



Parte 1^a

INTRODUZIONE ALLA CERAMICA

Materie Prime Ceramiche:
Giacimenti, Composizione, Proprietà Tecnologiche

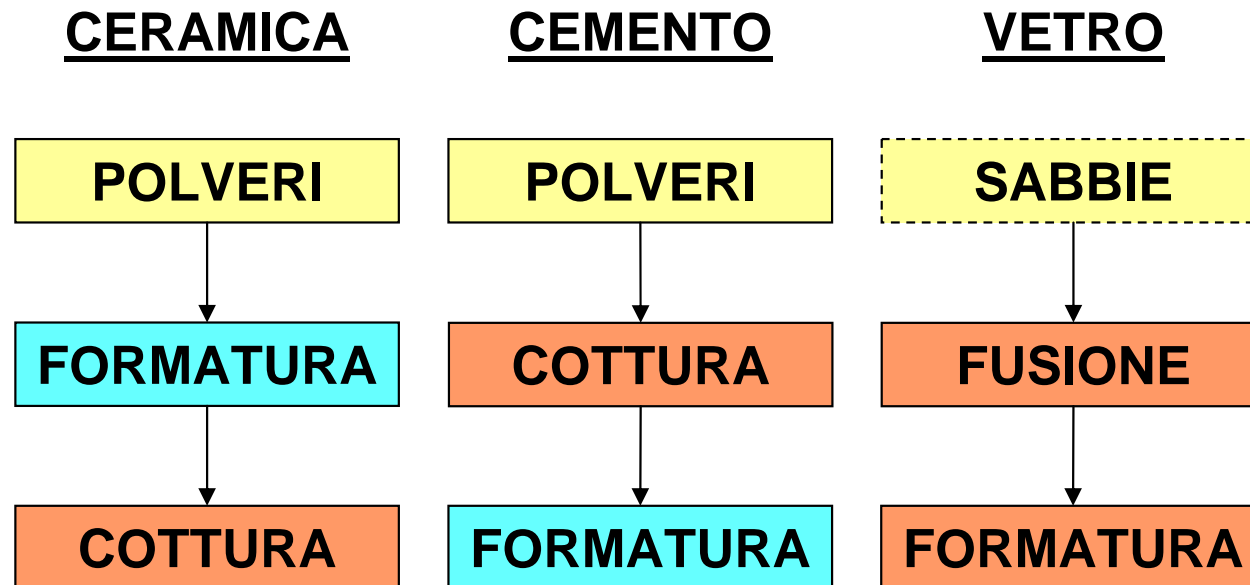


Introduzione alla Ceramica: Contenuti

- Definizioni
- Classificazione delle ceramiche
- Terminologia
- Tipologie di ceramica
- Forma e funzione
- Processi ceramici
- Formatura
- Macinazione e granulazione
- Essiccamento e cottura
- Prodotti ceramici: fabbricazione
- Materie prime

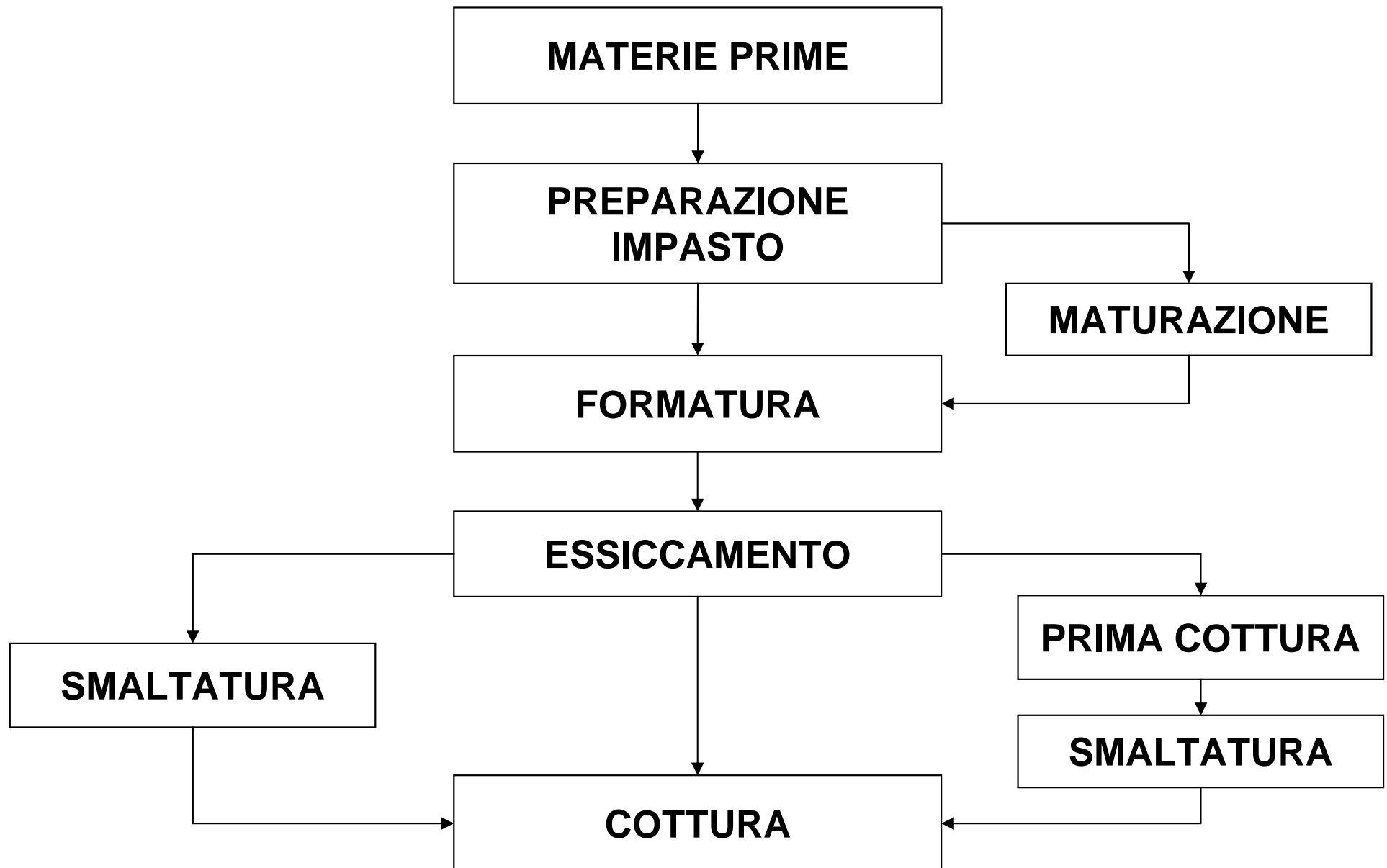
Definizione

*“La ceramica è un materiale fabbricato a partire da **polveri** alle quali è data una **forma a freddo**, che è poi consolidata attraverso un trattamento ad **alta temperatura**”*



Non c'è riferimento alla composizione: dalla terracotta alla ceramica avanzata

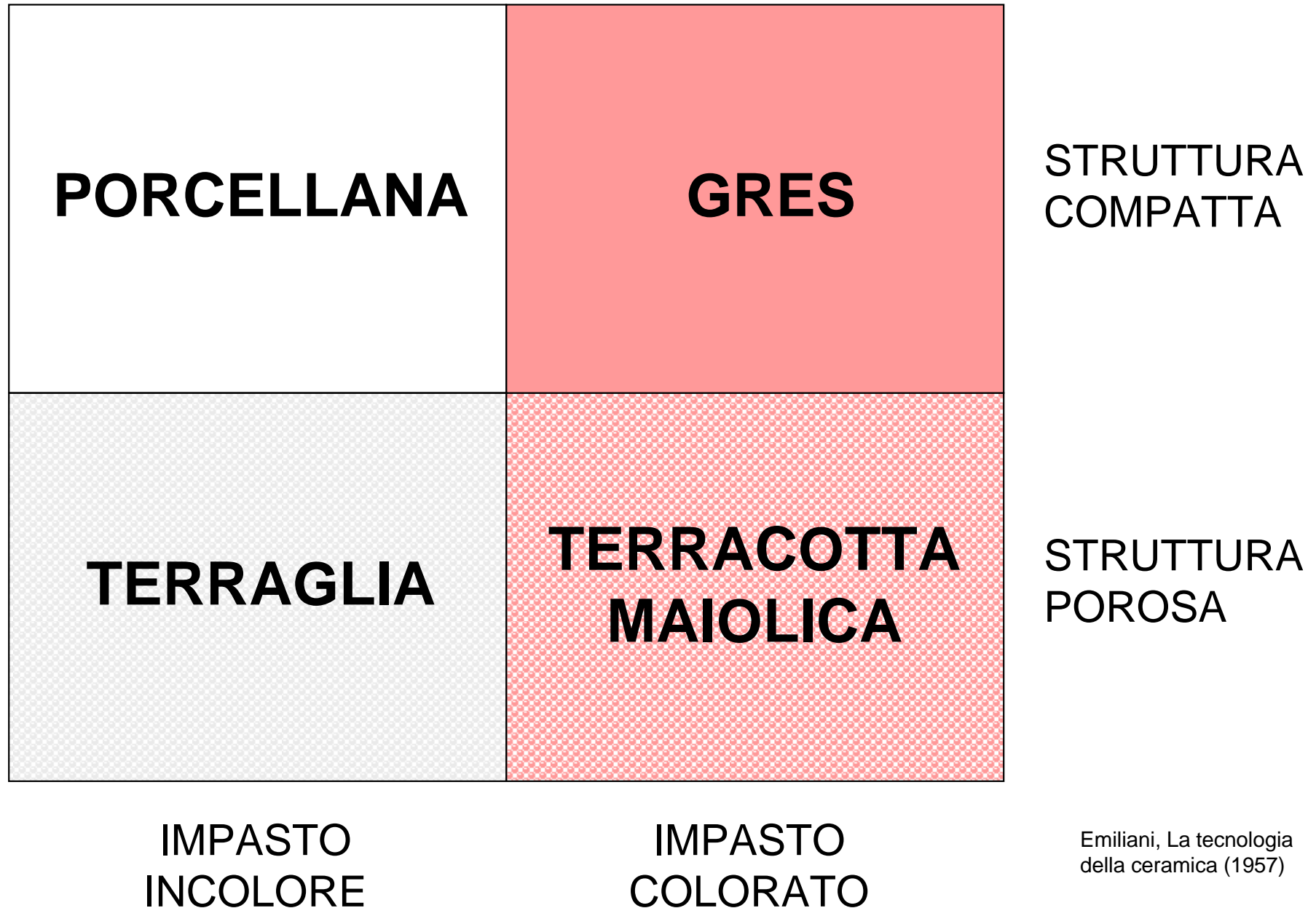
Ciclo di produzione della ceramica



Classificazione della ceramica

- Non esiste una *classificazione* della ceramica che sia organica e largamente condivisa
- La principale distinzione è per *destinazione d'uso* (stoviglieria, sanitari, piastrelle, laterizi, refrattari)
- Per le piastrelle, le classi previste dalla normativa si riferiscono all'*assorbimento d'acqua*, così che uno stesso tipo di prodotto può ricadere in due classi
- La classificazione più semplice è quella basata su due parametri: *colore* e *compattezza* (o porosità) dell'impasto (Emiliani, 1957)

Classificazione della ceramica tradizionale



Terminologia

La terminologia della ceramica tradizionale non è chiara: si può riferire sia al *materiale* (es. **grès**) che al *processo* (es. **monocottura**) che al *prodotto* (es. piastrella da rivestimento tipo “**monoporosa**”)

Occorre di volta in volta ricostruire, per ciascun termine commerciale, la terna *materiale-processo-prodotto*:

Nome commerciale: “*Monoporosa*”

Materiale: **maiolica** (impasto poroso e colorato)

Processo: **monocottura** (cottura simultanea di impasto+ smalto)

Prodotto: **piastrella** (da rivestimento)

Nome commerciale: “*Vitreous china*”

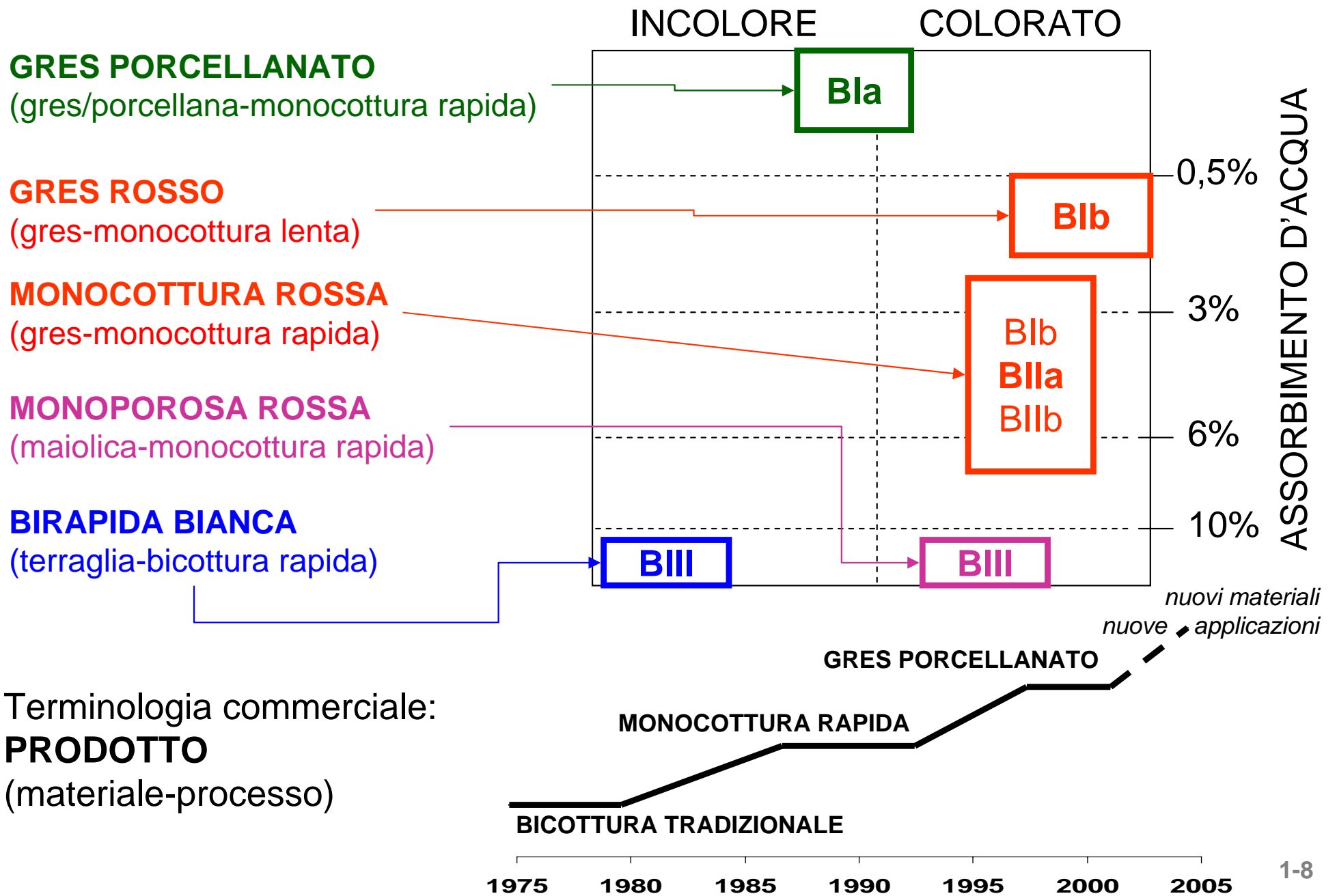
Materiale: **porcellana** (impasto compatto e incolore)

Processo: **bicottura** (doppia cottura di impasto e impasto+smalto)

Prodotto: **stoviglieria** (piatto piano o piatto fondo)

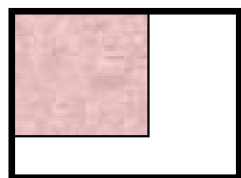
Terminologia: Piastrelle ceramiche

INTRODUZIONE ALLA CERAMICA



Innovazione tecnologica: Piastrelle ceramiche

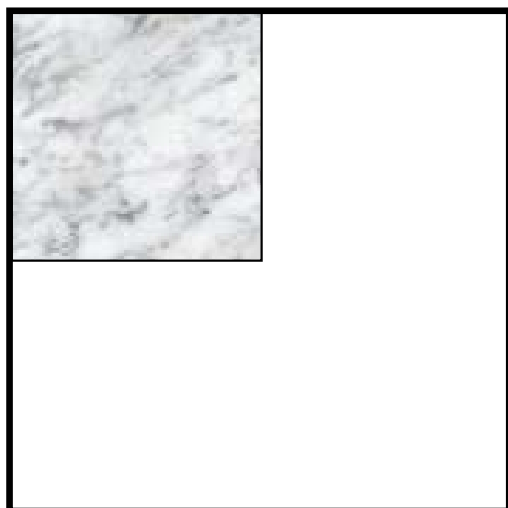
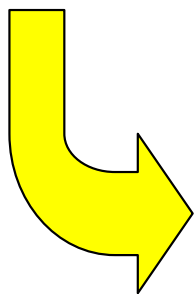
INTRODUZIONE ALLA CERAMICA



