

SCULPTING GLASS: L'ARTE DELLA STAMPA 3D E DEL VETRO ARTISTICO

Dott. Filippo Gobbin

Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Padova
filippo.gobbin@unipd.it

L'arte vetraria veneziana ha radici molto antiche e risale alle conoscenze romane e bizantine. I primi reperti in vetro nella laguna risalgono al periodo post-romano.

Dal XIII secolo **la qualità e la fama del vetro veneziano aumentarono** e tutte le fabbriche di vetro si trasferirono sull'isola di Murano, in particolare lungo il famoso Rio dei Vetrai.

Murano divenne il **centro europeo della produzione di vetro di lusso**, raggiungendo il culmine della popolarità nel XV e XVI secolo (Golden age). Il dominio della Repubblica di Venezia nel commercio lungo il Mediterraneo creò una ricca classe mercantile che era anche grande conoscitrice delle arti.



*Murano vase
(transparent blu),
around 1600,
Hermitage Museum*



Barovier Wedding Cup,
made by blue glass with
colored decorations (c.
1445, Murano Glass
Museum)

Nel maggio del **1797 Napoleone conquistò Venezia**. La caduta della Repubblica Veneziana causò **tempi difficili per la produzione del vetro a Murano**, e alcuni dei metodi di Murano andarono perduti.

Tuttavia, la lavorazione del vetro a Murano poté conoscere una **rinascita dopo che Venezia entrò a far parte dell'Italia nel 1866**. I leader locali (come Antonio Colleoni, l'abate Vincenzo Zanetti, Antonio Salviati) iniziarono a reinventare le tecniche muranesi precedenti per la lavorazione del vetro.

Oggi **l'industria ha subito un calo** a causa della diminuzione della domanda. Tuttavia, alcune delle **storiche fabbriche di vetro di Venezia a Murano rimangono marchi molto noti** (ad esempio De Biasi, Gabbiani, Venini, Salviati, Barovier & Toso, Berengo, Seguso e altri).



Typical glass horse being shaped

I vetrai veneziani sono noti per le **numeroso innovazioni e raffinatezze** apportate alla lavorazione del vetro:

- Il **cristallo** è un vetro sodico, creato nel XV secolo. All'epoca, il cristallo era considerato il vetro più trasparente d'Europa.
- Le **perle** di Murano furono realizzate dai veneziani a partire dal 1200. Le perle erano utilizzate come rosari e gioielli.
- Il **lattimo**, o vetro opalino, iniziò ad essere prodotto a Murano nel XV secolo. Questo vetro è bianco opaco e doveva assomigliare alla porcellana smaltata.
- A partire dal 1700, i **lampadari**, gli **specchi decorati** e i lampadari divennero uno dei lavori più popolari e apprezzati di Murano.
- Le **murrine** e il **millefiori** è realizzato con canne colorate con motivi a strati in vetro trasparente, spesso disposti in motivi floreali.



*Cristallo Veneziano,
flower by
Barovier&Toso*



*Millefiori bowl,
around 1870s*

Le **imitazioni** (riconoscibili dagli esperti ma non dal turista medio) provenienti dall'Asia e dall'Europa orientale occupano circa il 40-45% del mercato del vetro di Murano, e i gusti del pubblico sono cambiati mentre i modelli di Murano sono rimasti sostanzialmente gli stessi.

La lavorazione del vetro è un mestiere difficile e scomodo, poiché i vetrai devono lavorare con un prodotto riscaldato a temperature estremamente elevate. **Oggi è difficile reclutare giovani vetrai.**

Le imitazioni straniere e la difficoltà di attrarre giovani lavoratori hanno causato una diminuzione del numero di vetrai professionisti a Murano da circa 6.000 nel 1990 a meno di 1.000 nel 2012.



