

“LAS ARCILLAS:

***MUCHO MÁS DE LO
QUE PARECE”***



ECOCAMPUS, 13 de NOVIEMBRE de 2012

1- CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SOPORTES INORGÁNICOS DE TIPO SILICATO

2- ALGUNOS USOS DE LAS ARCILLAS

3- LAS ARCILLAS COMO CATALIZADORES Y COMO COCATALIZADORES

3.1- POLIMERIZACIÓN DE OLEFINAS

3.2- POLIMERIZACIÓN DE CHO





1- CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SOPORTES INORGÁNICOS DE TIPO SILICATO

2- ALGUNOS USOS DE LAS ARCILLAS

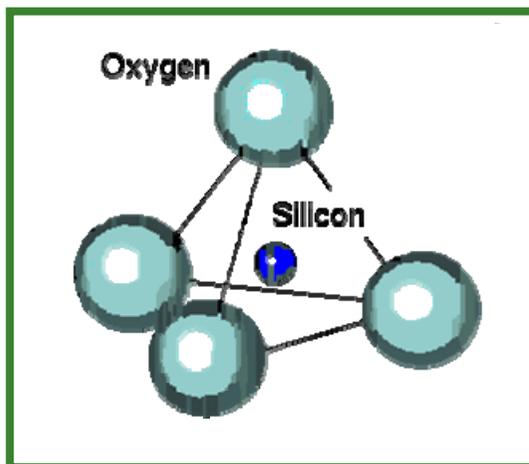
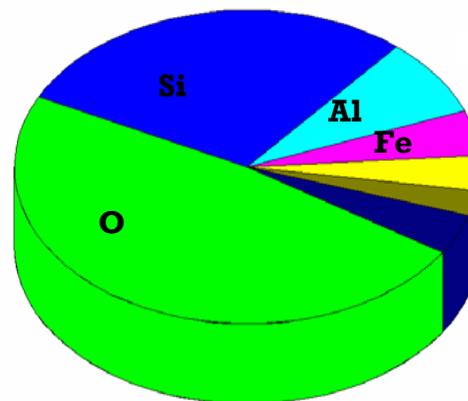
3- LAS ARCILLAS COMO CATALIZADORES Y COMO COCATALIZADORES

3.1- POLIMERIZACIÓN DE OLEFINAS

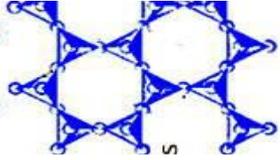
3.2- POLIMERIZACIÓN DE CHO

SILICATOS

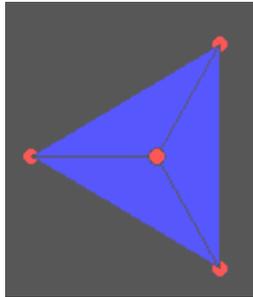
Abundancia de elementos en la corteza terrestre.



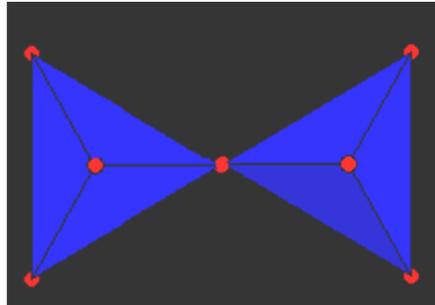
SILICATOS: clasificación de Liebau

Q ⁿ	Grupo Anión	Familia	Ejemplo	Estructura
Q ⁰	(SiO ₄) ⁴⁻	NESOSILICATO	Zircón (ZrSiO ₄) TEOS: (CH ₃ CH ₂) ₄ SiO ₄	
Q ¹	(Si ₂ O ₇) ⁶⁻	SOROSILICATO	Lu ₂ Si ₂ O ₇ Torveitita: Sc ₂ Si ₂ O ₇	
Q ²	(Si _n O _{2n+n}) ²ⁿ⁻	CICLOSILICATO	Berilo: Al ₂ Be ₃ Si ₆ O ₁₈	
	(SiO ₃) ²⁻	INOSILICATO	Espodumeno: LiAlSi ₂ O ₆	
Q ³	(Si ₄ O ₁₀) ⁴⁻	FILOSILICATO	Saponita: Na _x [Si _{8-x} Al _x][Mg ₆ O ₂₀ (OH) ₄] Moscovita: K ₂ [Si ₄ Al ₂][Al ₄ O ₂₀ (OH) ₄]	
Q ⁴	SiO ₂	TECTOSILICATO	Sílica gel: SiO ₂	

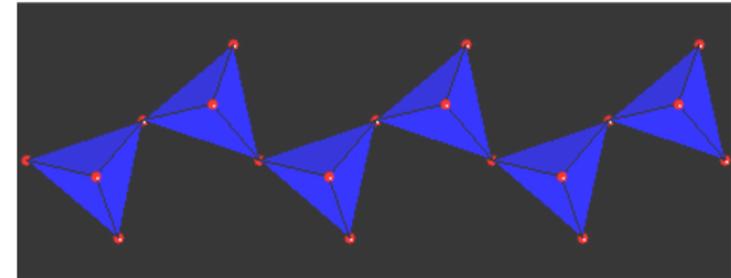
SILICATOS



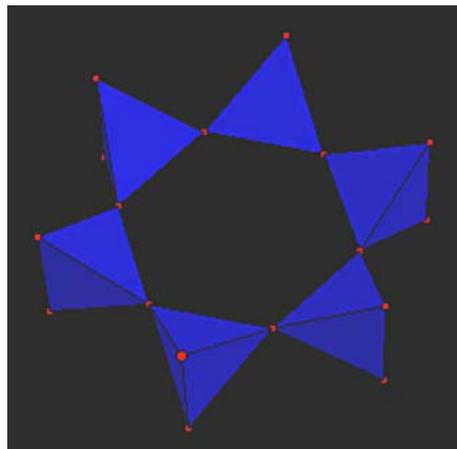
NESOSILICATOS



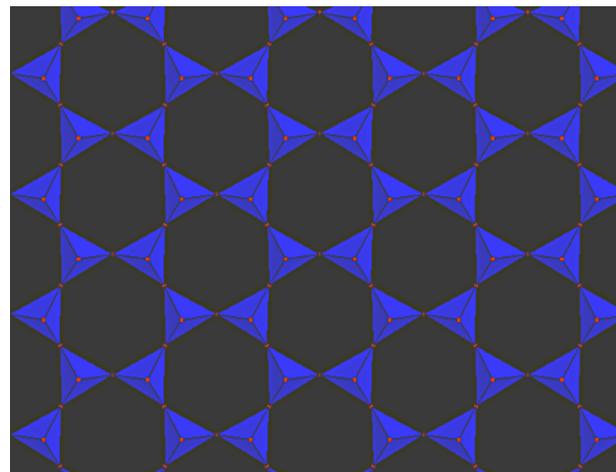
SOROSILICATOS



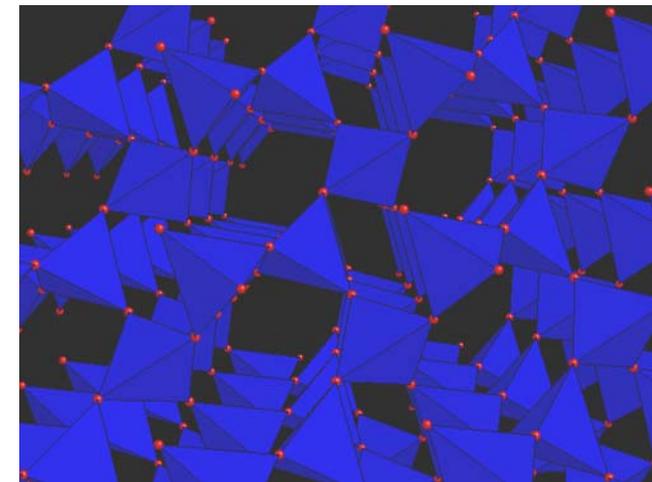
INOSILICATOS



CICLOSILICATOS



FILOSILICATOS

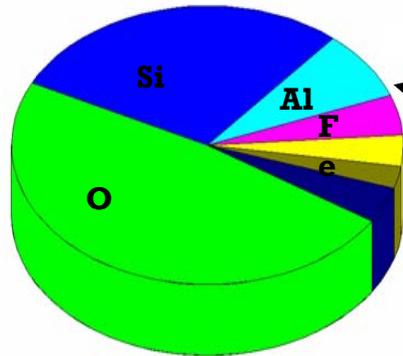


TECTOSILICATOS

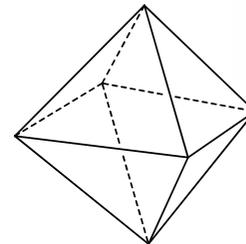
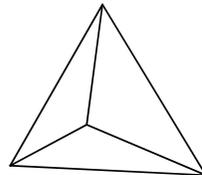
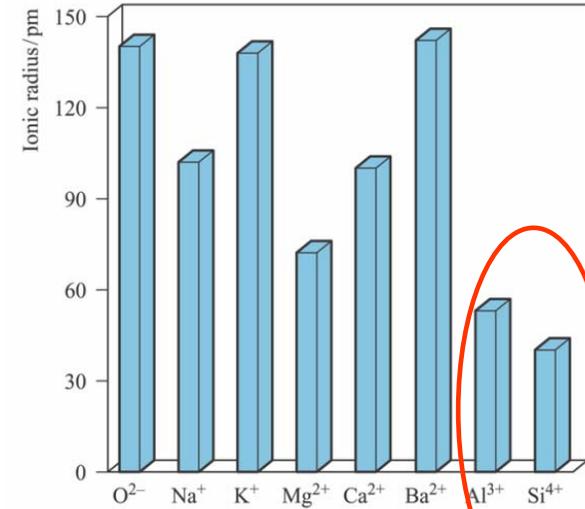
ALUMINOSILICATOS

Radios iónicos de varios elementos.

Distribución de elementos en la corteza terrestre.



3°

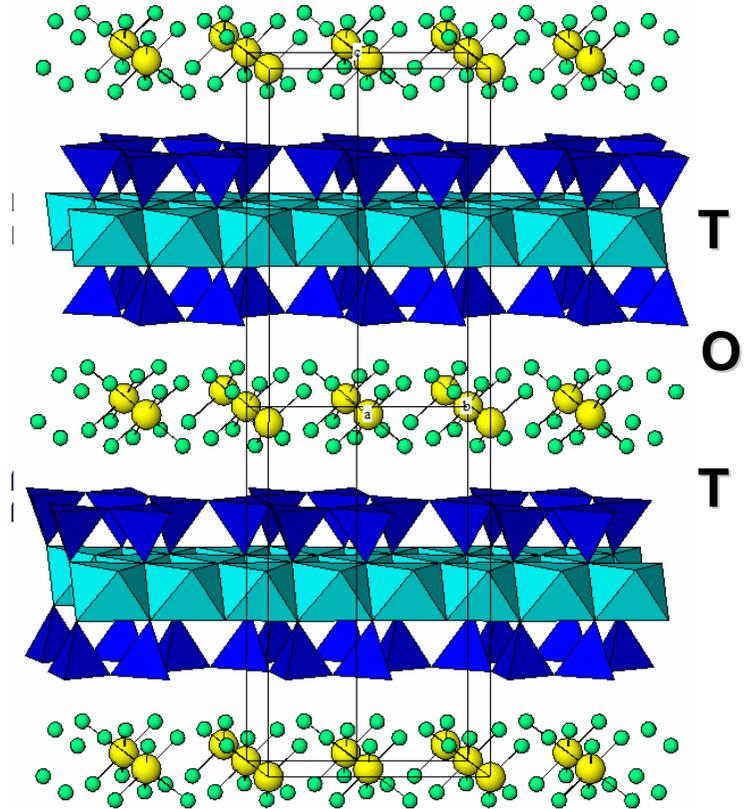
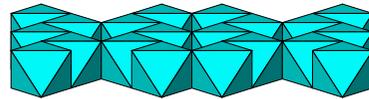
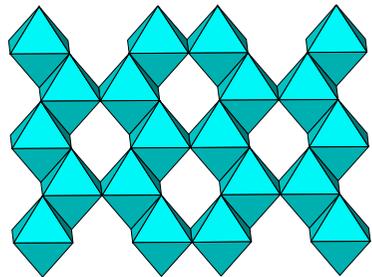
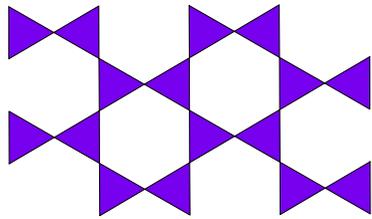


$Q^n (mAl)$

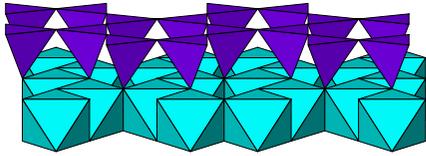
n : número de vértices compartidos en el tetraedro central

m : Sustitución isomórfica en los tetraedros de la unidad estructural básica

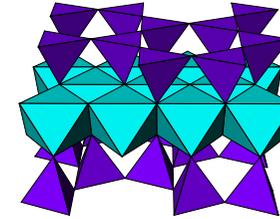
ESTRUCTURA DE FILOSILICATOS de tipo sandwich : TOT



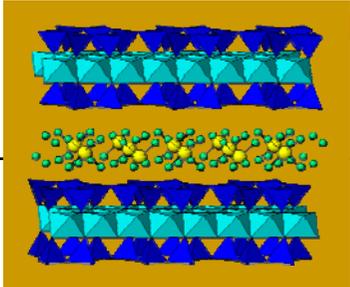
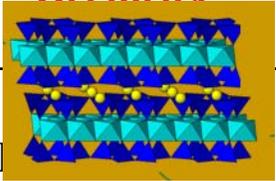
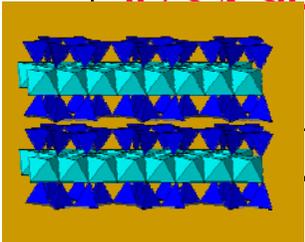
1 : 1
TO