TECNOLOGIA DELLA BICOTTURA TRADIZIONALE

Dimensione tipica: 15 x 15 cm

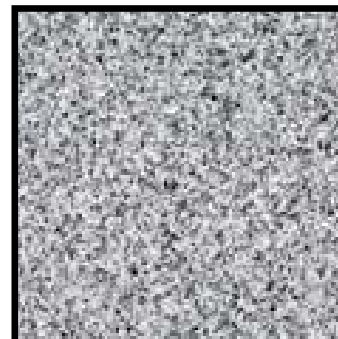
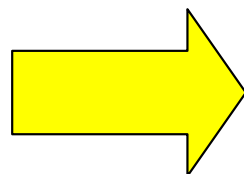
Dimensione massima: 20 x 25 cm



TECNOLOGIA DELLA COTTURA RAPIDA

Dimensione tipica: 30 x 30 cm

Dimensione massima: 60 x 60 cm



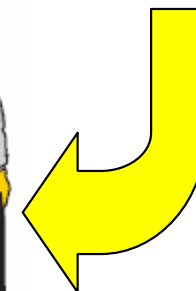
TECNOLOGIA DEL GRES PORCELLANATO

Dimensione tipica: 40 x 40 cm

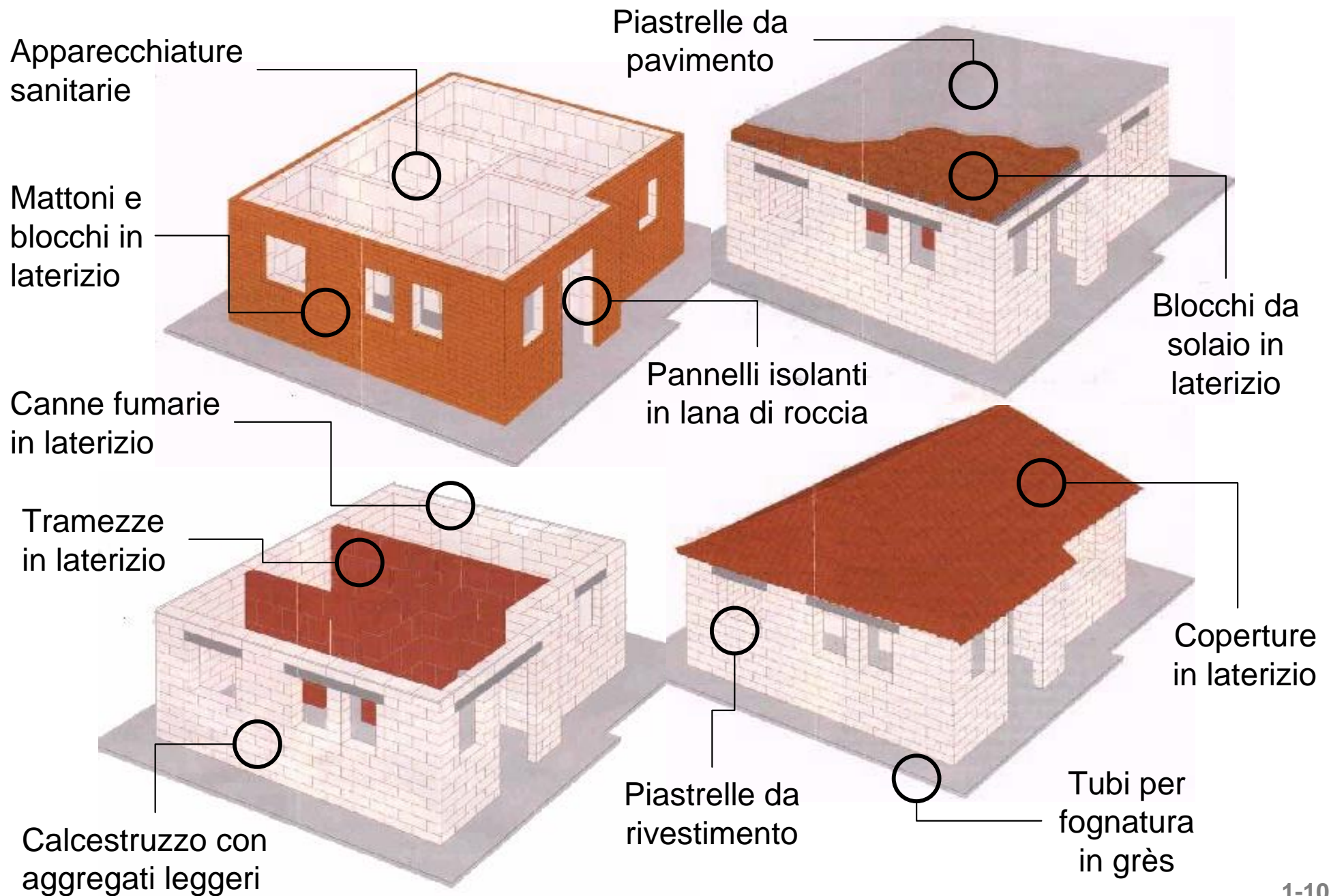
Dimensione max: 120 x 120 cm

NUOVE TECNOLOGIE DI FORMATURA

Dimensione tipica: 120 x 300 cm



Ceramica per l'edilizia ("Casa ceramica")

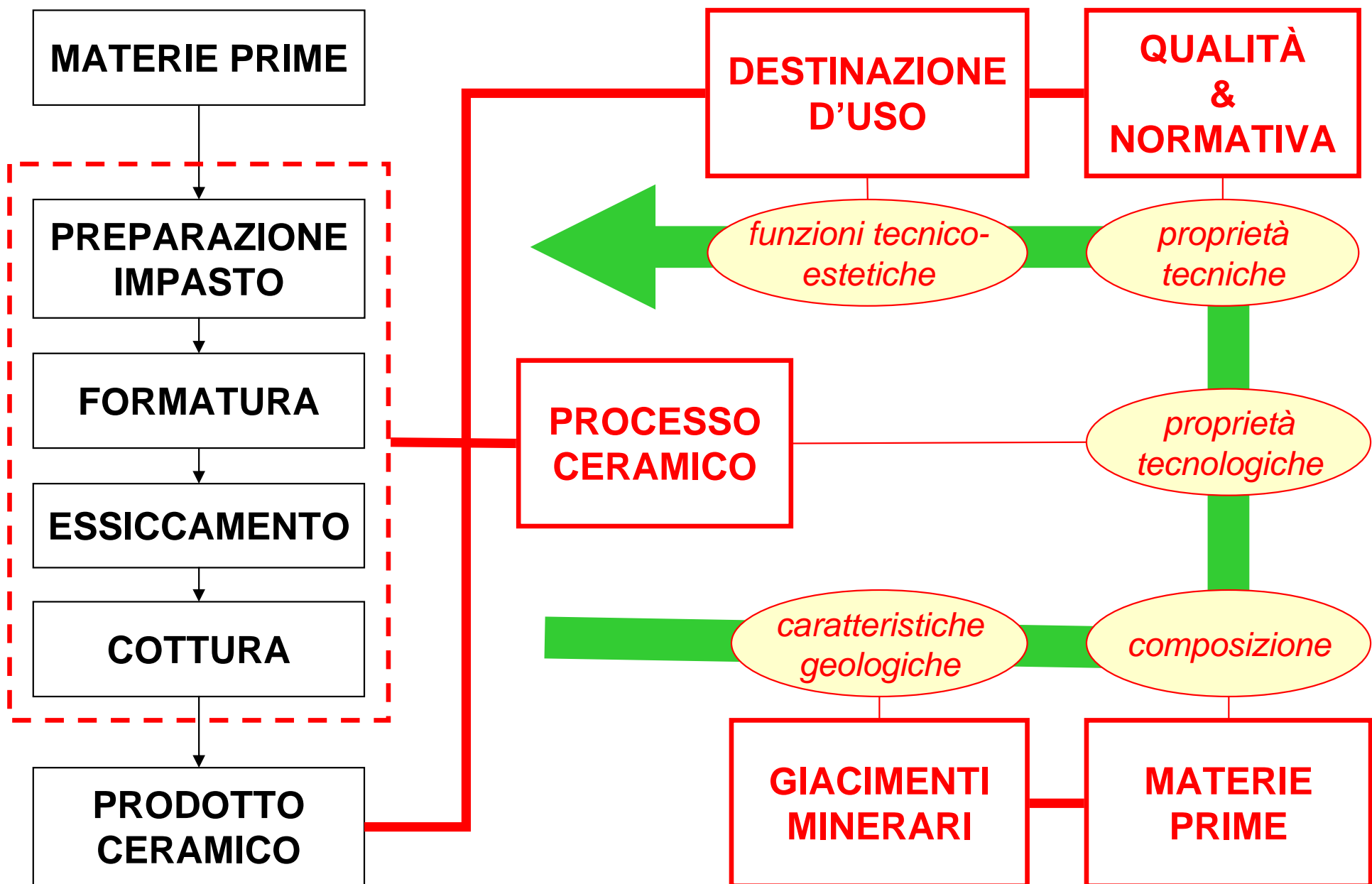


Ceramica per l'industria

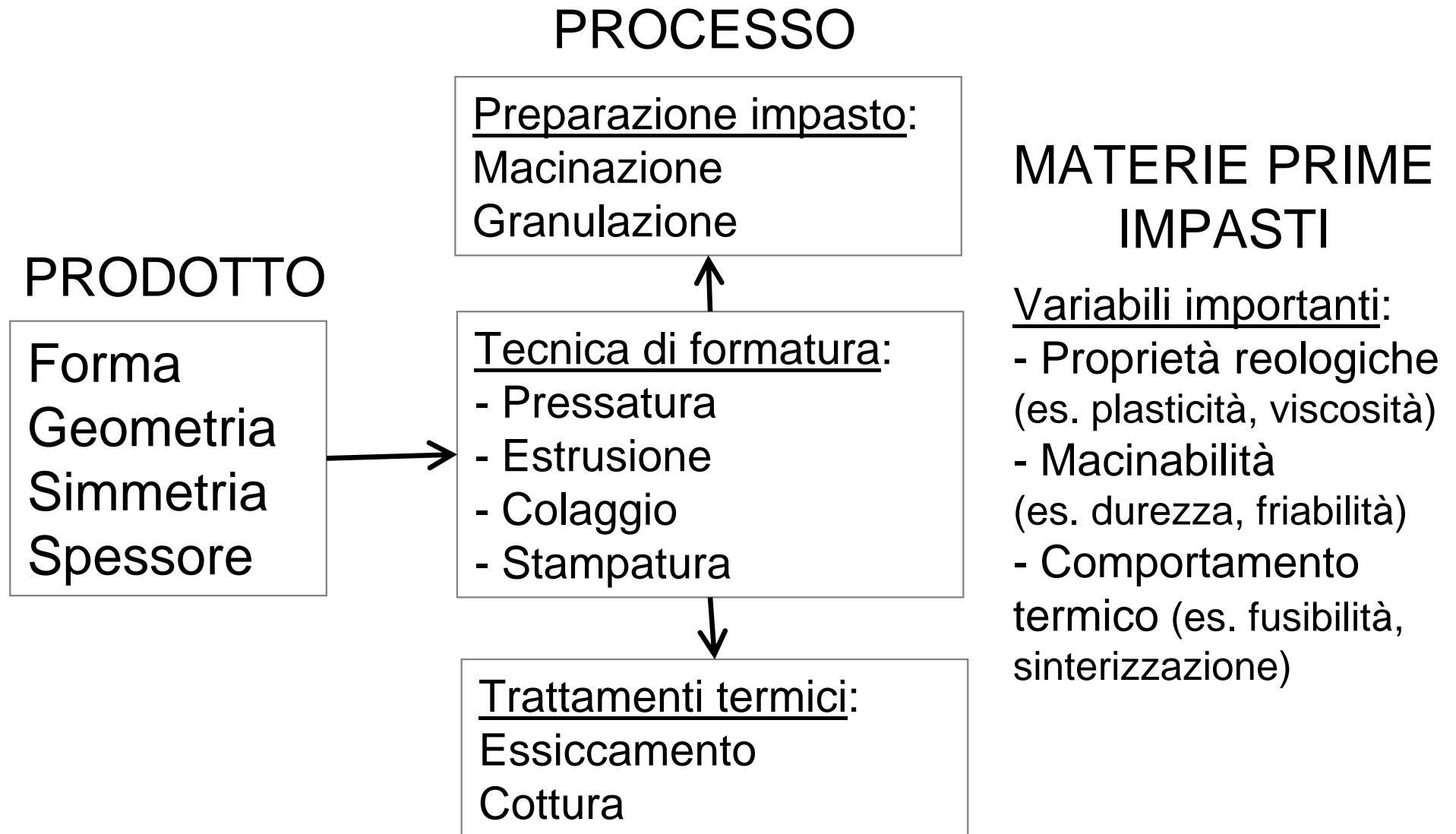
Proprietà termiche	Alto punto di fusione	REFRATTARI
	Resistenza termica	ISOLANTI TERMICI
Proprietà elettro-magnetiche	Resistenza elettrica	ISOLATORI ELETTRICI
	Piezoelettricità	PIEZOELETTRICI
	Suscettibilità magnetica, costante dielettrica, ecc.	COMPONENTI PER ELETTRONICA
Proprietà meccaniche-tribologiche	Durezza	ABRASIVI
	Resistenza meccanica	CORAZZE BALISTICHE, ecc.
	Resistenza abrasione	ELEMENTI ANTI-USURA, ecc.

Progettazione dei materiali ceramici

INTRODUZIONE ALLA CERAMICA

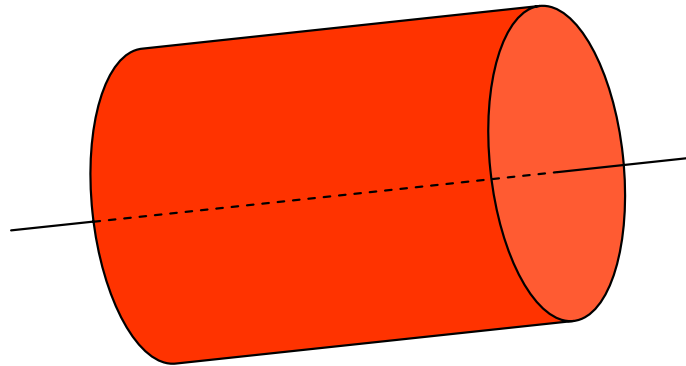


Funzione dei materiali ceramici: forma (prodotto \leftrightarrow processo)



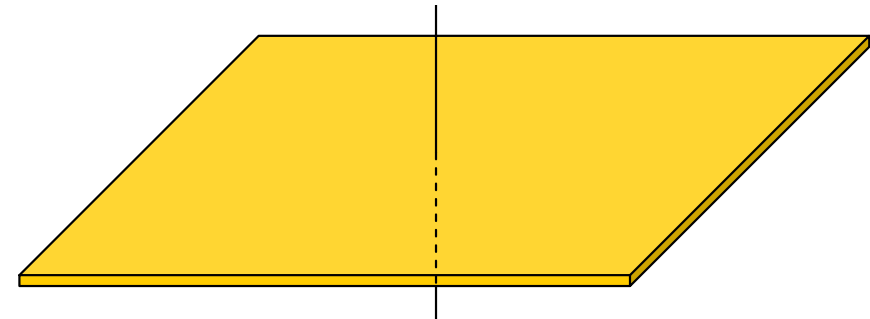
Forma (prodotto \leftrightarrow processo)

ESTRUSIONE



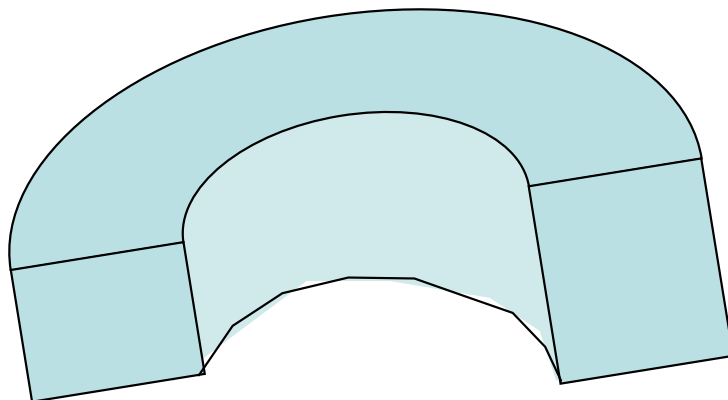
forme simmetriche rispetto all'asse di estrusione; spessori da 3 a 200 mm

PRESSATURA UNIASSIALE



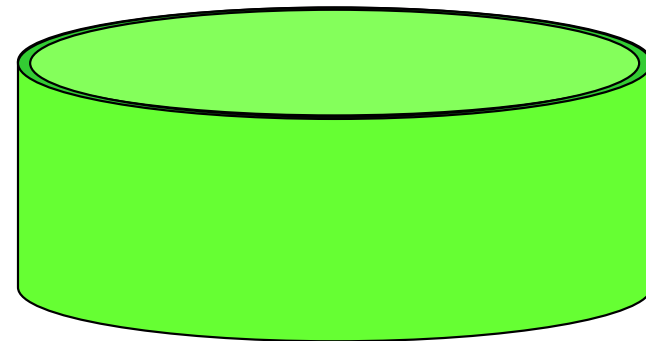
forme quadrate e rettangolari; spessori da 5 a 15 mm