*Glassmaker
working at Lavai*



*MEKNES, an
historical
chandelier of
Barovier&Toso*



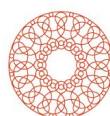
POR FESR 2014-2020, Asse 1. Azione 1.1.4

D3Vero: la stampa 3D per rilanciare ed innovare il settore del vetro artistico

Durata progetto: 30 mesi

Inizio progetto: 09/09/2020

Fine progetto: 28/02/2023



euteknos

DATAVENETA
computers



Desamanera.com



FOSCARINI

Barovier&Toso
VENEZIA 1898



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Università
Ca' Foscari
Venezia



UNIVERSITÀ
di **VERONA**

MINISTERO DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA
ALTA FORMAZIONE ARTISTICA E MUSICALE
ACCADEMIA DI BELLE ARTI STATALE DI VERONA



- ❖ Rilanciare e rafforzare la competitività della filiera artistica del vetro di Murano (Venezia) - Eccellenza regionale
- ❖ Ampliare le capacità commerciali del marchio Murano Glass e delle aziende

WP – RI 1

Introduzione degli stampi AM nei processi produttivi del vetro artistico. Integrazione, in un unico processo, di vetro e minerali.

WP – RI 2

Progettare un ambiente operativo digitale (sistema) per promuovere la creatività, l'interazione tra creativi/specialisti, i controlli di fattibilità, la comunicazione e il marketing.

WP – SS 1

Implementazione e messa a punto del sistema attraverso il suo utilizzo nella produzione sperimentale.

Utilizzo del sistema per la profilazione automatica e l'autoapprendimento.