ARCILLAS



2 : 1
TOT

Tipo de lámina	Carga laminar (X)	Grupo	Especies	
			Miembros dioctaédricos	Miembros trioctaédricos
1:1	X = 0	Caolinita-serpentina	Caolinite Haloisita	Crisotilo
2:1	X = 0	Pirofilita-Talco	Pirofilita Esmectitas	Talco
	0.2 < X < 0.6	Esmectita		Saponita Micas Hectorita 
	0.9	Vermiculita		
	X = 1	Mica	Moscovita Paragonita	Flogopita Biotita
	X ≥ 2	Brittle mica	Margarita	Clintonita

Mineral arcilloso, grupo silicatos, subgrupo filosilicato

Esmectitas

Ocupación de la capa octaédrica

Dioctaédricas
(2/3 ocupados por Al^{3+})

Trioctaédricas
(Todos ocupados por Mg^{2+})

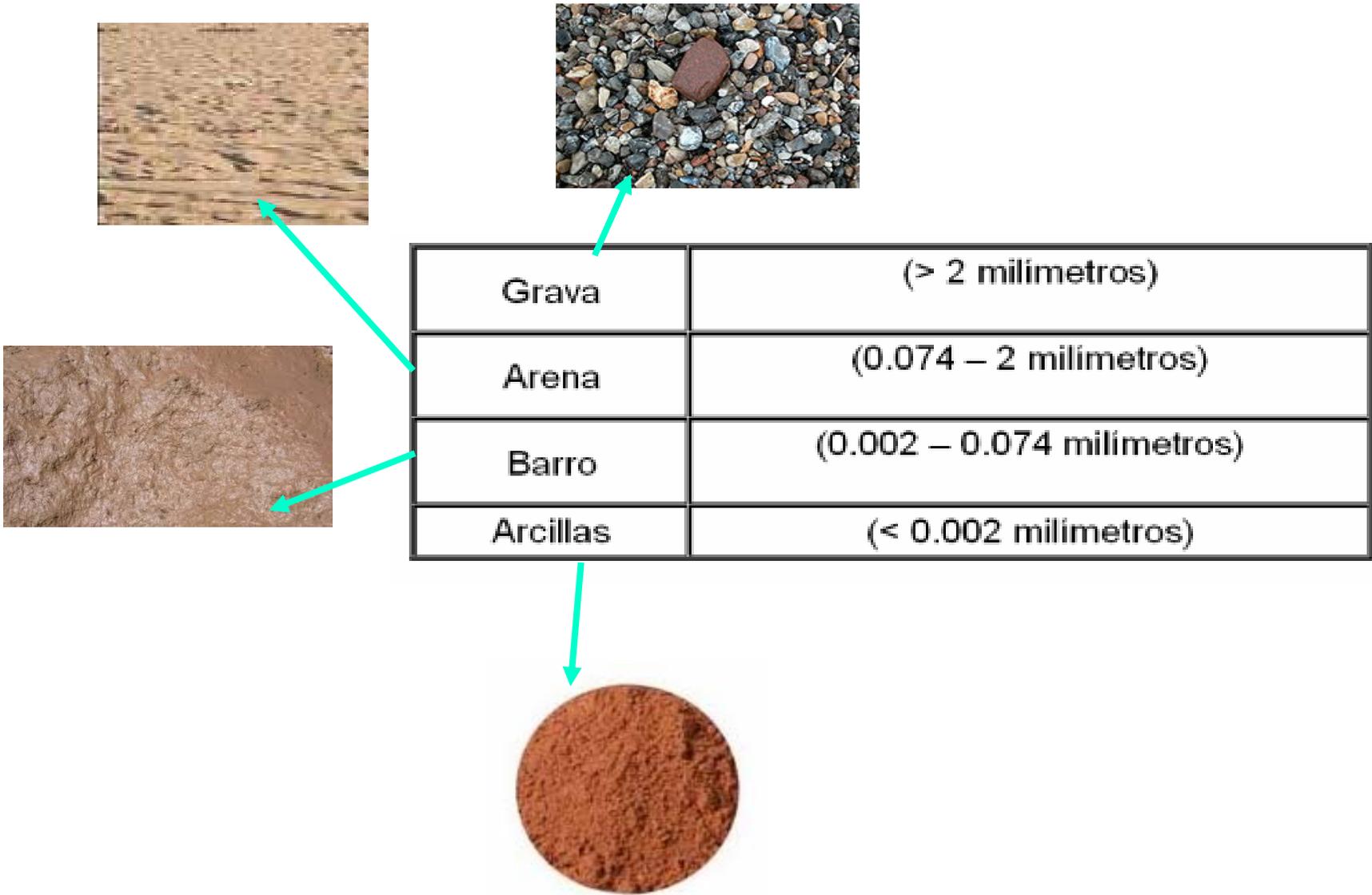
Sustitución Isomórfica

Montmorillonita
(Al sustituido por Mg en la capa octaédrica)

Beidelita
(Si sustituido por Al en la capa tetraédrica)

Hectorita
(Mg sustituido por Li en la capa octaédrica)

Saponita
(Si sustituido por Al de la capa tetraédrica)



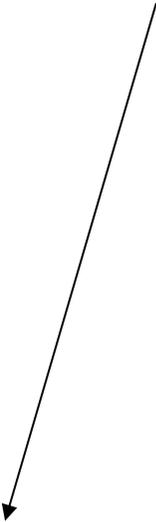
MINERALES DE LA ARCILLA

Son los componentes de la fracción inferior a 2 micras de suelos y sedimentos.

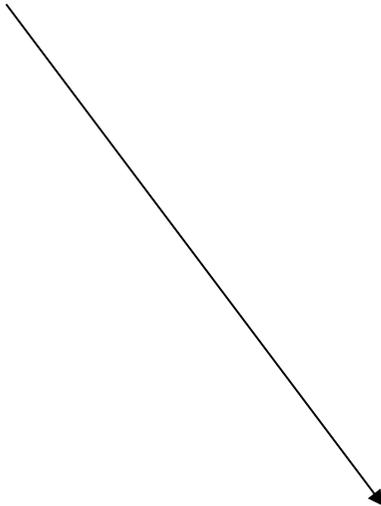
- **La mayor parte de ellos son filosilicatos.**

- **Además de filosilicatos, en la arcilla del suelo aparecen menores proporciones de otros minerales y/o sustancias de naturaleza orgánica.**

Vamos a ver cómo la estructura determina



PROPIEDADES FÍSICAS



PROPIEDADES QUÍMICAS

.....Y CONOCIÉNDOLAS LAS PODEMOS MODIFICAR.....

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MINERALES DE LAS ARCILLAS

1) ALTA SUPERFICIE ESPECÍFICA

Tamaño de grano $\varnothing < 2\text{micras}$
Morfología laminar

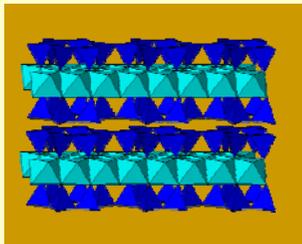
2) CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA

Por los defectos estructurales
y las cargas que éstos
originan,
CEC: capacidad de
intercambio catiónico

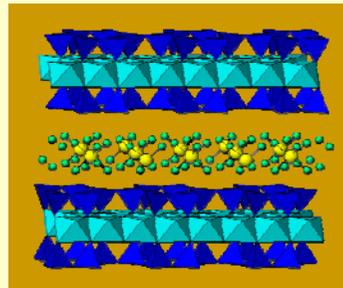
3) EXFOLIABLES

Por tener la estructura en láminas

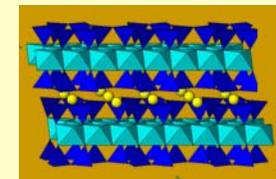
Talco
Pirofilita

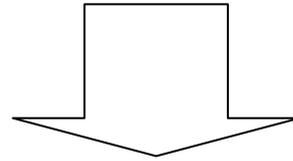


Esmectitas



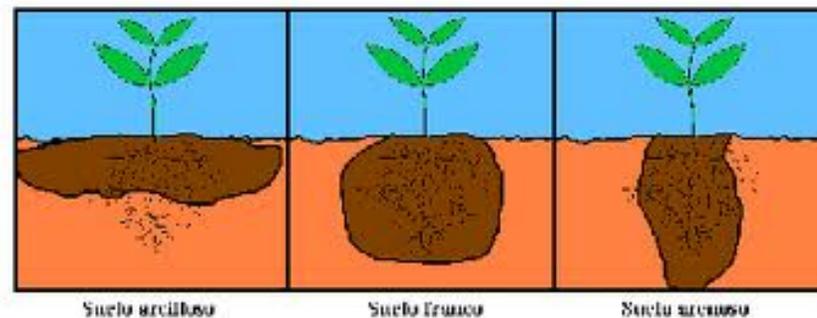
Micas





Por estas dos características, las partículas arcillosas pueden retener agua y otros líquidos polares en proporción importante así como fijar é intercambiar cationes con el medio

Las arcillas determinan la plasticidad del suelo, su capacidad de retener agua y nutrientes y la disponibilidad de sustancias químicas para el desarrollo de las plantas.



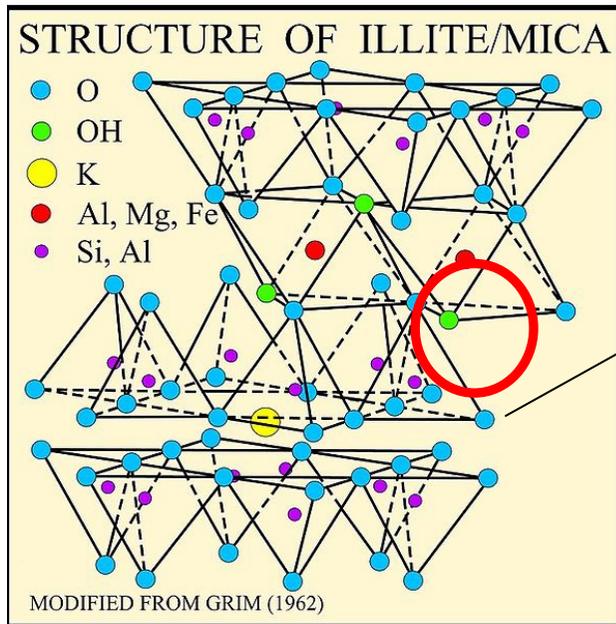
PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS MINERALES DE LAS ARCILLAS

Acidez de Brönsted

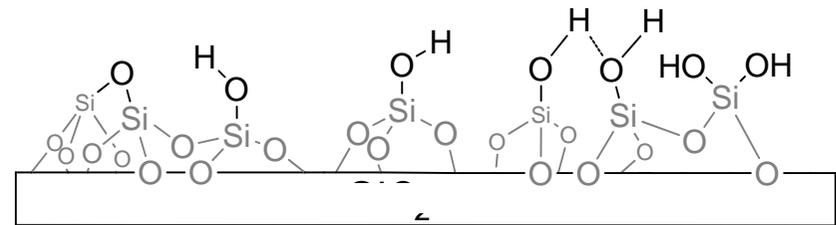
**Un ácido de Brönsted es una sustancia
dadora de protones (H^+).**

Acidez de Lewis

**Un ácido de Lewis es una sustancia capaz de
aceptar electrones.**



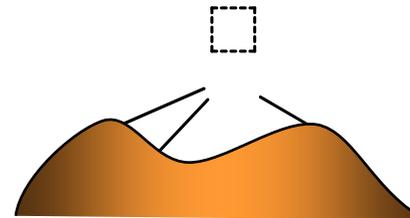
Acidez de Brönsted



Acidez de Brönsted en el espacio interlaminar



Acidez de Lewis



¿Qué ocurre en ese espacio interlaminar?

