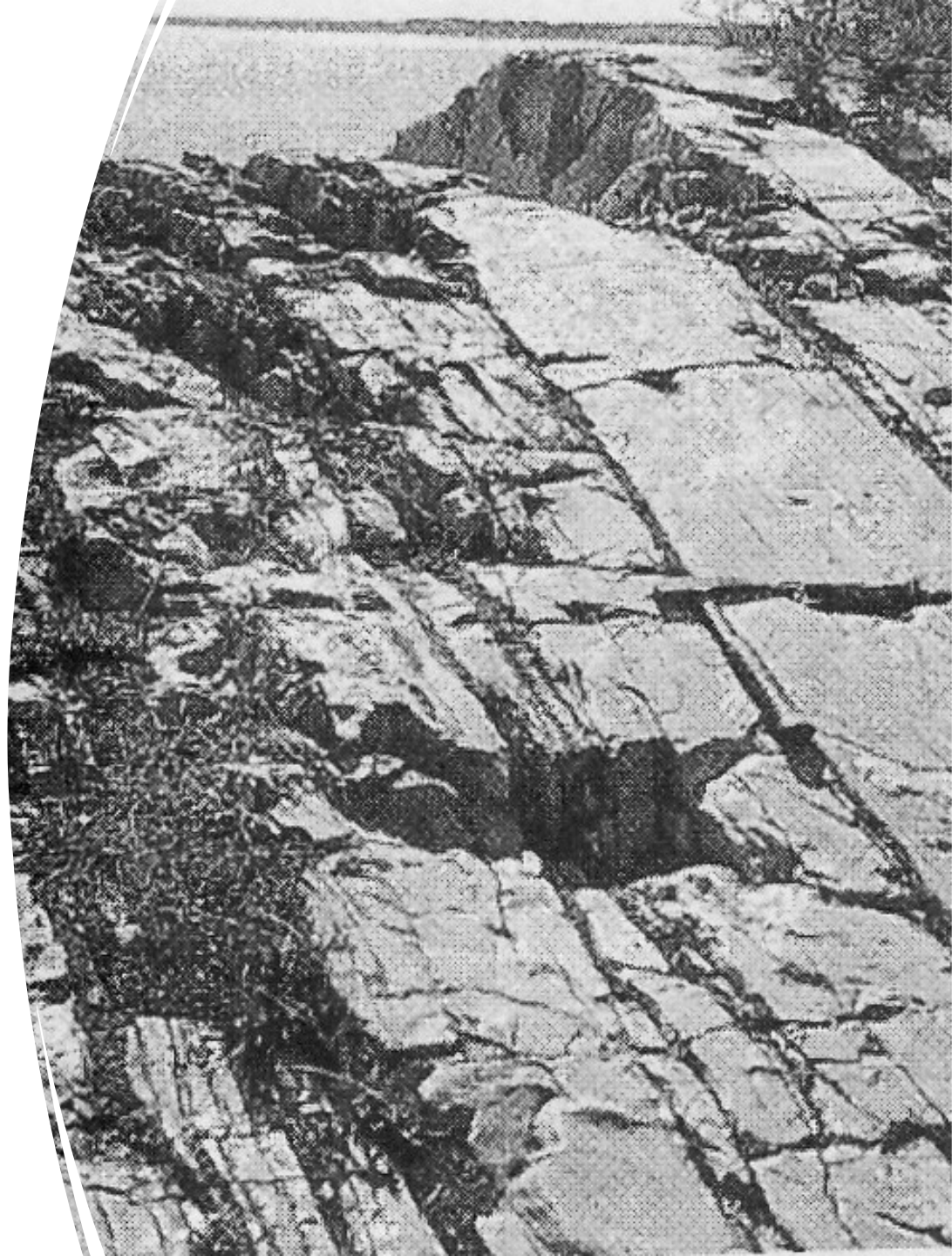
- Los suelos inorgánicos son aquellos formados por el producto de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas.
- Los **agentes físicos y químicos** que provocan la desintegración de las rocas son los siguientes:



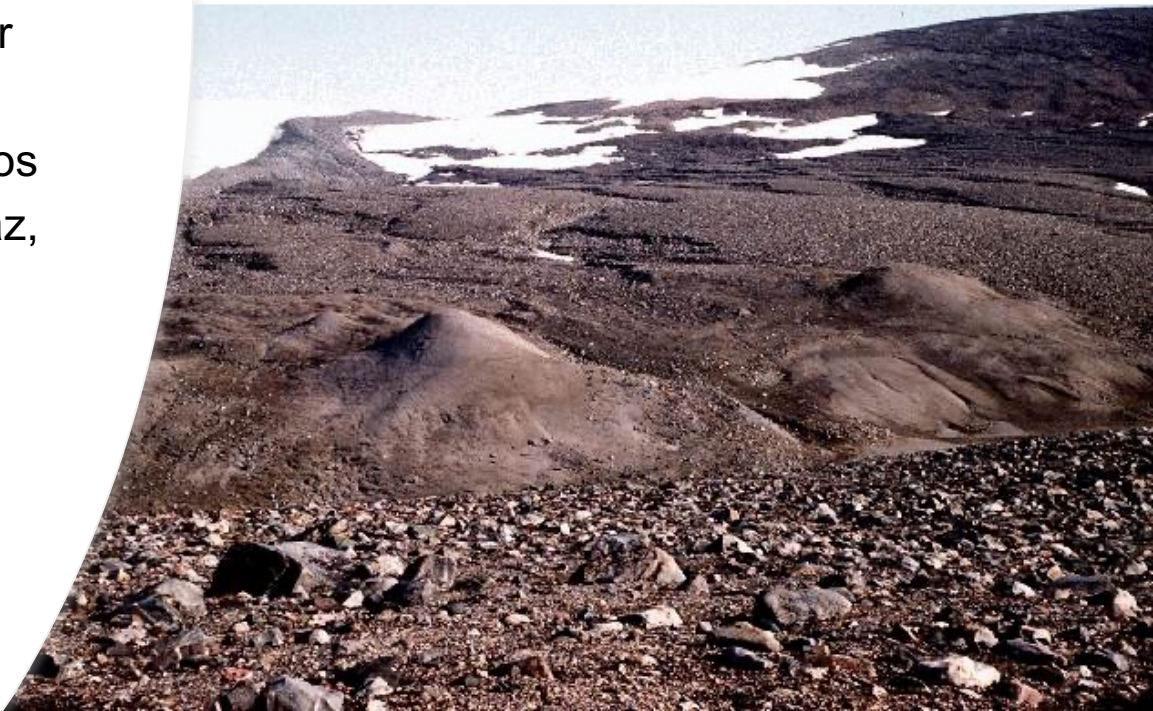
# AGENTES FÍSICOS

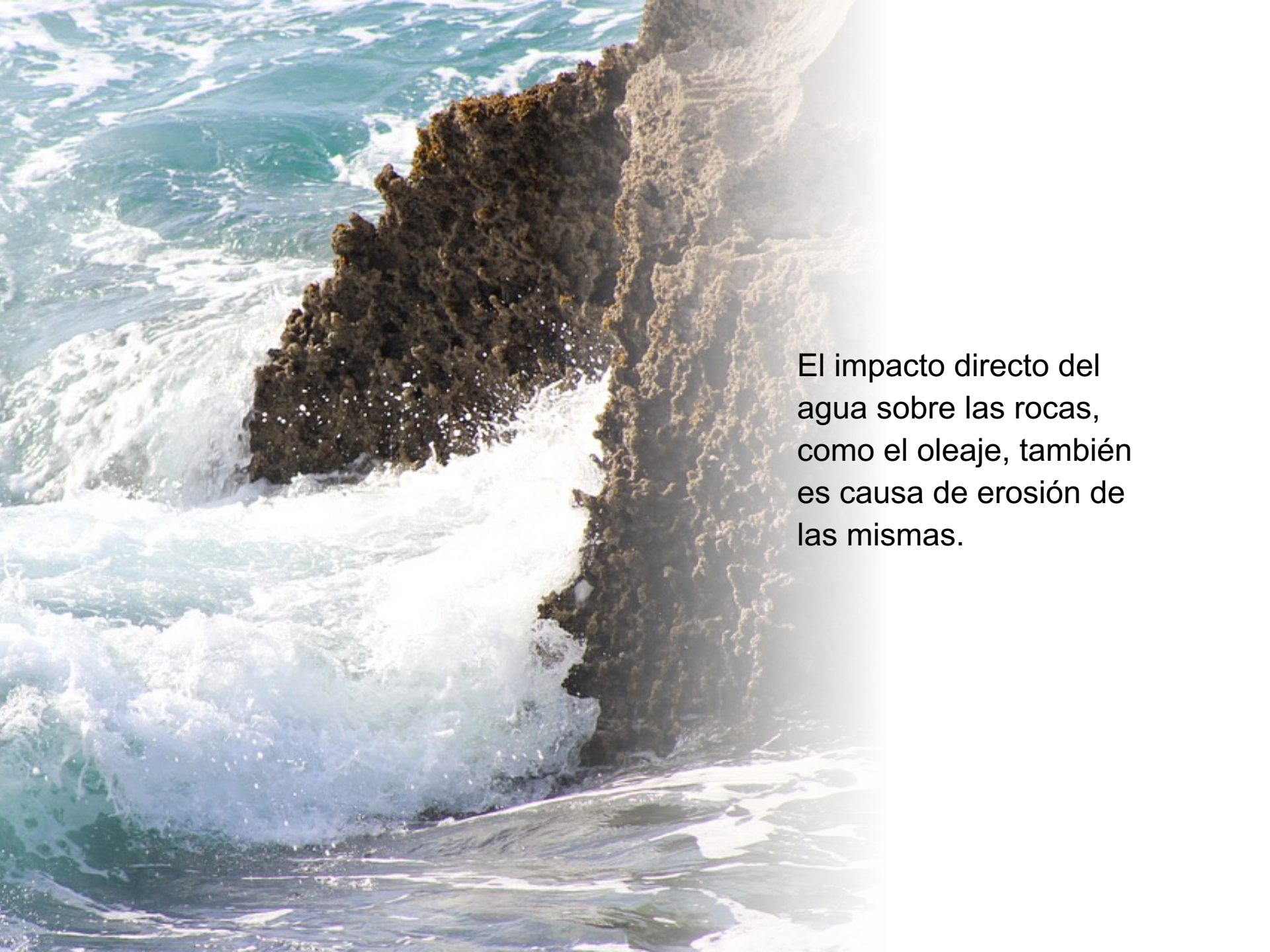
---

**SOL:** Al actuar el sol sobre las rocas, este calienta más su exterior que su interior, provocando diferencias de expansión que generan esfuerzos muy fuertes, los cuales dan como resultado un rompimiento de la roca superficial y desprendimiento de la misma, este proceso se le conoce como **exfoliación** (Villalaz, C. C., 2007).



**AGUA:** El agua en movimiento es un importante elemento de erosión, al arrastrar los fragmentos angulosos de las rocas y provocar la fricción de unos con otros, haciéndolos redondeados como los cantos rodados de los ríos (Villalaz, C. C., 2007).



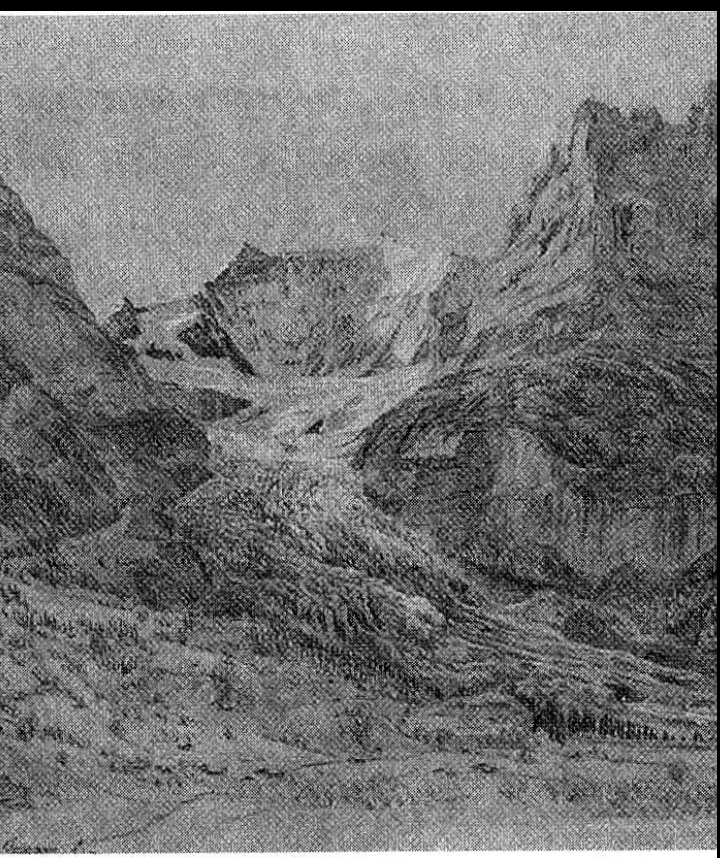


El impacto directo del agua sobre las rocas, como el oleaje, también es causa de erosión de las mismas.



**VIENTO:** El viento produce erosión del suelo cuando arrastra arenas, como en el caso de los **medanos y los loess (dunas)**, denominados suelos eólicos (con partículas de tamaños y pesos similares) (Villalaz, C. C., 2007).

Los taludes de los suelos arenosos son afectados por la acción del viento, desprendiendo partículas del talud y luego las acarrea (erosión alveolar o diferencial sobre rocas suaves).



- **GLACIARES:** Son depósitos de hielos en las altas montañas, ejercen una acción abrasiva y de transporte de los materiales de la superficie de la tierra, siendo diferentes los efectos sobre la topografía; si es glaciar de montaña que desciende lentamente sobre el barranco que rellena o glaciar continental que rebasa las montañas y colma los valles. Los suelos glaciares resultantes se llaman **hardpan** y son muy resistentes (Villalaz, C. C., 2007).

# AGENTES QUIMICOS.



- **OXIDACION:** Es la reacción química que puede ocurrir en las rocas al recibir agua de lluvia, ya que el oxígeno del aire en presencia de humedad reacciona químicamente produciendo el fenómeno de oxidación, principalmente cuando las rocas contienen hierro (Villalaz, C. C., 2007).



- **CARBONATACION:** Es el ataque que el ácido carbónico (anhídrido carbónico  $\text{CO}_2$  y agua  $\text{H}_2\text{O}$ ) efectúa sobre rocas que contienen Fe, Ca, Mg, Na y K (fierro, calcio, magnesio, sodio y potasio) (Villalaz, C. C., 2007).