❖ Sviluppo di stampi stampati in 3D a base di Geopolimeri

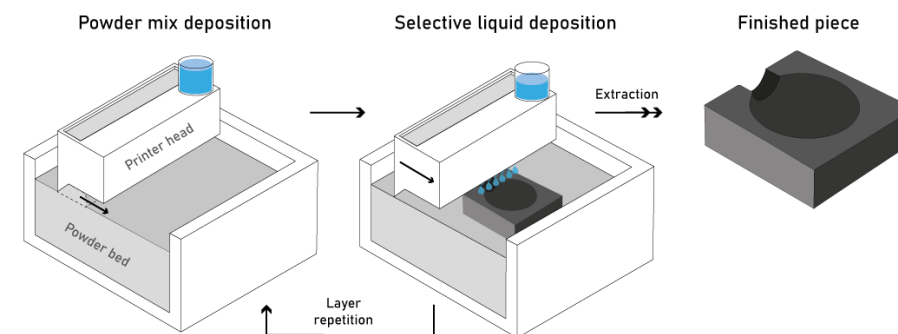
Stampo in Legno di Pero

50+ utilizzi
Costo medio



Stampo Metallico

500++ utilizzi
Costo elevato



❖ Sviluppo di stampi stampati in 3D a base di Geopolimeri

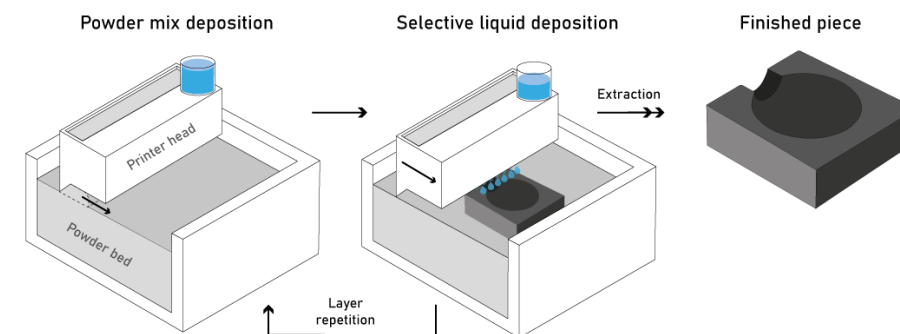
Stampo in Legno di Pero

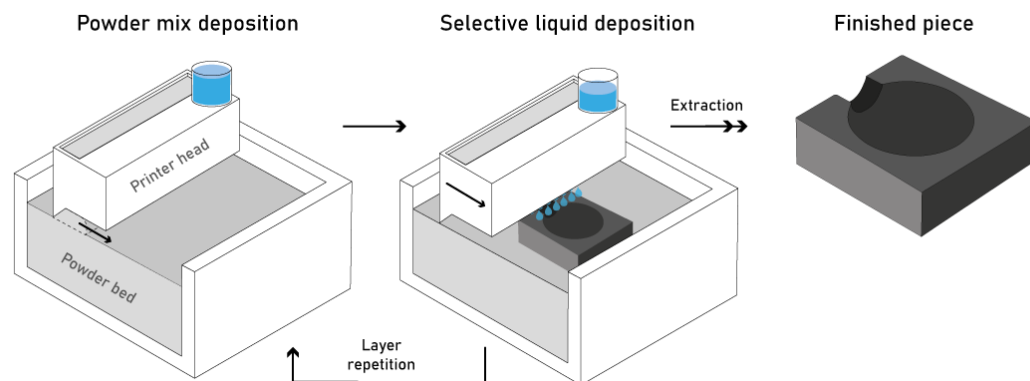
50+ utilizzi
Costo medio



Stampo Metallico

500++ utilizzi
Costo elevato





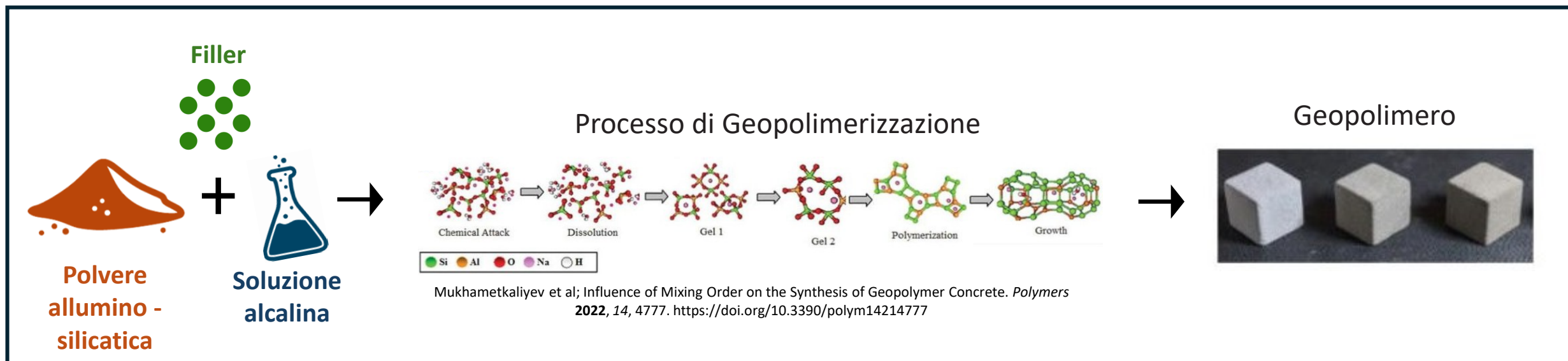
Le fasi fondamentali del processo sono:

1. Creazione del letto di polvere e del primo strato
2. Deposizione selettiva del liquido di attivazione + Ricoprimento immediato dello strato stampato
3. Ricreazione del nuovo strato di polvere
4. Ripetizione del ciclo fino al completamento del pezzo
5. Estrazione e pulizia del pezzo



La **matrice geopolimerica** offre una serie di vantaggi rispetto al cemento convenzionale, tra cui:

- ❖ Impatto ambientale limitato, emissioni di CO₂ molto inferiori rispetto ai calcestruzzi OPC – fino al 90% circa.
- ❖ Resistenza e prestazioni adeguate, anche a temperature di esercizio elevate.
- ❖ Consolidamento attraverso una fase gel.
- ❖ Compatibilità con sottoprodotti e residui.



