

SILICATOS

FILOSILICATOS

Filosilicatos

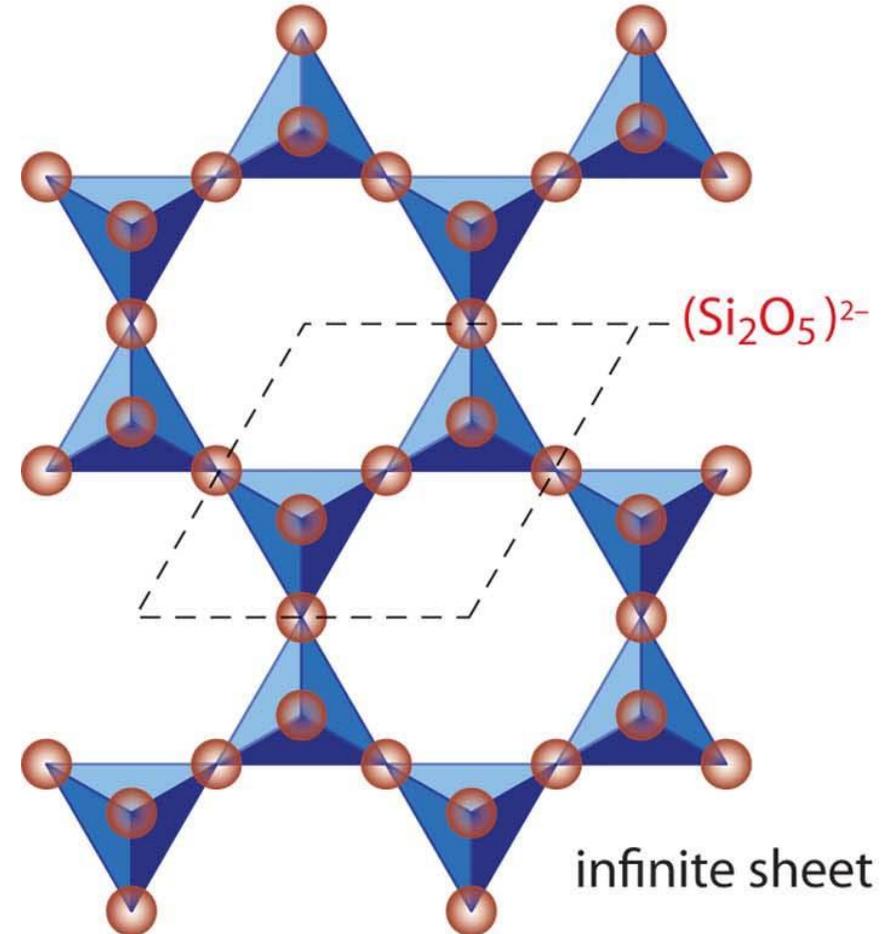
Los **filosilicatos** son una subclase de los silicatos que incluye minerales comunes en ambientes muy diversos y que presentan, como rasgo común, un hábito hojoso (phyllon = hoja) o escamoso derivado de la existencia de una exfoliación basal perfecta (enlace de van Der Waals). Son blandos, de peso específico relativamente bajo, presentando laminillas de exfoliación flexibles e incluso elásticas.

Este grupo de minerales es especialmente importante, ya que agrupa a la mayoría de los productos de meteorización química de las rocas y, por tanto, a la mayoría de los constituyentes de los suelos.

Filosilicatos

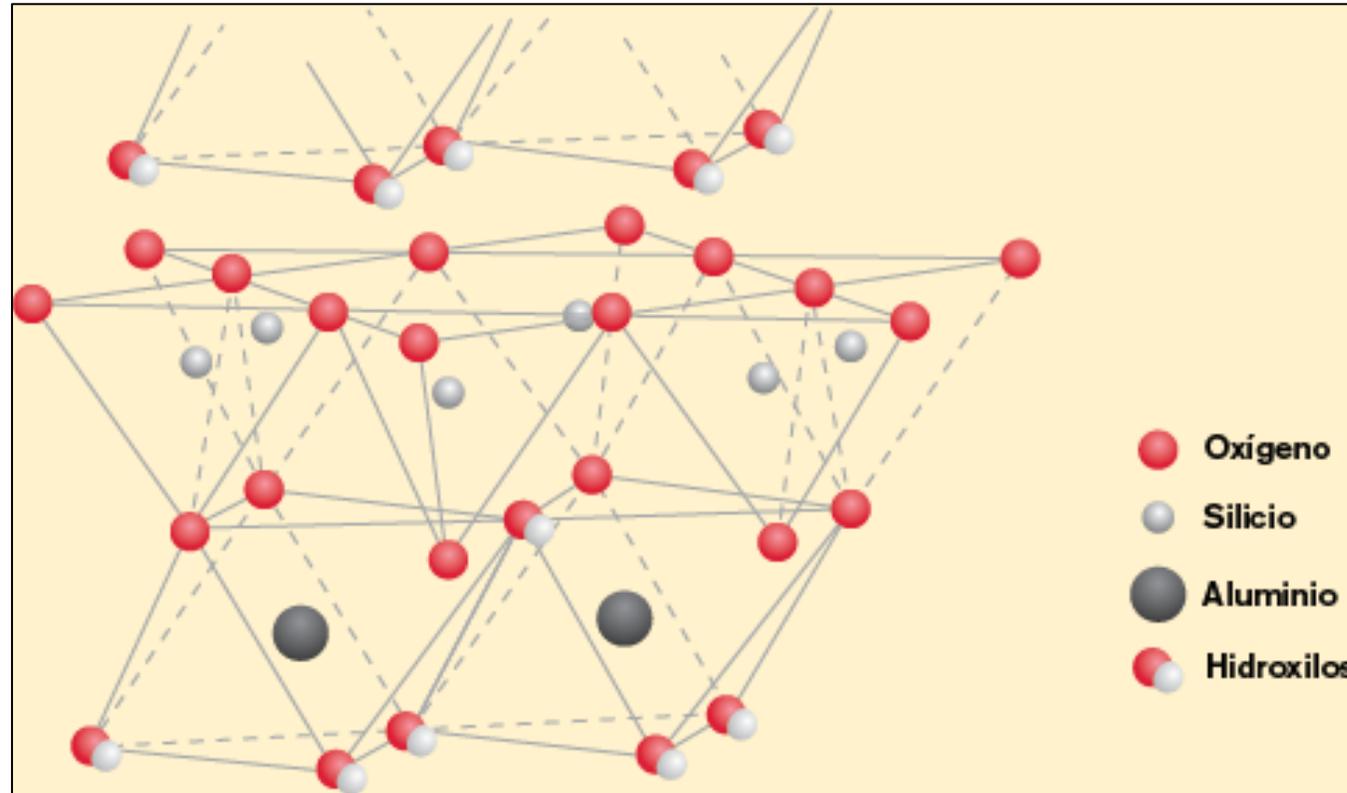
Con respecto a los tetraedros de $(\text{SiO}_4)^{4-}$, la estructura general es la de tetraedros que comparten tres de sus cuatro oxígenos, dando como consecuencia capas formadas por hojas pseudo hexagonales. La relación Si:O es de 2:5 o 4:10, y el grupo aniónico es $(\text{Si}_2\text{O}_5)^{2-}$.

(D) Layer silicates (e.g., micas, clays)

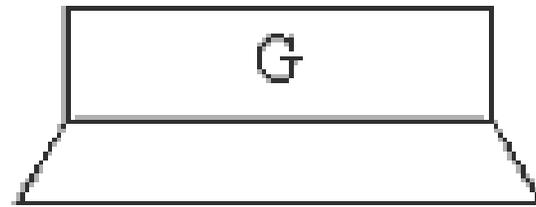


Filosilicatos

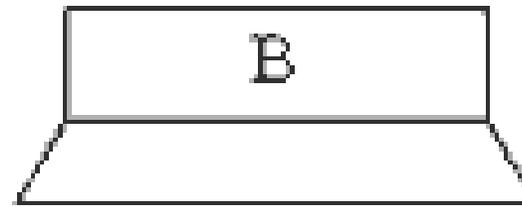
La estructura general de los filosilicatos es la alternancia de capas tetraédricas de Si (capas T) y capas octaédricas (capas O) que contienen el resto de cationes, así como grupos OH⁻.



La estructura de los filosilicatos se construye por el apilamiento de las capas básicas:
trioctaédrica y dioctaédrica



Dioctaédrico

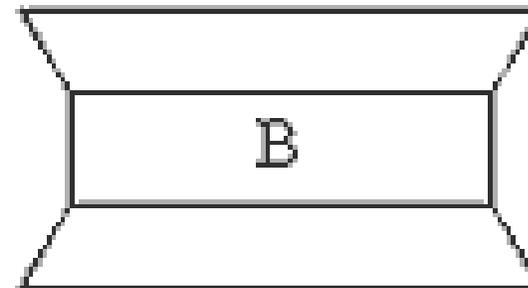


Trioctaédrico

(a)



