

Dip. di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale

Università Federico II di Napoli

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Corso di “Materiali” (A.A. 2023/24)

(Prof. Fabio Iucolano)

Introduzione ai materiali ceramici

Materiali ceramici tradizionali (MCT)



Un po' di storia sui ceramici

- La ceramica accompagna da sempre la vita dell'uomo sulla terra, è diffusa da millenni in ogni parte del mondo, ed è stata probabilmente **il primo materiale artificiale** prodotto dall'uomo. Nella Repubblica Ceca sono state rinvenute figurine in terracotta databili tra **29.000 e 25.000 anni a.C.**
- Oltre 6000 anni fa, **l'uomo neolitico** era già in grado di scavare e depurare l'argilla, di impastarla e conferirle la forma voluta. Il primato per l'alto livello artistico e tecnico raggiunto va riconosciuto all'Estremo Oriente, in particolare alla **Cina**.
- La ceramica fu introdotta nel **mondo greco** dall'Oriente, ma ben presto si allontanò dai modelli di importazione per orientarsi verso un gusto autonomo.
- Nel VI secolo a.C. si sviluppa la ceramica a figure nere e rosse con scene epiche e eroiche, venne ben presto imitata dagli **Etruschi** e **Romani**. Tra il I e il III secolo a.C. si diffonde in tutto l'Impero Romano la ceramica a vernice rossa decorata a rilievo.



Un po' di storia sui ceramici

- Con la **caduta dell'Impero Romano** anche la ceramica subisce un abbassamento del profilo qualitativo e viene relegata alla produzione di semplici tazze e brocche per l'uso quotidiano.
- Nel **Medioevo** la ceramica viene usata per la prima volta in Europa in architettura, con fregi in terracotta che venivano inseriti nelle murature.
- Nel '400, con la creazione della **maiolica**, si assiste ad una vera e propria rinascita della ceramica, che raggiunge ben presto un altissimo grado di perfezione tecnica e qualità artistica.
- A Colonia si sviluppa nella seconda metà del Trecento una tecnica che prevede l'utilizzo di un'argilla finissima e cotture ad altissime temperature che davano un prodotto quasi vetrificato, compatto e ultra resistente: il **grès**.
- Anche se le porcellane erano note già nel 600-900 d.C. in Cina, solo agli inizi del 1700 si produsse in Sassonia la prima **porcellana Europea** (Venezia, Limoges, Parigi, **Capodimonte**).



Un po' di storia sui ceramici



Vaso «Cinese»



Anfora «Greca»



Anfora «Etrusca»



Le maioliche di S. Chiara



La porcellana di Capodimonte



La porcellana di Limoges



La ceramica oggi

Nel 2019 il settore ceramico nazionale ha fatturato **6,5 miliardi di euro** con **27.500 addetti diretti**, nell'ambito di un comparto industriale italiano, che si compone di **279 imprese** attive nella produzione di **piastrelle e lastre di ceramica, ceramica sanitaria, porcellana e stoviglieria, materiali refrattari e ceramica tecnica, laterizi**.

L'INDUSTRIA ITALIANA DELLA CERAMICA, DEI LATERIZI E DEI MATERIALI REFRATTARI - ANNO 2019

	Aziende	Addetti	Produzione •	Vendite Totali •	Vendite domestiche •	Vendite Export •	Fatturato Totale	Fatturato Italia	Fatturato Export
	unità	unità					milioni €	milioni €	milioni €
Piastrelle Italiane	135	19.318	400,7	406,9	83,5	323,4	5.341,3	832,0	4.509,3
Ceramica Sanitaria	30	2.672	4,0	4,0	2,2*	1,8*	338,8	186,3*	152,5*
Stoviglieria	10	665	11,6	10,0	7,4	2,6	49,7	34,7	15,0
Materiali Refrattari	32	1.734	358,7	367,8	217,6	150,2	407,5	216,2	191,2
Laterizi	72	3.200	4.413,0	4.413,0	4.413,0		380,0	380,0	
TOTALE	279	27.589	-	-	-	-	6.517,3	1.649,2	4.868,0

Fonte: Confindustria Ceramica

- Piastrelle: valori in milioni di mq.
Ceramica Sanitaria: valori in milioni di pezzi
Stoviglieria, materiali refrattari e laterizi: valori in migliaia di tonnellate
- * Stime

La maggior parte delle aziende produttrici di piastrelle è concentrata nel distretto di **Modena-Reggio Emilia**.

Delle 30 aziende produttrici di ceramica sanitaria, ben 27 sono nel distretto di **Civita Castellana (VT)**.



I materiali ceramici

- Definizione -

Materiali inorganici non metallici, costituiti da elementi metallici e non metallici legati tra loro da legami ionici e/o covalenti.

Principali proprietà

- Duri e fragili, con bassa tenacità e duttilità;
- Basso coefficiente di conducibilità termica;
- Basso coefficiente di conducibilità elettrica (la porcellana è usata come isolante);
- Basso coefficiente di dilatazione termica;
- Elevate temperature di fusione;
- Refrattarietà;
- Elevata stabilità chimica;