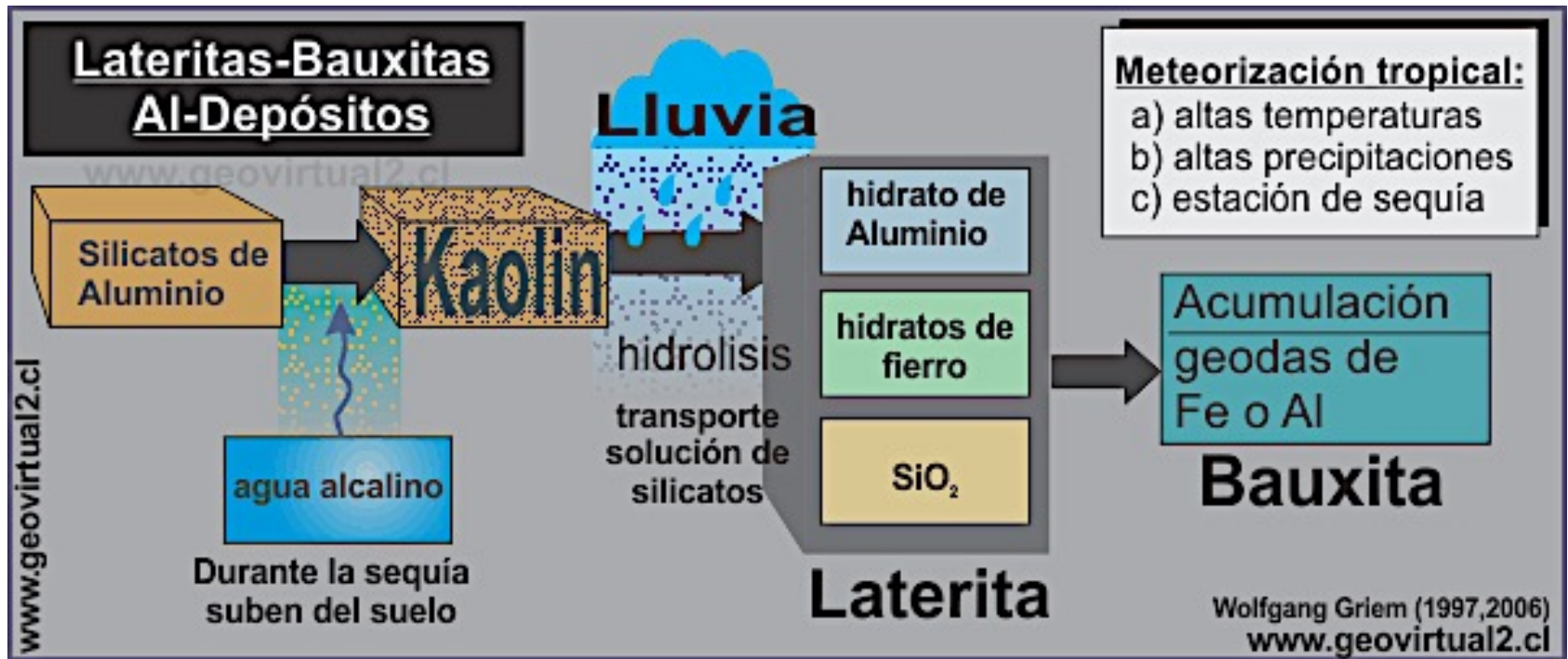
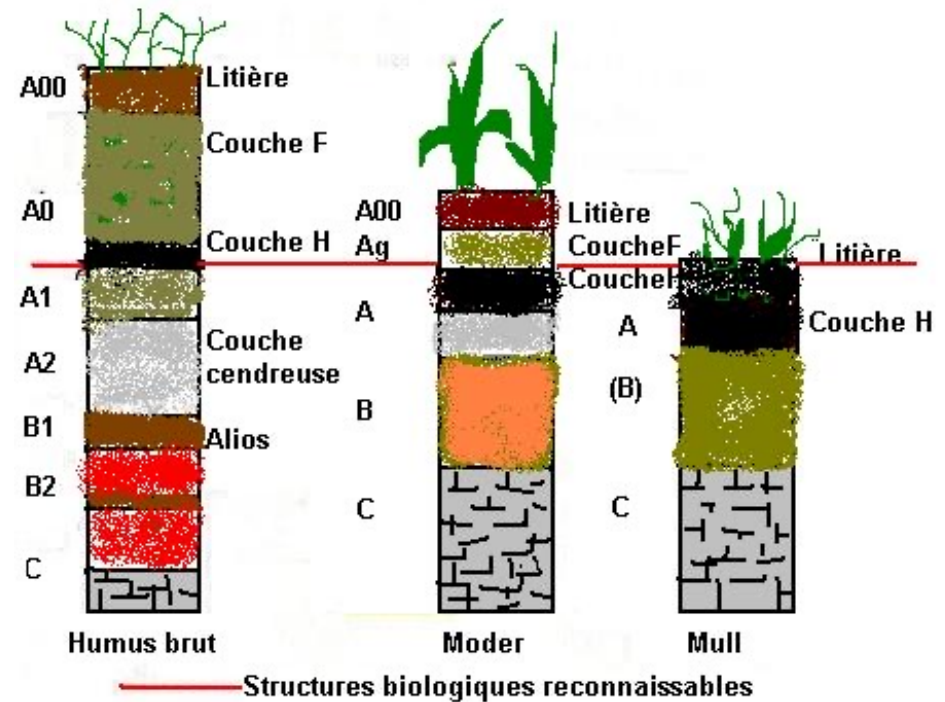


Diagrama de flujo - génesis de lateritas y bauxitas (Griem, W., 1996).

**LA HIDRATACIÓN**, es la acción y efecto de combinar un cuerpo con agua para formar hidratos, o sea, compuestos químicos que contienen agua en combinación. El agua se absorbe y se combina químicamente formando nuevos minerales (Villalaz, C. C., 2007).

# SUELOS ORGANICOS

- Los suelos orgánicos, son los formados por restos de la vegetación y otros restos orgánicos mezclados con diferentes proporciones de partículas minerales. Los restos de vegetación y orgánicos al ser descompuestos por la acción de los microorganismos para su propia nutrición, dejan como residuo partículas finas de tamaño coloidal denominadas humus.



