



Cofinanciado por  
la Unión Europea



# FORMAZIONE

## COME UTILIZZARE ATTREZZATURE TECNOLOGICHE ALL'AVANGUARDIA IN CLASSE



1ο Επαγγελματικό  
Λύκειο Πάτρας

**Coordinatore:**

Ikasia Technologies SL

**Scritto da:**

Luis Martins

Laura Gómez Estrada

Luis Gómez Estrada

Pierre Carrolaggi

Carlo Zoli

Juliana Oliveira

Panagiotis Chatzipapas

Georgios Charalampidis

Panagiotis Karampelas

Dimitrios Fligos

Raquel Navarro Cerveró

César Almarcha

Questo documento è il risultato del progetto Erasmus+ “Didactech: Avvicinare le tecnologie più recenti agli studenti svantaggiati delle scuole secondarie come strumento per la loro inclusione e l'accesso al mercato del lavoro tecnologico, supportando al contempo le scuole primarie con risorse limitate”. Questo progetto è stato finanziato con il supporto della Commissione europea. La presente pubblicazione riflette esclusivamente le opinioni dell'autore e la Commissione non può essere ritenuta responsabile per l'uso che potrebbe essere fatto delle informazioni ivi contenute.



**Co-funded by  
the European Union**

Tutte le immagini utilizzate sono libere da diritti d'autore.

Licenza Creative Commons: Questo documento è rilasciato sotto licenza Creative Commons Attribuzione-Condividi allo stesso modo, che consente ad altri di scaricarlo e condividerlo a condizione che venga citato l'autore, ma non può essere modificato in alcun modo né utilizzato per scopi commerciali.





# CONTENUTO



## Stampa 3D

5-11

- 
- Tempistica
  - Obiettivo della sessione
  - Metodologia
  - Sviluppo dei contenuti



## Come funziona una stampante 3D

12-16

- 
- Tempistica
  - Obiettivo della sessione
  - Metodologia
  - Sviluppo dei contenuti



## Tipi di filamenti

17-23

- 
- Tempistica
  - Obiettivo della sessione
  - Metodologia
  - Sviluppo dei contenuti



## Prevenzione dei rischi

24-31

- 
- Tempistica
  - Obiettivo della sessione
  - Metodologia
  - Sviluppo dei contenuti



### **Strumenti di progettazione 3D**

**32-45**

- Tempistica
- Obiettivo della sessione
- Metodologia
- Sviluppo dei contenuti



### **Strumenti per la laminazione 3D**

**46-59**

- Tempistica
- Obiettivo della sessione
- Metodologia
- Sviluppo dei contenuti



### **Come costruire un modello di atomo di carbonio**

**60-78**

- Tempistica
- Obiettivo della sessione
- Metodologia
- Sviluppo dei contenuti



### **sostenibilità ambientale**

**79-92**

- Tempistica
- Obiettivo della sessione
- Metodologia
- Sviluppo dei contenuti



STAMPA 3D

# STAMPA 3D



## Tempistica

| Parte della sessione            | Descrizione                                                            | Durata    |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Modulo 1. Cos'è la stampa 3D?   | Concetto di produzione additiva e applicazioni della stampa 3D         | 20 minuti |
| Blocco 2. Processo di stampa 3D | Spiegazione generale del processo: progettazione, laminazione e stampa | 20 minuti |

## Obiettivi

- Comprendere cos'è la stampa 3D e come funziona.
- Scopri il processo di stampa 3D.
- Identificare i file e il software per la stampa 3D

## Metodologia

La sessione si svolgerà con una metodologia espositiva e partecipativa. Le spiegazioni teoriche saranno integrate dall'osservazione di pezzi stampati e di una stampante 3D.

# Sviluppo dei contenuti

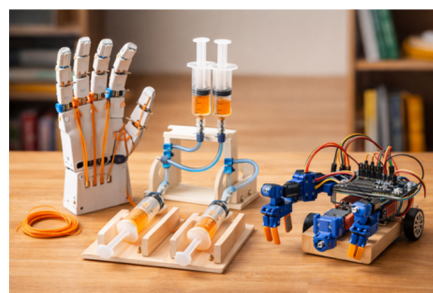
## Modulo 1. Cos'è la stampa 3D?

La stampa 3D è una tecnica di produzione additiva. Questo processo prevede la creazione di un oggetto mediante la sovrapposizione di strati di materiale.

In questo senso, a differenza di altri metodi di produzione tradizionali in cui il materiale viene tagliato, forato o rimosso (come i metodi sottrattivi, la fresatura, ecc.), nella stampa 3D l'oggetto viene costruito progressivamente. Grazie a ciò, possiamo creare forme più complesse con maggiore facilità, ridurre la quantità di materiale utilizzato e agevolare la creazione di materiali personalizzati adatti a contesti didattici.

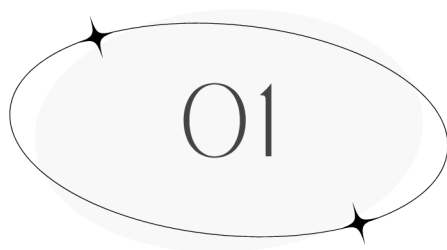
Attualmente, l'utilizzo della stampa 3D si è esteso a campi molto diversi come la medicina (per la creazione di protesi, impianti dentali...), l'architettura (modelli...) o l'istruzione (Techlab, formazione più dinamica...).

Nell'ambito del progetto Erasmus Plus "Didactech", abbiamo sviluppato la metodologia Techlab, una strategia educativa per promuovere la scienza e la tecnologia nella scuola secondaria. Questa strategia si concretizza attraverso la creazione di Techlab, laboratori di tecnologia di stampa 3D dove gli studenti imparano facendo. In questi laboratori, gli studenti lavorano su progetti reali, come la progettazione e la stampa 3D, per sviluppare competenze STEM in modo pratico, sperimentando, collaborando e applicando le conoscenze a situazioni concrete. L'iniziativa democratizza l'accesso all'innovazione tecnologica e la utilizza come strumento di inclusione, motivazione e sviluppo personale. Inoltre, il Techlab funge da asse trasversale per la scuola, integrando diverse materie e attività, con il supporto e la formazione degli insegnanti e la collaborazione di esperti esterni. Incorpora anche una dimensione sociale, poiché i prodotti creati vengono condivisi con altre scuole, soprattutto in contesti svantaggiati, promuovendo valori di solidarietà, equità e impegno.



## Blocco 2. Il processo di stampa 3D

Il processo di stampa 3D si compone di diverse fasi che consentono di passare dalla progettazione alla stampa di un oggetto tridimensionale.



### Progetta la parte 3D

Tutto inizia con la progettazione digitale del pezzo che vogliamo stampare, per la quale avremo bisogno di un software di modellazione 3D. In ambito didattico, esistono programmi intuitivi e gratuiti che si possono utilizzare facilmente. Di seguito, suggeriamo alcune opzioni:

- Tinkercad: particolarmente consigliato per principianti e studenti delle scuole superiori.
- Fusion 360 (licenza didattica): più avanzato, ideale per la progettazione tecnica.
- FreeCAD: software gratuito basato sulla modellazione parametrica.
- SketchUp Free: utile per progetti semplici e ambienti architettonici.

Tuttavia, possiamo "saltare" questo passaggio, poiché oggi esistono database di modelli 3D online esenti da diritti d'autore che possono essere scaricati gratuitamente senza bisogno di progettare l'oggetto da zero.

Alcune di queste pagine sono:

- Thingiverse
- Materiale stampabile
- La mia mini fabbrica
- Maker World

## 02

## Esporta il file STL

Una volta progettato il modello 3D, dobbiamo esportarlo in un formato compatibile con la stampa 3D: il formato .stl. Nota: se decidi di scaricare modelli 3D già pronti, assicurati che siano in formato .stl, poiché è uno dei più compatibili con i programmi di slicing.

### Che cos'è un file STL?



Questo file rappresenta la forma geometrica del pezzo 3D tramite una mesh. In altre parole, contiene le informazioni visive di ciò che vogliamo stampare, indipendentemente dalla macchina che stiamo utilizzando. È il formato universale compatibile con i software di slicing 3D (che vedremo nel passaggio successivo).

## 03

## Preparare il modello nella plastificatrice

La stampante non è in grado di interpretare il file STL. Per stamparlo, è necessario convertirlo in strati e generare le istruzioni di stampa. A tale scopo, si utilizza un programma chiamato slicer, che trasforma il modello in un file di istruzioni (codice G) che la stampante può eseguire.

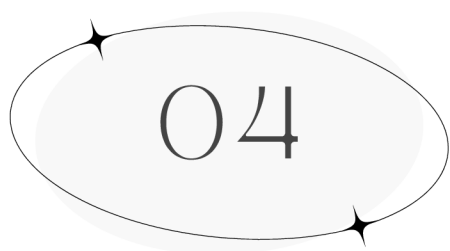


Vi suggeriamo alcuni programmi di plastificazione gratuiti e facili da usare:

- Ultimaker Cura
- PrusaSlicer
- Bamboo Studio
- IdeaMaker

In questa fase vengono configurati parametri quali la qualità di stampa, il riempimento delle parti e la temperatura, sebbene molti programmi includano profili preconfigurati che ne facilitano l'utilizzo in ambito didattico.

La sessione 6 illustra in dettaglio come utilizzare Ultimaker Cura come esempio. Questi programmi software dispongono anche di database di tutorial online che possono facilitarne l'utilizzo.



## Genera il file di stampa del codice G

Una volta impostati tutti i parametri di stampa, genereremo facilmente il codice G con il programma.

**Che cos'è un codice G?**



Questo è il file che contiene tutte le istruzioni che la stampante 3D seguirà passo passo per stampare il pezzo. Ovvero, come muoversi, quando depositare il materiale, a quale temperatura stampare, velocità, ecc.

In altre parole, è il linguaggio che permette alla macchina di stampare l'oggetto.

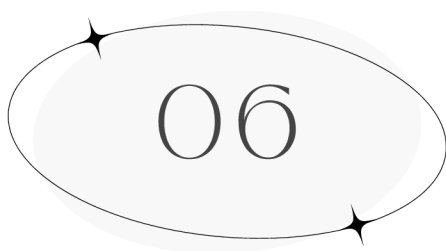
Nota importante: il codice G è univoco per ogni macchina. Ciò significa che il codice G generato per una stampante non funzionerà correttamente per la stampa su una stampante diversa, poiché ogni macchina ha i propri parametri (come il volume di stampa).



## **Stampa in 3D il pezzo**

L'ultimo passaggio consiste nell'inviare il file G-code alla stampante 3D affinché possa iniziare la stampa. Alcune stampanti consentono di inviare questi file tramite Wi-Fi, mentre altre richiedono l'invio tramite una scheda SD o un cavo USB collegato direttamente alla stampante.

I tempi di stampa possono variare da pochi minuti a diverse ore, a seconda delle dimensioni dell'oggetto e della qualità selezionata.



## **Post-produzione (facoltativa)**

Una volta ottenuto il nostro pezzo stampato in 3D, potremmo voler apportare piccole modifiche, come rimuovere i supporti o migliorare la finitura del pezzo (ad esempio, tramite limatura).

Durante questo processo, raccomandiamo di tenere in considerazione le pratiche di sostenibilità ambientale incluse nella sessione 8.



STAMPA 3D

# **OPERAZIONE**

## DA UNA STAMPANTE 3D

# Tempistica

| Parte della sessione                     | Descrizione                                     | Durata    |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------|
| Blocco 1. Come funziona una stampante 3D | Parti, assi, movimenti e tempi di stampa        | 30 minuti |
| Blocco 2. Tipologie di stampanti 3D      | Tecnologie principali e differenze fondamentali | 15 minuti |

## Obiettivi

- Comprendere il funzionamento di una stampante 3D a livello generale.
- Identifica le sue parti principali e la loro funzione di base.
- Comprensione del sistema di movimento sugli assi (X, Y, Z).
- Considerate i tempi di stampa come un fattore educativo.
- Scopri le principali tipologie di stampanti 3D e le loro differenze.

## Metodologia

La sessione si svolgerà con una metodologia espositiva e partecipativa. L'obiettivo sarà quello di fornire una comprensione completa del funzionamento della stampa 3D in modo semplice, pratico e dinamico.

# Sviluppo dei contenuti

## Blocco 1. Come funziona una stampante 3D

### 1. Parti della macchina

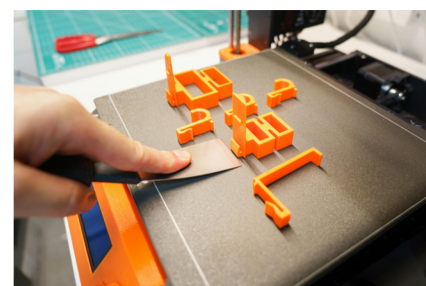
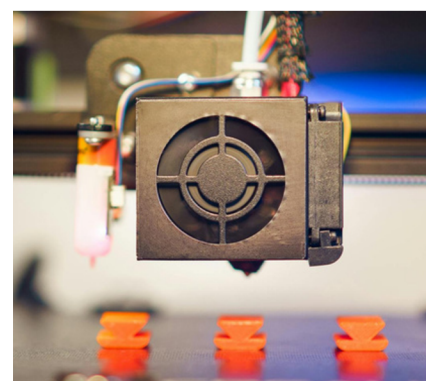
Le stampanti 3D sono composte da diversi elementi/componenti che lavorano insieme durante il processo di stampa. Il design di ogni stampante varia a seconda del modello, del tipo e del produttore. Tuttavia, tutte presentano alcuni elementi comuni:

**Struttura:** Si tratta del "telaio" della stampante, responsabile del mantenimento della stabilità della macchina. Più la struttura è solida e stabile, minori saranno le vibrazioni durante la stampa, con conseguente maggiore precisione del pezzo finale. Una struttura solida non significa necessariamente che sia più grande, ma piuttosto che i suoi componenti siano ben assemblati e garantiscano stabilità durante la stampa.

**Testina di stampa:** è una delle parti più importanti della macchina ed è composta dall'estrusore (il componente che estrude il filamento) e dall'hotend (il componente che riscalda il filamento in modo che possa essere estruso).

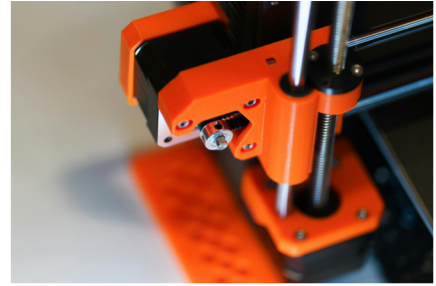
La testina di stampa deposita il filamento fuso seguendo le istruzioni del codice G per stampare il pezzo strato per strato.

**Piano di stampa.** Questa è la superficie su cui viene stampato il pezzo. Nella maggior parte delle stampanti 3D, può essere riscaldato per migliorare l'adesione del materiale e prevenire la deformazione durante la stampa. La deformazione può verificarsi perché il materiale si espande quando viene riscaldato e si contrae quando si raffredda. Durante la stampa, alcune aree del pezzo possono raffreddarsi più velocemente di altre, creando tensioni che causano, ad esempio, il sollevamento degli angoli.





Motori e sistema di movimentazione. Permettono di spostare la testina di stampa e/o il piano di stampa su diversi assi (X, Y, Z) per costruire il pezzo strato per strato.



Pannello di controllo o display. Consente di impartire istruzioni alla stampante, come avviare la stampa, spostare gli assi, regolare le temperature o controllare lo stato di stampa.



Sistema di controllo. Comprende tutti i componenti elettronici e il software che coordinano il funzionamento della macchina.

## **2. Movimenti e assi di una stampante 3D**

Per stampare un pezzo 3D, la macchina deve muoversi in diverse direzioni all'interno dell'area di stampa (il piano di lavoro). Questi movimenti sono organizzati lungo tre assi:

- X: il movimento orizzontale da sinistra a destra.
- E inoltre: movimento orizzontale in avanti e indietro.
- Z: il movimento verticale.

## **3. Tempi di stampa**

Bisogna tenere presente che la stampa 3D, sebbene possa essere veloce, non è istantanea e il tempo di stampa dipende da vari fattori come le dimensioni del pezzo, la quantità di materiale e di supporti utilizzati, l'altezza del pezzo, la velocità di stampa e la densità di riempimento.

In questo senso, una stampa può richiedere da pochi minuti a diverse ore. Come vedremo in seguito, quando si genera il file di stampa (codice G), il software di slicing indica il tempo di stampa e il filamento necessario.

