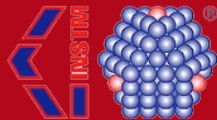


1222-2022
800
ANNI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Borsa di Ricerca
*"Studio dell'inglobamento di sabbie di fonderia in conglomerati
innovativi basati sull'attivazione alcalina di vetri di scarto"*

29.05.2023

Francesco Cammelli, M.Sc.

POTENZIALITÀ E CRITICITÀ NEL RICICLO DELLE SABBIE DI FONDERIA

Evento finale del progetto
"Nuovi processi di riciclo per le sabbie di fonderia:
innovazione finalizzata all'ottenimento di materiali ad alto valore aggiunto"



IUSS

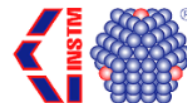


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA

Fondazione
CARIPLO



ASSEFOND
ASSOCIAZIONE ITALIANA FONDERIE



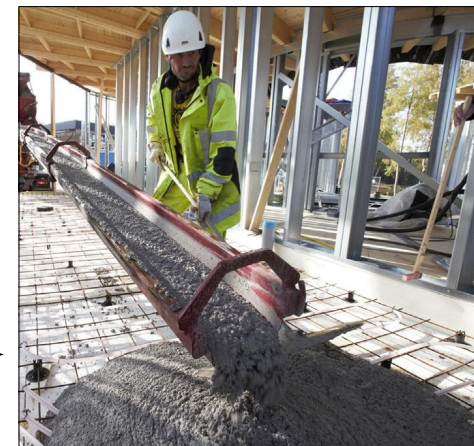
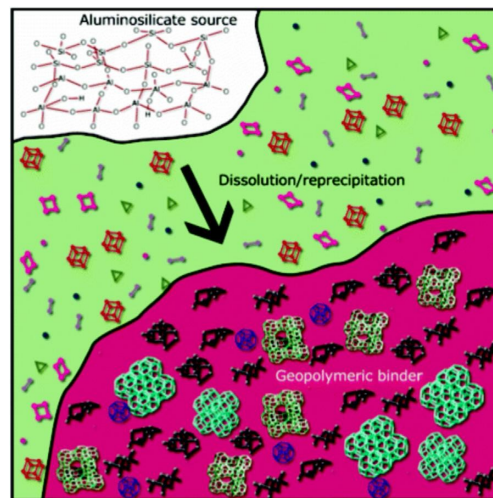
Responsabile scientifico:
Prof. Enrico Bernardo

Titolare della Borsa:
Dott. Francesco Cammelli

0. Attivazione alcalina: cenni generali



ALKALI
ACTIVATION →



Cemento a base di loppa di altoforno ad attivazione alcalina, utilizzato a Lohja, Finlandia, 2020 (da T. Lukkonen, *Alkali-Activated Materials in Environmental Technology Applications*, 2022)

- **Riciclo di un rifiuto** altrimenti depositato in discarica
- Utilizzo di **minime quantità di materiale vergine** (< 5% di idrossidi alcalini)
- Ottenimento di **calcestruzzi ecologici** ed altri materiali da costruzione: **aumento del valore del rifiuto!**

1. Attivazione alcalina del vetro: il processo generale



Vetro boro-allumino-silicato
($\phi < 72 \mu\text{m}$)
o sodalime
($\phi < 32 \mu\text{m}$)

