

# La toolchain della stampa 3D (R1 12/09/2024)

*A cura di: Loris LORO*

## **Abstract**

***In questo testo il curatore presenta una raccolta minima di nozioni necessario per un uso essenziale di un software di slicing (Cura).***

***In bibliografia/sitografia le fonti di informazione su cui si basa il testo; nel compendio, raggiungibile dal sommario è allegato un eserciziaro.***

*Il curatore concede sotto [Licenza Creative Commons](#) l'utilizzo del presente documento come Opera di Ingegno, autorizzandone la pubblicazione sulla piattaforma: [www.picolab.eu](http://www.picolab.eu).*

***La pubblicazione del documento su altre piattaforme o l'estrazione di parte del testo da questo documento per l'impiego in pubblicazioni diverse è soggetta al consenso del curatore: [loro.loris@picolab.eu](mailto:loro.loris@picolab.eu)***

*Ingegnere elettronico opera a Torino dove vive tuttora; il curatore ha lavorato e lavora come formatore presso istituti pubblici e privati italiani che si occupano di informatica ed elettronica, ha collaborato e collabora con industrie e studi professionali in qualità di consulente.*

***Torino, 12 settembre 2024***

# Sommario

Introduzione.....	3
Cura slicer - il software di slicing più conosciuto.....	3
Cura slicer - L'interfaccia grafica.....	4
Cura slicer - Parametri in modalità raccomandata.....	5
Le impostazioni "Raccomandate".....	5
Cura i supporti.....	5
Cura slicer - Parametri di base in modalità Custom.....	7
Quality.....	7
Layer Height.....	7
Shell.....	7
Wall Thickness.....	7
Infill.....	7
Fill Density.....	7
Infill pattern.....	7
Material.....	7
Printing Temperature.....	8
Diameter.....	8
Flow.....	8
Enable Retraction.....	8
Retraction Distance.....	8
Retraction Speed.....	8
Speed.....	8
Print Speed.....	8
Cooling.....	8
Enable Print Cooling.....	9
Support.....	9
Generate Support.....	9
Support Overhang Angle.....	9
Build Plate Adhesion.....	9
Build Plate Adhesion Type.....	9
Special Modes.....	9
Cura slicer - Conclusione.....	9
Cura slicer – Esercizi.....	10
.1.1 – Collaudo e pulizia estrusore.....	10
.1.2 – Rimozione della stampa dal piatto caldo.....	10

## Introduzione

Quando si parla di stampa 3D, è sempre necessario interfacciarsi con tre tipologie di software:

- il **CAD**, col quale si produce il modello 3D (file in formato .STL);
- il **CAM - detto anche slicer** - con cui si prepara il file alla stampa 3D (file in formato testo, con estensione gc);
- e il **client (SENDER)**, con cui si comanda la stampante 3D.

**Cura slicer** fa parte della seconda categoria, il CAM; a [questo link](#) potete scaricare Cura slicer.

## Cura slicer - il software di slicing più conosciuto

Cura è, probabilmente, il software di slicing più utilizzato. Si tratta di un **software open source**, prodotto da Ultimaker, e viene costantemente aggiornato in modo da poter stare al passo con la grande quantità di richieste che arrivano dai maker di tutto il mondo.

La funzione di Cura è quella di convertire in linguaggio macchina il modello 3D elaborato, insieme a tutti i **parametri di stampa** impostati: che dipendono dalla macchina impiegata, dai materiali di stampa, dalla qualità di stampa.

Per "parametri di stampa" si intendono le vere e proprie impostazioni con cui il pezzo verrà prodotto - ad esempio la temperatura di estrusione, la velocità dei movimenti, l'altezza dei layer, .....

Una volta terminata la fase di slicing, Cura ci permetterà di esportare un file di lavoro in formato **gcode**. Il gcode non è altro che un file di testo contenente tutti i comandi, scritti in linguaggio Gcode, il file Gcode che viene inviato alla stampante mediante il sender verrà interpretato dal firmware (il più diffuso si chiama Marlin) presente sulla scheda elettronica di controllo destinata alla esecuzione dei comandi descritti dal codice G che la stampante dovrà eseguire.