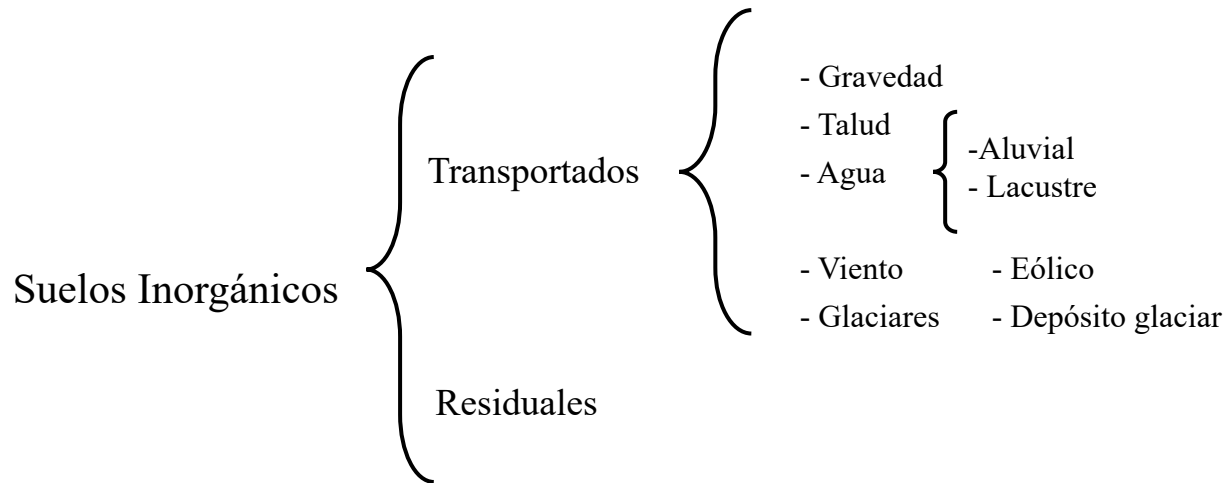
## TYPES D'HUMUS



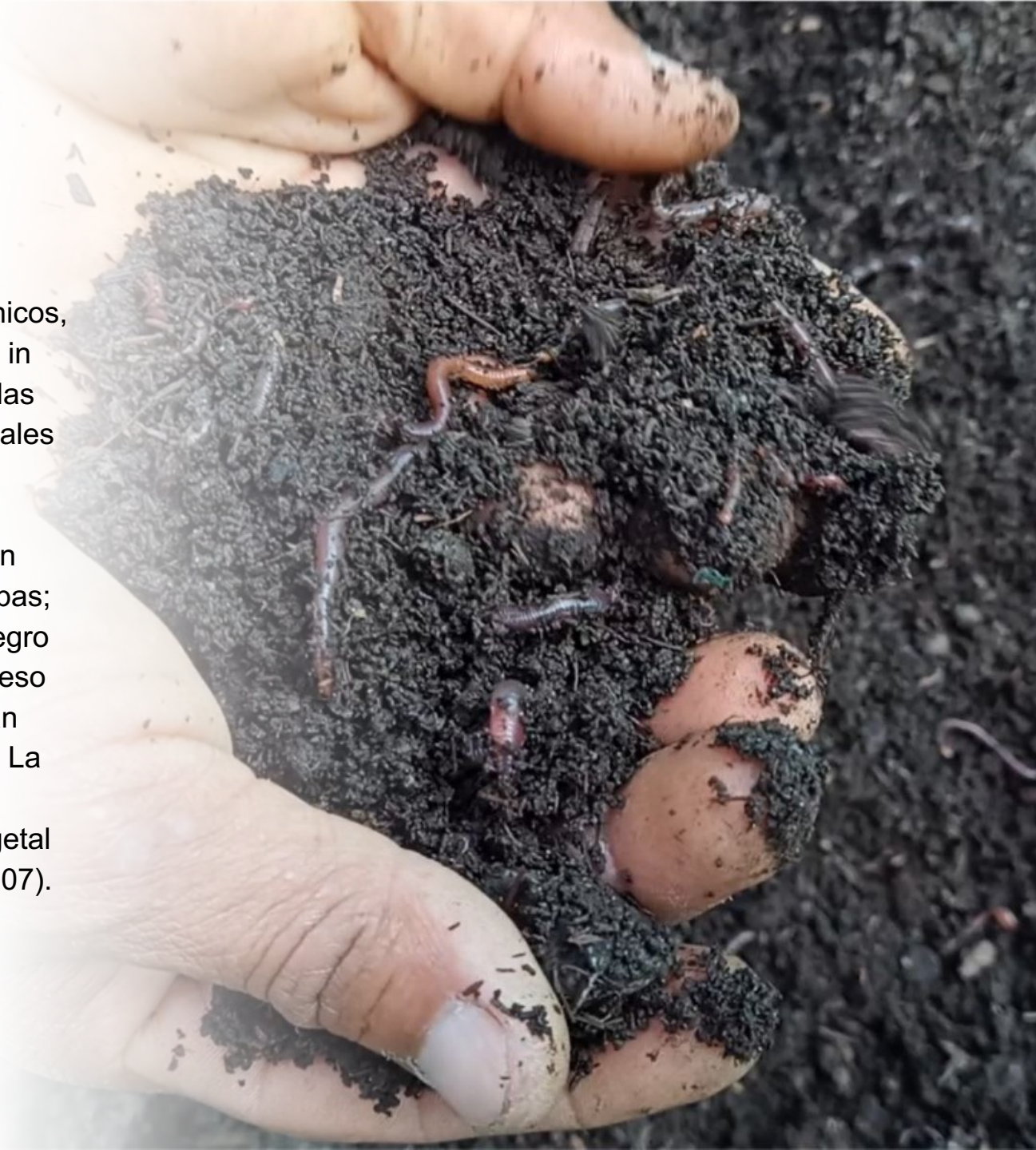
# PRINCIPALES TIPOS DE SUELOS

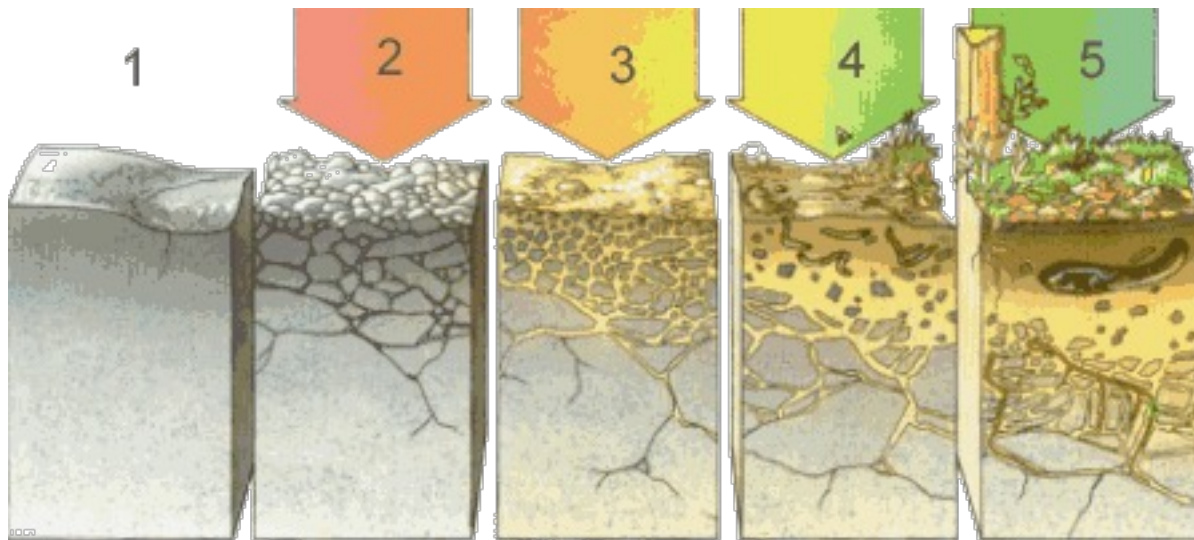
- Como ya se vio, de acuerdo con el origen de sus elementos, los suelos se dividen en dos amplios grupos, **suelos inorgánicos y suelos orgánicos.**

- Con relación a los suelos inorgánicos, si el producto del intemperismo de las rocas permanece en el sitio donde se forma, da origen a un suelo residual; en caso contrario, se forma un suelo transportado, cuyos agentes transportadores son los que se presentan en la siguiente tabla:



En cuanto a los suelos orgánicos, ellos se forman casi siempre in situ. Esto es muy común en las zonas pantanosas, en las cuales los restos de la vegetación acuática llegan a formar verdaderos depósitos de gran espesor conocidos como turbas; caracterizado por su color negro o café oscuro, por su poco peso cuando están secos y su gran compresibilidad y porosidad. La turba es el primer paso de la conversión de la materia vegetal en carbón (Villalaz, C. C., 2007).





