



**Waste
Management
Europe**

Exhibition & Conference

Transforming Waste into Resource.
Innovate, Collaborate, Sustain.

9-11 April, 2024
Bergamo, Italy

Progetto Re.Wo: riciclaggio di lana minerale esausta in materia prima secondaria

*Re.Wo project: REcycling mineral WOol waste
into high-value products*

Project 101113855 - LIFE22-ENV-IT-LIFE ReWo



Co-funded by
the European Union



Alessandro F. Gualtieri

*Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche,
Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia*

Project 101113855 – LIFE22-ENV-IT-LIFE ReWo



**Co-funded by
the European Union**



Gli attori del progetto Re.Wo

Project 101113855 - LIFE22-ENV-IT-LIFE ReWo



Promotori dell'iniziativa



Zetadi Srl

Ricerca Scientifica



Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia
Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche
Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari"



CNR ISSMC

Ingegneria e progettazione



Swiss Melting Technologies Sa



TVT Termoventiltecnica S.r.l.

Riciclo



SGS SIBELCO

Ricerca emissioni in atmosfera



Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)
Istituto sull'Inquinamento Atmosferico (IIA)



Neosis S.r.l. – Consulenze, analisi e tecnologie ambientali

Consulenza



Life Cycle Engineering S.p.a.



LATA Laboratorio LATA Srl



Introduzione

economia lineare



VS.

economia circolare





End of waste e mps

- Il termine *End of Waste* identifica un **processo di recupero** eseguito su un rifiuto, al termine del quale esso perde tale qualifica per acquisire quella di **prodotto**. *End of waste* quindi non è il risultato finale bensì il processo che permette ad un rifiuto di tornare a svolgere un ruolo utile come prodotto (***materia prima secondaria o mps***).
- Un rifiuto è soggetto all'*End of Waste* quando viene sottoposto ad un'operazione di recupero e soddisfa criteri specifici (art. 184 ter del D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii.):
 - a) è comunemente **utilizzato per scopi specifici**;
 - b) esiste un **mercato** o una domanda per tale sostanza od oggetto;
 - c) **soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici** e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti;
 - d) Il suo **utilizzo non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente** o sulla salute umana.

Le lane minerali - classificazione

**LA LANA MINERALE È UN MATERIALE ISOLANTE
AMPIAMENTE DIFFUSO A LIVELLO GLOBALE**

wt.%	Lana di Roccia 	Lana di Vetro 
SiO ₂	41,9	61,7
Al ₂ O ₃	23,3	1,0
Fe ₂ O ₃	5,3	0,1
CaO	12,0	7,2
MgO	4,3	2,9
BaO	0,4	-
Na ₂ O	7,4	16,1
K ₂ O	4,6	0,6
P ₂ O ₅	0,1	1,0
TiO ₂	0,3	0,1
B ₂ O ₃	-	9,2
SO ₃	-	0,1

Lane di vetro e lane di roccia

Le lane minerali – mercato e gestione dei rifiuti

GLOBALE



Le lane minerali rappresentano la **tipologia** di isolante **più utilizzata** nel **mondo** (mercato con ca. **7-8M di m³ di prodotto installato annualmente**).

EUROPEO



La lana di vetro e di roccia rappresenta oggi più del **50% del mercato europeo** dell'isolamento termico

ITALIANO

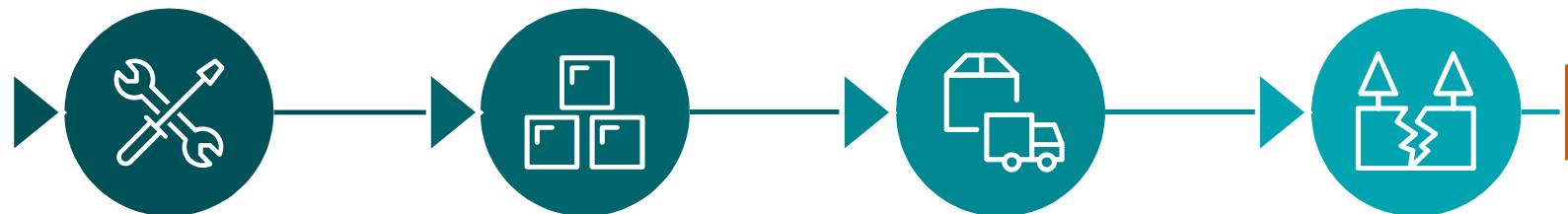


La produzione italiana di lane e **filati di vetro** è stata nel **2022 pari a ca. 105k ton** con una **importazione di ca. 172k ton** (assovetro.it/dati-di-settore).