Stampa

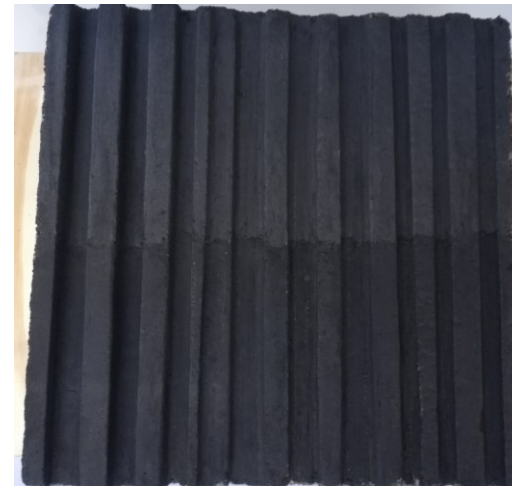


Post-produzione

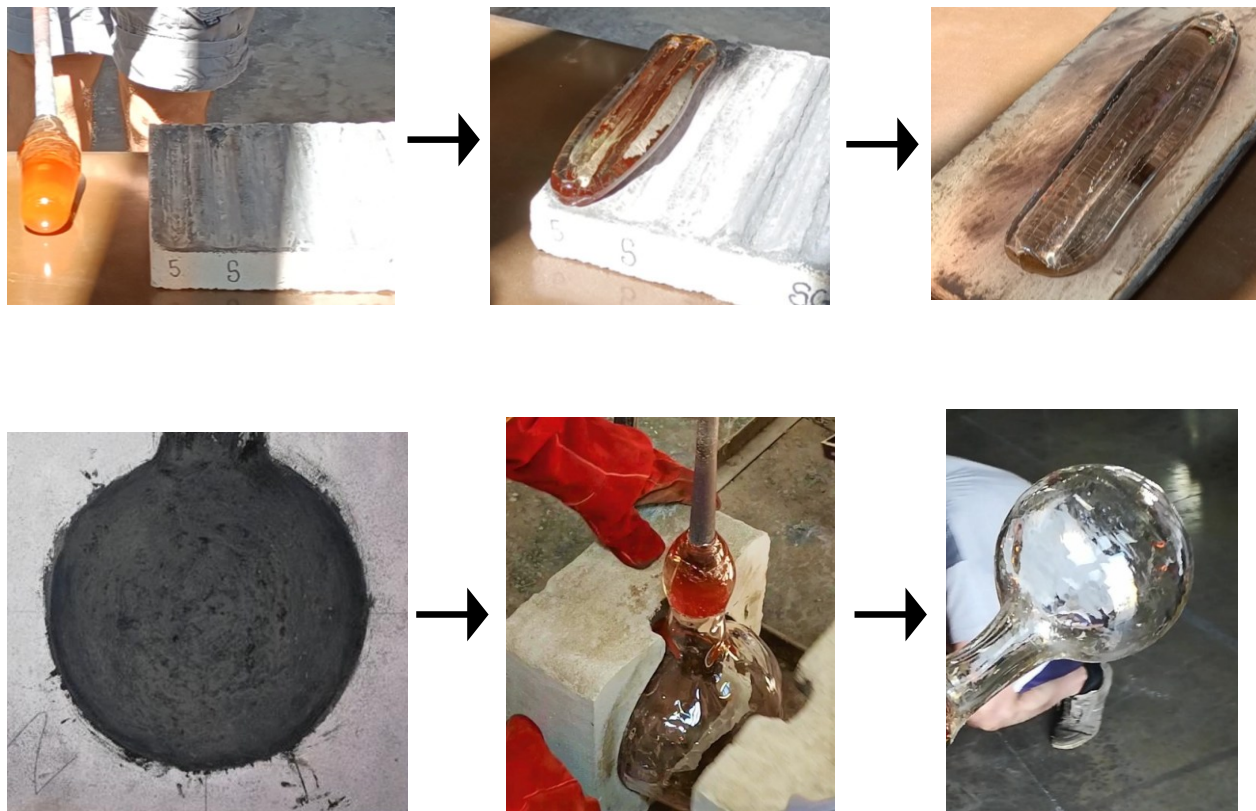
Coating



**Rivestimento
a base acqua
con grafite**

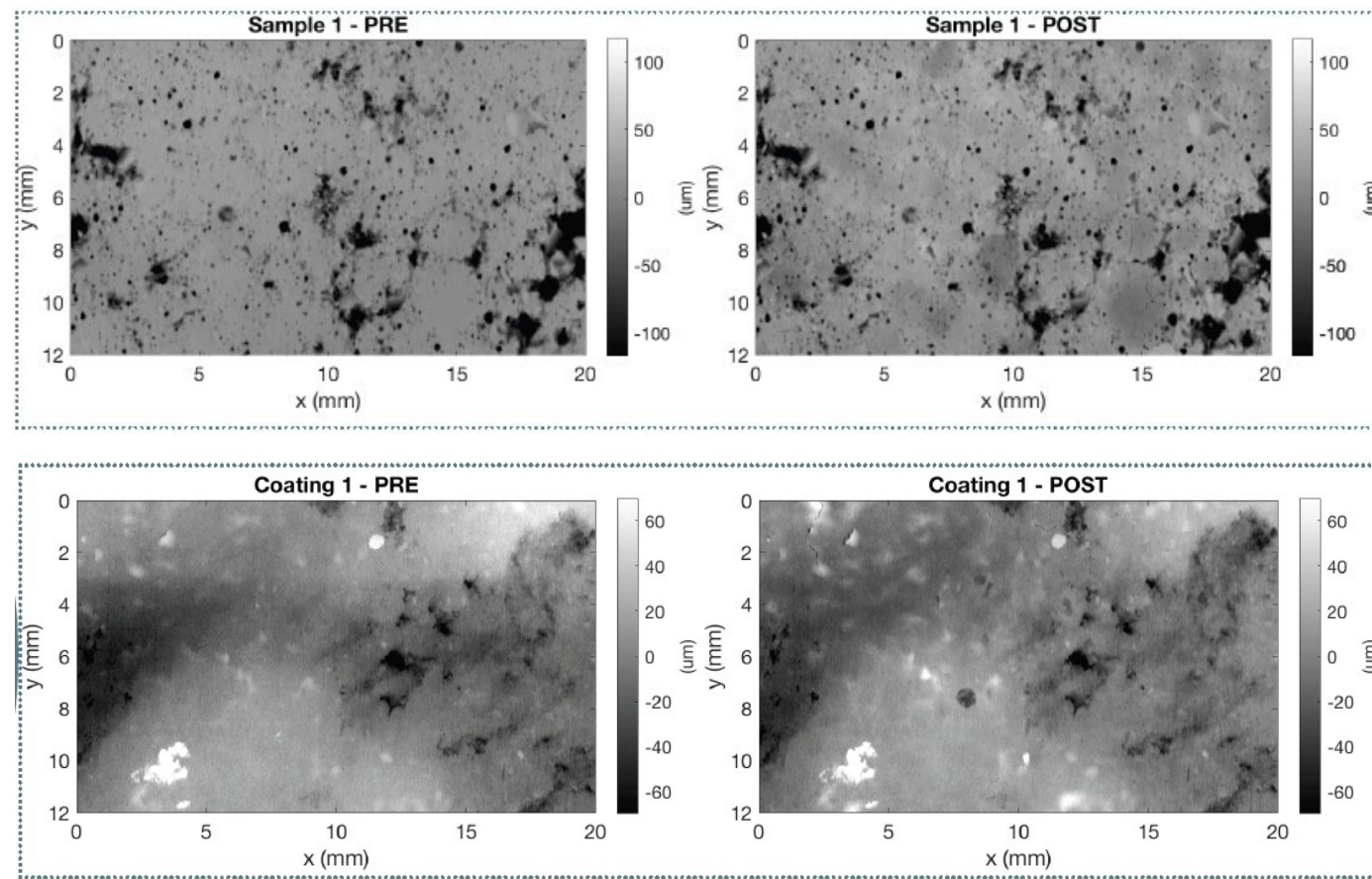


Già in uso nelle
vetrerie



- ❖ buona formabilità del vetro soffiato senza adesione
- ❖ ripetibilità della produzione fino a 10 volte senza problemi critici (adesione del vetro, degrado dei bordi)

- ❖ L'Università di Verona ha ottimizzato un microprofilometro utilizzando sensori di profondità interferometrici a punto singolo basati sull'olografia conoscopica e sul metodo di scansione micrometrica.