Dioctaédrico

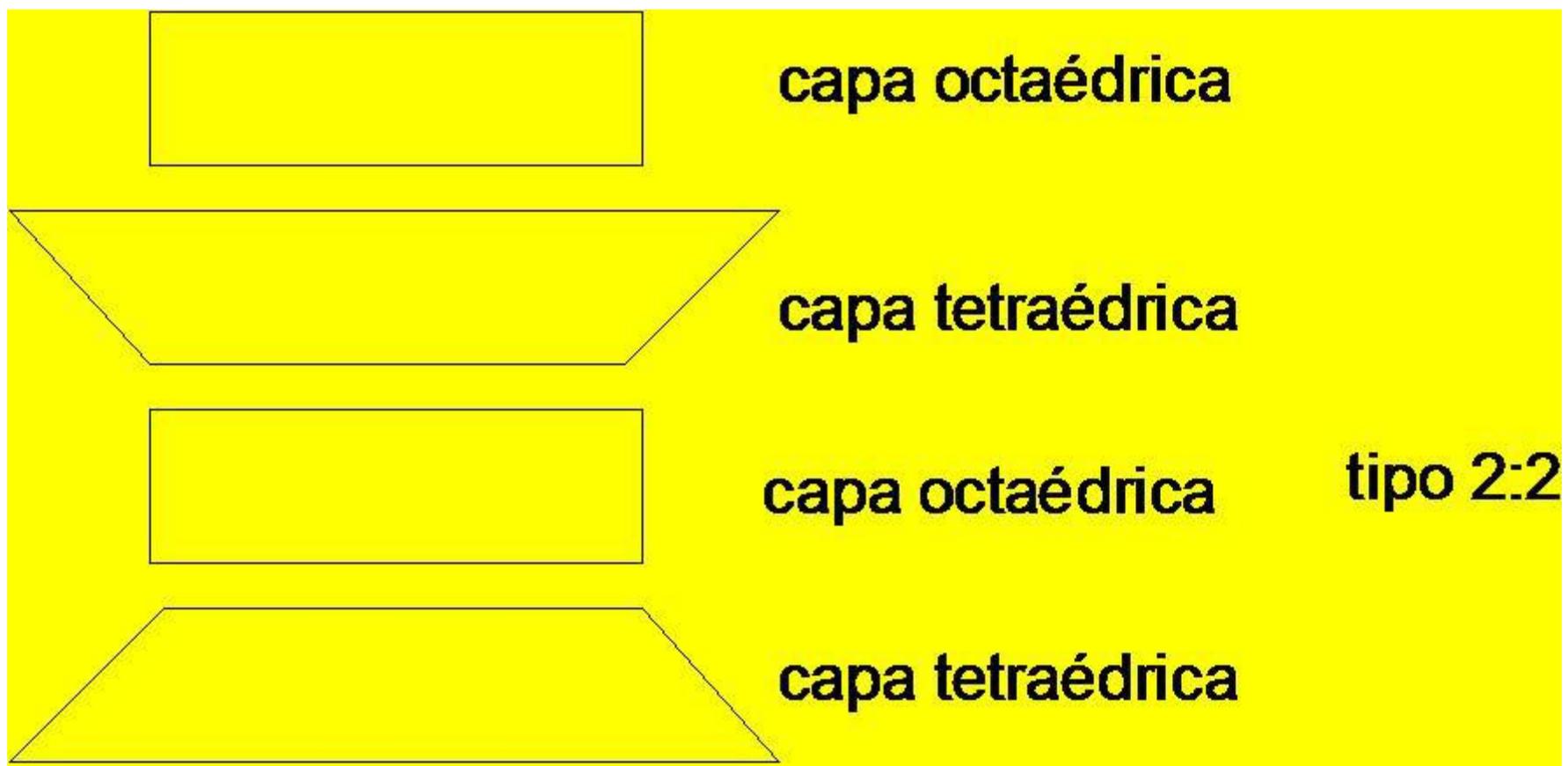


Trioctaédrico

(b)

Figura 1.5. Estructuras laminares (Whitlow, 1994).

(a) Estructura de dos láminas. (b) Estructura de tres láminas.



capa octaédrica

capa tetraédrica

capa octaédrica

tipo 2:2

capa tetraédrica

Ejemplo de estructura tipo sandwich

Filosilicatos

CLORITA: $(\text{Mg}, \text{Fe})_3 [(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}] (\text{OH})_2 (\text{Mg}, \text{Fe})_3 (\text{O}, \text{OH})_2$
T - O - T - (brucita) - T - O - T - (brucita) - T - O - T -

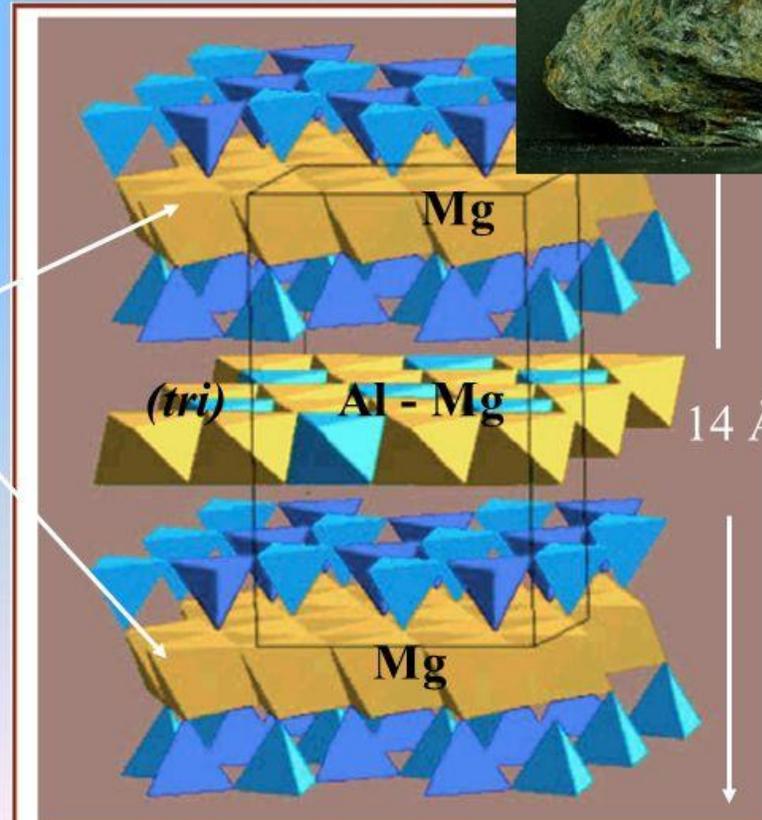
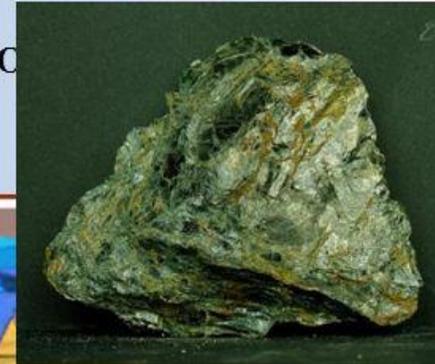
Muy hidratada $(\text{OH})_8$,

Estable a muy bajas temperaturas
(bajo grado metamórfico: indicadora
de facies de esquistos verdes,
constituyente de rocas ígneas:
alteración de minerales máficos)

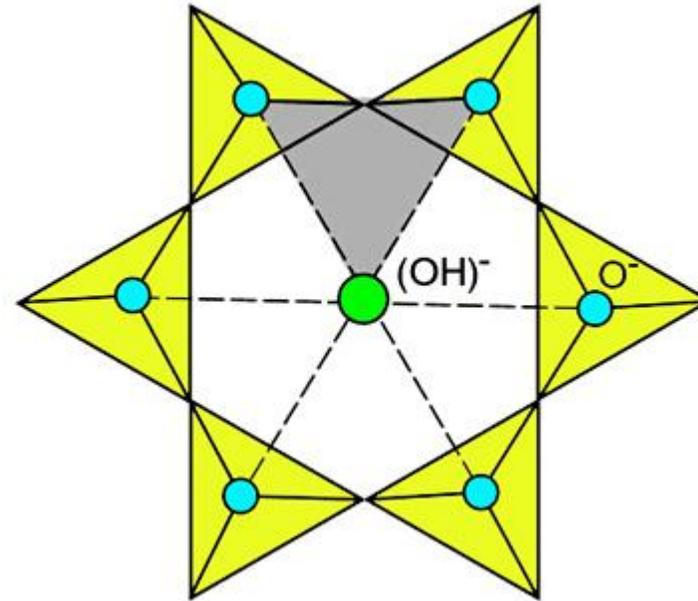
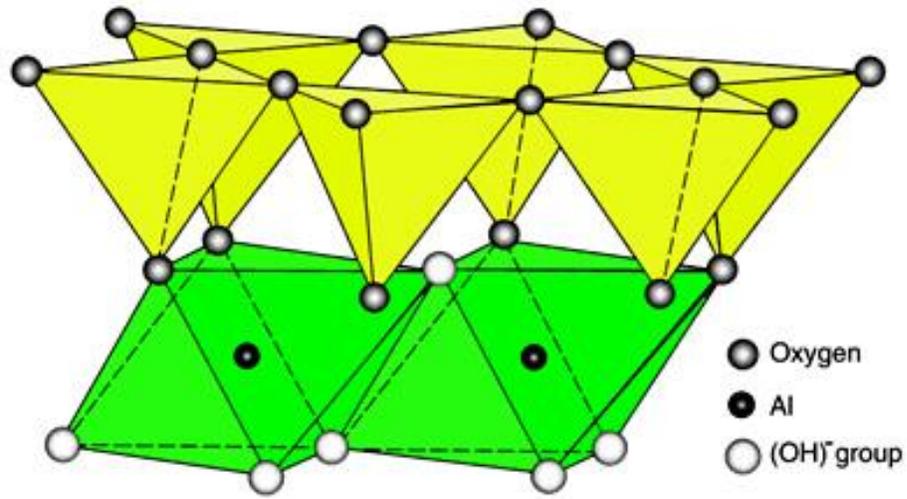
Hojas octaédricas:

- di/di*
- *tri/tri*
- *mixtas: di/tri, or tri/di*

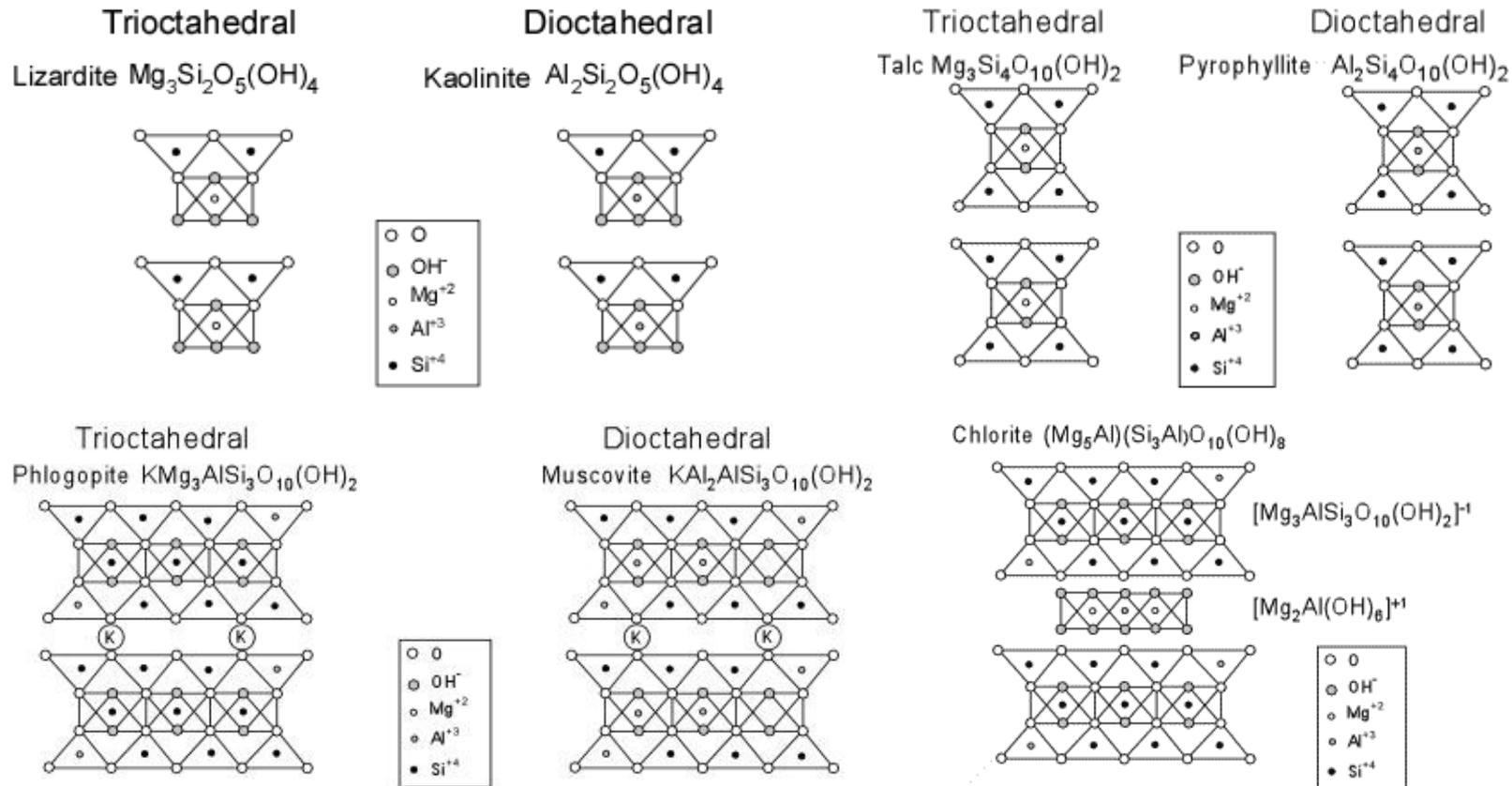
Sustitución de Mg por Al
(en hoja de hidróxido)
= 1 carga +



Encontramos el **agua como aniones (OH)⁻**, en algunos vértices de los octaedros, y nunca en los vértices compartidos con tetraedros.



El patrón de alternancia de las capas tetraédricas y octaédricas, el tipo de capa octaédrica, su tasa de repetición (por ejemplo, TO TO..., TOT TOT..., TOT O TOT O TOT...), y el tipo de cationes que ocupan los huecos octaédricos, determinan los diferentes tipos de filosilicatos.



Los enlaces entre paquetes de capas son muy débiles (enlaces de Van der Waals), por lo que estos paquetes se separan fácilmente: **exfoliación basal perfecta, en láminas.**

