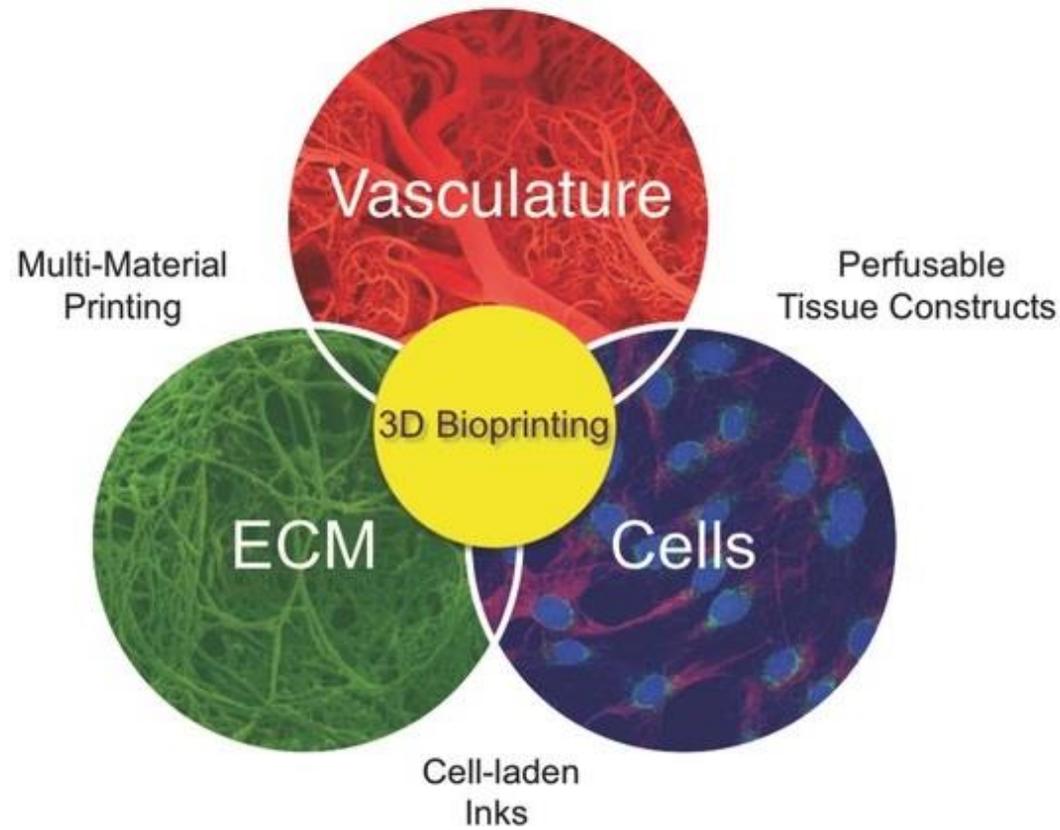




COSTAMPA 3D DI PCL E IDROGEL PER RIGENERAZIONE DI TESSUTI

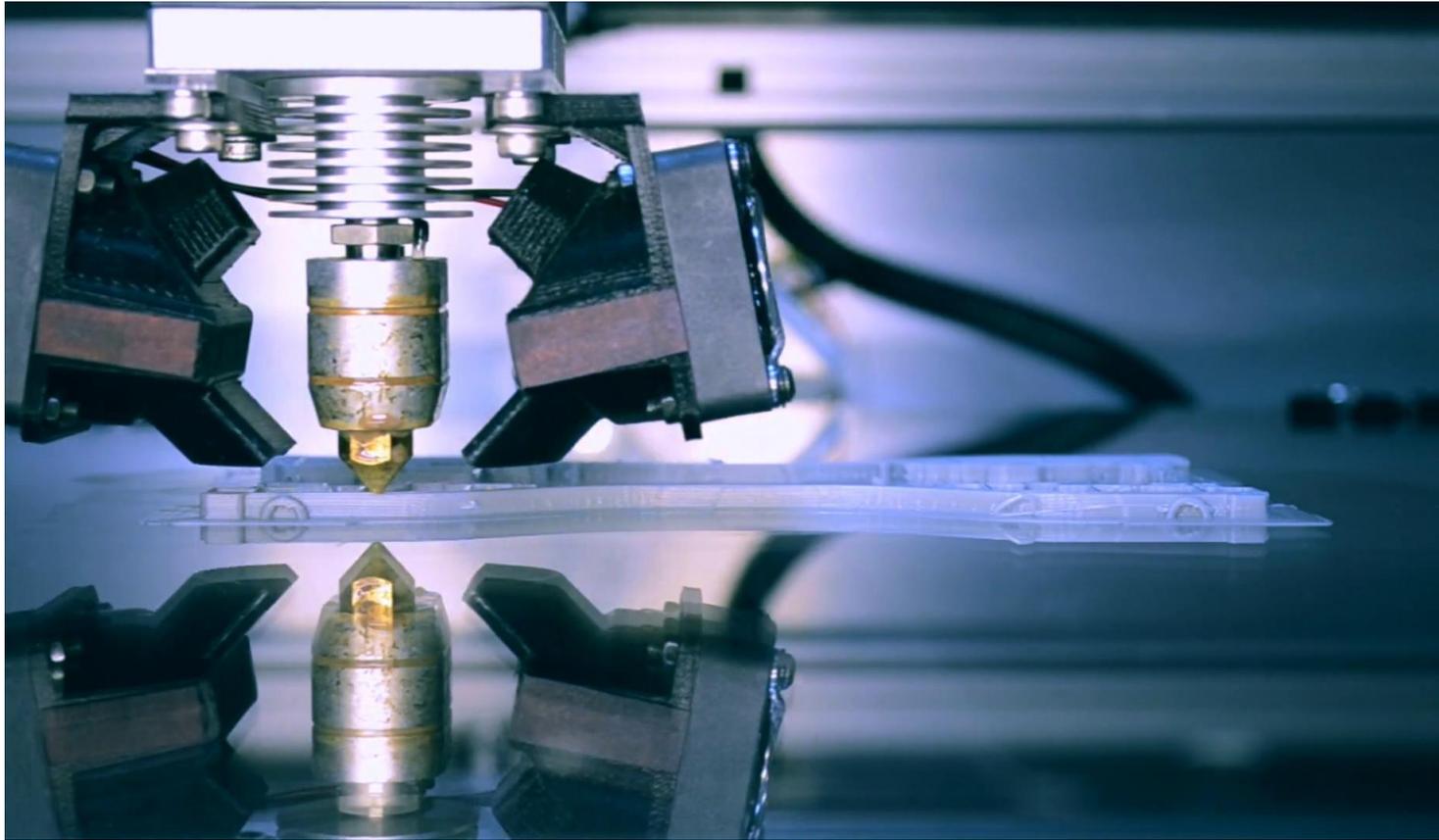
Candidato: Marco Bellotti

Relatore: Prof. Michele Conti



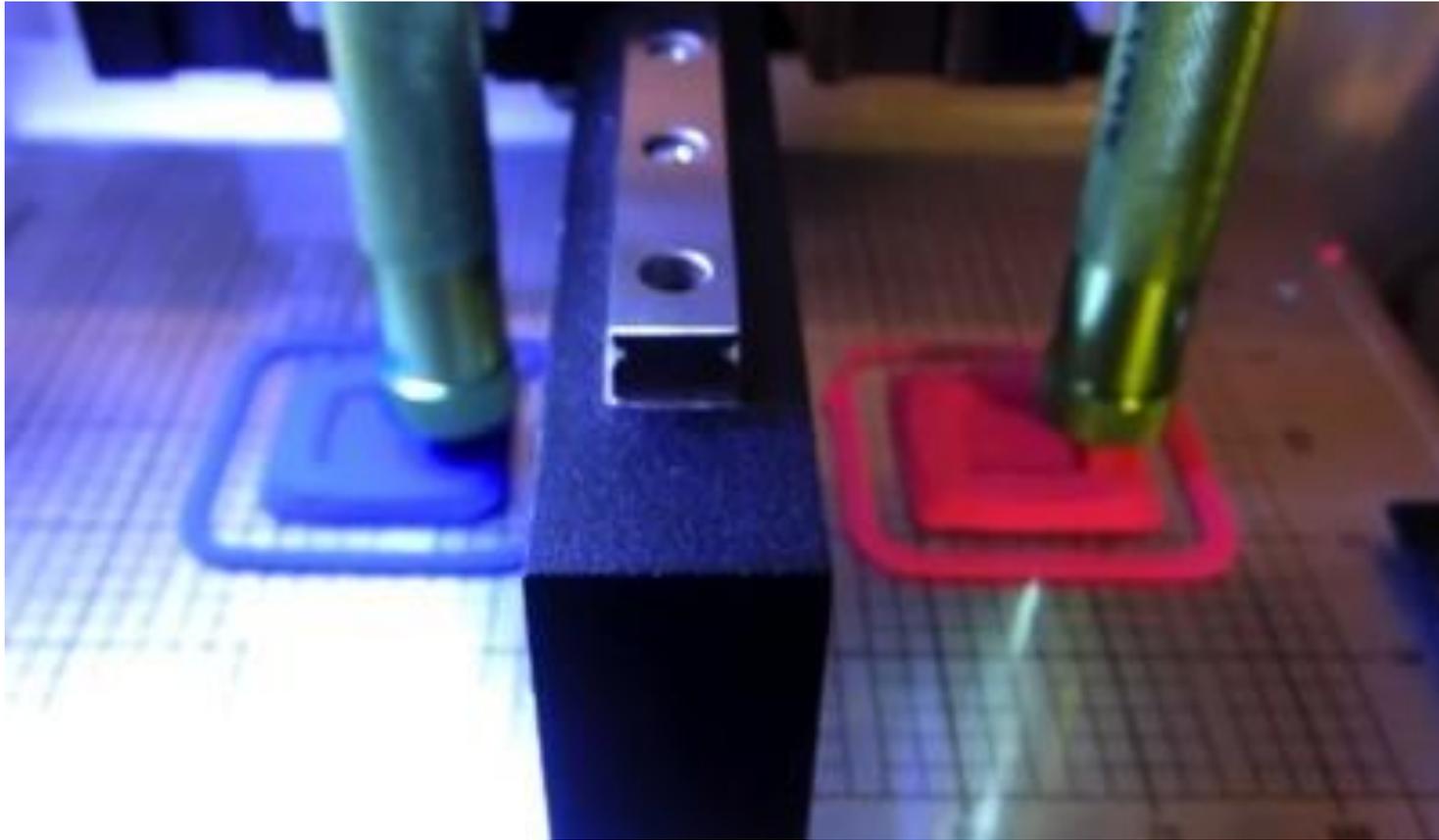
- Uso di tecniche di stampa 3D per l'ingegneria tissutale.
- Uso di cellule integrate nel biomateriale fluido per la produzione di bioink.
- Vascolarizzazione dei tessuti stampati.
- Vicinanza a fonti di nutrimento.

Bioprinting



- Deposizione stratificata del materiale layer-by-layer.
- Vantaggi :
 1. Contenimento dei costi di stampa.
 2. Semplicità di progettazione.
 3. Possibilità di combinare più materiali nella stessa sessione di stampa.

Fused Deposition Modeling



Costampa

- Tecniche di stampa 3D che sfruttano tecnologie a multi testina per combinare polimeri sintetici tra loro per produrre strutture complesse.
- Combinazione con software CAM/CAD per la progettazione.



Materiali e Strumenti Utilizzati

Nell'esperimento condotto si è fatto uso di:

- Idrogel a base di alginato all'8% e gelatina al 4%.
- PCL 50 kDa in pellets.
- Stampante 3D CELLINK INKREDIBLE+.



Materiali: Policaprolattone (PCL)

- E' un materiale bioinerte.
- Proprietà:
 1. Biocompatibilità.
 2. Flessibilità.
 3. Pressibilità.
- Utilizzato per la produzione di scaffold in ambito tissutale.
- Combinazione con idrogel per aumentarne:
 1. Citocompatibilità.
 2. Adesione cellulare.
 3. Trasporto di cellule nella matrice.