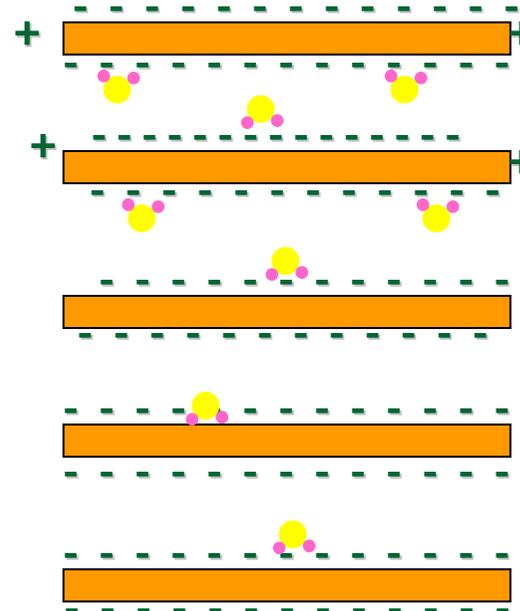


Interacción de partículas de arcilla con agua



Arcilla seca

+ H₂O

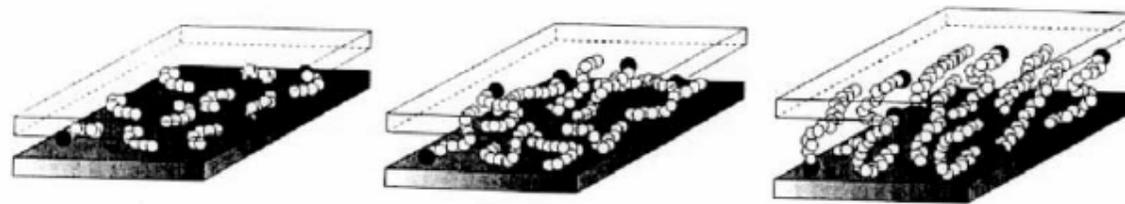


Hinchamiento

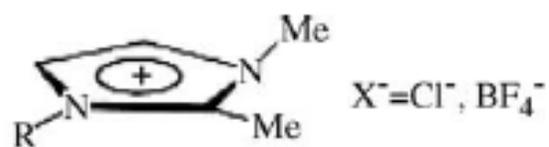
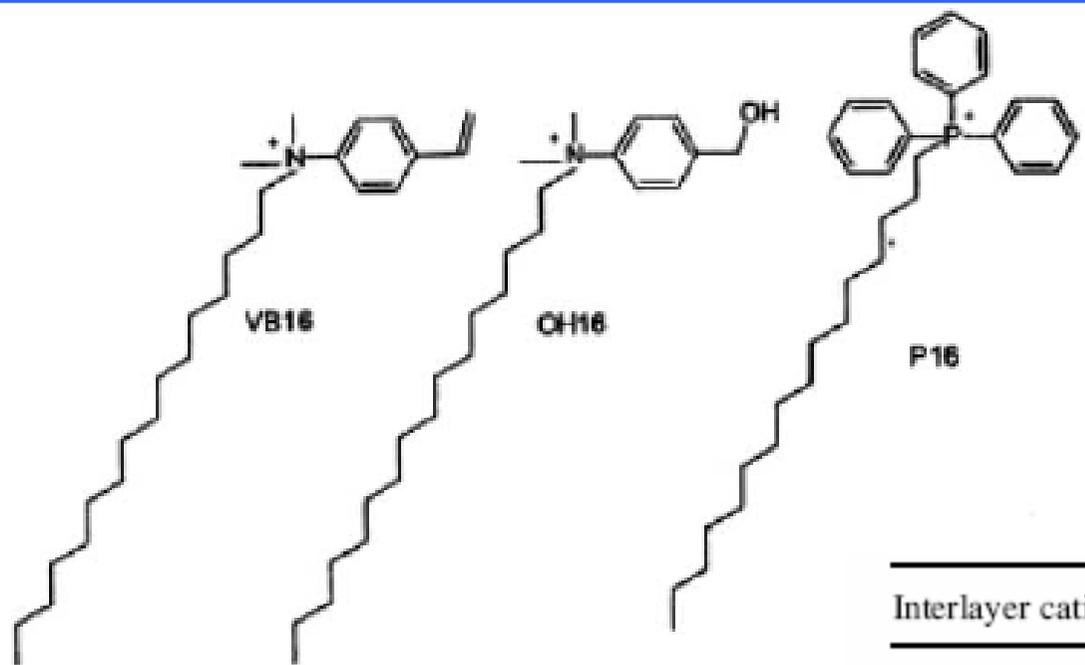


Posibilidad de intercambiar los iones: homoionización

- 1) En este proceso puedo modificar la hidrofilia de mi material porque introduzco cationes más lipofílicos.**
- 2) Puedo variar el espacio interlaminar y así determinar quién queda o no retenido.**

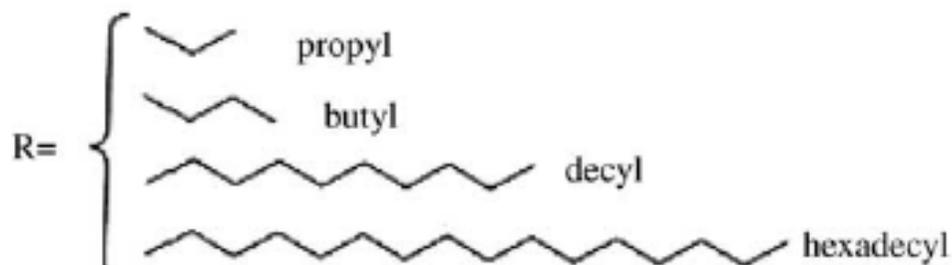


Prog. Polym. Sci. 28 (2003) 1539–1641



Interlayer cation	Initial basal spacing (Å)
$[\text{H}_3\text{N}(\text{CH}_2)_{11}\text{CH}_3]^+$	15.9 ± 0.2
$[\text{H}_3\text{N}(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3]^+$	14.9 ± 0.1
NH_4^{2+}	12.5 ± 0.1
H^+	13.9 ± 0.1

Dimethyl alkyl imidazolium salts



1- CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SOPORTES INORGÁNICOS DE TIPO SILICATO

2- ALGUNOS USOS DE LAS ARCILLAS

3- LAS ARCILLAS COMO CATALIZADORES Y COMO COCATALIZADORES

3.1- POLIMERIZACIÓN DE OLEFINAS

3.2- POLIMERIZACIÓN DE CHO

Aplicaciones de los minerales de la arcilla

❖ Un tipo de arcillas se utilizan en construcción y se las denomina **arcillas cerámicas, arcillas para la construcción o arcillas comunes**, son arcillas compuestas por dos o más minerales de la arcilla, generalmente illita y esmectita, con importantes cantidades de otros minerales que no son filosilicatos (carbonatos, cuarzo...). Se utilizan **para la fabricación de materiales de construcción y agregados**.

Aplicaciones de los minerales de la arcilla

❖ A un segundo tipo se las denomina **arcillas especiales**, son arcillas constituidas fundamentalmente por un sólo tipo de mineral de la arcilla, y sus propiedades dependen esencialmente de las características de ese mineral. Estas, a pesar de ser mucho menos importantes en volumen, suponen más del 70 % del valor de las arcillas comerciales, y **son objeto de comercio internacional**.

ABSORBENTES

Gracias a la **ALTA SUPERFICIE ESPECIFICA.**



Se emplea en **decoloración y clarificación** de aceites, vinos, sidras, cervezas, etc.

Tienen gran importancia en los procesos industriales de **purificación de aguas** que contengan diferentes tipos de aceites industriales y contaminantes orgánicos.

Se utiliza además como soporte de productos químicos, como por ejemplo herbicidas, pesticidas e insecticidas, posibilitando una distribución homogénea del producto tóxico.

INGENIERÍA CIVIL

❖ Creación de membranas impermeables en torno a barreras en el suelo, o como soporte de excavaciones.



❖ Prevención de hundimientos. En las obras, se puede evitar el desplome de paredes lubricándolas con lechadas de bentonita.

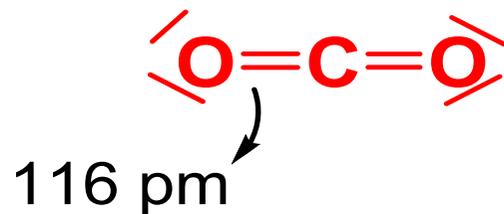
ADSORBENTES

Nuevas líneas de investigación proponen usar materiales baratos que permitan retener grandes cantidades de CO₂ pero que se puedan liberar fácilmente por ejemplo por leve calentamiento.

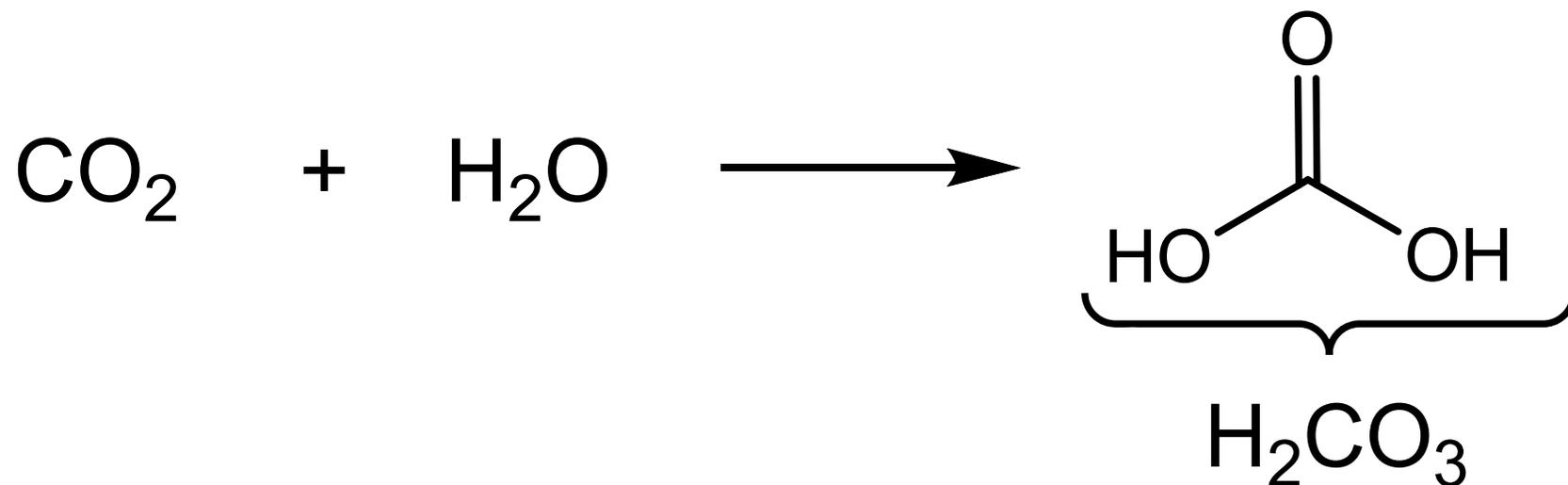
Los materiales arcillosos en concreto las montmorillonitas tienen grupos OH por defectos estructurales o porque intercale determinadas moléculas en el espacio interlaminar.

También pueden retener otros contaminantes del aire:
N_xO_y, SO₂.....

Applied Clay Science 48 (2010) 133–137
Applied Clay Science 36 (2007) 191–196



Comportamiento en agua:



Retención de varios contaminantes en MMT previamente tratadas

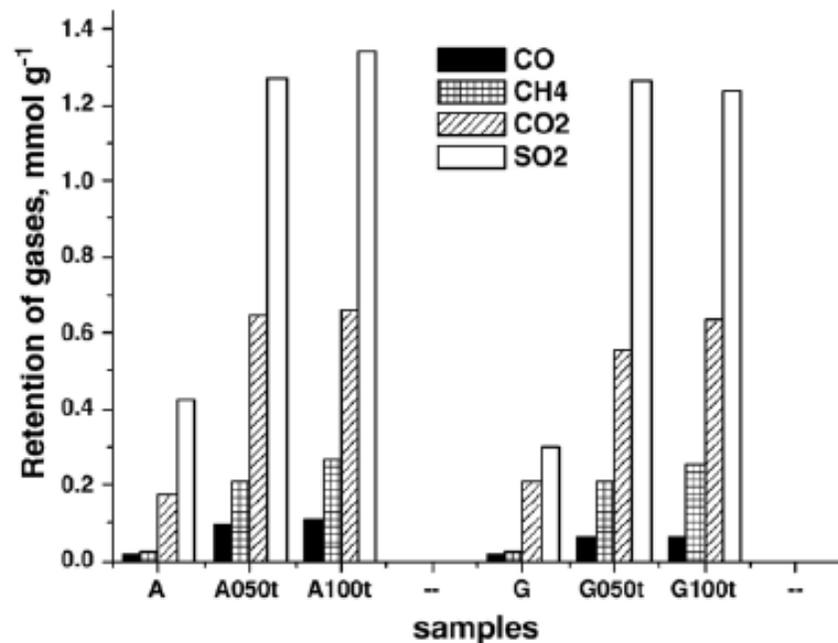


Fig. 1. Retention of CO, CH₄, CO₂ and SO₂ gases by tetramethylammonium-bentonites (A and G), TMA added in multiples of CEC: 0.50, 1.00 named 050 and 100, respectively. t: tetramethylammonium.

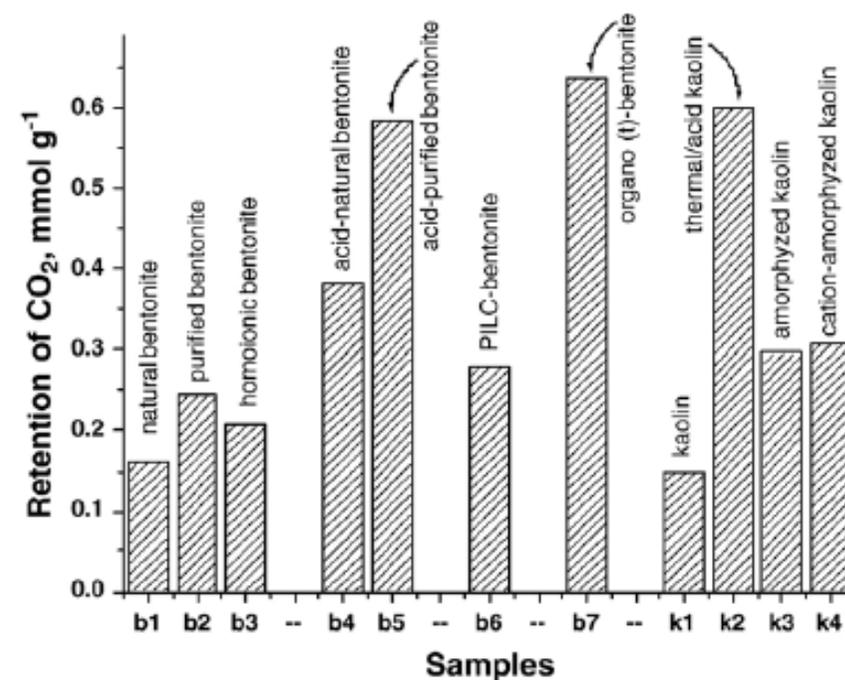


Fig. 3. Retention of CO₂ gas by bentonite (b) and kaolin (k) clays after modification.

INDUSTRIA FARMACÉUTICA

Debido a que **no son tóxicas, ni irritantes**, y a que no pueden ser absorbidas por el cuerpo humano.



se utilizan para la **elaboración de preparaciones** tanto de uso tópico como oral como excipiente.

Su principal uso es la preparación de suspensiones tópicas, geles y soluciones. Generalmente las concentraciones de bentonita como agente de soporte es del 0,5-5 % y del 1-2 % cuando se usa como adsorbente.

