

*Materie prime per piastrelle ceramiche*  
*Sassuolo 20 Febbraio 2020*

# **Stato dell'arte del progetto KRY·AS: sviluppi e nuove applicazioni nell'ottica dell'economia circolare**

A.F. Gualtieri, G. Lusvardi, M.L. Ligabue, D. Malferrari



**UNIMORE**  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI  
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze  
Chimiche e Geologiche

# La politica europea



# Il quadro legislativo

**D.M. 29/07/2004, n. 248, G.U. 05/10/2004, n. 234**

**Regolamento relativo alla determinazione e disciplina delle attività di recupero dei prodotti e beni di amianto e contenenti amianto.**

IL MINISTRO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO  
di concerto con

IL MINISTRO DELLA SALUTE e con IL MINISTRO DELLE ATTIVITA' PRODUTTIVE

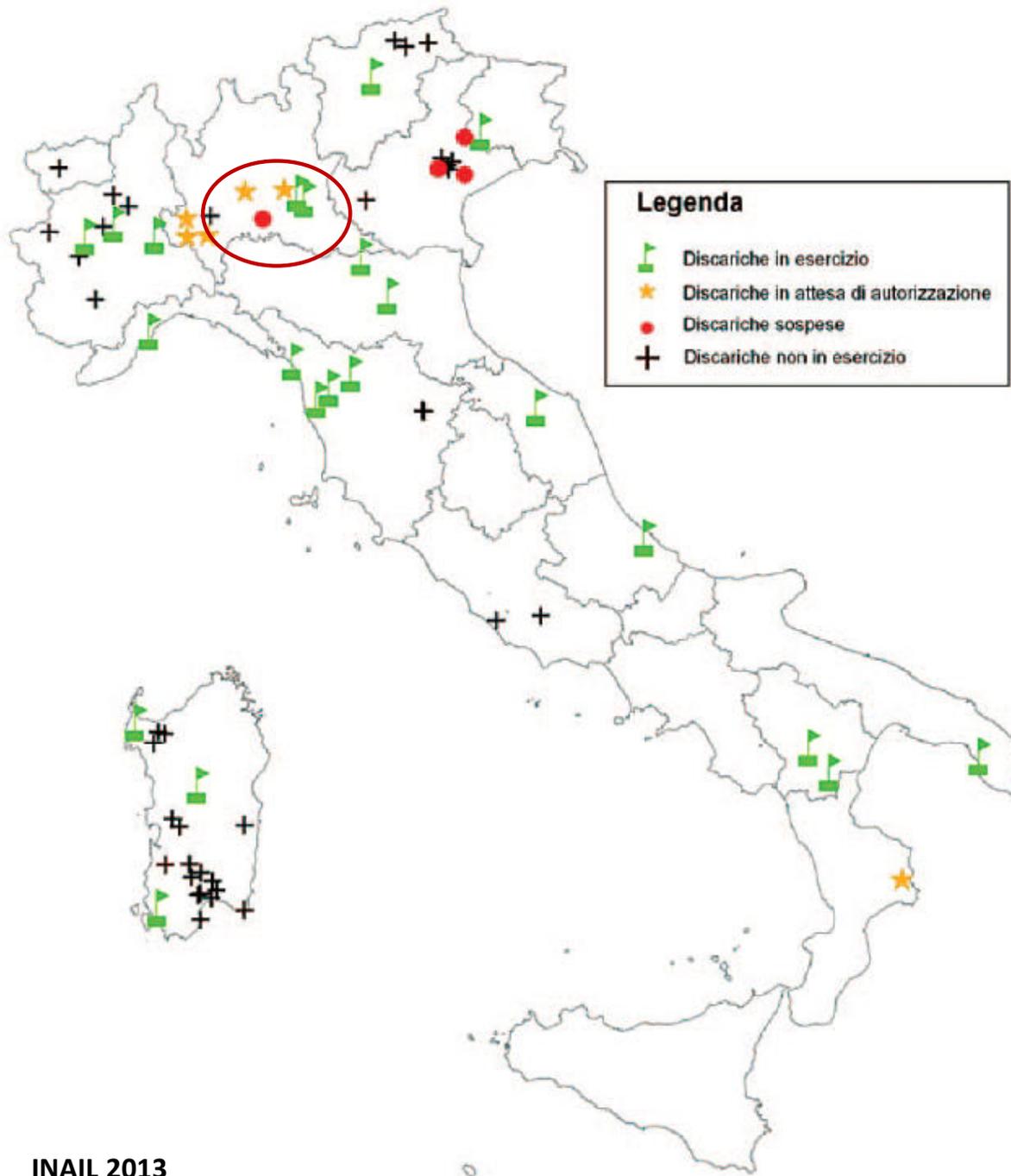
**P7\_TA(2013)0093**

**Asbestos-related occupational health threats and prospects for abolishing all existing asbestos**

**European Parliament resolution of 14 March 2013 on asbestos related occupational health threats and prospects for abolishing all existing asbestos (2012/2065(INI))**

**whereas delivering asbestos waste to landfills would not appear to be the safest way of definitively eliminating the release of asbestos fibres into the environment (particularly into air and groundwater) and whereas therefore it would be far preferable to opt for asbestos inertisation plants;**

# In Italia: le discariche e i rifiuti



**INSUFFICIENTI!**

**40 milioni di tonnellate di RCA**

*Perché interrare un rifiuto pericoloso quando  
può diventare preziosa risorsa secondaria?*



