



---

## **WEBINAR**

Materie Prime per  
Piastrille Ceramiche

**25 febbraio 2021**  
**ore 9-12**

---

# **SINERGIA RICERCA E INDUSTRIA: la produzione di gres porcellanato minimizzando l'uso di materie prime di importazione**

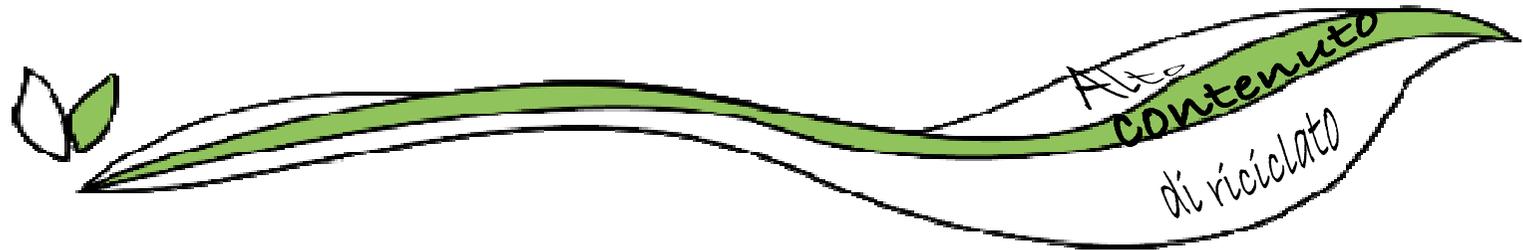
ELISA RAMBALDI  
Centro Ceramico

# Piastrelle di ceramica



## Ricerca di base

Studio di fattibilità



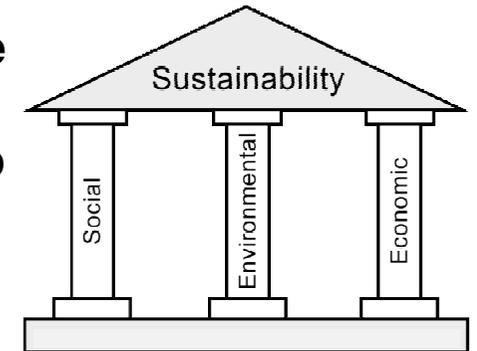
### Pilota

- Ricerca applicata
- Trasferimento tecnologico
- Produzione pilota

### Scale-up

- Produzione industriale
- Certificazioni
- Diffusione sul mercato

### Pratica

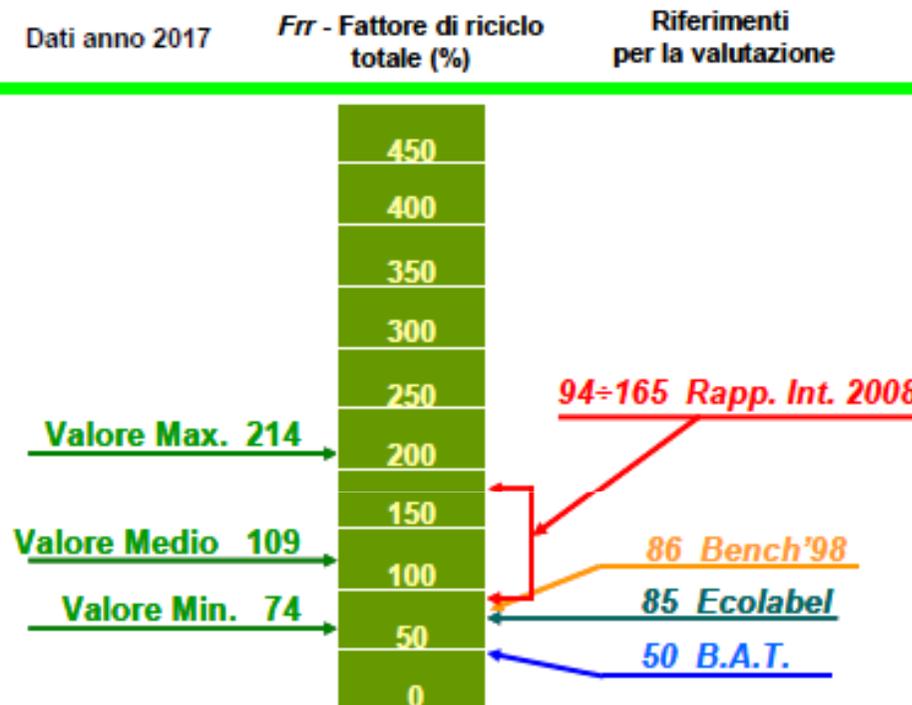
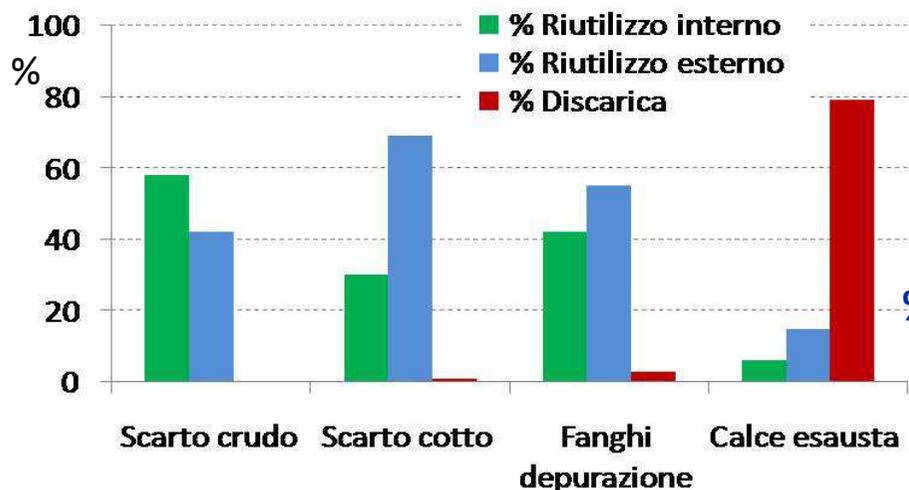


# Pratica

Aziende Italiane  
Rapporto integrato 2019

## Stato dell'arte

**Fattore di riutilizzo dei rifiuti, Frr %**  
Indice prestazionale di un'azienda



% Destinazione degli scarti ceramici





# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

## Un progetto guidato da un'azienda

### ➤ SOTTOPRODOTTI DEL PROCESSO CERAMICO

- **Scarto ceramico crudo polveri:** miscela di materie prime, provenienti da scarto o da impianti di depolverazione, originata prima del trattamento termico;
- **Scarto ceramico crudo formato:** miscela di materie prime pressate (eventualmente smaltate) originata prima del trattamento termico;
- **Scarto ceramico cotto formato:** miscela di materie prime pressate (eventualmente smaltate) e sottoposte a trattamento termico;
- **Scarto ceramico cotto polveri:** miscela di polveri provenienti da operazioni di taglio e squadratura a valle del trattamento termico.

➤ CALCE ESAUSTA (codice CER 101209\*: “rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi, contenenti sostanze pericolose”).