Y MUCHOS MÁS

**Blood compatible heparin–benzalkonium modified
montmorillonite /PDMS composites
Applied Clay Science 70 (2012) 22–27**

**Adsorption of the quinolone antibiotic nalidixic acid onto
montmorillonite and kaolinite**

Applied Clay Science xxx (2012) xxx–xxx

SUPERÁCIDOS

No son tan corrosivos como los ácidos convencionales

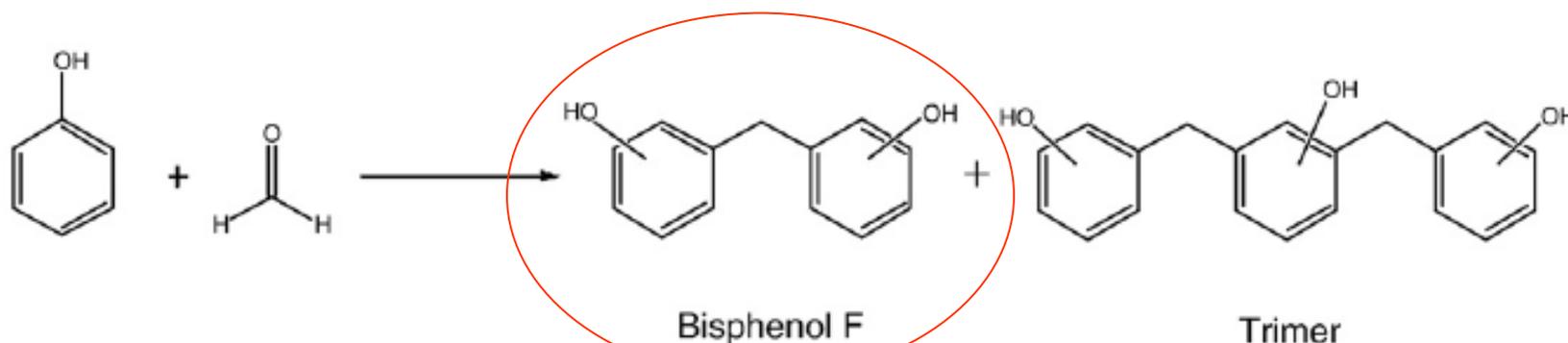
QUÍMICA VERDE

Ventajas

No uso de disolventes

Son más fácilmente reciclables
Elevada área superficial

Catálisis heterogénea



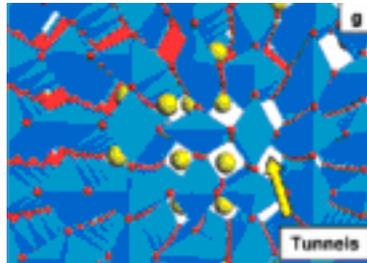
Scheme 1. Hydroxyalkylation of phenol to bisphenol F.

Más selectividad

Applied Clay Science 48 (2010) 164–170

Otros usos

- **En la industria de detergentes**, como emulsionante y por su poder ablandador del agua, debido a su elevada capacidad de intercambio catiónico.



- Para la fabricación de pinturas, grasas, lubricantes, plásticos, cosméticos, se utilizan **arcillas organofílicas**.
- En agricultura, para mejorar las propiedades de suelos arenosos o ácidos..

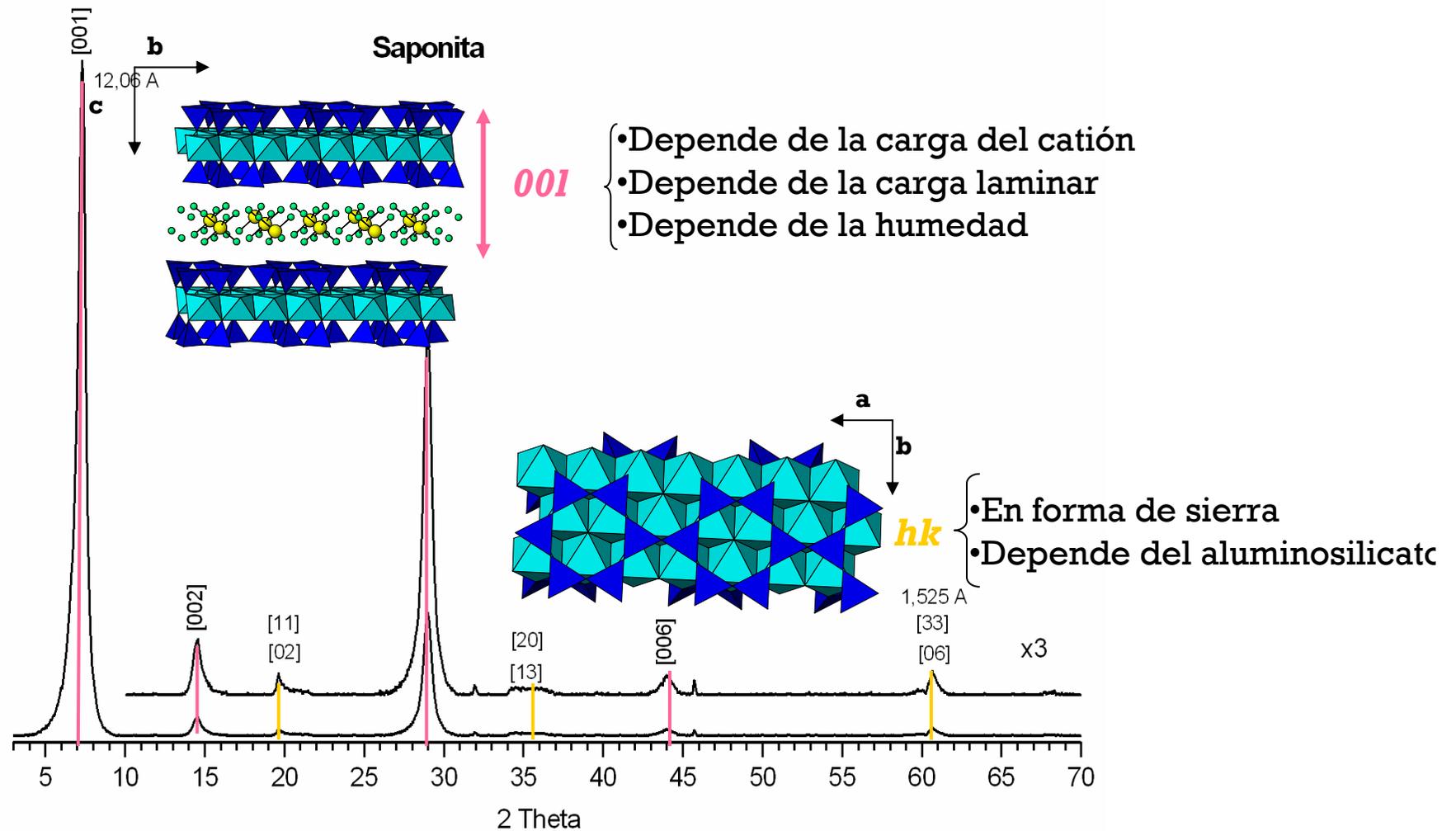
ALGUNAS TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN

La caracterización de sólidos se puede hacer por muchas técnicas algunas de ellas son:

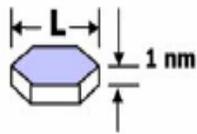
- **Microfluorescencia de Rayos X (μ XRF) y Fluorescencia de Rayos X (XRF).**
- **Técnicas de Análisis Térmico: Análisis Térmico Diferencial, Análisis Termogravimétrico (DTA-TGA) y Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC).**
- **Difracción de Rayos X en Polvo (XRD).**
- **Espectroscopía de Infrarrojo con Transformada de Fourier (FT-IR).**
- **Microscopía de transmisión electrónica (TEM).**
- **Resonancia Magnética Nuclear bajo Giro en Ángulo Mágico (MAS-NMR).**

... Y ALGUNAS MÁS

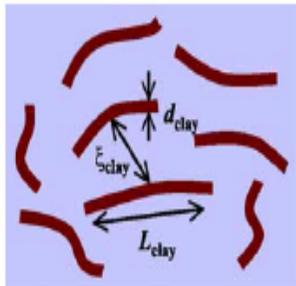
Difracción de rayos X: DRX



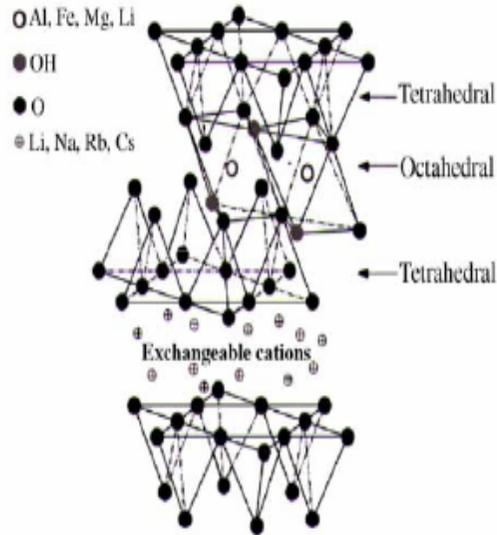
Transmission electron microscopy: TEM



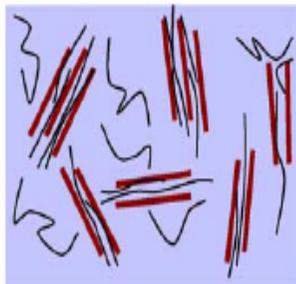
One Clay Platelet
L: 100 – 200 nm in case of MMT



Form factors of dispersed clay



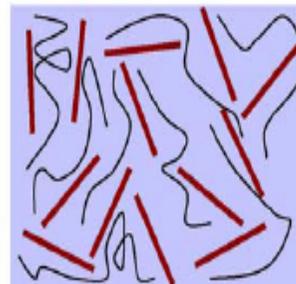
The structure of 2:1 layered silicates



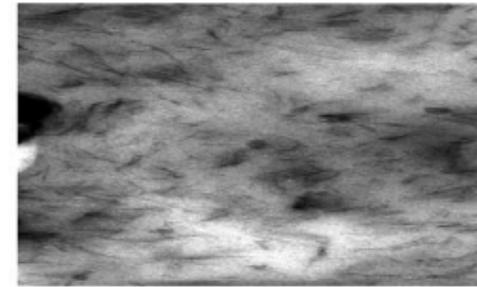
Intercalated



Intercalated-and-flocculated

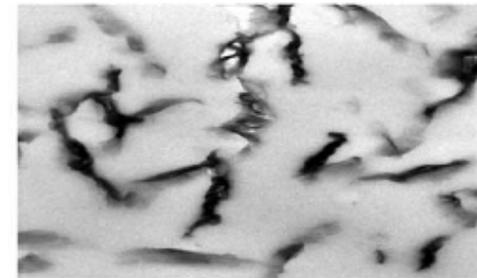


Exfoliated



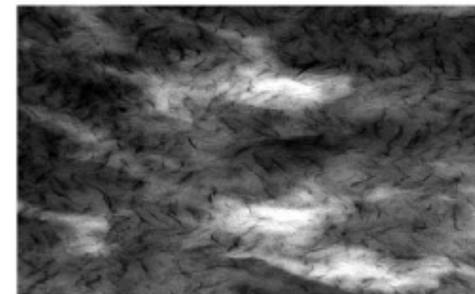
Intercalated

200 nm



Intercalated- and-flocculated

200 nm



Exfoliated

200 nm

1- CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SOPORTES INORGÁNICOS DE TIPO SILICATO

2- ALGUNOS USOS DE LAS ARCILLAS

3- LAS ARCILLAS COMO CATALIZADORES Y COMO COCATALIZADORES

3.1- POLIMERIZACIÓN DE OLEFINAS

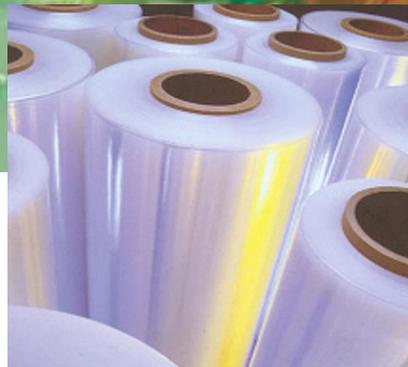
3.2- POLIMERIZACIÓN DE CHO

POLIMERIZACIÓN DE OLEFINAS

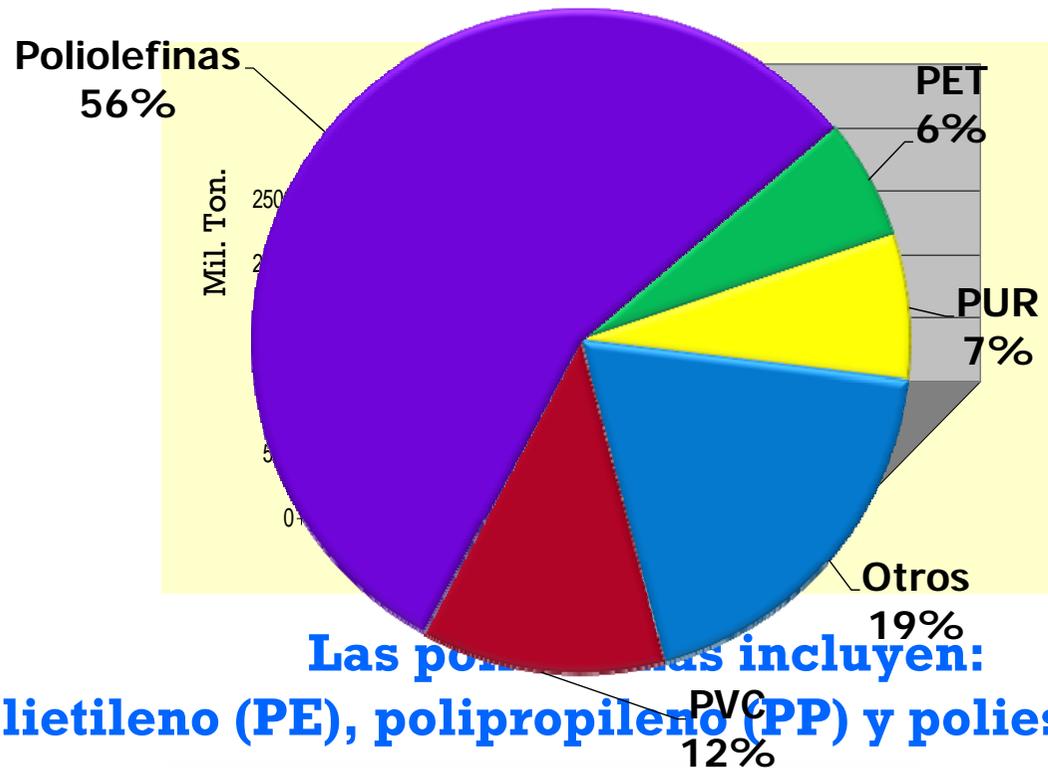
***Diseño de nuevos sistemas
catalíticos y de soportes
activadores para la
polimerización de olefinas***



Dª Claudimar Camejo Abreu



CONSUMO MUNDIAL DE PLÁSTICOS (poliolefinas)



Las poliolefinas incluyen:
polietileno (PE), polipropileno (PP) y poliestireno (PS).