I materiali ceramici

Classificazione

**Materiali Ceramici
Tradizionali (MCT)**

**Materiali Ceramici
Avanzati (MCA)**

Vetri

Leganti



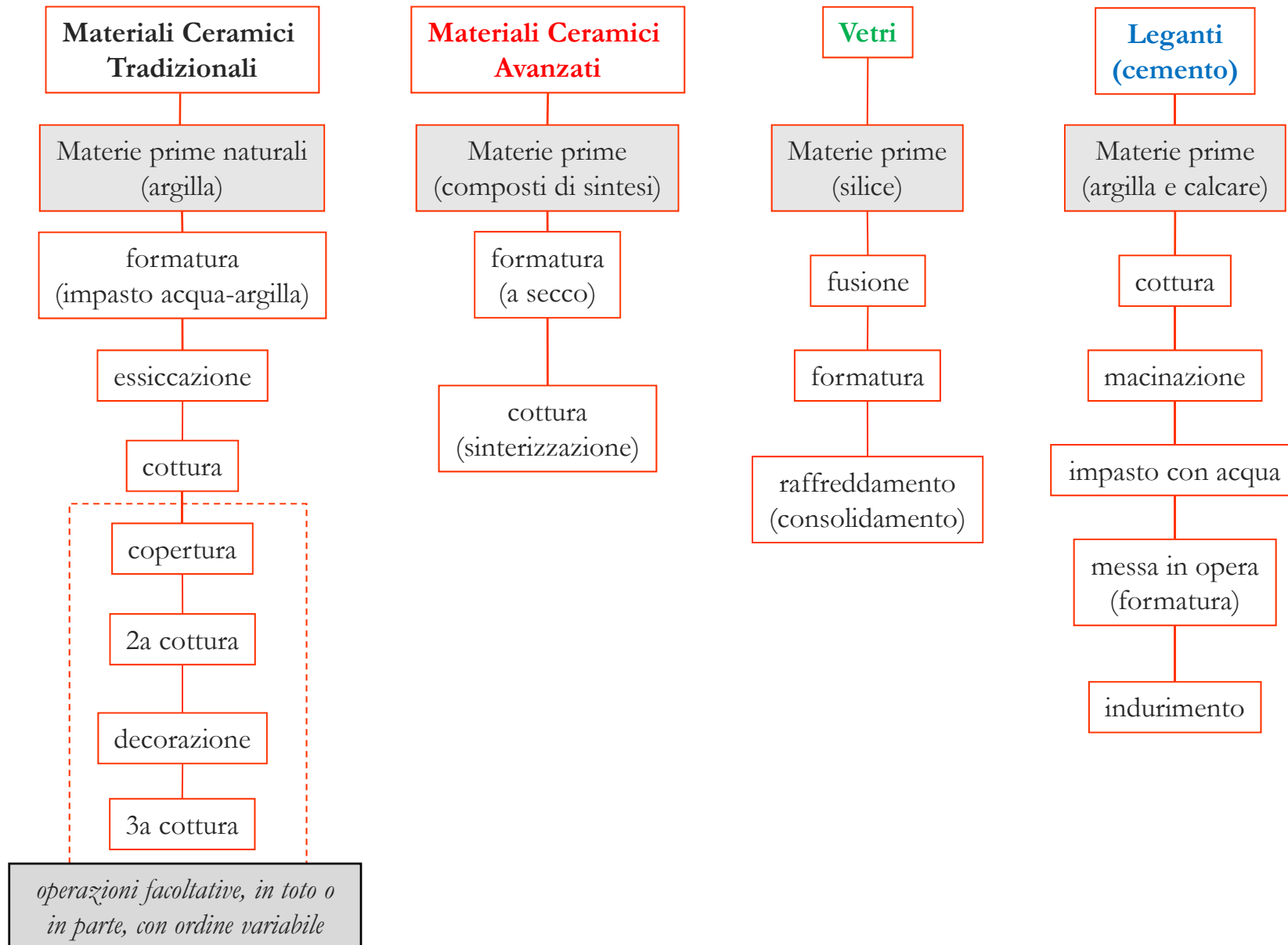
Materie prime naturali
(argilla, silice, feldspati)

**Materie prime
di sintesi**

Refrattari



Cicli di produzione dei materiali ceramici





I materiali ceramici tradizionali (MCT)

I materiali ceramici tradizionali vengono definiti come i prodotti ottenuti da **materie prime inorganiche non metalliche, formati generalmente a freddo e consolidati mediante cottura.**

Con il termine “materiali ceramici tradizionali” vengono usualmente indicati i prodotti ceramici impiegati per alcune **applicazioni ormai da lungo tempo consolidate** (per l’edilizia, per uso domestico: applicazioni per le quali esistono testimonianze d’impiego risalenti ad antiche civiltà) ed ottenute da **materie prime largamente diffuse in natura** (argille, silicati, feldspati).

Etimologia del termine

Ceramica



κεραμὸς (argilla)



Classificazione dei MCT

La classificazione dei MCT può essere fatta in base al loro **campo di applicazione** e alla relativa **funzione**.