Il gcode generato da Cura non differisce da quello utilizzato per le macchine a controllo numerico.

Di seguito andremo a vedere insieme quelle che sono le caratteristiche principali di questo software, insieme ai parametri che è necessario conoscere per poter effettuare lo slicing.

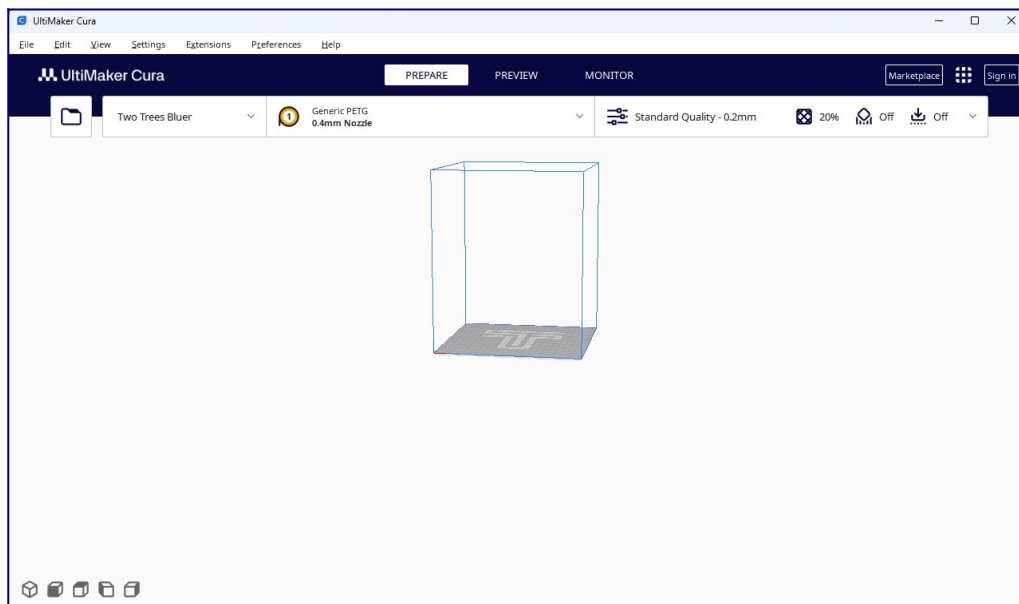
**ATTENZIONE: prima di cominciare una stampa provvedere al collaudo della macchina e alla pulizia dell'ugello di stampa.**

## Sommario

---

# Cura slicer - L'interfaccia grafica

L'interfaccia grafica di Cura (quella illustrata è la versione 5.8.1) è diventata nel corso degli anni sempre più pulita e minimale, migliorando notevolmente la semplicità d'uso.



Nella parte superiore della schermata troviamo il **menu di controllo del software**, attraverso il quale è possibile inserire modelli 3D, esportare file gcode, modificare i modelli 3D importati, cambiare la tipologia di vista e la posizione della camera, installare plugin esterni e cambiare le proprie preferenze/impostazioni.

La maggior parte della schermata è invece occupata dall'**ambiente 3D** dentro al quale vengono visualizzati i modelli.

La griglia che viene riprodotta sul piano di stampa suddivide la superficie di stampa in quadrati di **10 x 10 mm**, utile per avere un paragone dimensionale immediato coi modelli caricati.

Sulla destra notiamo una colonna che riporta alla nostra attenzione tutta una serie di opzioni. All'interno di questa colonna sono contenute tutte le **impostazioni che è possibile scegliere per produrre l'oggetto**.