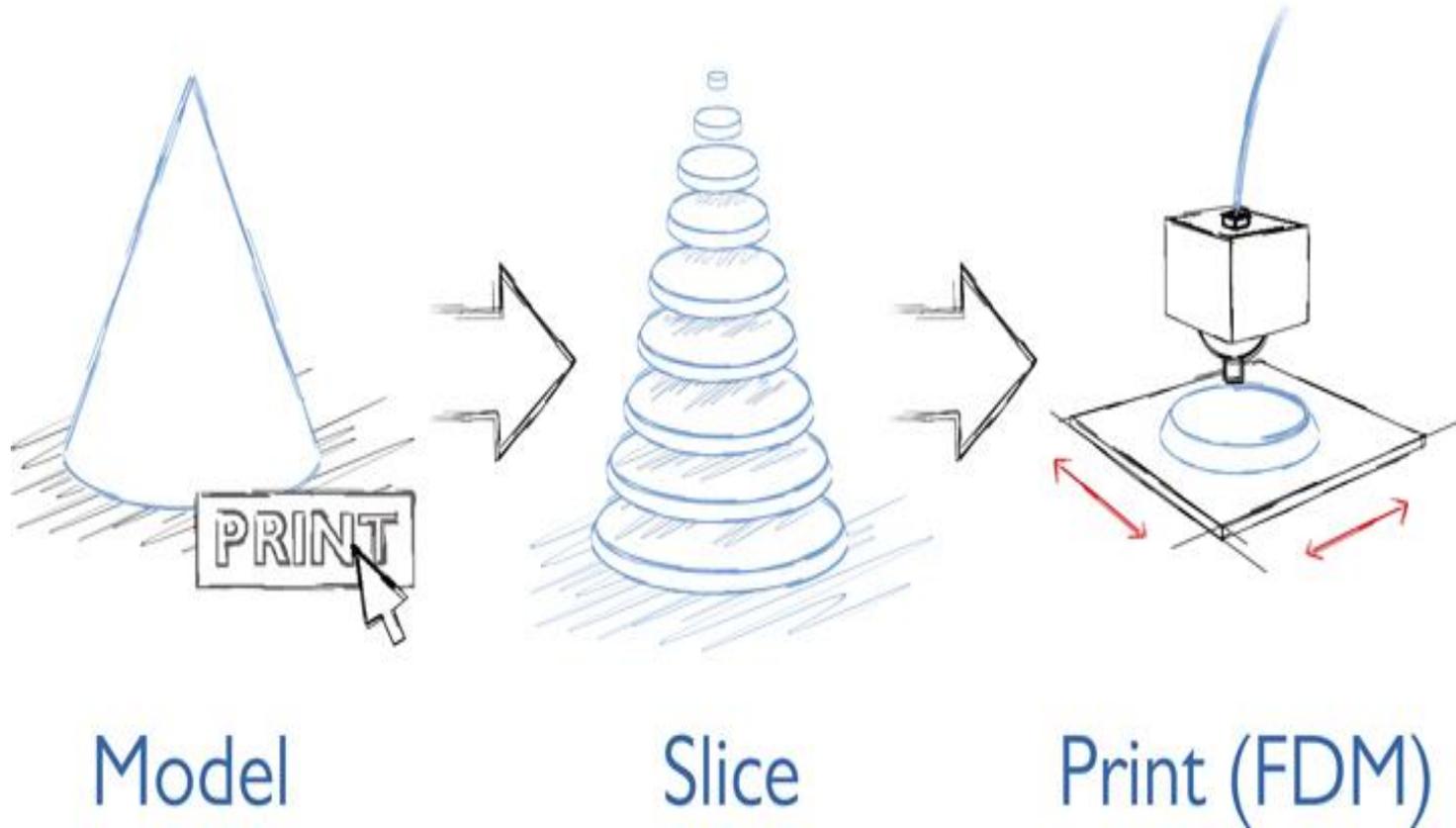
Materiali: Idrogel

- Sono biomateriali utilizzati come matrice cellulare per la realizzazione di bioink.
- L'Alginato di sodio è un polisaccaride naturale, estratto dalle alghe marroni ed è:
 1. Non tossico.
 2. Non immunogenico.
 3. Biodegradabile.
- Degradazione con tempistiche simili ai tempi di guarigione del tessuto in esame.



- È una biostampante pneumatica a due testine che permettono di usare diversi materiali e bioink nella stessa sessione di stampa.
- Permette la produzione di strutture complesse progettate con software CAD, di slicing e stampa.

