

Scanning electron micrograph (SEM) showing the characteristic layered and fibrous structure of vermiculite clay. The image displays a complex network of interconnected, wavy, and somewhat porous layers, typical of this phyllosilicate mineral. The layers are oriented in various directions, creating a highly textured surface.

# FILOSILICATOS 3

## Esmécticas. Vermiculítas

M. RODAS

20KV 3.00KX 3.33µ 0003

# MINERALES 2/1

$$1T+1 O + 1T = 7 \text{ \AA}$$

carga eléctrica de la hoja=0

$$1T+1 O + 1T+ \text{Esp. int.} = 9 \text{ \AA}$$

Pirofilita

Talco

carga eléctrica de la hoja: 0,2-0,6

$$1T+1 O+1T+ \text{Esp. int.} = 10 \rightarrow 18 \text{ \AA}$$

Esp.Int.: cat.±hidratados (Ca,Na)

$$(550^\circ: 10 \text{ \AA} ; 2H_2 O: 14 \text{ \AA} ; EG: 17 \text{ \AA})$$

Esmectitas

Al: momtmorillonita,  
beidellita.

Fe: nontronita

Esmectitas

Mg: saponita,  
estevensita, hectorita

carga eléctrica de la hoja: 0,6-0,9

$$1T+1 O+ 1T+ \text{Esp. int.} = 10 \rightarrow 15 \text{ \AA}$$

Esp.Int.: cat.±hidratados (Ca,Na)

$$(550^\circ: 10 \text{ \AA} ; 2H_2 O: 14 \text{ \AA} ; EG: 14 \text{ \AA})$$

Vermiculitas

Vermiculitas

carga eléctrica de la hoja ≠ 0,9

$$1T+1 O+ 1T+ \text{Esp. int.} = 10 \text{ \AA}$$

Esp.Int.: cat. no hidratados (K)

Illita, Glauconita

carga eléctrica de la hoja ≠ 1

$$1T+1 O+ 1T+ \text{Esp. int.} \neq 10 \text{ \AA}$$

Esp.Int.: cationes no hidratados  
(K,Na)