Producción de plásticos en Europa para 2010:
57 millones de toneladas.

PET: Tereftalato de polietileno; PUR: Poliuretano y PVC: Policloruro de vinilo.

*L. M. Ríos, P. R. Jones, C. Moore, U. V. Narayan, J. *Environment Monitoring*, 2010, 12, 2226.

Catálisis homogénea con catalizadores Ziegler-Natta (ZN):

Premio Nobel de Química 1963



K. Ziegler

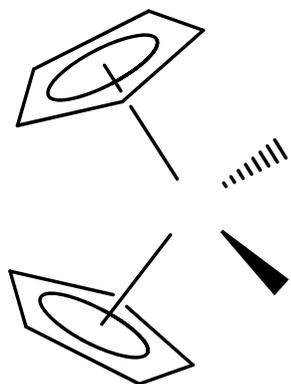


G. Natta

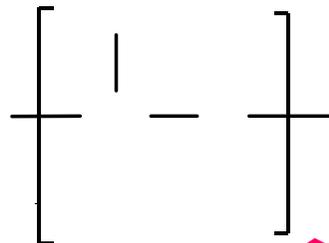
“For their discoveries in the field of the chemistry and technology of high polymers”

Catálisis homogénea con catalizadores Ziegler-Natta (ZN):

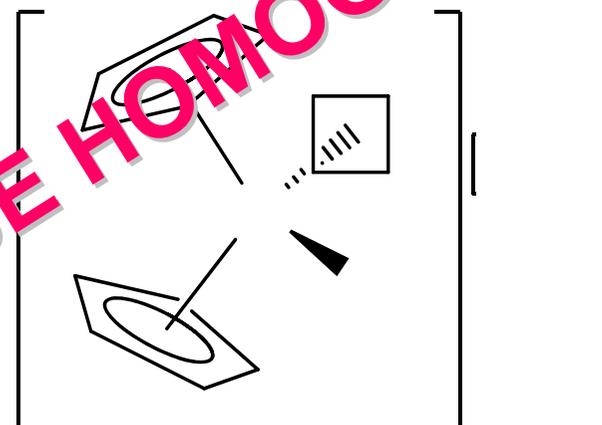
Precatalizador



Cocatalizador



Especie activa



•Se requieren grandes cantidades de metilaluminoxano (MAO).

•El MAO es altamente pirofórico.

Me

Cl

ANC: anión no coordinante

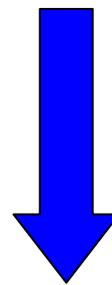
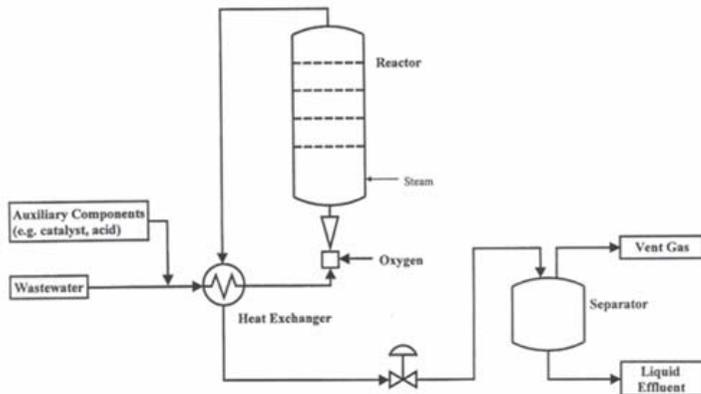
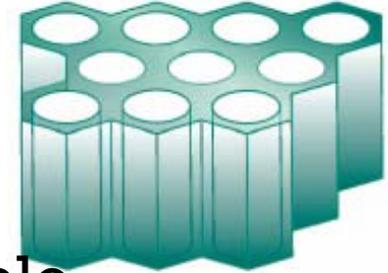
M

+

Al O₃

Pero a nivel industrial se prefiere la catálisis heterogénea ¿Por qué?

- Mejor separación de productos.
- Reciclaje del sistema catalítico posible.
- Mayor tiempo de vida del reactor.

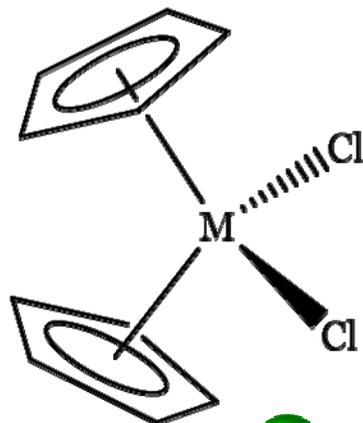


Menores costes

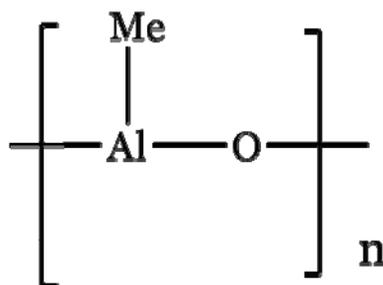


Catálisis heterogénea

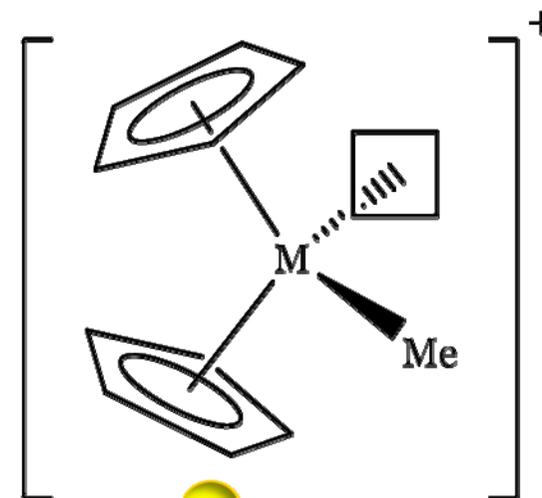
Precatalizador



Cocatalizador



Especie activa



AQUÍ ES DONDE JUEGAN UN IMPORTANTE PAPEL LOS SILICATOS

D. Arrowsmith, W. Kamisky, A. Schauwienold, U. Weingarten, J. Mol. Catal., 2000, 160, 97.

OBJETIVOS

Tesis Doctoral



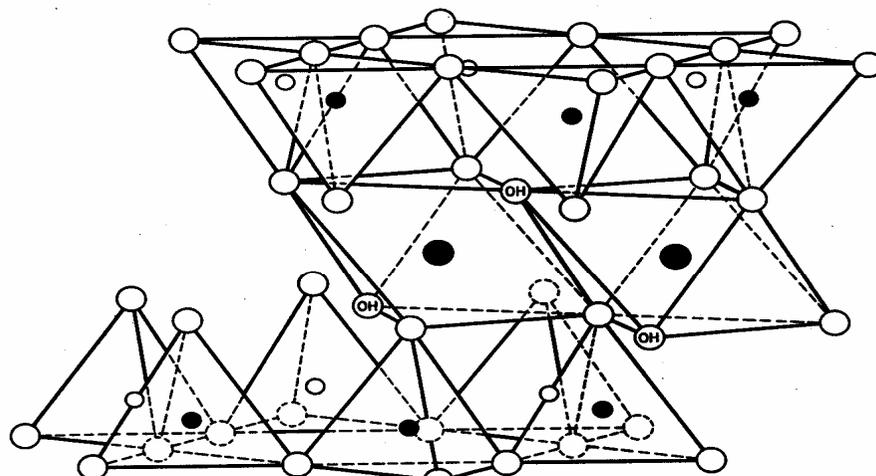
....Y ¿si consiguiéramos unificar las ventajas de una y otra catálisis?



SOPORTE ACTIVADOR

- 1- Función dual: soporte y cocatalizador.**
- 2- Evita el uso del MAO.**
- 3- Material de partida barato.**

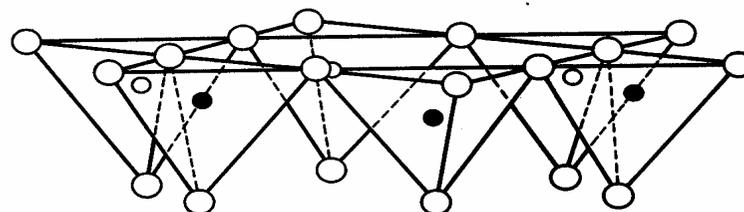
¿Por qué elegimos un filosilicato para hacer el soporte activador?



Las capas del sólido TOT hacen el papel de anión no-coordinante (ANC).

Especie activa (+) ←

**Catión
Metaloceno**

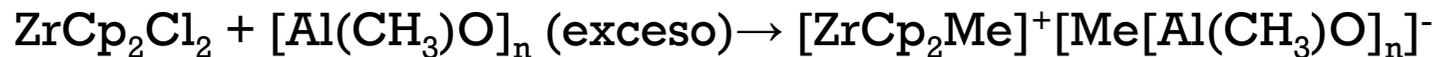
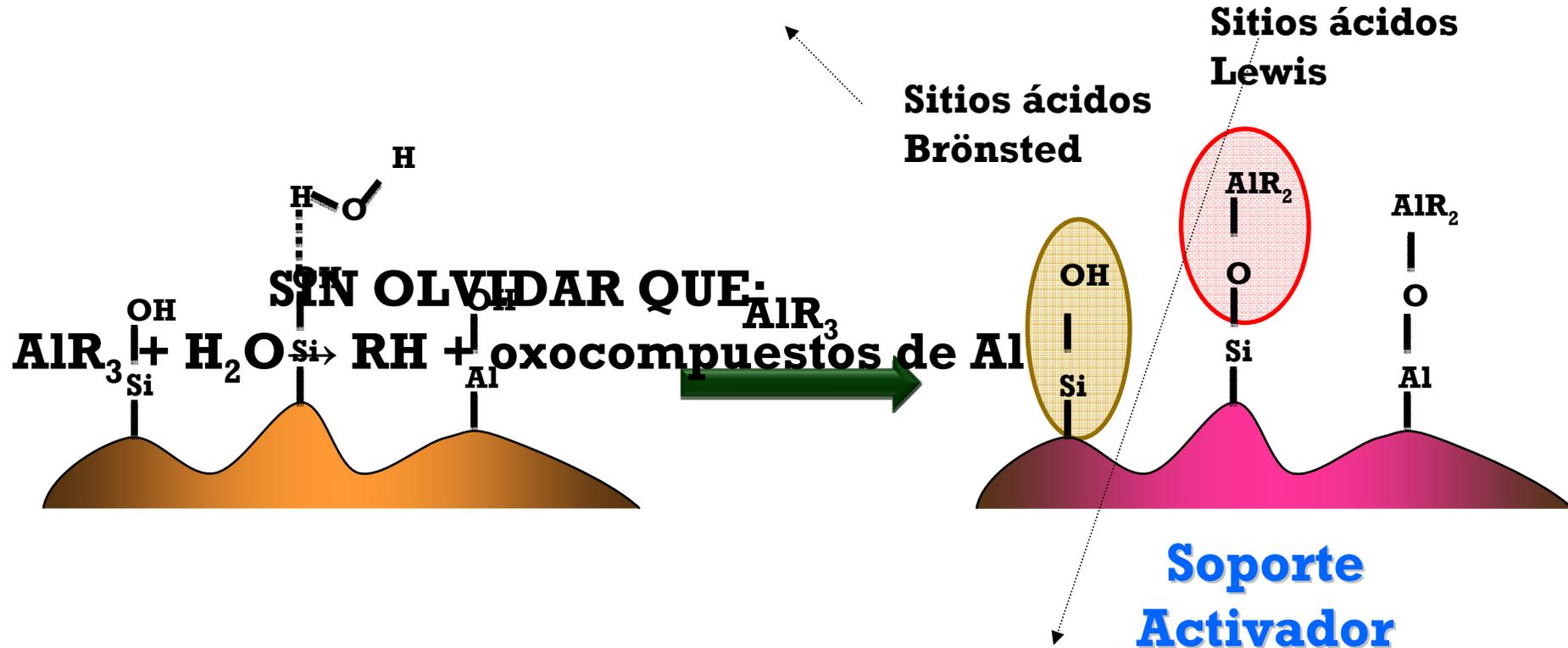


○ Oxygens (OH) Hydroxyls ● Aluminum, iron, magnesium
○ and ● Silicon, occasionally aluminum



Por tanto, debido a una consideración estructural.

¿Por qué se usan PARA SU MODIFICACIÓN especies DE TIPO AlR_3 ?