# Sviluppo dei contenuti

## Blocco 2. Tipologie di stampanti 3D

Sebbene esistano diverse tecnologie di stampa 3D, in questo contesto ci concentreremo su quelle più diffuse nei centri didattici per la loro accessibilità e facilità d'uso.

### 1. Stampanti FFF/FDM (le più comuni in ambito didattico)

Le stampanti FFF (Fused Filament Fabrication) o FDM (Fused Deposition Modeling) sono le più consigliate in ambito didattico perché:

- Sono più economici.
- Più facile da usare.
- Utilizzano materiali più semplici.
- Manutenzione relativamente semplice

Queste stampanti funzionano fondendo un filamento termoplastico (un materiale plastico che si scioglie quando riscaldato e si solidifica nuovamente quando raffreddato) che viene depositato strato dopo strato fino al completamento dell'oggetto.

### 2. Stampanti a resina (SLA/MSLA)

Le stampanti a resina utilizzano una tecnologia diversa. Invece di fondere il filamento, impiegano una resina liquida fotosensibile che si solidifica sotto la luce ultravioletta.

Queste stampanti consentono la produzione di componenti con un livello di dettaglio molto maggiore e finiture più precise, pertanto sono comunemente utilizzate per miniature, prototipazione di precisione, ecc. I principali vantaggi di queste stampanti sono quindi:

- Finiture più lisce
- Elevata precisione e livello di dettaglio.
- Utile per componenti piccoli e complessi
- Al contrario, presentano delle limitazioni, quali:
- Richiedono maggiore manutenzione e pulizia.
- La resina richiede un'attenta manipolazione.
- È quasi sempre necessario eseguire una post-elaborazione del pezzo.



# **TIPI DI** MATERIALI

## Tempistica

| Parte della sessione        | Descrizione                                          | Durata    |
|-----------------------------|------------------------------------------------------|-----------|
| Blocco 1. Tipi di filamento | Caratteristiche, usi e differenze tra PLA, ABS, PETG | 30 minuti |

## Obiettivi

- Scopri le tipologie più comuni di filamento per la stampa 3D.
- Comprendere le caratteristiche, i vantaggi e i limiti di ciascun filamento.

## Metodologia

La sessione si svolgerà con una metodologia espositiva e partecipativa. Le spiegazioni teoriche saranno integrate dall'osservazione di filamenti fisici e di pezzi stampati realizzati con ciascun filamento, al fine di evidenziarne le differenze.

# Sviluppo dei contenuti

## Blocco 1. Tipi di filamento

In questa sessione ci concentreremo sui filamenti PLA, PETG e ABS:

### PLA (acido polilattico)

Si tratta di un polimero termoplastico derivato da risorse rinnovabili come l'amido di mais o la canna da zucchero. Nella stampa 3D, è uno dei filamenti più utilizzati grazie alla sua facilità d'uso e al basso impatto ambientale.

Per un utilizzo ottimale, si consiglia di stampare a temperature relativamente basse (tra 205 °C e 220 °C) e con una temperatura del piano di stampa tra 50 °C e 60 °C. Pertanto, è più facile da usare con stampanti più semplici. Inoltre, presenta un rapido processo di raffreddamento, che consente una stampa dettagliata.

Le caratteristiche principali di questo filamento sono:

- Biodegradabile.
- Rigido e relativamente fragile.
- Una contrazione lieve, cioè una riduzione minima.
- Superficie lucida e liscia.

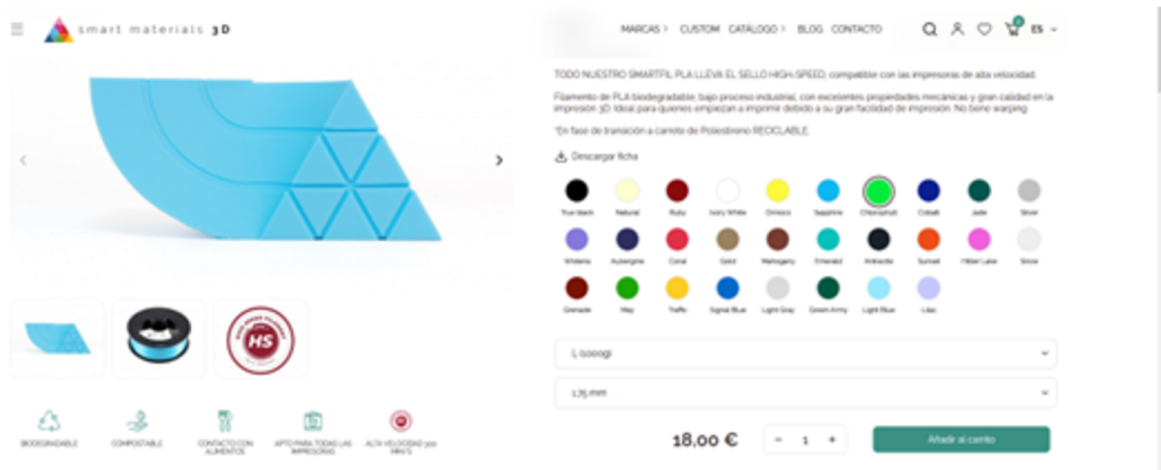
Tra i principali vantaggi troviamo:

- Facilità di stampa
- Basso impatto ambientale.
- Bassa temperatura di estrusione.
- Genera livelli molto bassi di emissioni e odori durante la stampa, il che la rende più adatta al settore dell'istruzione.

Tra le principali limitazioni riscontriamo:

- Ha una bassa resistenza al calore. Si deforma a temperature superiori a 60 °C.
- Ha una minore resistenza agli urti.
- Non è flessibile, il che significa che può rompersi sotto tensione.
- Non è adatto all'esposizione prolungata alla luce solare o ad ambienti umidi.





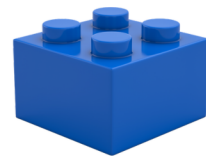
Fonte: Smart Materials

## ABS (acrilonitrile butadiene stirene)

L'ABS è un polimero termoplastico (un materiale plastico che diventa flessibile o malleabile quando riscaldato e si solidifica quando raffreddato) derivato dal petrolio, noto per la sua elevata resistenza e durata. È ampiamente utilizzato nella produzione industriale e nella realizzazione di prototipi funzionali (involucri, supporti, ecc.). A differenza del PLA, viene stampato a temperature più elevate (tra 240 °C e 260 °C) e con un piano riscaldato tra 90 °C e 110 °C per prevenire deformazioni e garantire una corretta adesione del materiale al piano.

D'altra parte, durante la stampa possono essere rilasciati fumi dall'odore forte che richiedono ventilazione.

Una curiosità: i mattoncini LEGO sono realizzati in ABS.



Le caratteristiche principali di questo filamento sono:

- Materiale molto resistente, duro e rigido.
- Elevata resistenza al calore.
- Più flessibile; può resistere agli urti senza rompersi
- Può deformarsi e restringersi quando si raffredda.
- Una superficie più opaca rispetto al PLA.
- È possibile ottenere pezzi traslucidi perché allo stato naturale ha una trasparenza del 91%.

Tra i principali vantaggi troviamo:

- Molto robusto e durevole.
- Resiste alle alte temperature senza deformarsi.
- Flessibile.
- Consente la levigatura, l'incollaggio e la post-elaborazione (ad esempio, con l'acetone).

Tra le principali limitazioni riscontriamo:

- Emette vapori.
- Difficile da stampare per i principianti.
- Potrebbe restringersi raffreddandosi
- A causa del restringimento, la precisione dei dettagli più fini potrebbe essere inferiore.
- Costo più elevato.



Fonte: Smart Materials

## PETG (Polietileno Tereftalato Glicol)

Il PETG è un filamento termoplastico resistente e durevole, stampabile a temperature comprese tra 230 °C e 250 °C, con un piano riscaldato tra 70 °C e 90 °C. Si deforma meno dell'ABS e ha una maggiore resistenza agli urti rispetto al PLA.

Le caratteristiche principali di questo filamento sono:

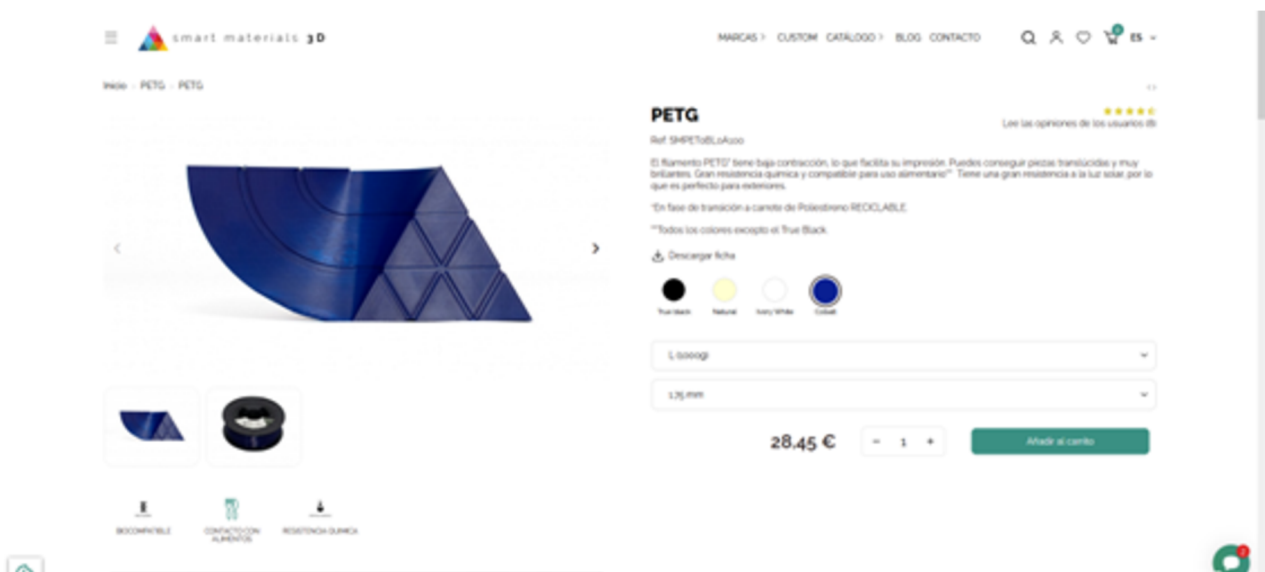
- Traslucido, con finitura lucida
- Minore contrazione dell'ABS
- Stabile nel tempo, non si degrada facilmente.
- Resistente agli urti

Tra i principali vantaggi troviamo:

- Più facile da stampare rispetto all'ABS
- Flessibile di fronte agli impatti
- Resistente all'acqua e all'umidità
- Finitura liscia e lucida

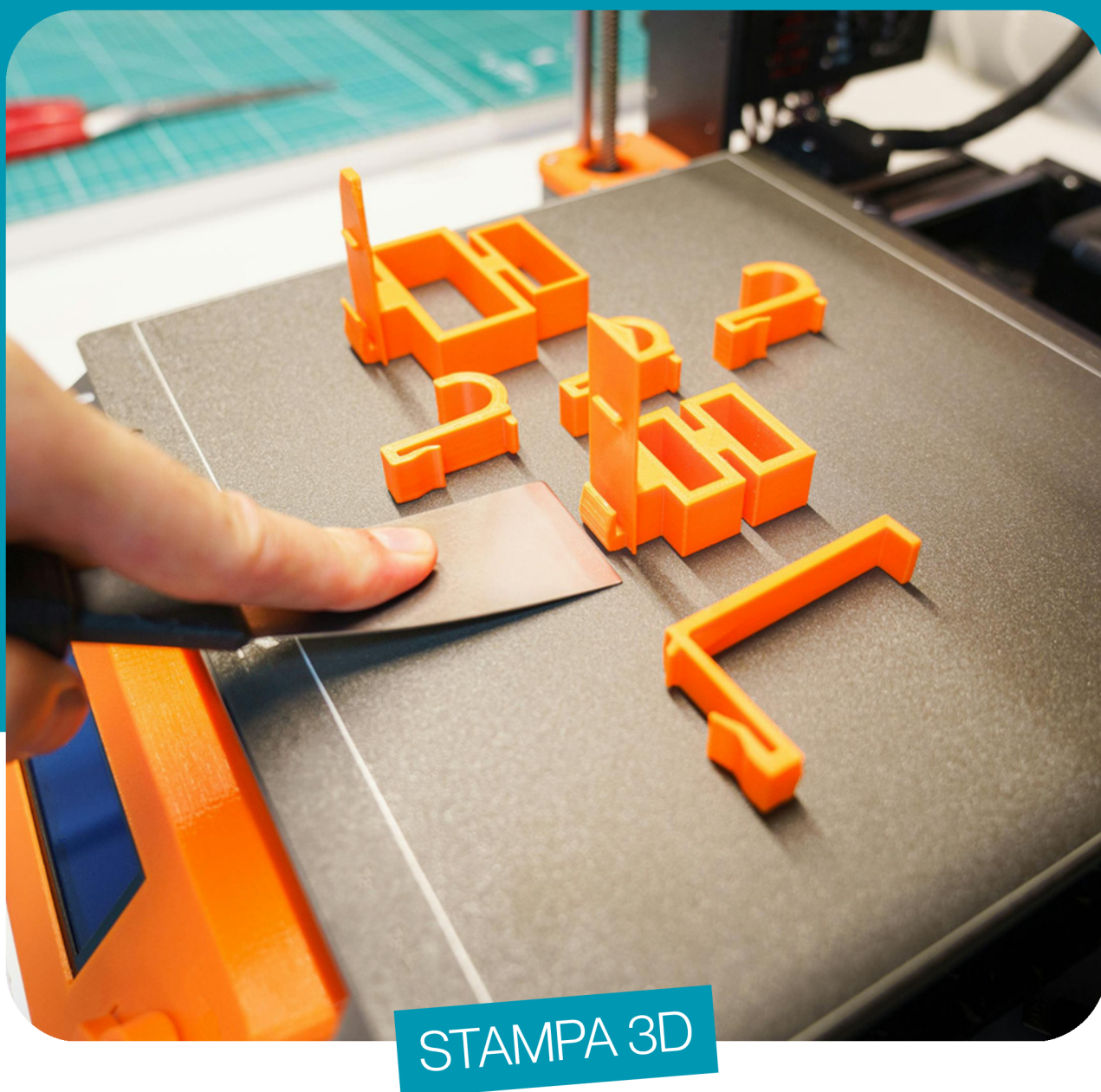
Tra le principali limitazioni riscontriamo:

- L'adesione al letto è più complicata rispetto al PLA
- Non è né biodegradabile né compostabile.
- Meno rigido del PLA



Fonte: Smart Materials

| Materiale | °C      | Facilità     | Resistenza<br>al calore | Emissioni   | Contrazione | Sostenibilità |
|-----------|---------|--------------|-------------------------|-------------|-------------|---------------|
| PLA       | 205–220 | Molto facile | Bassa                   | Molto basse | Molto bassa | Alta          |
| ABS       | 240–260 | Difficile    | Alta                    | Elevate     | Elevata     | Bassa         |
| PETG      | 230–250 | Medio-alta   | Media                   | Basse       | Bassa       | Media         |



# **PREVENZIONE DEI RISCHI**



# Tempistica

| Parte della sessione                                | Descrizione                                                         | Durata    |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| Blocco 1. Prevenzione dei rischi nelle stampanti 3D | Identificazione dei rischi e linee guida per l'intervento in classe | 40 minuti |

## Obiettivi

- Comprendere l'importanza della sicurezza nell'uso didattico delle stampanti 3D.
- Identificare i principali rischi associati all'utilizzo delle stampanti 3D in classe.
- Scoprire le misure di prevenzione di base applicabili in un ambiente Techlab.
- Promuovere un utilizzo responsabile, sicuro e sostenibile della tecnologia in classe.

## Metodologia

La sessione si svolgerà con una metodologia espositiva incentrata su situazioni reali all'interno del Techlab. Verranno combinate spiegazioni semplici con casi di studio che evidenzieranno le potenziali insidie derivanti dall'utilizzo di una stampante 3D FFF in ambito didattico.

# Sviluppo dei contenuti

## Blocco 1. Prevenzione dei rischi nell'uso delle stampanti 3D

L'utilizzo di stampanti 3D nei laboratori tecnologici di Techlab offre numerose opportunità formative nell'ambito STEM. Tuttavia, è fondamentale essere consapevoli dei principali rischi che possono presentarsi e di come prevenirli, al fine di garantire un ambiente sicuro per studenti e insegnanti.