Micas

Al: moscovita, fengita,  
paragonita

Fe: celadonita

Micas

Mg-Fe: biotita,  
lepidolita,  
flogopita

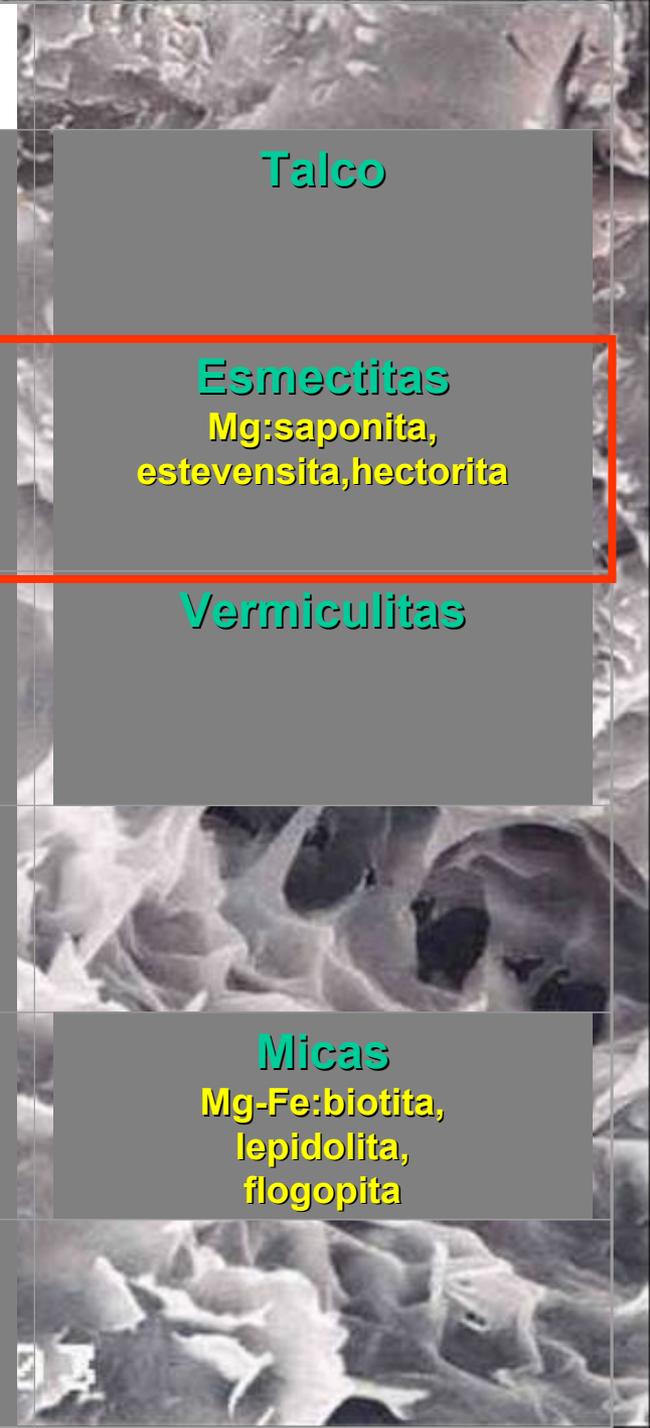
carga eléctrica de la hoja ≠ 2

$$1T+1 O+ 1T+ \text{Esp. int.} \neq 10 \text{ \AA}$$

Esp.Int.: cationes no hidratados (Ca)

Micas duras

Al: margarita, clintonita



# GRUPO DE LAS ESMECTITAS

## DIOCTAEDRICAS

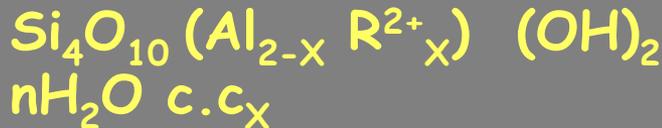
Montmorillonita  
Beidellita  
Nontronita

## TRIOCTAEDRICAS

Estevensita  
Hectorita  
Saponita

### Dioctaédricas

#### Montmorillonita



Sustitución en la capa octaédrica

#### Beidellita

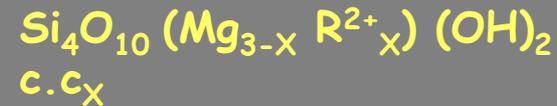


Sustitución en la capa tetraédrica

Nontronita Al y Fe

### Trioctaédricas

#### Estevensitas



Sustitución en la capa octaédrica

#### Hectorita

Li en la capa octaédrica. H y F

#### Saponita



Sustitución en la capa tetraédrica

c.c. = Na, K, Ca, Mg, ...

La carga en la lámina 2:1 puede producirse por la combinación de cuatro mecanismos básicos:

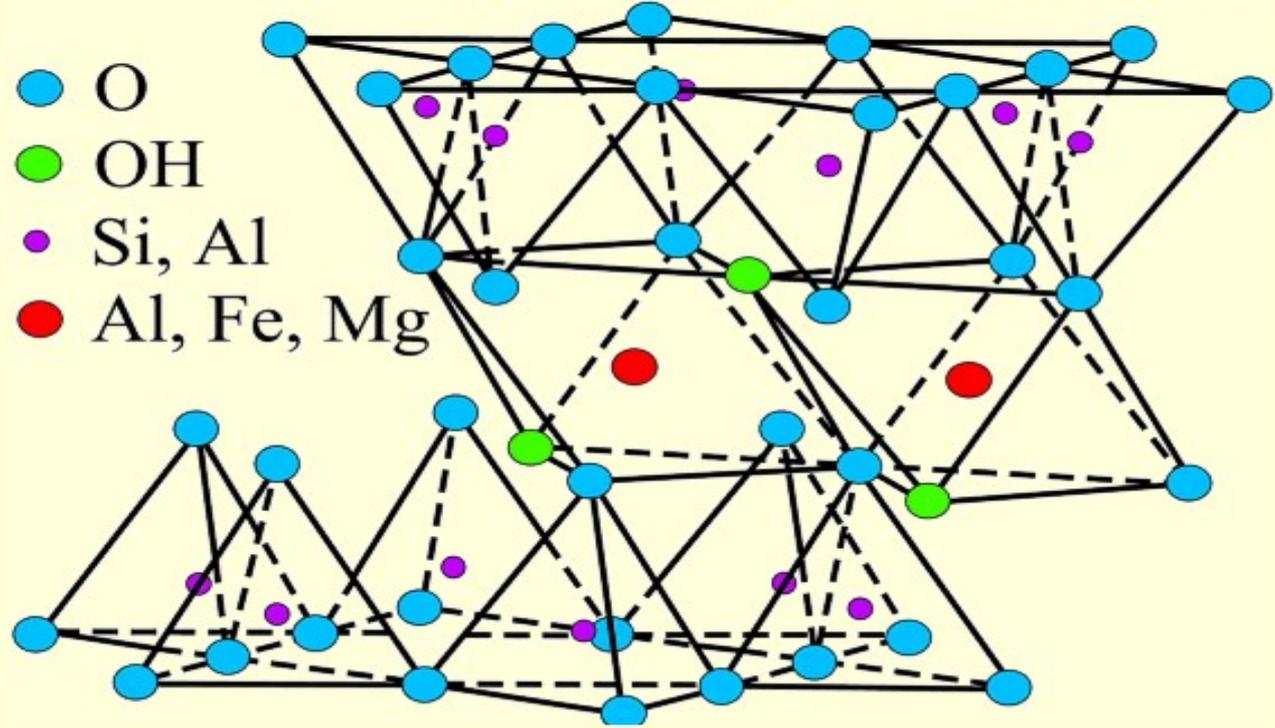
1. Sustitución de  $R^{3+}$  (normalmente  $Al^{3+}$  o  $Fe^{3+}$ ) o, más raramente  $R^{2+}$  (Be) por  $Si_4^+$  en posiciones tetraédricas.
2. Sustitución de  $R^{3+}$  o  $R^{2+}$  por  $R^{2+}$  o  $R^{3+}$  en posiciones octaédricas.
3. Existencia de vacancias en las posiciones octaédricas.
4. Deshidroxilación de grupos  $(OH)^-$ .