STOCCAGGIO MATERIE PRIME PER LA FORMAZIONE DEL SUPPORTO  
→ scarto ceramico crudo polveri



PREPARAZIONE MATERIE PRIME PER LA FORMAZIONE DEL SUPPORTO (macinazione-atomizzazione)  
→ scarto ceramico crudo polveri



PRESSATURA-ESTRUSIONE  
→ scarto ceramico crudo polveri  
→ scarto ceramico crudo formato



SMALTATURA  
→ scarto ceramico crudo polveri  
→ scarto ceramico crudo formato



COTTURA  
→ scarto ceramico **cotto** formato  
→ calce esausta



TAGLIO -SQUADRATURA  
→ scarto ceramico **cotto** polveri  
→ scarto ceramico **cotto** formato



SCELTA-CONFEZIONAMENTO  
→ scarto ceramico **cotto** formato

# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

CALCE ESAUSTA

Ricerca di base - Studio di fattibilità

Sospensione A



Sospensione B



Sospensione C



# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

Ricerca di base - Studio di fattibilità

## Composizione chimica

		SCARTO COTTO	FANGHI RETTIFICA E LAPPATURA	CALCE ESAUSTA
P.f.	%	0.22	0.88	20.90
SiO <sub>2</sub>	%	74.0	73.5	< 0.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	18.2	17.6	0.10
TiO <sub>2</sub>	%	0.61	0.61	0.07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.86	0.71	0.40
CaO	%	0.64	1.27	54.00
MgO	%	0.35	0.45	2.76
K <sub>2</sub> O	%	2.31	2.33	0.20
Na <sub>2</sub> O	%	1.78	1.63	0.31
SO <sub>3</sub>	%	< 0.02	< 0.02	11.1
ZrO <sub>2</sub>	%	0.61	0.40	n.d.
F	%	n.d.	n.d.	9.11



# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

Ricerca di base - Studio di fattibilità

Composizione mineralogica quantitativa

% in peso		SCARTO COTTO	FANGHI RETTIFICA E LAPPATURA	CALCE ESAUSTA
Quarzo	SiO <sub>2</sub>	22,2±0,2	19,7±0,2	-
Mullite	3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2SiO <sub>2</sub>	5,2±0,5	5,0±0,5	-
Plagioclasio	(Na,Ca)(Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>8</sub>	0,9±0,4	2,5±0,6	-
Fluorite	CaF <sub>2</sub>	-	-	19±3
Portlandite	Ca(OH) <sub>2</sub>	-	-	3±3
Calcite	CaCO <sub>3</sub>	-	-	28±3
Solfato idrato di Mg	MgSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O	-	-	11±3
Gesso	CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O	-	-	21±3
Fase amorfa		71,7±1,4	72,8±1,6	18±3

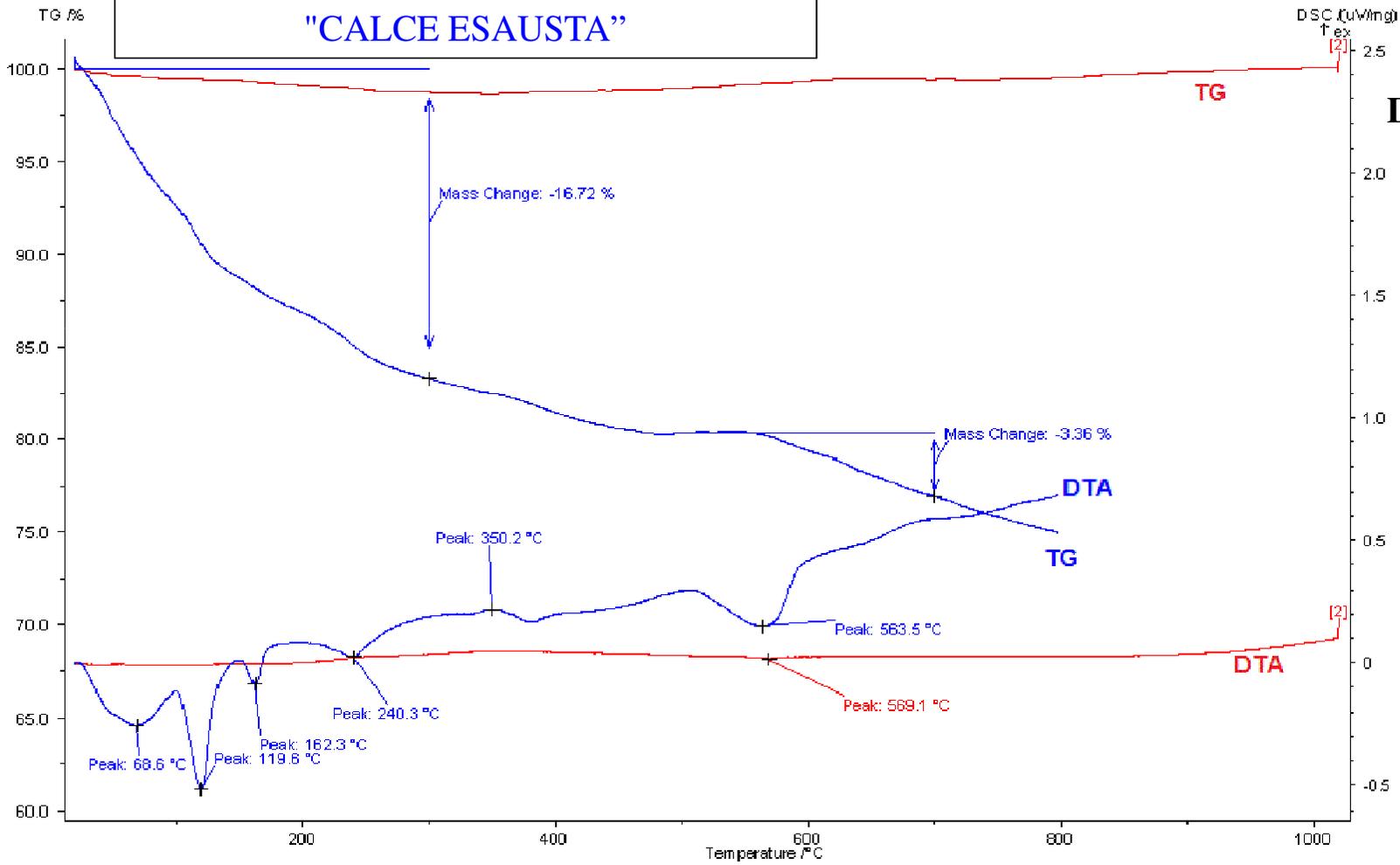


# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

Ricerca di base - Studio di fattibilità

Legenda:  
"FANGHI RETTIFICA E LAPPATURA"  
"CALCE ESAUSTA"

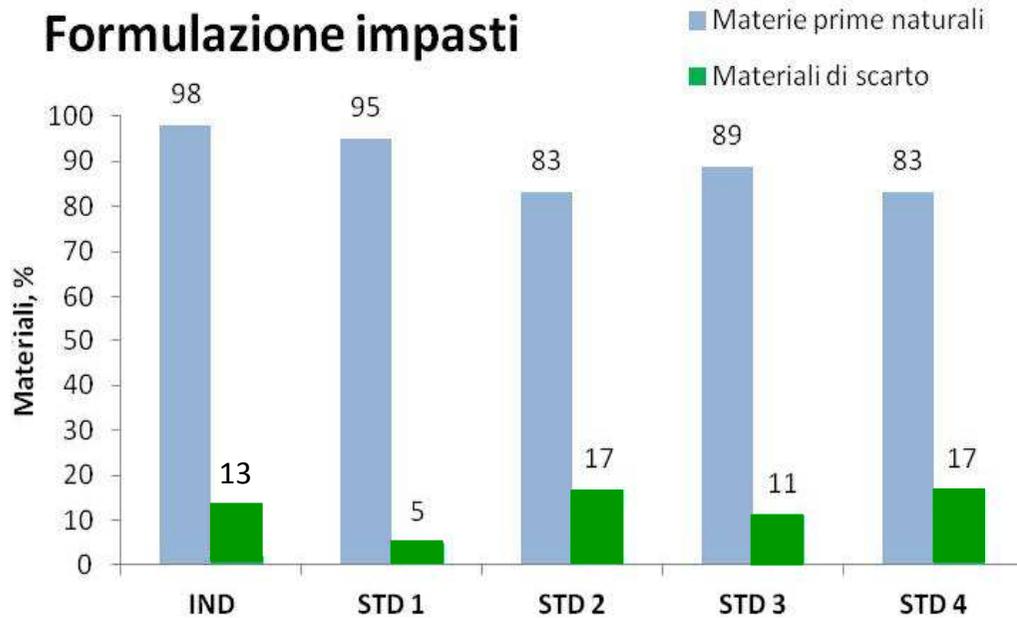
TG: termogravimetria  
DTA: analisi termica differenziale



# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

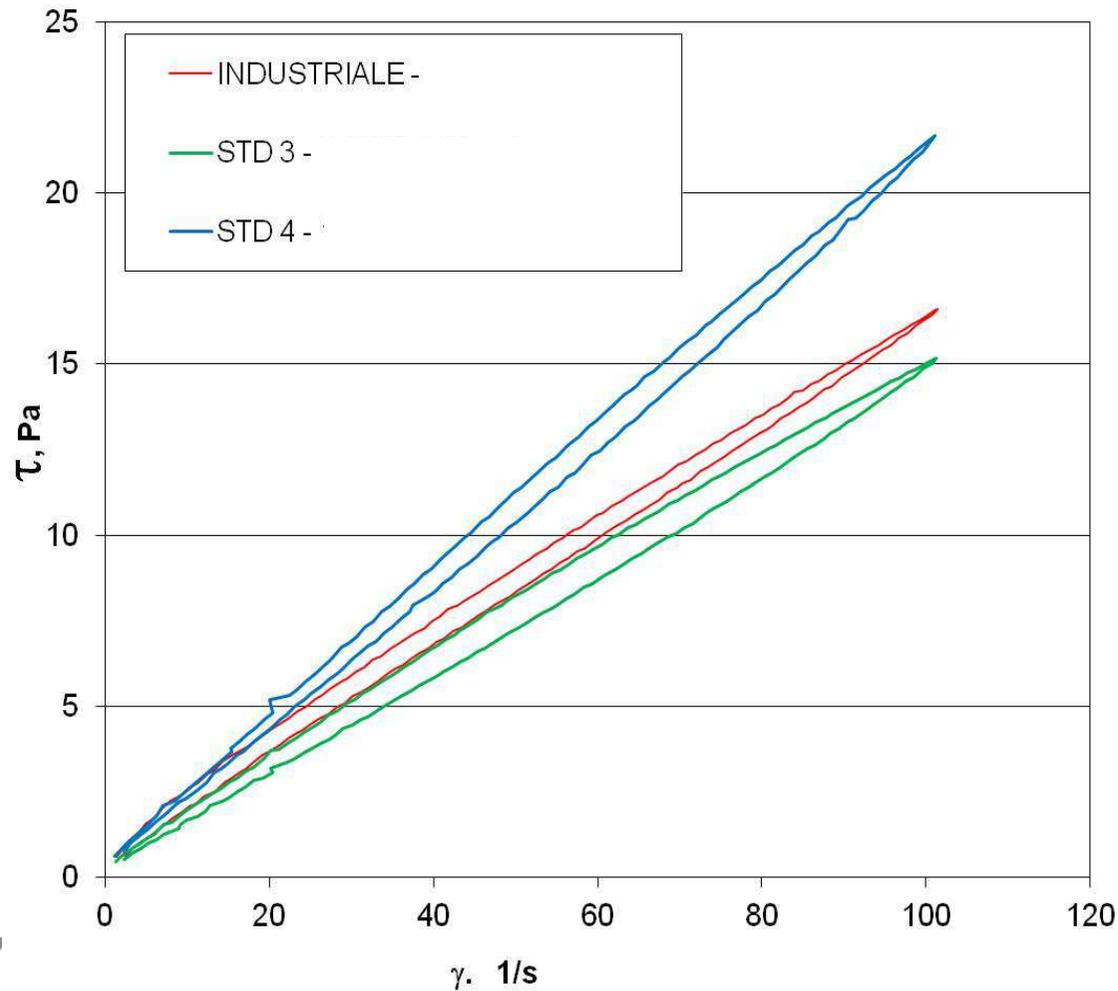
**Ricerca di base** - Studio di fattibilità

**Pilota** - Ricerca applicata



# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

## STUDIO DELLE SOSPENSIONI



## Pilota - Ricerca applicata



	Densità, g/cm <sup>3</sup>	pH
<b>IND *</b>	1,69	8,86
<b>STD3</b>	1,66	9,46
<b>STD4</b>	1,65	10,12

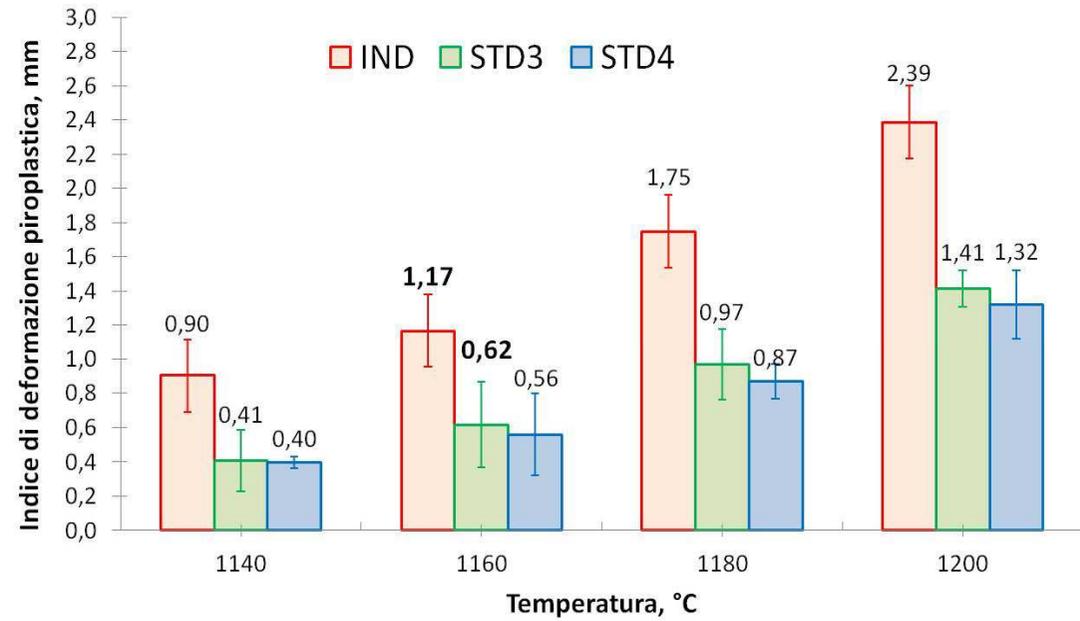
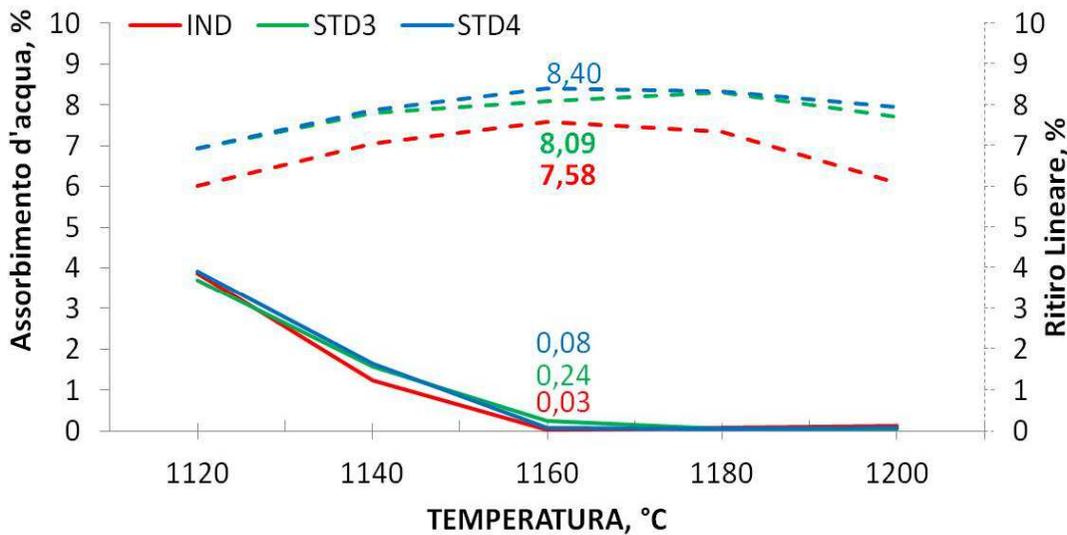
	Granulometria, μm		
	d(10)	d(50)	d(90)
<b>IND *</b>	2,04	11,20	42,22
<b>STD3</b>	1,79	8,73	36,00
<b>STD4</b>	1,78	8,65	36,75

# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

COMPORTAMENTO IN COTTURA

**Pilota** - Ricerca applicata

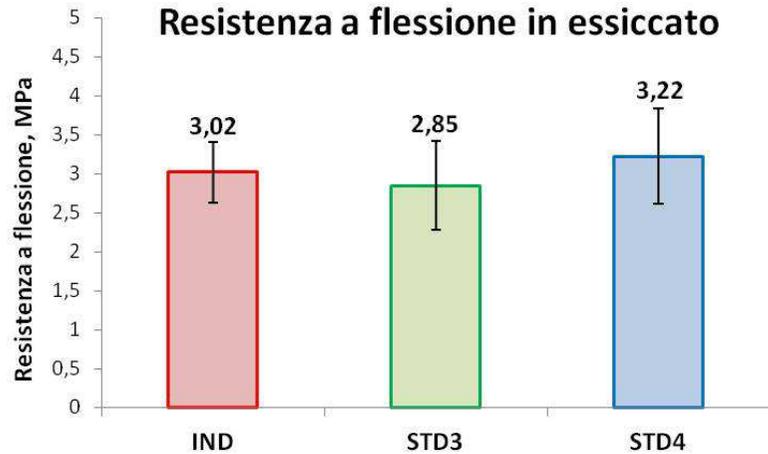
Ciclo lento - 10°C/min



# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

## COMPORTAMENTO MECCANICO

## Pilota - Ricerca applicata



### RESISTENZA A FLESSIONE A 3 PUNTI

N°20 Provini di dimensioni  
70mm×10mm×6 mm

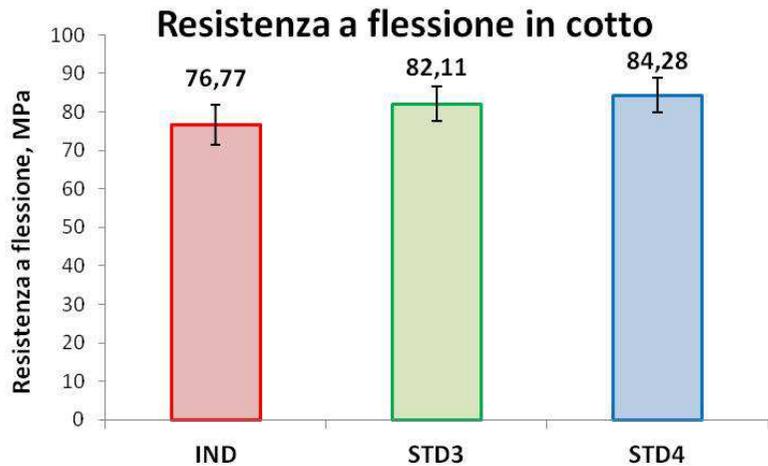
Distanza tra i coltelli: 20 mm

Provini **ESSICCATI**:

Velocità di discesa della traversa: 0,5 mm/min

Provini **SINTERIZZATI**:

Velocità di discesa della traversa: 5 mm/min

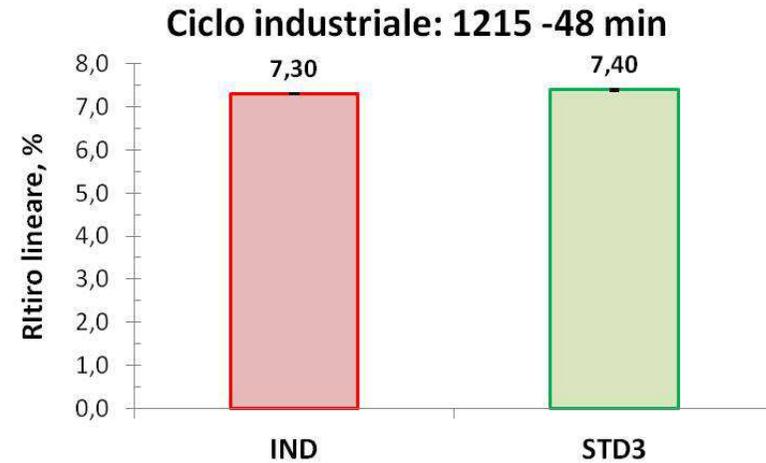
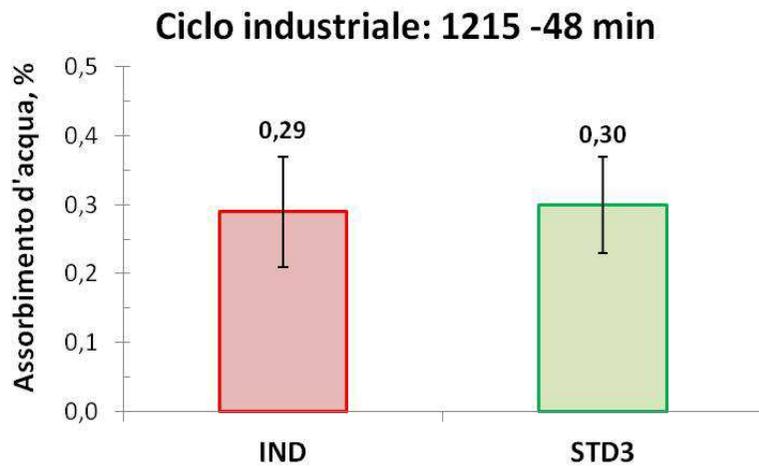


# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA



## Pilota – Trasferimento tecnologico

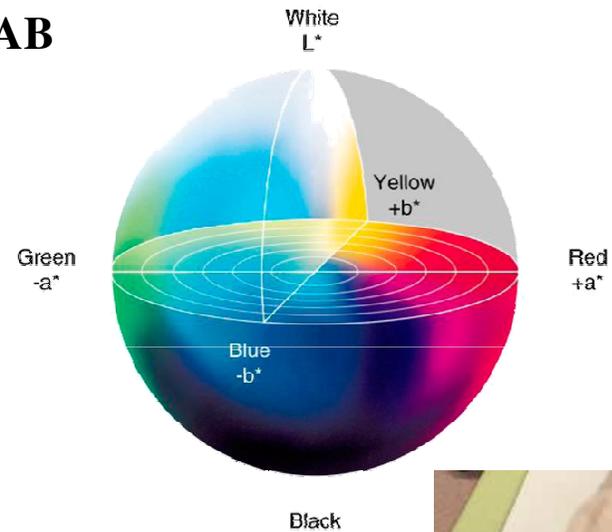
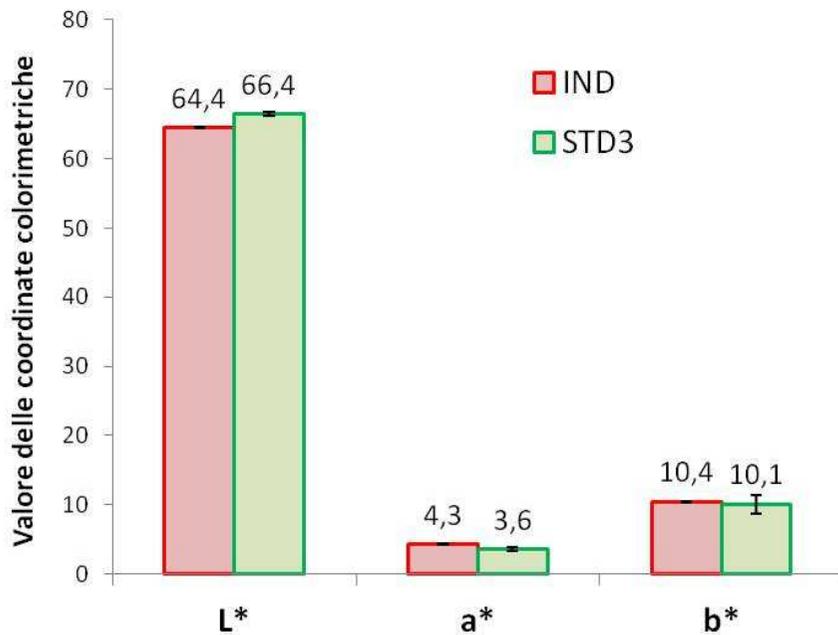
Provini pressati in laboratorio e sinterizzati in azienda



# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

## Pilota – trasferimento tecnologico

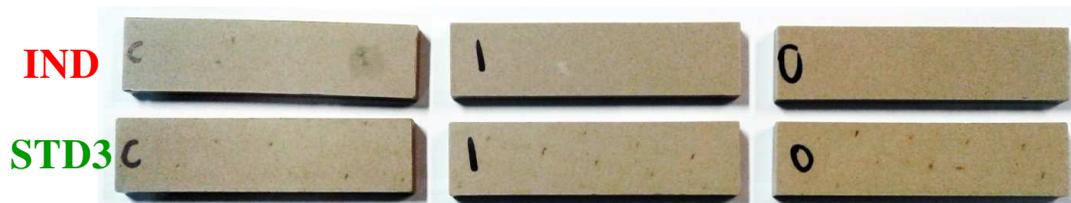
Coordinate cartesiane  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  del sistema CIELAB



# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

## Pilota – trasferimento tecnologico

Resistenza alle macchie (ISO 10545-14):



Macchie	CLASSE DI RESISTENZA	
	IND	STD3
Verde cromo in olio leggero	3	3
Iodio (soluzione alcolica 13g/l)	5	5
Olio d'oliva (def. Olive Oil Agreement - 1979)	5	5

### Classe di resistenza alle macchie - Legenda

Classe di resistenza 1: macchia non rimossa.

Classe di resistenza 2: macchia rimossa mediante immersione in idoneo solvente per 24 ore.

Classe di resistenza 3: macchia rimossa mediante pulizia meccanica e detergente forte.

Classe di resistenza 4: macchia rimossa mediante pulizia manuale detergente debole.

Classe di resistenza 5: macchia rimossa mediante acqua corrente calda per 5 minuti.



# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

## Pilota – trasferimento tecnologico

### Resistenza chimica (ISO 10545-13)

	IND	STD3
<b>Prodotti chimici d'uso domestico:</b>		
Cloruro d'ammonio 100 g/l	A	A (V)
<b>Additivi per piscina:</b>		
Ipoclorito di sodio 20 mg/l	A	A (V)
<b>Acidi:</b>		
Acido cloridrico 3 % V/V	LA	LA (V)
Acido citrico 100 g/l	LA	LA (V)
<b>Basi:</b>		
Idrossido di potassio 30 g/l	LA	LA (V)
<b>Acidi:</b>		
Acido cloridrico 18 % V/V	HA	HA (V)
Acido lattico 5 % V/V	HA	HA (V)
<b>Basi:</b>		
Idrossido di potassio 100 g/l	HA	HA (V)



CLASSIFICAZIONE	
L = Prodotti chimici a bassa concentrazione	
H = Prodotti chimici ad alta concentrazione	
<b>Prova della matita e/o prova della riflessione applicabili:</b>	
Classe A	nessun effetto visibile
Classe B	variazione netta dell'aspetto
Classe C	Parziale o completa scomparsa della superficie originale
<b>Prova della matita e/o prova della riflessione non applicabili:</b>	
Classe A(V)	nessun effetto visibile
Classe B(V)	variazione netta dell'aspetto
Classe C(V)	Parziale o completa scomparsa della superficie originale

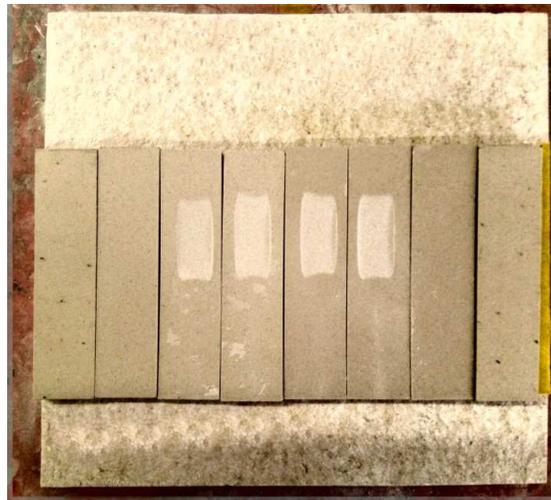


# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

## Pilota – trasferimento tecnologico

Resistenza all'abrasione profonda per piastrelle non smaltate (ISO 10545-6):

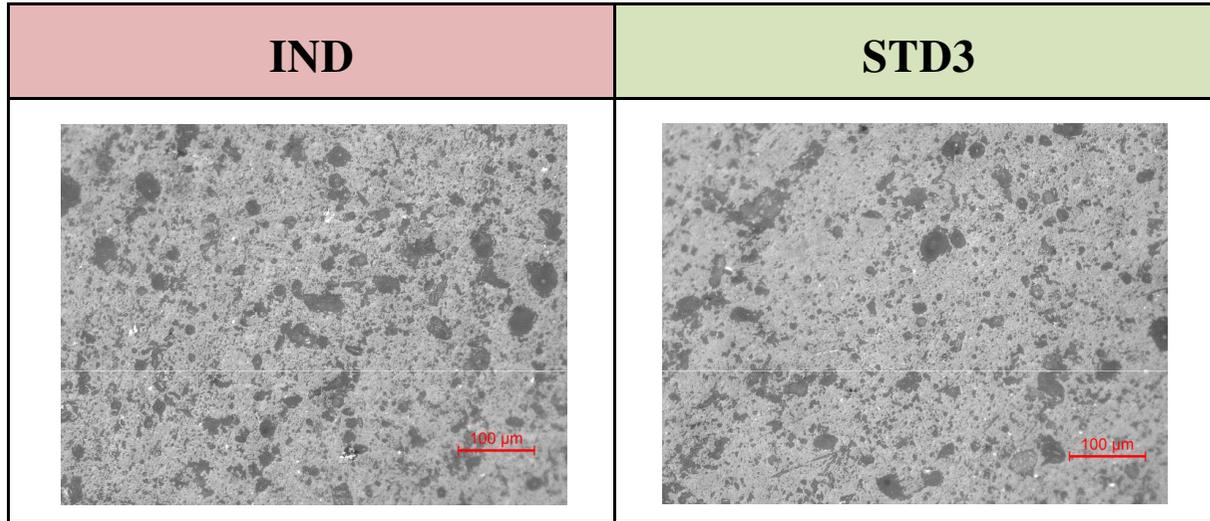
	IND	STD3
Volume medio di materiale asportato, $V_m$ (mm <sup>3</sup> )	109	112



# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

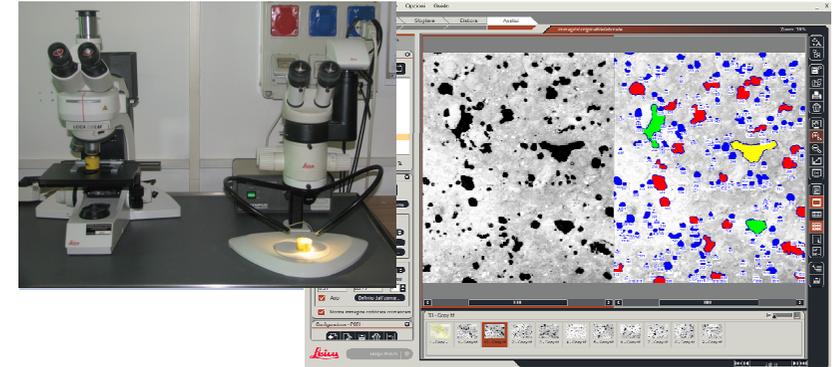
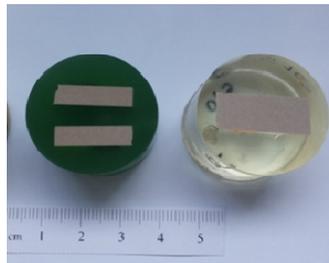
## Pilota – trasferimento tecnologico

Microstruttura e porosità

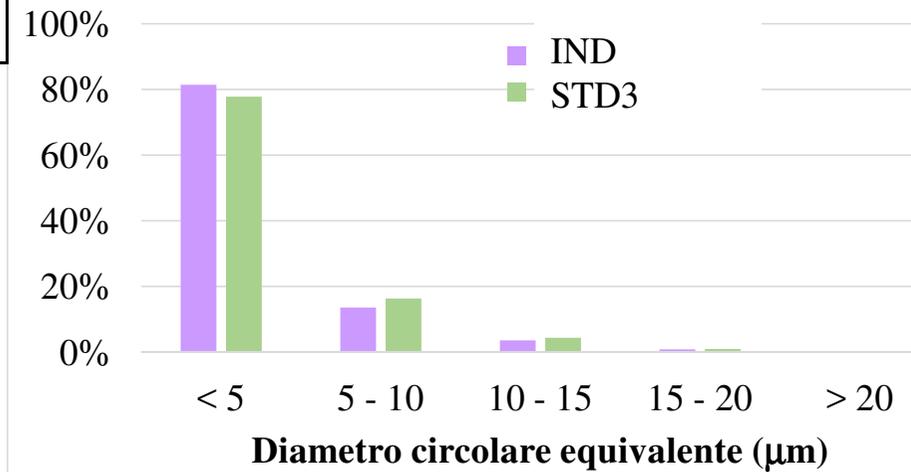


Porosità totale = 21%

Porosità totale = 17%



Porosità



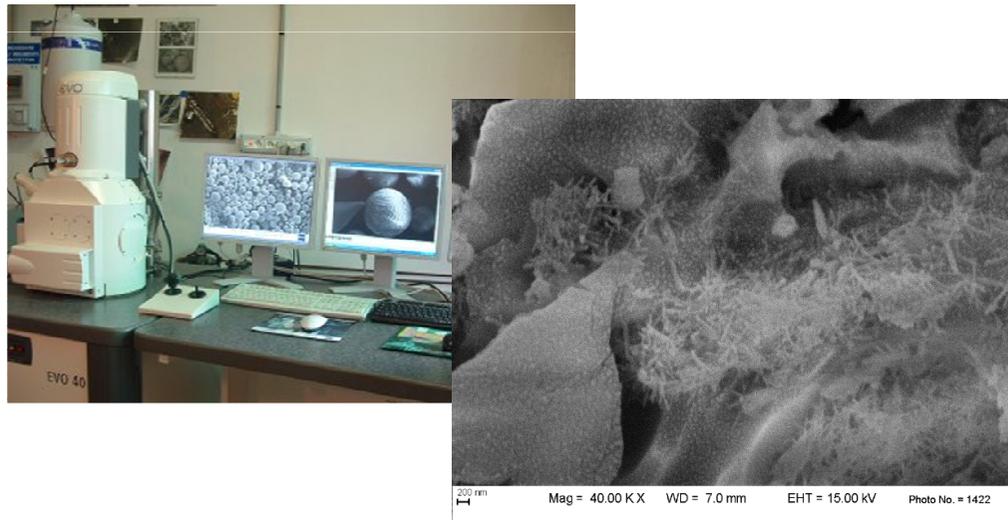
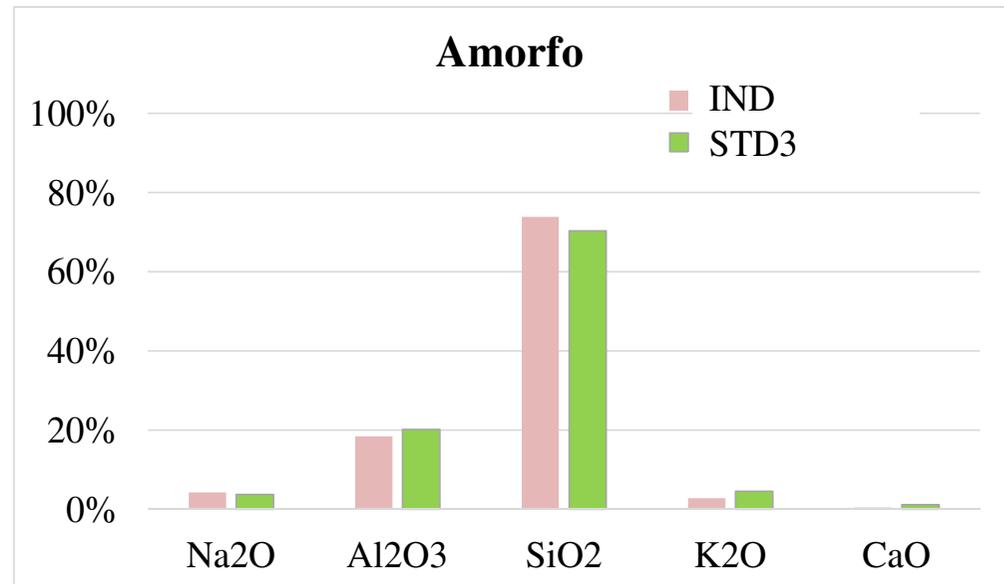
# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

Composizione mineralogica quantitativa

	IND	STD3
Quarzo	21,2 % ( $\pm 0,2$ )	19,6 % ( $\pm 0,2$ )
Mullite	11,1 % ( $\pm 0,5$ )	12,1 % ( $\pm 0,5$ )
Fase amorfa	67,7 % ( $\pm 1,0$ )	68,3 % ( $\pm 1,0$ )