Idea

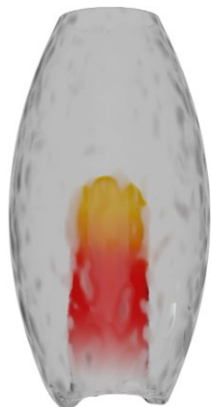
Stampo 3D

Produzione

Pezzo finale

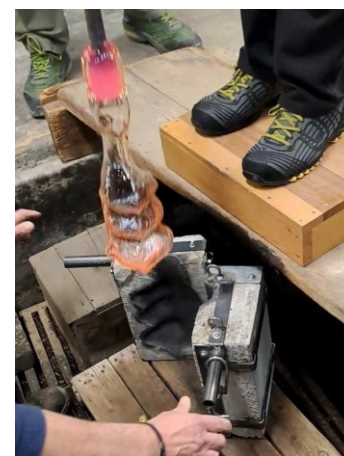
Pipiotto Alessandro Galletti

L: 20 cm
W: 20 cm
H: 40 cm



Bosa Benedetta Corporente

L: 23 cm
W: 18 cm
H: 45 cm



Idea

Spreciso

Marco
Chemello

L: 50 cm
W: 35 cm
H: 20 cm



Stampo 3D



Produzione



Pezzo finale



Nereide

Giulia
Zampieri

L: 36 cm
W: 35 cm
H: 13 cm





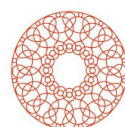
*Programma Regionale Veneto per il sostegno del Fondo Sociale Europeo Plus per il ciclo di programmazione 2021- 2027 - DGR 231 del
13/03/2024 - Formazione continua "Linea A – Progetto Pluriaziendale"*

MURANO 3D: INNOVAZIONE E SOSTENIBILITA' PER IL VETRO ARTISTICO

Durata progetto: 12 mesi

Inizio progetto: 10/10/2024

Fine progetto: 04/11/2025



euteknos
dal 1980

I
-
U
-
A
-
V

Università Iuav
di Venezia



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Barovier&Toso
VENEZIA 1295



WAVE MURANO GLASS
BY ROBERTO BELTRAMI

**arte di
murano**
MADE IN ITALY

Siru
venezia

Rispetto al progetto precedente, una parte della sabbia è stata sostituita con perlite, un materiale vulcanico leggero, allo scopo di ridurre il peso complessivo dei componenti.

Densità perlite 0.09 g/cm³

Densità sabbia 1.40 g/cm³

Prendendo ID=5 come esempio:

Percentuali in peso: perlite 5%, MK=23%, sabbia=72%

Percentuali in volume: perlite 32%, MK=30%, sabbia=28%

Densità della miscela 0.58 g/cm³

Densità materiale stampato 1.32 g/cm³

Comparato con:

Percentuali in peso: perlite 0%, MK=23%, sabbia=77%

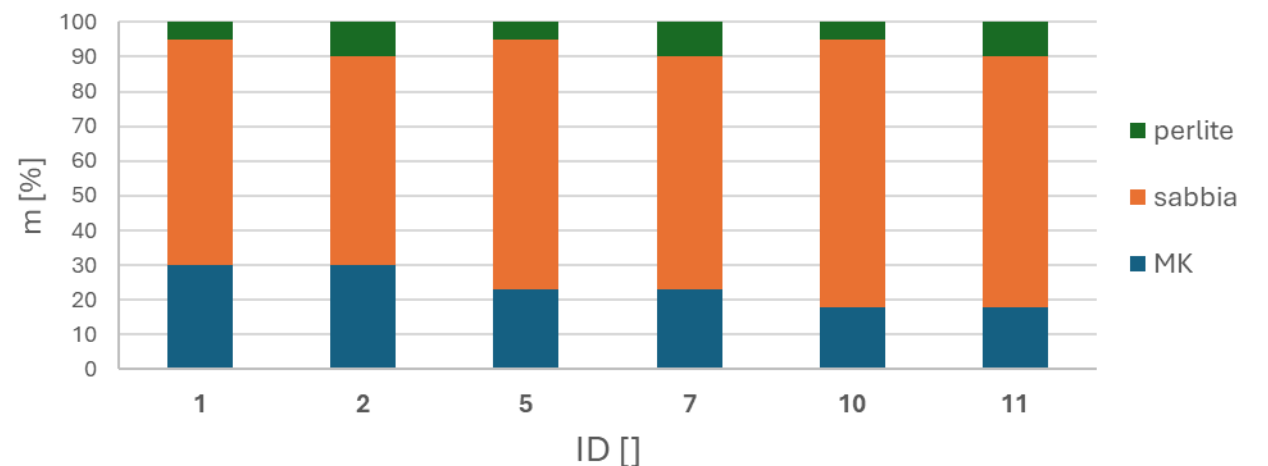
Percentuali in volume: perlite 0%, MK=45%, sabbia=55%