# Soluzioni

**RCA**

Processi di trasformazione



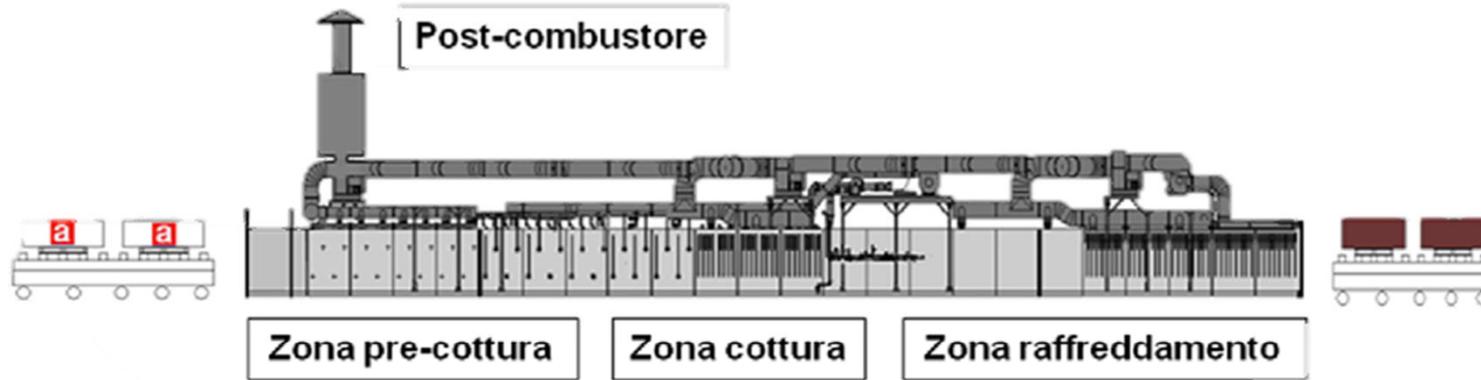
*Materia  
Prima  
Seconda  
(MPS)*

Diversi sono i *progetti* tra cui:

**progetto KRY·AS** (collaborazione tra DSCG e società Zetadi s.r.l)

Trasformazione termica di lastre di cemento-amianto, altri RCA o fibre nocive che permette di ottenere un prodotto inerte, che può essere completamente riutilizzato come **MPS** per diverse applicazioni industriali.

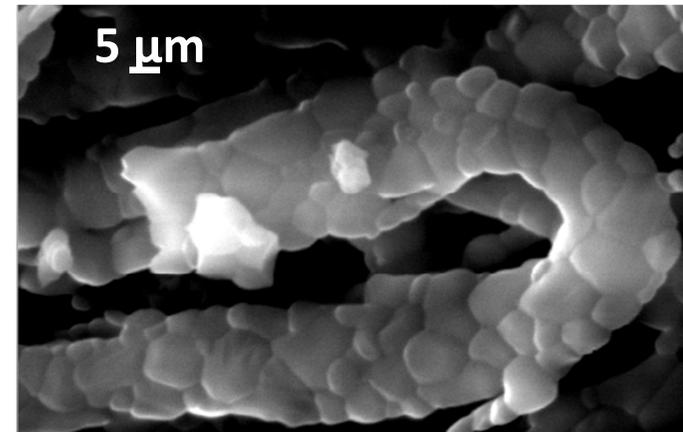
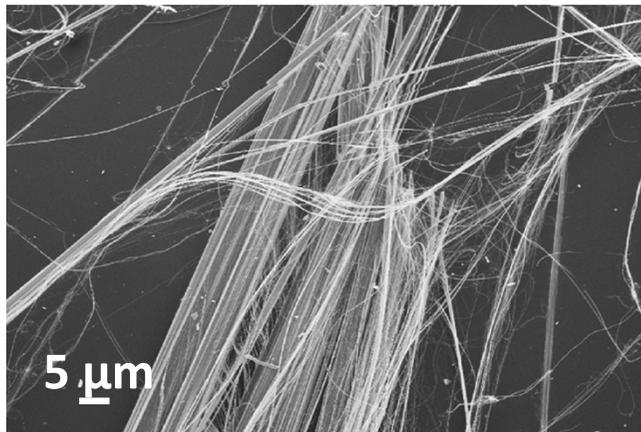
# Progetto KRY-AS



Cemento amianto,  
RCA



**MPS:**  
*Silicati di Ca, Mg  
e Fe*



- La trasformazione avviene in speciali forni a tunnel che portano il prodotto ad una temperatura di 1200-1300°C, che permette **l'inertizzazione IRREVERSIBILE** dell'amianto.
- Le fibre dell'amianto si distruggono e si ha la formazione di diverse fasi **COMPLETAMENTE INERTI**.
- L'inertizzazione dell'amianto comporta **SOLAMENTE** rilascio di **ACQUA** ed **eventualmente CO<sub>2</sub>** se nel materiale di partenza è presente cemento o plastica.
- Progetto iniziale di impianto su larga scala che produce 70000 ton/anno. Ad oggi è stato progettato un piccolo **impianto con produttività di circa 10000 ton/anno**, con costi notevolmente ridotti rispetto all'impianto iniziale.