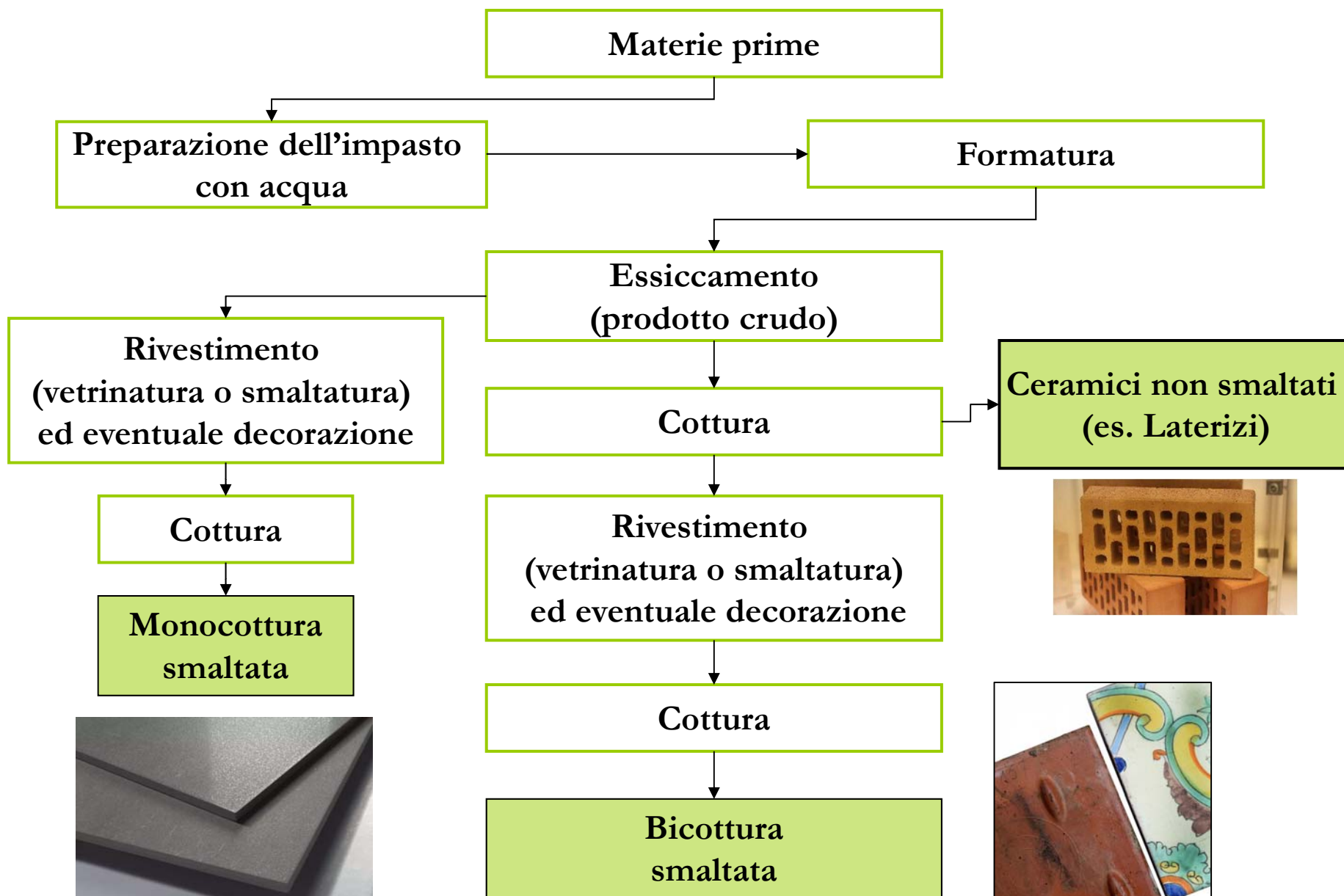
Campo di applicazione	Funzione	Classe
Edilizia	Elementi per solai, pareti, coperture	Laterizi
	Rivestimento pavimenti e pareti	Piastrelle
	Apparecchi per servizi igienici	Sanitari
	Convogliamento fluidi e scarichi	Tubi in grès
Uso Domestico	Oggetti per tavola o cucina	Stoviglieria
	Oggetti ornamentali	Ceramica artistica
Industria	Materiali per elettronica e chimica	Porcellane tecniche
	Costruzioni di forni	Refrattari

In funzione di altri parametri tale classificazione può così essere integrata:

- La struttura del supporto: **porosa o compatta** (greificata)
- Lo stato della superficie: **smaltata o non smaltata**
- Il colore del supporto: **bianco o di altro colore**