Non si tratta di creare allarme o di insinuare che le stampanti 3D siano pericolose o difficili da usare; in condizioni normali non esplodono né causano gravi problemi. È semplicemente importante, come per qualsiasi strumento didattico, conoscere alcune regole di base per lavorare in sicurezza ed evitare rischi minori facilmente prevenibili.

D'altro canto, desideriamo che teniate presente che le raccomandazioni fornite in questa sessione formativa hanno carattere indicativo e preventivo, basate sul normale utilizzo didattico di una stampante 3D nel Techlab.



È importante che:

- Si prega di consultare le schede tecniche e le schede di sicurezza (SDS) dei materiali utilizzati.
- Segui le istruzioni di sicurezza del produttore della stampante.
- Rispettare le normative vigenti in materia di prevenzione dei rischi professionali e sicurezza del centro.

Il centro educativo e gli insegnanti incaricati dell'utilizzo delle apparecchiature 3D sono responsabili dell'attuazione di queste misure.

## Di quali rischi dovremmo essere consapevoli?



Ci concentreremo su cinque rischi:

- Meccanici. Quelli relativi ai componenti mobili della stampante, come la testina di stampa, il piano di stampa o i movimenti dei diversi assi.
- Termiche. Quelle associate alle temperature di componenti quali ugello, filamento e piano di stampa.
- Elettrici. Quelli relativi ai collegamenti elettrici ed elettronici della stampante.
- Sostanze chimiche. Quelle relative alle emissioni di gas o agli odori che si manifestano durante la stampa a causa dell'utilizzo di determinati filamenti.
- Ambientali. Quelle derivanti dalla produzione di rifiuti e residui di plastica se non vengono gestiti correttamente.

## RISCHI MECCANICI

### Possibili rischi:



- Colpo di testa in movimento.
- La stampante cadrà se viene spinta accidentalmente.
- Leggera sensazione di pizzicore quando si inserisce la mano durante la stampa.
- Metti il dito sull'estrusore.
- Tocca le ventole in movimento.

## Come possiamo prevenirli?



- È importante spiegare agli studenti che non devono toccare la stampante mentre è in funzione (ad esempio, per evitare che mettano le mani nell'area di stampa). Questa misura preventiva, come vedremo, si applica praticamente a tutti i rischi.
- Al termine della stampa, è importante attendere qualche minuto prima di rimuovere il pezzo o toccare la macchina.
- Mantenere una distanza di sicurezza
- Posizionare sempre la stampante su una superficie stabile. In altre parole, evitare tavoli instabili o traballanti.

## RISCHI TERMICI

### Possibili rischi:



- È possibile ustionarsi toccando l'ugello. A seconda del filamento utilizzato, la temperatura dell'ugello può variare tra 180 °C e 260 °C.
- Ustioni dovute al contatto con il piano riscaldato. Questa superficie non è calda come l'ugello, ma può raggiungere i 50°C (nel caso del PLA).
- Provoca ustioni al contatto con il filamento fuso.

## Come possiamo prevenirli?



- È importante spiegare agli studenti che non devono toccare la stampante mentre è in funzione (impedire loro, ad esempio, di mettere la mano nell'area di stampa).
- Al termine della stampa, è importante attendere qualche minuto prima di rimuovere il pezzo o toccare la macchina.
- Utilizzare strumenti come le pinzette per toccare il filamento o pulire l'ugello.
- Rimozione dei pezzi preferibilmente da parte dell'insegnante
- Informare gli studenti sugli oggetti caldi e sull'importanza di non toccarli.

## PERICOLI ELETTRICI

### Possibili rischi:



- Cavi danneggiati
- manipolazione impropria
- Versamento di liquido vicino alla stampante
- Crampi

### Come possiamo prevenirli?



- Se si verifica una qualsiasi di queste situazioni, la prima cosa da fare è spegnere immediatamente l'apparecchio e avvisare il produttore.
- Scollegare l'apparecchio dalla presa di corrente.
- Non posizionare liquidi nelle vicinanze, come bicchieri o bottiglie aperte che potrebbero cadere e causare guasti elettrici.
- Verificare visivamente le condizioni del cavo di alimentazione.
- È importante spiegare agli studenti che non devono manomettere i collegamenti della stampante.

## RISCHI CHIMICI

Qui riscontriamo due rischi principali: quelli derivanti dalle emissioni gassose e quelli derivanti dalle emissioni di particolato.

### A causa delle emissioni di gas

Dobbiamo tenere presente che, sebbene non sia un rischio immediato, non vi è alcun rischio di avvelenamento improvviso e, utilizzando materiali appropriati, il rischio è molto basso, quando stampiamo un pezzo in 3D, il filamento si riscalda e può emettere piccole quantità di gas e composti volatili nell'aria.

Pertanto, raccomandiamo di esaminare le caratteristiche indicate dal produttore per il materiale.

Inoltre, raccomandiamo l'utilizzo del PLA, poiché emette livelli molto bassi di sostanze nocive, genera meno odori ed è più sicuro negli ambienti scolastici.



## Possibili rischi:



- Disagio causato dagli odori
- Aria stagnante negli ambienti chiusi
- Esposizione prolungata senza ventilazione

## Come possiamo prevenirli?



- Utilizzare il PLA come materiale principale
- Mantenere una ventilazione naturale dell'aula
- Evitate di stampare per molte ore consecutive in ambienti non ventilati.
- Non posizionare più stampanti in spazi piccoli e non ventilati.
- Se si utilizzano polimeri come l'ABS, posizionare la macchina in una camera sicura protetta da filtri che catturino le sostanze chimiche presenti nell'aria.

## A causa dell'emissione di particelle

Il rischio di particelle residue si presenta durante la post-elaborazione. Ovvero, una volta completata la stampa 3D, potrebbe essere necessario apportare delle modifiche al pezzo, come la limatura o la levigatura.

Questo processo produce particelle finissime che possono entrare nei nostri occhi, possiamo trasportarle in altri luoghi (sulle nostre mani, ad esempio, se tocchiamo qualcos'altro) o addirittura ingerirle senza rendercene conto.

## Come possiamo prevenirli?



- Codice identificativo utente
- Indossate le mascherine
- Indossa gli occhiali
- Indossare i guanti
- Presta attenzione alla pulizia dell'ambiente. Consigliamo di passare l'aspirapolvere.

## RISCHI AMBIENTALI

L'utilizzo delle stampanti 3D può avere un impatto ambientale se i materiali e i rifiuti generati durante il processo di stampa non vengono gestiti correttamente.

Inoltre, alcuni materiali plastici non sono biodegradabili e richiedono un'adeguata gestione dei rifiuti.

### Possibili rischi:

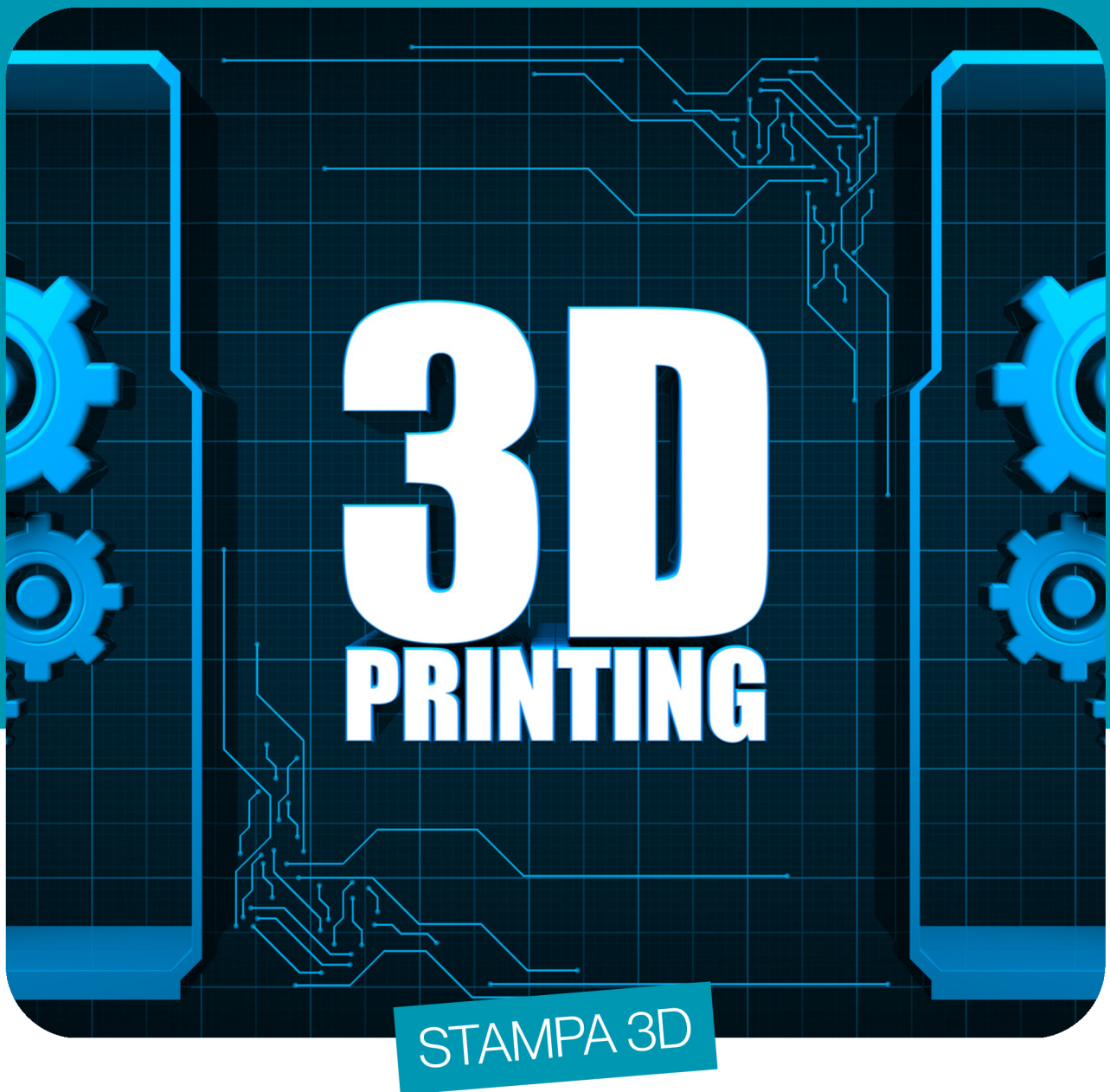


- Accumulo di rifiuti di plastica
- Inquinamento ambientale dovuto a una cattiva gestione dei rifiuti.
- Sporco in classe
- Dispersione di piccoli pezzi o frammenti

### Come possiamo prevenirli?



- Utilizzare un contenitore specifico per i rifiuti della stampa 3D.
- Incoraggiare il riutilizzo dei componenti guasti ogni qualvolta sia possibile.
- Mantieni lo spazio di lavoro pulito e ordinato
- Pulire l'ambiente passando l'aspirapolvere per evitare lo spostamento delle particelle.
- Pulire con un panno/carta umido e conservare in un sacchetto di plastica per evitare di inquinare l'aria.
- Raccogli i resti dopo ogni sessione
- Utilizzare materiali più sostenibili quando possibile (come il PLA).
- Evitate di stampare materiali non necessari o non didattici.
- Riutilizzare i materiali ove possibile attraverso programmi di raccolta (vedere la sezione successiva).



# **UTENSILI**

## PROGETTAZIONE 3D

## Tempistica

| Parte della sessione                                               | Descrizione                                                                                                 | Durata    |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Blocco 1. Software gratuito e vantaggi per gli istituti scolastici | Spiegazione di cosa sia il software libero, delle sue caratteristiche e dei vantaggi che offre alle scuole. | 15 minuti |
| Blocco 2. Come usare FreeCAD passo dopo passo                      | Spiegazione pratica e guidata sull'utilizzo di FreeCAD                                                      | 60 minuti |

## Obiettivi

- Comprendere cosa sia il software libero.
- Comprendere i vantaggi per il centro educativo e l'inclusione degli studenti con disabilità.
- Impara a utilizzare il software FreeCAD per la progettazione 3D, con particolare attenzione all'implementazione di Techlabs.

## Metodologia

La sessione si svolgerà con una metodologia espositiva e partecipativa. Le spiegazioni teoriche saranno integrate da esercitazioni guidate passo passo, consentendo agli insegnanti di comprendere come utilizzare il software gratuito FreeCAD per la progettazione 3D.

Durante la sessione, verrà incoraggiata la partecipazione attiva, favorendo l'acquisizione di autonomia nell'utilizzo di base del software.

# Sviluppo dei contenuti

## Blocco 1. Software gratuito e vantaggi per gli istituti scolastici

Il software libero è un software il cui codice sorgente può essere studiato, modificato, utilizzato, copiato e distribuito liberamente per qualsiasi scopo.

Secondo la Free Software Foundation (FSF), “Il software libero è un software che dà all’utente la libertà di dividerlo, studiarlo e modificarlo. Lo chiamiamo software libero perché è gratuito per l’utente.” [1]

Secondo Richard Stallman, fondatore della Free Software Foundation (FSF) e del movimento del software libero, il software, per essere considerato libero, deve avere quattro libertà essenziali[2]:

- Scopo: Il software può essere utilizzato per qualsiasi scopo senza restrizioni di licenza o limitazioni geografiche. Pertanto, tutti gli utenti possono utilizzare il software su qualsiasi sistema e per qualsiasi scopo senza l'obbligo di notificare il proprietario.
- Distribuzione: Il software può essere condiviso e copiato gratuitamente, con o senza modifiche.
- Studio: chiunque può studiare come funziona il software.
- Modifiche: Il software può essere modificato da qualsiasi utente, così come le versioni modificate possono essere condivise.

[1] Free Software Foundation. (n.d.). Che cos'è il software libero e perché è così importante per la società? Consultato il [data di consultazione], da <https://www.fsf.org/about/what-is-free-software> [2] Free Software Foundation. (n.d.). La definizione di software libero. Progetto GNU. Consultato il 7 novembre 2025, da <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.en.html>

## **Se parliamo di software open source... è la stessa cosa?**

Sebbene vengano spesso usati come sinonimi, i due termini non hanno esattamente lo stesso significato. La differenza principale risiede nella filosofia e negli obiettivi. Mentre il software libero si basa su una visione etica e sociale il cui scopo principale è garantire la libertà di utilizzo, studio, modifica e condivisione del software, l'open source si concentra sugli aspetti pratici e sui vantaggi derivanti dalla disponibilità del codice per migliorare la qualità del software, l'innovazione e la cooperazione tecnica, tralasciando la componente etica.

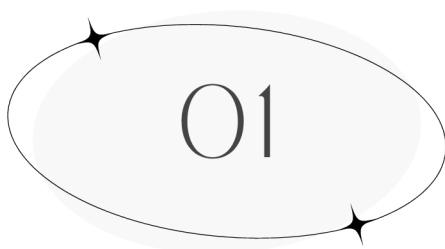
## **Quali sono i principali vantaggi dell'utilizzo di software libero nei Techlab per i centri didattici?**

- **Accesso gratuito.** Il vantaggio principale è che questo software non rappresenta un costo eccessivo per gli istituti scolastici. Pertanto, è possibile utilizzarlo senza dipendere da contratti o piani commerciali di aziende esterne.
- **Inclusione.** L'utilizzo di questo tipo di software permette a tutti di usarlo dentro e fuori dalla classe, eliminando le barriere economiche e tecnologiche e consentendo a tutti gli studenti di partecipare e apprendere in condizioni di parità.
- **Apprendimento attivo.** In linea con i vantaggi sopra descritti, l'utilizzo di questo tipo di software consente a tutti gli studenti di esplorare, modificare e creare progetti 3D, sviluppando competenze chiave e trasversali.
- **Collaborazione.** Pur non essendo un vantaggio esclusivo del software libero, il suo utilizzo consente agli studenti di condividere e lavorare in team, promuovendo l'acquisizione di competenze fondamentali.
- **Creatività e innovazione.** Come il vantaggio precedente, questo non è esclusivo del software libero, ma rappresenta un vantaggio significativo, poiché la possibilità di testare nuove idee e tradurre la propria creatività in obiettivi concreti stimola la motivazione e avvicina gli studenti alla scienza e alla tecnologia in modo dinamico e pratico, elemento chiave per il loro apprendimento.