- L'attività di bonifica genera una grande quantità di **“vecchi”** e **“nuovi” prodotti** che non è possibile separare durante le operazioni di rimozione in cantiere → in molti paesi europei il mix di rifiuti **“vecchi”** e **“nuovi”** è classificato come **pericoloso**.
- In Europa vengono prodotti **oltre 2,5M di ton di rifiuti di mix ogni anno**, classificato quasi interamente come rifiuto pericoloso.

Le lane minerali – rifiuto pericoloso

AL TERMINE DEL SUO CICLO DI VITA, LA LANA MINERALE ESAUSTA VIENE **CONFERITA IN DISCARICHE AUTORIZZATE**



RIMOZIONE

Gli operatori procedono alla rimozione dei **rifiuti classificati** come **lane minerali**

IMBALLAGGIO

La messa in sicurezza del rifiuto avviene attraverso l'**incapsulamento** in **big-bag omologati**

STOCCAGGIO

Temporaneo stazionamento presso **impianti di stoccaggio** per il successivo invio a smaltimento

SMALTIMENTO

Conferimento presso **discariche autorizzate** per deposito definitivo in apposite celle

Le proprietà della lana minerale (bassa comprimibilità, comportamento elastico, volume elevato e bassa densità apparente) richiedono grandi capacità di trasporto e scarica per tale tipologia di rifiuti.

Eventuale processo di ottimizzazione volumetrica tramite pressatura

CLASSE RIFIUTO

Le possibili classificazioni per i rifiuti di **lana minerale** sono:
CER **17.06.03*** (pericoloso)
CER **17.06.04** (non pericoloso)

Processo Re.Wo

Progetto di ricerca per lo sviluppo di un processo innovativo per il recupero di rifiuti di lana minerale (CER 170603* - 170604)



TECNOLOGIA

Monitoraggio continuo del processo per l'ottimizzazione dell'impianto industriale dal punto di vista economico ed ambientale



EMISSIONI

Rilevazione ed analisi delle emissioni in atmosfera rispetto ai parametri dettati dalla normativa in vigore



MATERIALE DI RECUPERO

Campionamento ed analisi di laboratorio per certificare la completa trasformazione del materiale in uscita

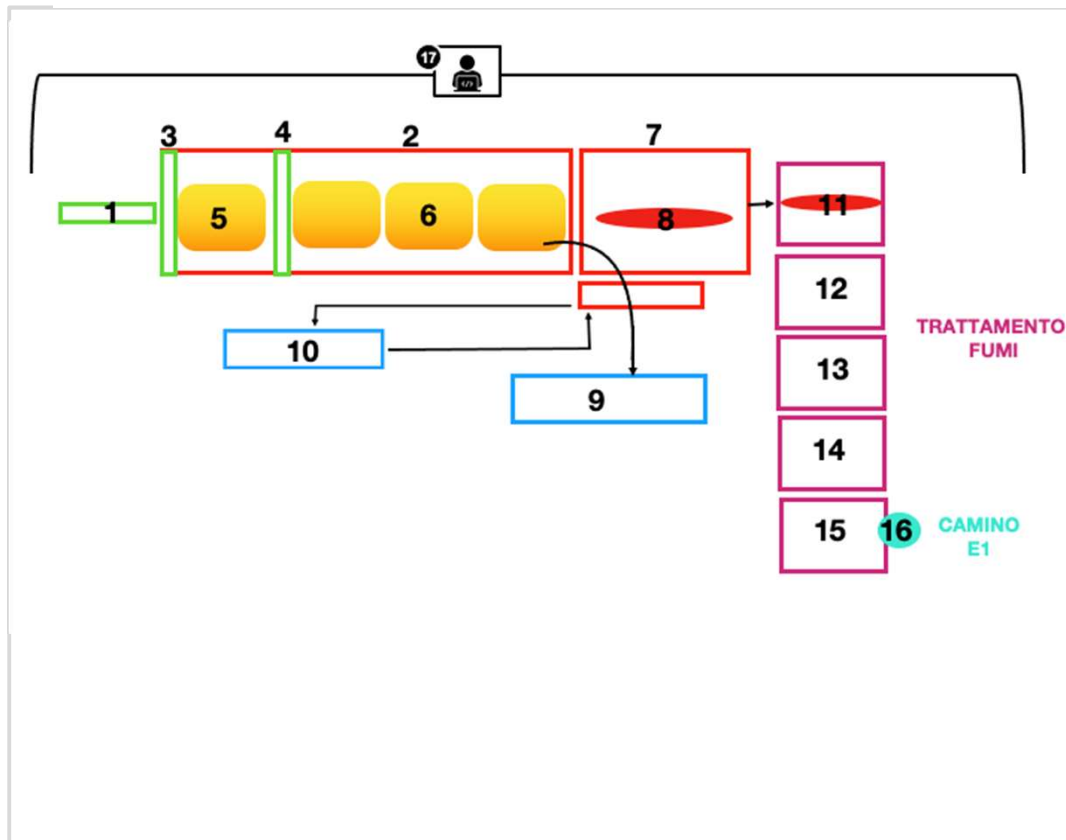


Brevetto italiano N. 102021000002246 "Apparato per il trattamento di rifiuti contenenti lana minerale". Data di deposito 2 Febbraio 2021.
European Patent EP 22153845.7 "Apparatus for treating waste containing mineral wool". Filing date March 18, 2022.