**Italian Patent MO2006A000205** "Processo industriale per la trasformazione termica di lastre di cemento-amianto utilizzando un forno continuo"

**European Patent 07425495.4 – 1253** Proprietor: I. Zanatto. Inventor: A.F. Gualtieri "Process for the thermal transformation of cement-asbestos slates using an industrial continuous kiln". July 31<sup>st</sup>, 2007



Contents lists available at ScienceDirect

## Toxicology in Vitro

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/toxinvit](http://www.elsevier.com/locate/toxinvit)



### Biological effects and comparative cytotoxicity of thermal transformed asbestos-containing materials in a human alveolar epithelial cell line

Federica Giantomassi<sup>a</sup>, Alessandro F. Gualtieri<sup>b</sup>, Lory Santarelli<sup>d</sup>, Marco Tomasetti<sup>d</sup>, Gigliola Lusvardi<sup>c</sup>, Guendalina Lucarini<sup>a</sup>, Mario Governa<sup>d</sup>, Armanda Pugnalonì<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Molecular Pathology and Innovative Therapies, Histology and Embriology Section, Università Politecnica delle Marche, via Tronto n 10/A, I-60020 Torrette Ancona, Italy

<sup>b</sup> Department of Earth Sciences, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Via S. Eufemia 19, I-41100 Modena, Italy

<sup>c</sup> Department of Chemistry, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Via G. Campi 183, I-41100 Modena, Italy

<sup>d</sup> Department of Molecular Pathology and Innovative Therapies, Occupational Medicine Section, Università Politecnica delle Marche, via Tronto n 10/A, I-60020 Torrette Ancona, Italy

# L'amianto si converte in KRY·AS: Da problema a risorsa!

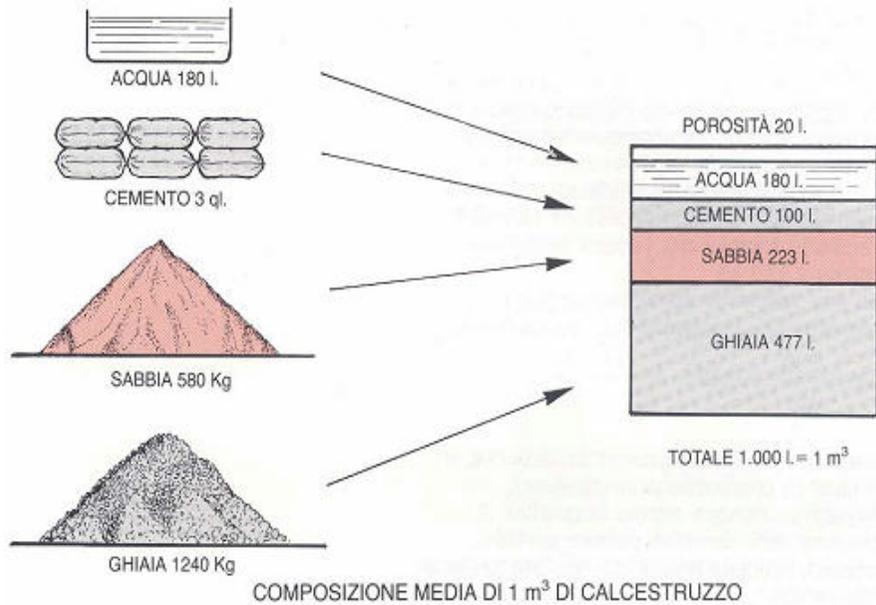
Il **KRY·AS**, riciclabile secondo il D.M. 12/02/1997, D.Lgs 152, 03-04-2006 “*Codice ambientale*” è una **MPS** (formata da una miscela di silicati di Ca, Mg, Al e Fe)

## Riciclo

- Calcestruzzo
- Filler plastiche
- Smalti e pigmenti ceramici
- Tegole e mattoni
- Produzione di lana di vetro/roccia



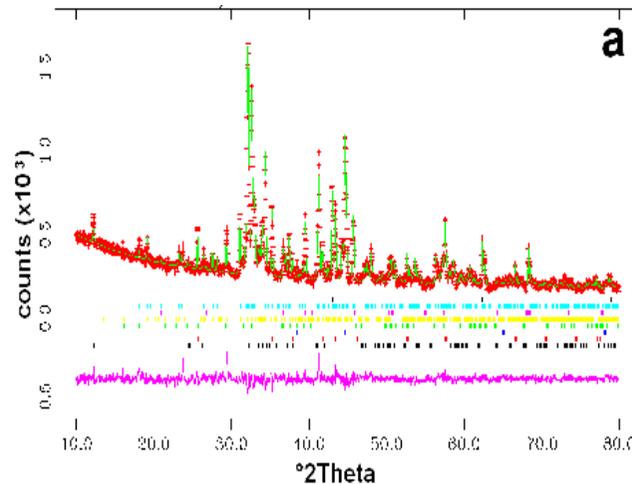
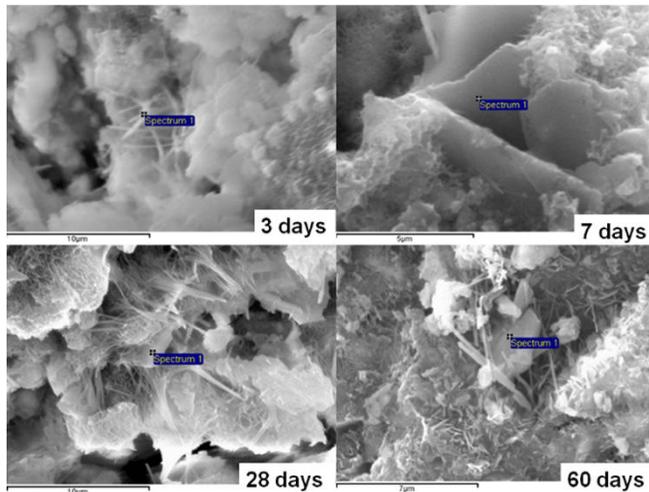
# Il riciclo nel calcestruzzo



Composizione media di 1 m<sup>3</sup> di cls  
(Giannini, 2005)

Scopo: studiare la sostituzione del cemento che compone il calcestruzzo KRY•AS (da 5 a 20 wt%).