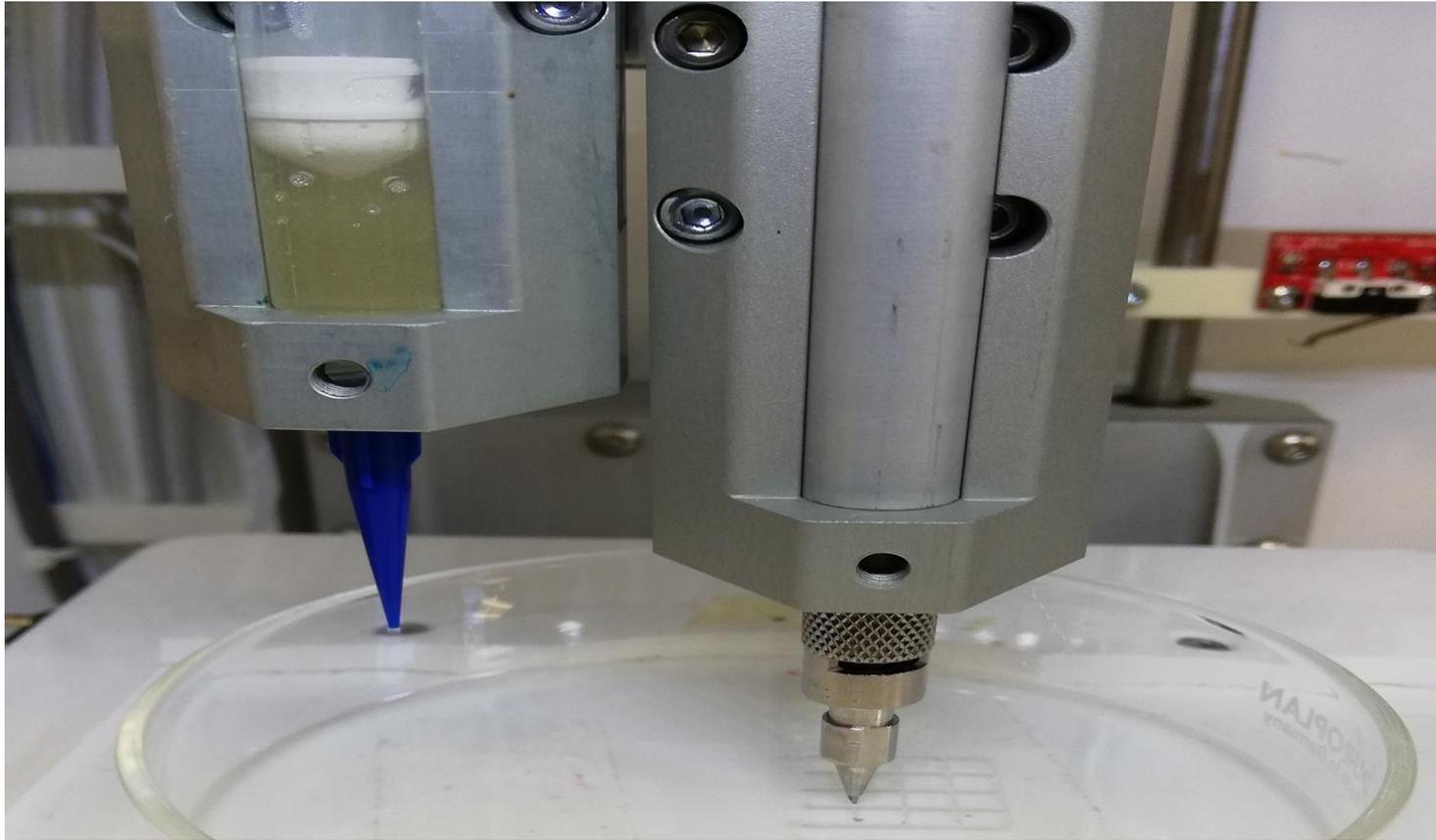
Biostampante INKREDIBLE+



Processo di stampa

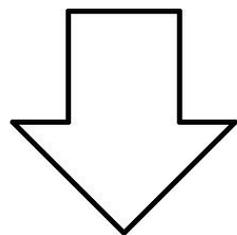
Tale processo si suddivide in 3 fasi principali:

1. Disegno CAD in cui si progetta attraverso opportuno software il modello da stampare.
2. Slicing del modello per determinare quanti strati andranno a formarlo e il loro spessore generando il g-code.
3. Stampa 3D in cui si fornisce il g-code alla stampante.



SET-UP STAMPANTE

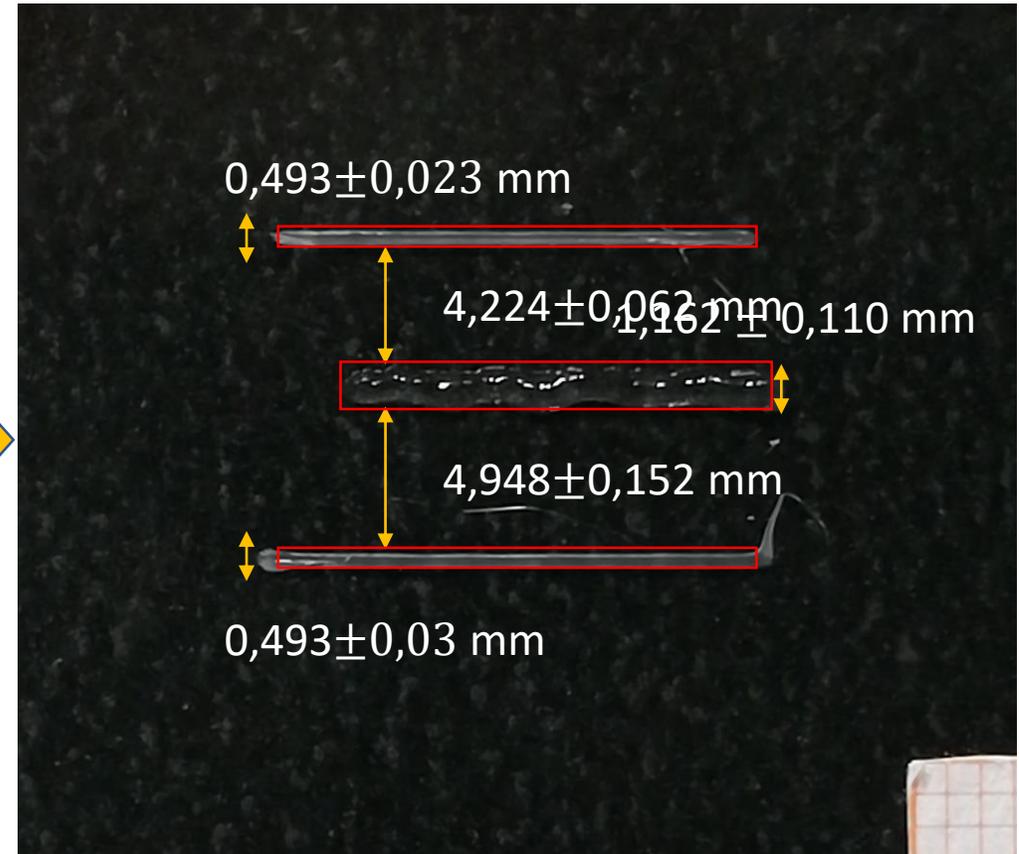
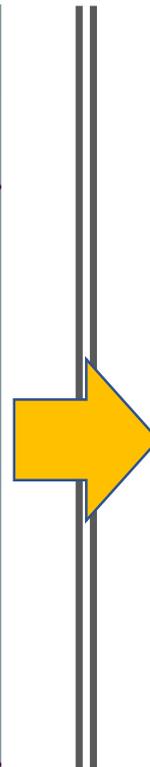
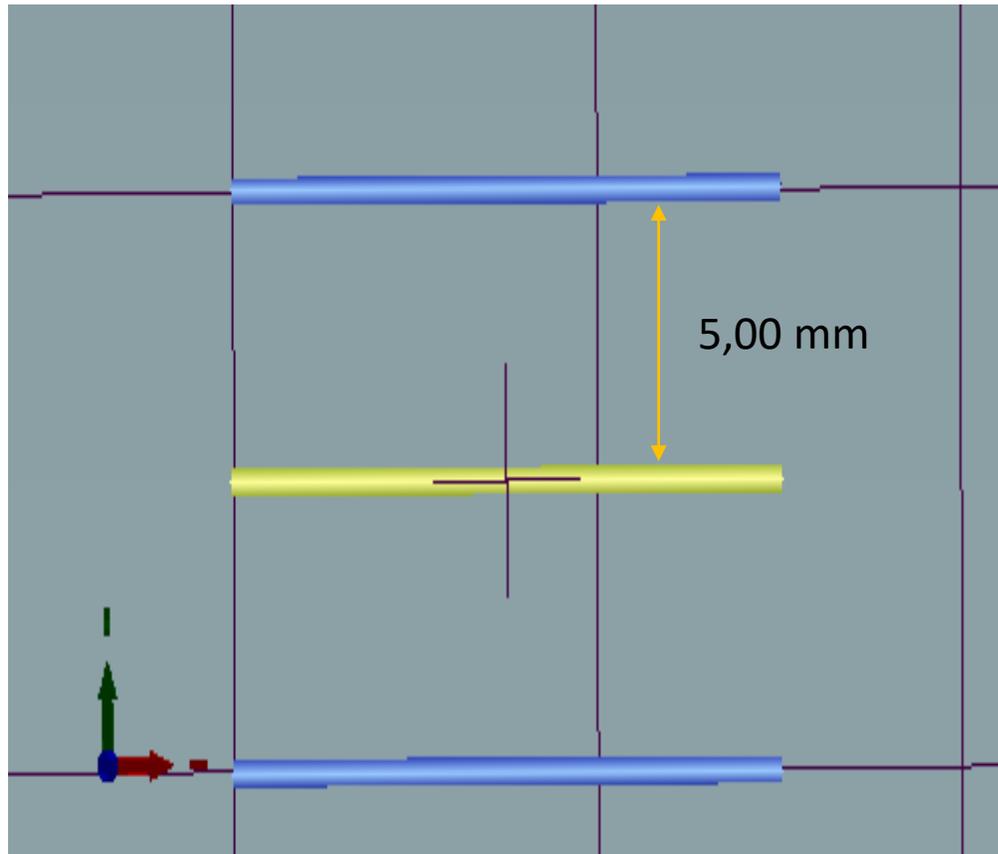
- Home Axis: fisso lo 0 di riferimento.
- Z calibration.
- Move axis.
- Store PH offset.
- Pressione: 20-40 kPa per Hy, 300-400 kPa per PCL.
- Temperatura 30-40 °C per Hy, 90 °C per PCL.
- Entrambe gestite e visualizzate da stampante.