Densità della miscela 0.83 g/cm³

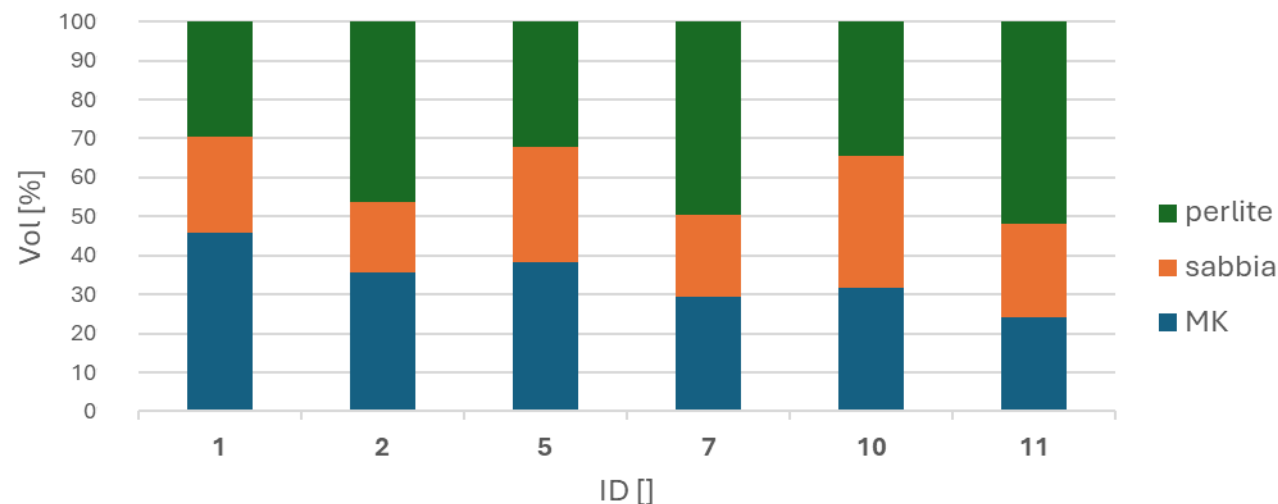
Densità materiale stampato 1.78 g/cm³

Riduzione in peso di circa il 26%

Composizione in peso percentuale



Composizione in volume percentuale



È stato sviluppato un nuovo sistema **Rivestimento**.

Consiste nella deposizione di un ricoprimento (2 strati) di una miscela di metacaolino, sabbia e grafite.

Questa tipologia di ricoprimento presenta diversi vantaggi:

- Semplicità di applicazione
- Asciugatura relativamente rapida
- Semplicità di lavorazione in fase di asciugatura
- **Riduzione dei difetti superficiali** → minore lavorazione a mano richiesta
- Alta resistenza del ricoprimento e dell'interfaccia

Sono stati anche utilizzati due distaccanti spray commerciali, entrambi performanti bene:

- Borderite (nitrato di boro)
- Acmos 43-2432 (rivestimento resistente ad alta T ed all'usura)



Dalle immagini riportate, si può notare come **la qualità di stampa non è ancora ottimale.**

In particolare si possono notare difetti superficiali dovuti al processo di stampa e alla presenza di particelle di perlite grossolane.

Dopo la lavorazione a mano e la deposizione del ricoprimento, la qualità migliora notevolmente.

Si sta lavorando per utilizzare metodi non manuali per la rettifica e levigatura della superficie.



Sono state testate:

❖ **Soffiatura a fermo**

- Sono presenti difetti sulla superficie del vetro soffiato
- Difetti evidenti dovuti all'accoppiamento impreciso degli stampi

❖ **Soffiatura a fermo con pre-formatura**

- Buona qualità superficiale
- Difetti evidenti dovuti all'accoppiamento impreciso degli stampi



Soffiatura a giro



Soffiatura a fermo (pre-forma)



Sono state testate:

❖ **Soffiatura a giro**

- La superficie risulta trasparente, ma si formano strisci dovuti ai difetti più sporgenti dello stampo