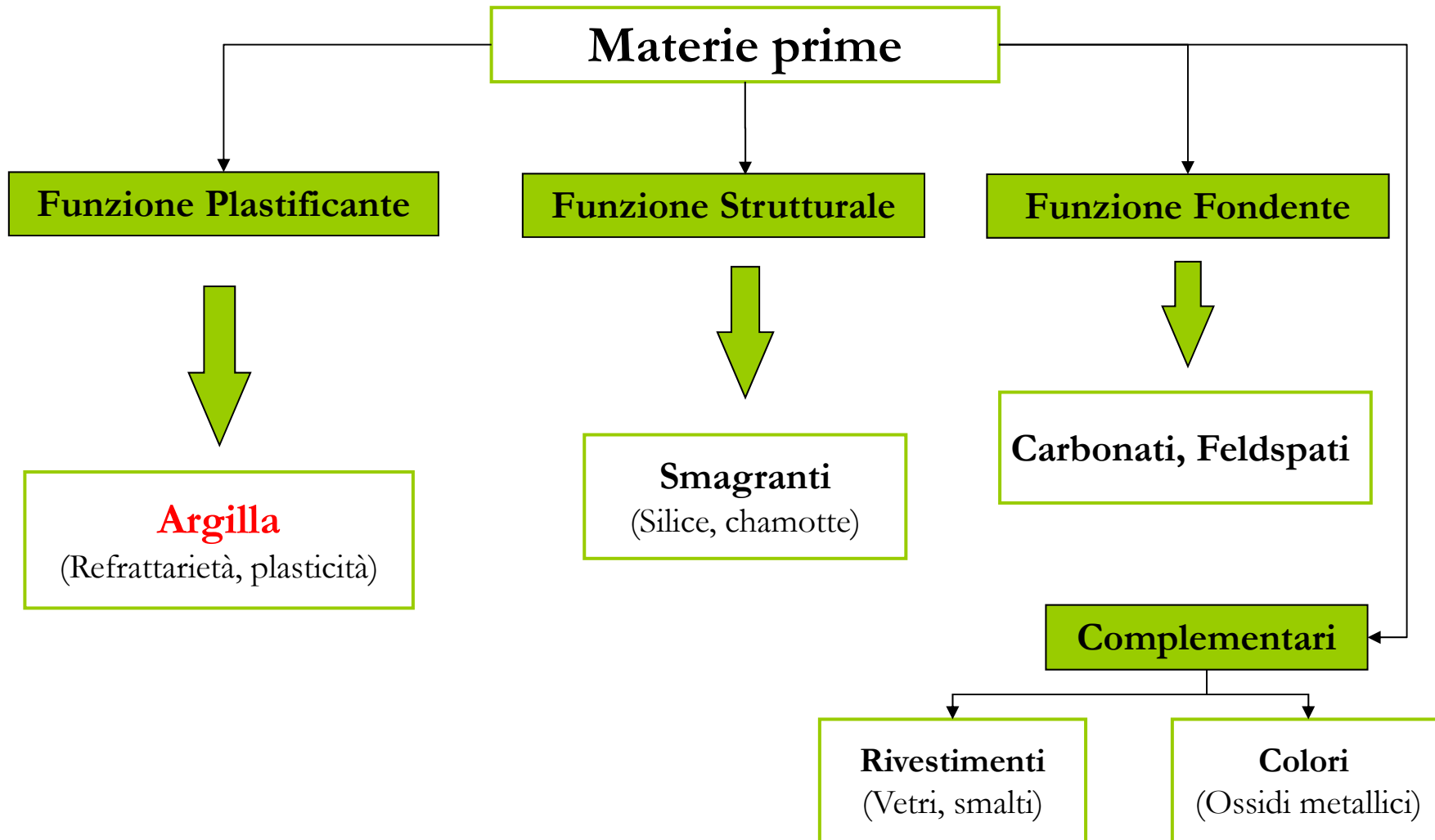


Cicli di produzione dei MCT





Produzione dei MCT





L'argilla

Materia prima fondamentale per la preparazione dei materiali ceramici tradizionali (in particolare per i laterizi) è l'**argilla**.

L'**argilla** è una classe di sedimenti **non litificati** estremamente fini (le dimensioni dei granelli sono inferiori a 2 μm di diametro) costituiti principalmente da **alluminosilicati idrati** appartenenti alla classe dei fillosilicati.





Le argille

Cava di «argilla rossa»



Cava di caolino





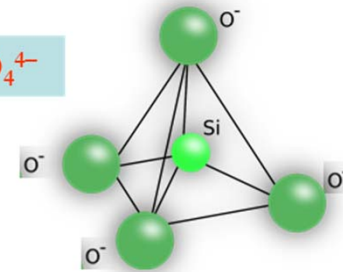
Cenni sulla struttura dei silicati

I silicati da soli rappresentano il **92% in volume** della crosta terrestre!

Tutti i silicati hanno come unità strutturale di base il **tetraedro silicio-ossigeno**, in cui l'ossigeno ai vertici non è completamente saturo e perciò si coordina con altri tetraedri.

In base al numero di ioni ossigeno condivisi si hanno diverse strutture:

Il tetraedro SiO_4^{4-}



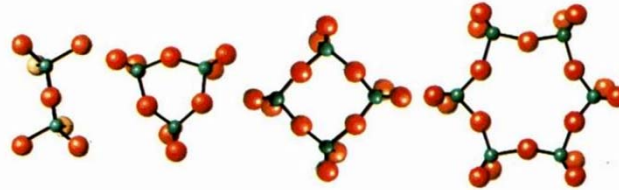
- Composti senza alcun ione ossigeno condiviso sono detti **nesosilicati** (i tetraedri sono **isolati** e legati tra loro da ioni metallici)
- Composti in cui avviene la condivisione di un solo ossigeno il quale fa da ponte tra diversi tetraedri sono i **sorosilicati**;
- Catene singole o doppie di tetraedri formano gli **inosilicati**;
- Se avviene la condivisione di 3 ioni ossigeno formando una struttura planare a geometria esagonale si parla di **fillosilicati**;
- Quando la condivisione avviene su tutti e 4 gli ioni ossigeno si ottengono complesse strutture 3D dette **tectosilicati**.



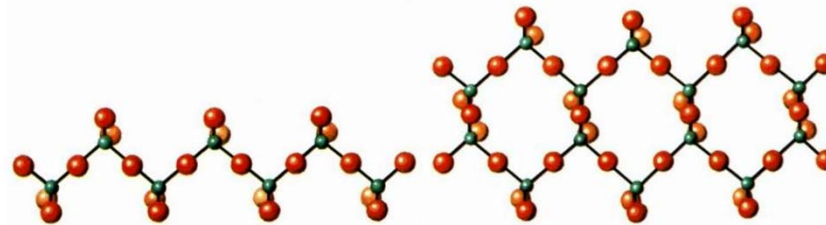
Cenni sulla struttura dei silicati



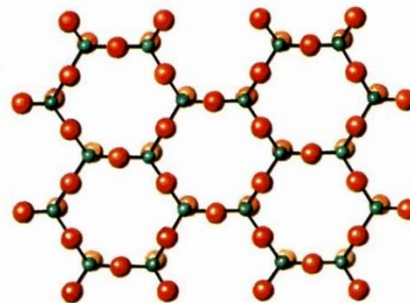
1. Nesosilicati.



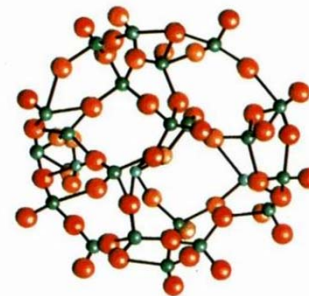
2. Sorosilicati.