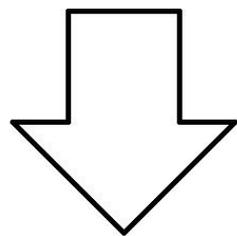


G-CODE

Si sono impostati 4 test, ognuno di complessità e scopo
Il primo, prevista la stampa di tre strisce alternate PCL-
differente.
Idrogel, ha consentito di verificare la controllabilità di
Stampa. Ogni test è stato progettato tramite g-code in cui si
sono settate le velocità delle due testine a 35 mm/min
per il PCL e 800 mm/min per il l'idrogel.

Test 1

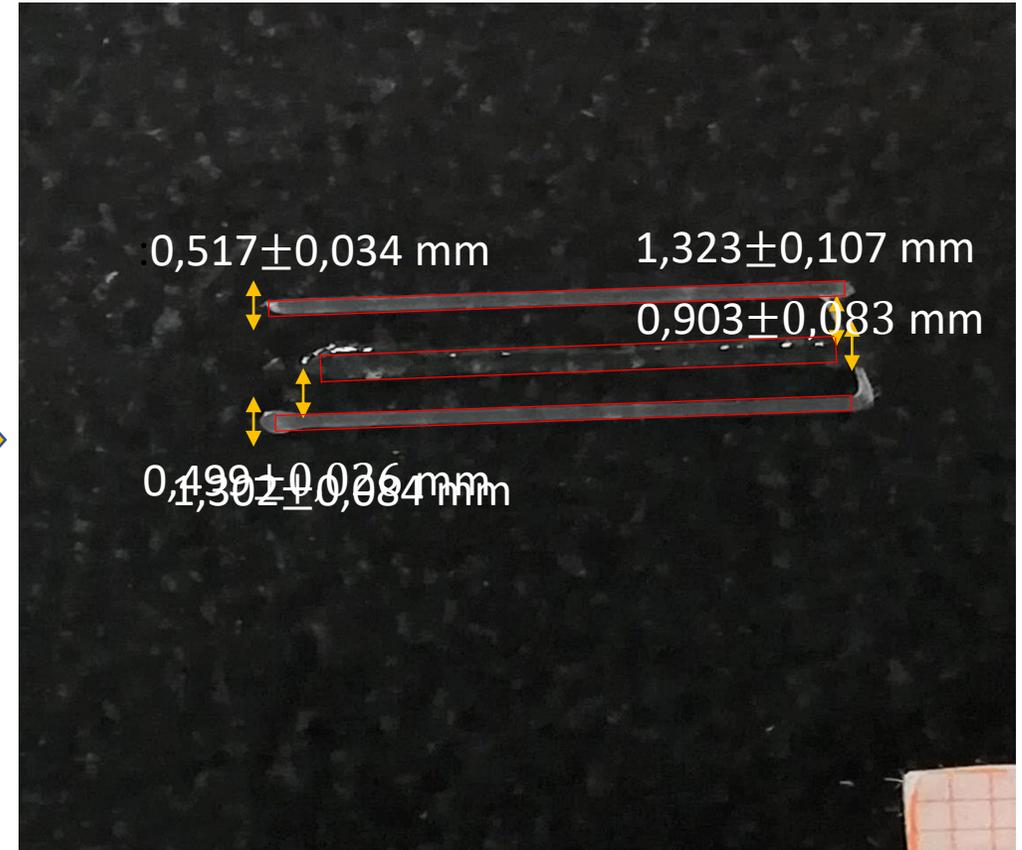
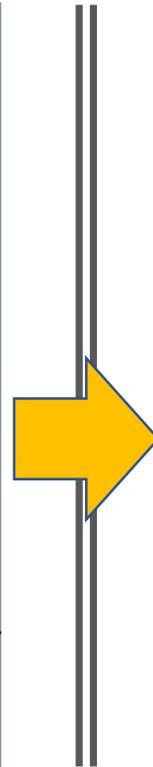
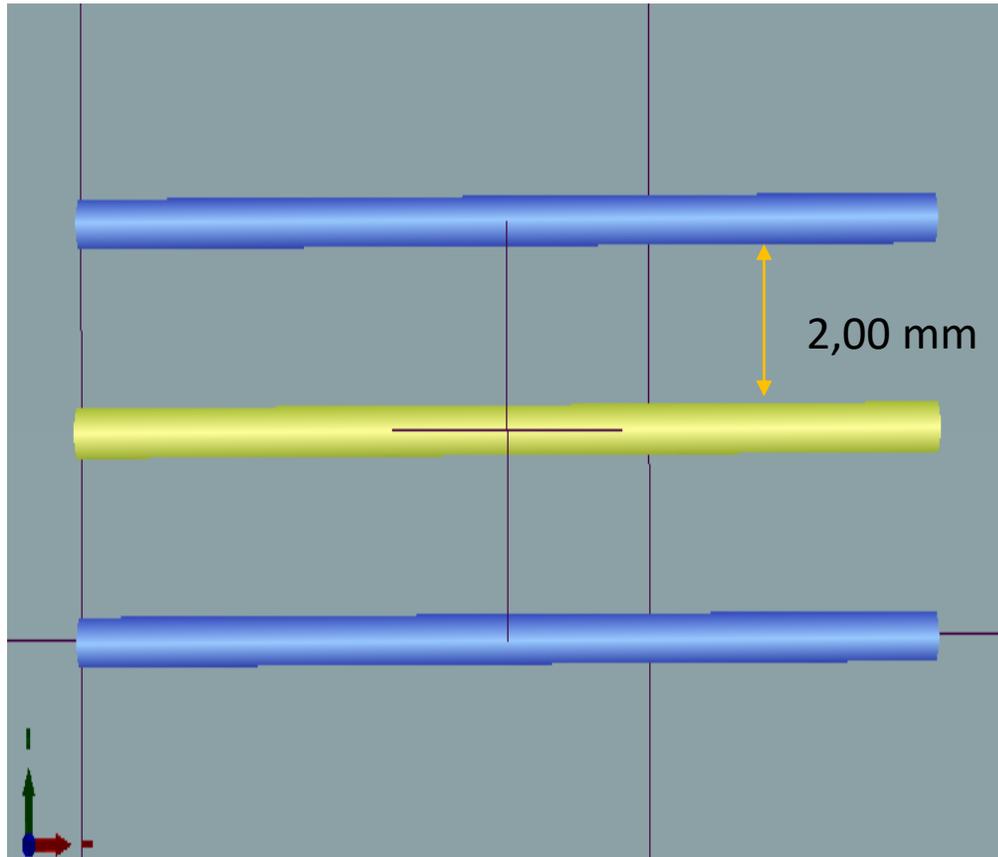