- prove di laboratorio (SEM e diffrazione qualitativa)
- prove tecnologiche (*lab TecnoPiemonte*)



# Il riciclo nei ceramici tradizionali

Sono state eseguite diverse prove di riciclo direttamente all'interno di un impasto da grès porcellanato, vedi:

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

 ELSEVIER

 ScienceDirect

**Journal of Hazardous Materials**

[www.elsevier.com/locate/jhazmat](http://www.elsevier.com/locate/jhazmat)

The transformation sequence of cement–asbestos slates up to 1200 °C and safe recycling of the reaction product in stoneware tile mixtures

A.F. Gualtieri<sup>a,\*</sup>, C. Cavenati<sup>b</sup>, I. Zanatto<sup>b</sup>, M. Meloni<sup>b</sup>, G. Elmi<sup>c</sup>, M. Lassinanti Gualtieri<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e R.E., Via S. Eufemia 19, I-41100 Modena, Italy

<sup>b</sup> ZETADI S.r.l., Via dell'Artigianato 10, I-21010 Ferno (VA), Italy

<sup>c</sup> GE.PR.IN. S.r.l., Via Vaccari 48, I-41100 Modena, Italy

<sup>d</sup> Dipartimento di Fisica, Università di Modena e R.E., Via Campi 213/a, I-41100 Modena, Italy

Received 2 May 2007; received in revised form 6 July 2007; accepted 6 July 2007

*Oggi vengono prodotte lastre ceramiche:*



# Tecnologie di trattamento di rifiuti contenenti amianto (RCA) e riciclo per la produzione di piastrelle ceramiche, nell'ottica di una economia circolare

- **Scopo:** riciclo della **MPS** ottenuta dalla trasformazione termica del cemento-amianto in impasti ceramici per grès porcellanato. (*End of Waste, EoW*)
- Il prodotto finito dovrà rispettare quanto richiesto dalle normative **REACH** e **CLP** nell'ottica di “*no data no market*” e garantire sicurezza agli utilizzatori di tale prodotto.
- Questo progetto rientra nelle tematiche **dell'economia circolare**
- Rappresenta una grande opportunità in termini di sviluppo occupazionale ed economico ed anche per la risoluzione di annosi e gravi problemi come quello della gestione dei rifiuti, della reperibilità delle materie prime, dell'efficienza energetica e delle ingenti spese per le importazioni

# Fasi del progetto

- 1.** Reperimento dell'EoW
- 2.** Valutazione dei parametri chimico-fisici dell'EoW
- 3.** Introduzione dell'EoW negli impasti per grès porcellanato
- 4.** Applicazione dei regolamenti REACH e CLP
- 5.** Caratterizzazione chimico-fisica e tecnologica degli impasti a base di EoW
- 6.** Valutazione della composizione degli impasti a base di EoW in termini di sicurezza
- 7.** Ottimizzazione del processo industriale



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Cleaner Production

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jclepro](http://www.elsevier.com/locate/jclepro)



## Recycling of thermally treated cement-asbestos for the production of porcelain stoneware slabs

Maria Laura Ligabue <sup>a</sup>, Alessandro F. Gualtieri <sup>a,\*</sup>, Magdalena Lassinantti Gualtieri <sup>b</sup>,  
Daniele Malferrari <sup>a</sup>, Gigliola Lusvardi <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Chemical and Geological Sciences, University of Modena and Reggio Emilia, Via G. Campi 103, 41125, Modena, Italy

<sup>b</sup> Department of Engineering "Enzo Ferrari", University of Modena and Reggio Emilia, Via P. Vivarelli 10, 41125, Modena, Italy



# Fritte e grandi formati

## 1. Punto di partenza:

- Fritta commerciale ( $F_{ref}$ )
- KRY - AS

Caratterizzazioni: *mineralogia, composizione, granulometria, termogravimetria*

## 2. Nuove fritte (**F1; F2**)

Materie prime:

- *KRY - AS*
- *Vetro riciclato*
- *K-feldspato*
- *Caolino*

## 3. Miscela:

*Atomizzato*

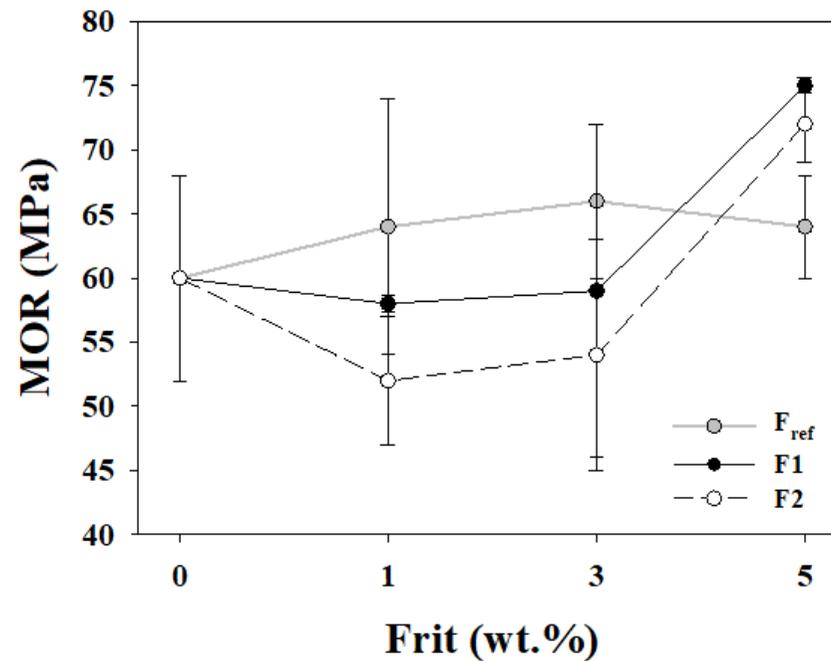
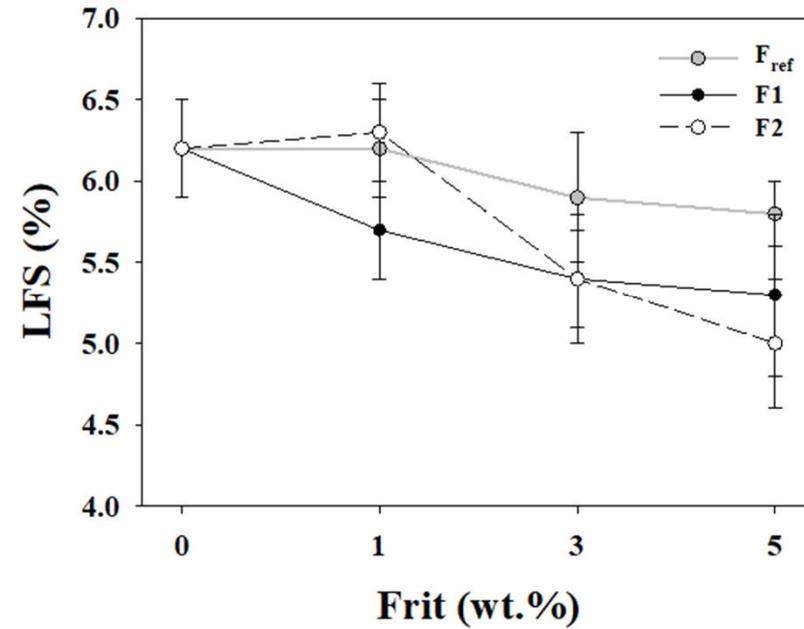
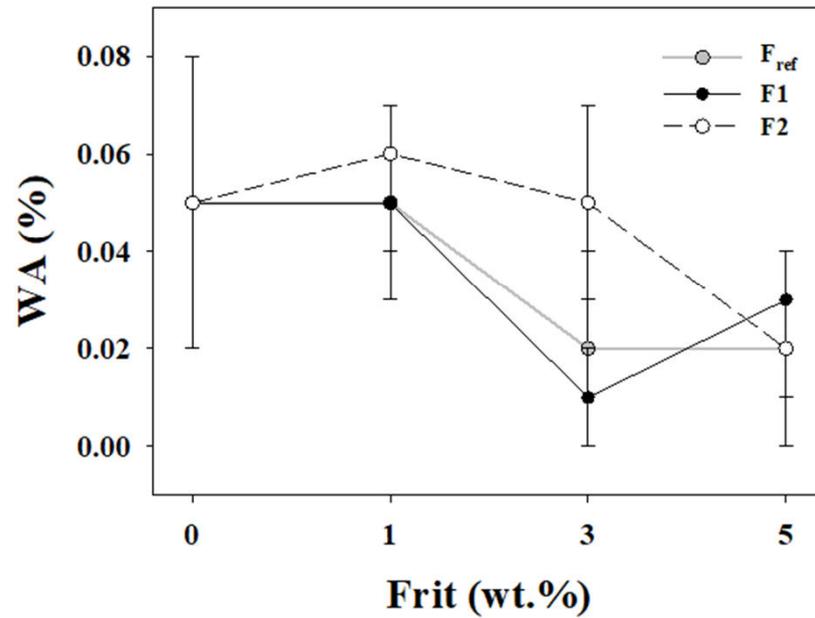
+