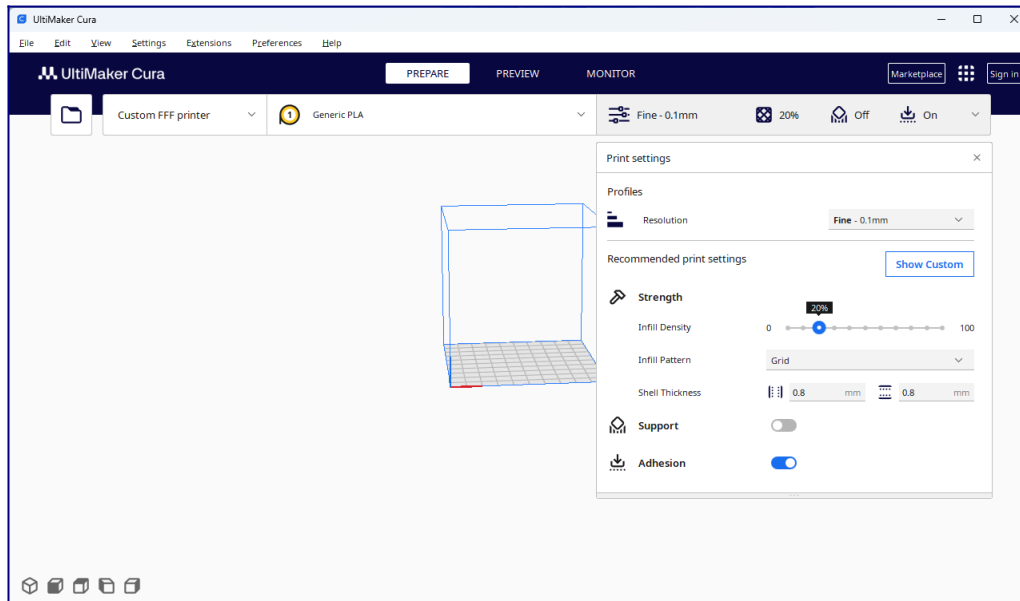
Una volta selezionati, nella parte superiore a destra, la stampante 3D con cui si intende effettuare lo slicing e il materiale utilizzato, è possibile andare a modificare i parametri di stampa.

I parametri di stampa possono essere cambiati seguendo due modalità diverse: quelle "**Raccomandate**" e quelle "**Custom**".

## Sommario

---

# Cura slicer - Parametri in modalità raccomandata



## Le impostazioni "Raccomandate"

non sono altro che i **parametri minimi e indispensabili** da impostare per effettuare lo slicing.

Tra questi troviamo la Layer Height - altezza del layer - e la Print Speed - velocità di stampa - che vengono modificate in relazione tra loro: più i layer sono alti, più si stampa veloce e, viceversa, più i layer sono bassi, più si stampa a velocità ridotte.

Successivamente troviamo l'**Infill**, col quale si va a decidere in **percentuale quanto dovrà essere riempito il nostro modello**.

Questo parametro può modificare notevolmente la qualità dell'oggetto finito, oltre che la sua resistenza meccanica.

**In genere, per un modello che non deve avere capacità meccaniche, un Infill impostato al 15-25% è più che sufficiente per ottenere un buon risultato.**

Di seguito, possiamo decidere se far generare a

## Cura i supporti

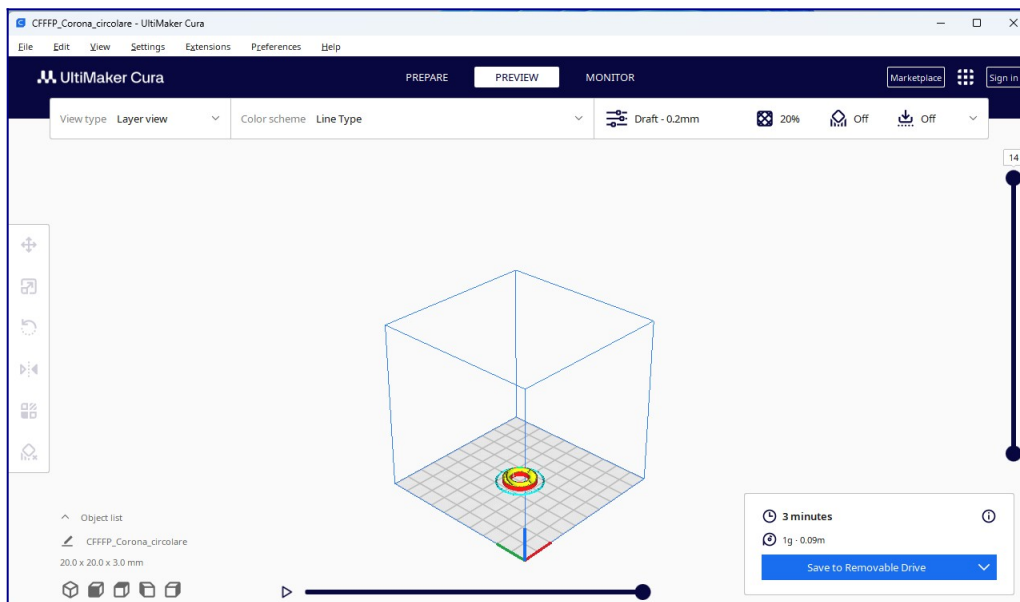
- Generate Support - per sostenere le parti a sbalzo del modello e se migliorare l'adesione al piano di stampa
- Build Plate Adhesion - espandendo il primo layer dell'oggetto.