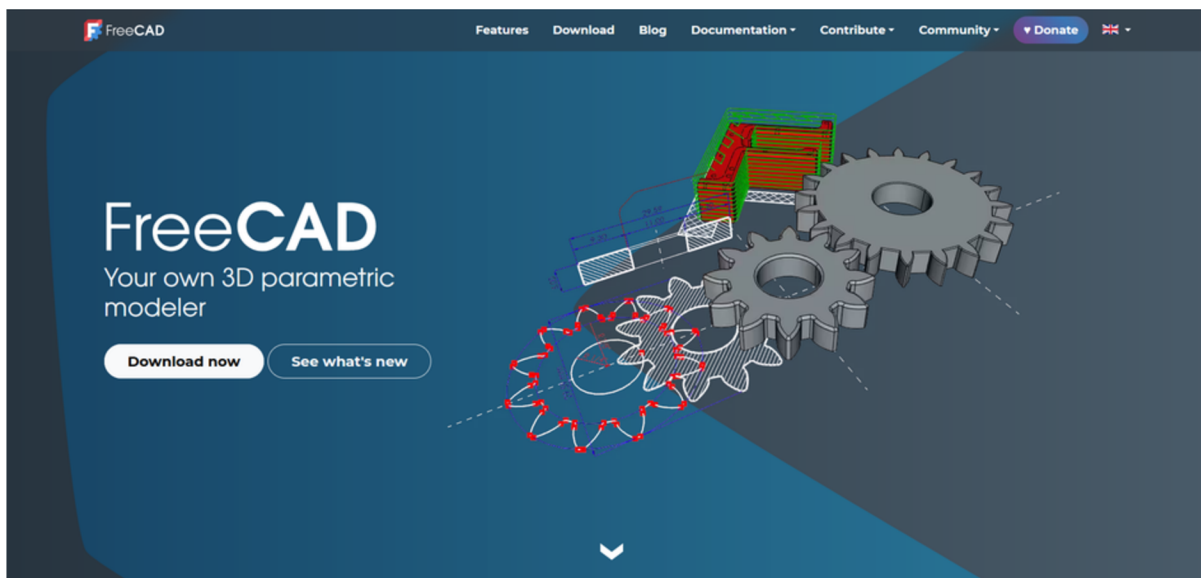
## Blocco 2. Come usare FreeCAD passo dopo passo

FreeCAD è un software di progettazione di modelli 3D gratuito e open-source che offre strumenti per produrre, esportare e modificare modelli solidi estremamente precisi, esportarli per la stampa 3D o la lavorazione CNC, creare disegni e viste 2D dei modelli, eseguire analisi come l'analisi agli elementi finiti o esportare dati del modello come quantità o distinte base.

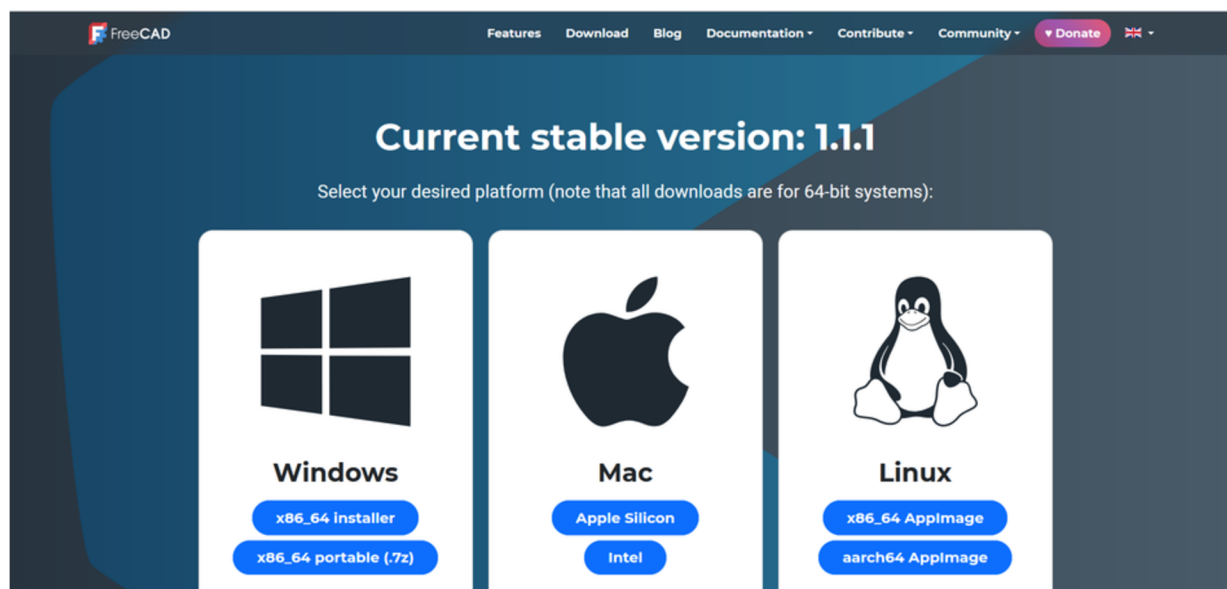


### Installa il software

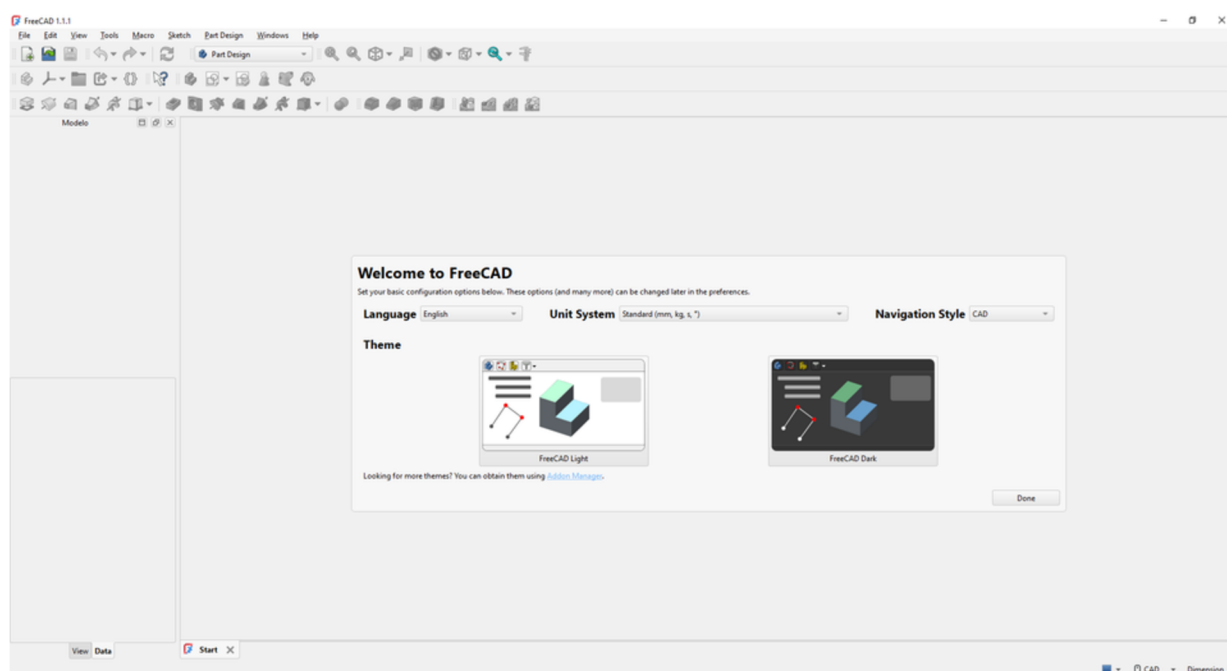
Il primo passo sarà installare il software sui computer del centro o sul nostro portatile. Per fare ciò, dovremo accedere al sito web ufficiale di FreeCAD, da dove potremo scaricare la versione più adatta al nostro computer (Windows, macOS, Linux).

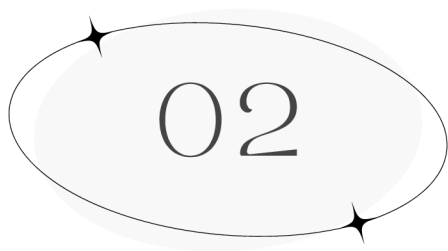


Dalla homepage, la prima cosa che vediamo è il link per scaricare il software. Se clicchiamo su "Scarica ora", verremo automaticamente reindirizzati alla pagina di download dove potremo scegliere il nostro sistema operativo.



Il download si avvierà automaticamente. Una volta completato il download, apri il programma scaricato e segui le istruzioni di installazione. Al termine, apri direttamente il software e seleziona la lingua:



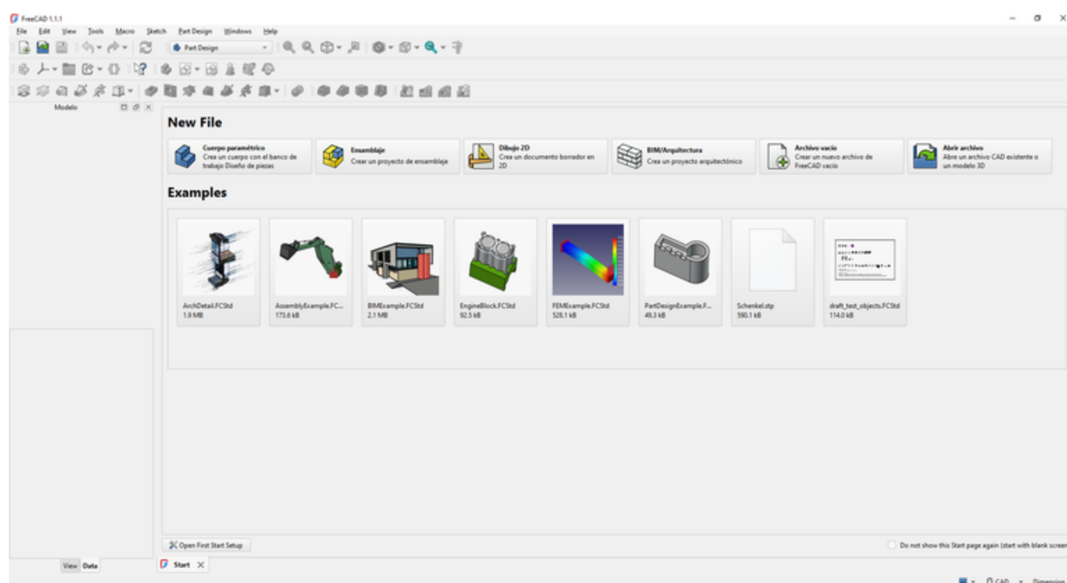


## Come iniziare a utilizzare il software

Quando si apre il programma, appare una finestra con diverse opzioni per la creazione di un nuovo file:

- Modellazione parametrica. Questa è l'opzione più comune per la progettazione 3D. Permette di creare e modificare parti solide. È l'opzione migliore per la creazione di componenti per Techlab, in quanto si tratta di un ambiente progettato per la creazione di parti 3D passo dopo passo. Ogni parte viene costruita a partire da misure e regole, senza l'utilizzo di modelli predefiniti o template.
- Assemblaggio. Questa operazione serve per assemblare diversi pezzi e verificare come si incastrano tra loro. È utile quando si hanno diverse parti dello stesso oggetto e si vuole controllare che funzionino correttamente insieme.
- Disegno 2D. Consente di creare planimetrie e diagrammi. Ad esempio, per mostrare le misure esatte di un componente in un file PDF.
- BIM/Architettura. Consente la progettazione di circuiti o strutture architettoniche.
- File vuoto. Apri un nuovo progetto vuoto, senza struttura né ambiente attivo.
- Apri file. Consente di aprire un progetto salvato in precedenza.

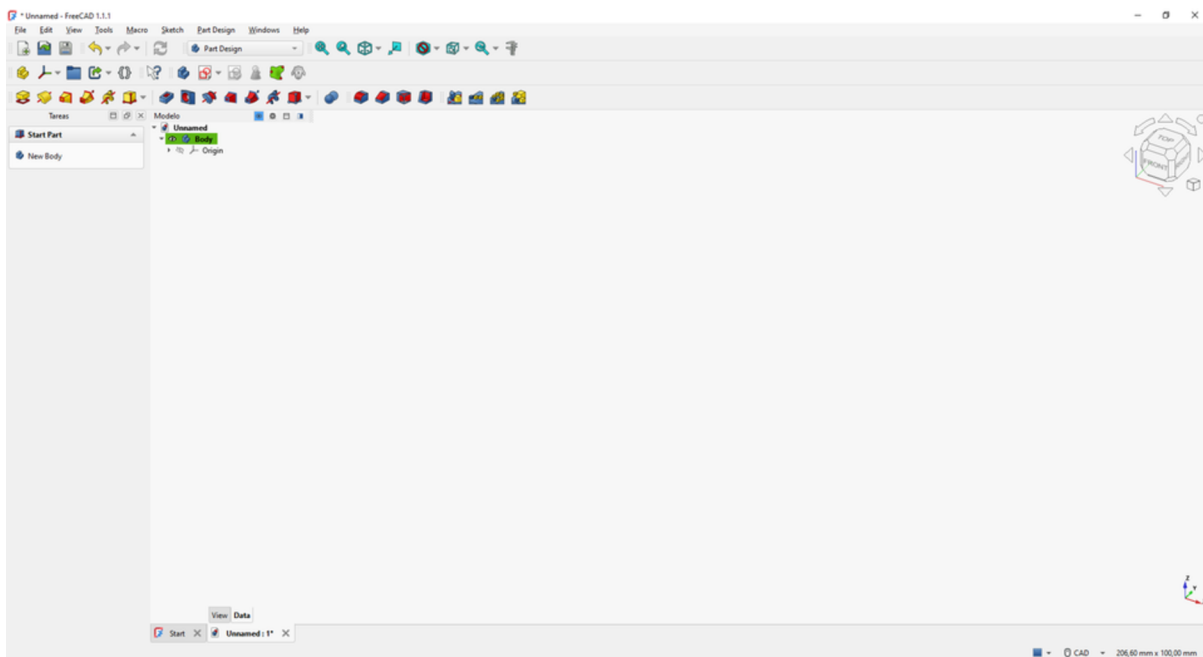
Qui di seguito possiamo vedere alcuni esempi di file offerti da FreeCAD che possiamo aprire per osservare come sono realizzati i modelli.