**1, 3 or 5 % wt** di fritta  
( $F_{ref}$ , F1 or F2)

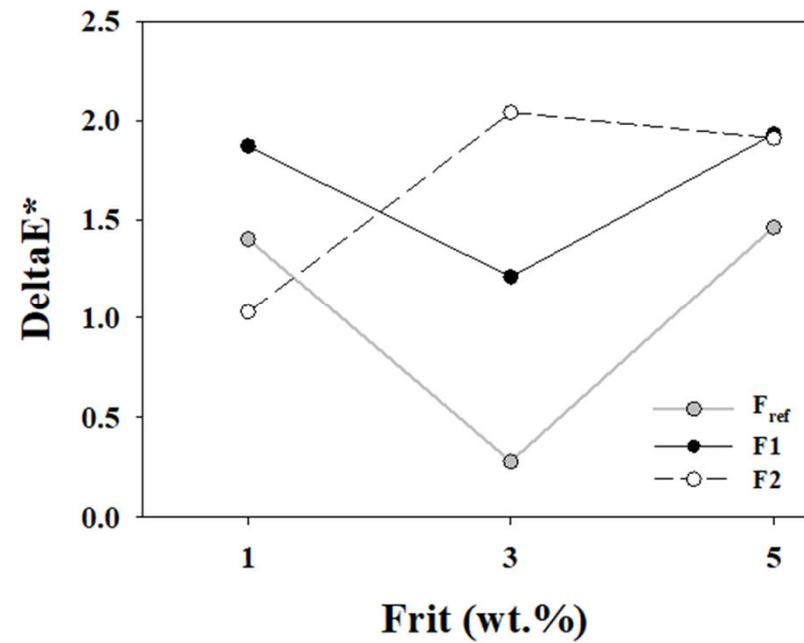
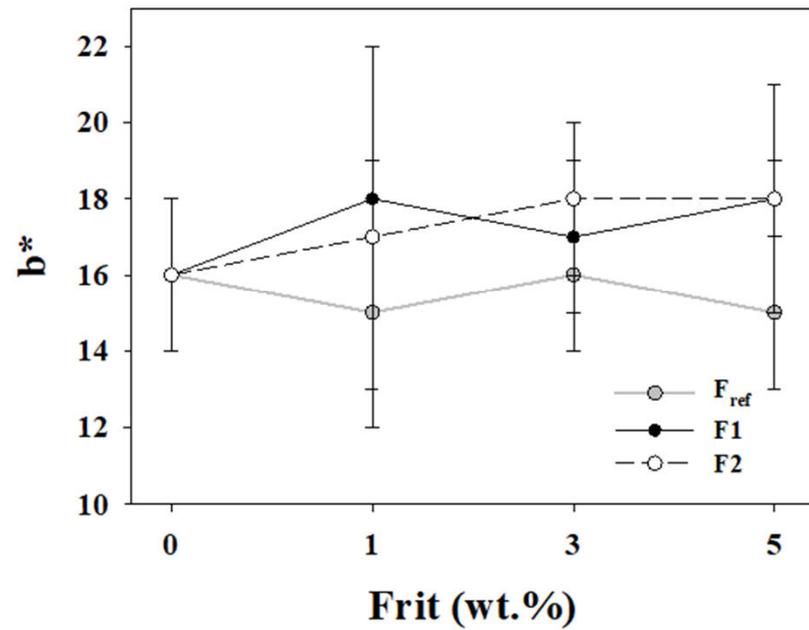
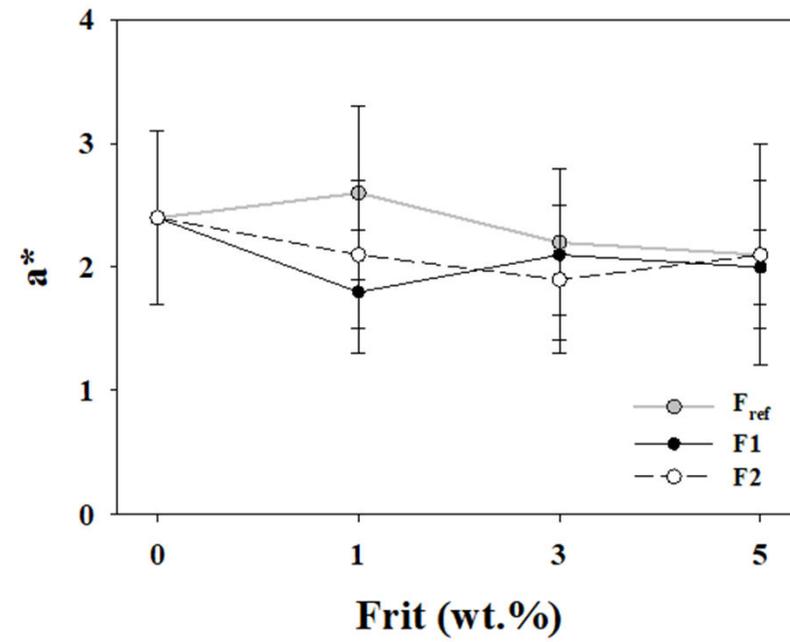
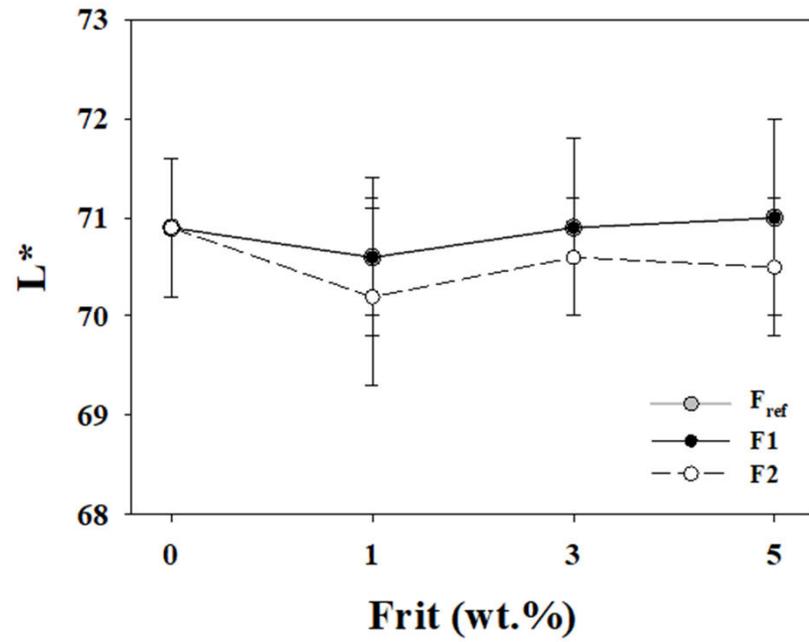
# Composizione chimica