Se si decide di usare le impostazioni raccomandate, la procedura di slicing è conclusa.

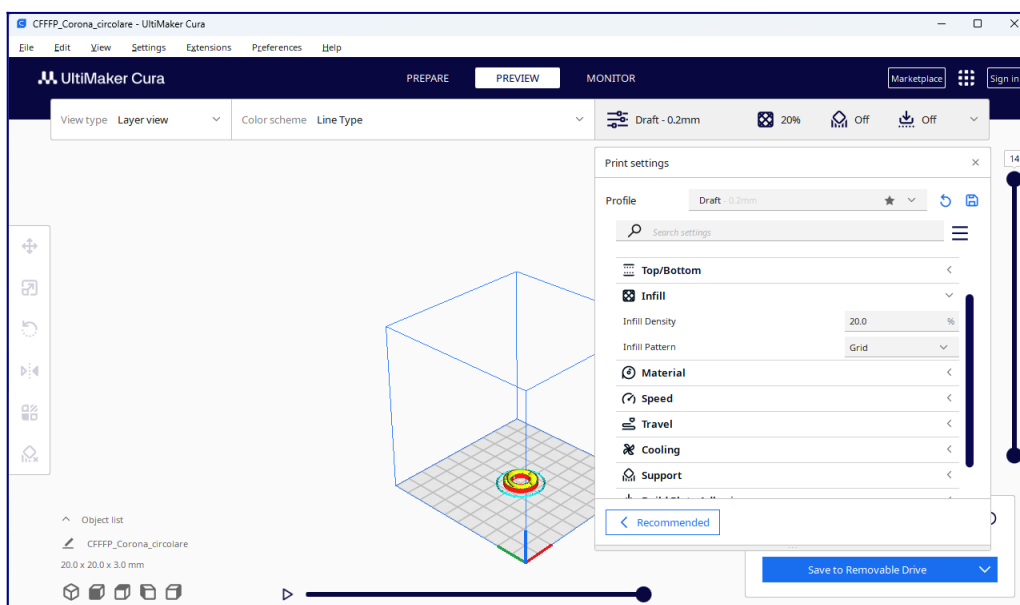
Ora possiamo vedere, un basso a destra, una **previsione del tempo di stampa** e, cliccando sul tasto "Save to File", **esportare il file gcode** da caricare in un supporto di memoria.

## Sommario

---



In caso, invece, avessimo deciso di vedere le impostazioni Custom, questo è quello che vedremo sullo schermo.



Cliccando su impostazioni Custom, ci vengono proposte tutta una serie di categorie all'interno delle quali sono raggruppati i parametri di stampa - quality, shell, infill, material, speed, cooling, support, build plate adhesion, special modes.

Andando col mouse su una di queste ed espandendo il menu a tendina, potremo **visualizzare e modificare i parametri avanzati di Cura**.

***Proseguendo con questa modalità di slicing, avremo possibilità di personalizzare ogni singolo parametro, ottenendo un file di stampa ottimizzato secondo le nostre necessità.***

*Inoltre, cliccando sull'icona a forma di ingranaggio che viene fuori quando ci si posiziona col mouse sui menu, è possibile selezionare e deselezionare i parametri visibili nei vari menu a tendina.*

## Sommario

---

# Cura slicer - Parametri di base in modalità Custom

## Quality

Con questi parametri si agisce sulla qualità di stampa.