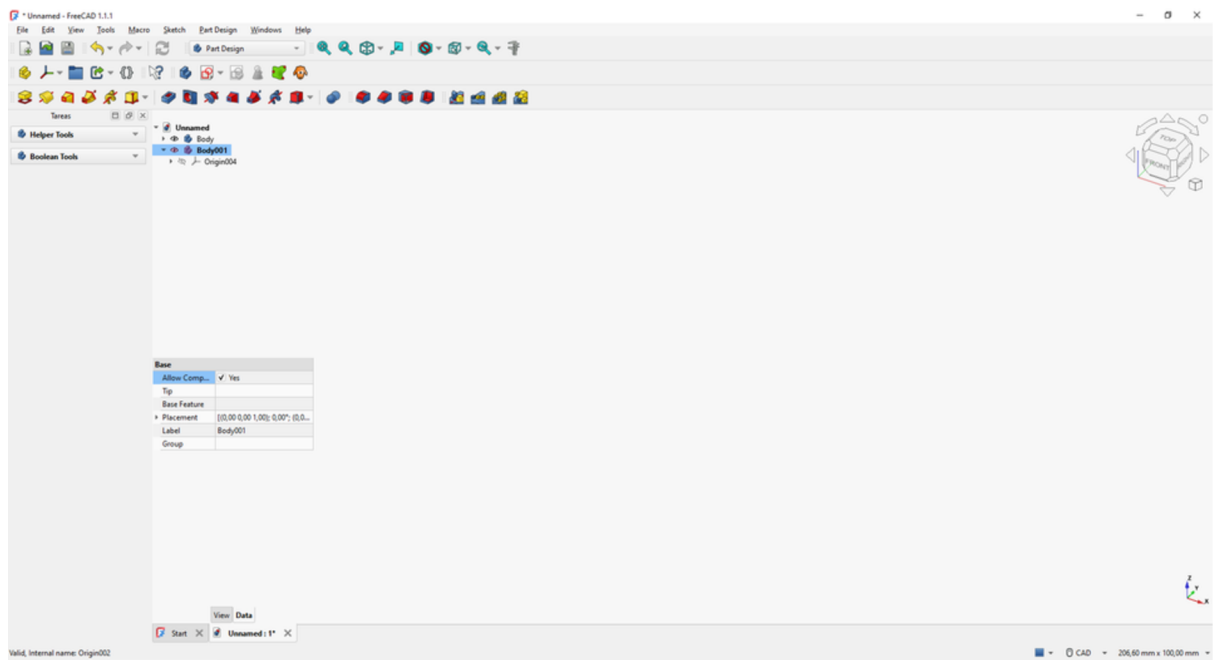
## Creazione del nostro primo modello 3D

Iniziamo cliccando su "Parte parametrica", dopodiché apparirà la seguente schermata:



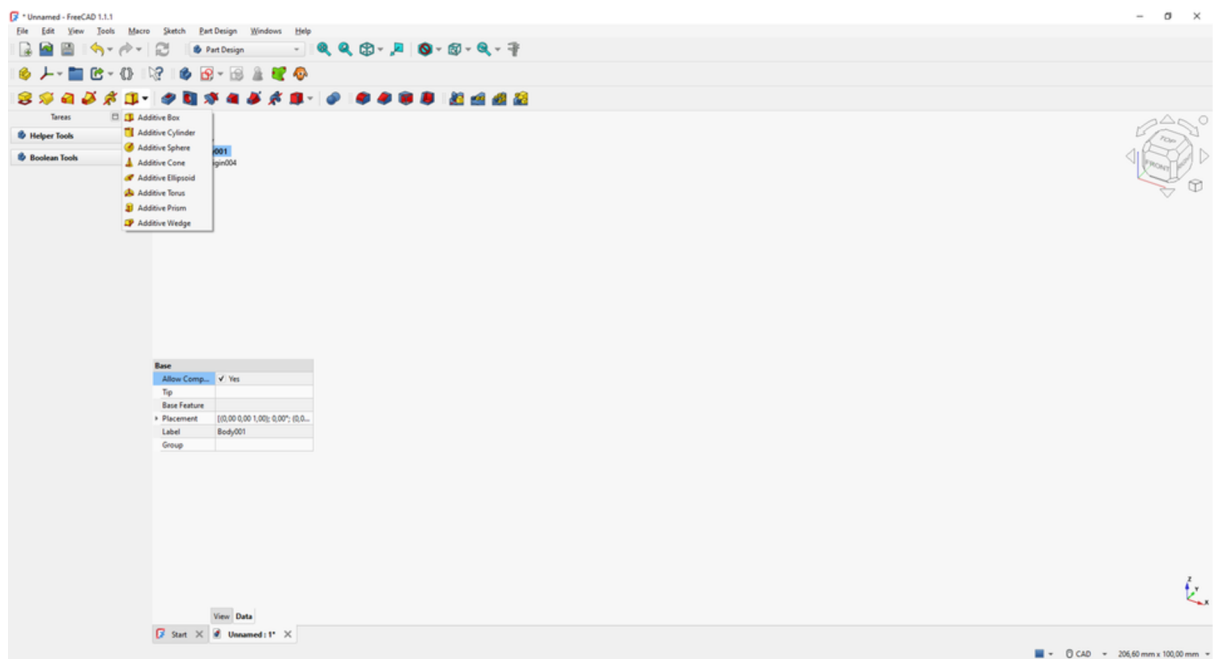
La prima cosa che vediamo è uno spazio vuoto con una barra degli strumenti sul retro e una barra laterale a sinistra dove troviamo "Attività" (che mostra i passaggi che è possibile eseguire) e "Modello" (che mostra l'albero degli obiettivi del progetto).

La prima cosa che faremo è creare un corpo. Questo ci permetterà di lavorare su una nuova parte. Per prima cosa, selezioniamo "Nuovo corpo". Il corpo è il "contenitore della parte" in cui vengono salvati schizzi e modifiche.

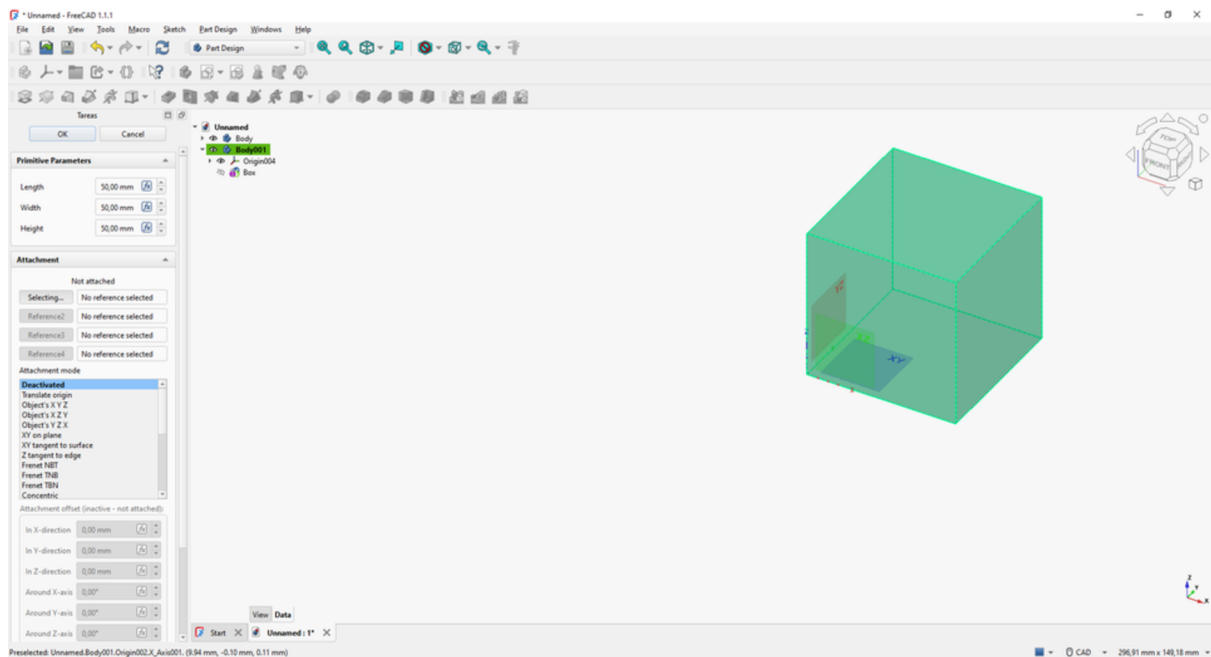


Ora, all'interno di quel corpo dobbiamo creare uno schizzo, che diventerà poi il nostro pezzo 3D.

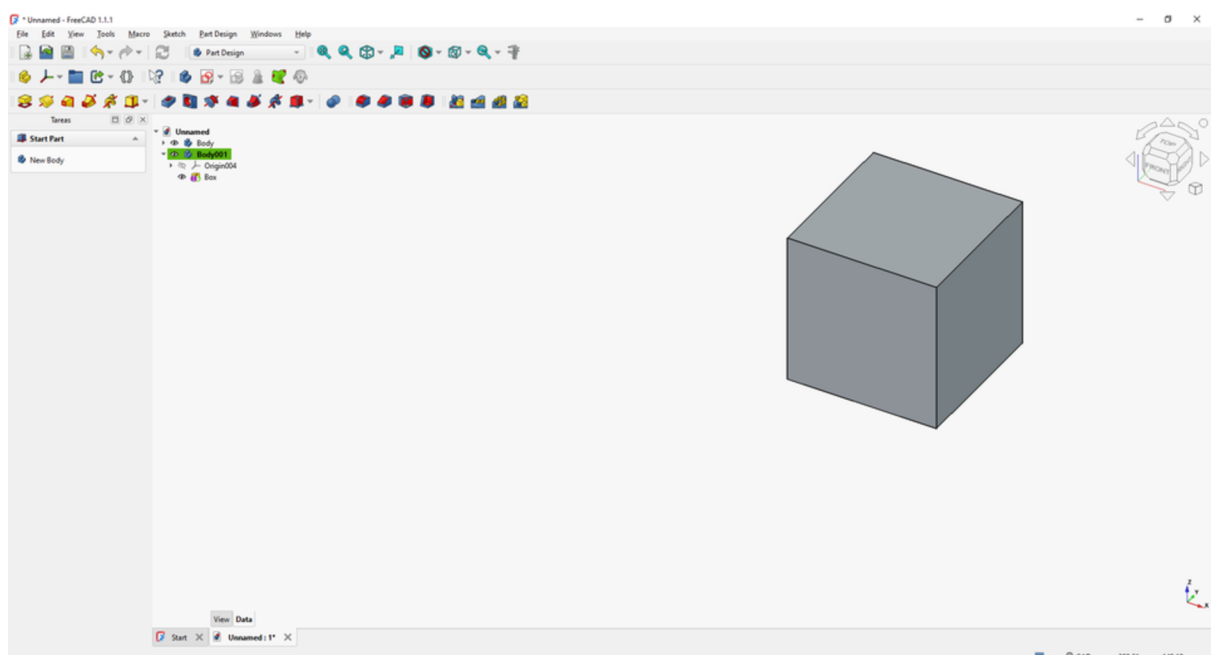
Successivamente, selezioniamo il pulsante "Crea una primitiva additiva", ovvero una forma base predefinita: cubo, cilindro, sfera, cono...



Selezioniamo "cubo" per iniziare e inseriamo le dimensioni desiderate (lunghezza, larghezza e altezza). Ad esempio: 50 mm x 50 mm x 50 mm

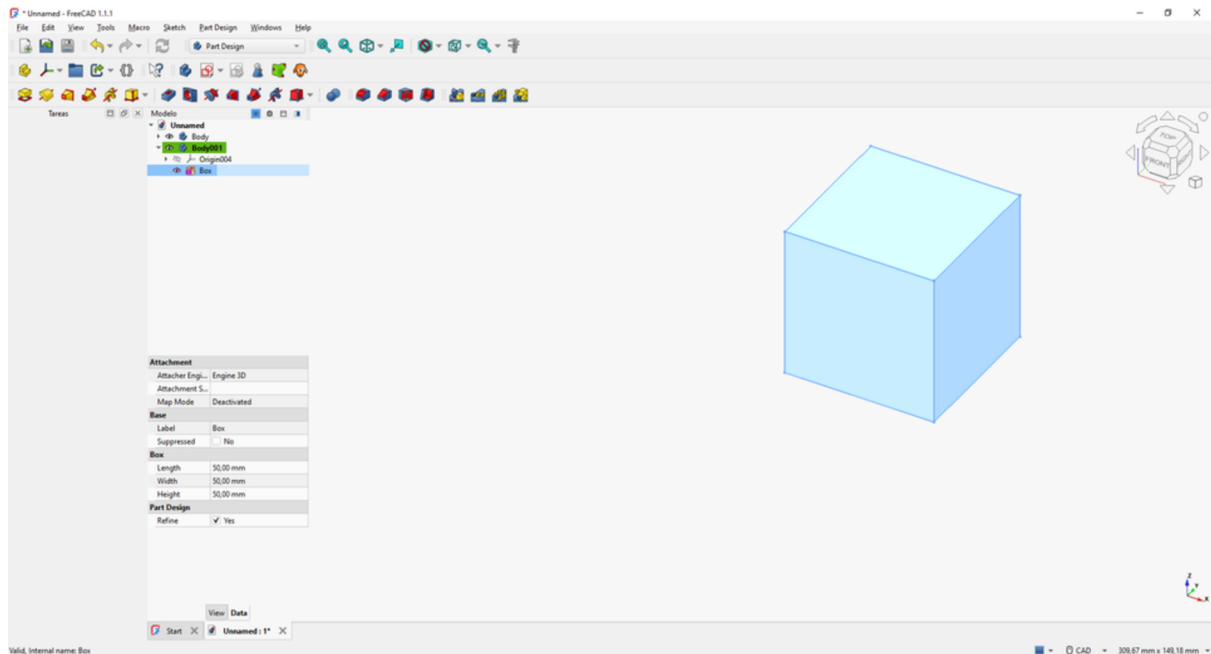


Facendo clic su "OK", il blocco 3D verrà visualizzato nella vista principale e l'opzione "Modello" apparirà all'interno del corpo nella barra laterale.

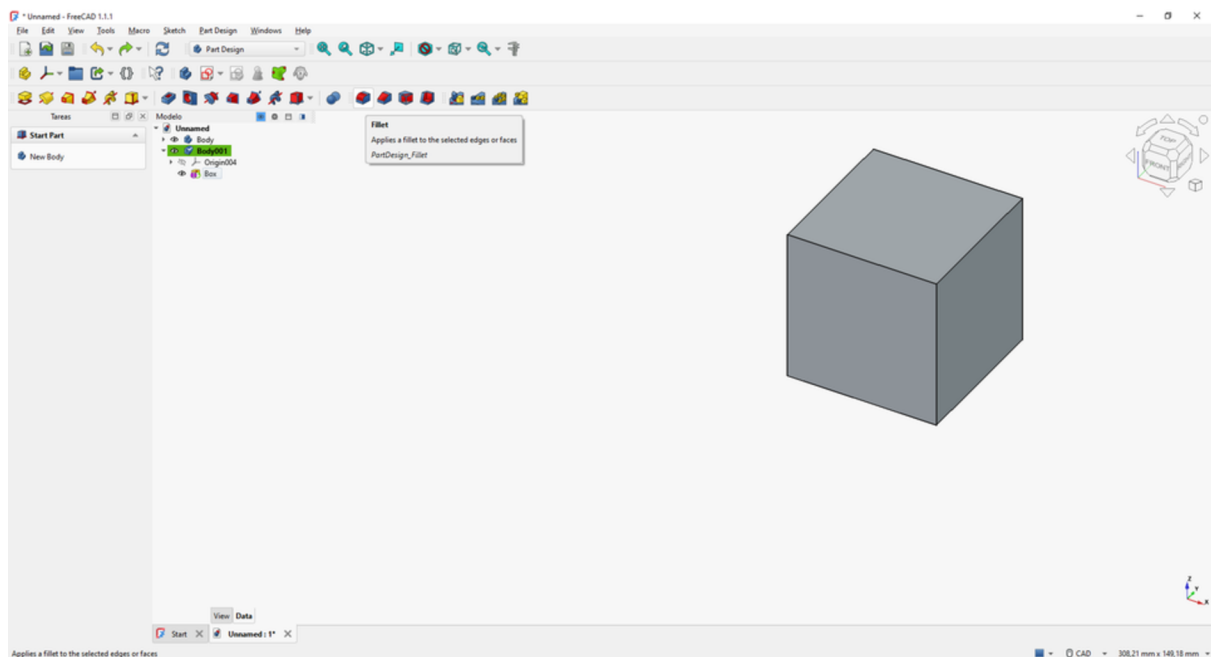




Una volta creato, se vogliamo modificarne le dimensioni possiamo farlo selezionando "Box" nella barra laterale; apparirà una scheda "Proprietà" in basso dove potremo apportare le modifiche desiderate.

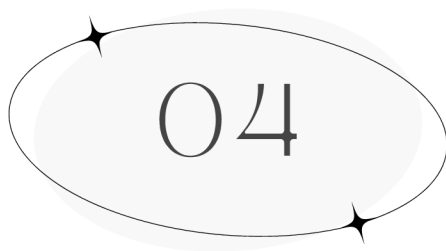


Possiamo anche apportare modifiche come arrotondare gli angoli dalla barra degli strumenti in alto:



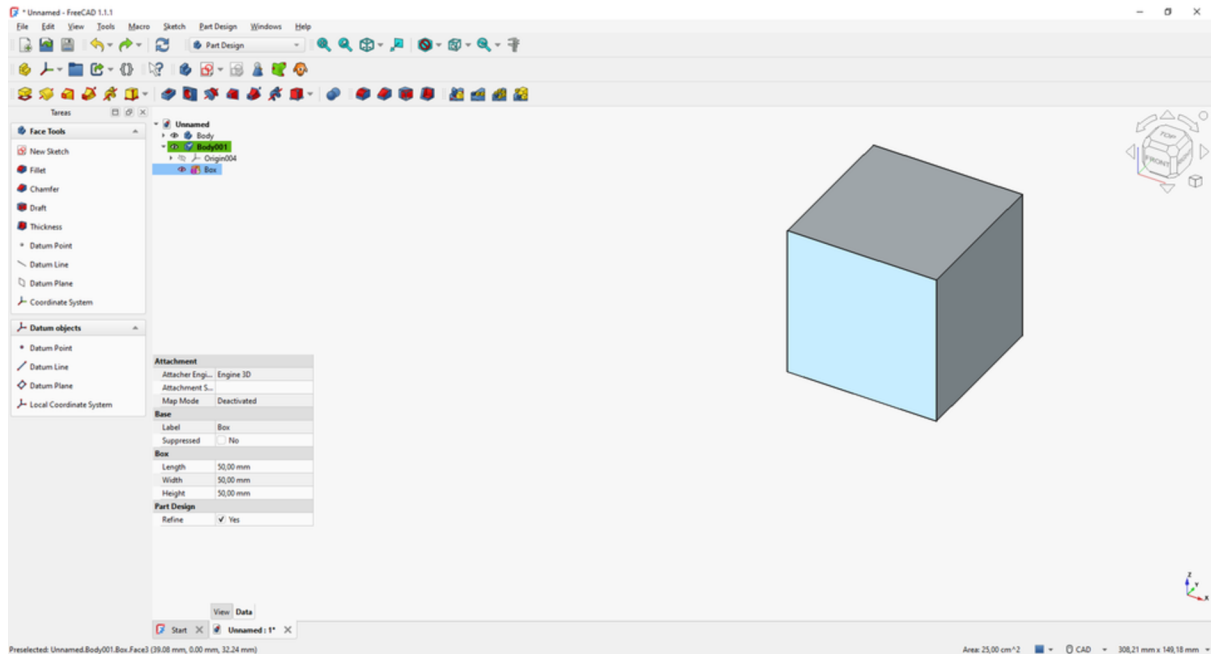
Pratica un foro o crea un'altra forma primitiva (come un cilindro) all'interno del nostro cubo, modifica lo spessore, ecc.