Por tanto, por una consideración de origen químico: PARA MODIFICAR LA ACIEDZ DEL MATERIAL DE PARTIDA.

OBTENCIÓN DE LA MMt



200 g de partida → **20 g de MMt1**

MODIFICACIÓN QUÍMICA DE LOS MINERALES

Material de partida	Tratamiento	Material obtenido
MMt1	AlCl_3	MMt1/ Al^{3+}
	H_2SO_4	MMt1/ H^+
	TMA	MMt1/TMA
MMt1/ H^+	TMA	MMt1/H^+/TMA
MMt1/ Al^{3+}	TMA	MMt1/Al^{3+}/TMA

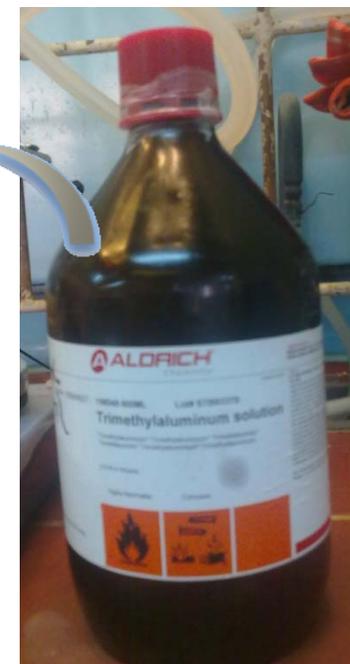
- **El intercambio catiónico consiste en someter a la MMT a un tratamiento con una disolución saturada del catión que queremos introducir en el espacio interlamilar (muestras homoionizadas).**
- **El tratamiento con TMA se hace con el fin de obtener el soporte activador objeto de estudio.**

PREPARACIÓN DEL SOPORTE ACTIVADOR



MMt

Tolueno



AlR₃
(R= Me, TMA;
R= Et, TEA)

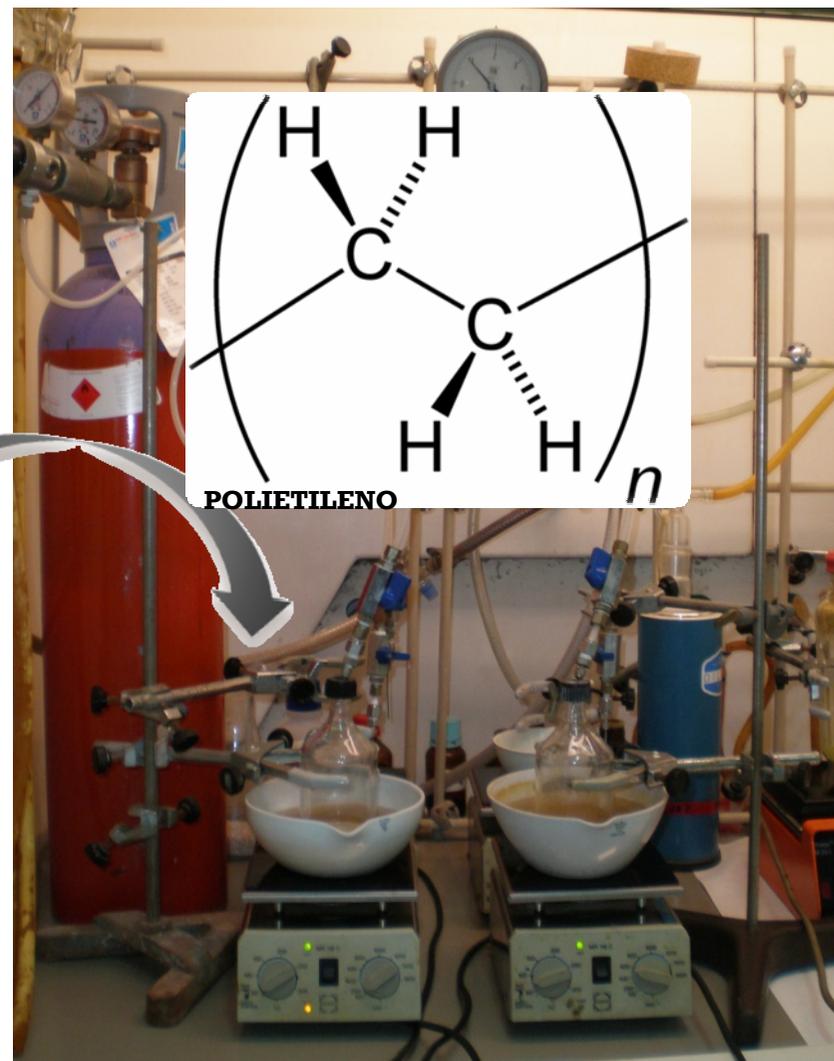
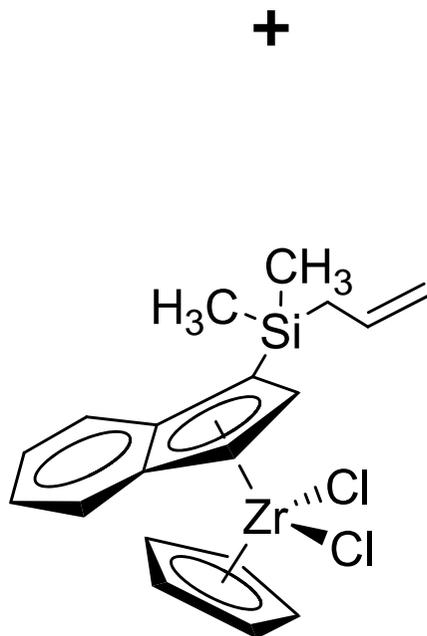
Soporte Activador

**Relación soporte/compuesto de Al:
1 g soporte: $6,6 \times 10^{-3}$ moles de Al***

**Tesis Máster D. Juan Felipe Dioses*

PRUEBAS CATALÍTICAS

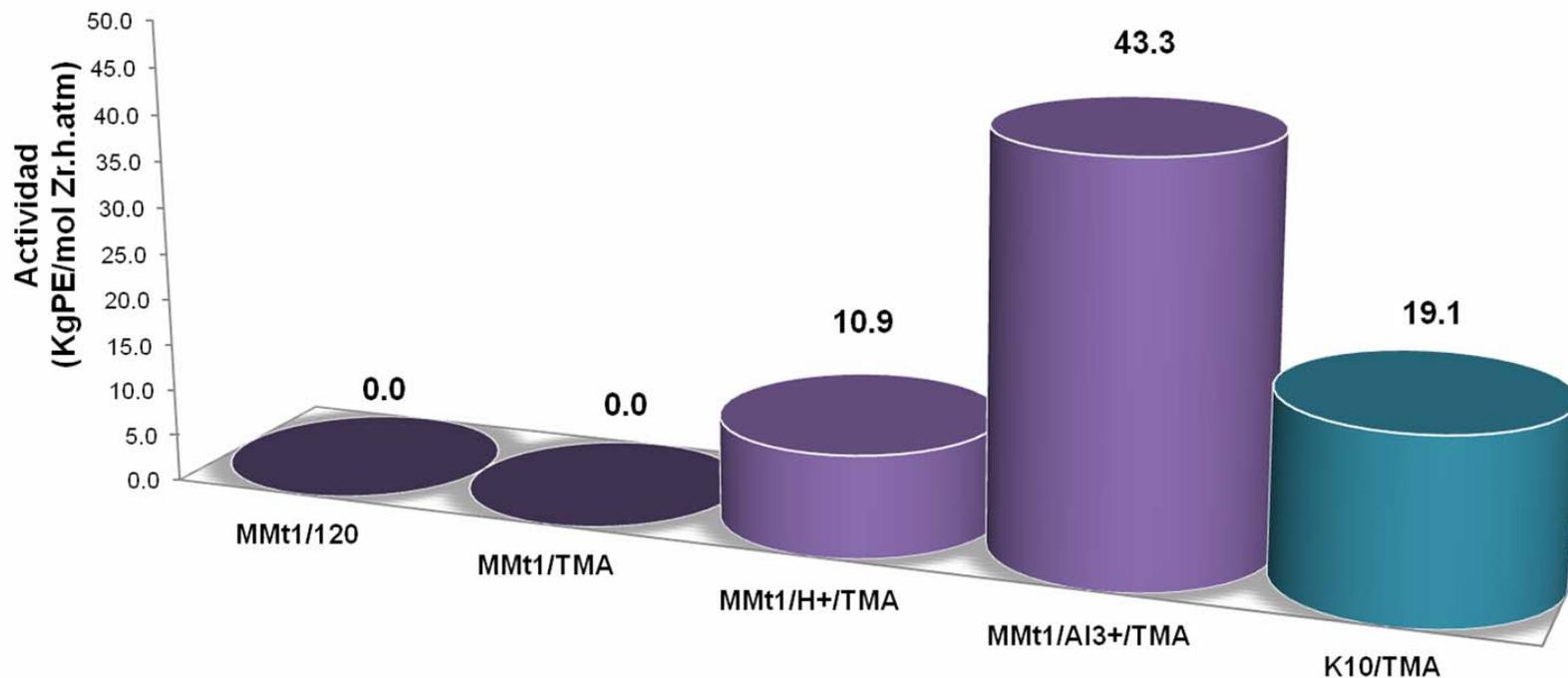
SOPORTE-ACTIVADOR



Actividad comp. Zr en fase homogénea = 258 KgPE/mol Zr.atm.h

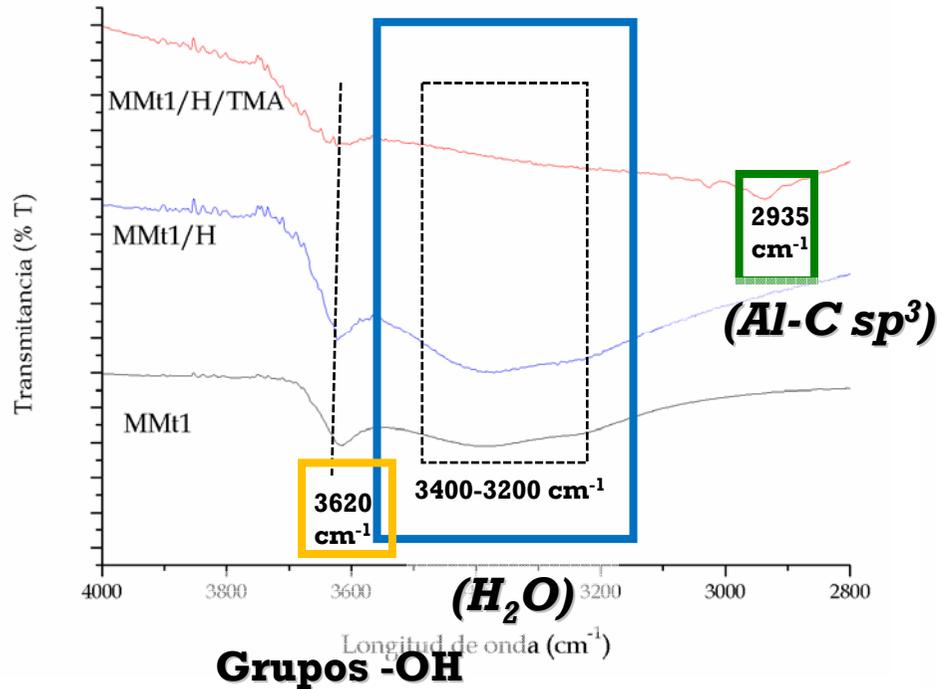
RESULTADOS PRUEBAS CATALÍTICAS

Polimerización de Etileno



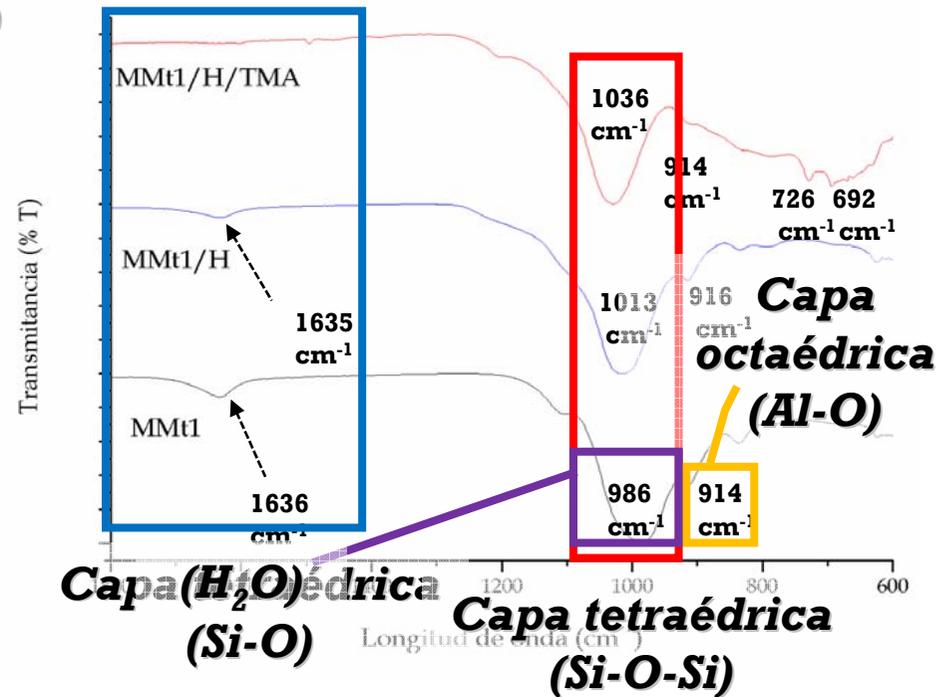
Condiciones de polimerización
50 °C/ Tolueno/ 1atm. etileno/ 1h
7x10⁻⁵ mol precatalizador
1,5g soporte activador (Serie MMt1)

Caracterización por Espectroscopia de infrarrojo por absorbanza total atenuada (ATR-IR)