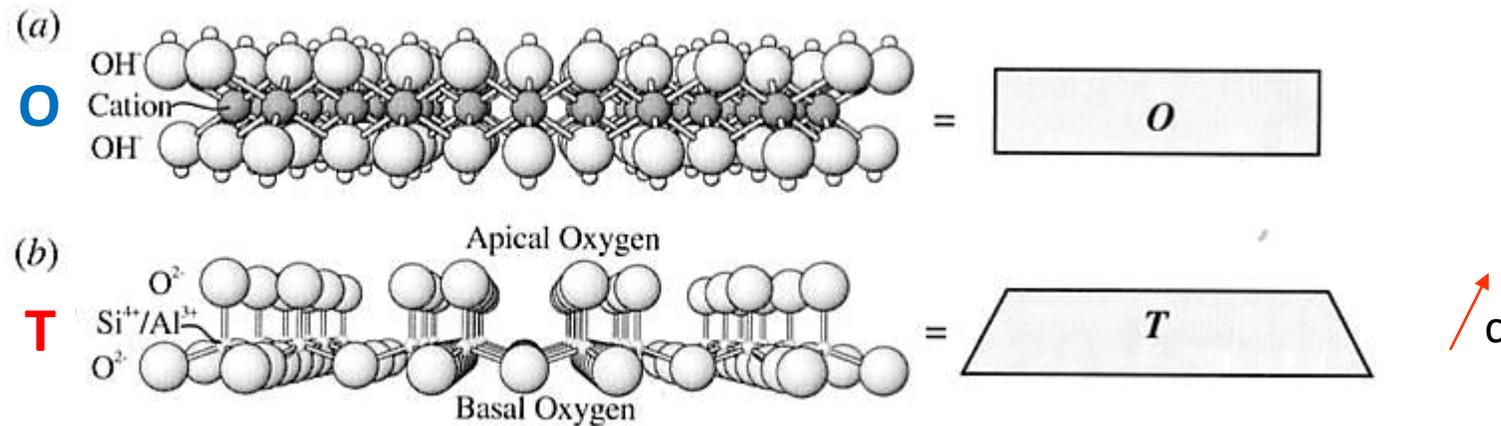
1: Estructura TO: serpentina-kaolinita



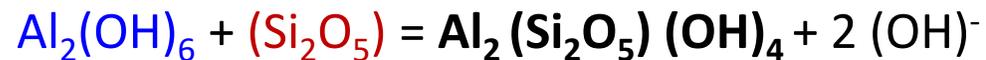
trioctaédrico



dioctaédrico

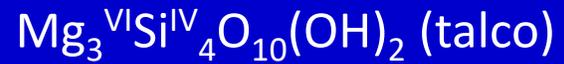


trioctaédrico

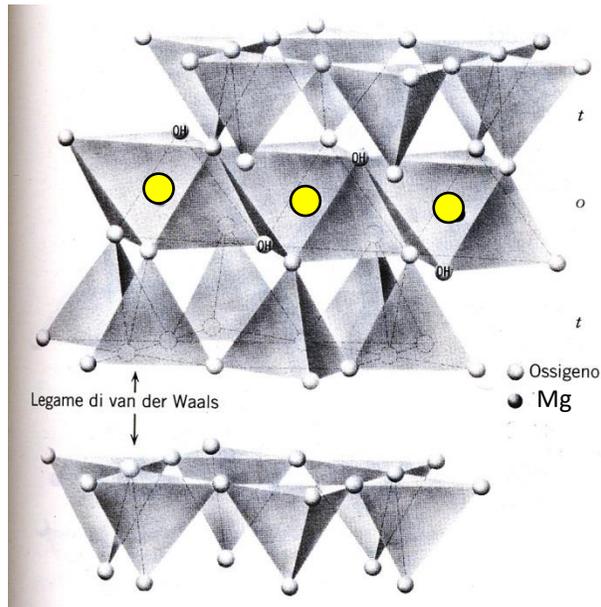


dioctaédrico

2: Estruttura TOT: talco-pirofilita



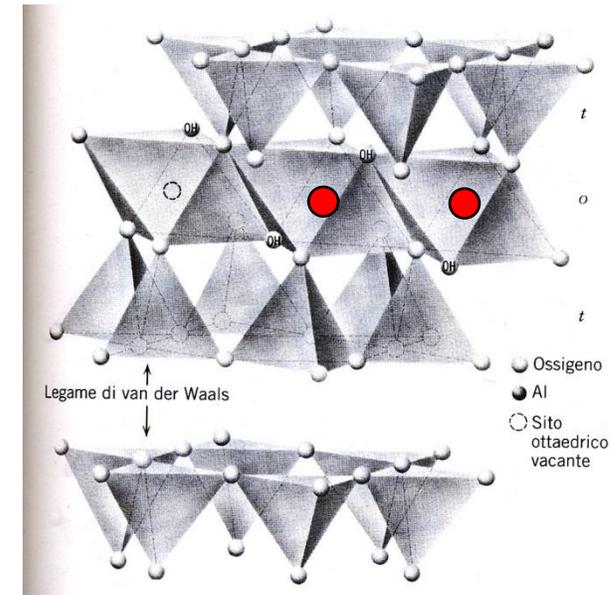
trioctaédrico



T
O
T



dioctaédrico



T
O
T



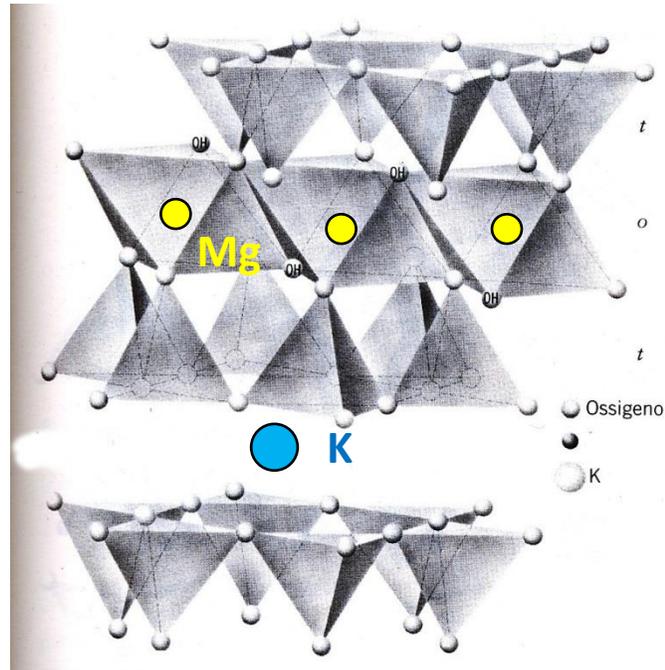
trioctaédrico

dioctaédrico

3: Estructura TOT K⁺ TOT: micas



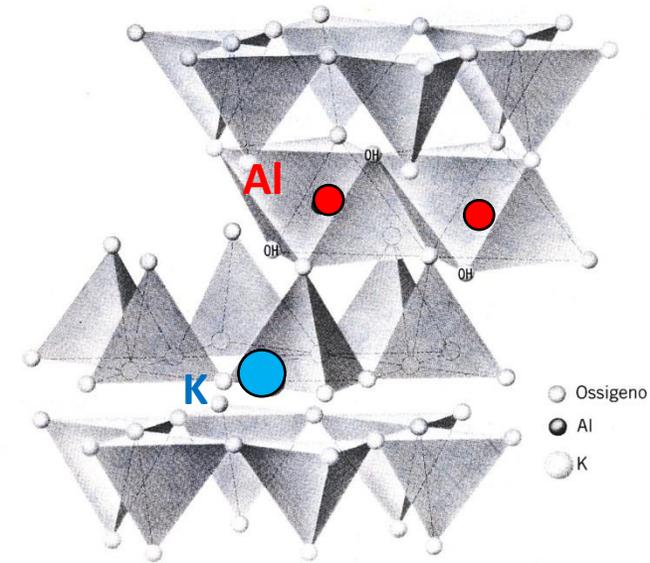
trioctaédrico



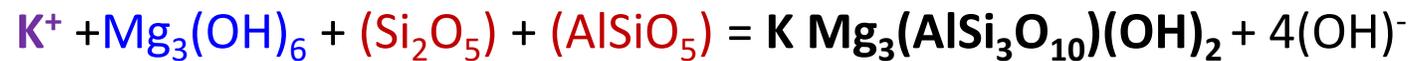
T
O
T



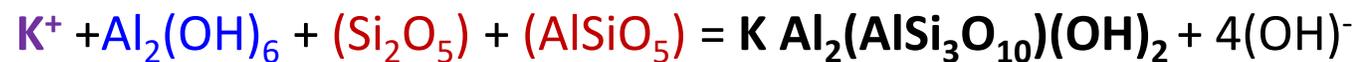
dioctaédrico



T
O
T

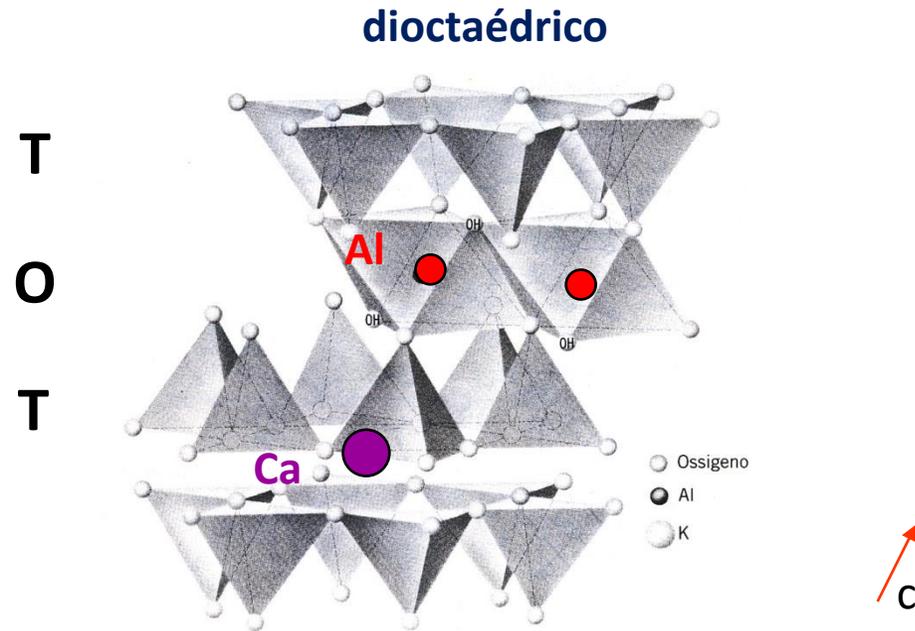


trioctaédrico

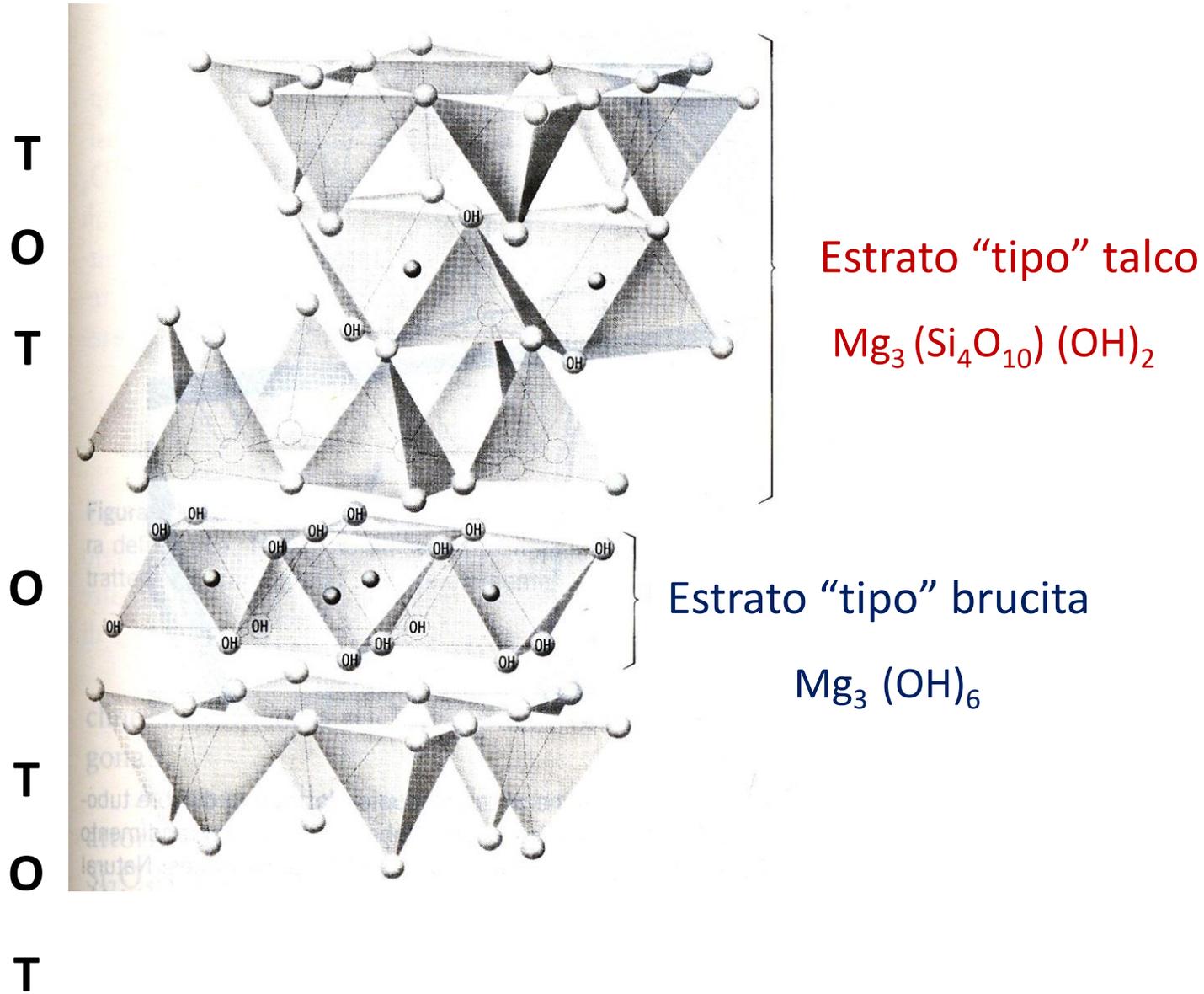


dioctaédrico

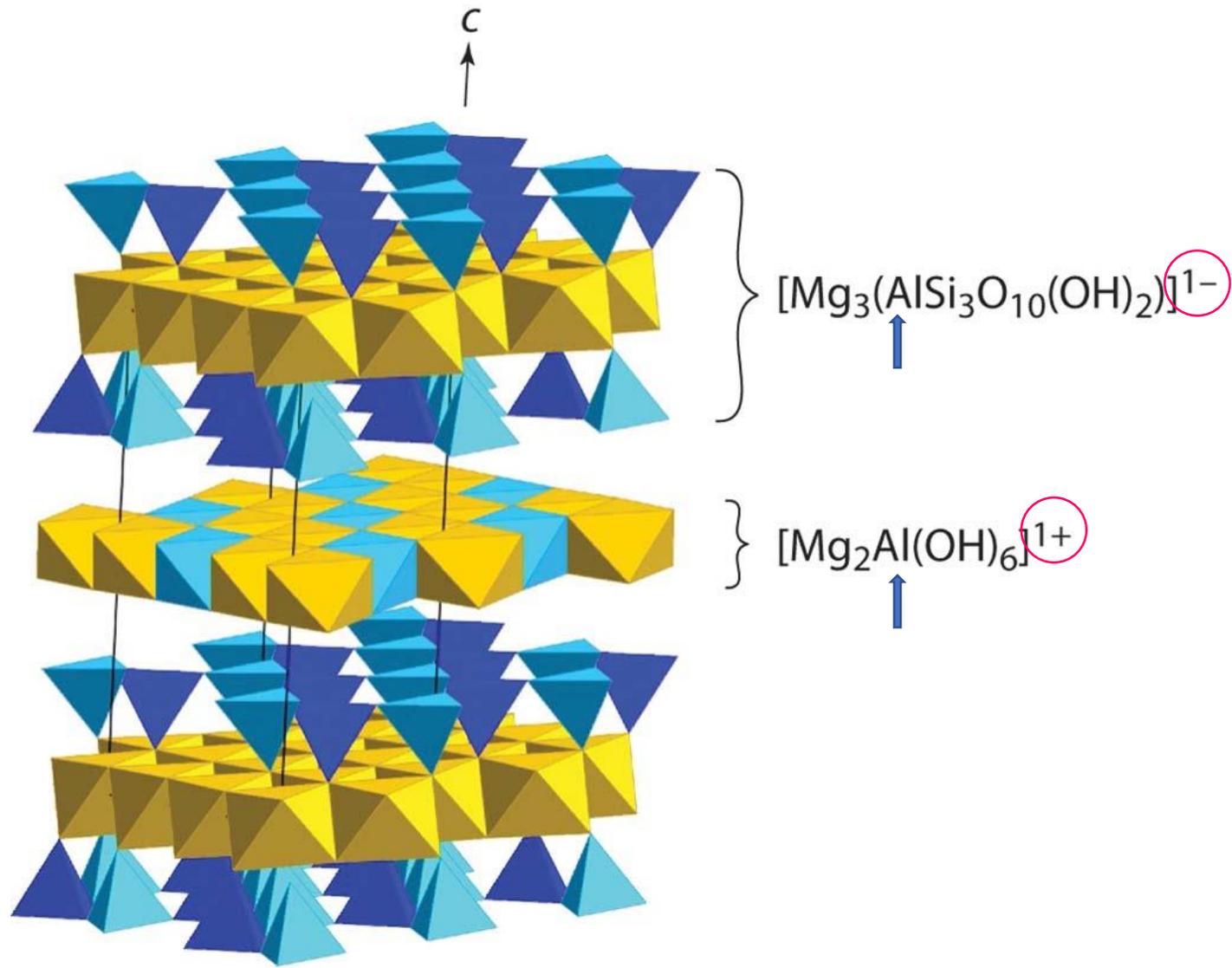
4: Estructura TOT Ca²⁺ TOT: micas frágiles