# FORMACIÓN DEL SUELO

La formación del suelo es un proceso en etapas en el que las rocas se dividen en partículas menores mezclándose con materia orgánica en descomposición (Investiciencia, s.f.)

# Proceso de formación:

- **1ª etapa**

*Roca madre expuesta a la erosión.*

El lecho rocoso empieza a deshacerse por distintos procesos erosivos (ciclos de hielo-deshielo, lluvia, viento, etc.).  
Suelo orgánico poco evolucionado.



- **2ª etapa**

*Degradación.*

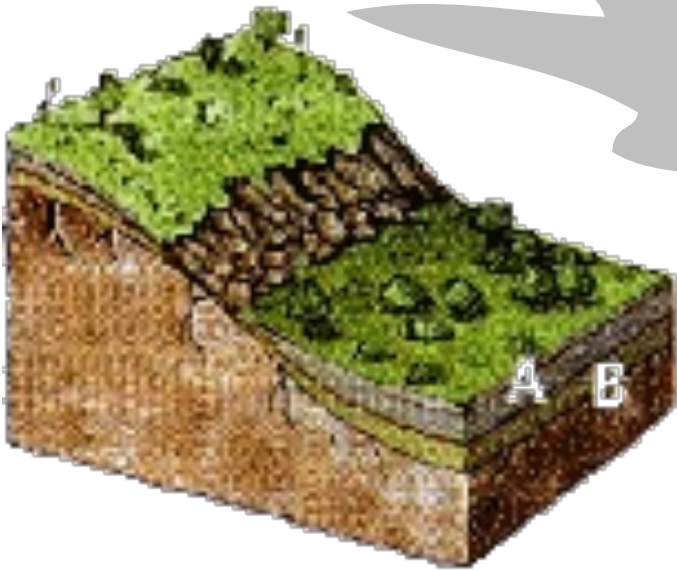
Comienza la meteorización física y química de la roca. El lecho se va desintegrando dividiéndose en partículas menores y consolidándose en diferentes capas u horizontes.



- **3ª etapa**

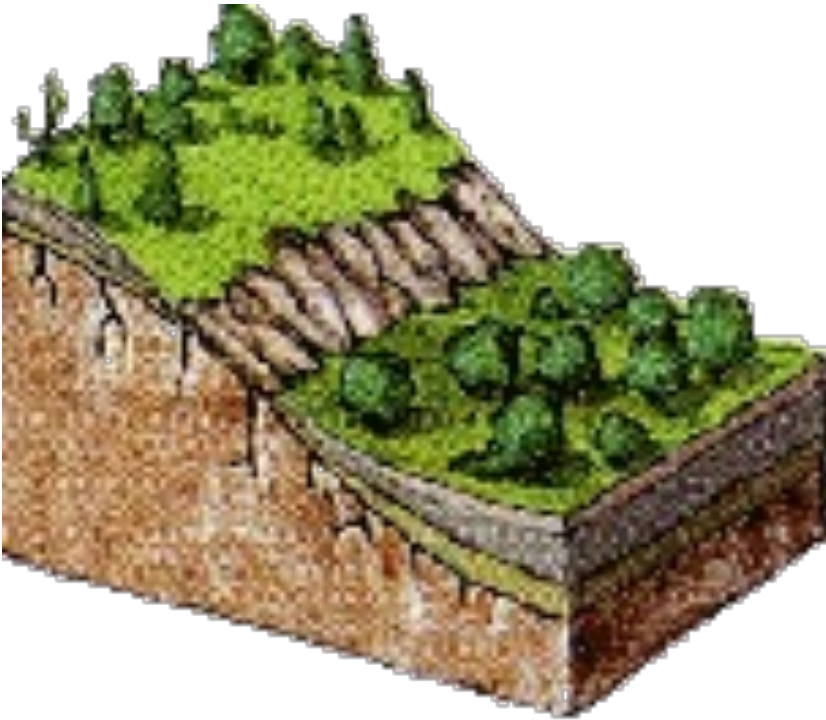
*Suelo mineral bruto.*

*Poco mineralizado, los organismos de la zona contribuyen a la formación del suelo desintegrándolo cuando viven en él y añadiendo materia orgánica tras su muerte. En esta etapa, el suelo puede contener un horizonte B, donde se almacenan los minerales.*



- **4ª etapa**

*Colonización vegetal.*



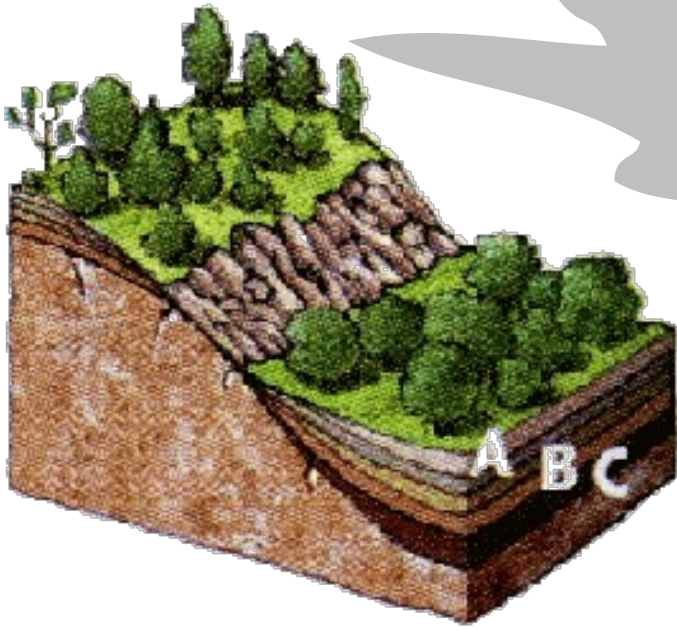
El suelo va evolucionando con nuevas capas. Con el tiempo, puede llegar a sustentar una cobertura gruesa de vegetación reciclando sus recursos de forma efectiva.

- **5ª etapa**

*Humificación y mezcla.*

Queda conformado un suelo joven donde se distinguen los tres horizontes (A B y C). El horizonte A, más próximo a la superficie, suele ser más rico en materia orgánica, en el humus abundan los componentes orgánicos, que provienen de la descomposición de animales y plantas.

En el B abundan los minerales infiltrados; mientras que el horizonte C contiene más minerales y sigue pareciéndose a la roca madre.



# Suelos inorgánicos más comunes utilizados por el ingeniero civil.

En orden de tamaño, se tienen:

Gravas de 76.2 mm a 2.0 mm

Arena de 2.0 mm a 0.05 mm

Limo de 0.05 mm a 0.005 mm

Arcilla < 0.005 mm

(Villalaz, C. C., 2007)





# **GRAVAS**

---

Son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas que tiene más de 2.0 mm de diámetro y un tamaño máximo de 76.2 mm (3"). Dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas sufren desgaste en sus aristas y por lo tanto son redondeadas.