Processo Re.Wo – impianto pilota

SCHEMA FUNZIONALE CON IL DETTAGLIO DELLE PRINCIPALI FASI DI TRATTAMENTO

SCHEMA FUNZIONALE PER BLOCCHI LOGICI



DESCRIZIONE

1. SPINTORE PER AVANZAMENTO DEL MATERIALE
2. TUNNEL DI CARICO/PRERISCALDO
3. PORTA LATERALE DEL CONDOTTO DI SPINTA
4. PORTA DI SEZIONAMENTO
5. ULTIMA "BALLA" CARICATA
6. "BALLE" GIÀ CARICATE
7. FORNO FUSORIO CAMERA FUSORIA REFRAITTARIA CON BACINO RAFFREDDATO AD ACQUA
8. SISTEMA DI BRUCIATORI
9. VASCA DI SCARICO MATERIALE FUSO (IN ACQUA)
10. CIRCUITO RAFFREDDAMENTO BACINO (POMPE E CHILLER)
11. OSSIDATORE CON BRUCIATORI
12. UNITA' SNCR
13. QUENCH
14. REATTORE
15. FILTRO A MANICHE
16. CAMINO E1
17. SISTEMA DI MONITORAGGIO

Processo Re.wo

Campagna sperimentale – impianto sperimentale in funzione



Processo Re.wo

Campagna sperimentale – il prodotto della fusione



Processo Re.wo

La campagna di monitoraggio delle emissioni ha permesso di ottimizzare il sistema di trattamento dei fumi.