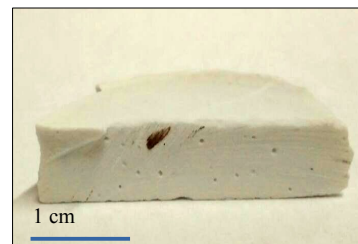


1. Attivazione alcalina:

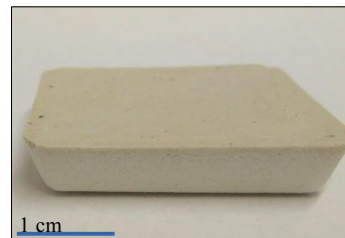
NaOH/KOH 2.5-5M,
mix 3h @ 20-40°C

+ **aggiunta delle sabbie al
termine**

2. **Essiccazione:** in forno a
40°C per 1-2 settimane



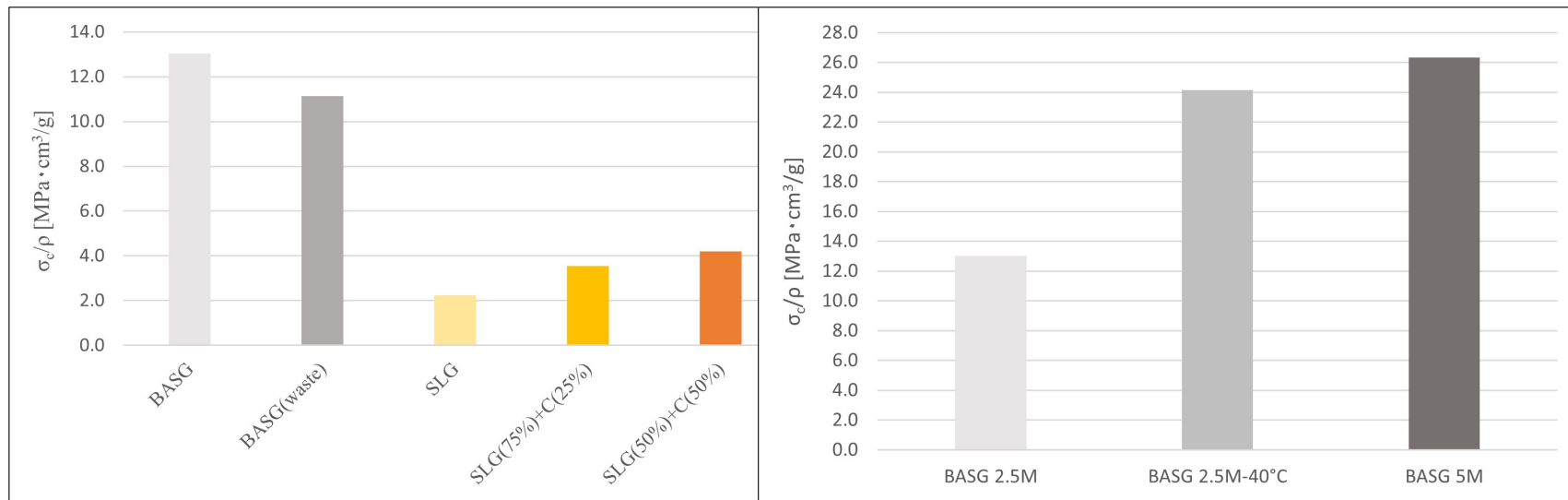
- **Dissoluzione parziale** delle
particelle di vetro polverizzato
da parte della soluzione
alcalina



- **Ricondensazione** durante il
processo di essiccazione, con
formazione di nuovi legami Si-
O-Si e Si-O-Al

2. Attivazione alcalina del vetro: l'influenza delle variabili in gioco

- La tipologia del vetro influenza le performance meccaniche finali: presenza di impurezze, tipologia, additivazione durante il processo di attivazione alcalina
- L'incremento di materiale dissolto migliora le performance meccaniche finali: aumento di temperatura di reazione, aumento di concentrazione della soluzione alcalina



3. Inglobamento delle sabbie di fonderia: tre casi modello



Sabbia "11-A"



Sabbia "26-A"



Sabbia "31-A"

11-A	C 15,23 - O 3,7 - Na 2,0 - Mg 1,1 - Al 2,2 - Si 30,4 - Cr 9,9 - Fe 5,7	Sabbia grossolana, beige- grigia
26-A	C 52.4 - O 28.8 - Na 0.5 - Mg 0.7 - Al 3.9 - Si 11.2 - S 0.4 - K 0.3 - Ca 0.8 - Fe 1.0	Sabbia fine, nera
31-A	C 13.2 - O 45.1 - Al 0.9 - Si 39.7 - K 0.4 - Fe 0.8	Sabbia fine, beige