È giunto il momento di esplorare e riflettere su come desideriamo che sia la nostra opera.



## Controlla la parte

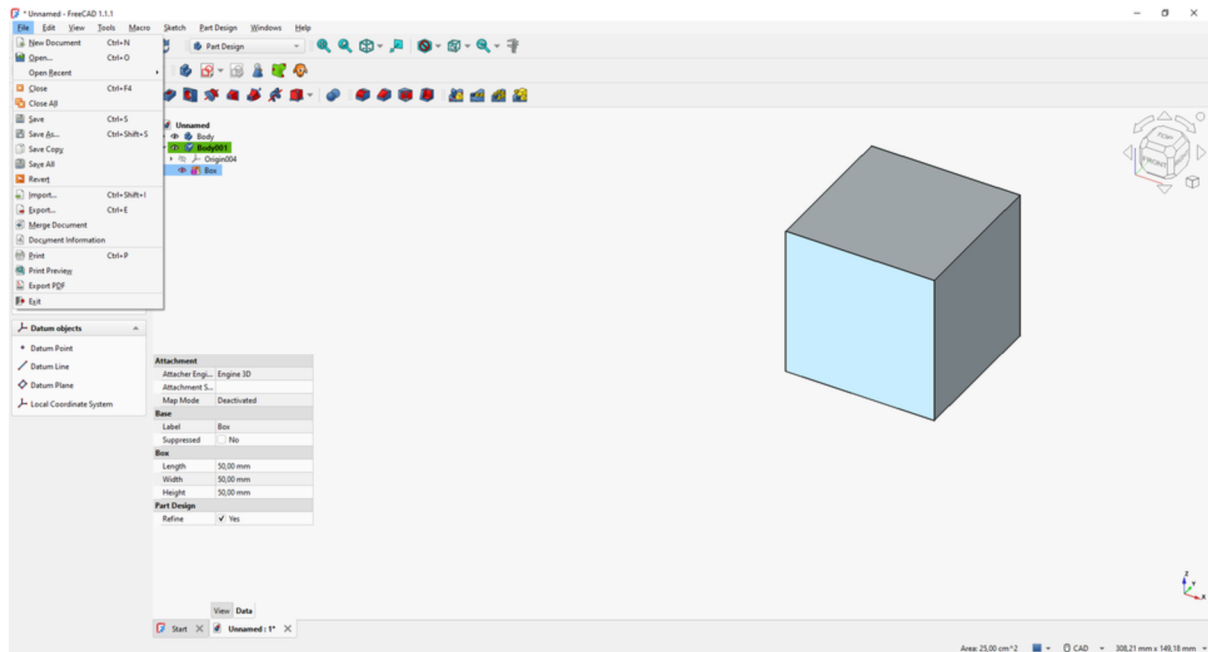
Ruota il pezzo nella vista 3D e assicurati che tutte le modifiche abbiano l'aspetto desiderato, verificando anche che le misure siano corrette.

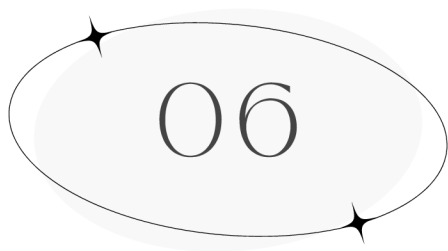




# Salva il progetto FreeCAD

Vai su File – Salva e assegna un nome al tuo progetto. In questo modo potrai riaprirlo in seguito e continuare a modificarlo.

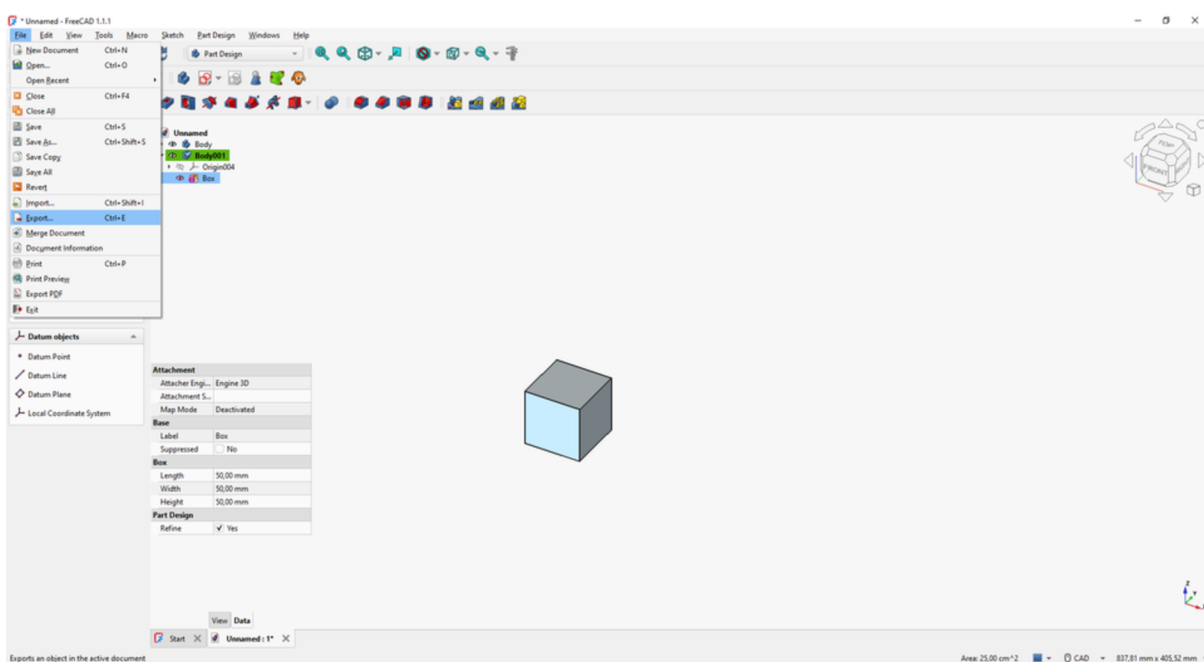




## Esporta per la stampa 3D

Se hai già il pezzo finale da stampare con la stampante 3D Techlab:

- Seleziona l'ultimo elemento nella barra laterale "Modello".
- Vai al file – esporta
- Scegli il formato STL
- Salva il file





# UTENSILI PER LAMINAZIONE 3D

## Tempistica

| Parte della sessione                | Descrizione                                                                                                       | Durata    |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Blocco 1. Come usare Ultimaker Cura | Spiegazione pratica e guidata sull'utilizzo di CURA: installazione, interfaccia, slicing, creazione del codice G. | 60 minuti |

## Obiettivi

- Impara a utilizzare il software Ultimaker Cura per lo slicing 3D, con particolare attenzione all'implementazione di Techlabs.

## Metodologia

La sessione si svolgerà con una metodologia espositiva e partecipativa. Le spiegazioni teoriche saranno integrate da esercitazioni guidate passo passo, consentendo agli insegnanti di comprendere come utilizzare il software ULTIMAKER CURA per lo slicing 3D.

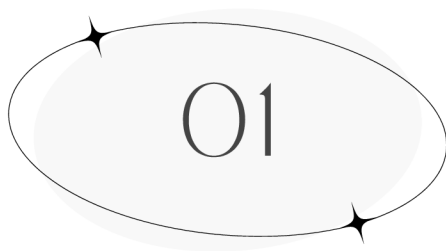
Durante la sessione, verrà incoraggiata la partecipazione attiva, favorendo l'acquisizione di autonomia nell'utilizzo di base del software.

## Sviluppo dei contenuti

### Blocco 1. Come usare Ultimaker Cura

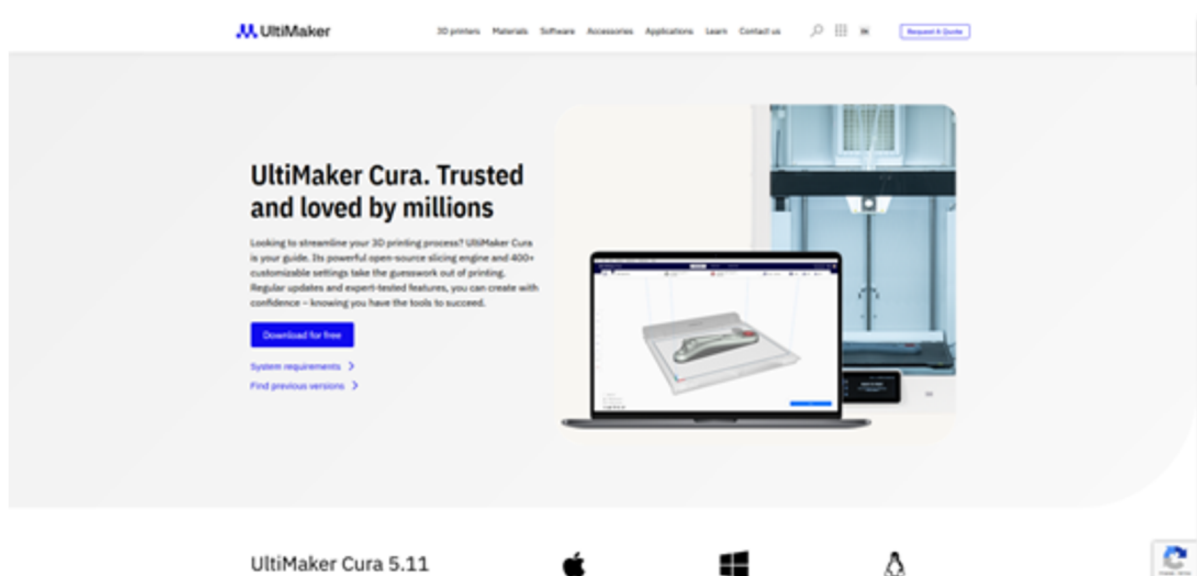
Ultimaker Cura è un software gratuito e open-source progettato per le stampanti 3D, che permette di modificare i parametri di stampa trasformandoli in codice G e stampare direttamente oggetti tridimensionali su una stampante 3D.



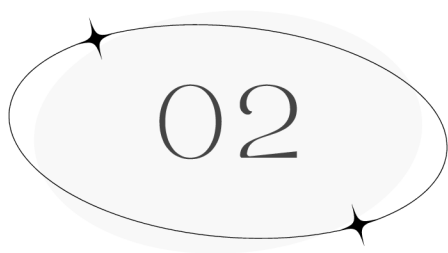


## Installa il software

Il primo passo consiste nell'installare Ultimaker® Cura sul computer. Per farlo, visita il sito web ufficiale e scarica il programma di installazione, disponibile per Windows, macOS e Linux.



Una volta scaricato il file di installazione, è necessario eseguirlo e seguire le istruzioni riportate.

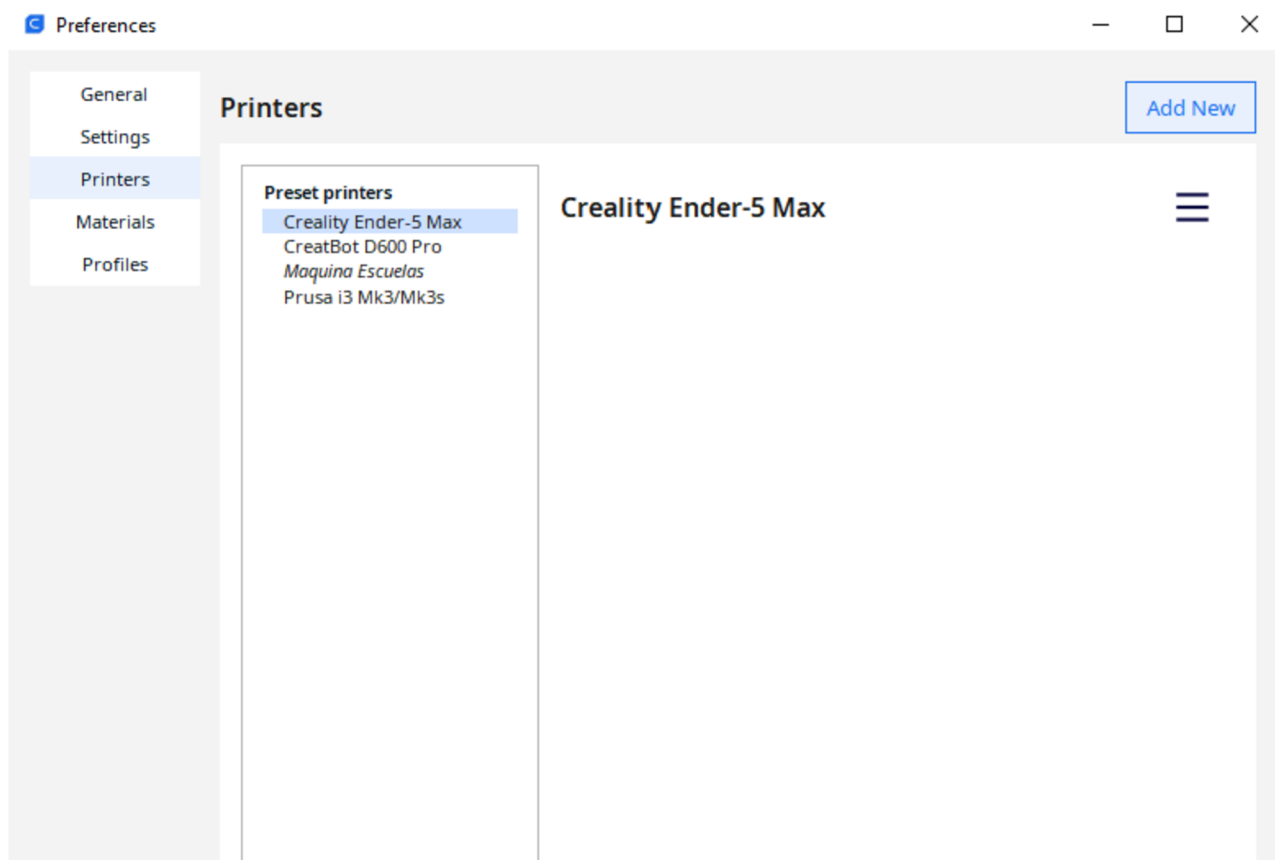


## Impostazioni iniziali

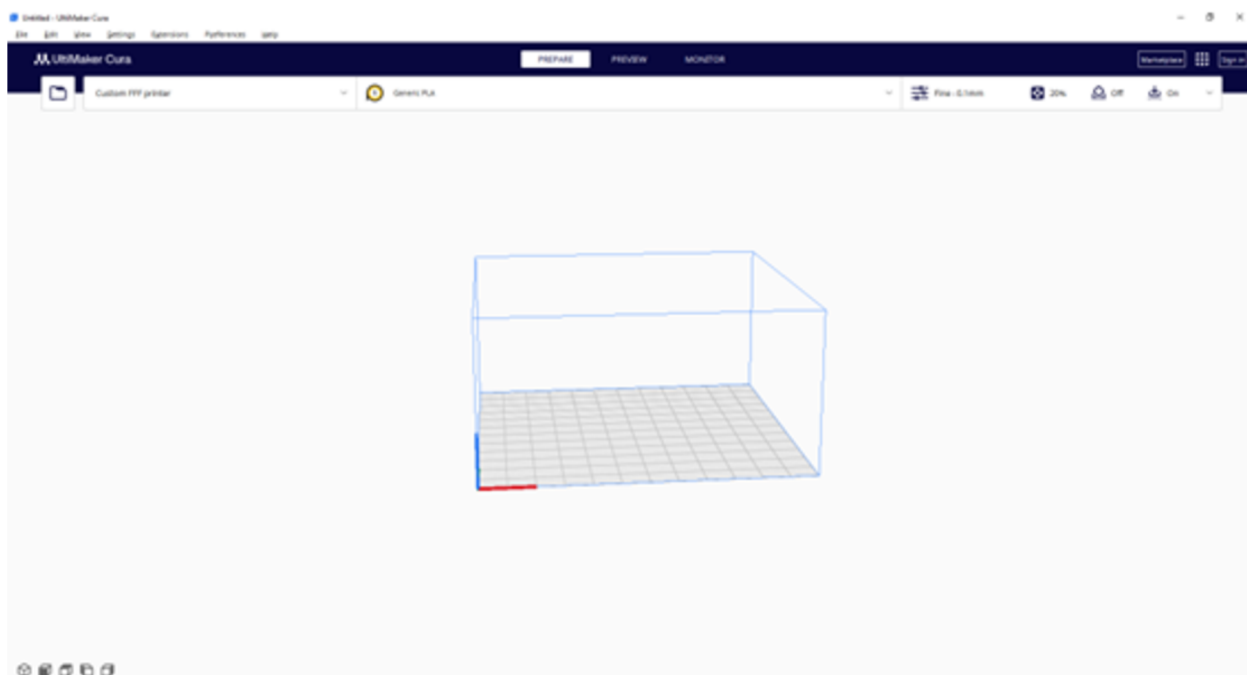
La prima volta che si apre il software, vengono richieste informazioni di base come la lingua o la stampante, consentendo di creare il profilo che controlla la generazione del codice G.