STAMPATURA



forme simmetriche e asimmetriche; spessori da 10 a 200 mm

COLAGGIO

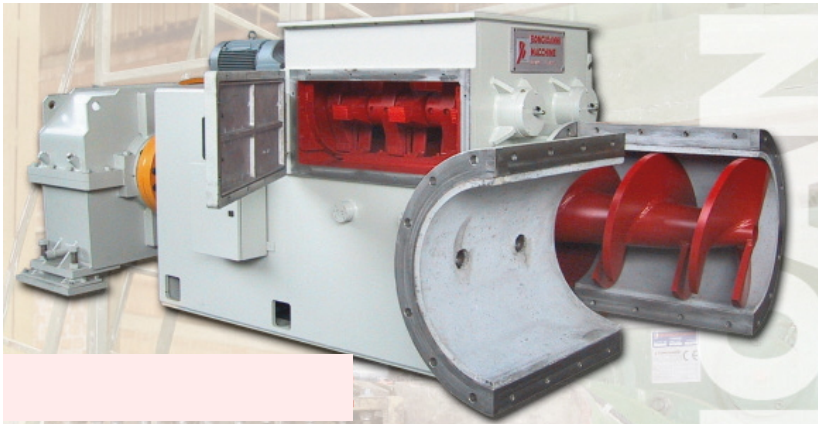


forme asimmetriche anche assai complesse; spessori da 1 a 20 mm

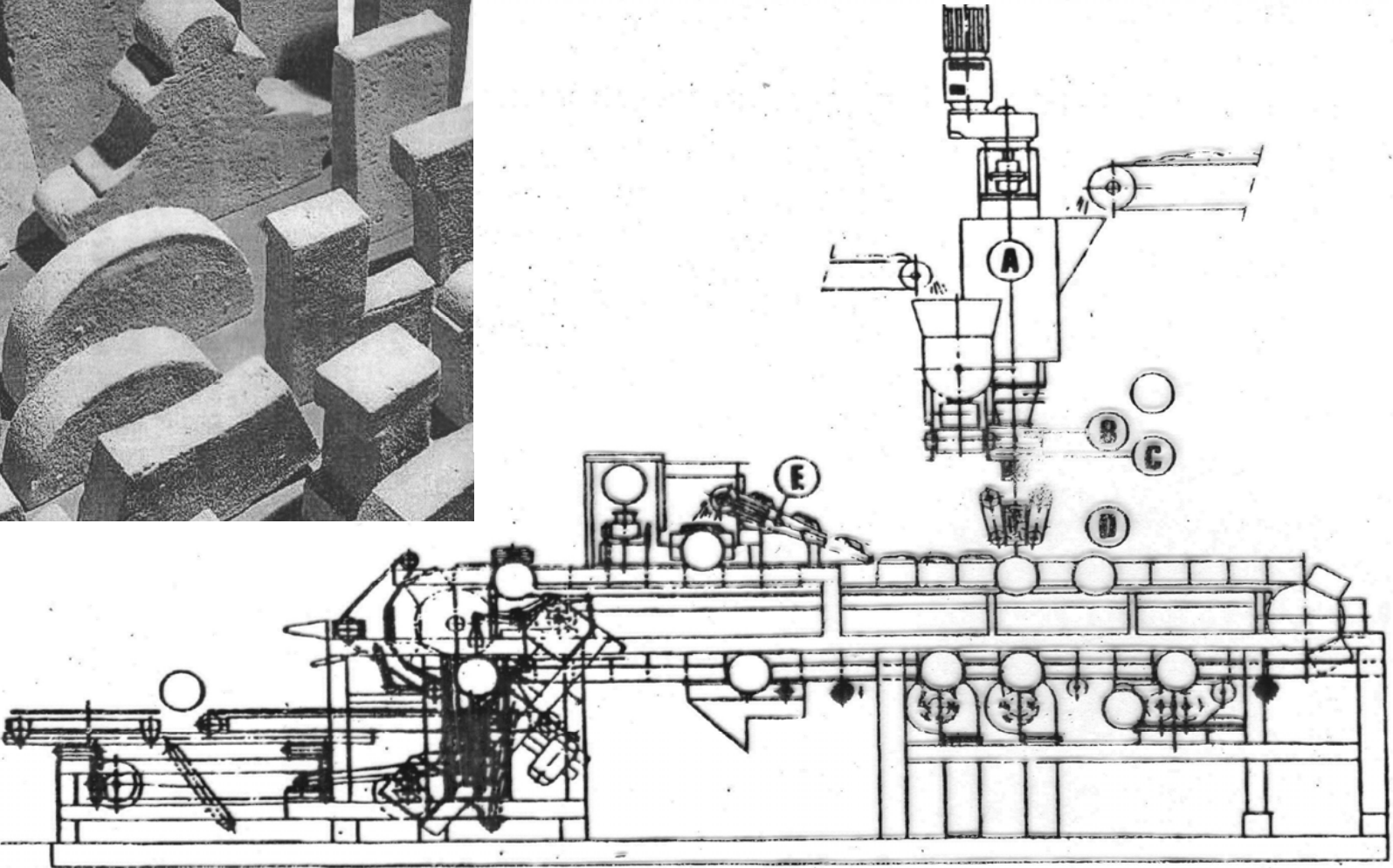
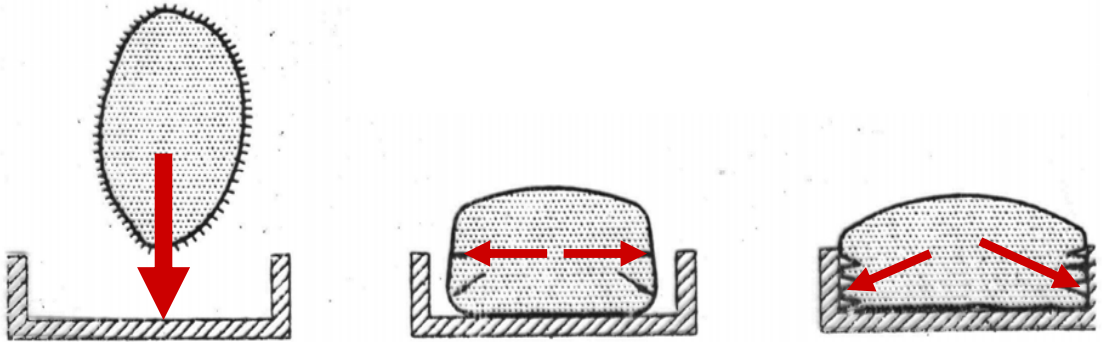
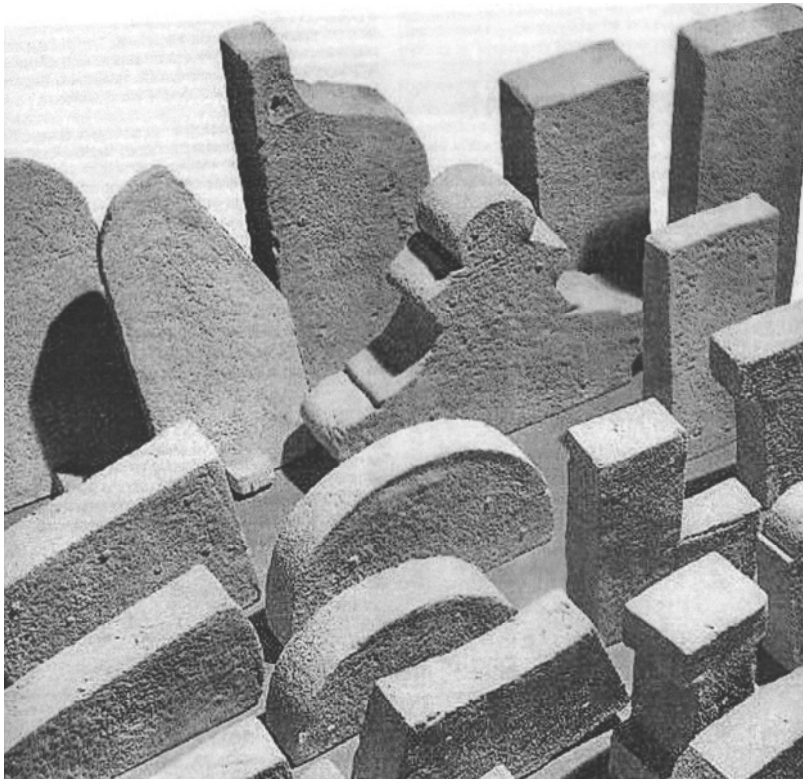
Tecniche di formatura: estrusione

blocco di laterizio

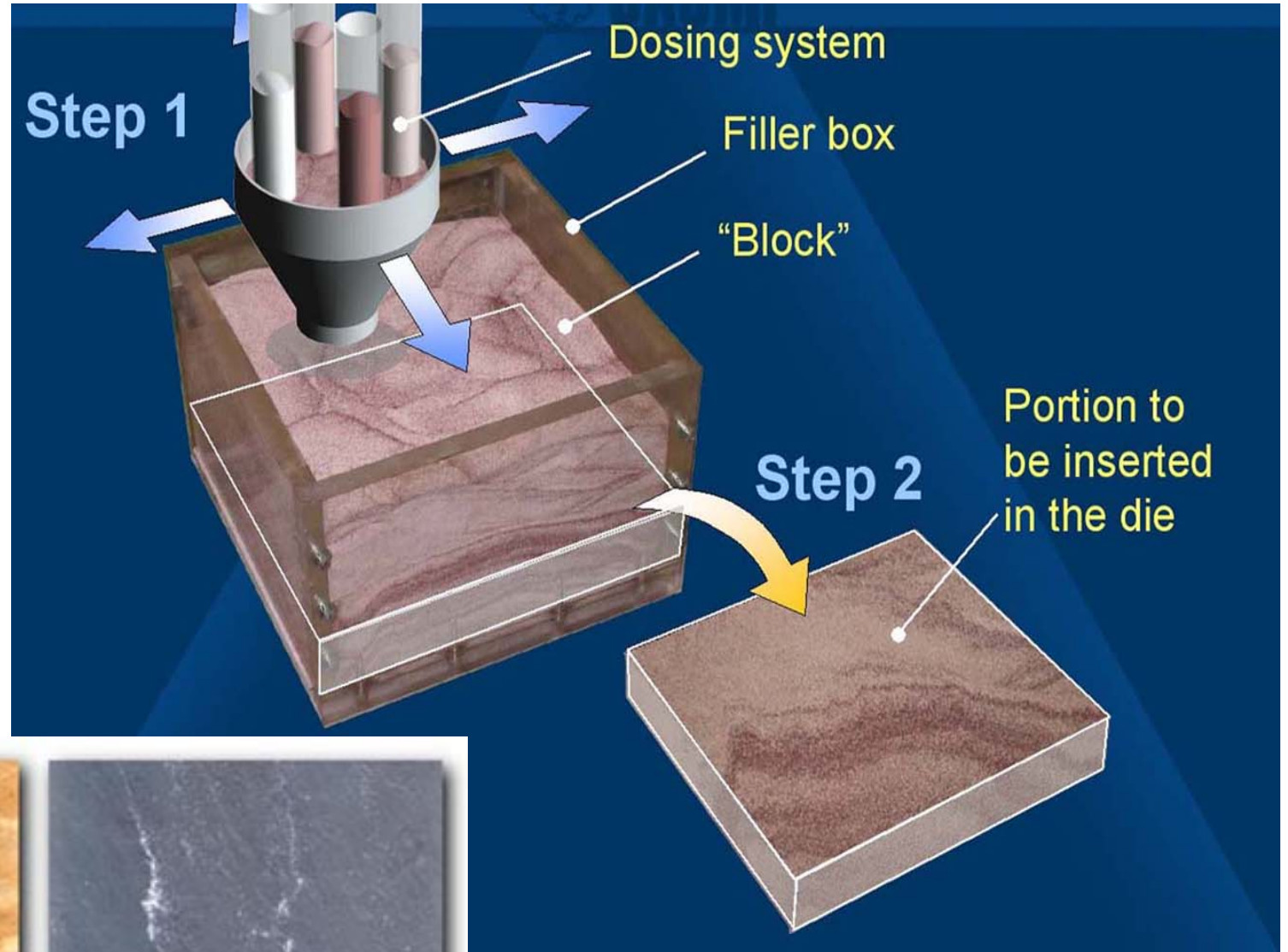
rullo refrattario



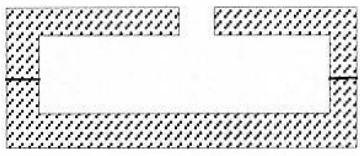
Tecniche di formatura: stampatura



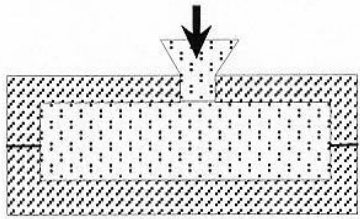
Tecniche di formatura: pressatura



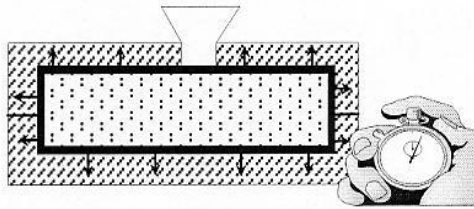
PIASTRELLE



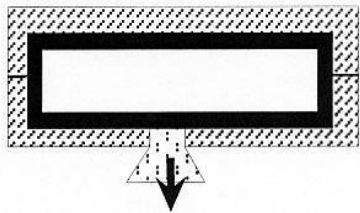
predisposizione stampo



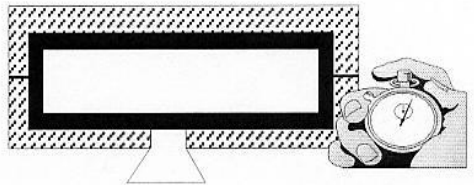
riempimento barbotina



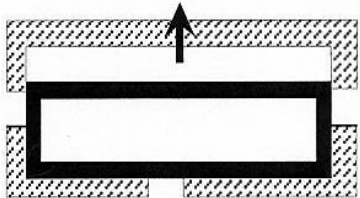
assorbimento di acqua dallo stampo e formazione dello strato di impasto