5: Estructura TOT O TOT: cloritas

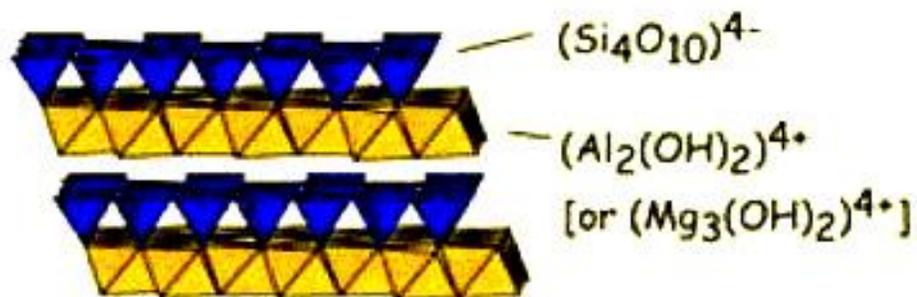


Chlorite: $(\text{Mg,Al})_6(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10} \cdot (\text{OH})_8$
 $C\bar{1}$

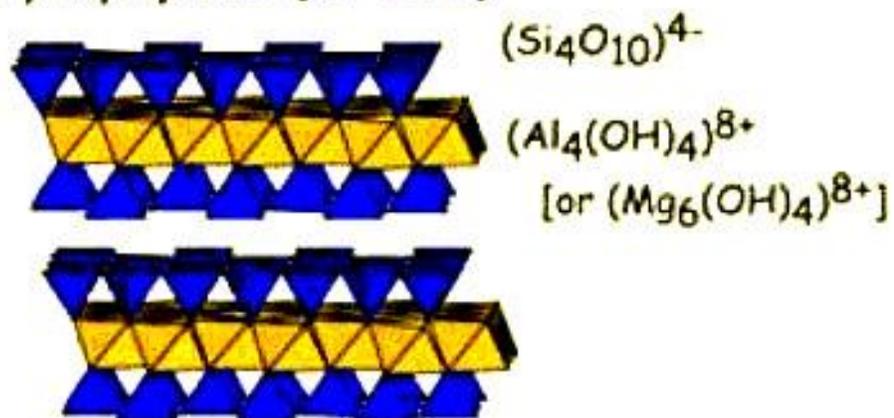


	Structure	Interlayer Charge	Trioctahedral (Y ²⁺)	Diocahedral (Y ³⁺)
0	O	~0	Brucite	Gibbsite
1	TO	~0	Serpentine	Kaolinite
2	TOT	~0	Talc	Pyrophyllite
5	TOT O TOT	~0	Chlorite	
	TOT (X ⁺ , X ²⁺ , H ₂ O) TOT expandable clay	~0.2-0.6	Saponite (smectite)	Montmorillonite (smectite)
		~0.6-0.9	Vermiculite	
	TOT (X ⁺ , X ²⁺) TOT non-expandable clay	~0.5-0.75	-	Illite
3	TOT X ⁺ TOT true mica	1	Phlogopite, Biotite	Muscovite, Paragonite
4	TOT X ²⁺ TOT brittle mica	2	Clintonite	Margarite

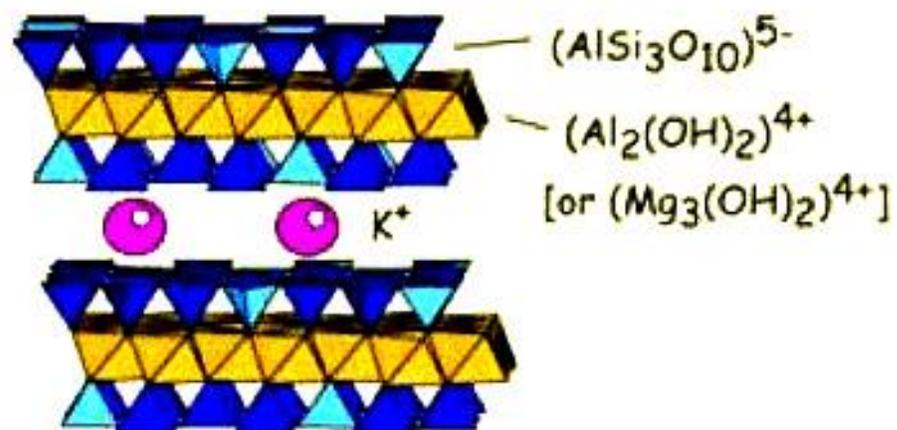
Kaolinite (or Antigorite)



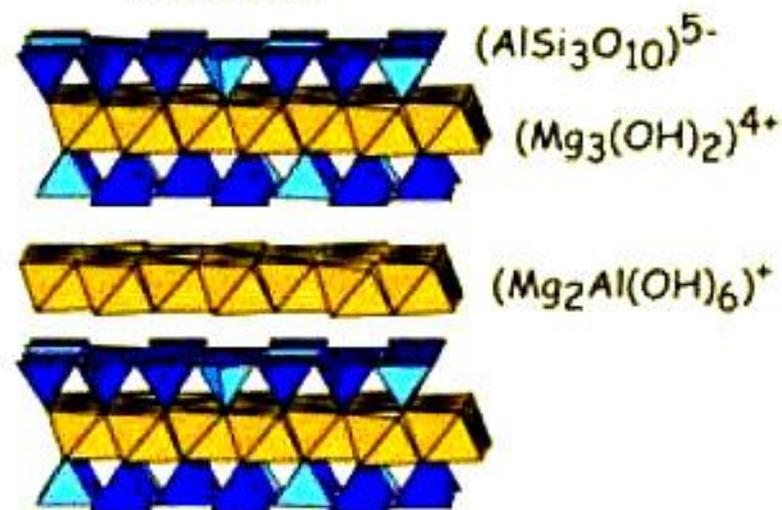
Pyrophyllite (or Talc)



Muscovite (or Phlogopite)



Chlorite



Filosilicatos: politipismo

El politipismo es un tipo de polimorfismo que se produce cuando diferentes paquetes de capas tetraédricas y octaédricas se apilan, es decir, cuando se alternan diferentes estructuras. Por ejemplo: TO TO TOT TOT TO TOT TO...

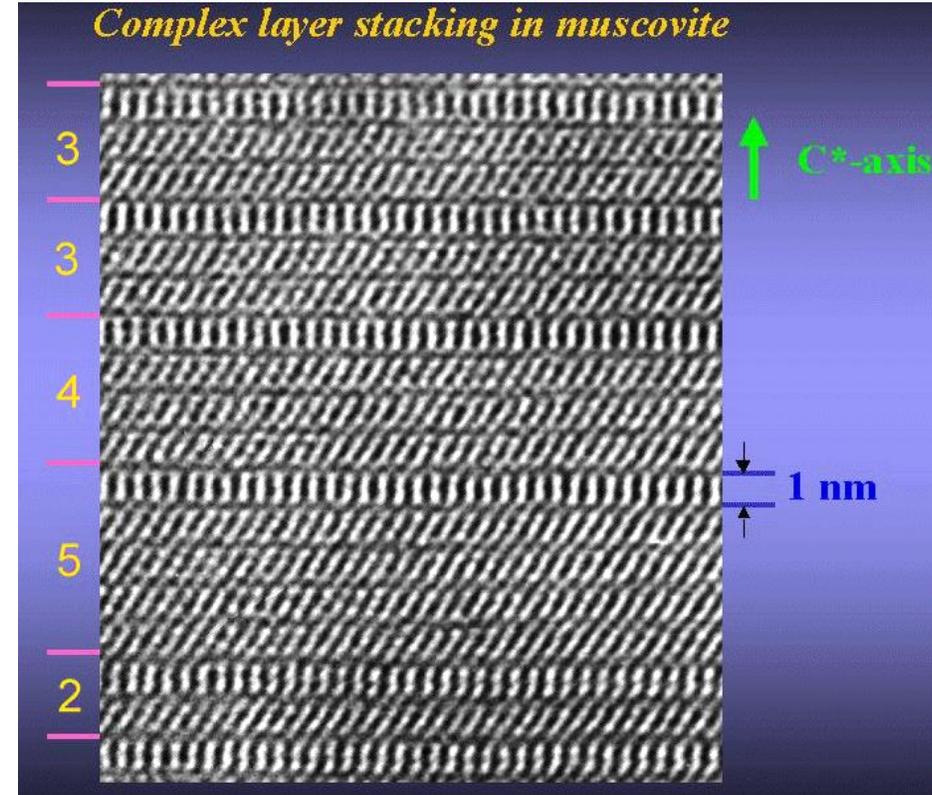
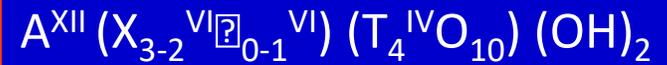


Imagen TEM de un politipo con capas mixtas apiladas a 20, 30, 40 y 50 Å [1 nm = 10 Å] en un volumen pequeño de un cristal simple de moscovita. (Ma Chi, 1997, *in preparation*)