Il codice G è il linguaggio che le stampanti 3D leggono e contiene istruzioni dettagliate per le azioni che eseguiranno per stampare il pezzo desiderato.

La parte più importante è la scelta della stampante.



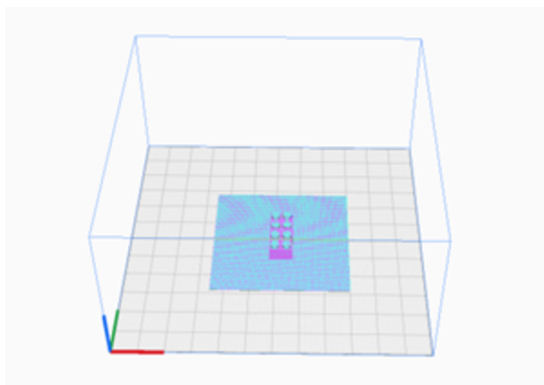
Il programma ci mostra una rappresentazione della sua superficie di stampa





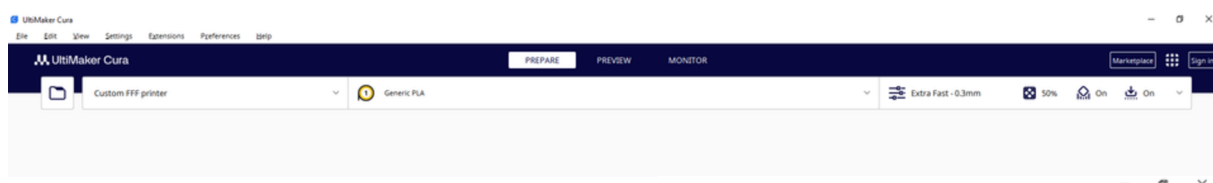
## Comprendere l'interfaccia

Area centrale: simula il piano di stampa, dove posizioniamo il nostro pezzo.

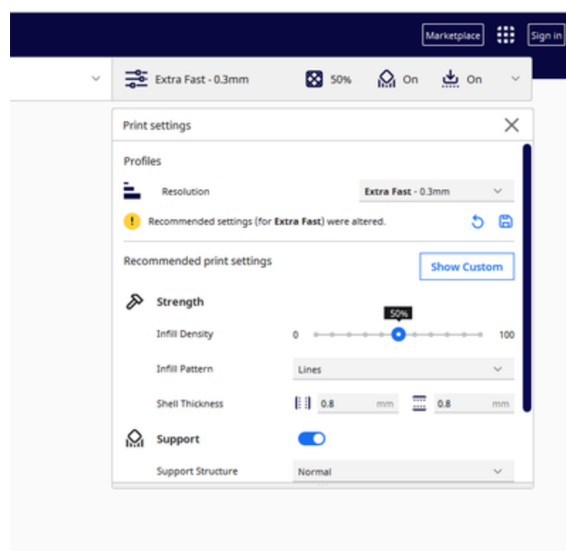


Barra degli strumenti: da qui è possibile aprire nuovi file, esportarli, impostare le preferenze di Cura...

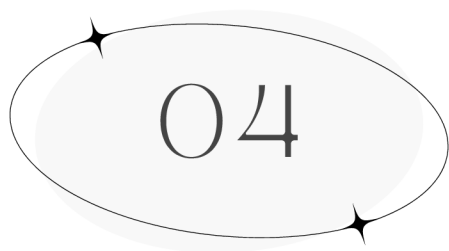
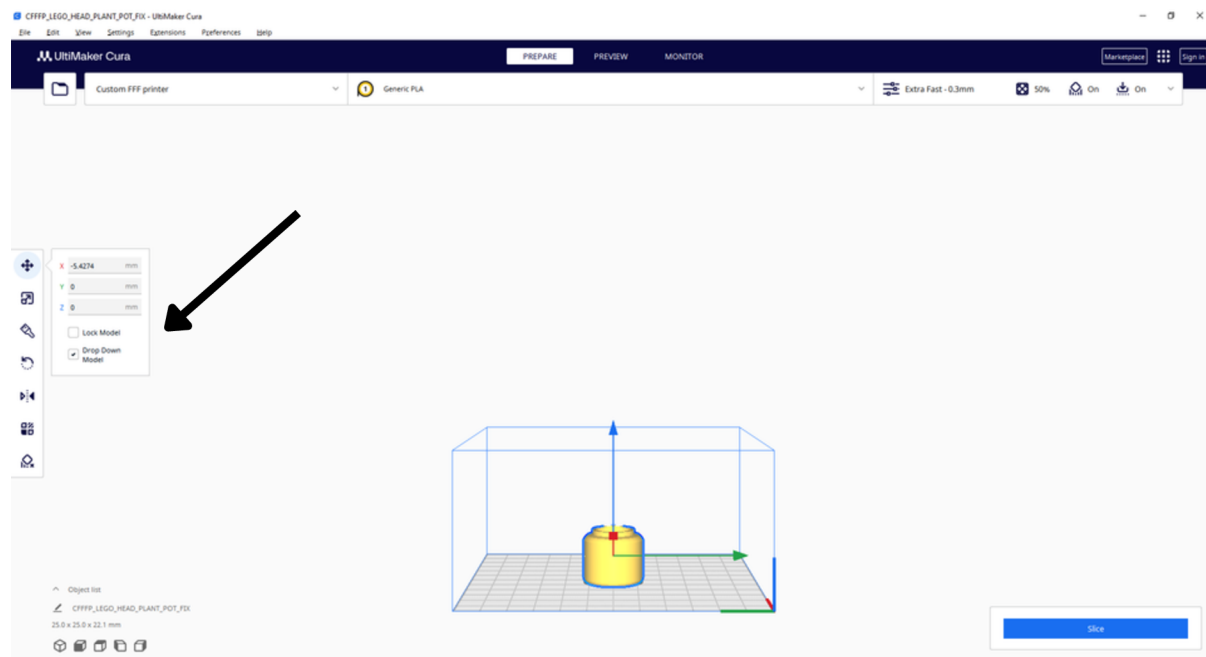
Barra superiore: da qui è possibile preparare e visualizzare in anteprima la destinazione di stampa.



Pannello in alto a destra: consente di effettuare regolazioni di stampa (altezza dello strato, riempimento, supporto, adesione...).



Pannello di sinistra: questi sono gli strumenti di base per l'oggetto che andremo a stampare (sposta, ridimensiona, ruota, duplica, ecc.). Sono attivi solo quando l'oggetto è selezionato.



## Importa il modello 3D

Tieni presente che esistono diversi formati, ma i più comuni sono STL o OBJ. Per prima cosa, dobbiamo importare il file. Per farlo, possiamo semplicemente trascinare e rilasciare il file nell'area centrale, oppure possiamo utilizzare la barra degli strumenti:

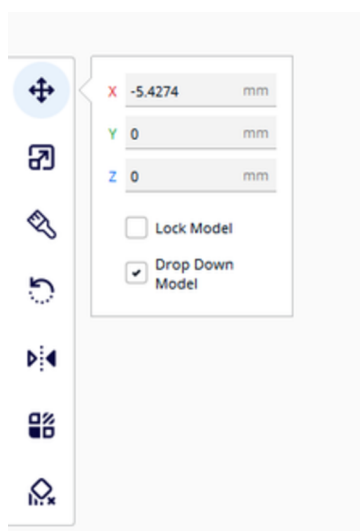
**File > Apri file > Seleziona file**



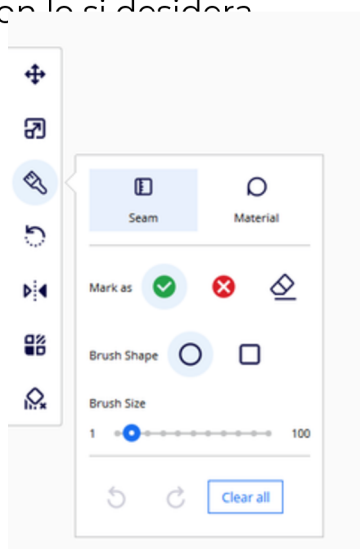
## Impostazioni oggetto

Nel pannello di sinistra possiamo apportare modifiche all'oggetto, come spostarlo, ruotarlo, ridimensionarlo...

**Spostamento:** la prima icona consente di spostare il bersaglio sugli assi X, Y e Z.



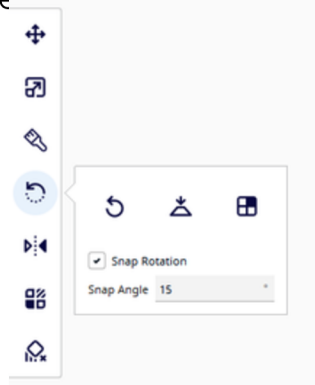
**Pittura:** la terza icona consente di dipingere sul pezzo le aree in cui si desidera un supporto e quelle in cui non lo si desidera.



**Ridimensionamento:** consente di modificare le dimensioni dell'oggetto. Tieni presente che, se ridimensioni una forma, le tolleranze che hai specificamente definito verranno modificate.

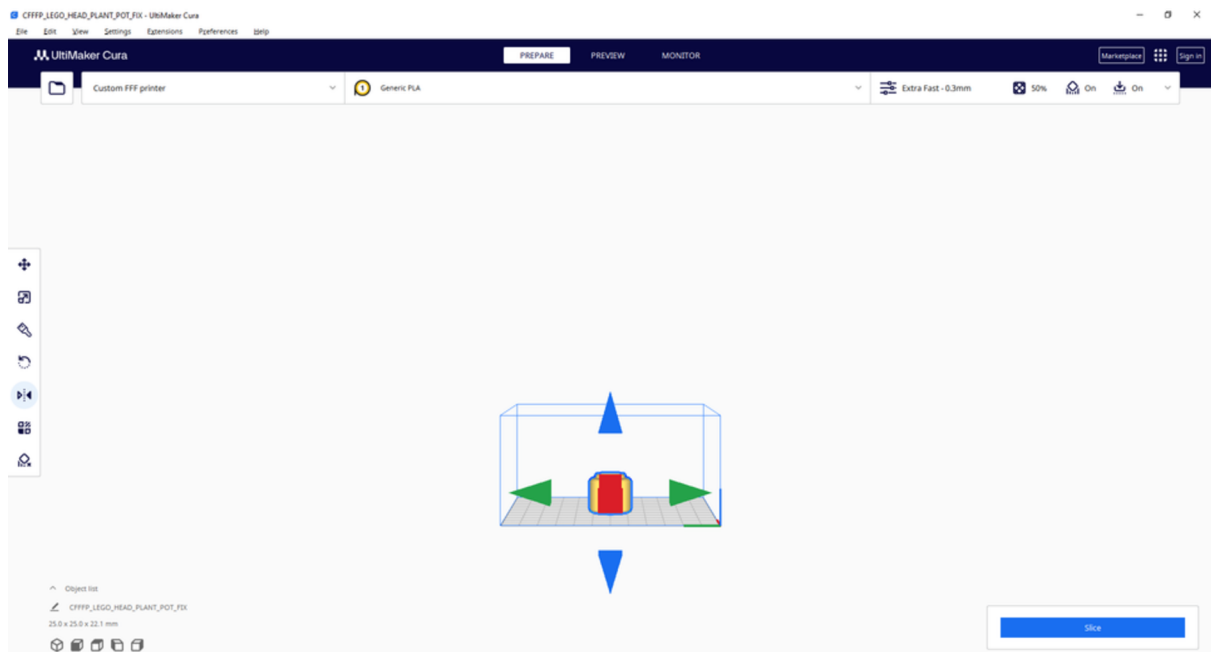


**Rotazione:** consente di ruotare il pezzo sulla sua base. Il posizionamento del pezzo è fondamentale per ottimizzare la stampa. Immaginate di voler stampare una T; se la stampate in verticale, avrete bisogno di molto materiale di supporto. Se la ruotate di 180° o la posizionate orizzontalmente, risparmiate molto materiale di supporto e tempo.



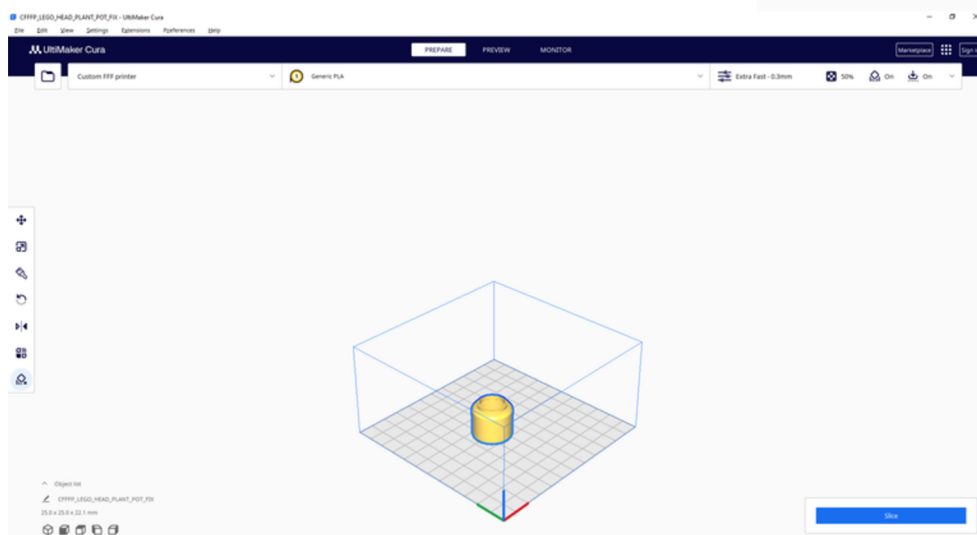
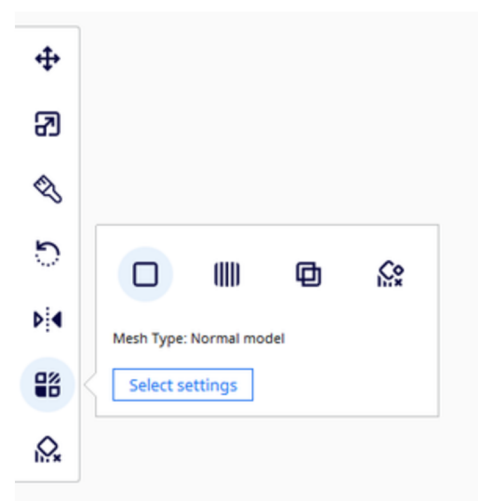


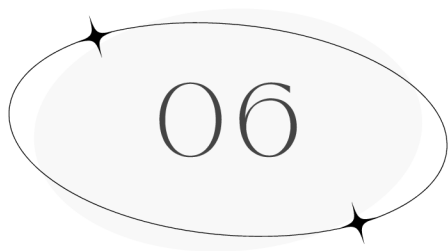
Specchio: la quinta icona serve per riflettere l'oggetto rispetto a uno o più assi. In altre parole, permette di creare un'immagine speculare. Questa funzione è molto utile quando si ha un lato dell'oggetto e si desidera generarne una copia dell'altro lato.