Las gravas ocupan grandes extensiones, encontrándose como material suelto en lechos, márgenes y conos de deyección (desembocaduras) de los ríos y en otros lugares a los cuales las gravas han sido transportadas.

A large, conical pile of sand dominates the foreground, showing some tracks and texture. In the background, there is industrial machinery, including a conveyor belt system and a large metal structure, likely part of a sand processing plant. The sky is overcast.

# ARENAS

Son materiales de granos finos, procedentes de la denudación de las rocas, o de su trituración artificial y cuyas partículas varían de 2 mm a 0.05 mm de diámetro.

El origen y la existencia de las arenas son análogos a la de las gravas y suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. La arena de río contiene a menudo porciones relativamente grandes de grava y arcilla; cuando las arenas están limpias, no se contraen al secarse, no son plásticas, son menos compresibles que la arcilla si se aplica una carga en su superficie y se comprimen de manera casi instantánea.



# LIMOS


Son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico, como el producido en canteras ó limo orgánico como suele encontrarse en los ríos, el cual presenta características plásticas. El diámetro de sus partículas esta comprendido entre 0.05 mm y 0.005 mm. Su color varía de gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta.



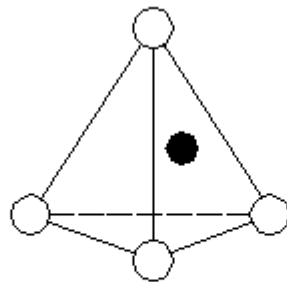
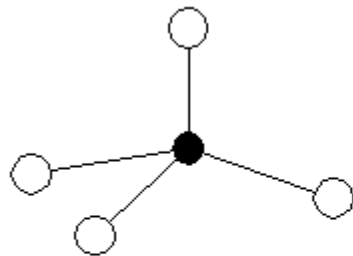
# ARCILLAS

Son partículas sólidas, con diámetro menor que 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua.

Químicamente; la arcilla es un silicato de Alumina hidratado, aunque en no pocas ocasiones contiene también Silicatos de Hierro o de Magnesio Hidratados. La estructura de estos minerales es generalmente cristalina y complicada y sus átomos están dispuestos en forma laminar. Existen dos tipos clásicos de tales laminas, el sílico y el alumínico.



La lámina de tipo sílico se encuentra formada por un átomo de silicio rodeado de cuatro átomos de oxígeno, arreglándose el conjunto en forma de un tetraedro.



Tetraedro

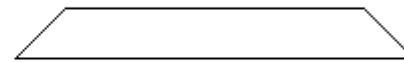
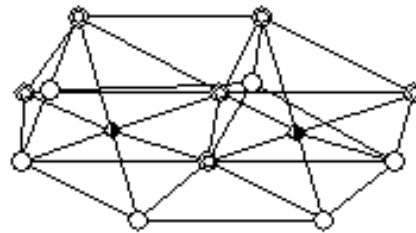
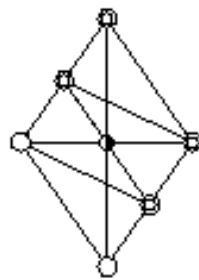


Lámina silícica

● Silicio      ○ Oxígeno

La lámina de tipo alumínico esta formada por un átomo de aluminio rodeado por 6 átomos de oxígeno, y de oxígeno e hidrógeno, arreglándose el conjunto en forma de octaedro.



Octaedros

Lámina alumínica

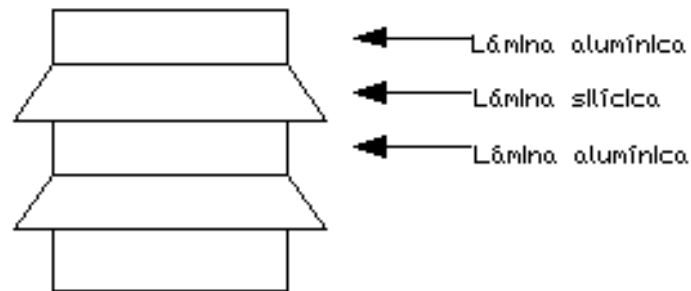
● Aluminio    ○ Oxígeno    ⊙ Hidróxido    ⊕ Átomo común de oxígeno



De acuerdo con su arreglo reticular, los minerales de arcilla se pueden clasificar en tres grupos básicos:

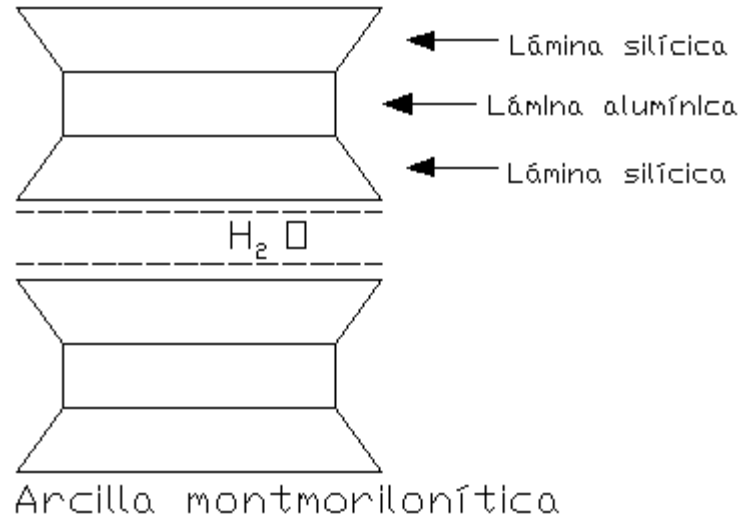
- 1. El caolinítico**
- 2. El montmorilonítico**
- 3. El ilítico**

1). Grupo caolinítico: que procede de la carbonatación de la ortoclasa (feldespato potásico). Las arcillas caoliníticas, están formadas por una lámina sílica y una lámina alumínica superpuestas de manera indefinida y con la unión de sus retículas que no permiten la penetración de moléculas de H<sub>2</sub>O entre ellas, ya que producen una capa electrónicamente neutral, lo que induce a que éstas arcillas sean bastante estables en presencia de agua.

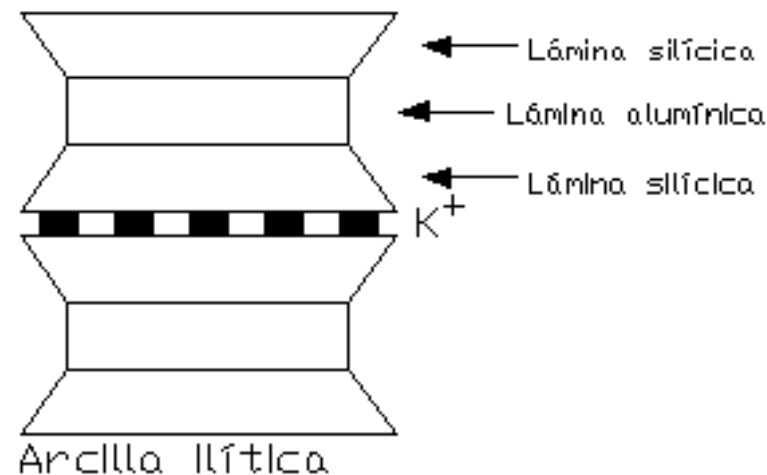


Arcilla caolinítica

2). Grupo montmorilonítico: al cual pertenecen las bentonitas. Las arcillas de este grupo, se forman por la superposición indefinida de una lámina alumínica entre dos láminas sílicas, pero con una unión débil entre sus retículas, que hace que el agua pueda penetrar en su estructura con facilidad, sufriendo las arcillas una fuerte expansión en contacto con agua y provocando inestabilidad en ellas.