El resultado es una lámina cargada negativamente, que dependiendo del valor de esa carga da lugar a los diferentes grupos de filosilicatos 2:1.

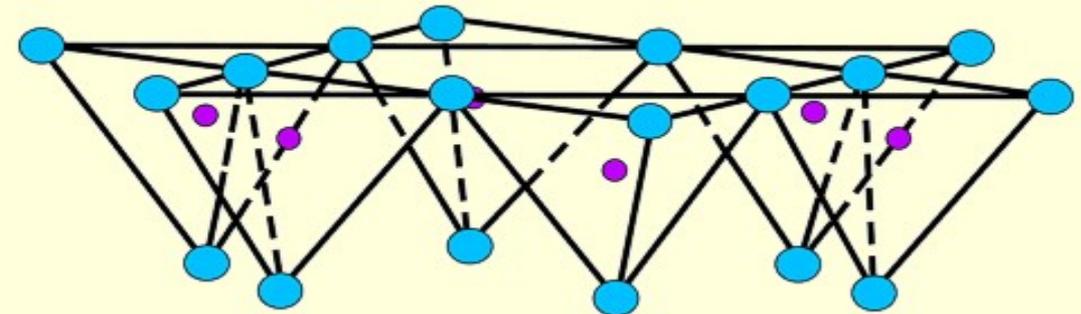
# Carga laminar

LAMINA	CARGA UNIDAD	GRUPO
2:1	2	Micas frágiles
	1	Micas reales
	0.75-0.50	Vermiculitas
	0.5	Esmectitas
	0	Talco-pirofilita
	0.65	Illita

# STRUCTURE OF MONTMORILLONITE



cationes interlaminares + H<sub>2</sub>O



MODIFIED FROM GRIM (1962)