Filosilicatos: micas

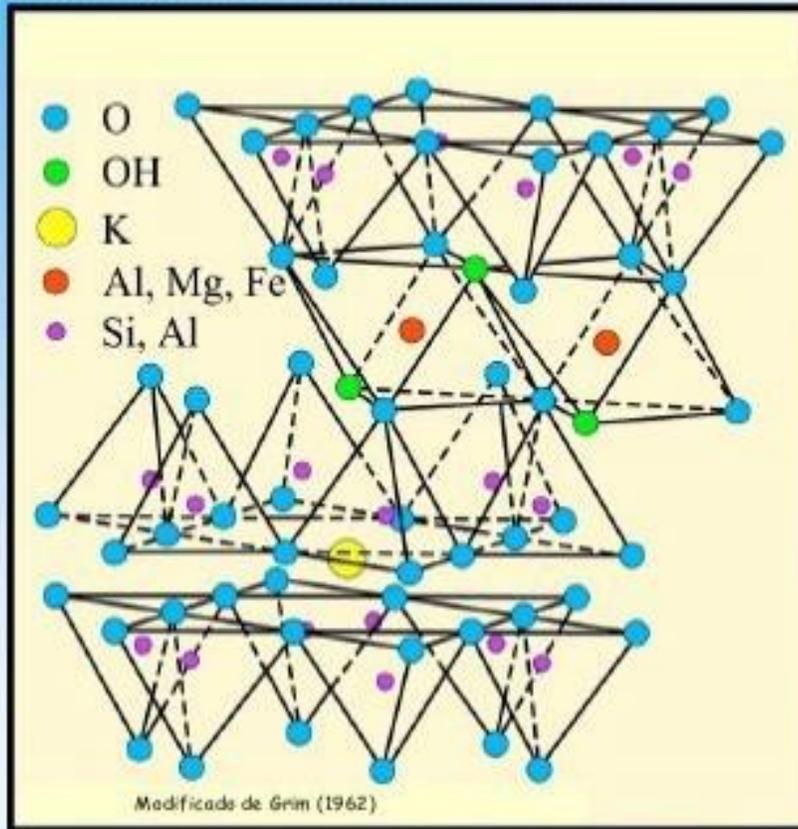


A	coordinación dodecaédrica	K, Ca, Na
X	coordinación octaédrica	Mg, Al, Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , (Cr)
T	coordinación tetraédrica	Si, Al (1 < Al ^{IV} < 2)

Flogopita	$KMg_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$
Annita	$KFe_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$
Biotita	$K(\square, Mg, Fe^{2+}, Al, Fe^{3+})_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$
Moscovita	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$
Paragonita	$NaAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$
Margarita	$CaAl_2(Al_2Si_2O_{10})(OH)_2$

Filosilicatos: micas

Filosilicatos 2:1 (TOT) con cationes interlaminares



Moscovita: $K Al_2 [Si_3 AlO_{10}] (OH)_2$
(sustitución acoplada K-Al^{IV})

Capa dioctaédrica (Al³⁺) entre tetraédricas + cationes interlaminares

Enlace entre láminas T-O-T más fuerte que vdw

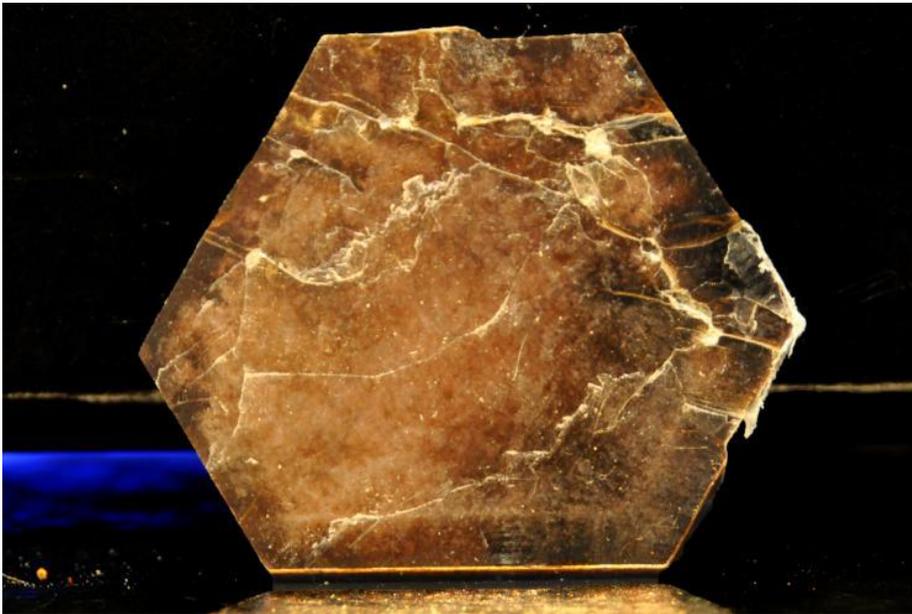
T
O
T
K
T
O
T
K
T
O
T

Filosilicatos: micas

Micas: flogopita $\text{KMg}_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$

monoclinica 2/m
H=2.5-3.0 Psp=2.9

Forma: Láminas con perfil hexagonal o cristales prismáticos ahusados, también en masas foliadas.



Propiedades: Transparente, brillo de nacarado a vítreo, color de blanco a verde a pardo-rojo, exfoliación basal perfecta.

Estructura: TOT K⁺ TOT, capa trioctaédrica

Química: Limitadas sustituciones entre K→Na, Mg→Al y completa entre Mg→Fe²⁺

Origen: Rocas metamórficas regionales ricas en Mg.

Usos: Aislante eléctrico

Nombre: Del griego φλογος (fuego) debido al color rojo de las variedades más ricas en Fe.

Filosilicatos: micas

Micas: biotita $K(\square, \text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$
monoclínica 2/m H=2.0-2.5 Psp=2.8

Forma: Láminas con perfil hexagonal, generalmente en masas foliadas



Propiedades: De transparente a traslúcida, brillo nacarado, de marrón a negra, exfoliación basal perfecta

Estructura: TOT K⁺ TOT, capa trioctaédrica

Química: Caracterizada por abundante Fe y sustituciones limitadas entre K→Na

Origen: Mineral habitual en muchas rocas metamórficas y magmáticas

Nombre: En honor del físico francés *Jean Baptiste Biot*. Por su color, también se la llama mica negra.

Filosilicatos: micas

biotita



Filosilicatos: micas

Micas: moscovita $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$

monoclinica 2/m
H=2.0-2.5 Psp=2.8

Forma: Láminas con perfil hexagonal, o cristales prismáticos ahusados, generalmente en masas foliadas



Propiedades: Transparente, brillo de nacarado a vítreo, incolor, exfoliación basal perfecta

Estructura: TOT K⁺ TOT, capa dioctaédrica

Usos: Aislante eléctrico y térmico, aditivo en la producción de papel y lubricantes

Química: Limitadas sustituciones K→Na, Al→Mg y Al→Fe²⁺ (hacia las biotitas)

Origen: Mineral habitual en muchas rocas metamórficas y magmáticas

Nombre: Desde el ruso *muscovy* (vidrio de Moscú) porque era empleada antiguamente como vidrio para ventanas. También se la conoce como mica blanca.

Filosilicatos: micas



moscovita

Filosilicatos: micas



Mica violeta!

Micas: lepidolita $K(\text{Li,Al})_{2-3}(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})(\text{O,OH,F})_2$
monoclinica 2/m H=2.5-4.0 Psp=2.8

Forma: Láminas pequeñas de contorno hexagonal, generalmente en escamas



Propiedades: De transparente a traslúcida, brillo nacarado, de blanco-gris a rosado o violeta, exfoliación basal perfecta.

Estructura: TOT K⁺ TOT, capa dioctaédrica

Origen: En pegmatitas, asociada a otros minerales de Li.

Nombre: Del griego λεπίδος (escama)

Usos: mena de Li

Filosilicatos: minerales de las arcillas

El término **arcilla** se refiere a un material natural constituido por minerales de tipo filosilicatos y tamaño muy fino, que se vuelve plástico en presencia de agua. Rocas ricas en arcilla son las arcillolitas (un tipo de lodolita).

El agua puede ser retenida en la superficie (por adsorción) o por dentro del retículo cristalino (por absorción) y, de la misma manera, puede ser liberada con facilidad.

Se forman como producto de alteración de filosilicatos y feldespatos.

Muy importantes para la industria cerámica y química.

Filosilicatos: caolinita

Caolinita $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_2$ triclinico P1 H=1.5-2 Psp=2.6

Forma: hábito masivo arcilloso.

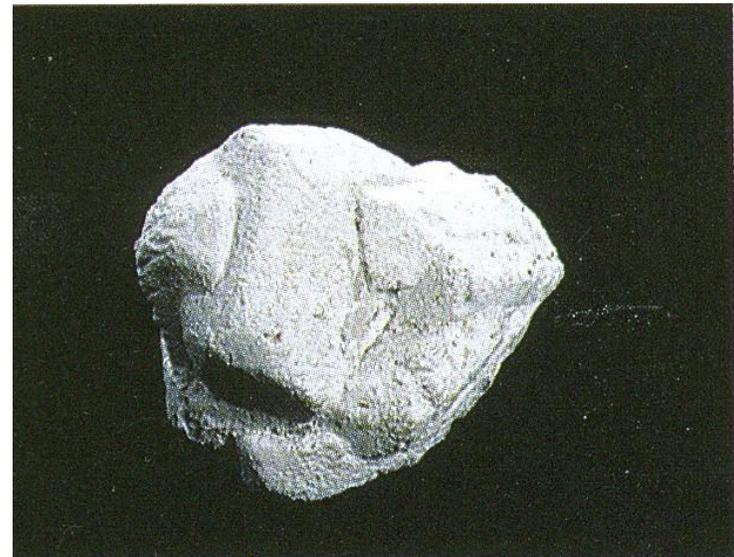
Estructura: TO, capas dioctaédricas.

Propiedades: Color blanco, blanco grisáceo, blanco amarillento. Raya blanca. Brillo terroso, nacarado. Arcilla no expansible.

Origen: producto de alteración de feldespatos y otros silicatos con aluminio, así como de cenizas volcánicas félsicas. Niveles ricos en caolinita se llaman caolín.

Usos: Cerámica (porcelana), producción de papel, pasta dentífrica, cosméticos, otros.

Nombre: de la ciudad china Gaoling, donde se extrae este metarial.

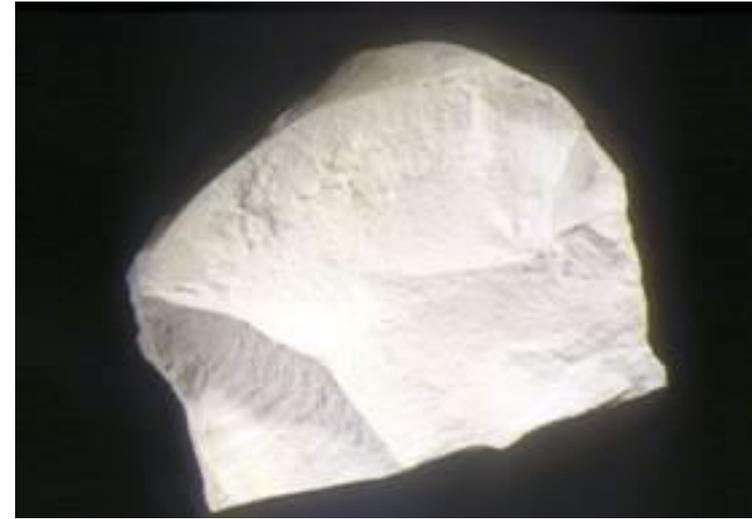


caolinita pseudomórfica sobre ortoclase con maclas tipo Karlsbad

Filosilicatos: caolinita



caolinita



Filosilicatos: illita

Illita $(K, H_3O)(Al, Fe, Mg)_2(Si, Al)_4O_{10}[(OH)_2, (H_2O)]$ monoclinico P1 H=1-2 Psp=2.8

Forma: hábito masivo arcilloso.