**Pilota** – trasferimento tecnologico

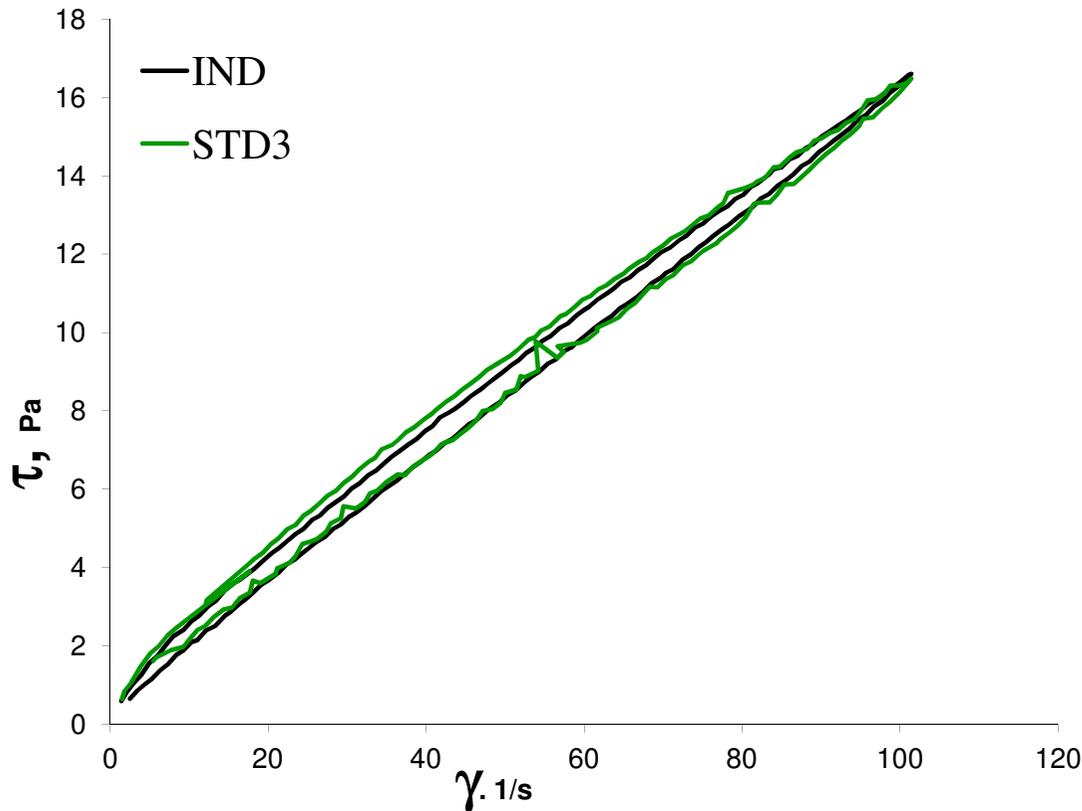
Composizione chimica SEM-EDS della fase amorfa



# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

CARATTERISTICHE DELLA BARBOTTINA INDUSTRIALE

**Pilota** – Produzione



Denominazione	pH	Densità, $g/cm^3$
IND	8,86	1,69
STD3	8,63	1,66

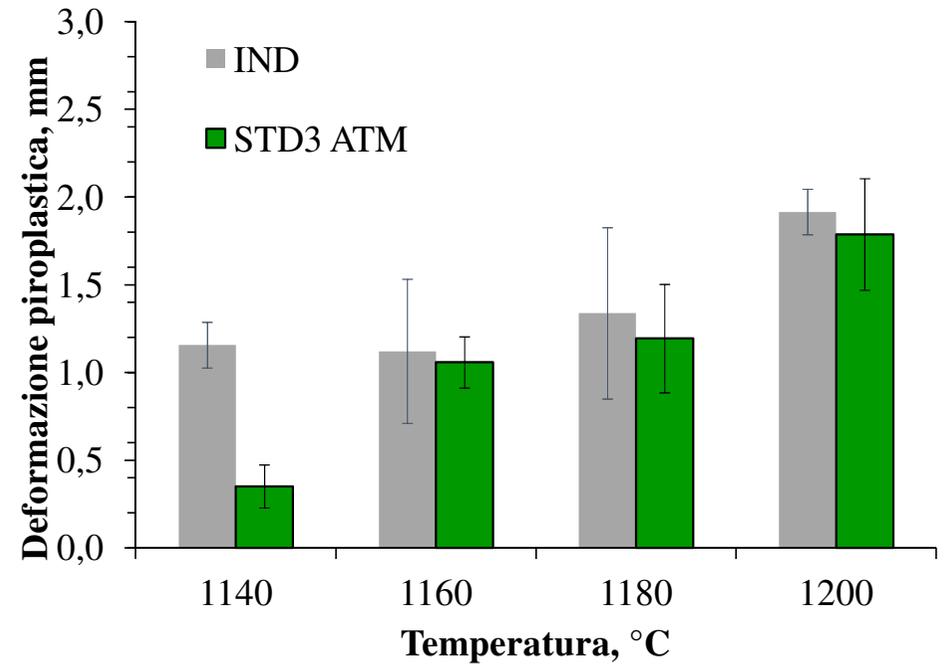
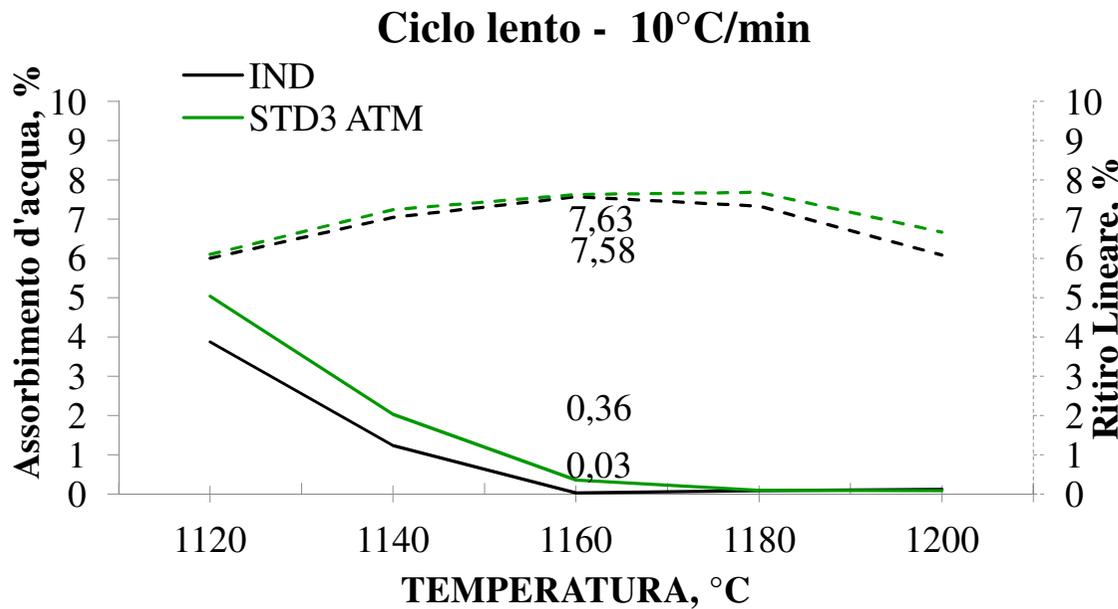
Denominazione	$d_{10}$ ( $\mu m$ )	$d_{50}$ ( $\mu m$ )	$d_{90}$ ( $\mu m$ )
IND	2,04	11,20	42,22
STD3	2,54	13,34	51,66



# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

VALUTAZIONI PRELIMINARI DEL CICLO DI COTTURA

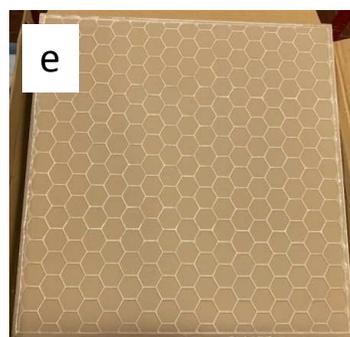
**Pilota** – Produzione



# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

## COTTURA INDUSTRIALE DELLE PIASTRELLE

## Pilota – Produzione



MP Pulpis	Castle
Ivoire GLS	White
62x122 cm	40x40
Non rettificate	cm

Piastrelle consegnate al Centro Ceramico e prodotte con l'atomizzato STD3 ATM:

- (a) Europallet con n°20 pezzi 62x122 cm e n° 28 pezzi 40x40 cm;
- (b) n° 20 piastrelle 62x122 cm;
- (c) superficie della piastrella 62x122 cm;
- (d) superficie della piastrella 40x40 cm;
- (e) lato marca della piastrella 40x40 cm.

# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

## Pilota – Produzione

PROVE	SCOPO
<b>Caratteristiche dimensionali</b> (UNI EN ISO 10545-2)	Per assicurarsi che le piastrelle - <b>anche</b> prima della rettifica- non siano deformate
<b>Assorbimento d'acqua</b> metodo sotto vuoto (UNI EN ISO 10545-3)	Per assicurarsi che il prodotto rientri nella classe BIa del gres porcellanato, con assorbimento d'acqua $\leq 0,5\%$
<b>Resistenza al gelo</b> (UNI EN ISO 10545-12)	È una caratteristica necessaria per gli impieghi in esterno e, per i prodotti di gres porcellanato, è una proprietà imprescindibile oltre che una delle caratteristiche previste per la Marcatura CE
<b>Resistenza agli sbalzi termici</b> (UNI EN ISO 10545-9)	È una caratteristica necessaria per destinazioni d'uso soggette a fenomeni di sbalzi termici localizzati e, come la resistenza al gelo, è una delle caratteristiche richieste per la Marcatura CE
<b>Resistenza al cavillo</b> per piastrelle smaltate (UNI EN ISO 10545-11)	È una caratteristica necessaria per i prodotti smaltati e, in questo caso è utile per valutare se gli smalti sono adeguati a questo tipo di prodotto/gres porcellanato
<b>Resistenza a flessione</b> (UNI EN ISO 10545-4)	Al fine di valutare se il prodotto rispetta il requisito minimo del gres porcellanato pari 35 MPa
<b>Resistenza alla dilatazione termica lineare</b> (UNI EN ISO 10545-8)	Per valutare se i valori sono in linea con quelli tipici del gres porcellanato.



# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

**Tabella sinottica**

PROVE	Piastrelle "MP Pulpis Ivoire GLS" 62x122 cm Non rettificate	Piastrelle "Castle White" 40x40 cm	Requisiti (EN 14411)	Piastrelle Cerdomus tradizionali 60x120 cm Rettificate
<b>Caratteristiche dimensionali</b> (UNI EN ISO 10545-2)	Rettilinearità: $\pm 0,2\%$ Ortogonalità: $\pm 0,1\%$ Planarità: $0,3\% - 0,1\%$		Valore massimo $\pm 0,5\%$	-
<b>Assorbimento d'acqua</b> metodo sotto vuoto (UNI EN ISO 10545-3)	0,21%	0,09%	$\leq 0,5\%$	0,21%
<b>Resistenza al gelo</b> (UNI EN ISO 10545-12)	0 piastrelle con difetti		0 piastrelle con difetti	-
<b>Resistenza agli sbalzi termici</b> (UNI EN ISO 10545-9)	0 piastrelle con difetti	0 piastrelle con difetti	0 piastrelle con difetti	0 piastrelle con difetti
<b>Resistenza al cavillo</b> per piastrelle smaltate (UNI EN ISO 10545-11)	0 piastrelle con difetti	0 piastrelle con difetti	0 piastrelle con difetti	-
<b>Resistenza a flessione</b> (UNI EN ISO 10545-4)	42,6 N/mm <sup>2</sup>	55,7 N/mm <sup>2</sup>	>35 N/mm <sup>2</sup>	-
<b>Resistenza alla dilatazione termica lineare</b> (UNI EN ISO 10545-8)	6,4-6,5 $10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$		Dichiarare il valore	-

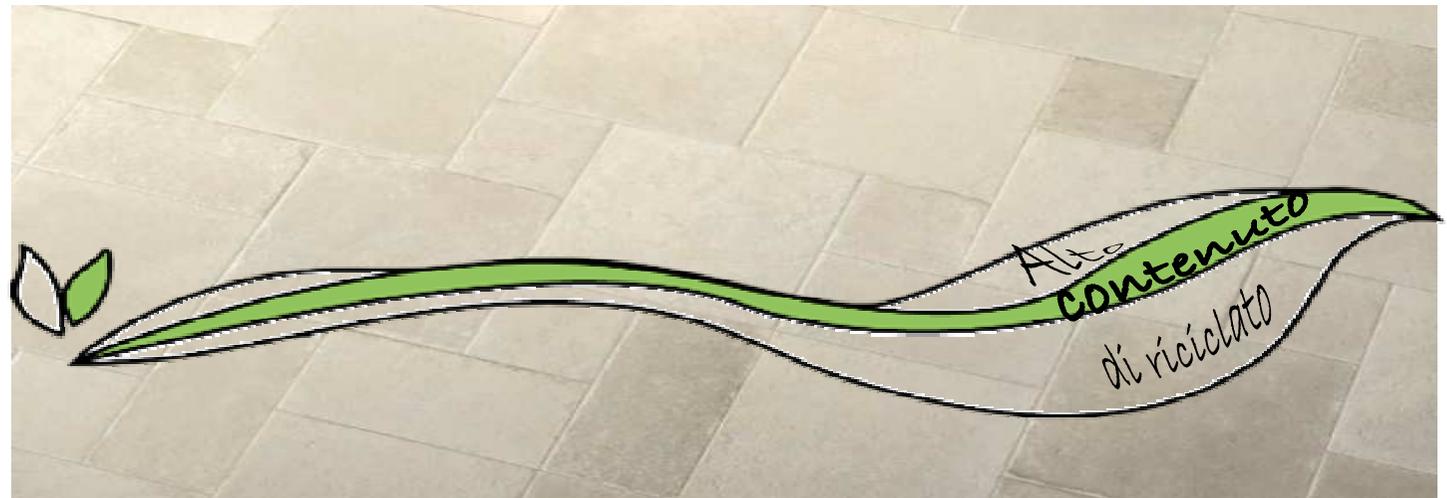
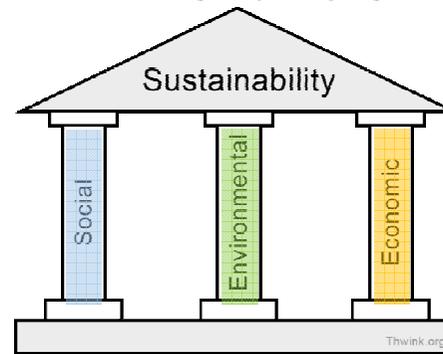


# SINERGIA RICERCA INDUSTRIA

**Scale-up** - Produzione industriale

**Pratica**

- Sicurezza e salute in ambiente di lavoro
- Minore impatto ambientale
- Minori costi fissi industriali



# GRAZIE PER L'ATTENZIONE



**Si ringrazia della collaborazione tutto il personale CERDOMUS, in particolare:**

Dott. T.M. Servetti, Presidente

Dott. M. Gozzi, Direttore di Produzione

Dott. R. Brusa, Responsabile del Laboratorio



[rambaldi@centroceramico.it](mailto:rambaldi@centroceramico.it)