INQUINANTI ATTESI

CO

NO_x

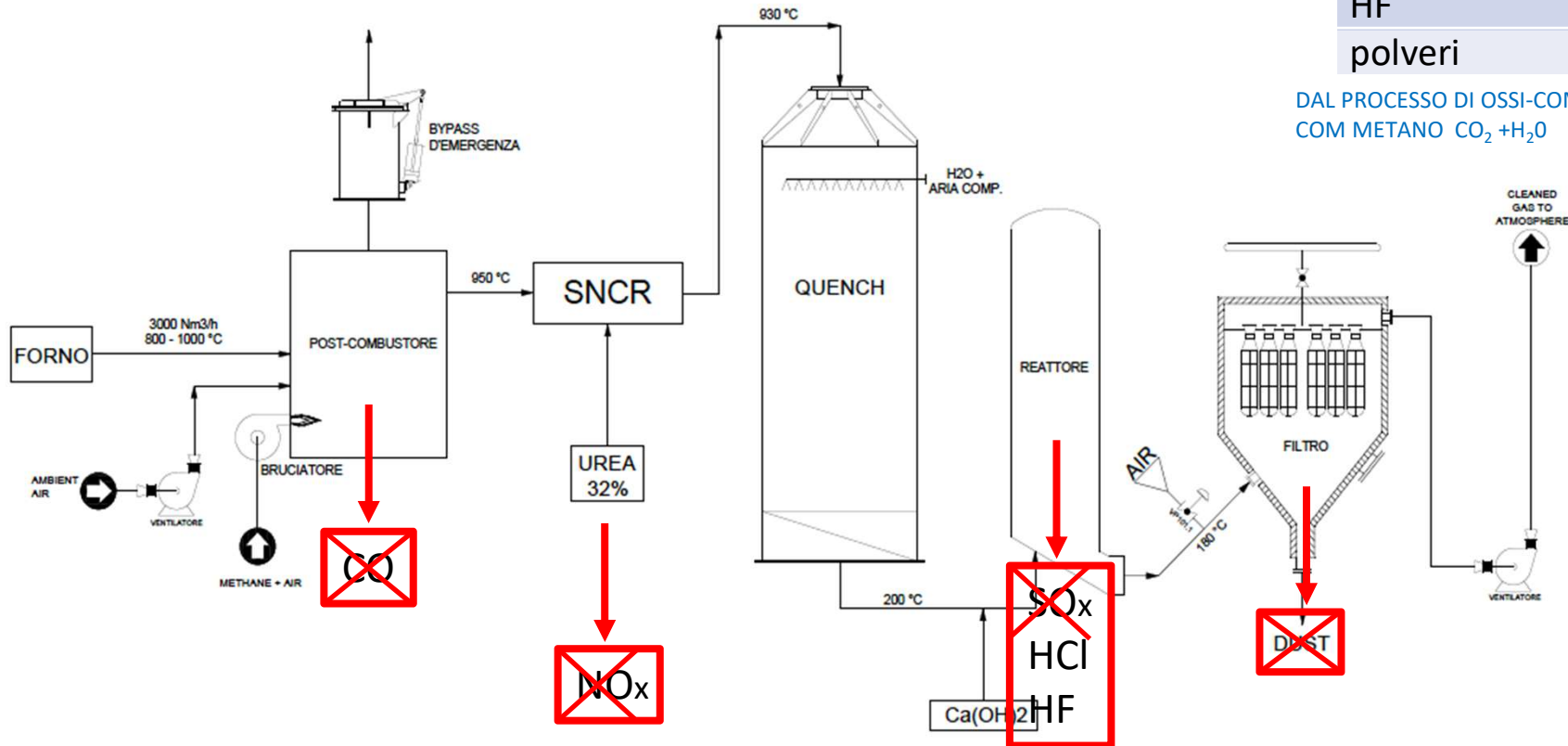
SO_x

HCl

HF

polveri

DAL PROCESSO DI OSSIDI-COMBUSTIONE
CON METANO CO₂ + H₂O

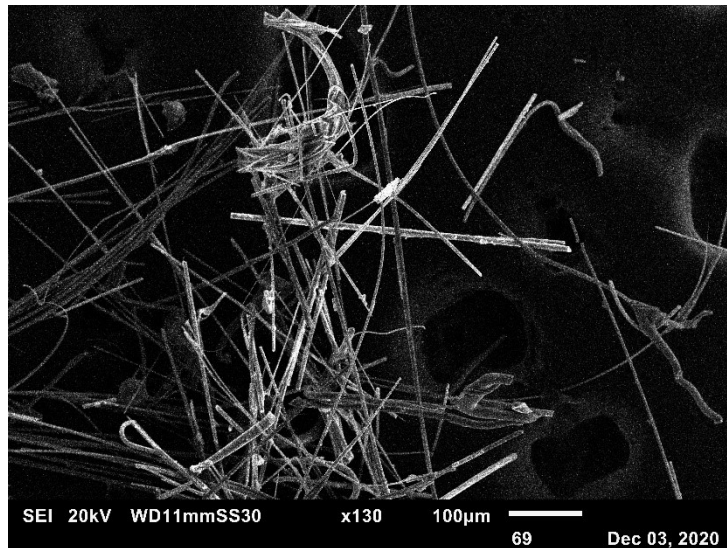


IL PROGETTO PREVEDE L'UTILIZZO DELLE BAT SIA NELLA GESTIONE DEI RIFIUTI CHE PER LA PRODUZIONE DI VETRO-FRITTE

Processo Re.wo – caratteristiche della mps

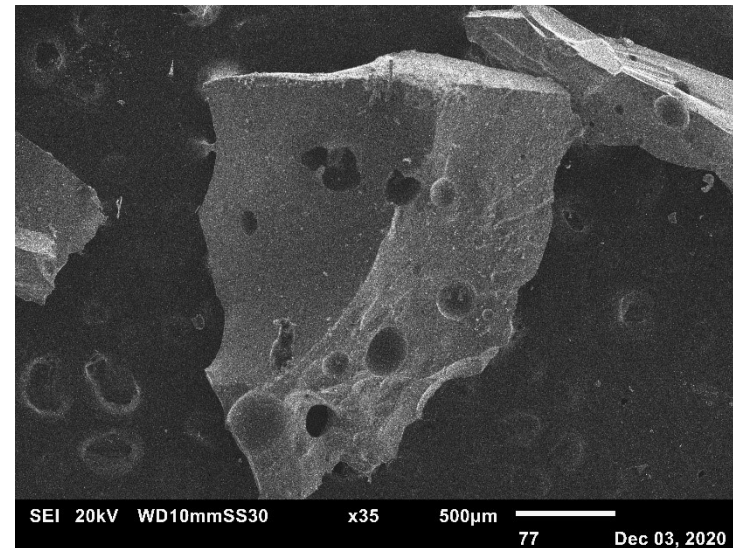
I RISULTATI MOSTRANO UNA COMPLETA TRASFORMAZIONE DELL'ABITO CRISTALLINO ORIGINALE DELLE FIBRE DI LANA MINERALE, ELIMINANDONE LA PERICOLOSITÀ