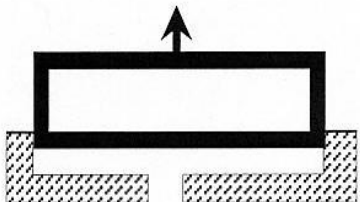
svuotamento stampo



rassodamento dell'impasto

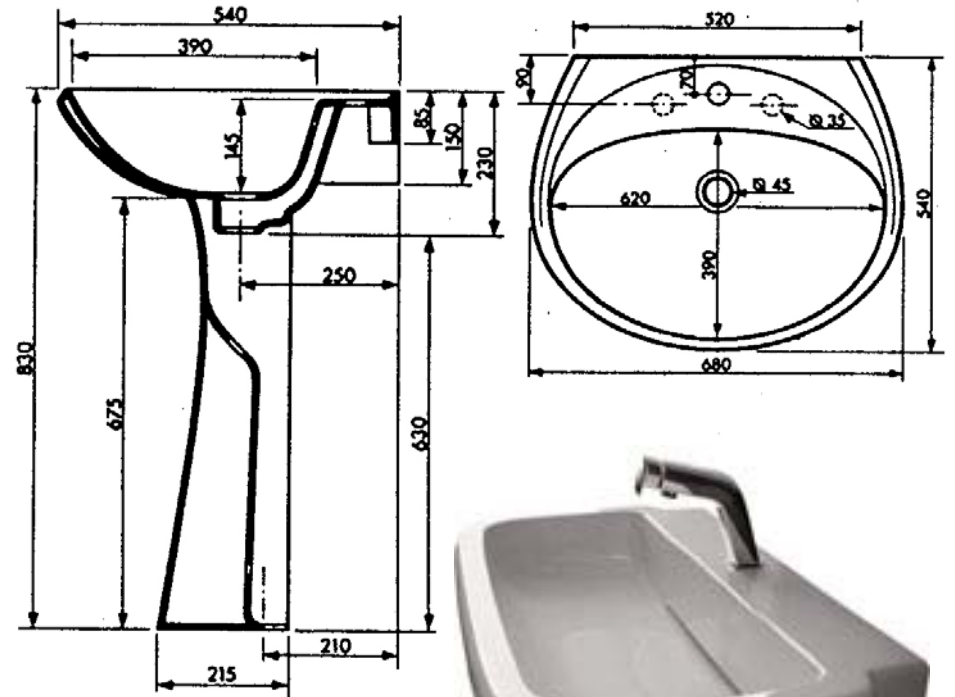


apertura stampo

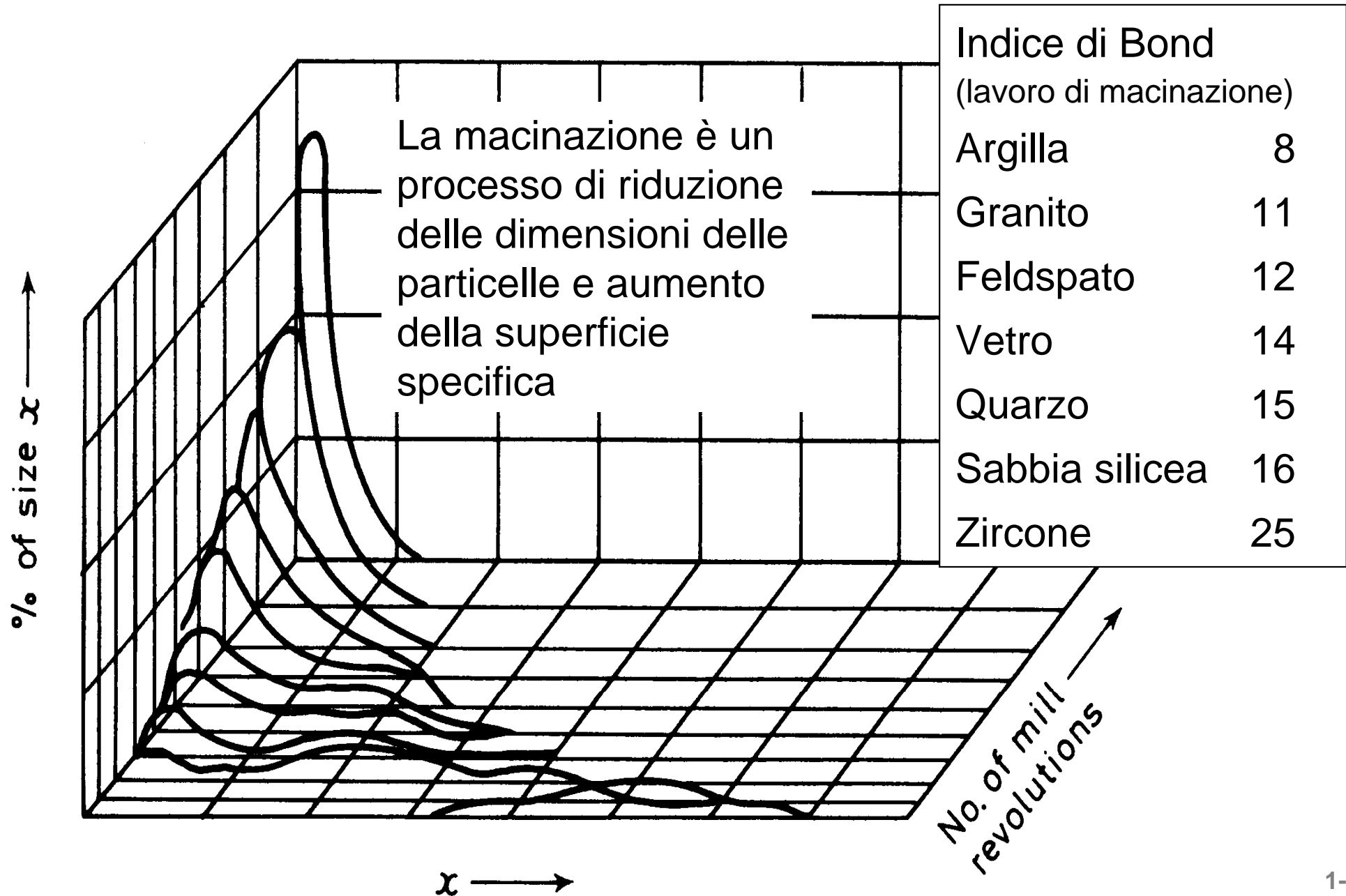


estrazione del pezzo

Tecniche di formatura: colaggio

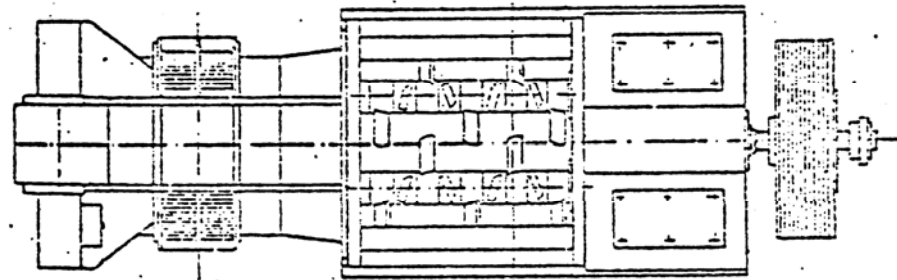


Preparazione dell'impasto: macinazione



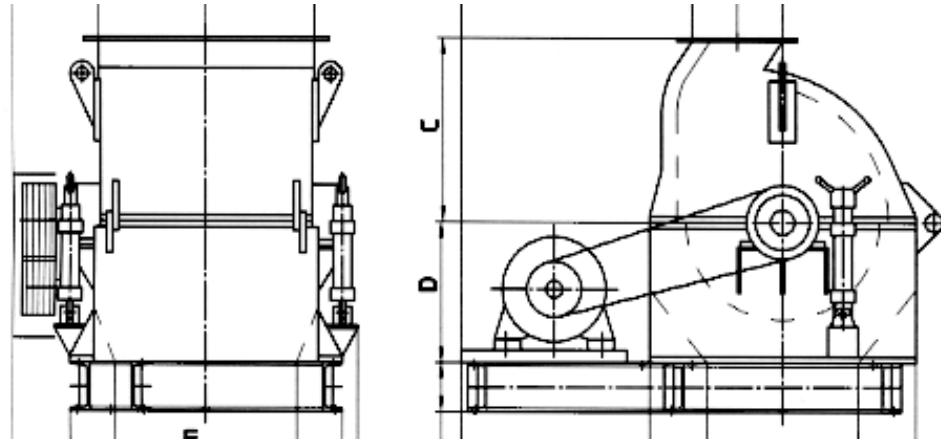
Tecniche di macinazione

disaggregazione



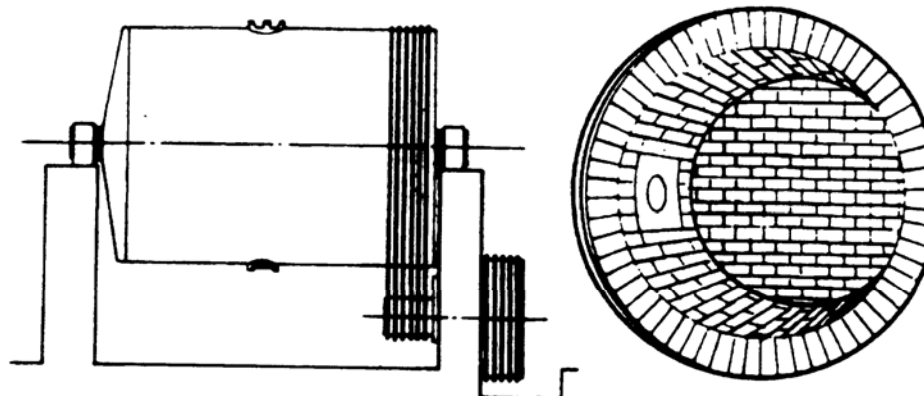
Frammenti di argilla

macinazione
a secco



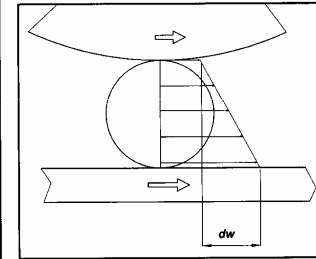
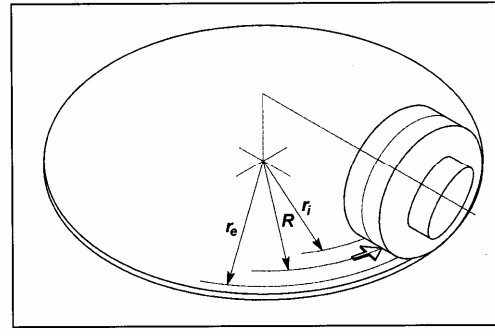
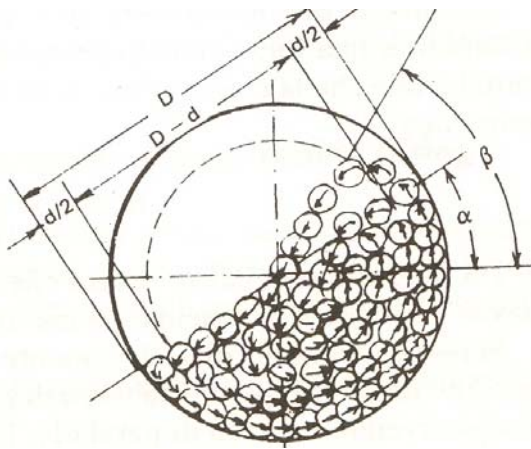
Polvere secca

macinazione
ad umido

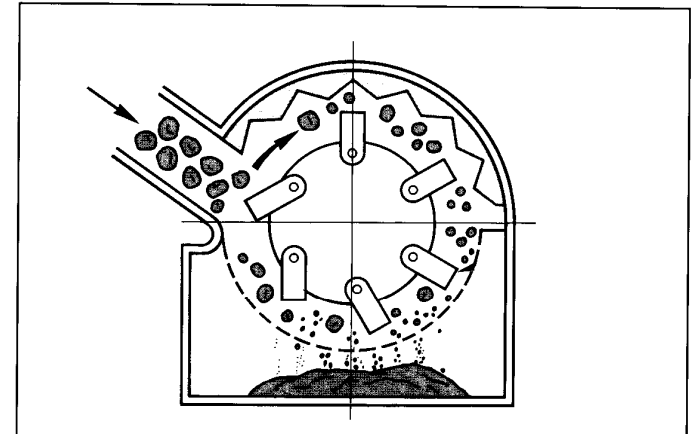
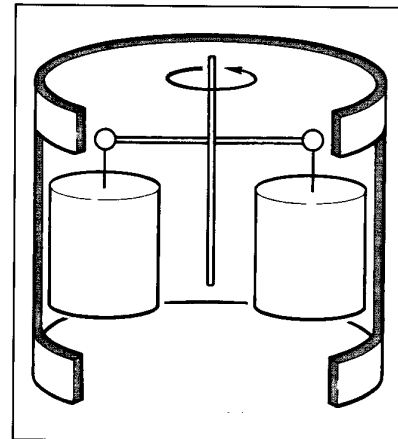


“Barbottina” =
sospensione
acquosa

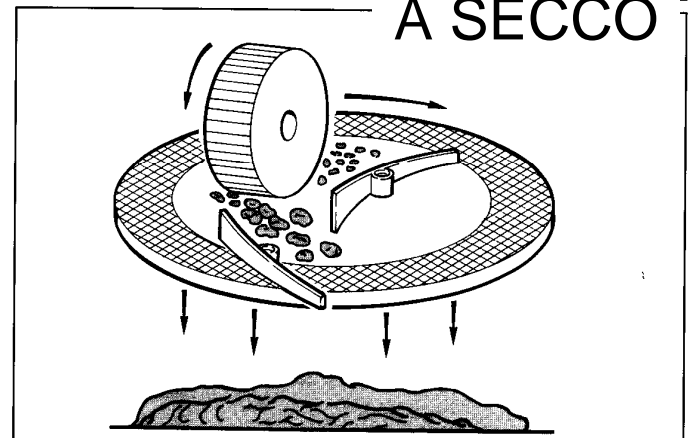
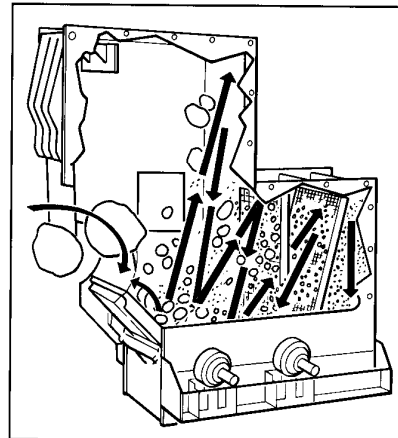
Impianti di macinazione



AD UMIDO



A SECCO



Tecniche di macinazione

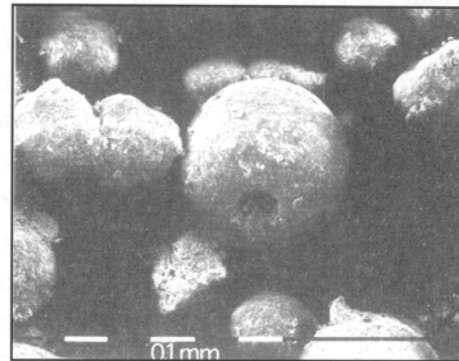
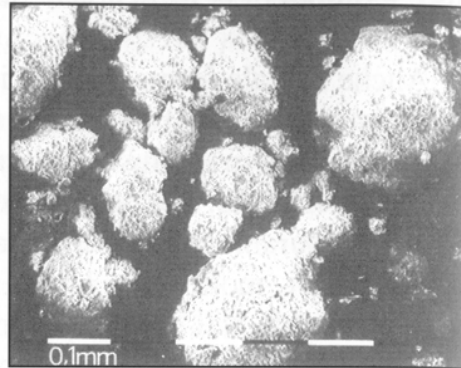
tecnica	finezza della granulometria	omogeneità di miscelazione	flessibilità (numero di materie prime)	costi
disaggregazione	NON MODIFICATA ($<1000\mu\text{m}$)	SCARSA	1-2	BASSI
macinazione a secco	FINE ($<300\mu\text{m}$)	BUONA	1-5	MEDI
macinazione ad umido	MOLTO FINE ($<60\mu\text{m}$)	OTTIMA	5-10	ALTI