% wt	LOI	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<b>KRY·AS</b>	9.65	0.26	9.52	4.07	24.86	0.00	0.29	48.34	0.21	0.07	2.72
<b>Vetro riciclo</b>	2.42	12.26	2.50	2.84	69.31	0.02	0.77	9.24	0.14	0.05	0.47
<b>Caolino</b>	12.30	0.30	0.30	33.50	51.30	/	0.90	0.20	0.50	/	0.70
<b>K-feldspato</b>	0.10	0.70	/	17.00	65.50	/	14.00	/	/	/	/
<b>F1</b>	0.00	2.50	4.22	14.55	52.46	0.00	3.47	21.14	0.22	0.04	1.40
<b>F2</b>	0.00	6.53	5.51	4.25	54.57	0.00	0.80	26.47	0.16	0.05	1.65
<b>F<sub>ref</sub></b>	0.00	1.32	9.54	18.49	50.01	0.00	1.07	19.24	0.0	0.01	0.22

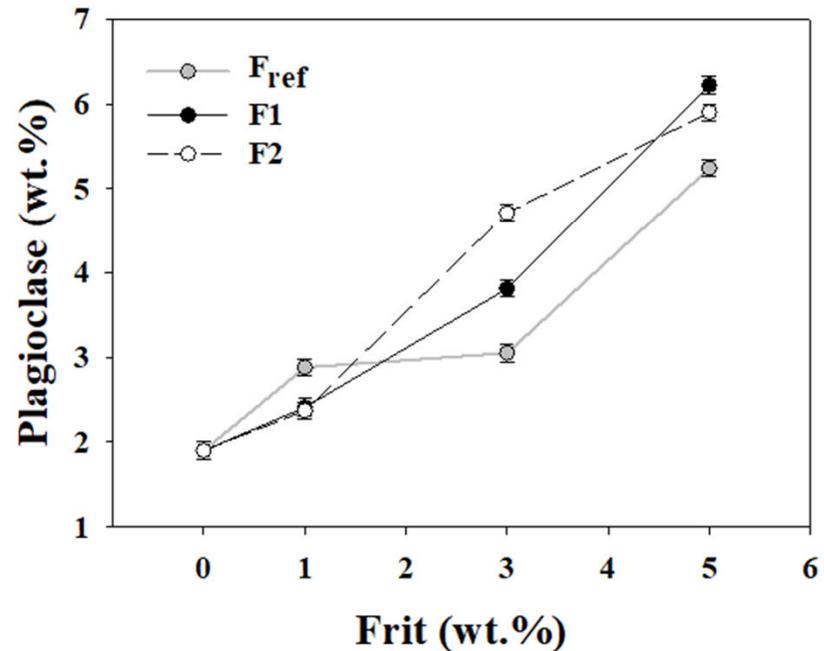
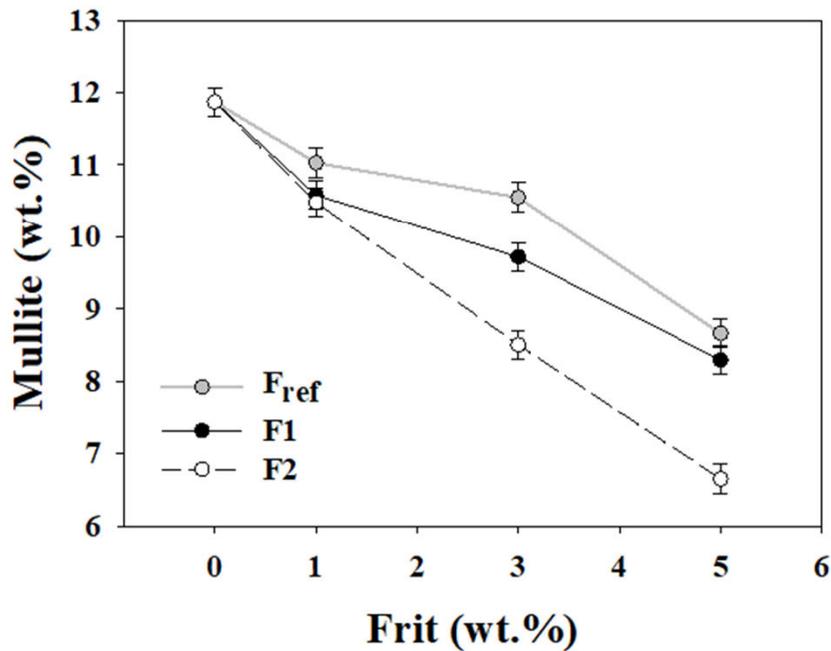
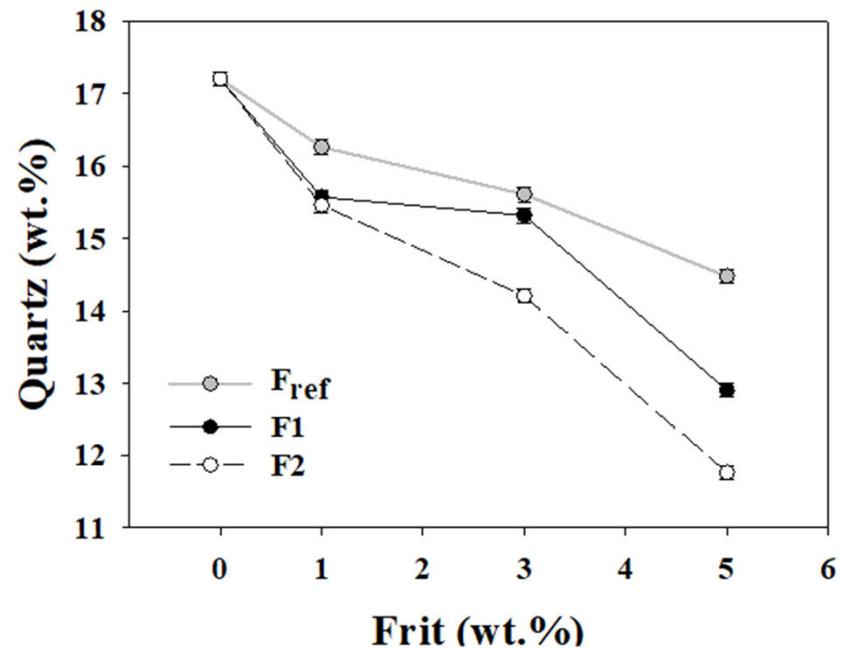
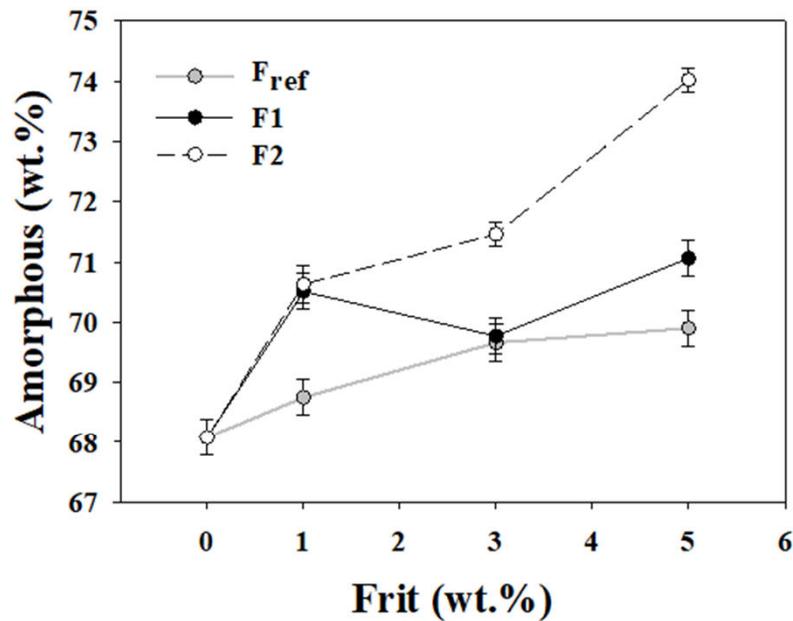
# Assorbimento d'acqua, ritiro e modulo di rottura