PRIMA



**Fibre di lana minerale inalabili,
pericolose per la salute dell'uomo
(tossicità del rifiuto)**

DOPO



**Fusione totale delle fibre di lana
minerale, generando un vetro
compatto con tipica frattura
concoide**

Processo Re.wo – caratteristiche della mps

ppm	Ni	Co	Cr	V	Ce	Nd	Ba	La	Zr	Y	Sr	Rb	Pb	As	Zn	Cu	Cd	S	Cl
VETRO1	61	22	229	157	79	37	234	37	437	34	375	14	14	< DL	368	35		91	72
VETRO2	74	32	363	156	88	35	235	36	422	36	370	14	7	< DL	378	35		96	53
VETRO3	71	25	290	158	97	33	227	30	414	34	374	13	13	< DL	367	35		88	51
VETRO4	350	33	1245	156	59	22	224	26	882	26	327	7	7	< DL	447	49		52	57
VETRO5	231	43	833	203	93	25	374	37	1300	24	681	8	6	< DL	342	65		80	97
VETRO6	316	58	614	219	100	45	383	39	1174	29	579	11	27	< DL	1302	86		208	94
VETRO7	784	48	3092	116	44	15	396	23	602	13	284	9	70	< DL	1544	106	15	268	144
VETRO8	271	36	541	139	73	22	398	26	1034	18	447	8	55	< DL	1035	126	< DL	274	108
VETRO9	310	32	1515	139	78	29	522	38	724	21	440	19	37	< DL	1482	75	< DL	154	152
media	274	37	969	160	79	29	333	32	777	26	431	11	26	-	807	68	5	146	92
dev.std	210	11	855	30	17	9	100	6	319	7	119	4	22	-	496	31	-	80	36

Allegato XVII REACH:

-6. **fibre di amianto:** NON PRESENTI

-17. solfati di **Pb:** NON PRESENTI

-23. **Cd:** misurato in un solo campione ma NON CEDIBILE

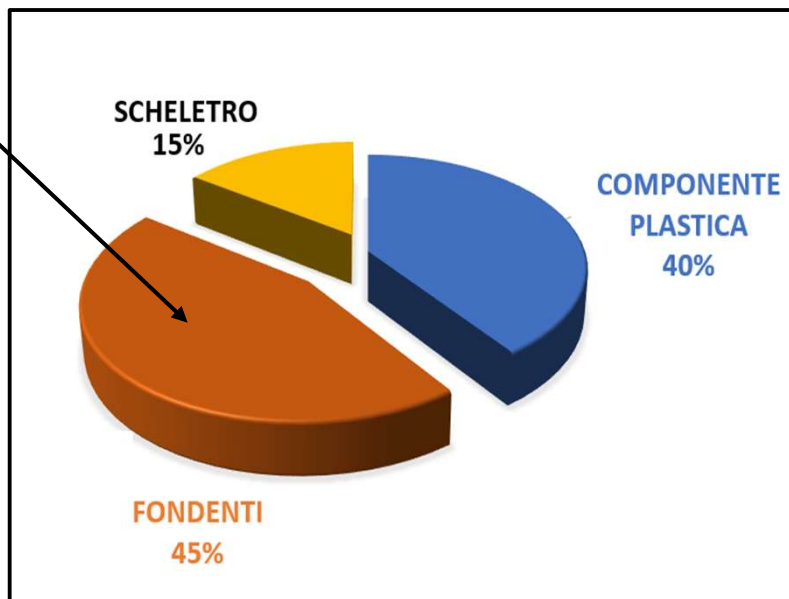
-27. **Ni:** presente, con un valore medio di 274 ppm ma NON CEDIBILE (valore di 1 µg/l)

-47. Composti del **Cr** esavalente: NON PRESENTI

-63. **Pb:** presente, con un valore medio di 26 ppm ma NON CEDIBILE (valore < 1 µg/l)