•La estructura del sólido se ve modificada por el tratamiento con ácido y TMA

•El TMA se ha incorporado a la estructura de la MMt1 y ha producido la eliminación del H₂O interlaminar



Caracterización por Fluorescencia Rayos X (FRX)

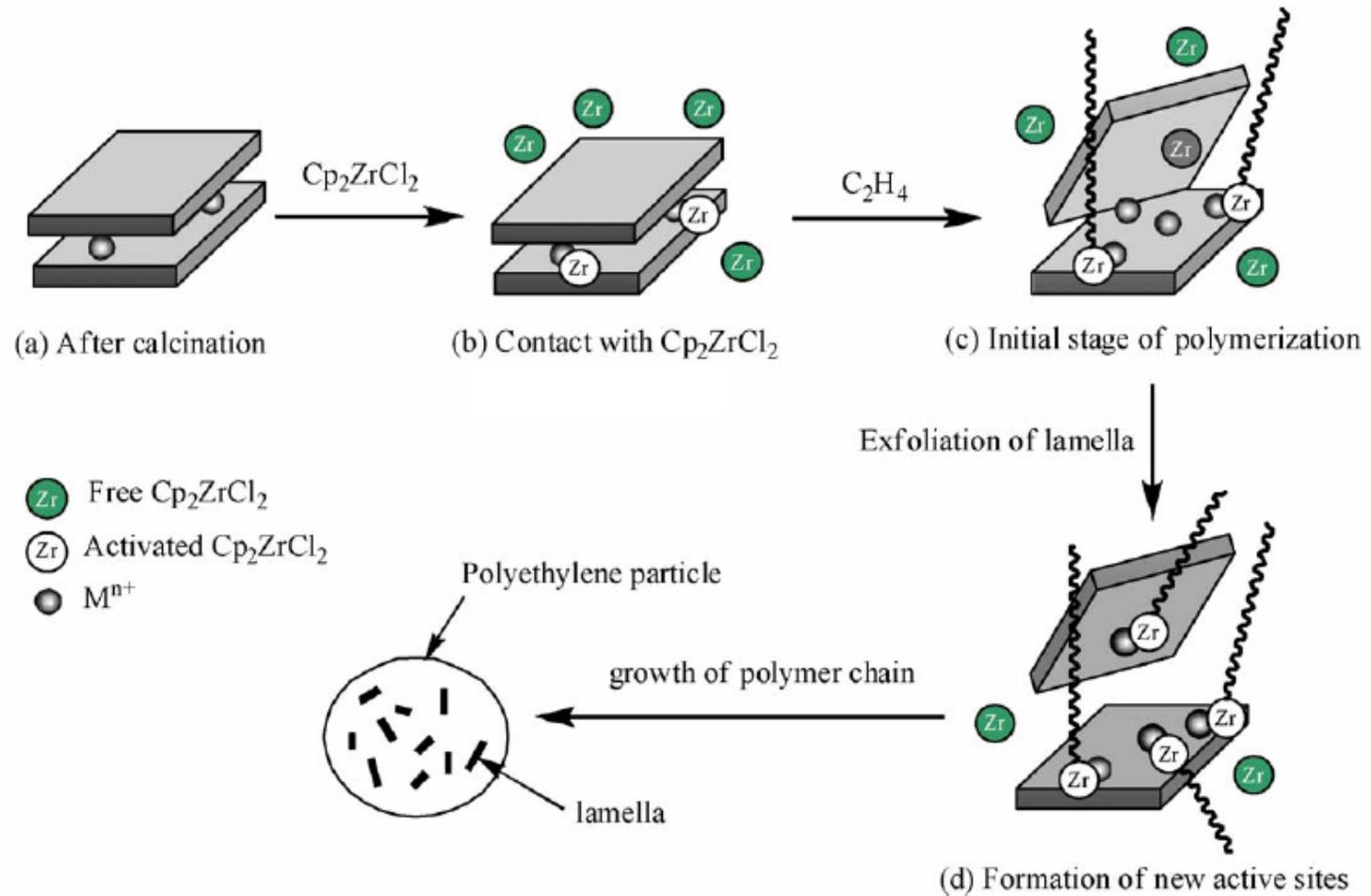
Material Óxido	MMt1	MMt1/TMA	MMt1/H ⁺	MMt1/H ⁺ /TMA	MMt1/Al ³⁺	MMt1/Al ³⁺ /TMA
SiO ₂ ^(a)	67,8	49,7	75,1	47,4	67,8	43,7
Al ₂ O ₃ ^(a)	19,2	38,9	16,2	46,4	22,2	49,7
Fe ₂ O ₃ ^(a)	2,0	2,1	2,0	1,2	2,5	1,8
MgO ^(a)	6,1	5,5	5,5	3,1	6,9	3,9
TiO ₂ ^(a)	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3
R ⁺ ^{(a) (b)}	4,3	2,7	0,6	0,4	0,3	0,2

(a) Composición porcentual en peso, (b) R⁺ = Na₂O+ CaO+ K₂O

Tratamiento con TMA ES EFECTIVO

Gracias a la capacidad de hinchamiento... de los filosilicatos

Representación esquemática de la **polimerización de etileno**, usando arcillas modificadas



H. Kurokawa, S. Morita, M. Matsuda, H. Suzuki, H. Miura, J. Mol. Cat., 360, 2009, 192.

Caracterización por Resonancia magnética nuclear en estado sólido (MAS-RMN)

* Sólidos
o amorfo

* Composición
Na, Mg,

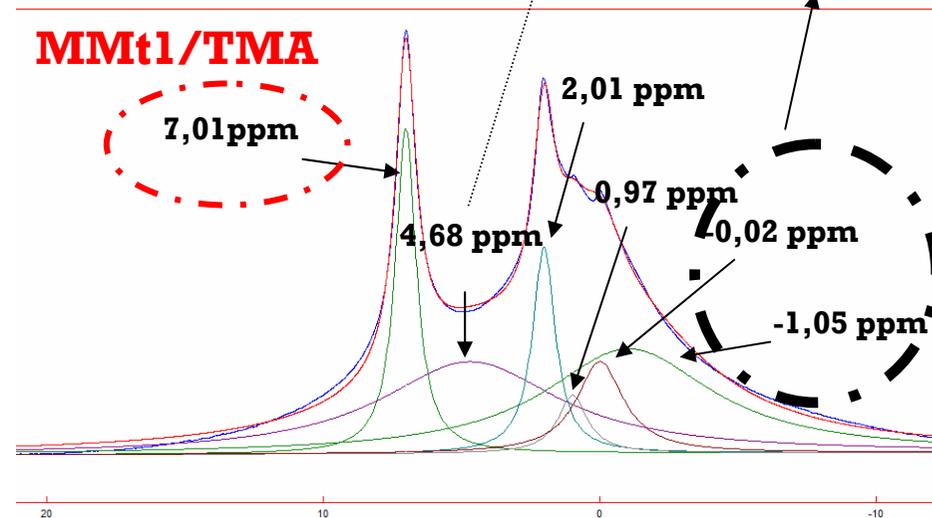
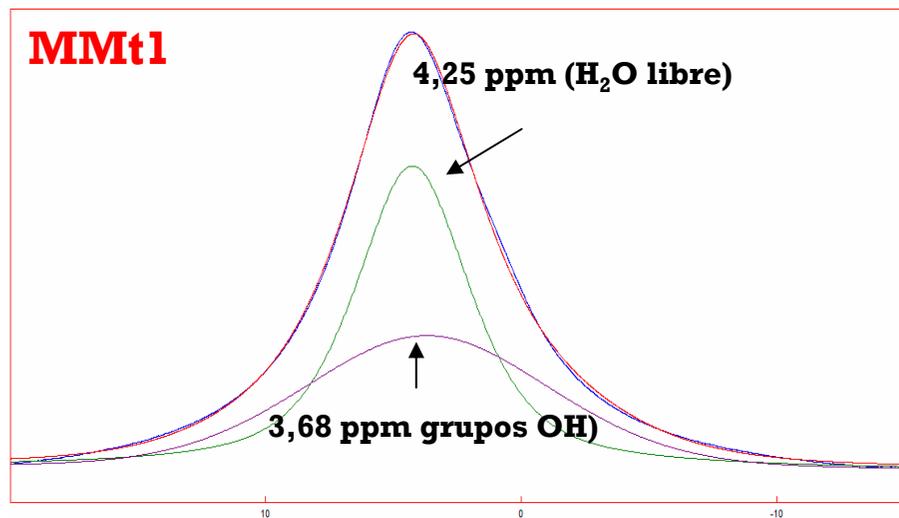
RMN



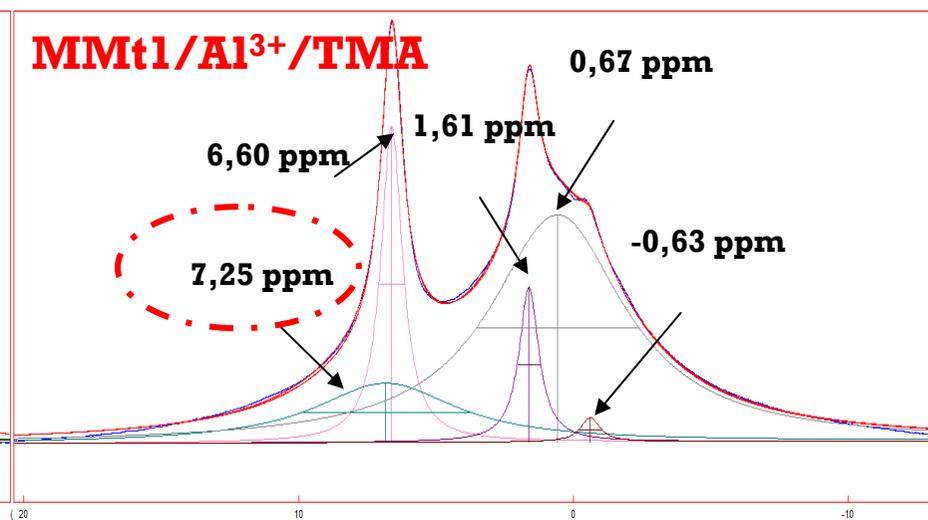
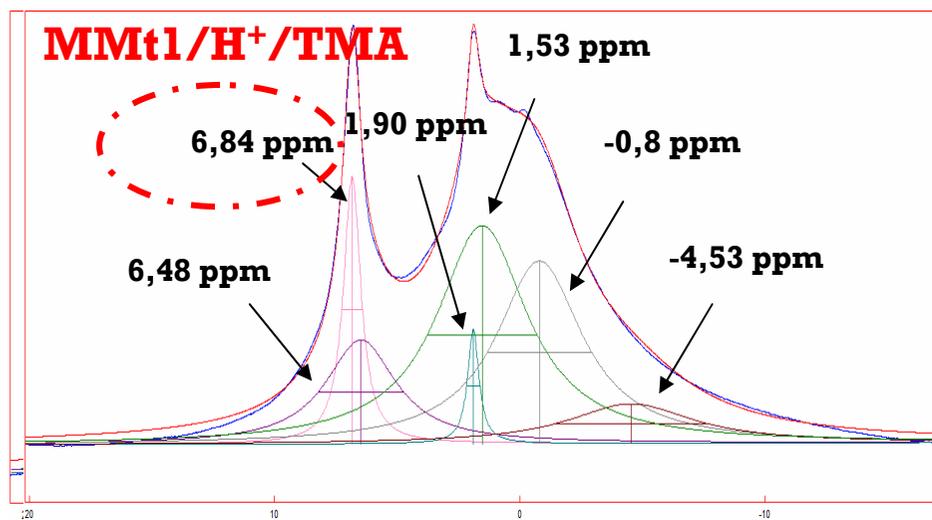
ance

n de

Resultados obtenidos por resonancia magnética nuclear en estado sólido : ^1H MAS RMN

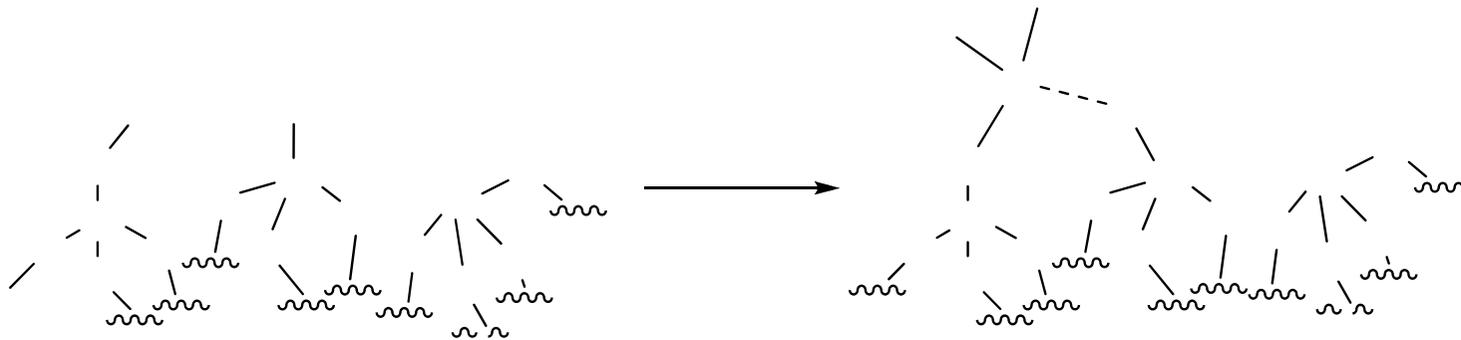


CON TMA, APARECE UN PROTÓN CON CARACTERÍSTICAS MUY ÁCIDAS.



Interpretación de los resultados obtenidos por ^1H MAS RMN

Muestra que hay un protón muy ácido. Es posible que ese hidrógeno tan ácido se origine por una situación:



POR LO TANTO, LA ACTIVIDAD CATALÍTICA ES EL RESULTADO DE UN EFECTO COOPERATIVO ENTRE LOS CENTROS ÁCIDOS DE LEWIS Y LOS DE BRÖNSTED QUE RESULTAN DESPUÉS DEL TRATAMIENTO DE LA ESMECTITA CON TMA Y TRAS HOMOIONIZAR LA MUESTRA CON Al^{3+} .