Esmec  
pirofil  
Esmec

La  
entra  
interlá

El  
tipo d  
esmec

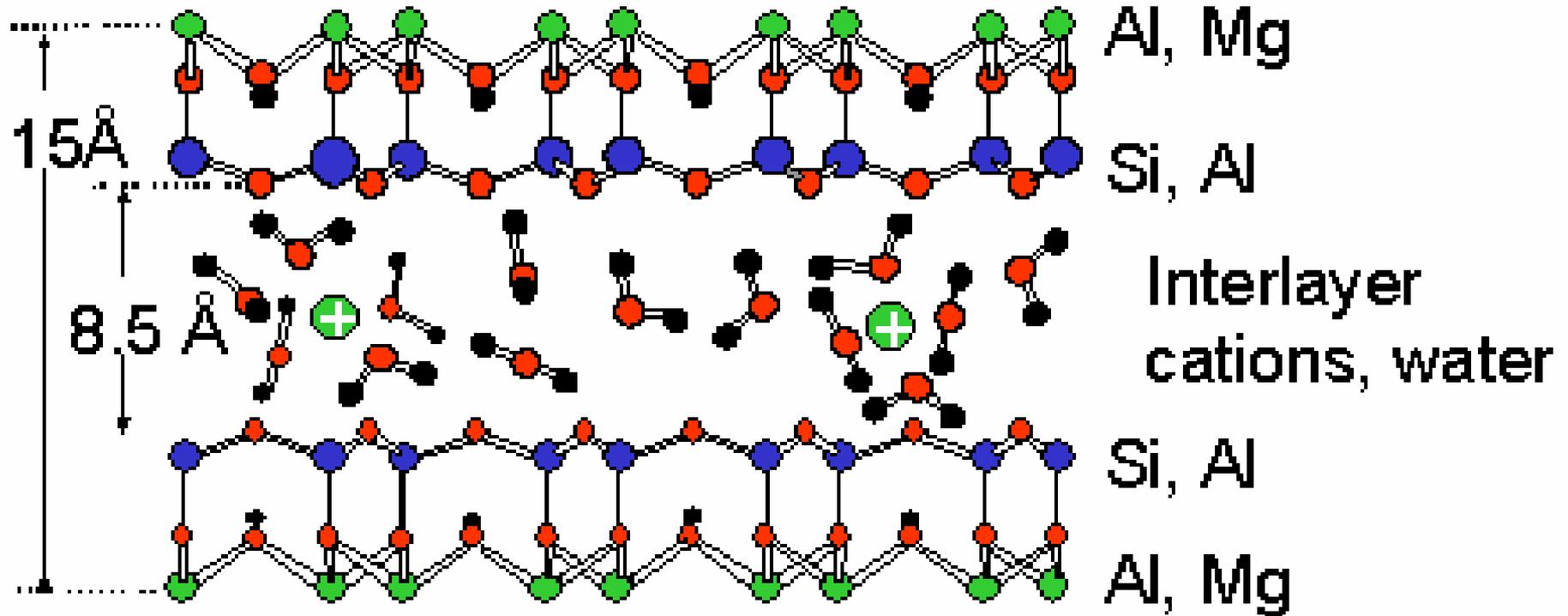
la

la  
la

del  
as

20K

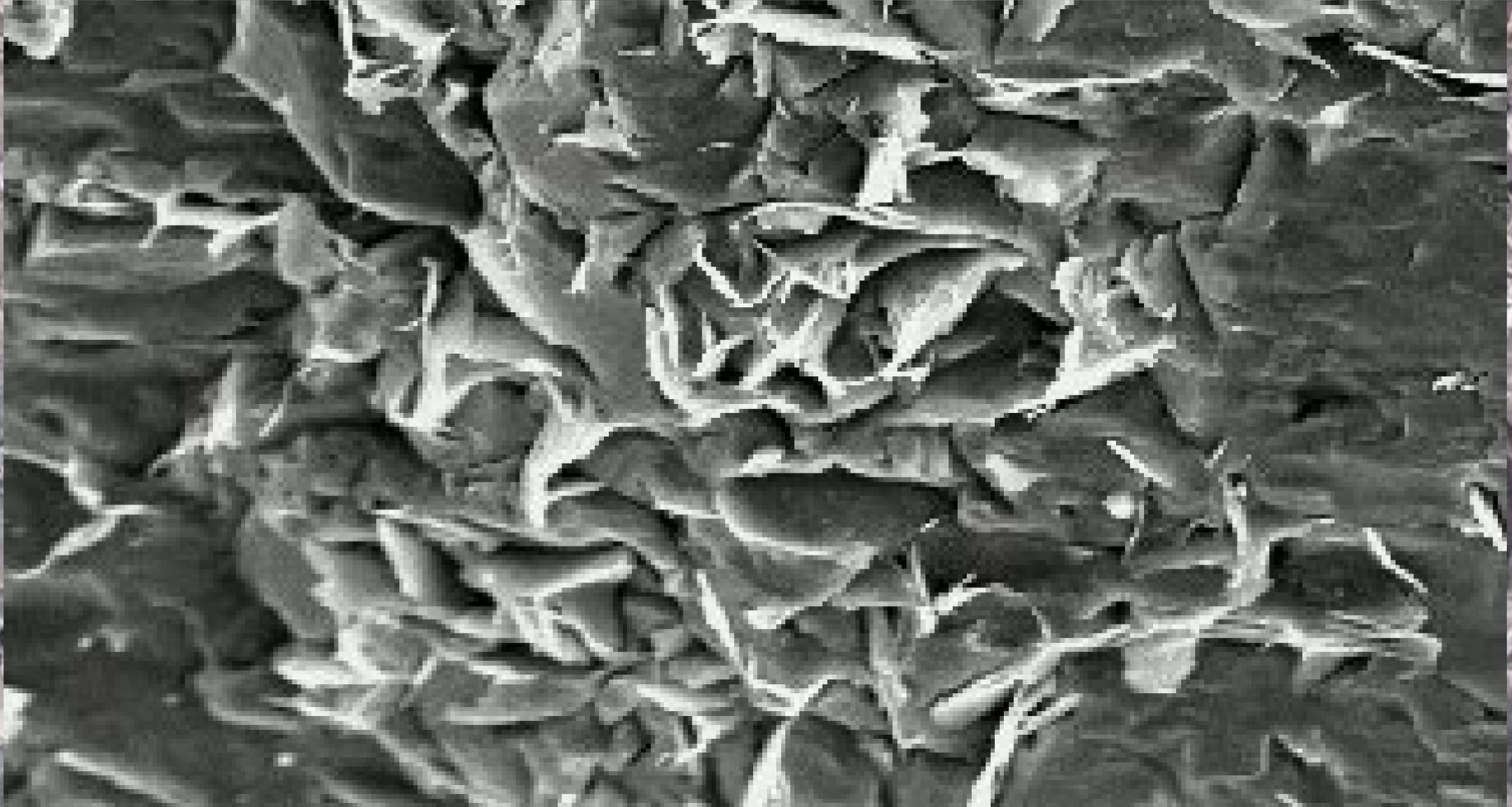