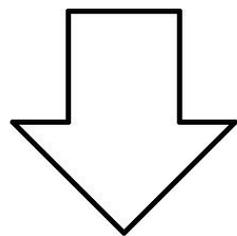


G-CODE

Il secondo, simile al primo, ha consentito invece di verificare la resistenza dell'idrogel una volta estruso vicino al PCL, oltre a verificare la controllabilità di stampa su piccola scala.

Test 2

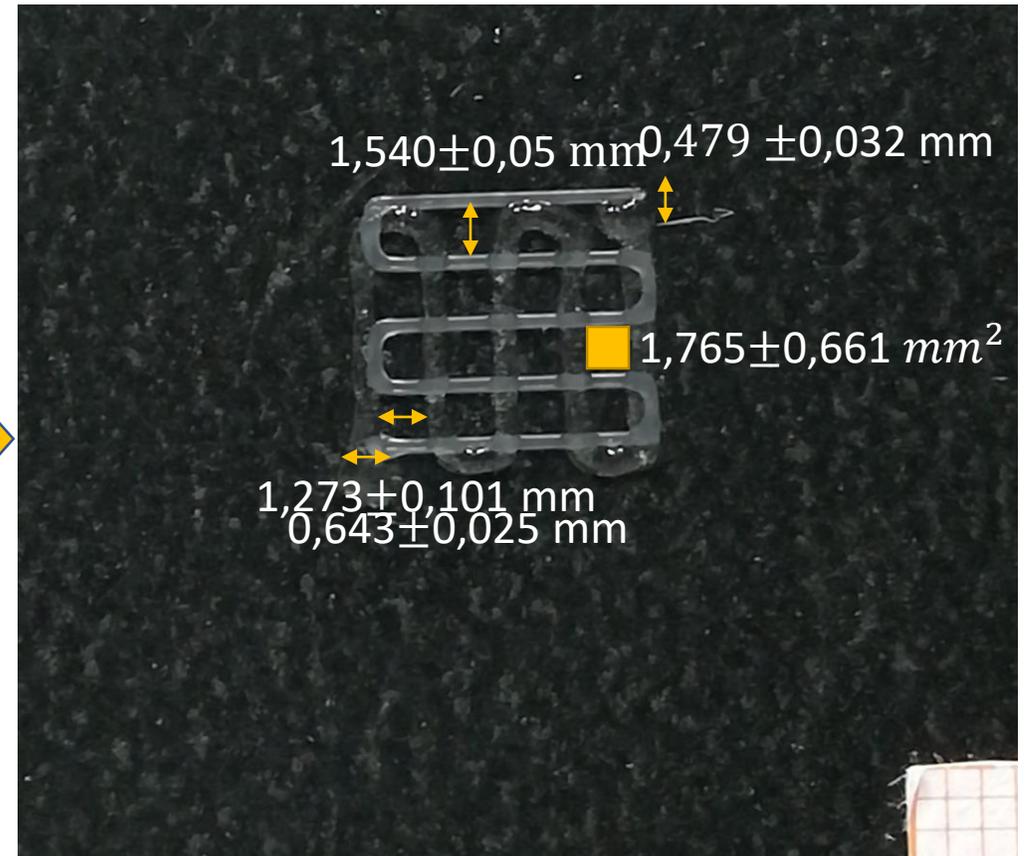
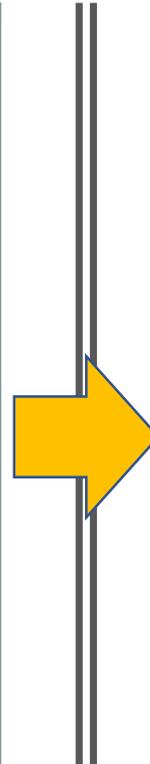
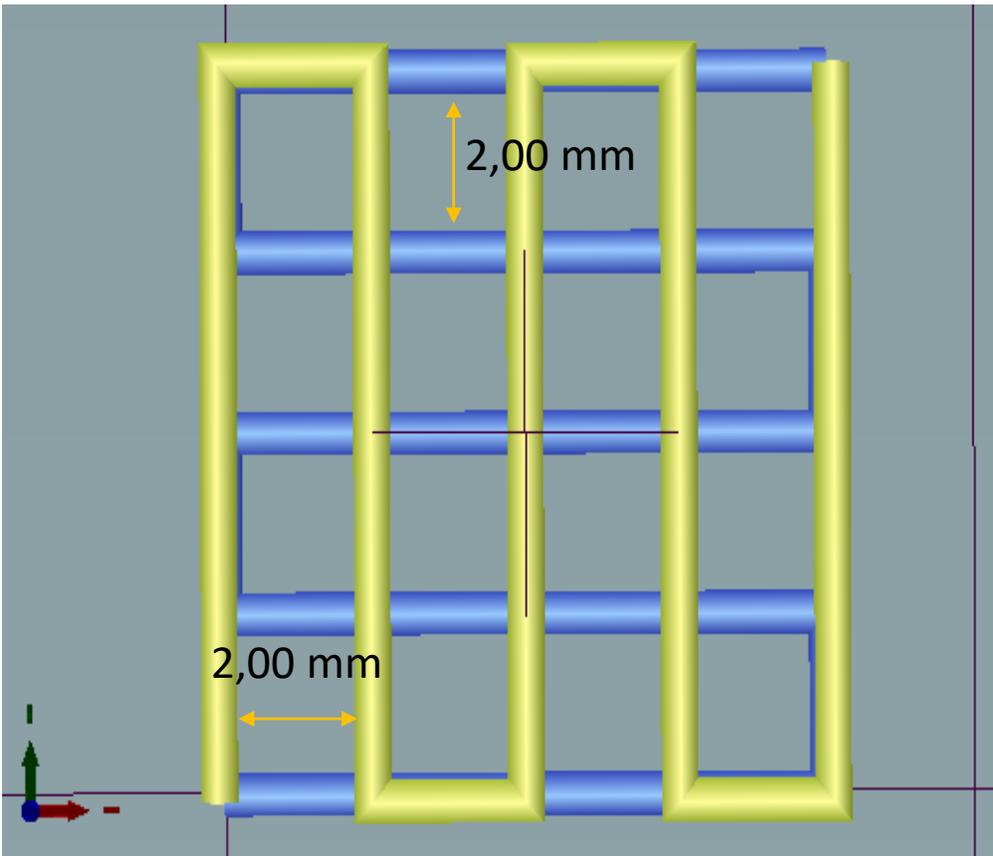