Conclusiones de la POLIMERIZACIÓN DE ETILENO

- 1- Hemos conseguido polimerizar etileno usando una arcilla como cocatalizador.**
- 2- Se han caracterizado los soportes activadores mediante diferentes técnicas.**
- 3- La actividad parece ser el resultado de una conjunción de acidez de Lewis y acidez de Brönsted.**

1- CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SOPORTES INORGÁNICOS DE TIPO SILICATO

2- ALGUNOS USOS DE LAS ARCILLAS

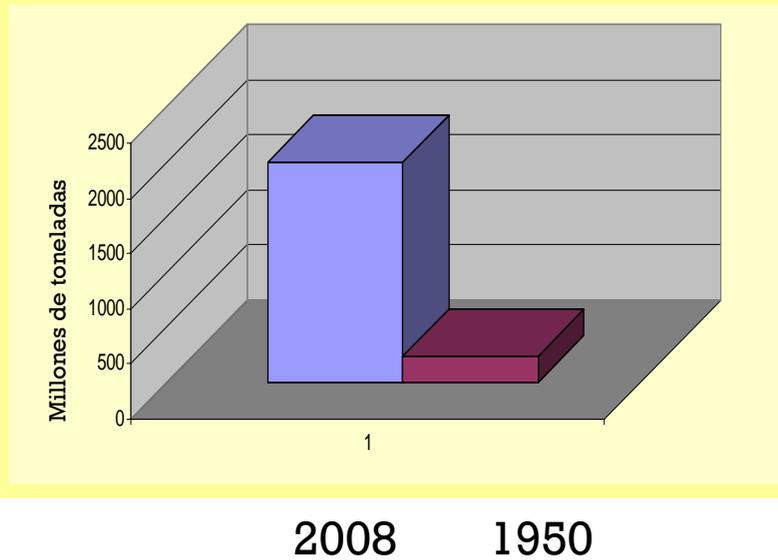
3- LAS ARCILLAS COMO CATALIZADORES Y COMO COCATALIZADORES

3.1- POLIMERIZACIÓN DE OLEFINAS

3.2- POLIMERIZACIÓN DE CHO

PERO.....

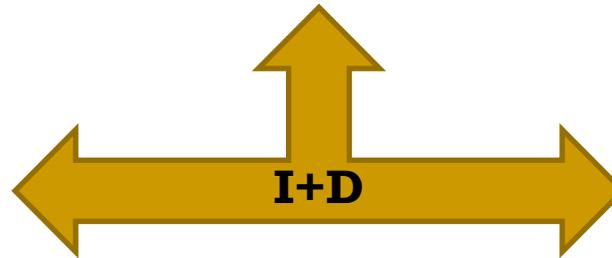
CONSUMO MUNDIAL DE PLASTICO (poliolefinas)



***Problemas:**

- **Materia prima de origen fósil**
- **No degradables; acumulación en mares**
- **Retienen agentes contaminantes (PCB) que pasan a la cadena alimenticia**

**Journal of Environmental Monitoring, 2010, 12, 2226.*

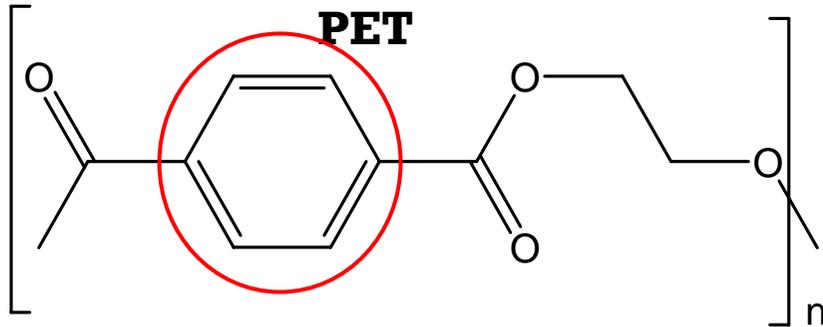


- Poliestireno (PS)**
- Polietilentereftalato (PET)**
- Policloruro de Vinilo (PVC)**
- Polietileno (PE)**
- Polipropileno (PP)**

- Polilactida (PLA)**
- Poliglicolida (PGL)**
- Policaprolactona (PCL)**

EJEMPLO DE DOS MATERIALES POLIMÉRICOS:

LOS DOS SON POLIÉSTERES

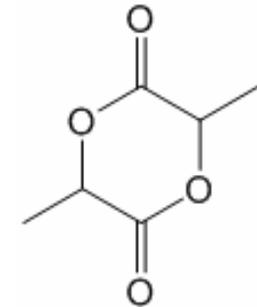
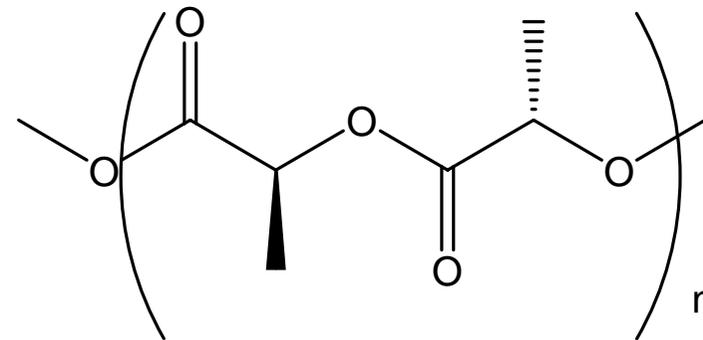


40%

Problemas de degradación

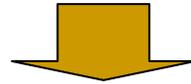
Se degrada en medio acuoso según el pH

PLA



Lactida

¿ALTERNATIVAS?



BIOPOLÍMEROS



EMPAQUETADO

BIOMEDICINA

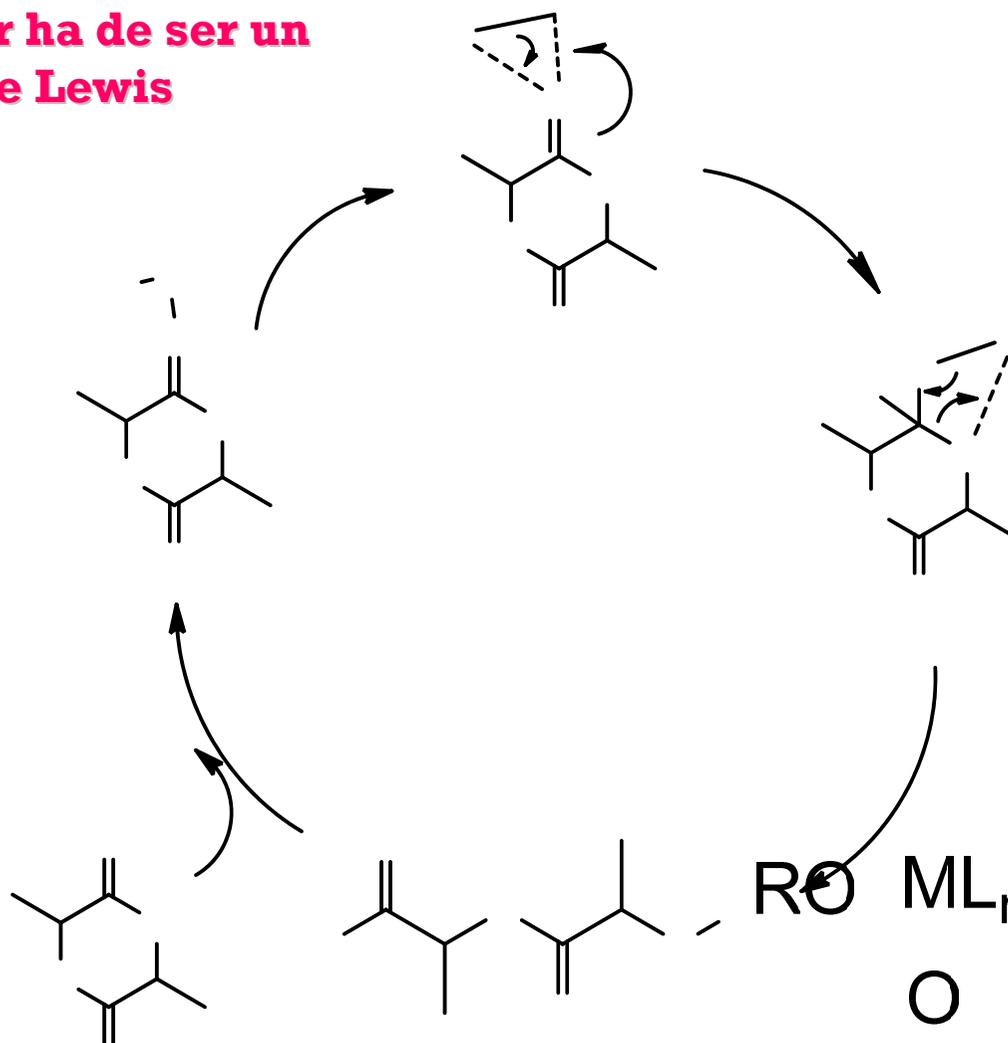


BIODEGRADABLE

BIOASIMILABLE

POLIMERIZACIÓN POR APERTURA DE ANILLO (ROP)

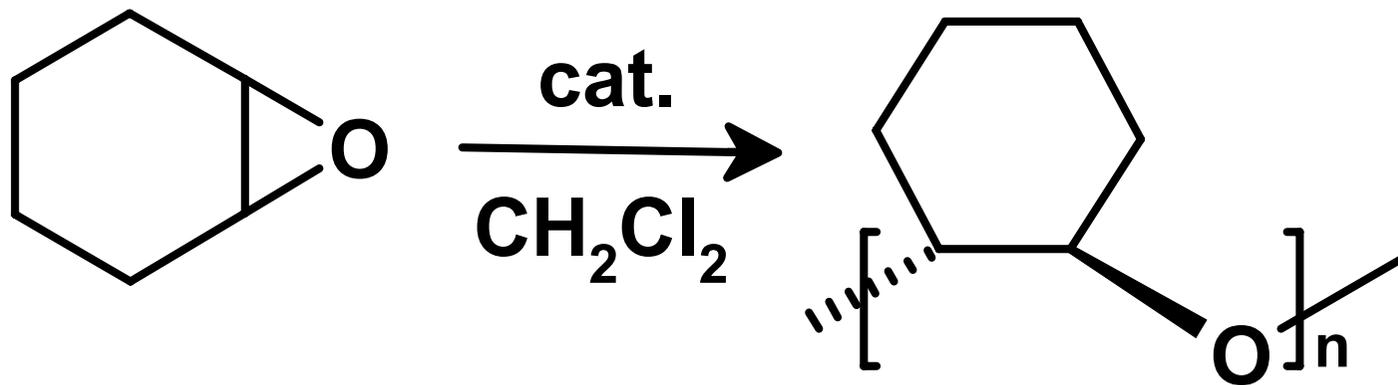
El catalizador ha de ser un ácido de Lewis



RO

O

POLIMERIZACIÓN DE ÓXIDO DE CICLOHEXENO (CHO)



- ✓ Catalizadores usados: compuestos con características ácidas de Lewis. Ej.: AlCl₃.
- ✓ Costes elevados y pueden ser envenenados por los productos de reacción. Requieren condiciones extremas y los rendimiento son moderados.

POLIMERIZACIÓN DE CHO

Catalizador	Conversión
MMt1/100	0
MMt1/TMA	14
MMt1/Al/100	78
MMt1/Al/TMA	91
Hect/100	0
Hect/TMA	0
Hect/Al/100	52
Hect/Al/TMA	59
Beid/100	58
Beid/TMA	38

Condiciones de polimerización: 10mL CHO (9,7g), 2g MMT, $T^a = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $t = 1\text{h}$.
Conversión= peso polímero/peso monómero x 100

Conclusiones de la POLIMERIZACIÓN DE CHO

- 1- Los resultados son buenos porque la actividad catalítica es moderada.**
- 2- Falta por determinar si el TMA es necesario.**
- 3- Se pueden probar otro tipo de monómeros y a otro tipo de filosilicatos.**

En colaboración con:



Dra. M^a Dolores Alba
Instituto de Ciencia de los Materiales, CSIC
Sevilla.



Dra. Pilar Terreros Ceballos
Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC
Madrid.

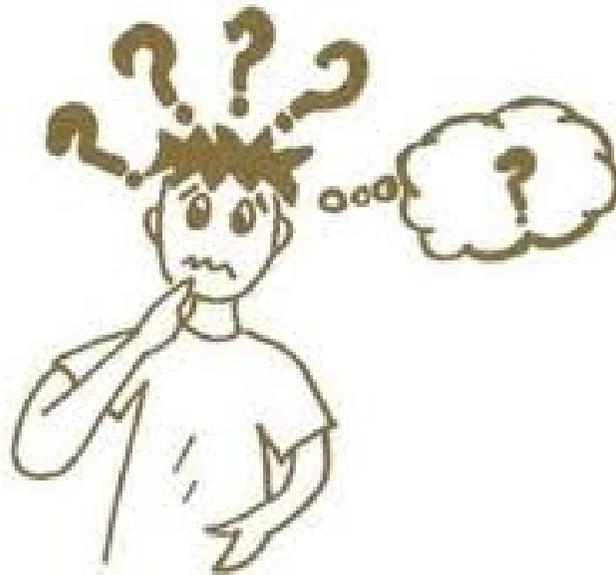
¿A que son más de lo que parecen?



**Y YO QUE
PENSABA
QUE ERA
SENCILLO**

.....





**VUESTRO TURNO: DUDAS , SUGERENCIAS,
COMENTARIOS.....**

GRACIAS