4. Inglobamento delle sabbie di fonderia: i materiali ottenuti



Sabbia "11-A"



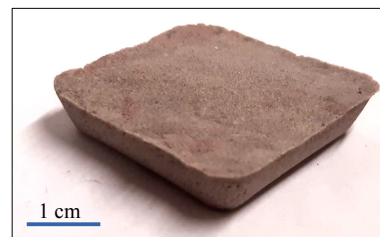
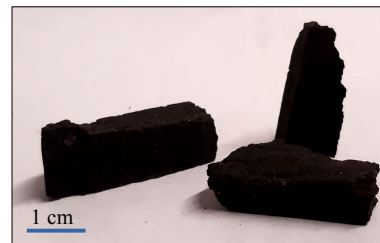
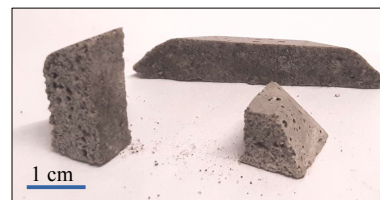
Sabbia "26-A"



Sabbia "31-A"

1. Sabbie **aggiunte alla fine** del processo di
attivazione alcalina del vetro

2. Essiccazione a 40°C per 7 giorni

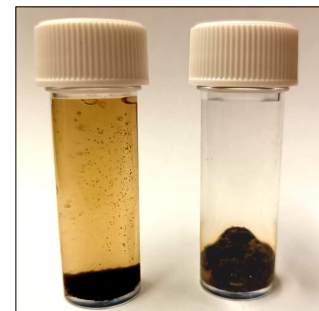
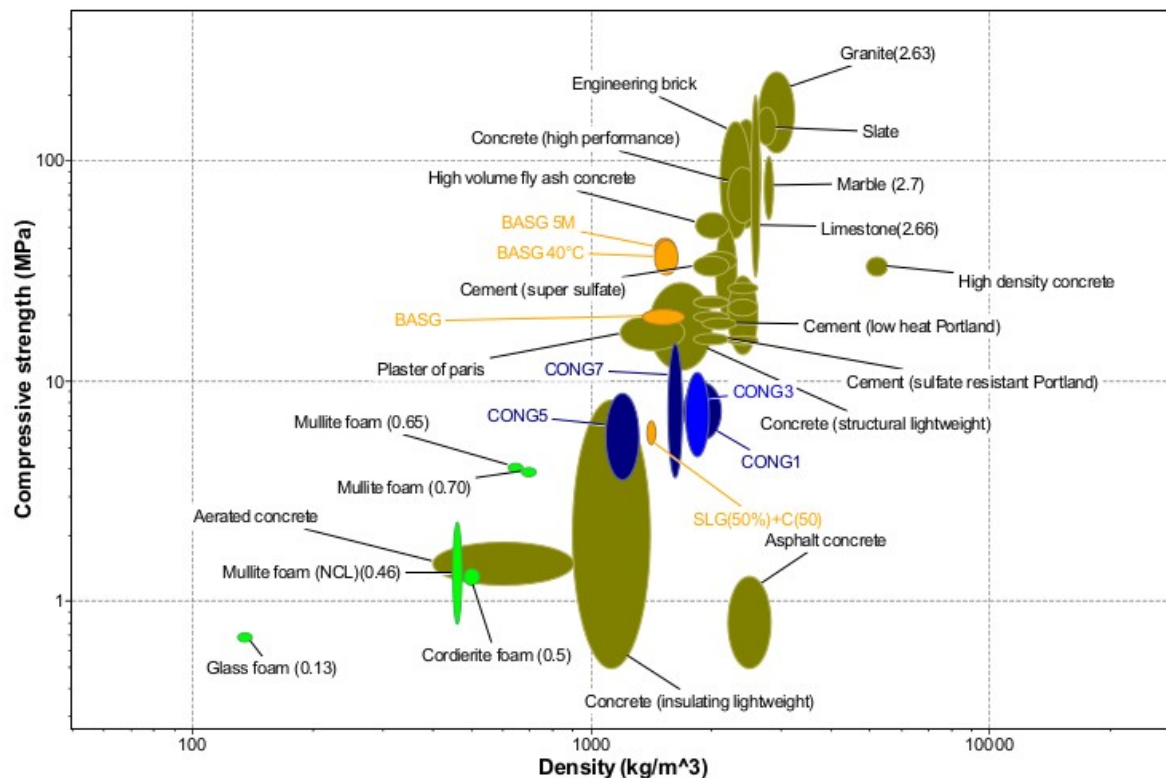