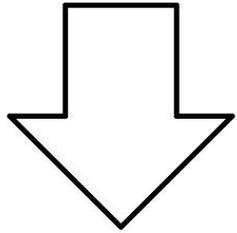


G-CODE

Il terzo test ha avuto lo scopo di verificare la controllabilità di un'estrusione prolungata di materiale con presenza di curvature oltre a verificare la stampabilità su strati sovrapposti con materiali che si alternano.

Test 3

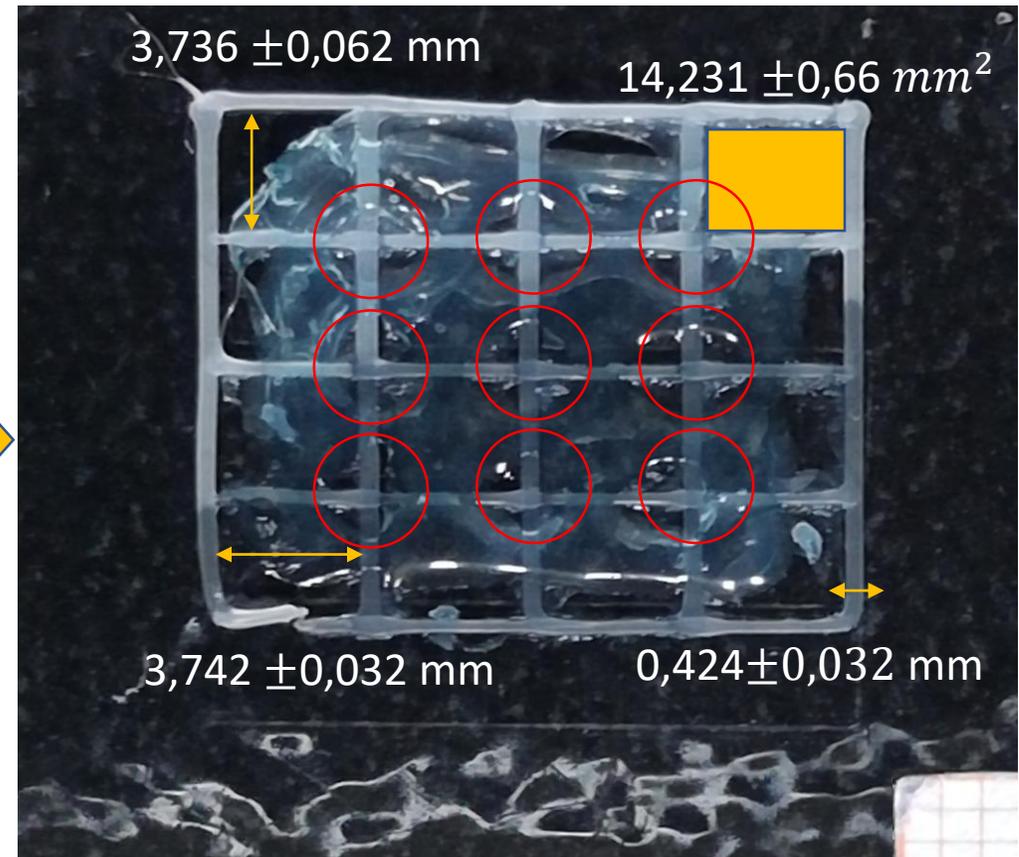
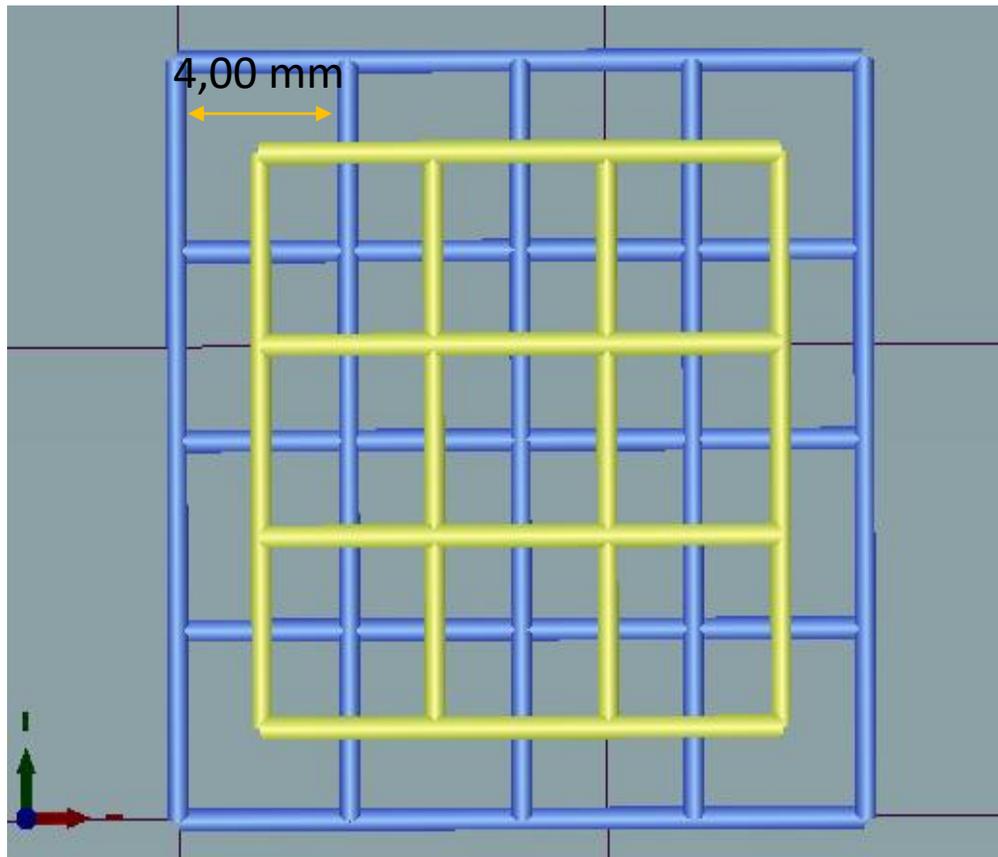