# ESMECTITAS



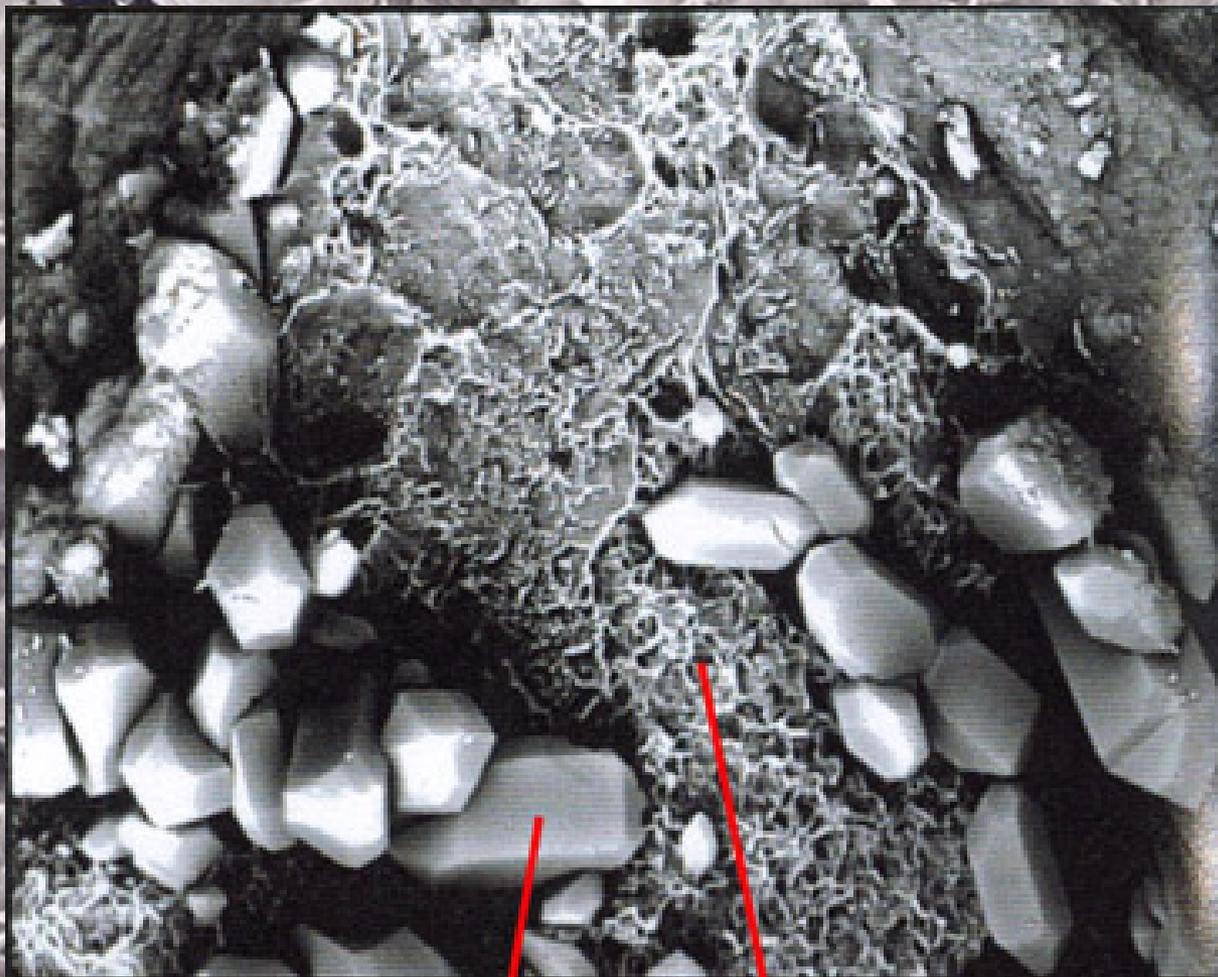
a) Cationes monovalentes (Na) -> 1 capa de agua (12 Å)

b) Cationes divalentes (Ca o Mg) -> 2 capas de agua (14-15 Å)