Preparazione dell'impasto: granulazione

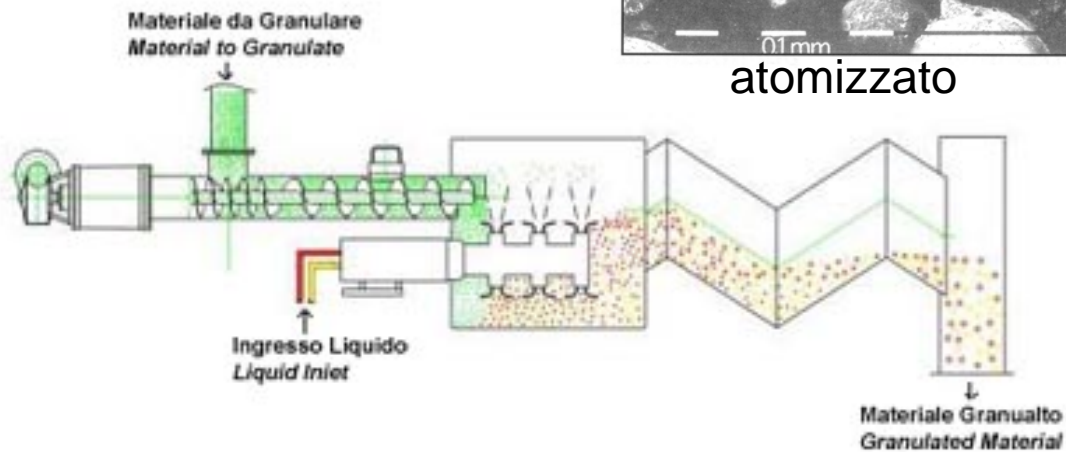
pellettizzazione



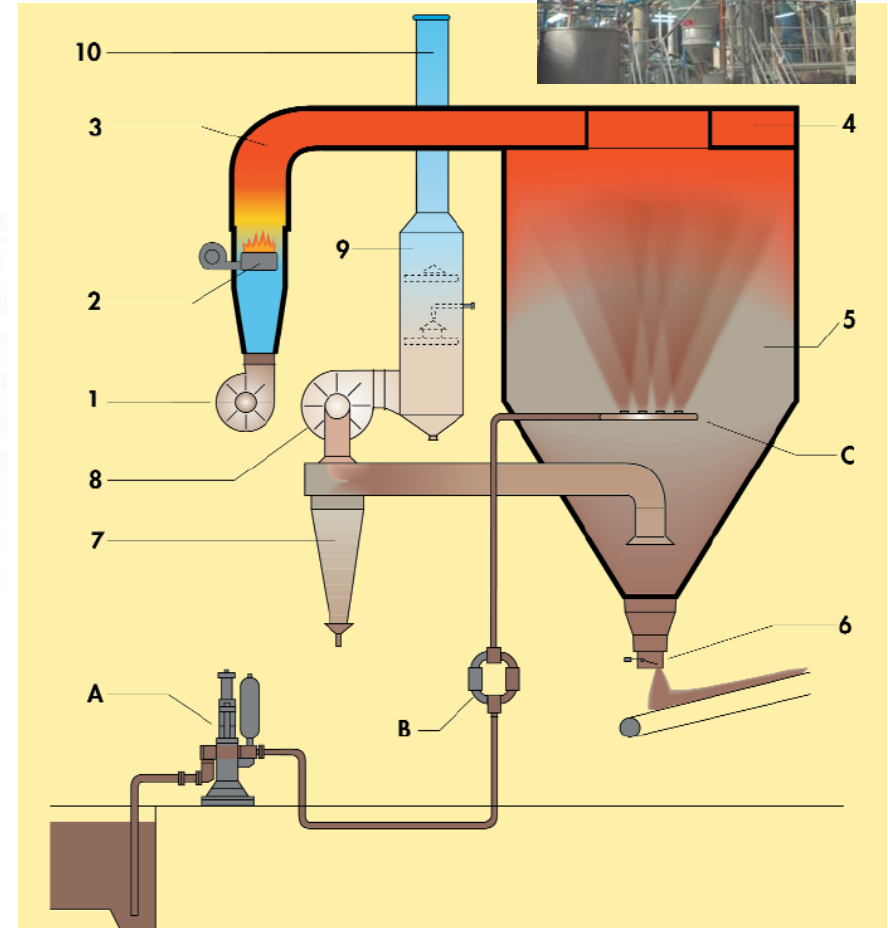
granulato



atomizzato

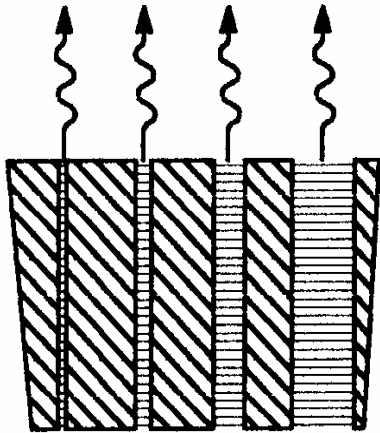


essiccamento
a spruzzo

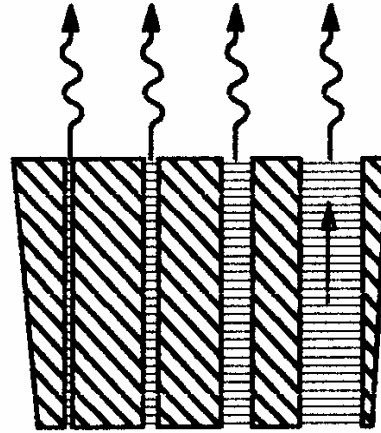


Essiccamento

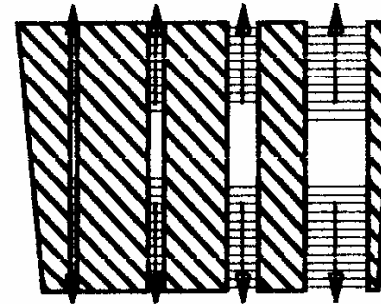
Evaporazione
in superficie



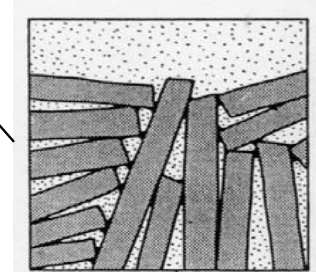
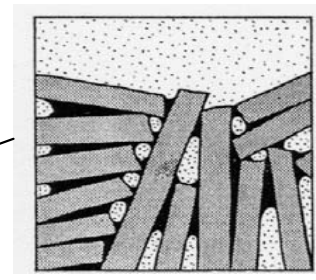
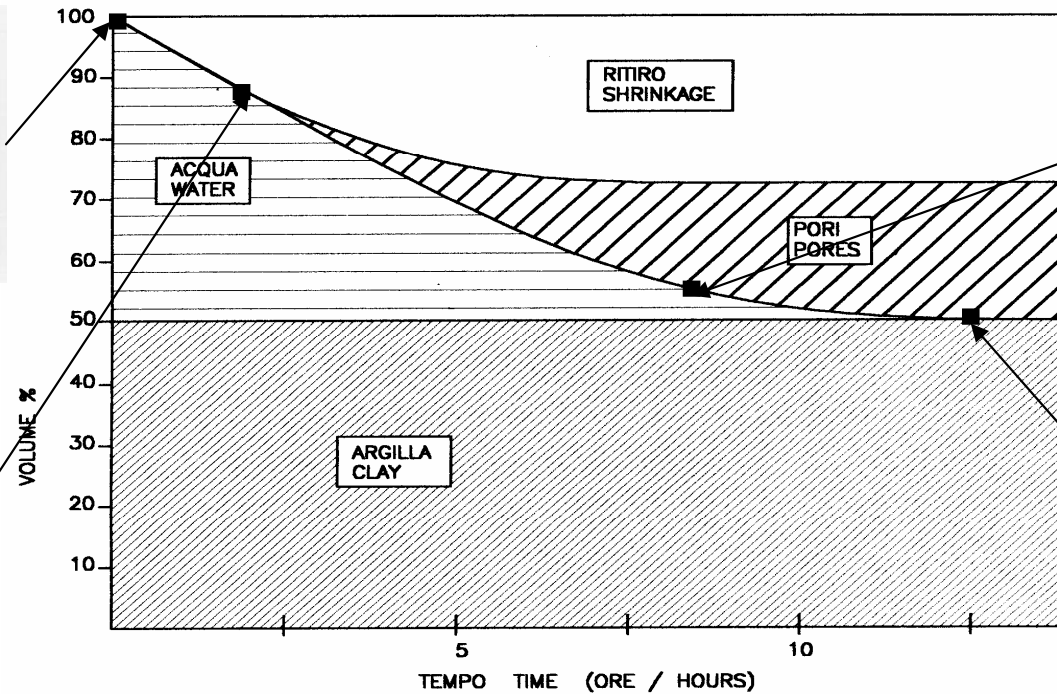
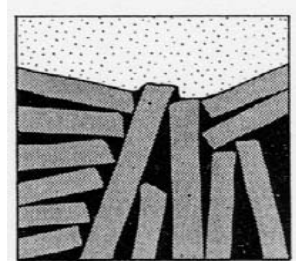
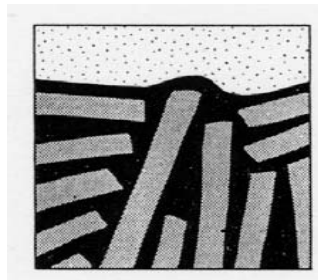
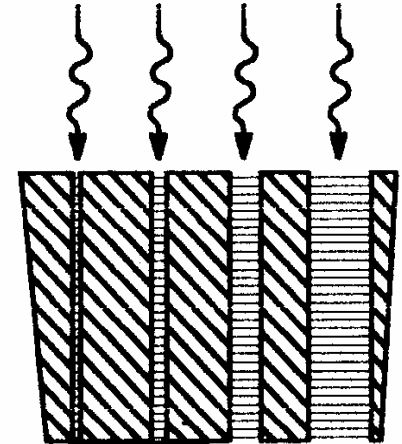
Migrazione dell'acqua
dall'interno verso
la superficie



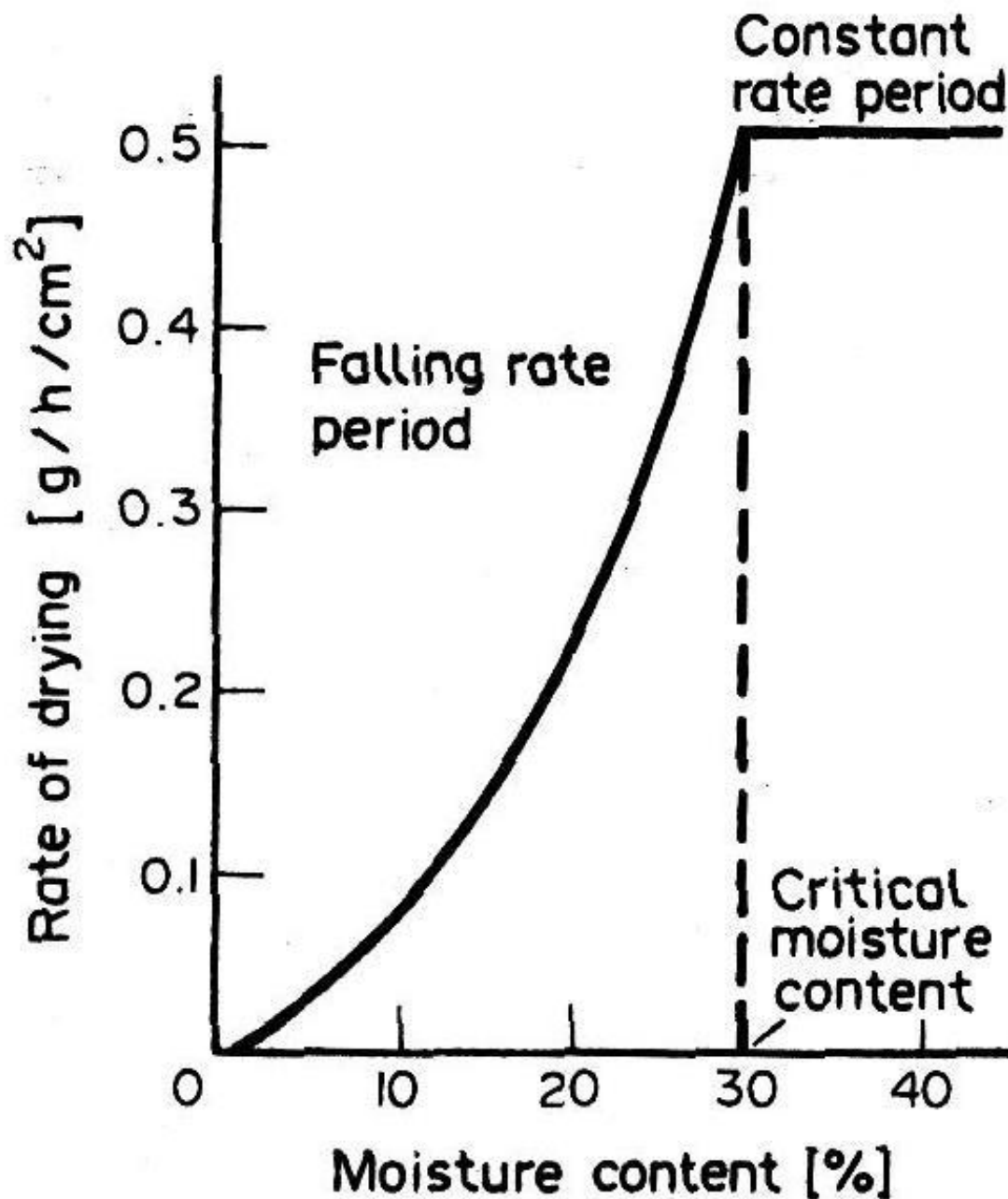
Evaporazione all'interno
del corpo



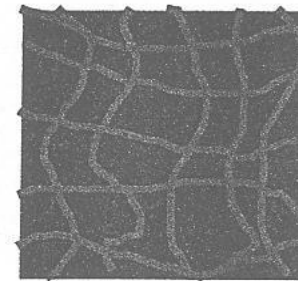
Formazione di
condensa



Meccanismi dell'essiccamento



Condizione iniziale



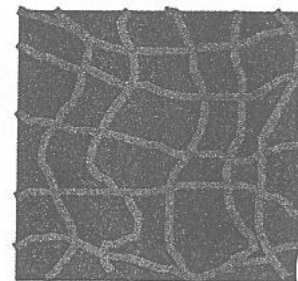
Liquid/vapor meniscus flat

Pore liquid

Solid phase

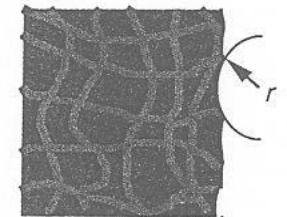
Prima fase di essiccamento: funicolare

Pressure in liquid at exterior:
$$P_E = \frac{2(\gamma_{SV} - \gamma_{SL})}{r}$$

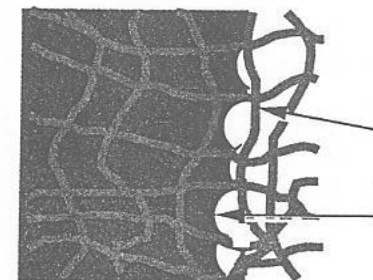


RITIRO

$r_m \rightarrow r_p$



Seconda fase di essiccamento: pendolare



Maximum capillary pressure:

$$P_R = \frac{(\gamma_{SV} - \gamma_{SL}) S_P}{V_P}$$

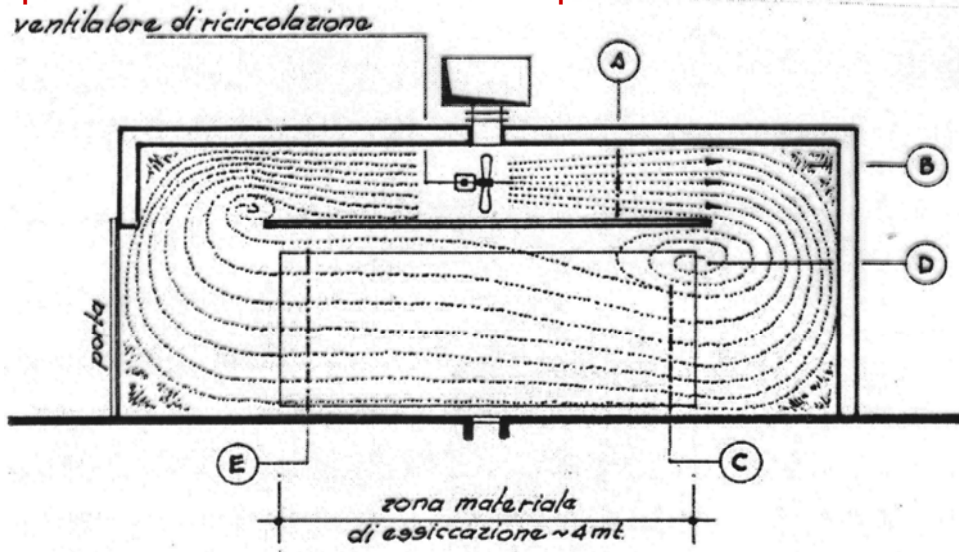
Empty pores

Minimum radius of curvature

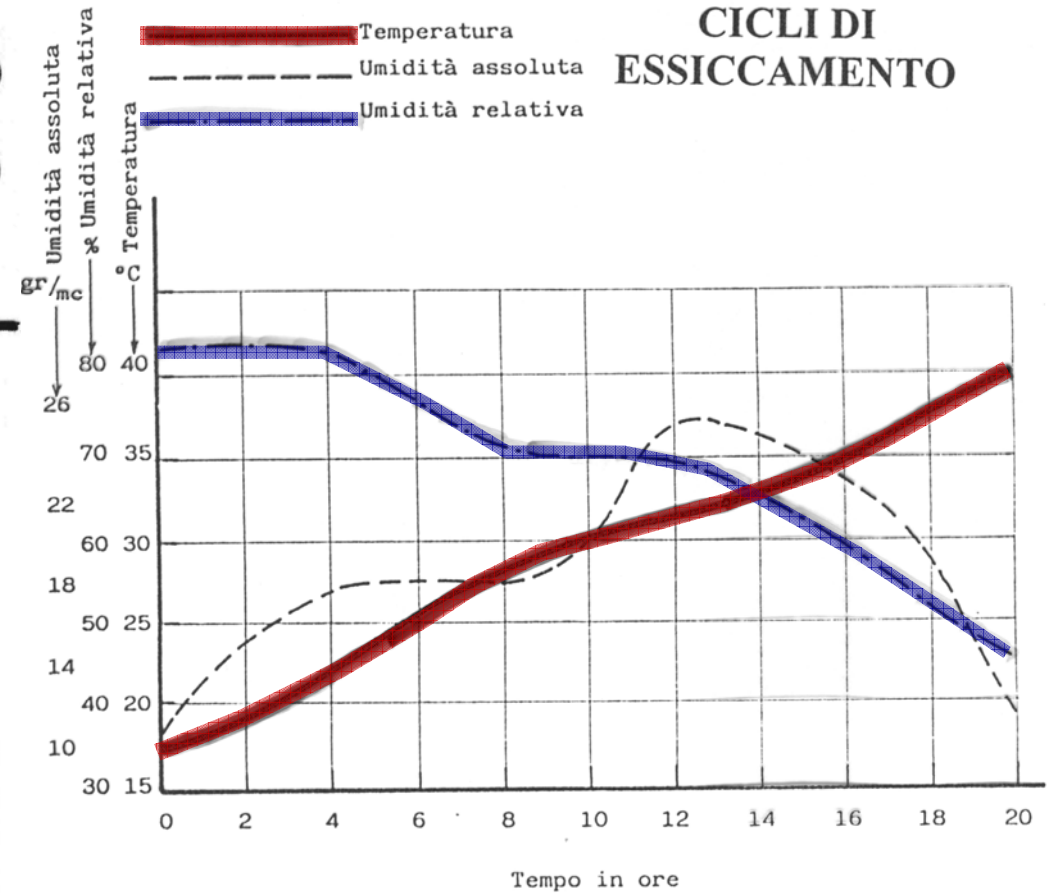
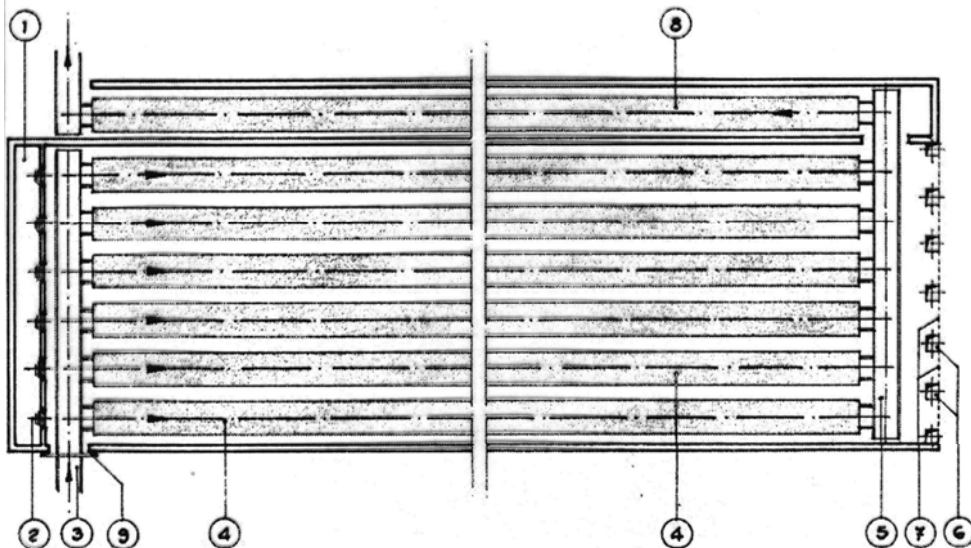
$P_E = P_R$