Estructura: TOT (K^+ , H_3O^+) TOT, capas dioctaédricas.

Propiedades: color blanco, gris-blanco a plateado-blanco, gris verdoso, a veces con otras tonalidades. Raya Blanca, lustre perlado. Arcilla no expansible.

Origen: producto de meteorización o alteración hidrotermal de la moscovita y feldespatos potásicos, recristalización de esmectita.

Otros: por recristalización metamórfica se convierte en moscovita.



Filosilicatos: illita



illita



Filosilicatos: grupo de la esmectita

Las **esmectitas** comprenden un grupo de varios tipos de arcillas

Dioctaédricas:

Montmorillonita $(\text{Na,Ca})_{0.3}(\text{Al,Mg})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Beidellita $\text{Na}_{0.5}\text{Al}_2(\text{Si}_{3.5}\text{Al}_{0.5})\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Nontronita $\text{Na}_{0.3}\text{Fe}^{3+}_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Trioctaédricas:

Saponita $(\text{Ca}/2,\text{Na})_{0.3}(\text{Mg,Fe})_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Hectorita $\text{Na}_{0.3}(\text{Mg,Li})_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{F,OH})_2$

Forma: hábito masivo arcilloso.

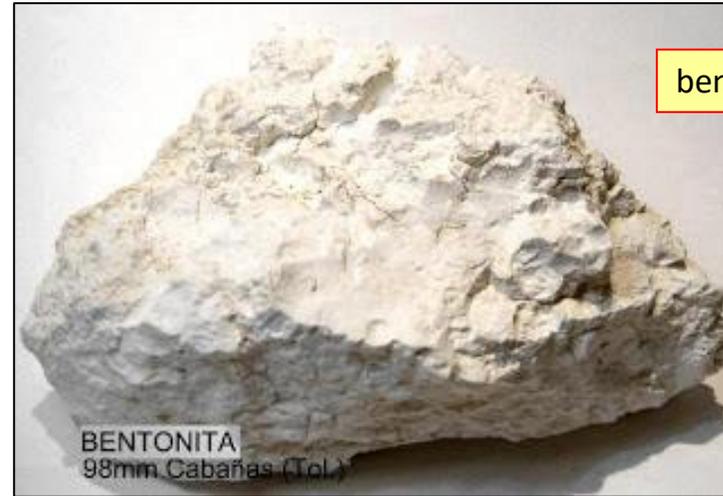
Estructura: TOT (H₂O) TOT

Propiedades: color blanco o gris-blanco. Gran capacidad de absorción de agua entre dos capas TOT. Alta plasticidad. Arcilla expansible.

Usos: la bentonita es una arcilla con más del 85% montmorillonita. Se usa como lodos de perforación, material de sellado de grietas, grasas lubricantes, etc.

Origen: producto de meteorización de cenizas volcánicas.

Filosilicatos: grupo de la esmectita

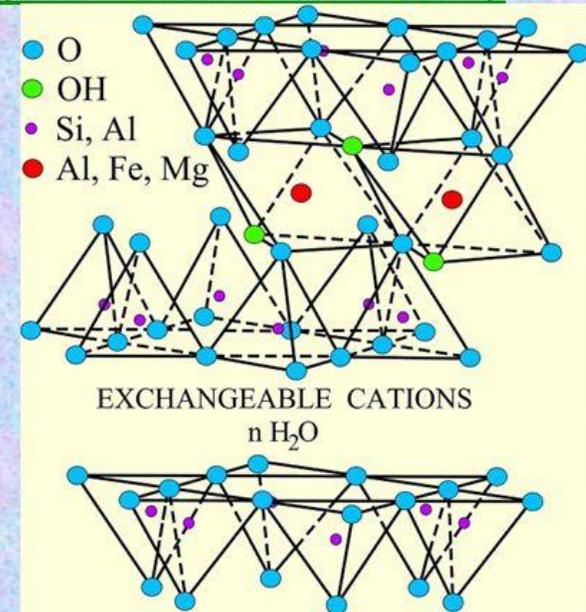
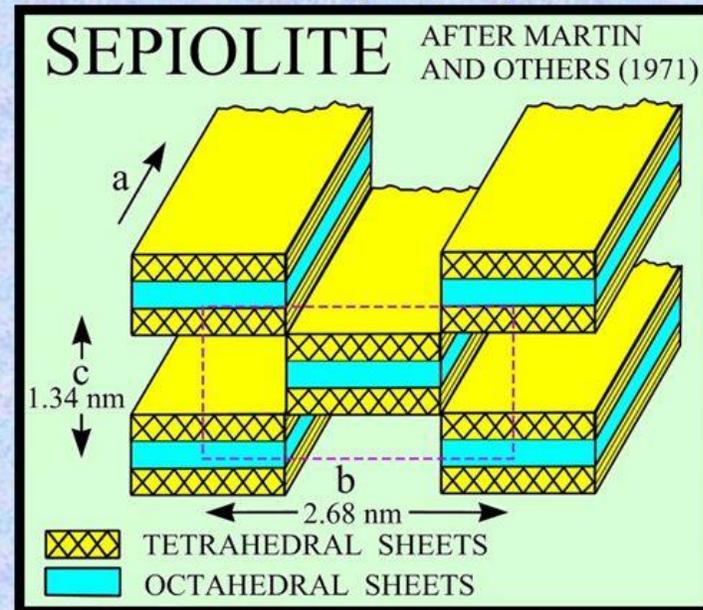


Filosilicatos: minerales de las arcillas

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN.

ALGUNAS ARCILLAS ENCUENTRAN SU PRINCIPAL CAMPO DE APLICACIÓN EN EL SECTOR DE LOS ABSORBENTES YA QUE **PUEDEN ABSORBER AGUA U OTRAS MOLÉCULAS** EN EL **ESPACIO INTERLAMINAR (ESMECTITAS-MONTMORILLONITA)** O EN LOS **CANALES ESTRUCTURALES (SEPIOLITA Y PALIGORSKITA).**

Aspecto fibroso de la sepiolita y atapulgita



SlidePlayer

Estructura de la montmorillonita

Filosilicatos: minerales de las arcillas

Problemas asociados a arcillas

- Uno de los más comunes es cuando se presentan arcillas expansibles, como la esmectita, en lo que es llamado suelos expansibles.
- Causando daños estructurales a las construcciones sobre estos suelos, pues se someten a una expansión y compresión en abundancia o ausencia de agua respectivamente.
- En EE.UU. $\frac{1}{4}$ de los hogares presentan este problema

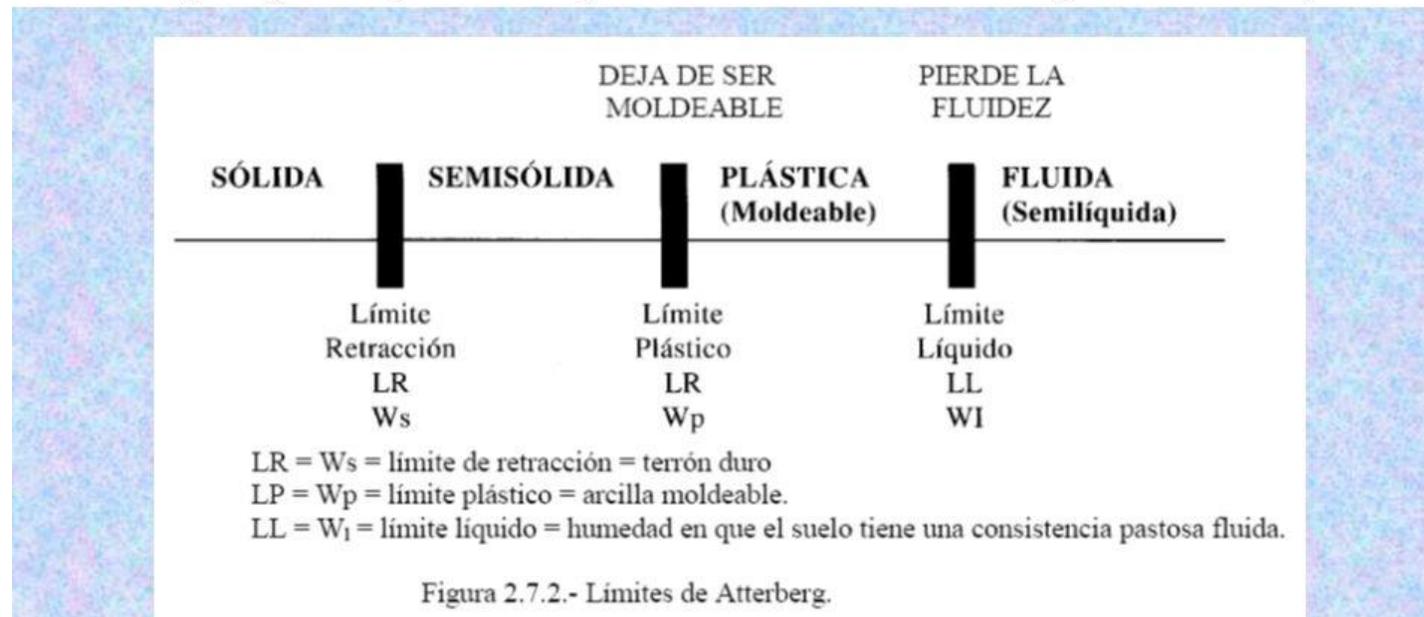
Filosilicatos: minerales de las arcillas

PROPIEDADES DE LAS ARCILLAS // PLASTICIDAD

En principio, un aumento de plasticidad de una pasta produce:

- Una mayor ductibilidad de los productos moldeados.
- Una retención mayor de agua que se traduce en una mayor contracción de secado y un aumento de la posibilidad de formación de grietas.
- Una disminución de la velocidad de formación de pared en el caso de moldeo por colado.