Riciclo della mps nelle miscele per lastre di grès porcellanato

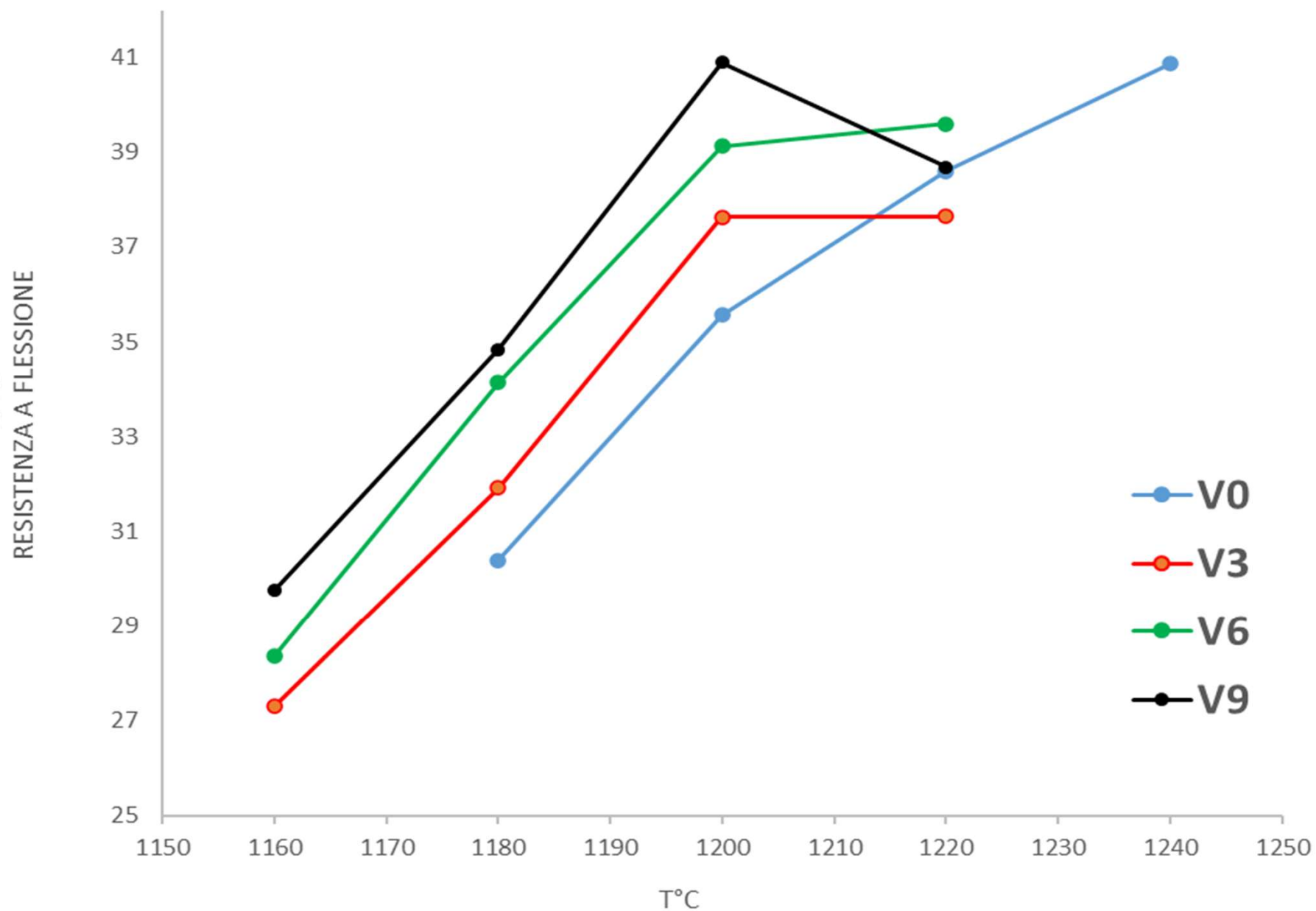
mps Re.wo	
%	mps
SiO ₂	43.66
Al ₂ O ₃	13.45
TiO ₂	1.18
Fe ₂ O ₃	8.52
CaO	19.89
MgO	10.78
K ₂ O	0.57
Na ₂ O	1.57
ZrO ₂	-
P ₂ O ₅	0.07
MnO	0.31
Totale	100