## Layer Height

corrisponde all'altezza dei layer con cui il modello verrà prodotto. Questo parametro influisce in modo importante sulla qualità e sul tempo di stampa (layer alti, processo di stampa più corto; layer bassi, processo di stampa più lungo). **Initial Layer Height**: è l'altezza del primo layer del nostro modello. In base al materiale utilizzato e alla Layer Height generica, può essere utile aumentarla o diminuirla per garantire una migliore adesione del pezzo al piano, o per evitare che l'ugello non riesca a estrarre materiale. **Line Width**: è la larghezza che dovrà avere ogni linea di materiale estruso dall'ugello. In base al flow o alle specifiche necessità, è possibile aumentarla o diminuirla leggermente.

## Shell

Questi parametri vanno a modificare le superfici esterne del modello.

## Wall Thickness

spessore delle pareti del modello. E' buona norma impostare questo parametro con un numero che sia multiplo del diametro dell'ugello montato. Se montate un ugello da 0.4 mm e impostate questo parametro a 0.8, il modello verrà prodotto facendo due strati concentrici su tutti i perimetri. **Top/Bottom Thickness**: spessore delle chiusure superiori e inferiori. E' buona norma impostare questo parametro come multiplo della Layer Height. La top/bottom thickness dovrà essere almeno 2-4 la Layer Height per ottenere un buon risultato di chiusura.

## Infill

Questi parametri vanno a modificare il riempimento interno del modello.

## Fill Density

parametro che definisce, in percentuale, quanto dovrà essere riempito il modello. Se il pezzo non richiede particolare resistenza meccanica, un valore 15-25 % è più che sufficiente. Inoltre, ricordate che più riempite il modello, più ci vorrà tempo per produrlo.

## Infill pattern

è la geometria con cui viene prodotto l'infill. Può essere scelta in base alle geometrie del modello o in base alle necessità del momento. L'impostazione Grid è la più comune.

## Material

Qui è possibile scegliere le modalità con cui il materiale verrà estruso.

## Printing Temperature

temperatura di estrusione del materiale. Queste sono le temperature per i materiali più comuni:

- 180-210 °C per il PLA,
- 220-250 °C per ABS,
- 230-260 °C per il Nylon.

Ricordate che molto dipende dal materiale e dalla vostra stampante 3D. Verificate sempre quale sia la temperatura più idonea nel vostro caso specifico.

## Diameter

diametro del filamento. E' una caratteristica della stampante 3D e dipende da come è stata progettata dalla casa madre. I fili hanno due standard: 1.75 mm e 2.85 mm.

## Flow

corrisponde alla quantità di materiale estruso a parità di lunghezza del filamento.

## Enable Retraction

spuntando questa casella si attiva la ritrazione del filo. Quando la macchina farà dei passaggi in cui non deve estrarre materiale, tirerà indietro il filo così da evitare fuoriuscite inaspettate.

## Retraction Distance

lunghezza pari alla quale verrà tirato indietro il filamento. Per [estrusori diretti](#) si consigliano 4-5 mm, per [estrusori Bowden](#) si consigliano 8-16 mm.

## Retraction Speed

velocità con cui viene ritirato il filamento.

## Speed

Qui andiamo a impostare la velocità dei movimenti della stampante 3D.

## Print Speed

velocità di stampa. Sulle stampanti che non sono dotate di particolari elettroniche o meccaniche, di norma si utilizzano valori compresi tra i 30 e i 60 mm/s. Altre macchine, progettate in modo diverso, possono raggiungere o superare i 120 mm/s. **Travel Speed:** velocità con cui vengono effettuati gli spostamenti dove l'estrusore non deve estrarre materiale. In genere si imposta sui 100-150 mm/s.

## Cooling

Raffreddamento del pezzo in stampa.



## Enable Print Cooling

spuntando la casella le ventole del blocco estrusore si attiveranno da inizio a fine stampa. A meno che non si usino materiali specifici, le ventole aiutano a raffreddare i layer prima che l'estrusore torni a depositarci sopra del materiale.

## Support

Qui si decide se utilizzare i supporti per tutte le parti a sbalzo del modello.