3). Grupo ilítico: producto de la hidratación de las micas y que presentan un arreglo reticular similar al de las montmoriloníticas, pero con tendencia a formar grupos por la presencia de iones de potasio, lo que reduce el área expuesta al agua, razón por la cual no son tan expansivas como las montmoriloníticas.





En general, las arcillas son **plásticas**, se contraen al secarse, presentan marcada cohesión según su humedad, son compresibles y al aplicarles una carga en su superficie se comprimen lentamente. Otra característica importante desde el punto de vista de la construcción es que la resistencia perdida por el remoldeo se recupera parcialmente por el tiempo, fenómeno que se conoce como **tixotropía** y es de naturaleza físico química, se puede decir que un contenido mínimo del 15% de arcilla en un suelo le dará a esto las propiedades de la arcilla.

# otros

Además de los suelos clásicos indicados con anterioridad también se encuentran suelos especiales que a continuación se enlistan:

- Caliche
- Loess
- Diatomita
- Gumbo
- Tepetate
- Marga

## Caliche

Son estratos de suelos cuyos granos se encuentran cementados por carbonatos calcáreos. Para su formación es necesario un clima semi-árido.



## Loess

Son sedimentos eólicos uniformes y cohesivos. La cohesión es debida a un cemento calcáreo de color generalmente castaño claro. El diámetro de sus partículas es de entre 0.01mm y 0.05mm. Los loess se distinguen porque presentan agujeros verticales que han sido dejados por raíces extinguidas. Los loess modificados son los que han perdido sus características debido a procesos geológicos secundarios como inmersión temporaria, erosión y formación de un nuevo depósito. Debido al contenido calcáreo, los cortes hechos en loess se mantienen generalmente casi verticales y disminuye su tendencia al colapso cuando se incrementa su peso volumétrico.



## Diatomita

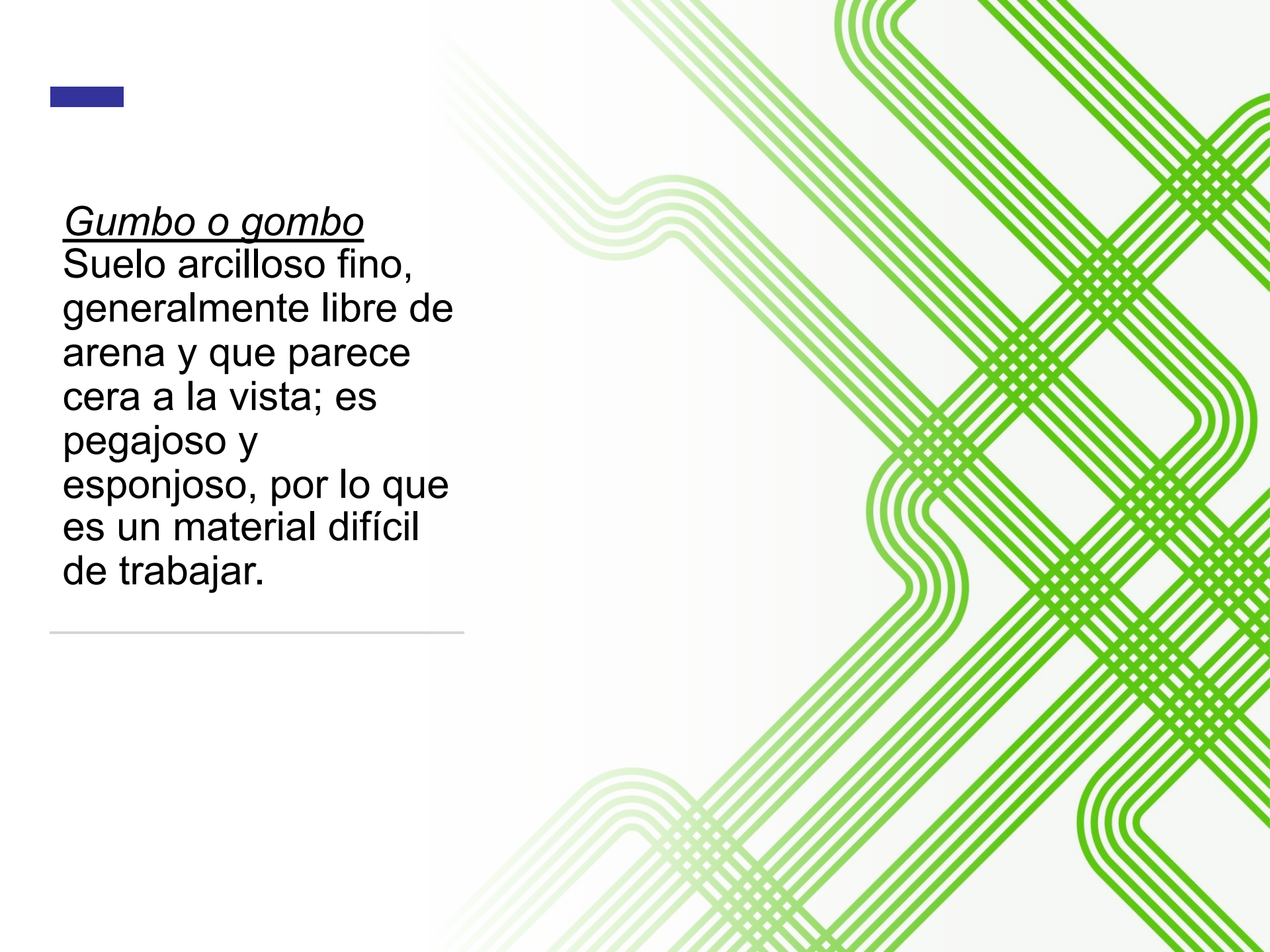
También llamadas tierras diatomáceas.- son depósitos de polvo sílico, generalmente de color blanco, compuesto total o parcialmente por residuos de diatomeas, que son algas unicelulares microscópicas de origen marino o de agua dulce, presentando las paredes de sus células características sílicas.



Diatomita de Buena Vista, al oeste del Salar de Coipasa.



Explotación de papas sedosas de ulexita, Salar de Uyuni.



*Gumbo o gombo*

Suelo arcilloso fino, generalmente libre de arena y que parece cera a la vista; es pegajoso y esponjoso, por lo que es un material difícil de trabajar.

---

## Tepetate

Es un material pulverizado de color café claro a café oscuro, compuesto de arcilla, limo y arena, en proporciones variables, con un cementante que puede ser la misma arcilla o el carbonato de calcio. Según sea el componente predominante el tepetate se suele llamar arcilloso, limoso, arenoso, arcillo-limoso si es que predomina la arcilla, areno-limoso si es que predomina la arena, limo-arcilloso si predomina el limo y así sucesivamente.

---



- 
- La mayoría de las veces, el tepetate debe su origen a la descomposición y alteración por intemperismo, de cenizas volcánicas basálticas. Pueden encontrarse dentro del tepetate capas o lentes de arena y cenizas basálticas que no alcanzaron a intemperizarse cuando fueron abiertos por una capa que si se alteró. También suelen encontrarse lentes de piedra pómez dentro del tepetate.