# Colorimetrica



# Analisi quantitativa delle fasi principali



# La prova industriale



Questo progetto è stato supportato finanziariamente da



MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

tramite il *Decr. Dir. Min. Ric-Dec\_2017\_0000196, 22/12/17,*

“Tecnologie di trattamento di rifiuti contenenti amianto (RCA) e riciclo per la produzione di piastrelle ceramiche, nell’ottica di una economia circolare”.

 **ITALGRANITI GROUP**

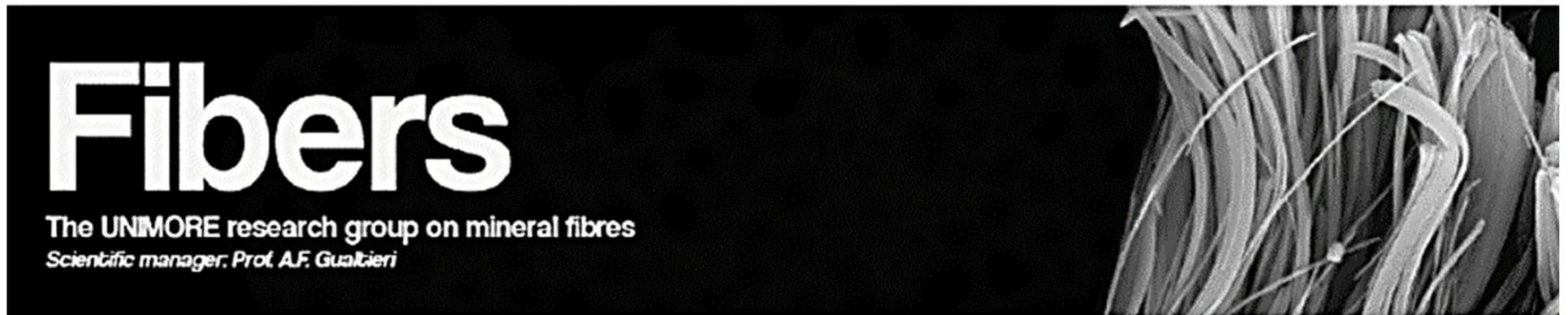


**SMALTICERAM**  
COLORIFICIO CERAMICO



**VETRICERAMICI**  
FIPIC

# Grazie per l'attenzione



<https://fibers.unimore.it/>