## Generate Support

spuntando la casella, [Cura](#) elaborerà in modo automatico le geometrie dei supporti.

## Support Overhang Angle

è l'angolo oltre il quale i supporti andranno a sostenere l'oggetto.

Per approfondire, lascio qui il link alla [guida all'uso dei supporti di Cura](#).

## Build Plate Adhesion

Parametri di adesione al piano di stampa.

## Build Plate Adhesion Type

impostando su "Brim", il primo layer del modello verrà esteso, aumentando la superficie di adesione al piano di stampa; impostando "Raft" si creerà uno strato composto da un numero di minimo 2 layer, sui quali verrà poi stampato l'oggetto. Tra il Raft e il modello viene lasciato un piccolo Airgap per favorirne la rimozione.

Per approfondire, [qui la guida ai parametri per l'adesione al piano](#).

## Special Modes

Modalità speciali di stampa. Al momento evitiamo di fare confusione e saltiamo questo gruppo di parametri.

Se volete approfondire ulteriormente le **definizioni dei vari parametri**, vi rimando a questo guida: [Velocità o qualità? I parametri di stampa corretti per ottenere i risultati migliori](#)

## Cura slicer - Conclusione

Una volta eseguiti i passaggi come descritti sopra, sarete quindi in grado di avviare il processo di stampa senza troppi problemi.

Sicuramente, è necessario ricordare che **non è possibile usare gli stessi parametri per oggetti diversi**; è sempre bene andare a verificare che i parametri impostati combacino coi risultati che si vogliono ottenere e che non vadano in conflitto con le caratteristiche dei modelli da stampare.

*In caso ci sia qualche parametro sballato, Cura provvederà a segnalarvelo (Cura può segnalare la presenza di parametri incongruenti tra loro, gli errori logici non sono valutati dal software).*

## Sommario

---

## Cura slicer – Esercizi

Gli esercizi proposti operano su files STL presenti in un repository raggiungibile sul sito [www.picolab.eu](http://www.picolab.eu): il sito **NON E' AD ACCESSO LIBERO**, per poterlo consultare è necessario essere in possesso dei parametri di login.

### **.1.1 – Collaudo e pulizia estrusore**

**Si generi un codice in formato testo (.gc) per la pulizia dell'ugello dell'estrusore, da impiegare come prima operazione in fase di stampa. Le operazioni da eseguire nell'ordine:**

- a) *mettere l'estrusore in una posizione di sicurezza*
- b) *raggiungere la temperatura del fornello necessaria per la fusione del materiale di costruzione*
- c) *fare esrudere una piccola quantità del materiale di costruzione*
- d) *provvedere alla pulizia dell'ugello mediante asportazione dei residui di resina,*  
**ATTENZIONE: L'ESTRUSORE E LA RESINA HANNO TEMPERATURE INTORNO AI 200 °C, NON USARE LE DITA, LE USTIONI PREVEDIBILI SONO DI iii GRADO.**

### **.1.2 – Rimozione della stampa dal piatto caldo**

**Si generi una procedura per la rimozione del prodotto stampato dal piatto di stampa, da impiegare come ultima operazione in fase di stampa.**

**ATTENZIONE: IL PIATTO CALDO DELLA STAMPANTE 3D HA TEMPERATURE INTORNO AI 60 °C, LASCIATE RAFFREDDARE IL DISPOSITIVO PRIMA DI OPERARE, LA TEMPERATURA NON E' TALE DA PROVOCARE USTIONI MA SCOTTA!**

**LASCIARE SEMPRE LA STAMPANTE PULITA E IN ORDINE CON L'ESTRUSORE IN POSIZIONE DI SICUREZZA AL TERMINE DI OGNI LAVORO (anche se la stampante è la vostra perché "l'ho pagata io e ci faccio quello che voglio ...").**

**Le operazioni da eseguire nell'ordine:**

- a) *mettere l'estrusore in una posizione di sicurezza*
- b) *raggiungere la temperatura del fornello necessaria per la fusione del materiale di costruzione*
- c) *fare esrudere una piccola quantità del materiale di costruzione*
- d) *provvedere alla pulizia dell'ugello mediante asportazione dei residui di resina,*

## Sommario

---