- **Proprietà meccaniche**
comprabili con quelle di
prodotti commerciali
(misure di compressione +
bollitura)

- Il **rifiuto costituisce fino**
al 97% in peso del prodotto
finale

- **Costo energetico limitato**
(attivazione per 3 ore a
temperatura ambiente +
essiccazione a 40°C)

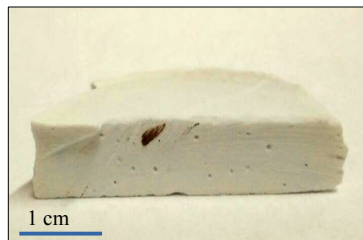
5. Inglobamento delle sabbie di fonderia: risultati



- Capacità di stabilizzazione degli inquinanti (in figura, test di leaching del conglomerato con sabbia 11-A (dx) paragonato alla sabbia da sola (sx), ricca di Cr e Fe)

- Densità e resistenza meccanica alla compressione comparabili con materiali attualmente in commercio

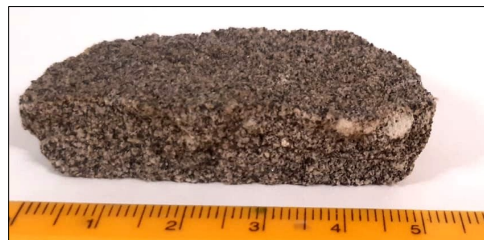
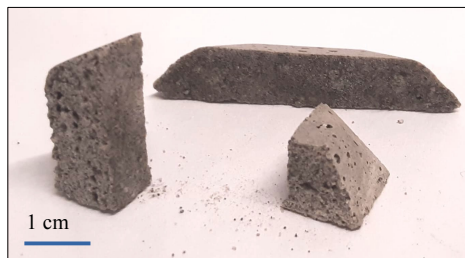
6. Inglobamento delle sabbie di fonderia: aumento del rifiuto utilizzato



Campioni ottenuti con
acqua distillata



Campioni ottenuti con acque
industriali di scarto provenienti
dal taglio dei laterizi
(Terreal Italia S.p.A.)



- Le proprietà meccaniche non cambiano

- I campioni assumono **tonalità cromatiche** simili a quelle dei laterizi

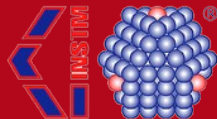
7. Risultati e prospettive future

- Ottenimento di potenziali **materiali per l'edilizia** tramite stabilizzazione a temperatura ambiente di sabbie di fonderia e rifiuto vetroso
 - Verifica della **stabilità chimica** del materiale ottenuto
 - Possibilità di aumentare la quantità di materiale riciclato utilizzando **acque industriali**
- **scale-up** del processo
 - sviluppo di **materiali porosi** con attività di isolamento termico e fonico
 - esplorazione di una **"second life"** tramite **cottura** dei materiali a basse temperature (ref. laterizi)

1222-2022
800
ANNI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Borsa di Ricerca

*”Studio dell’inglobamento di sabbie di fonderia in conglomerati
innovativi basati sull’attivazione alcalina di vetri di scarto”*

29.05.2023

Francesco Cammelli, M.Sc.

GRAZIE PER L’ATTENZIONE