**ESMECTITAS → MEB.**



20KV 3.00KX 3.33µ 0003

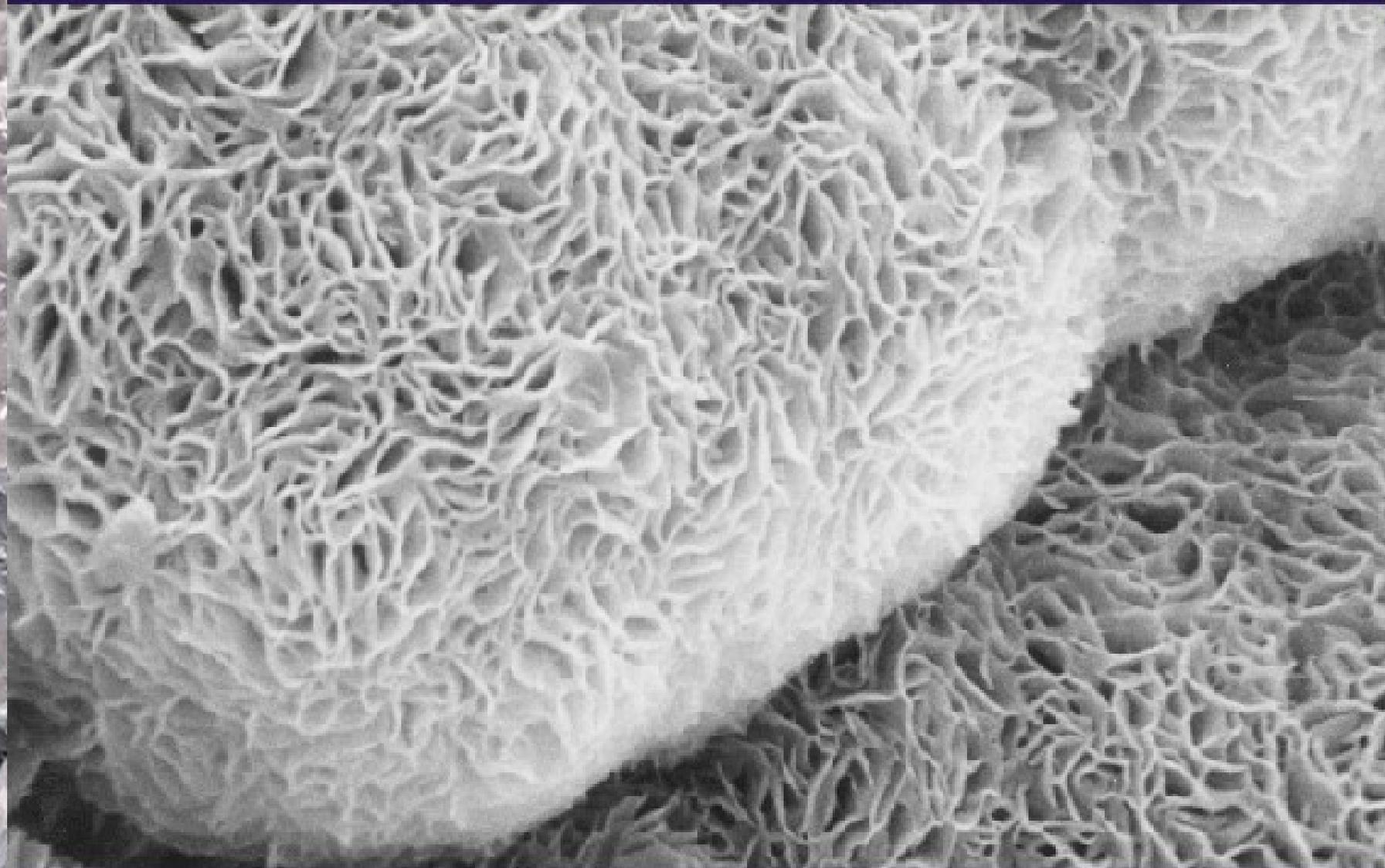


0064 35KV X1,500 10µm WD33

Quartz

Smectite clay

# CLAY MINERALS SOCIETY



Smectite, Yucca Mountain, Nevada

5  $\mu\text{m}$

# PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS ESMECTITAS

Las propiedades son el resultado de:

- Tener un tamaño extremadamente pequeño de cristalito
- Las variaciones en la composición química interna
- Las características estructurales causadas por factores químicos
- La gran capacidad de cambio catiónico
- Gran área superficial que es químicamente activa
- Interacciones con líquidos orgánico

## PROPIEDADES

- 1.- Capacidad de cambio catiónico
- 2.- Hidratación e hinchamiento
- 3.- Propiedades coloidales
- 4.- Deshidratación y rehidratación
- 5.- Reacciones orgánicas

Los minerales del grupo de la esmectita se forman y mantienen en el ambiente exógeno.

Durante la diagénesis, a profundidades superiores a los 2000 m, se transforman en illita a través de interestratificados illita-esmectita.

Constituyentes esenciales de suelos → en regiones de clima árido y semiárido.