❖ **Colata/soffiatura su mezzo stampo**

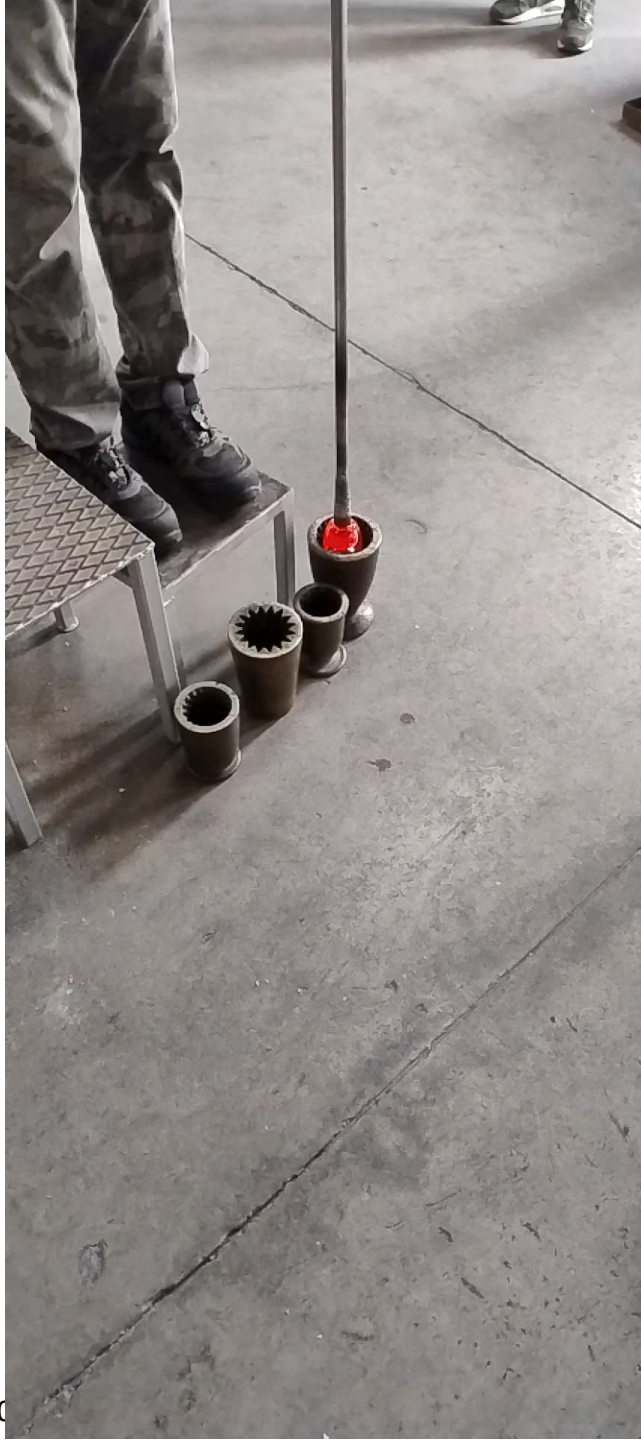
- I difetti superficiali dello stampo (non ripreso a mano) si trasferiscono sul vetro creando una texture

Soffiatura a giro



Soffiatura a fermo (pre-forma)







RISULTATI OTTENUTI

- ❖ Qualità degli stampi aumentata (ancora migliorabile)
- ❖ Gli stampi trasmettono lentamente il calore
 - Minor rischio rottura vetro
 - Gli stampi restano relativamente freddi all'esterno
- ❖ Uno stampo è stato utilizzato per un numero elevato di prove (100-150)
 - **Ottima prospettiva di riutilizzo degli stampi**
- ❖ Possibilità di aggiungere una texture al pezzo di vetro



OBBIETTIVI PRINCIPALI FUTURI

- Migliorare qualità degli stampi
- Aumentare ulteriormente il tempo di vita degli stampi
- Migliorare adesione degli stampi
- Testare geometrie potenzialmente più interessanti

OPERAZIONI PREVISTE

- Diminuzione delle granulometrie (in particolare quella della perlite)
- Migliore progettazione dell'accoppiamento degli stampi
- Miglioramento/pulizia della Testa di Stampa
- Formulazione di nuovi ricoprimenti (anche per le superfici esterne degli stampi)



Thank you for the attention!



filippo.gobbin@unipd.it
DII – University of Padova
Via Marzolo 9 - 35131
Padova, Italy
www.dii.unipd.it



MURANO 3D: INNOVAZIONE E SOSTENIBILITA' PER IL VETRO ARTISTICO

Regione Veneto DGR. 231 del 13/03/2024 Cod. Prog. 215-0002-231-202

Programma Regionale Veneto per il sostegno del Fondo Sociale Europeo Plus per il ciclo di programmazione 2021- 2027 - DGR 231 del 13/03/2024 - Formazione continua "Linea A – Progetto Pluriaziendale"