3. Inosilicati.



4. Fillosilicati.



5. Tectosilicati.

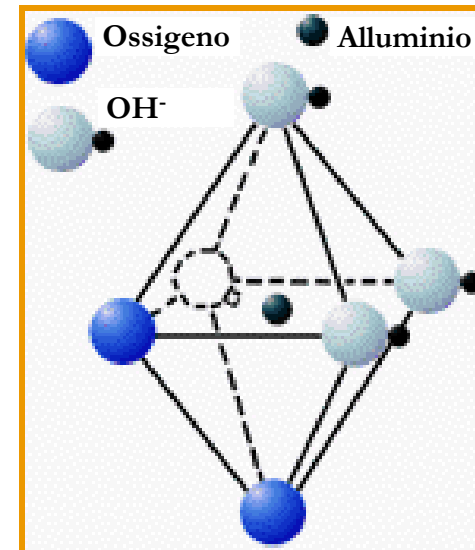
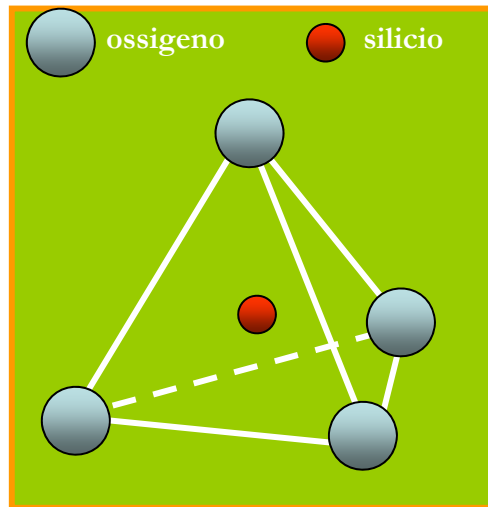


Video classificazione dei silicati <https://www.youtube.com/watch?v=fh-c2X7UeoU&t=1s>



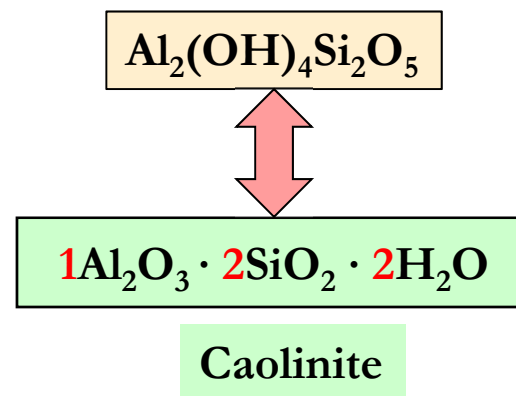
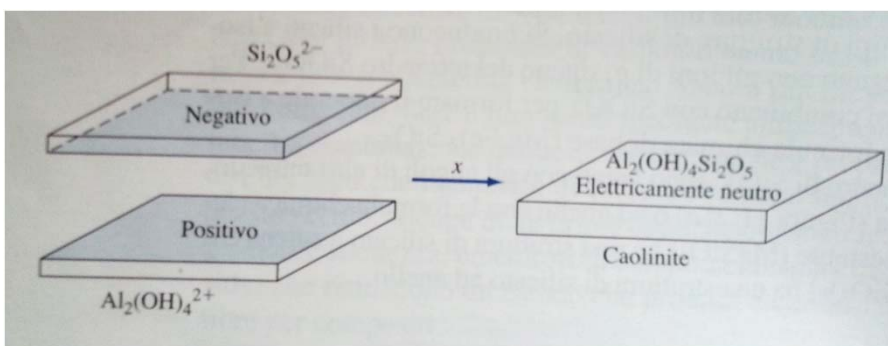
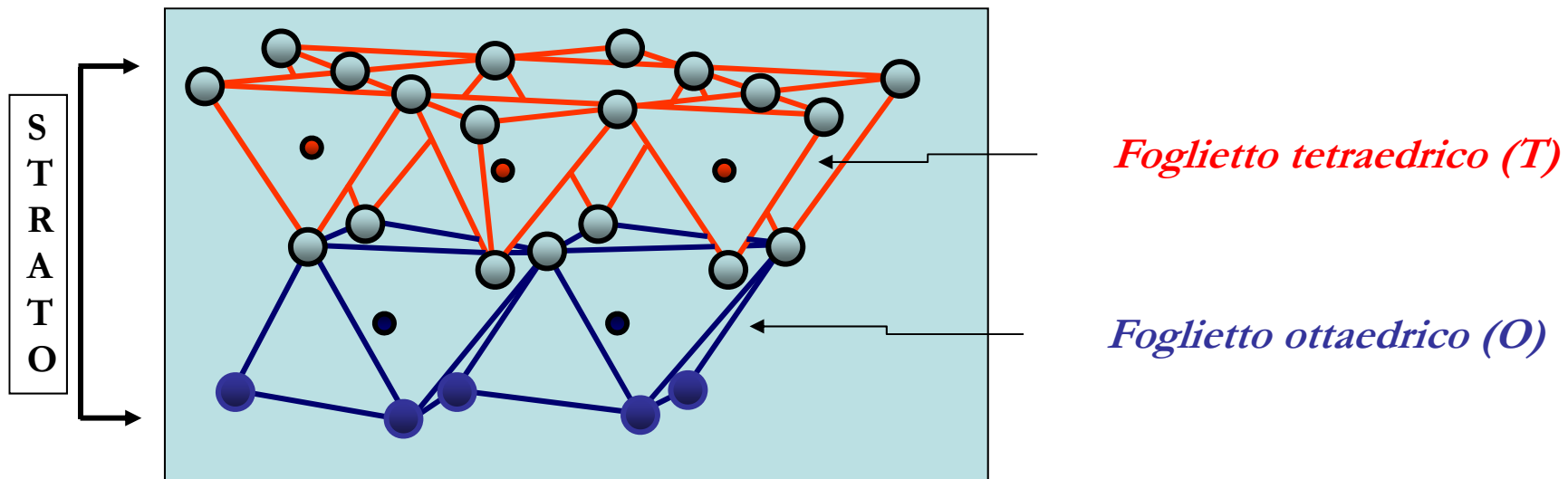
La struttura delle argille

- Chimicamente sono silicati idrati di alluminio, cioè a base di Si, Al, O e H, appartenenti alla classe dei **fillosilicati**, e formano strutture planari.
- **Si** e **O** sono organizzati nello spazio **tetraedricamente** (formano **polianioni**)
- **Al**, **O** e **OH** sono organizzati nello spazio **ottaedricamente** (formano **policationi**)