Las formadas en lagos alcalinos son variedades magnésicas casi puras.

Las formadas a partir de la alteración hidrotermal o meteórica de rocas volcánicas (basaltos, andesitas y riolitas) suelen tener sustituciones octaédricas ( $\text{Fe}^{2+}$ ) y corresponden a saponitas.

Debido al gran desarrollo del volcanismo en el mundo, sobre todo a partir del Cretácico, existen yacimientos de bentonitas en todos los continentes, a excepción de la Antártica.

# MINERALES 2/1

1T+1 O + 1T = 7 Å  
 carga eléctrica de la hoja=0  
 1T+1 O + 1T+ Esp. int.= 9 Å

Pirofilita

Talco

carga eléctrica de la hoja: 0,2-0,6  
 1T+1 O+1T+ Esp. int.= 10→18Å  
 Esp.Int.: cat.±hidratados (Ca,Na)  
 (550°:10 Å ; 2H<sub>2</sub> O:14 Å; EG:17Å

Esmectitas

Al: momtmorillonita,  
 beidellita.  
 Fe: nontronita

Esmectitas

Mg:saponita,  
 estevensita, hectorita

carga eléctrica de la hoja: 0,6-0,9  
 1T+1 O+ 1T+Esp. int.= 10→15Å  
 Esp.Int.: cat.±hidratados (Ca,Na)  
 (550°:10 Å ; 2H<sub>2</sub> O:14 Å; EG:14 Å

Vermiculitas

Vermiculitas

carga eléctrica de la hoja≠0,9  
 1T+1 O+ 1T+Esp. int.= 10Å  
 Esp.Int.: cat. no hidratados (K)

Ilita, Glauconita

carga eléctrica de la hoja≠1  
 1T+1 O+ 1T+Esp. int.≠10Å  
 Esp.Int.: cationes no hidratados  
 (K,Na)

Micas

Al: moscovita, fengita,  
 paragonita  
 Fe: celadonita

Micas

Mg-Fe:biotita,  
 lepidolita,  
 flogopita

carga eléctrica de la hoja≠2  
 1T+1 O+ 1T+Esp. int.≠10Å  
 Esp.Int.: cationes no hidratados (Ca)

Micas duras

Al:margarita, clintonita

## VERMICULITA:



Las vermiculitas son filosilicatos hidratados, formados por alteración de biotita y flogopita



Imagen: [www.mindat.org](http://www.mindat.org)

# VERMICULITAS



@ Relacionadas con esta propiedad de exfoliarse tienen muchas aplicaciones

(p.e. aislante térmico en construcción y hornos)



# VERMICULITAS

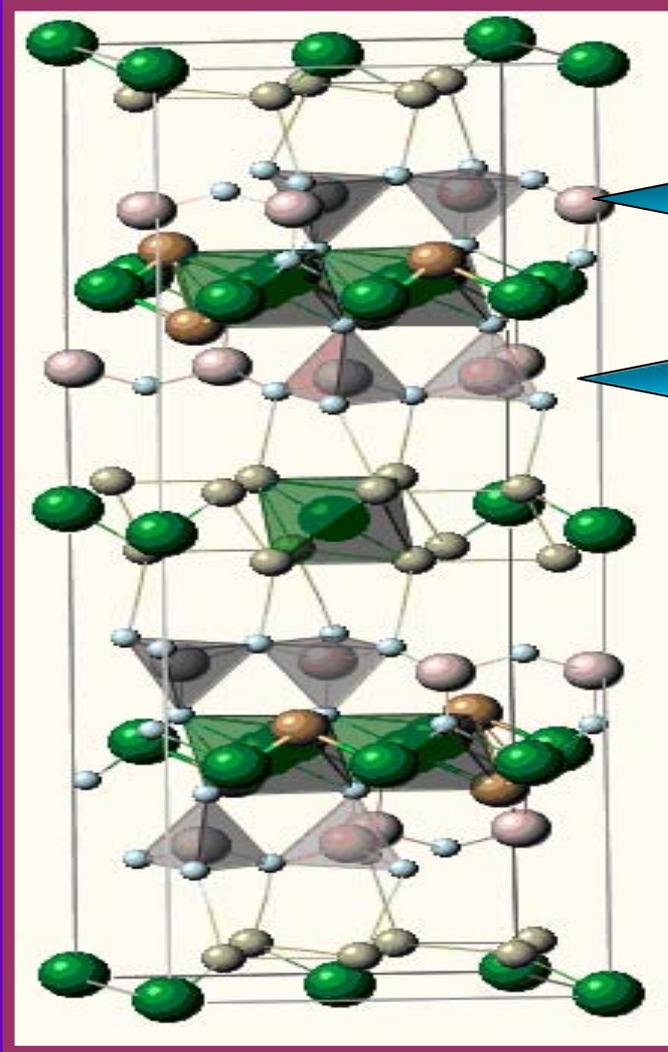


El término vermiculita procede del latín vermiculus (gusanos).