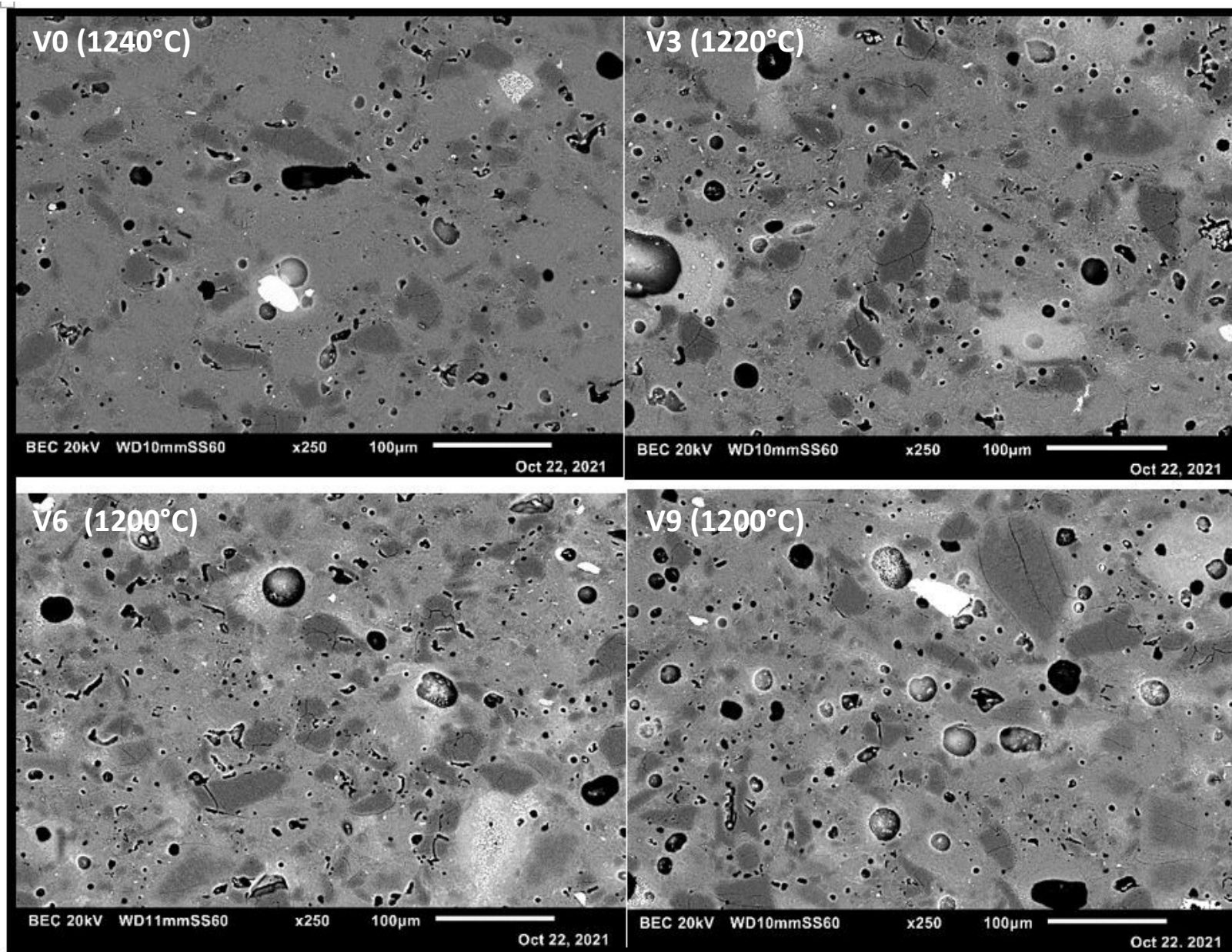
FORMULAZIONI

	V0	V3	V6	V9
ARGILLE				
argilla ucraina	35	35	35	35
caolino tedesco	5	5	5	5
FELDSPATI				
feldspato turco	45	42	39	36
sabbia italiana	3	3	3	3
SABBIA QZ				
sabbia italiana 2	12	12	12	12
VETRO				
mps Re.wo	0	3	6	9
totale (%)	100	100	100	100