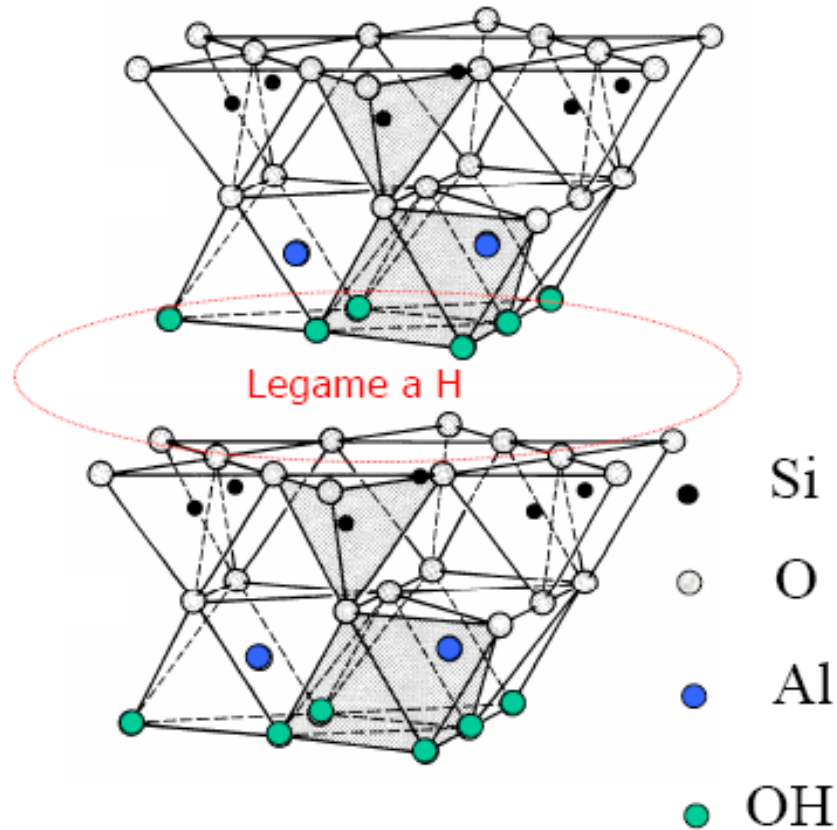
La struttura delle argille





La struttura delle argille

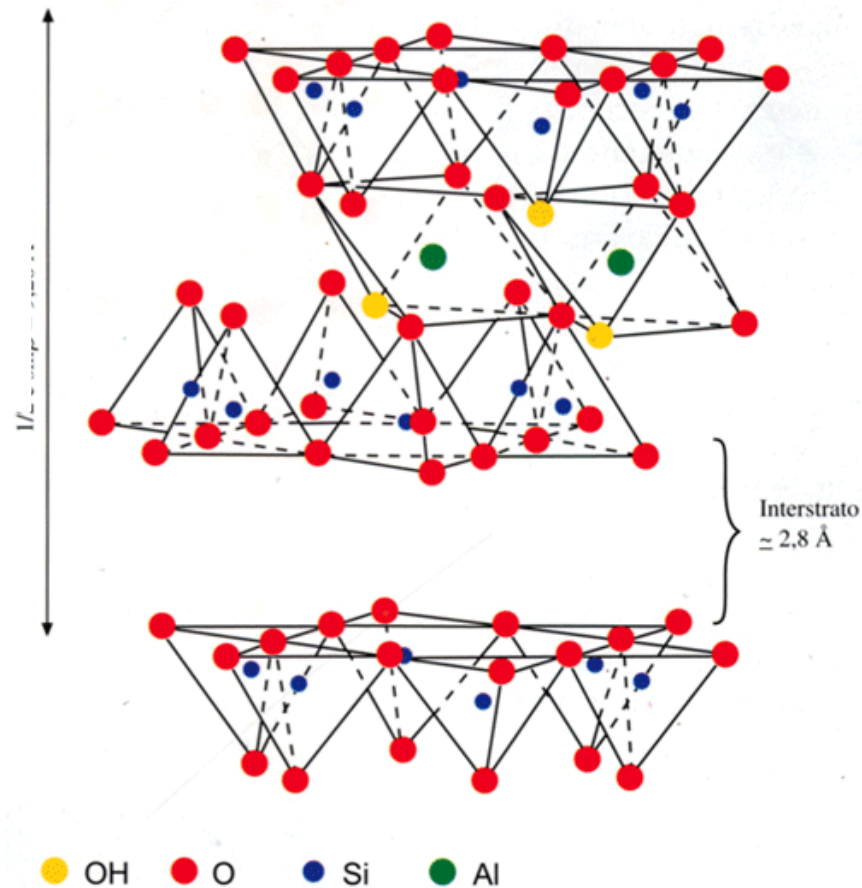
I vari strati sono poi legati tra loro attraverso interazioni a **ponte di idrogeno**





La struttura delle argille

Possono anche esistere strati ottenuti dall'unione di tre foglietti:



T

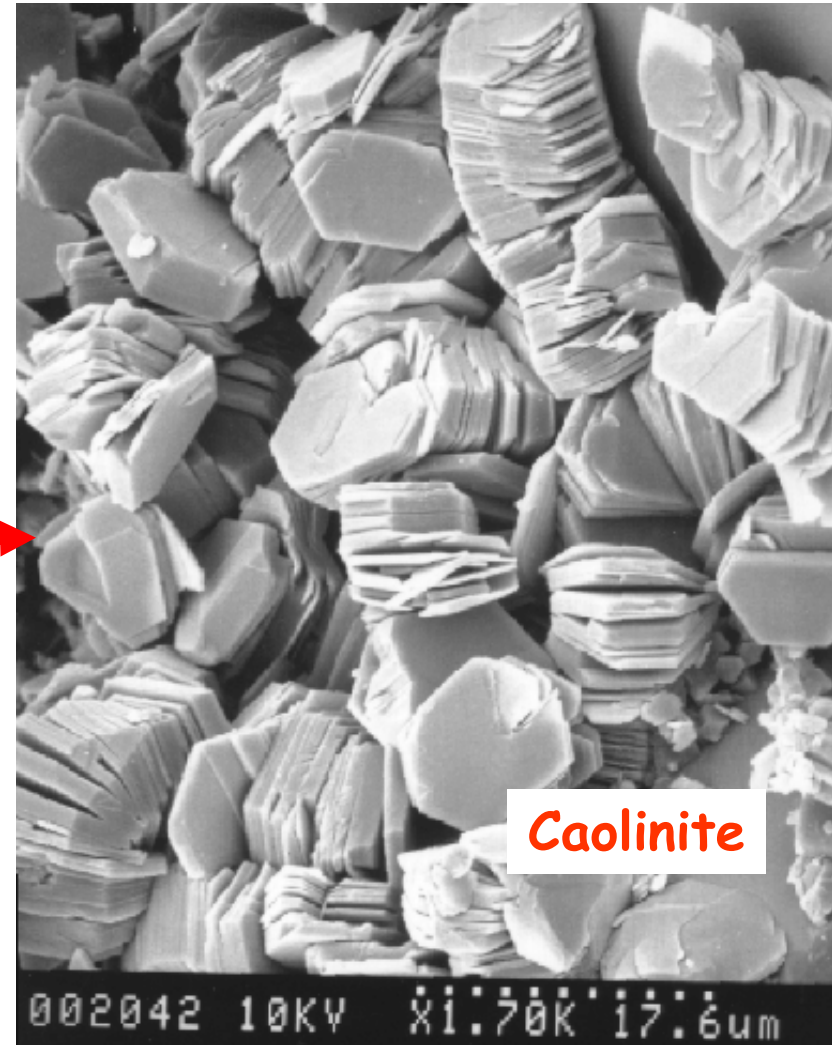
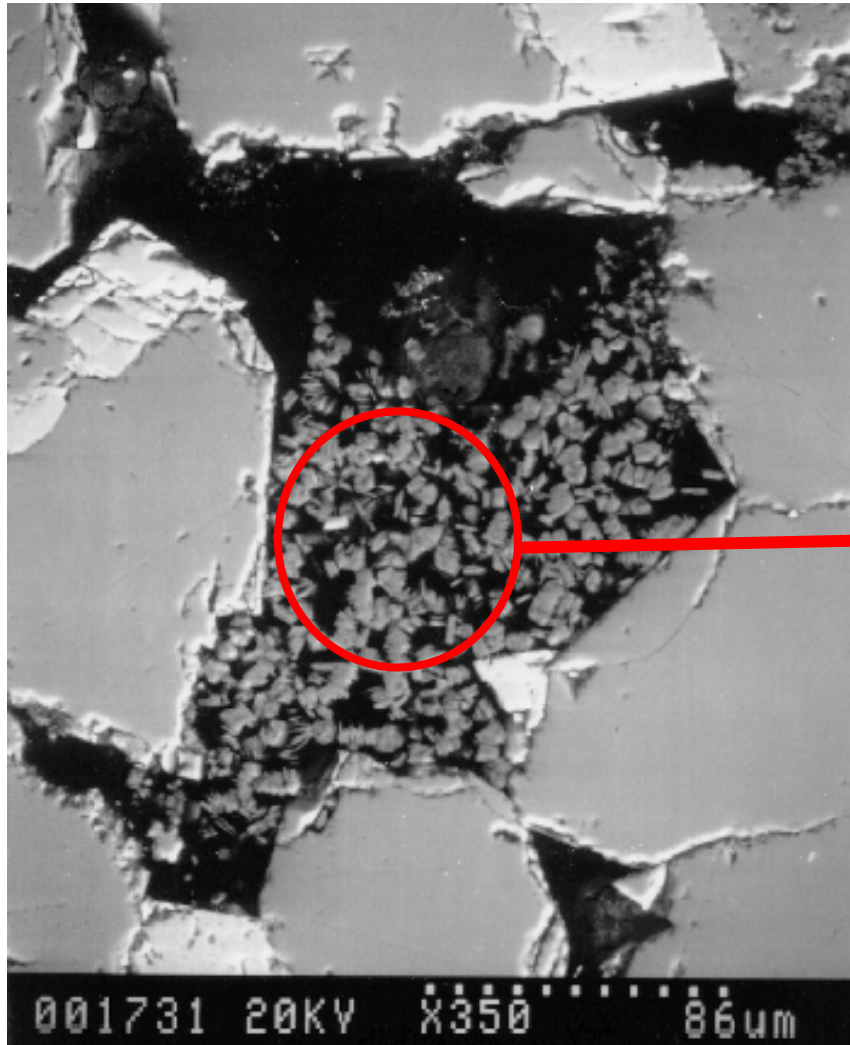
O

T

Strati a tre
foglietti



Microstruttura della caolinite





La plasticità delle argille

Proprietà fisica basilare dell'argilla è la **plasticità**: capacità di dare origine, per impasto con acqua, a masse plastiche cui è possibile impartire per modellazione una forma desiderata, forma che mantengono dopo essiccazione e cottura.

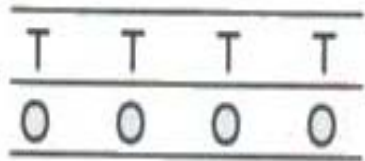
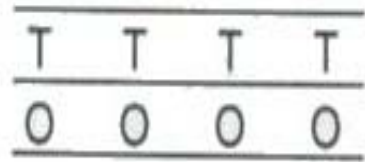
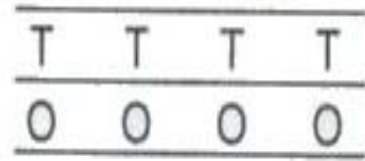


Questa proprietà delle argille è da attribuire al fatto che all'atto dell'impasto fra i cristalli lamellari degli idrosilicati di alluminio (dalla dimensione estremamente piccola, 2-4 μm) si inserisce un velo di molecole d'acqua che ne permette lo **scorrimento reciproco**, con conseguente possibilità di modellazione.