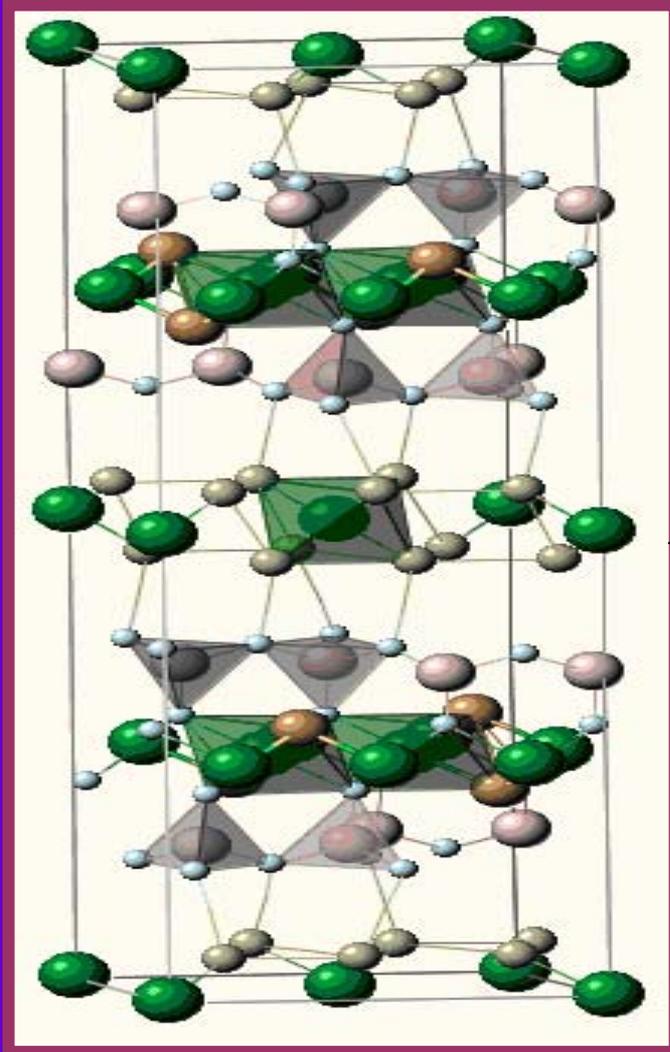
Imagen: [www.cactuspro.com](http://www.cactuspro.com)

La sustitución de  $\text{Si}^{4+}$  por  $\text{Al}^{3+}$  en la capa tetraédrica,  $\rightarrow$  que la carga laminar resultante es fuertemente negativa. Este déficit de carga se compensa por la entrada de cationes de cambio, generalmente magnesio, en posiciones interlaminares.



Capas tetraédricas  
formadas por  $\text{SiO}_4$   
con alta relación de  
intercambio  
 $\text{Si} : \text{Al} (3:1)$

# VERMICULITA :ESTRUCTURA



@Cationes de cambio en posiciones interlaminares (principalmente Mg) y agua

@La cantidad de agua varía de acuerdo a la naturaleza de los cationes de cambio siendo mayor cuanto más elevada es la capacidad de hidratación de estos cationes.

- Las vermiculitas macroscópicas son siempre minerales **trioctaédricos** y presentan un intervalo **estrecho** de capacidad de cambio catiónico.
- Las vermiculitas de tamaño arcilla pueden ser tanto **dioctaédricas** como **trioctaédricas** y son mucho más variables en composición y capacidad de cambio, lo que hace que en muchos casos sean difíciles de distinguir de los minerales del grupo de las esmectitas.

## ORIGEN Y TIPO DE MINERALIZACIONES

### *MINERAL SECUNDARIO:*

- ↳ **PRECURSORES** {
  - MATERIALES NO MICÁCEOS
  - FILOSILICATOS (Micas di- y trioctaédricas, cloritas)
  
- ↳ **MECANISMOS** {
  - HIDRATACIÓN:  $(K^+ \rightarrow H_2O) + (Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+})$
  - REEMPLAZAMIENTO INTERLAMINAR:  
 $2 K^+ \rightarrow Mg^{2+} + H_2O$
  
- ↳ **PROCESOS GEOLÓGICOS** {
  - ALTERACIÓN HIDROTHERMAL
  - ALTERACIÓN METEÓRICA
  
- ↳ **LITOLOGÍAS** {
  - R. ÍGNEAS MÁFICAS Y ULTRAMÁFICAS
  - ROCAS CARBONATADAS (SKARNS)
  - Neises y rocas graníticas.