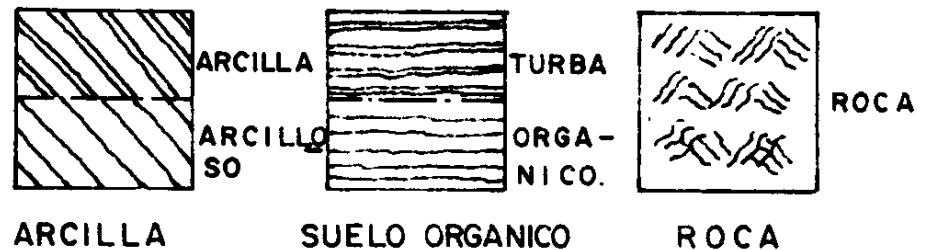
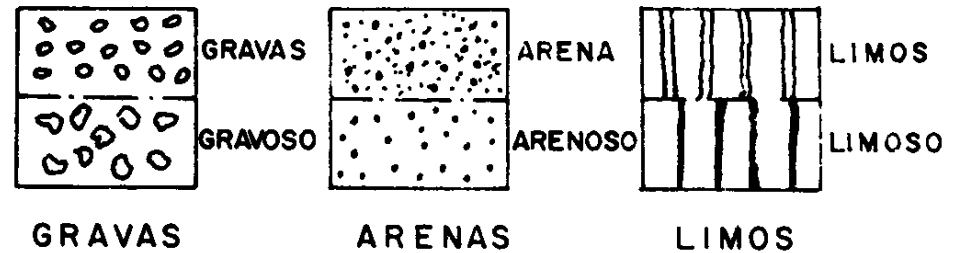
## *Marga*

Es una arcilla con carbonato de calcio, más homogénea que el caliche, generalmente muy compacta y de color verdoso.

---

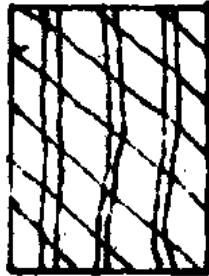
En las siguientes  
figuras se  
presentan algunos  
símbolos  
empleados para  
representar a los  
suelos

(Villalaz, C. C., 2007)

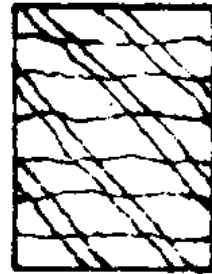




**ARCILLA  
LIMOSA**



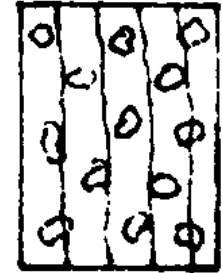
**LIMO  
ARCILLOSO**



**ARCILLA  
ORGANICA**



**LIMO  
GRAVOSO**

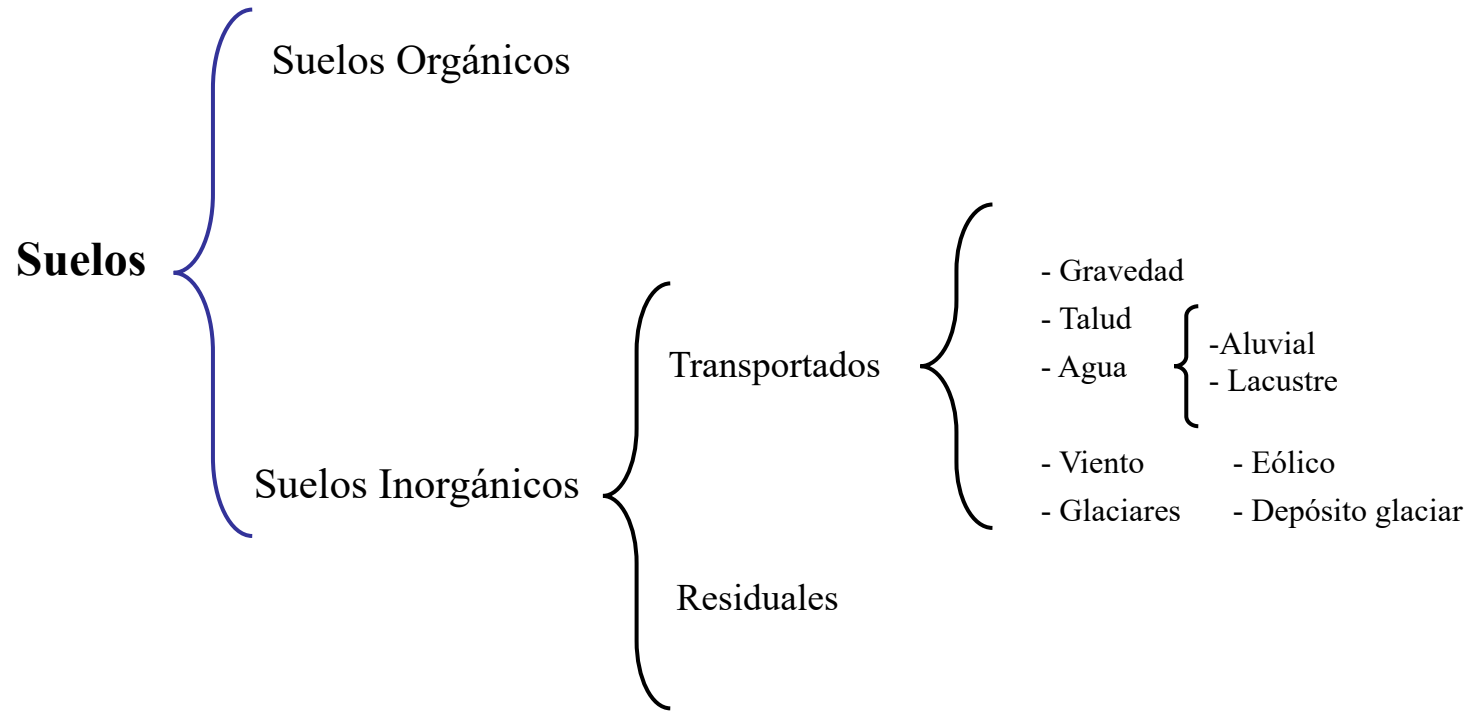


**GRAVA  
LIMOSA**

Con los símbolos anteriores se pueden hacer combinaciones tales como:

Es importante mencionar que, para el caso de las combinaciones, el material que se nombra primero es el que predomina más.

# RESUMEN



# BIBLIOGRAFÍA

---

- Chiossi, N. J. (1975). *Geologia aplicada à engenharia*. Grêmio Politécnico.
- geologiaweb. (s.f.). Ingeniería Geologica.  
<https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/origen-formacion-suelos/>
- Griem, W. (1996). *Apuntes Geología General*.
- Investiciencia. (s.f.). El suelo.  
<https://investiciencias.com/componentes/procesos-ecosistemicos/49-el-suelo.html?showall=&limitstart=>

# BIBLIOGRAFÍA

---

- Tschebotarioff, G. P. (1951). Soil mechanics, foundations, and earth structures.
- Villalaz, C. C. (2007). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Editorial Limusa.

The background features a series of horizontal, wavy lines that glow with a gradient from dark blue to bright white. These lines are composed of many thin, parallel strands, some of which are dotted with small, bright white particles, creating a sense of motion and depth. The overall effect is reminiscent of a digital signal or a stylized representation of light waves.

Fin