Según Atterberg una arcilla es más plástica cuanto más separados están su límite plástico (Tanto por ciento de agua mínimo que hace que sea moldeable una pasta cerámica) y su límite líquido (porcentaje de agua añadida a la pasta que hace que ésta no tenga la suficiente resistencia mecánica para ser moldeable).

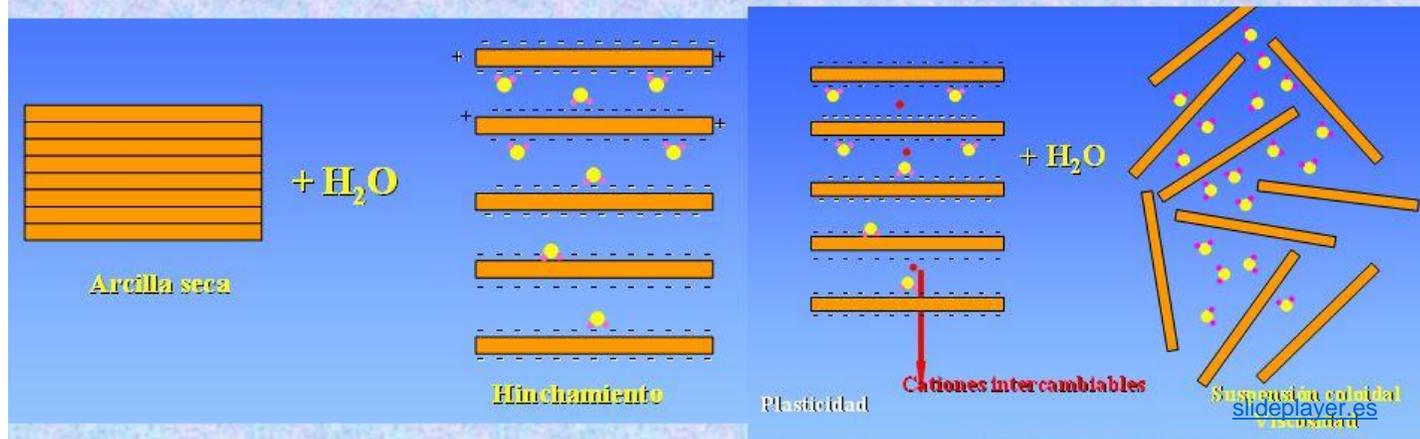


Filosilicatos: minerales de las arcillas

PROPIEDADES DE LAS ARCILLAS // HINCHAMIENTO

LA ABSORCIÓN DE AGUA EN EL ESPACIO INTERLAMINAR TIENE COMO CONSECUENCIA LA SEPARACIÓN DE LAS LÁMINAS DANDO LUGAR AL HINCHAMIENTO.

A MEDIDA QUE SE INTERCALAN CAPAS DE AGUA Y LA SEPARACIÓN ENTRE LAS LÁMINAS AUMENTA, LAS FUERZAS QUE PREDOMINAN SON DE REPULSIÓN ELECTROSTÁTICA ENTRE LÁMINAS, LO QUE CONTRIBUYE A QUE EL PROCESO DE HINCHAMIENTO PUEDA LLEGAR A DISOCIAR COMPLETAMENTE UNAS LÁMINAS DE OTRAS.



INTERACCIÓN DE PARTÍCULAS DE ARCILLA CON AGUA. HINCHAMIENTO.

DISOCIACIÓN COMPLETA DE LAS LÁMINAS.

Filosilicatos: minerales de las arcillas

ARCILLAS INDUSTRIALES

Las arcillas industriales se pueden clasificar en los siguientes grandes grupos:

1.- Arcillas rojas o comunes

2.-Arcillas de cocción blanca, caolines, halloisitas y arcillas refractarias

3.- Bentonitas y tierras de Fuller

4.- Sepiolitas y paligorskitas

Cada uno de estos grupos puede también ordenarse en función de sus principales usos industriales.

Así las **ARCILLAS ROJAS** tienen aplicación fundamentalmente en la cerámica industrial (pavimentos, revestimientos y cerámica estructural) y alfarería, **LAS ARCILLAS DE COCCIÓN BLANCA** también se emplean en cerámica industrial, los caolines en las industrias del papel y la cerámica, las halloysitas en cerámica artística (porcelanas), **LAS ARCILLAS REFRACTARIAS** en chamotas para pavimentos de gres natural, **LAS BENTONITAS** en la industria de los absorbentes y el petróleo, las tierras de Fuller como absorbentes industriales, y finalmente **LAS SEPIOLITAS Y PALIGORSKITAS** en el campo de los absorbentes domésticos.

Filosilicatos: minerales de las arcillas

Entre los principales usos y aplicaciones son:

- ✓ Cerámica estructural (ladrillos, tejas, etc.)
- ✓ Cerámica industrial (tubos , mayólicas, lavaderos, pisos, etc)
- ✓ Cemento (Como materia prima para la elaboración del clinker)
- ✓ Alfarería y artesanía (bajillas de barro de cocción roja)
- ✓ Como material de construcción.
- ✓ Ocasionalmente para el mejoramiento de suelos arenosos que carecen de arcilla.

En nuestro país el mayor campo de aplicación de la tierra arcillosa no cocida son las urbanizaciones rurales y las construcciones agrícolas (adobes, tapia).

MINERALOGIA

TIPOS DE ARCILLAS

CAOLINITAS



ARCILLAS 1:1 (Bilaminares)

ACTIVIDAD: 0.38

No admite agua en los planos de unión.

No es expansiva

Moderadamente plásticas

Más permeables

Mayor fricción interna

5:33 p.m.

ILLITAS



ARCILLAS 2:1 (Trilaminares)

ACTIVIDAD: 0.9

Admite agua en los planos de unión.

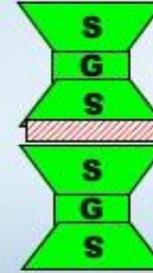
Es expansiva, Menos permeable

Mediamente plásticas

Producto de la hidratación Micas

Forma Grumos (Iones de K⁺)

MONTMORILLONITAS



ARCILLAS 2:1 (Trilaminares)

ACTIVIDAD: 7.2

Admite mucha agua en los planos de unión.

Es Muy expansiva, Impermeable

Muy plásticas, Se contrae al secarse.

Estructura cristalina a modo de acordeón

Filosilicatos: serpentinas

Serpentina $Mg_6(Si_4O_{10})(OH)_8$ monoclinico, m e $2/m$; r6mbico mmm ;
trigonal $3m$, hexagonal $6m$ $H=4.0$ $Psp=2.6$

Propiedades: Verde en varias tonalidades hasta negro. Lustre c6reo a graso en las variedades masivas, sedoso en las fibrosas. Quebradiza.

Polimorfismo: Existen tres formas polimorfas que cristalizan en el sistema monoc6nico: la [lizardita](#), la [antigorita](#) y el [crisotilo](#).

Forma: La antigorita es masiva, el crisotilo es fibroso. Una variedad del crisotilo es el asbesto.

Usos: El asbesto se utiliz6 como fibra para tejidos ign6fugos y otros materiales, pero se descubri6 que es cancer6geno.

Origen: Son productos de alteraci6n de ciertos [silicatos](#) magn6sicos, especialmente [olivino](#), [piroxenos](#) y [anf6boles](#). Se da tanto en las rocas 6gneas ultram6ficas como en las metam6rficas. Aparece asociada frecuentemente con la magnesita, la cromita y magnetita.

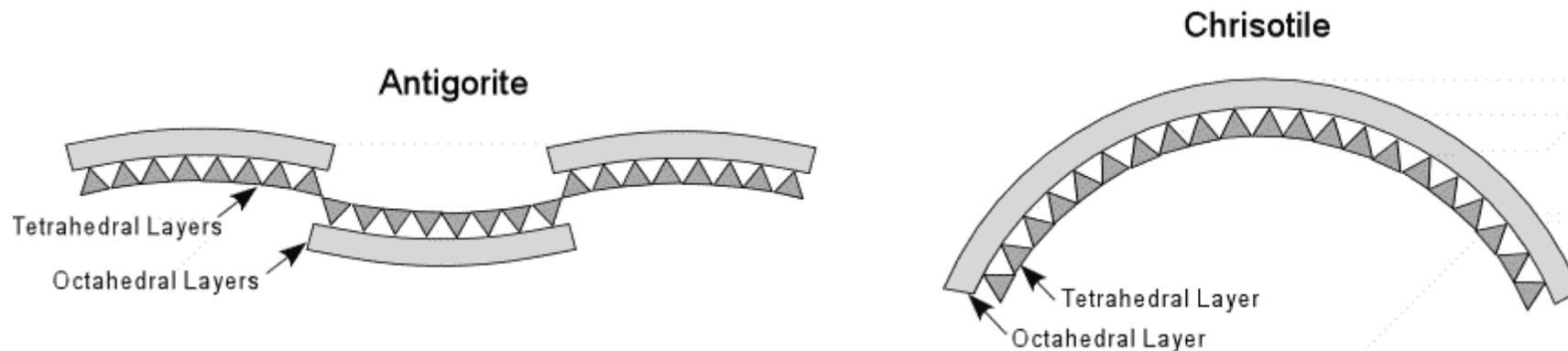


Filosilicatos: serpentinas

La diferencia en el hábito entre la antigorita y el crisotilo se debe al mal acoplamiento de los octaedros con los tetraedros.

En la antigorita, la capa octaédrica no es continua y la capa tetraédrica apunta hacia arriba y hacia abajo. Las capas son pseudoplanares.

En el crisotilo, la capa octaédrica es continua y la capa tetraédrica apunta hacia arriba, causando una curvatura que explica la forma fibrosa del polimorfo.



Filosilicatos: serpentinas



crisotilo



antigorita



lizardita

Variedad tipo asbesto (muy fibroso)



Filosilicatos: talco

Talco $\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ monoclinico, 2/m H=1 Psp=2.7-2.8

Propiedades: Verde pálido, blanco, blanco grisáceo. Raya blanca. Lustre céreo a graso. Tacto untuoso. Se raya con la uña.

Forma: Hábito masivo.

Usos: Cosmética, farmacéutica, higiene personal, recubrimiento de superficies, lubricante, etc.

Origen: Son productos de alteración de ciertos [silicatos](#) magnésicos, especialmente [olivino](#), [piroxenos](#) y [anfíboles](#). Se da tanto en las rocas ígneas ultramáficas como en las metamórficas. Aparece asociada frecuentemente con la serpentina, por lo que puede contener asbesto.



Filosilicatos: talco