Essiccatoi

INTERMITTENTE: prodotto fermo e condizioni di processo che variano nel tempo



CONTINUO: prodotto in movimento e condizioni di processo costanti nel tempo



Cottura

La trasmissione di calore per unità di superficie (1 m²) e per unità di tempo (1 ora) può essere rappresentata nella forma:

$$q = W * (t_a - t_s)$$

W = coefficiente globale di scambio (kcal/m² * h * °C)

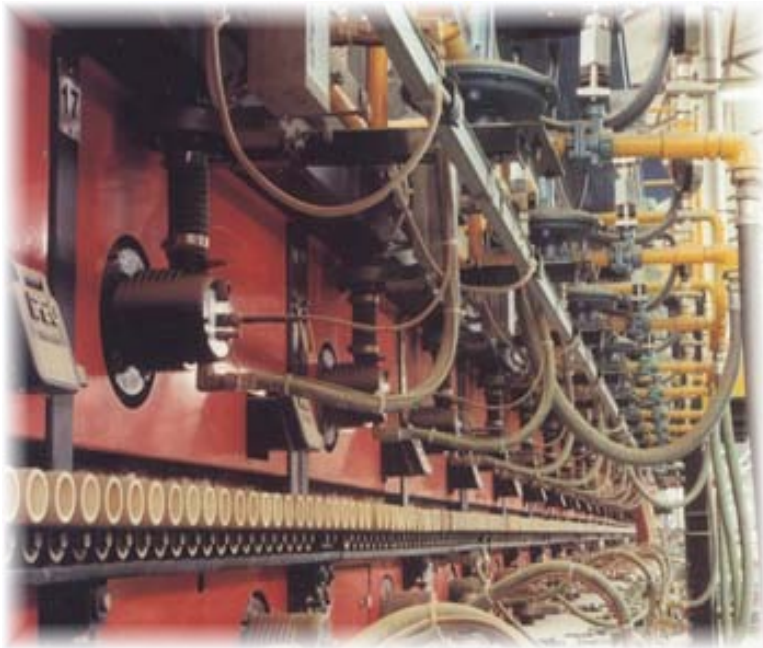
t_a = temperatura dell'aria o dell'elemento riscaldante (°C)

t_s = temperatura della superficie (°C)

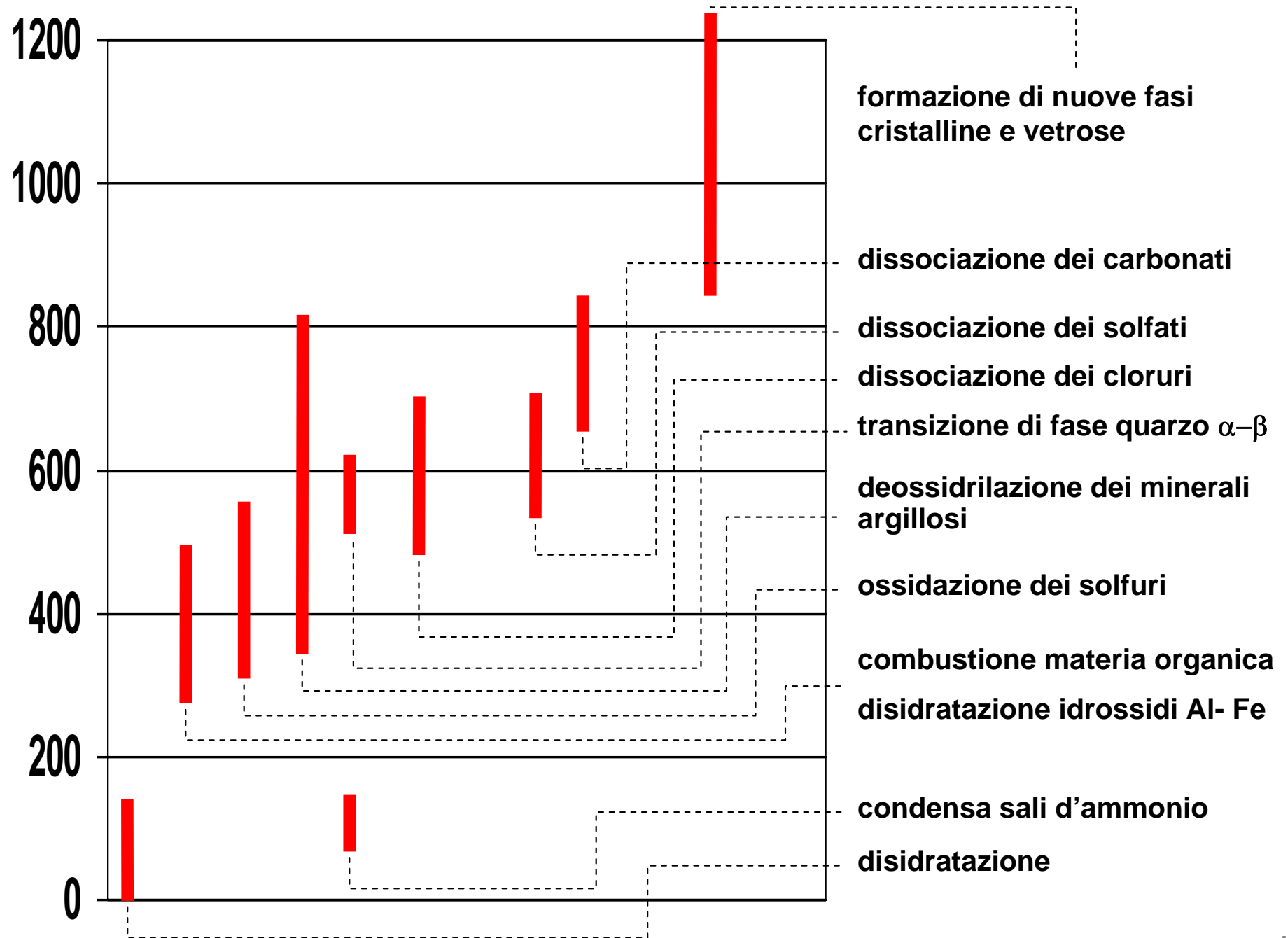
Conduzione (differenza di temperatura)

Convezione (corrente di aria calda che lambisce la superficie)

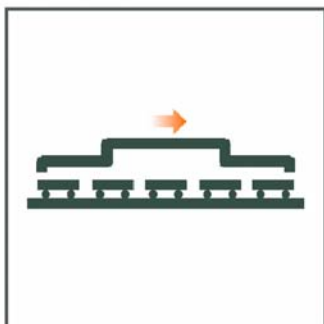
Irraggiamento (raggi infrarossi)



Reazioni durante la cottura

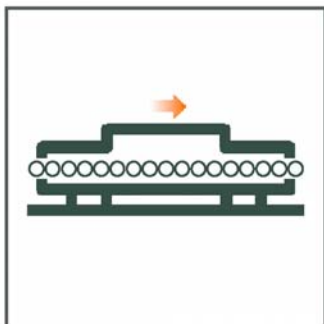


Tipi di forno



FORNO A TUNNEL

prodotto in movimento (su carri)
 “fuoco fermo” (temperatura costante)
 ciclo: velocità dei carri



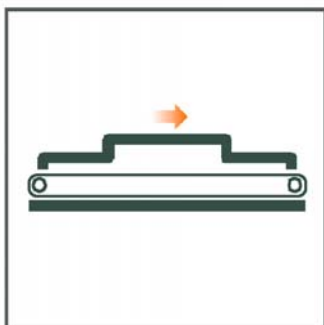
FORNO A RULLI

prodotto in movimento (su rulli)
 “fuoco fermo” (temperatura costante)
 ciclo: velocità dei rulli



FORNO SHUTTLE

prodotto fermo e “fuoco variabile”
 (temperatura varia nel tempo)
 ciclo: on/off bruciatori

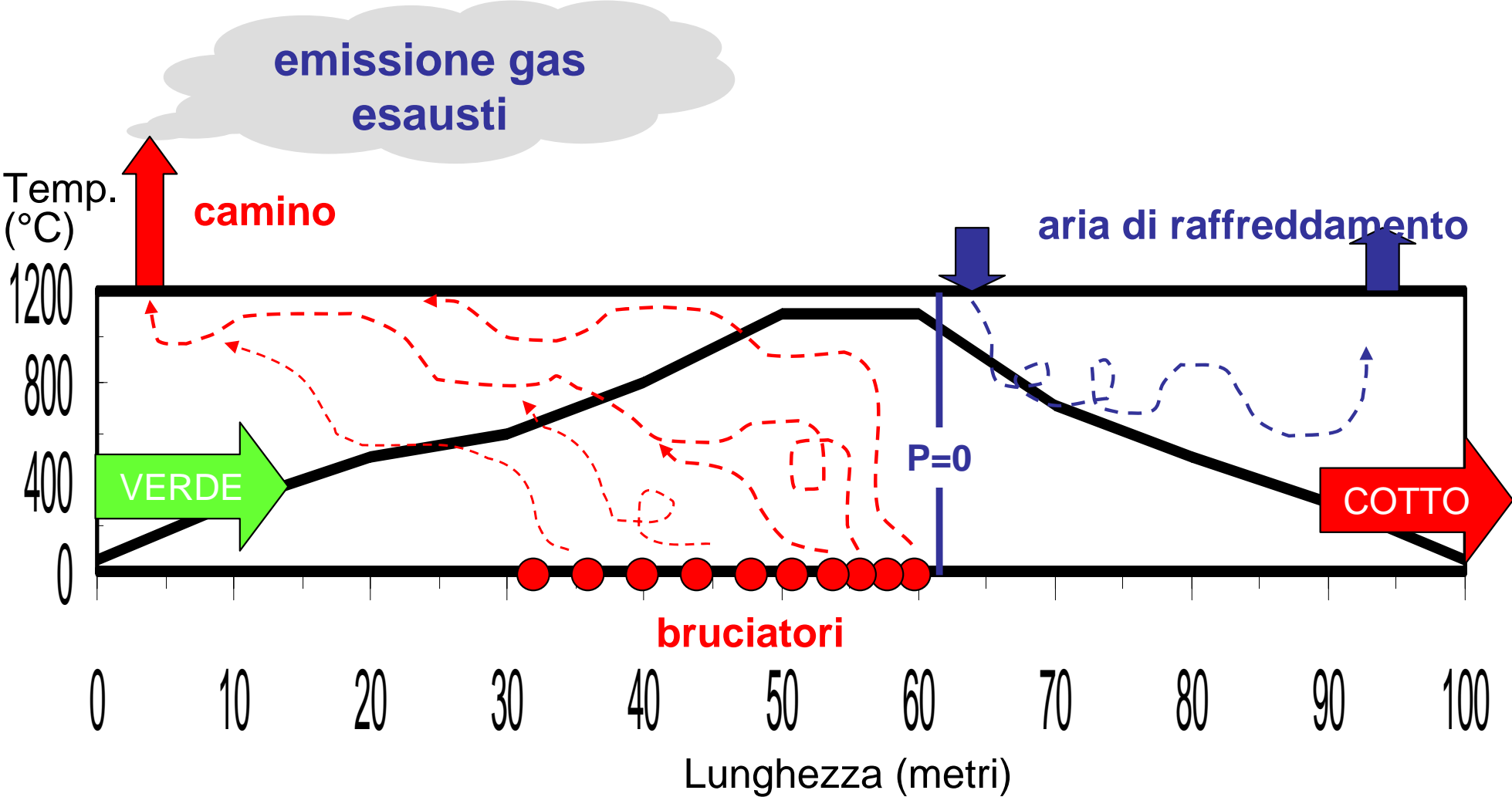


FORNI SPECIALI

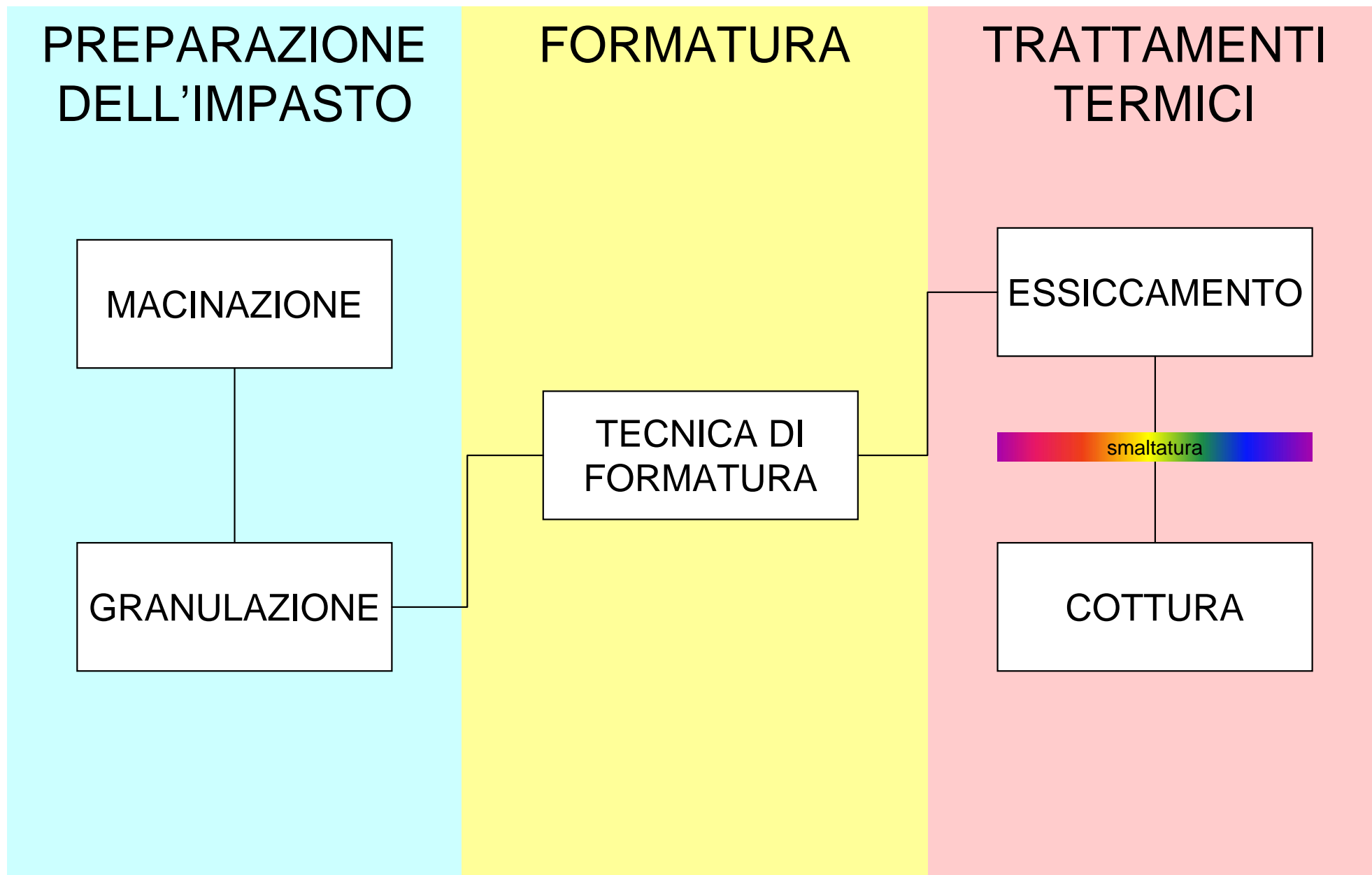
forni a nastro trasportatore
 forni multicanale
 forni per cottura smalti