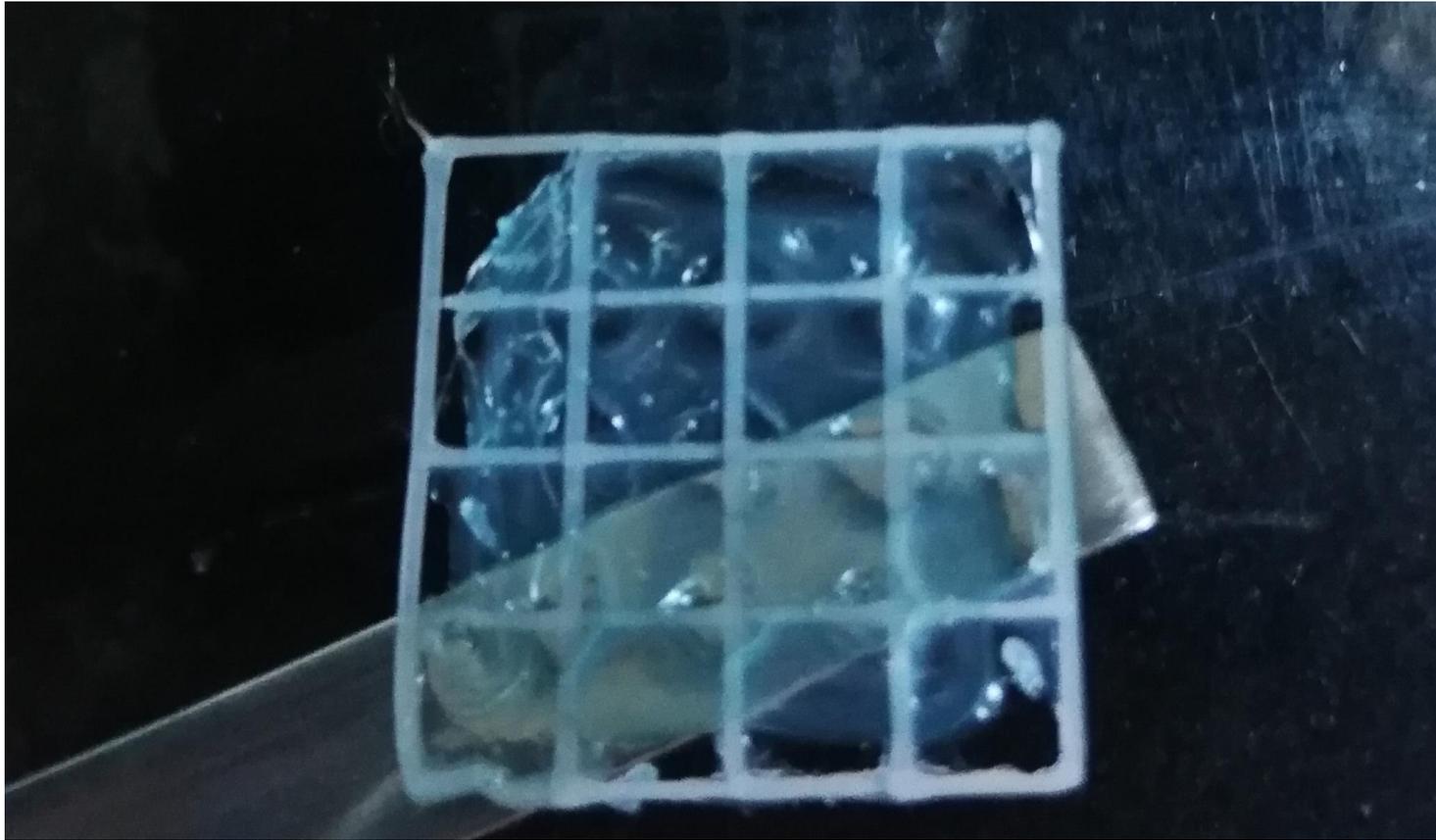


G-CODE

Il quarto e ultimo test invece ha permesso di osservare la capacità di crosslinking dell'idrogel in una struttura a griglia.

Test 4





Conclusioni

Si è potuto osservare come il processo sia effettivamente controllabile da g-code senza particolari problematiche inerenti alla deliquescenza dell'idrogel.

Inoltre il crosslinking tra idrogel e PCL è risultato ottimo, sia di tipo fisico (intrecciando i filamenti) sia di tipo chimico (Calcio cloruro) consentendo così il prelievo delle strutture stampate senza che esse si deformassero.

L'errore sulle distanze stampate è risultato essere circa del 5% quindi accettabile.



COSTAMPA DI PCL E IDROGEL PER RIGENERAZIONE DI TESSUTI

Candidato: Marco Bellotti

Relatore: Prof. Michele Conti

Grazie per
l'attenzione