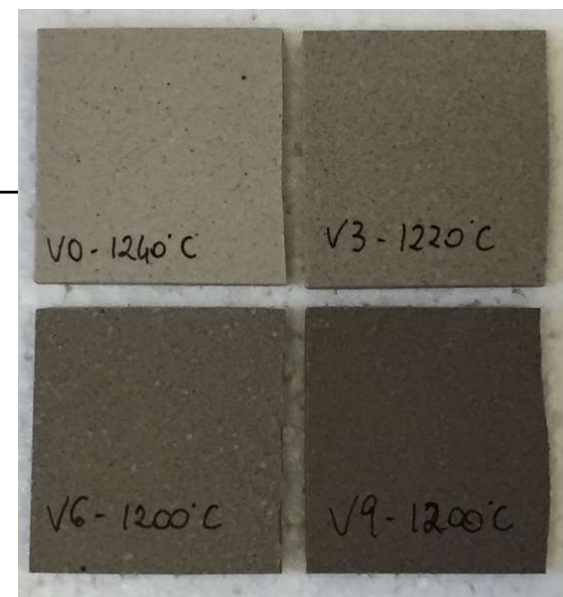
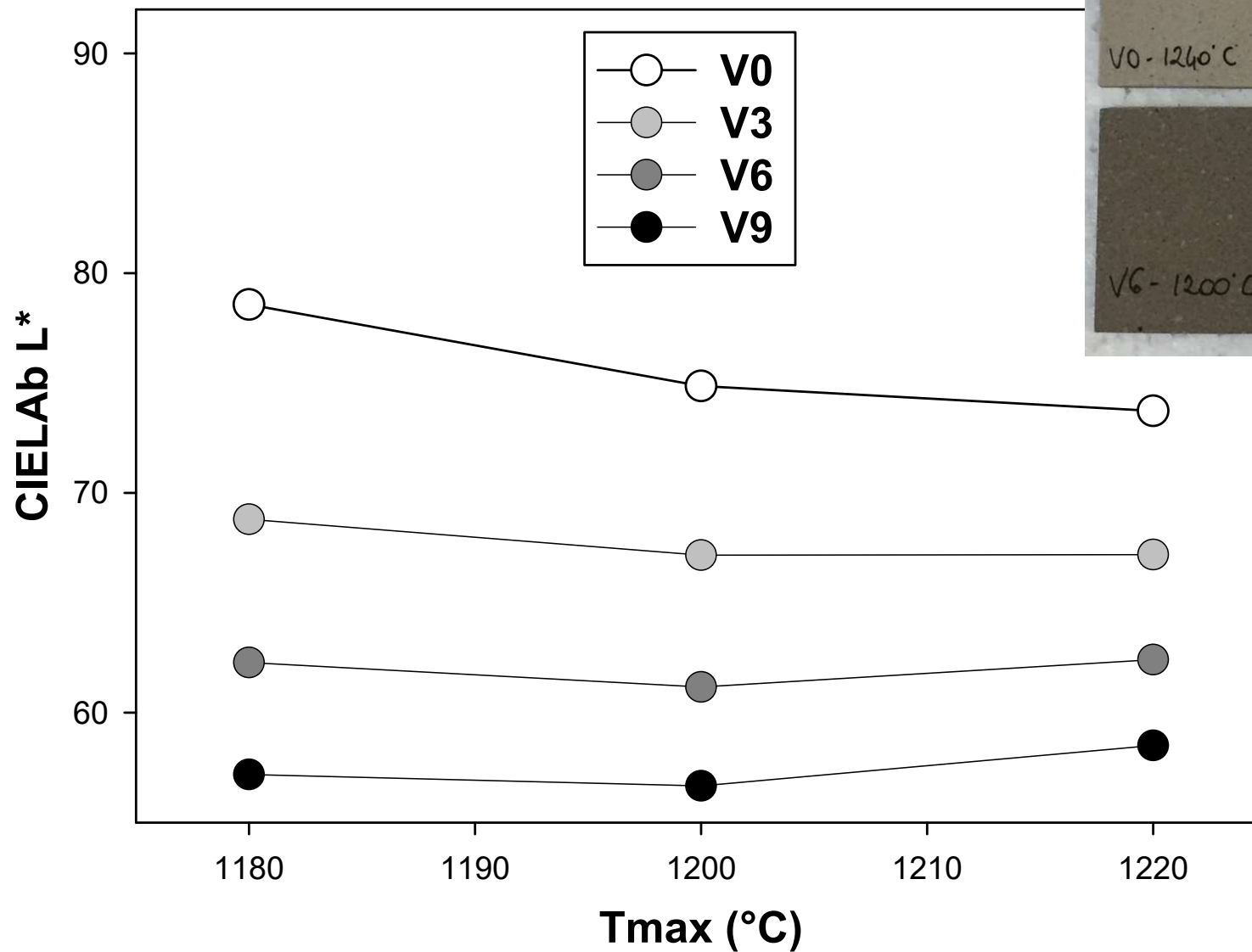
Riciclo della mps nelle miscele per lastre di grès porcellanato



Riciclo della mps nelle miscele per lastre di grès porcellanato



Riciclo della mps nelle miscele per lastre di grès porcellanato



Riciclo della mps nelle miscele per lastre di grès porcellanato



- **Problematiche** evidenziate da uno studio esplorativo condotto da un'azienda ceramica:
 1. Alto tenore di ferro che condiziona fortemente il colore dell'impasto ceramico
 2. Variabilità composizionale della mps



- **Soluzioni/considerazioni?**
 - Omogeneizzazione dell'mps ad impianto avviato;
 - La «bassa» produttività dell'impianto non consente in ogni caso l'utilizzo della mps in alte percentuali nell'impasto;
 - Emergenza approvvigionamento argille! Reformulare i paradigmi (estetici) di produzione: *pasta chiara*?

Riciclo della mps nelle miscele per lastre di grès porcellanato


Prodotti della ricerca

Waste and Biomass Valorization (2023) 14:1721–1736
<https://doi.org/10.1007/s12649-022-01959-8>

ORIGINAL PAPER



Recycling the Product of Thermal Inertization of Man-Made Vitreous Fibres for the Manufacture of Stoneware Tiles

Rossella Arletti^{1,2}  · Sonia Conte³ · Chiara Zanelli³ · Matteo De Iulii¹ · Dario Di Giuseppe¹ ·
Valentina Scognamiglio¹ · Daniele Malferrari^{1,2} · Michele Dondi³ · Alessandro F. Gualtieri^{1,2}

Received: 22 July 2022 / Accepted: 16 October 2022 / Published online: 29 October 2022
© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature B.V. 2022



Vetri che non si riciclano

Un ringraziamento a tutti voi dell'attenzione!