Cicli e funzionamento

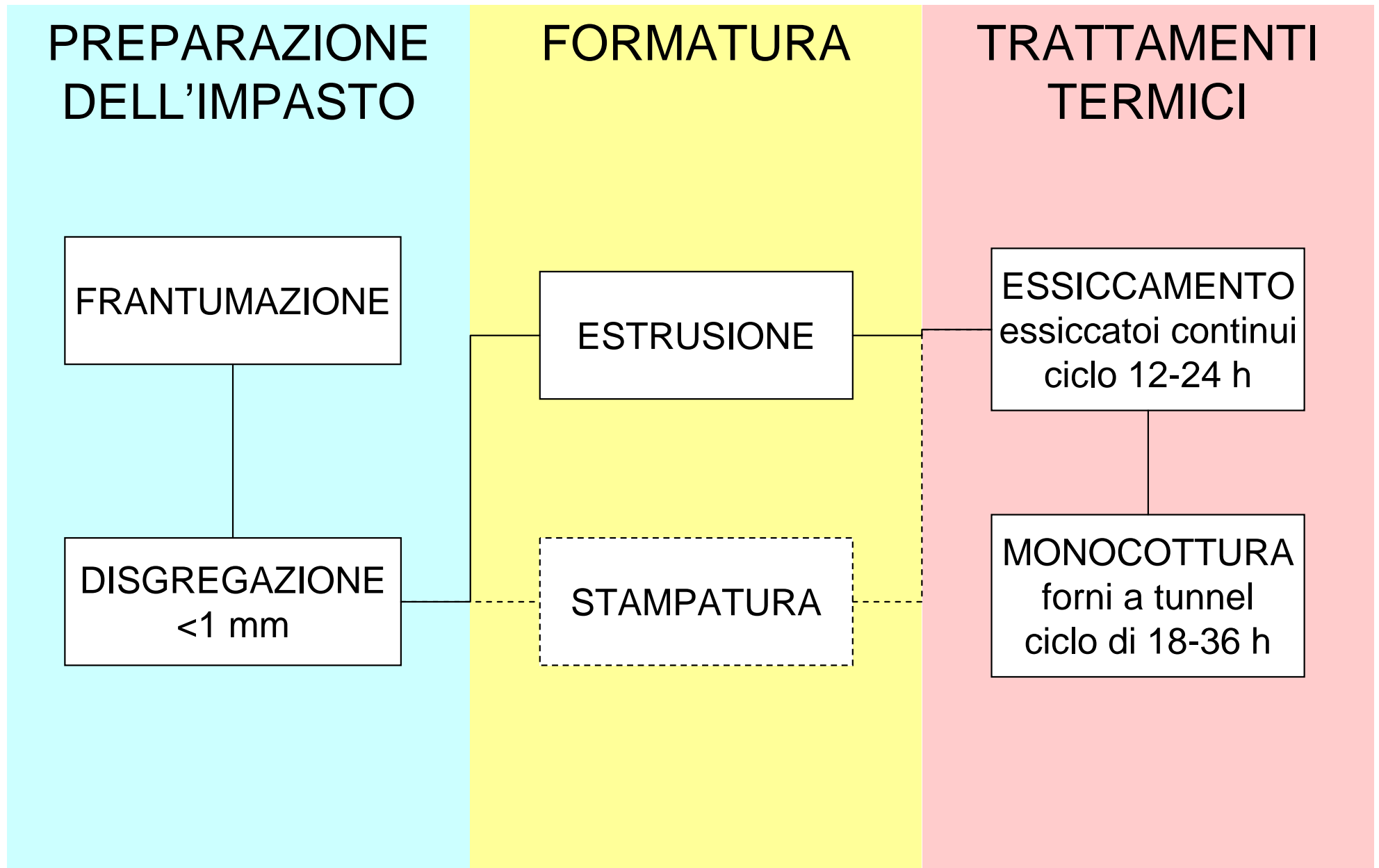
INTRODUZIONE ALLA CERAMICA



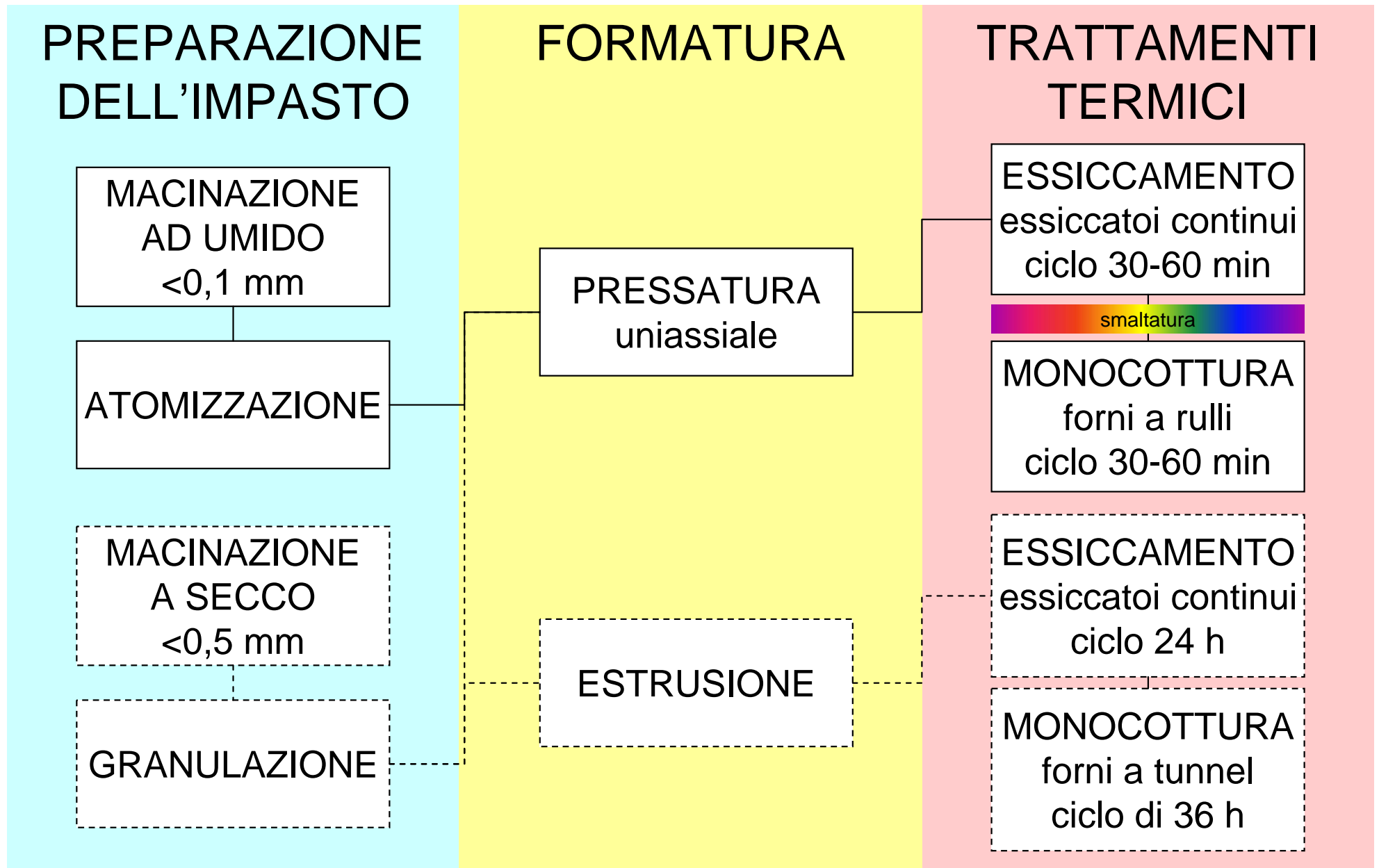
Fabbricazione dei prodotti ceramici



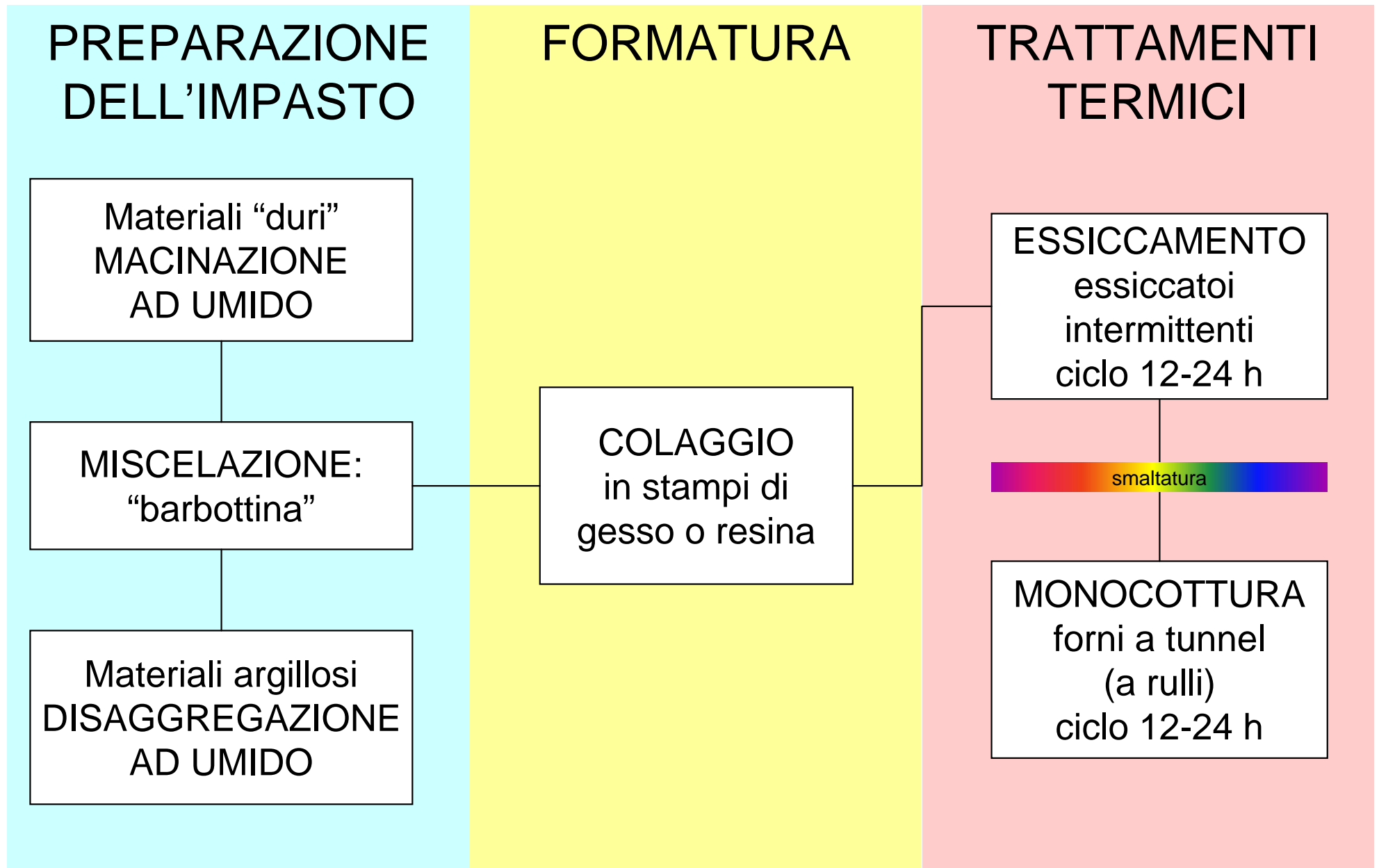
Fabbricazione dei LATERIZI



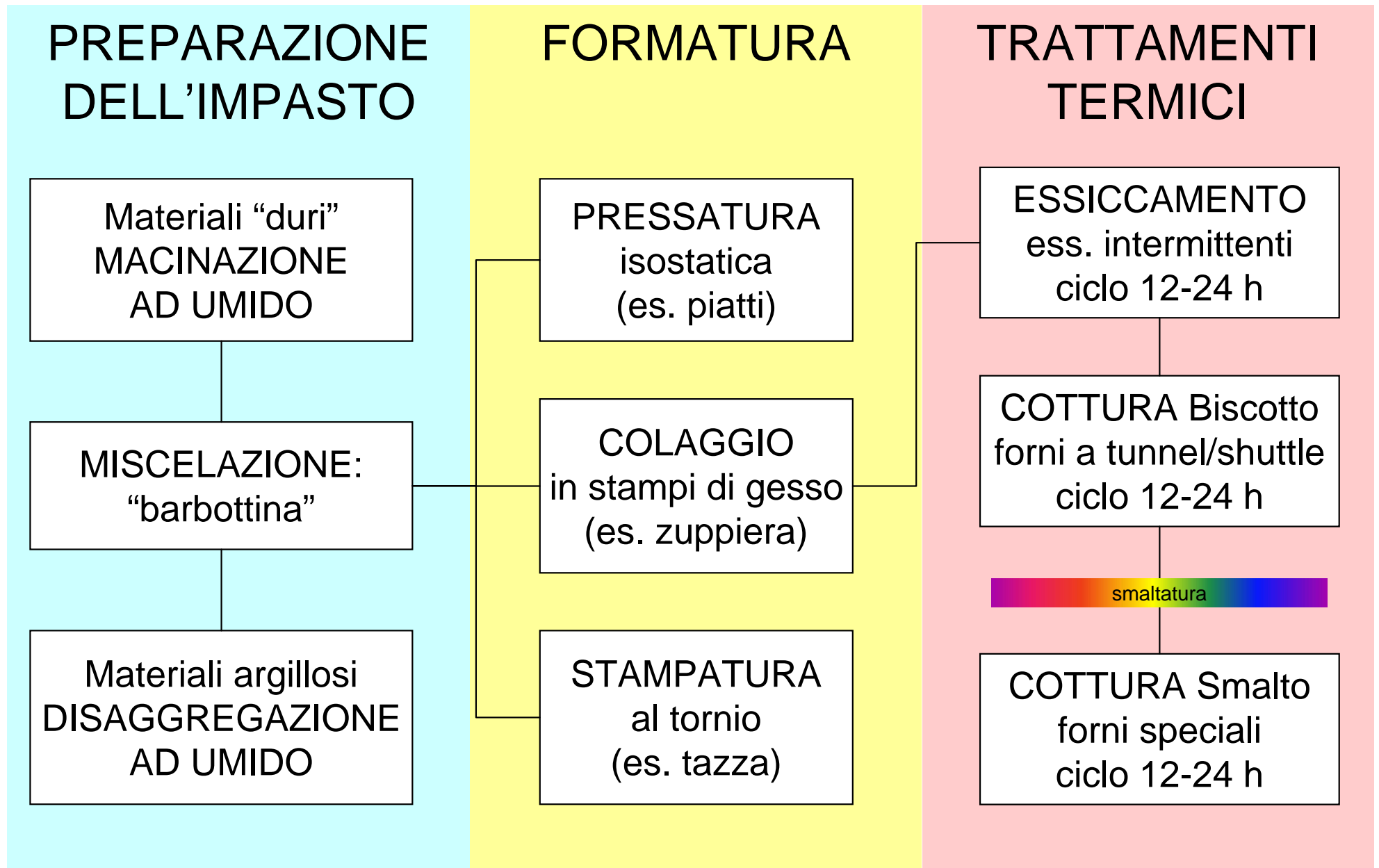
Fabbricazione delle PIASTRELLE



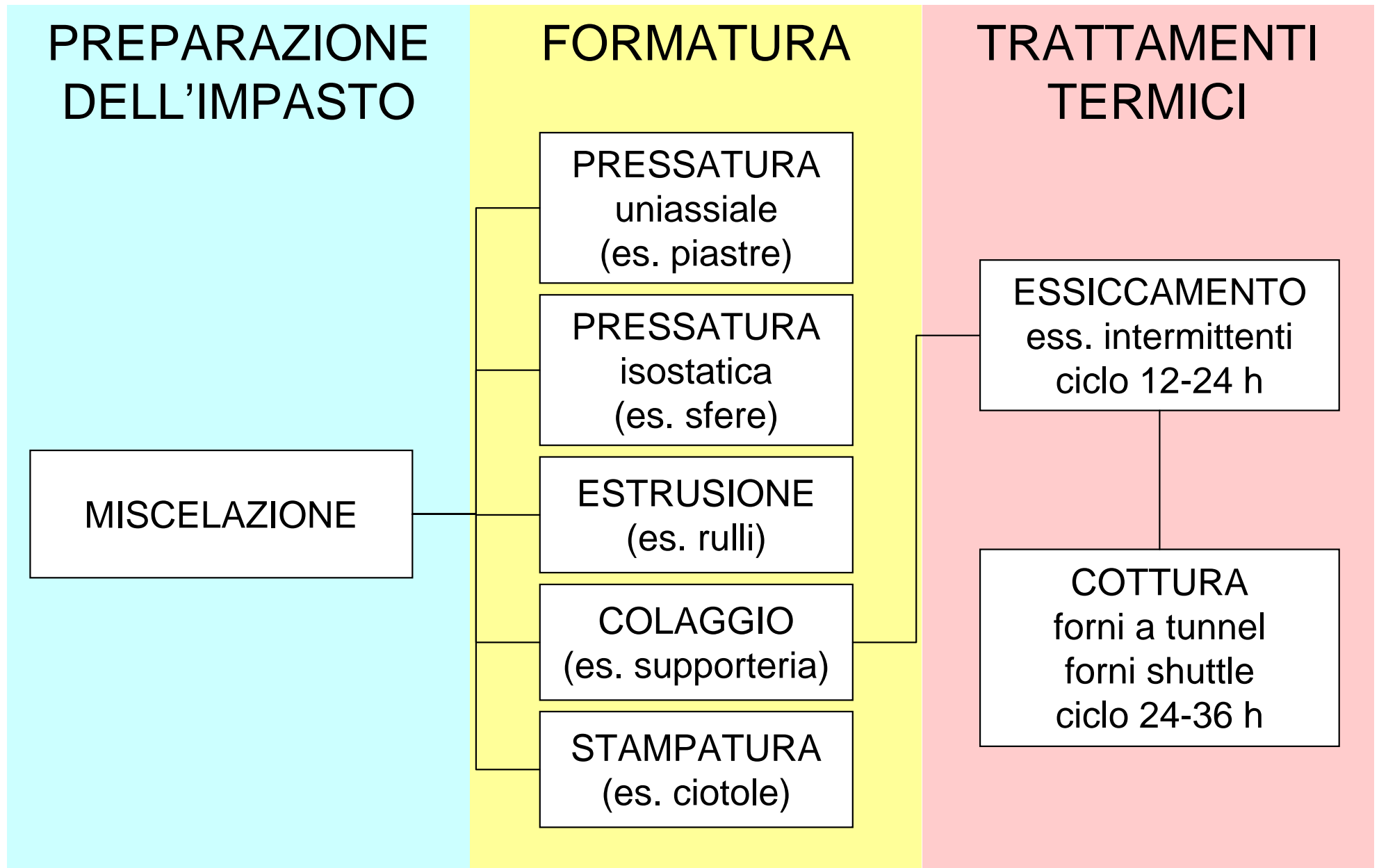
Fabbricazione dei SANITARI



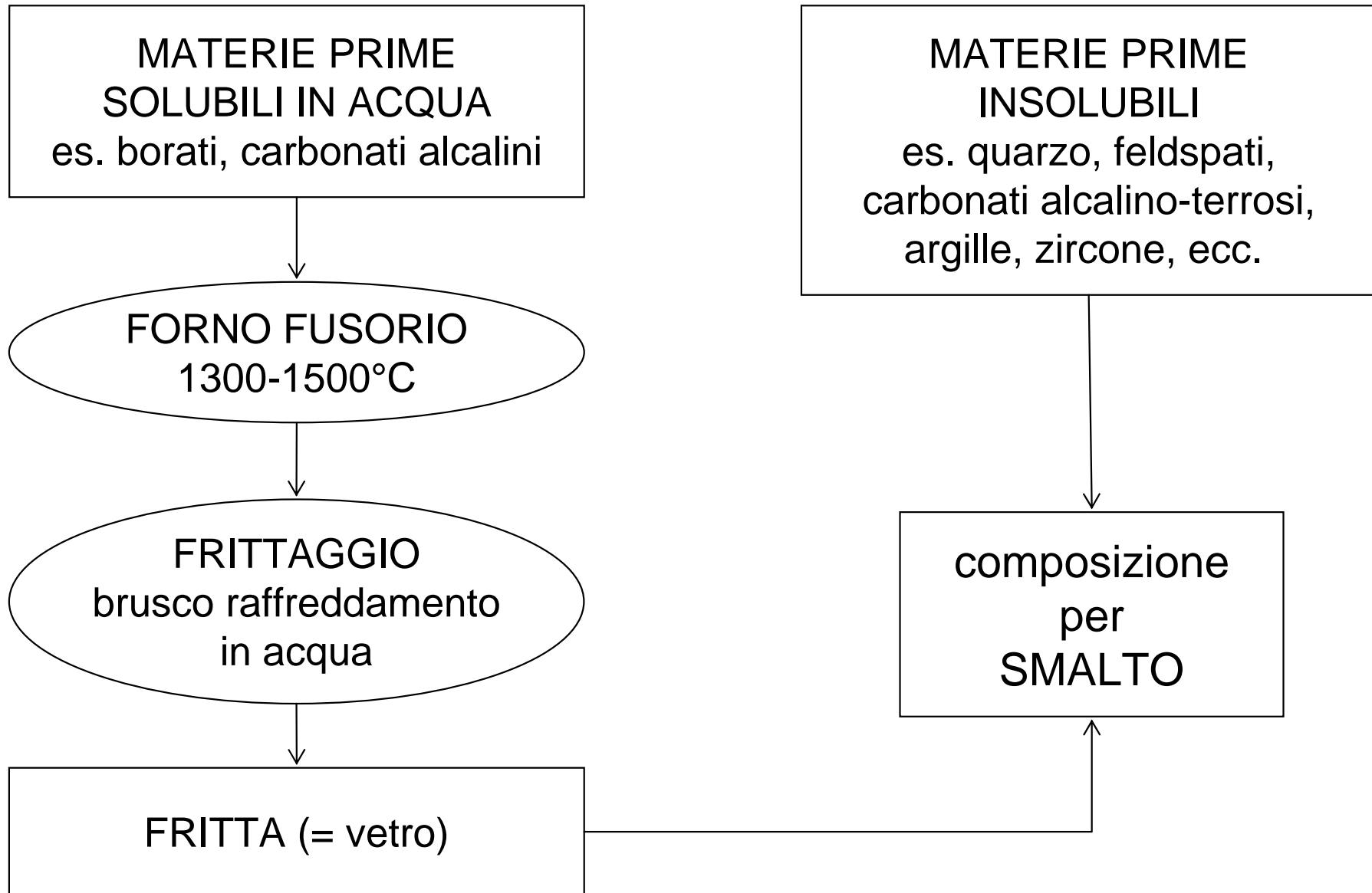
Fabbricazione delle STOVIGLIERIE



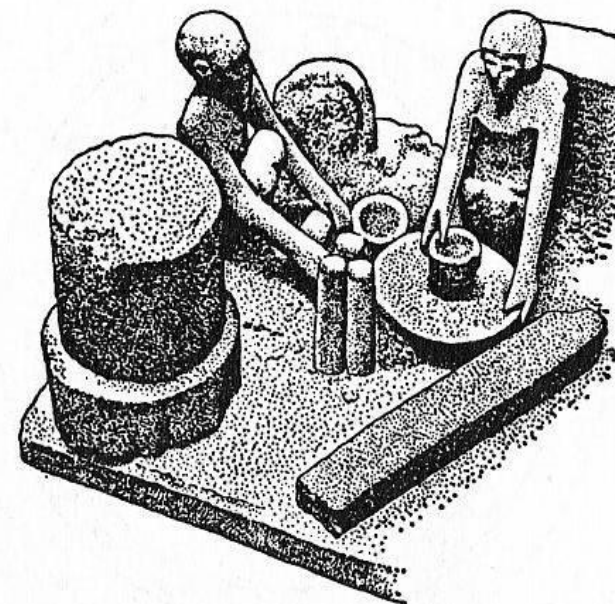
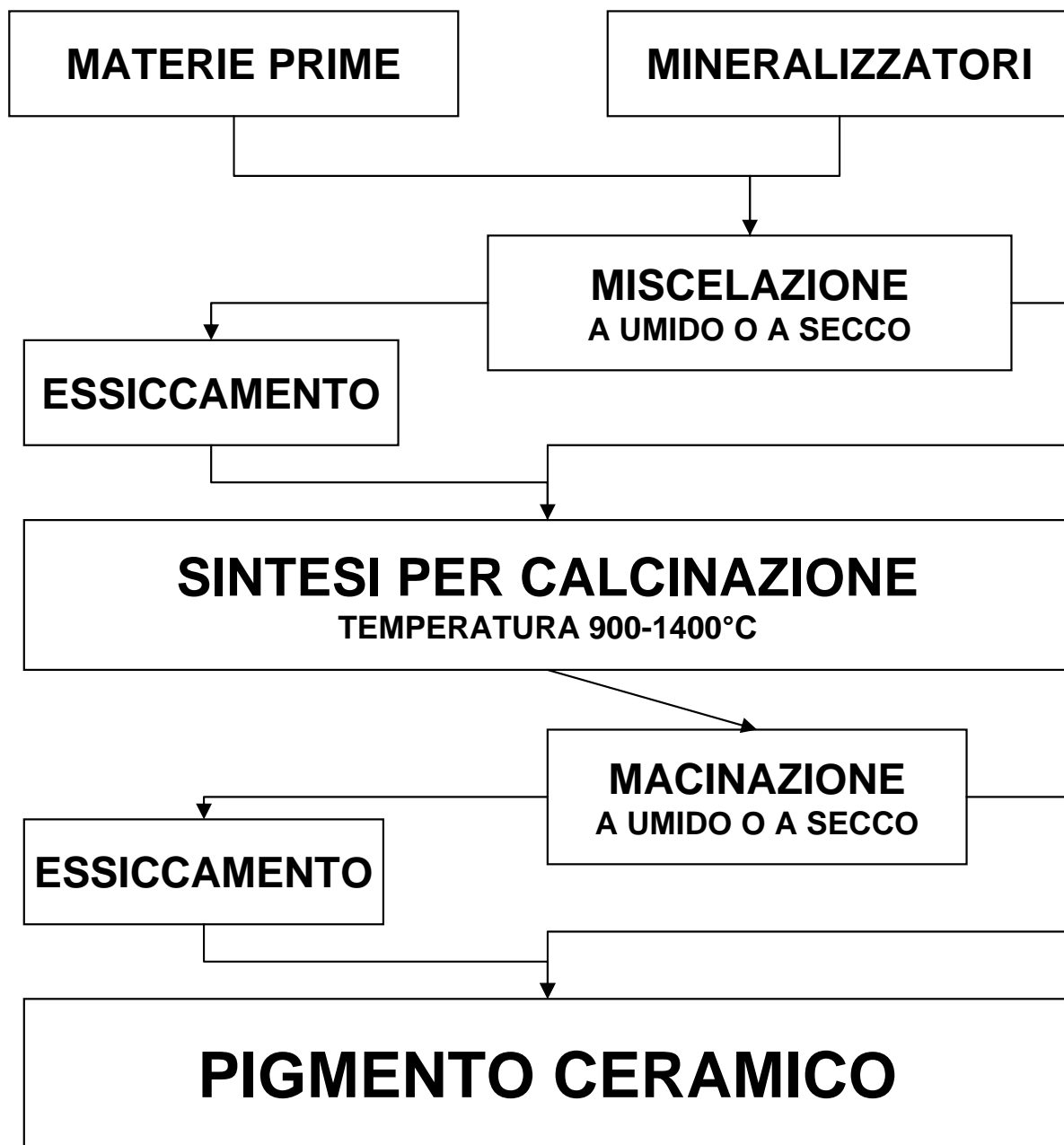
Fabbricazione dei REFRATTARI



Smalti



Pigmenti ceramici



Materie prime ceramiche

MATERIE PRIME
PLASTICHE



Caolini

Argille plastiche

Argille comuni

MATERIE PRIME
NON PLASTICHE



Fondenti

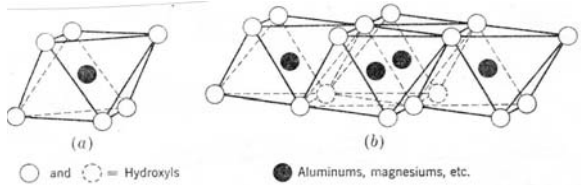
Additivi

Coloranti-Opacificanti

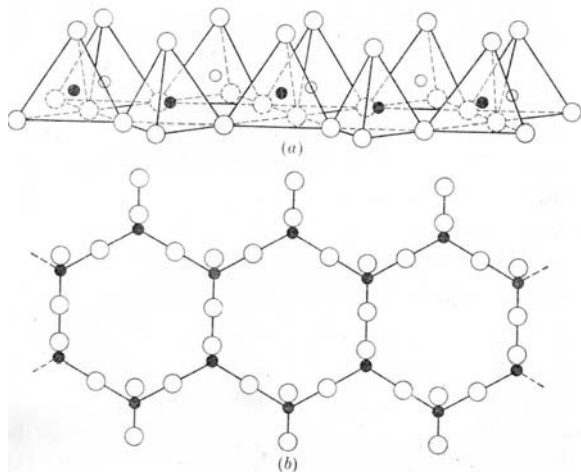
Struttura dei minerali argillosi

STRUTTURA BASE DEI FILLOSILICATI

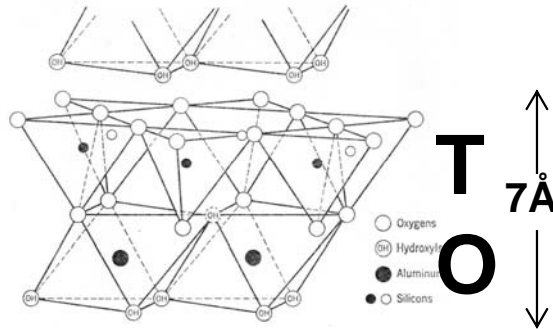
Strato di ottaedri AlO_6



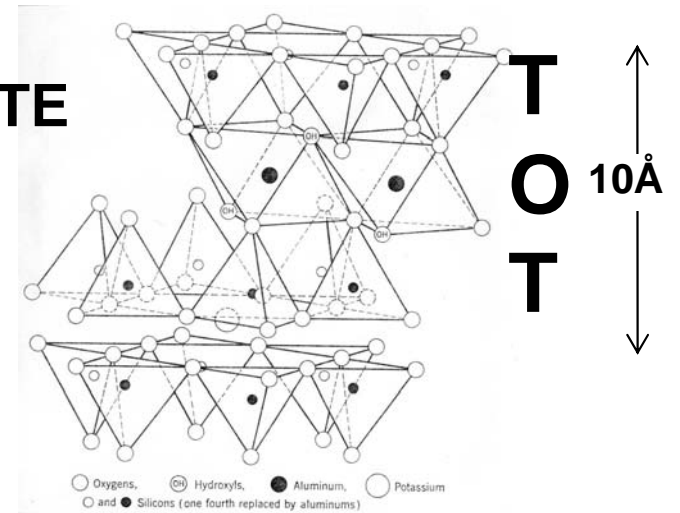