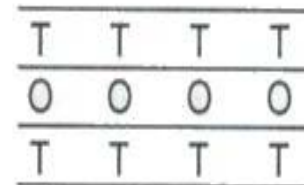
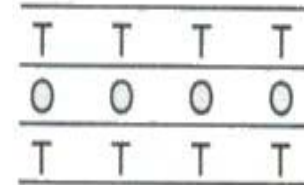
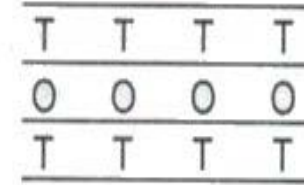
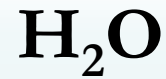




La plasticità delle argille



Strati a due foglietti
(tipo *caolino*)

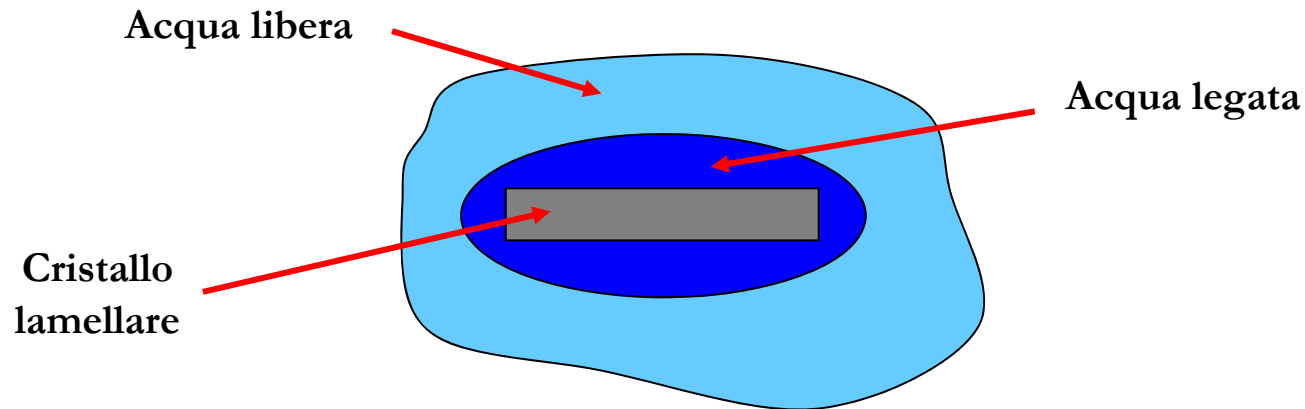


Strati a tre foglietti
(tipo *talco*)





Sistema acqua-argilla



Le argille, al variare del contenuto di acqua, assumono differenti comportamenti:

- **materiali rigidi e fragili** se il contenuto di acqua è inferiore a circa il 7-10% (**stato secco**);
- **massa plastica** che prende e conserva la forma impartita per manipolazione o lavorazione meccanica se la percentuale di acqua sale al 10-30% (**stato plastico**);
- **sospensione acquosa** (barbottina) se il contenuto di acqua è superiore al 30%.

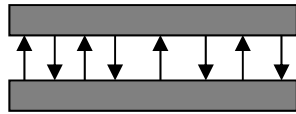


***N.B.:** i valori percentuali di acqua sono indicativi e dipendono dal tipo di argilla.*



Sistema acqua-argilla

Il comportamento reologico dipende dal rapporto acqua d'impasto/argilla

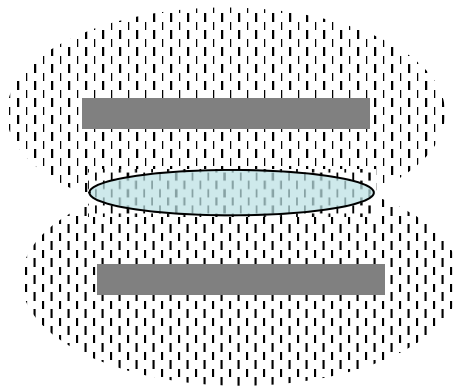


Acqua d'impasto: <math>< 10\%</math>

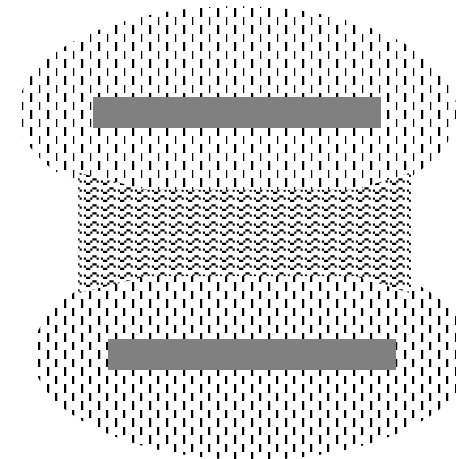
Stato secco: i cristalli sono costretti a condividere totalmente l'acqua legata e non hanno mobilità reciproca.

Acqua d'impasto: 10-30%

Stato plastico: i cristalli condividono strati sempre minori di acqua legata e hanno crescente mobilità reciproca.



Transizione dallo stato
plastico a quello disperso





DI
C
Ma
PI

Dipartimento
di Ingegneria Chimica,
dei Materiali e della
Produzione Industriale
Università degli Studi
di Napoli Federico II

Sistema acqua-argilla

Acqua d'impasto: >30-40%

Stato fluido (barbottina): i cristalli non condividono gli strati di acqua legata e sono reciprocamente indipendenti.