Strato di tetraedri SiO_4



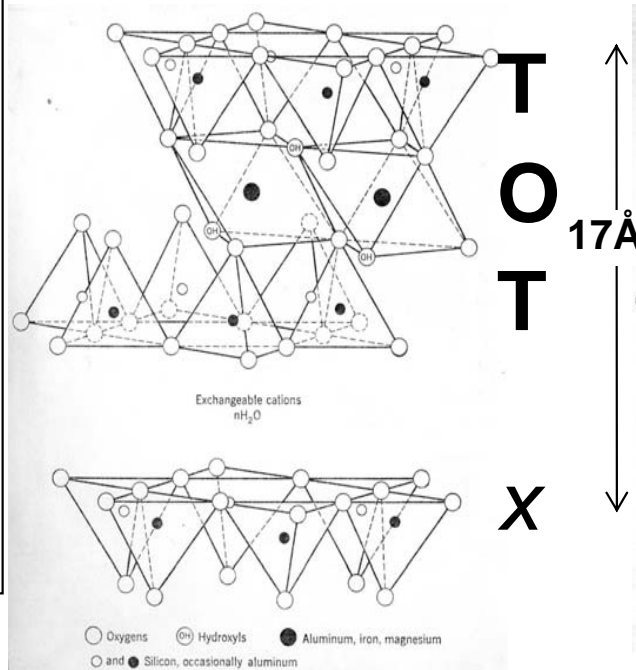
CAOLINITE



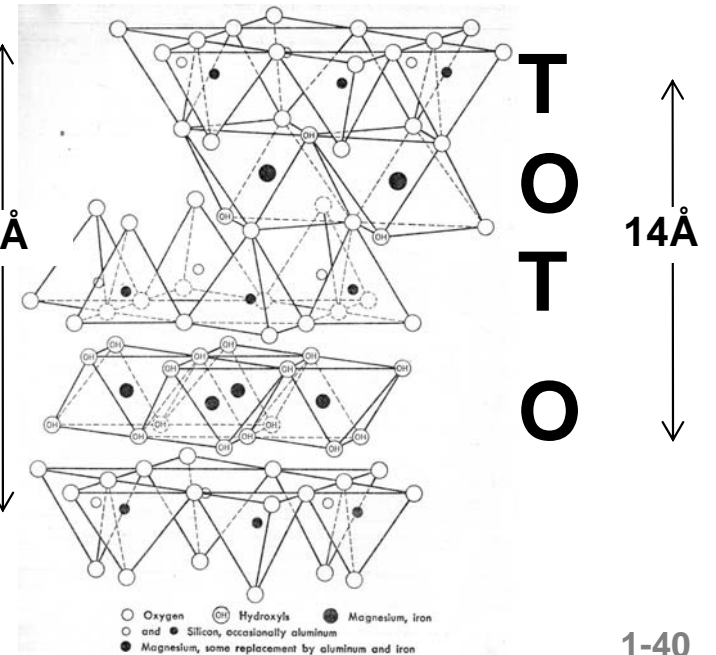
ILLITE



SMECTITE



CLORITE



Proprietà dei minerali argillosi

	Unità	Caolinite	Illite	Clorite	Smectite
CEC	meq/ 100 g	5-15	10-10	10-40	80-100
AEC	meq/ 100 g	5-20	<10	<10	10-20
Superficie specifica	m ² /g	5-15	60-110	5-50	200-800
Indice plastico	% peso	20	50-65	50-65	100-650
Limite liquido	% peso	50	100-120	100-120	150-700
Stabilità termica	°C	400-500	900-1000	500-700	800-900

Proprietà dei minerali argillosi

0,03 – 0,3 μm

SMECTITE

1-2 (Ca, Mg, K)

3-7 (Na)

0,1 - 5 μm

ILLITE

0,3 – 0,5

0,1 - 5 μm

CLORITE

0,2 – 0,4

0,5 – 10 μm

CAOLINITE

0,1 – 0,4

**Indice di attività
[% IP / % <2 μm]**

Struttura del corso

1. Introduzione alla ceramica
2. Caolini
3. Argille plastiche bianche (Ball clays)
4. Argille plastiche rosse
5. Argille comuni
6. Fondenti feldspatici
7. Fondenti non convenzionali
8. Materie prime complementari
9. Impasti ceramici

Parte 1^a

INTRODUZIONE ALLA CERAMICA



FINE