Impostazioni per modello: la sesta icona consente di configurare impostazioni diverse per ciascun oggetto all'interno dello stesso piano di stampa senza influenzare gli altri.

Blocco di supporto: la settima e ultima icona viene utilizzata per impedire la generazione di supporti in aree specifiche del modello.





## Impostazioni di stampa

- Qualità / Altezza dello strato: indica lo spessore di ogni strato (mm). Un'altezza dello strato inferiore si traduce in maggiori dettagli, ma anche in tempi di stampa più lunghi.
- Velocità di stampa: mm/s.
- Riempimento: struttura interna. Esistono vari modelli, come linee, griglie...
- Supporti: Si tratta delle strutture che fungono da supporto per gli elementi a sbalzo.
- Adesione al piano di stampa (adesione alla piastra di costruzione): Sono disponibili 3 opzioni: Bri (per evitare la deformazione del pezzo in parti con scarsa superficie di supporto), Skirt (per testare l'estrusione prima di iniziare), Raft (aggiunge una base completa per le parti difficili).
- Temperatura: si riferisce alla temperatura dell'estrusore e del piano di stampa. Questi valori dipendono dal filamento, come abbiamo visto nelle sessioni precedenti.

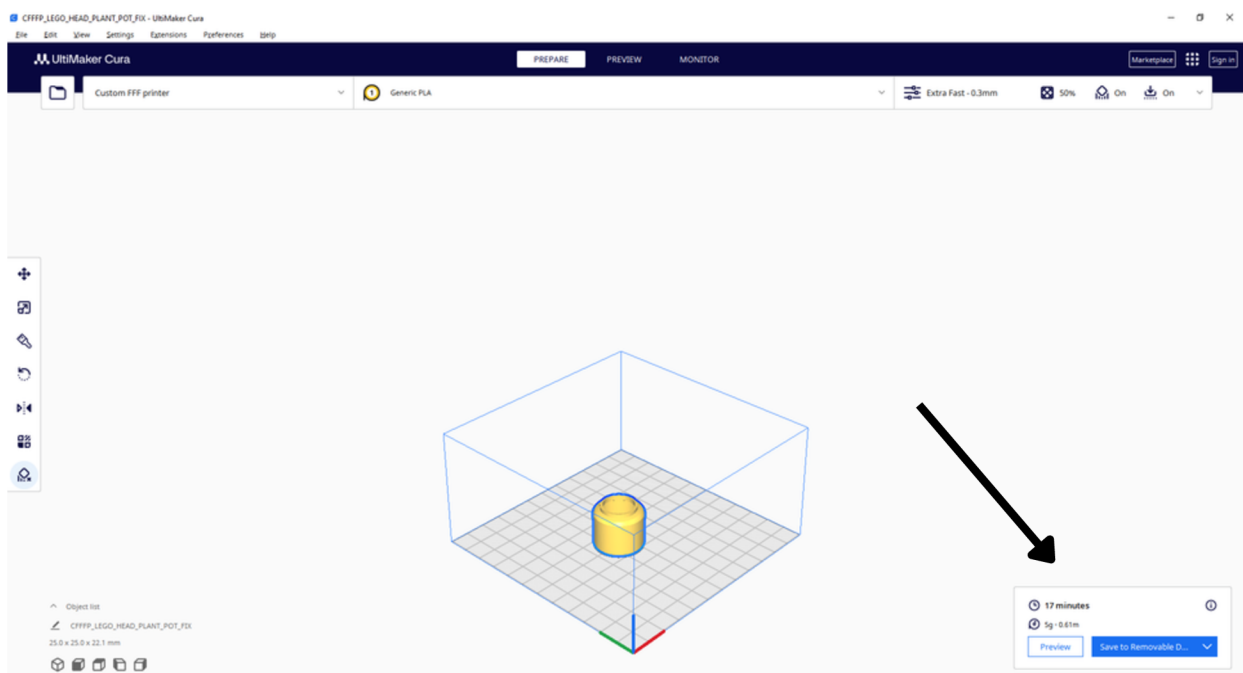


## Anteprima e verifica

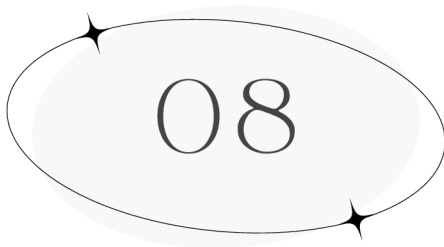
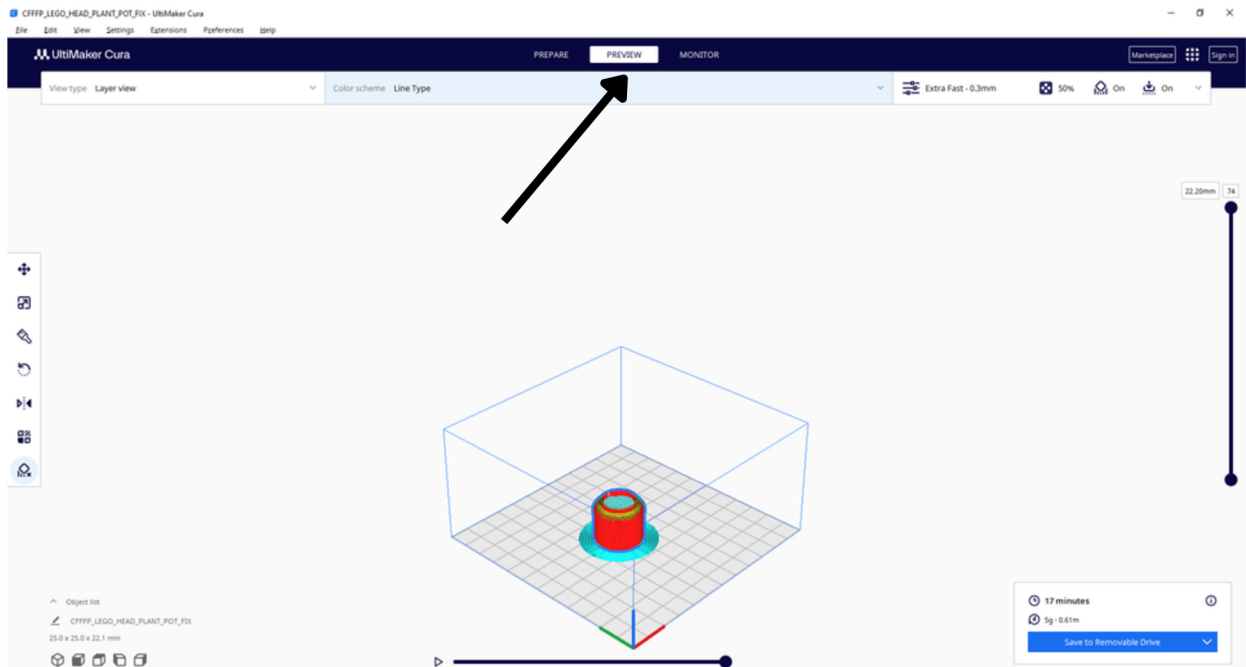
Prima di creare il file G-code, dobbiamo rivedere gli strati per evitare sorprese, risparmiare tempo e filamento, il che ci consentirà di essere più sostenibili dal punto di vista ambientale.

Per fare ciò:

- Fai clic su “Seleziona”. Questo ti permetterà di calcolare percorsi, tempi e quantità di materiale.



- Anteprima. Nella barra superiore, fai clic su "Anteprima" per visualizzare in anteprima tutti i livelli e verificare la presenza di errori. Puoi visualizzare ciascun livello singolarmente utilizzando la barra laterale destra.

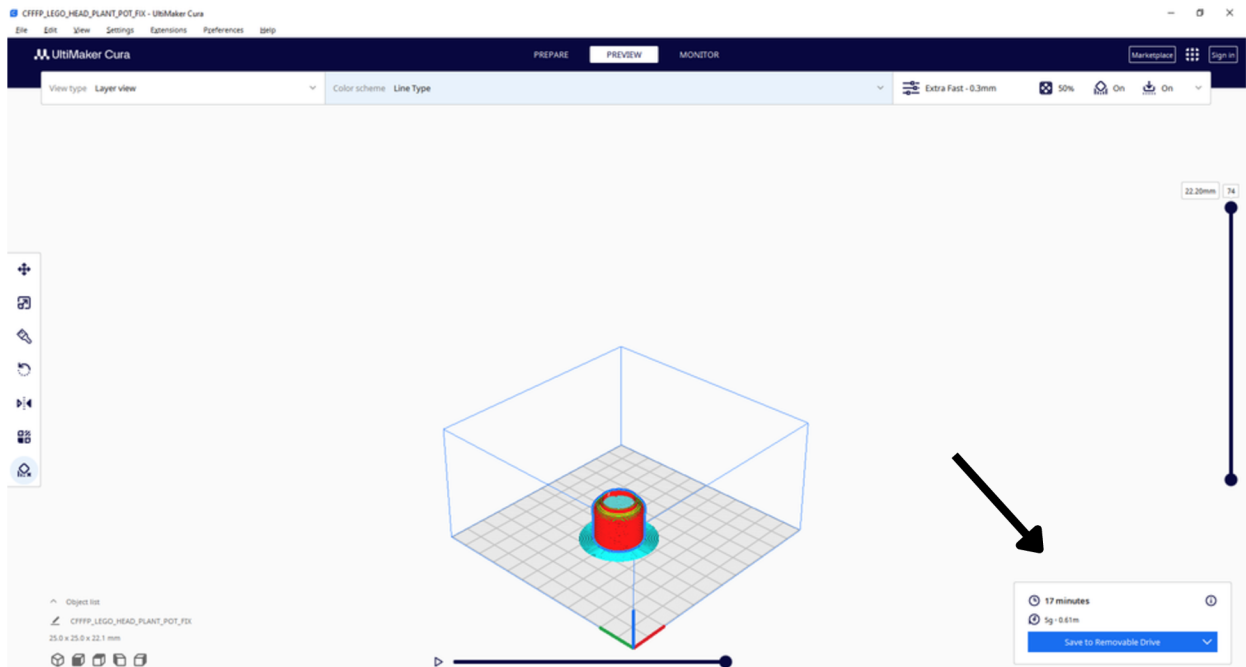


## Esporta il codice G

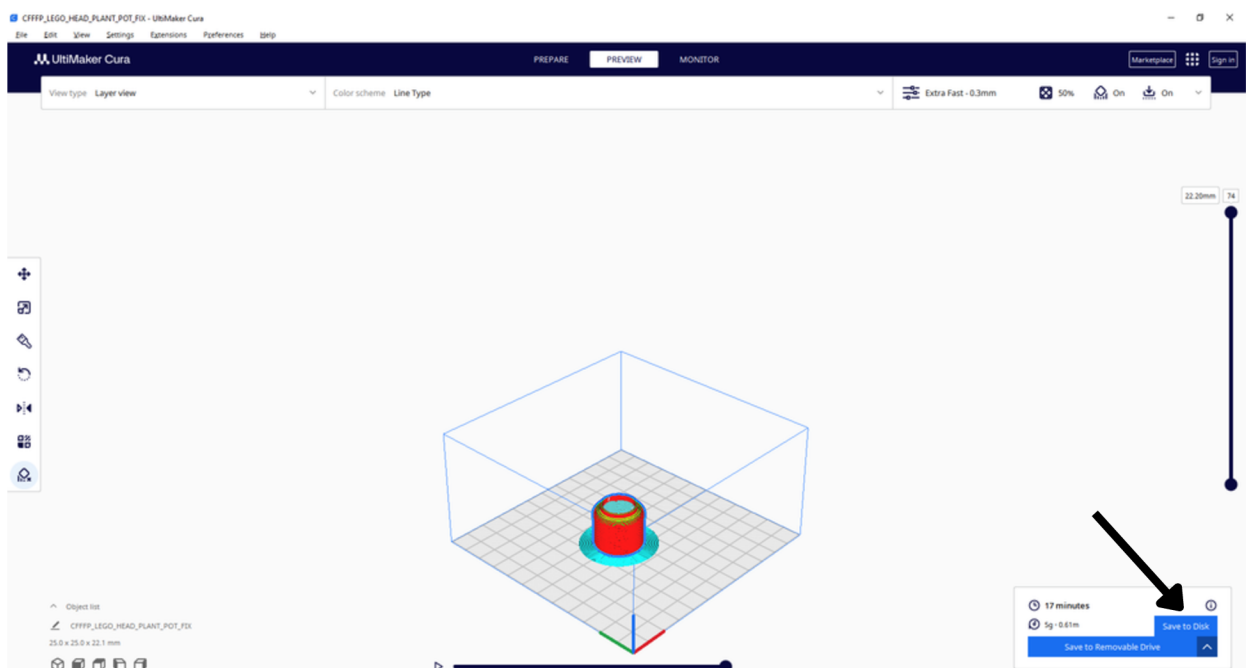
Come abbiamo già discusso, il codice G è il linguaggio di istruzioni che le stampanti 3D utilizzano per sapere esattamente cosa fare: dove muoversi, a quale velocità, quanto materiale depositare, a quale temperatura lavorare, ecc.

Per generarlo, dobbiamo:

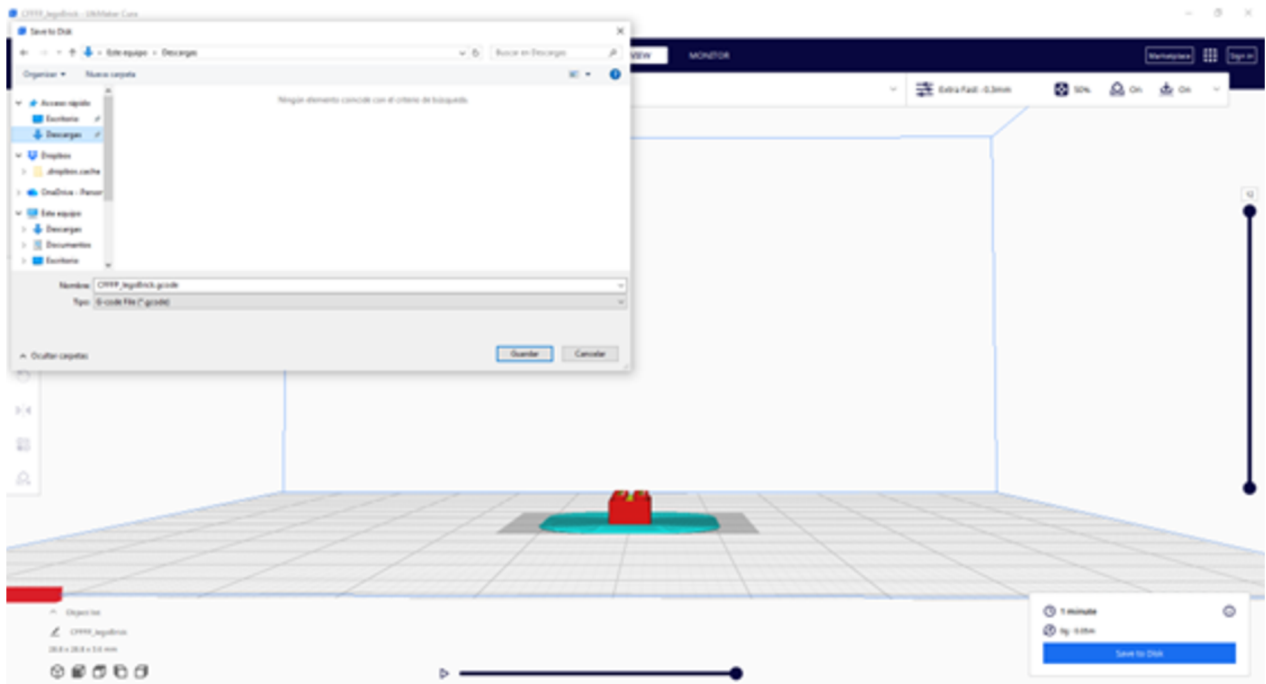
- Fai clic su "Slice". Dopo aver completato il passaggio precedente, ti verranno mostrati il tempo di stampa e la quantità di filamento che utilizzerai.



- Fai clic su "Salva su disco".

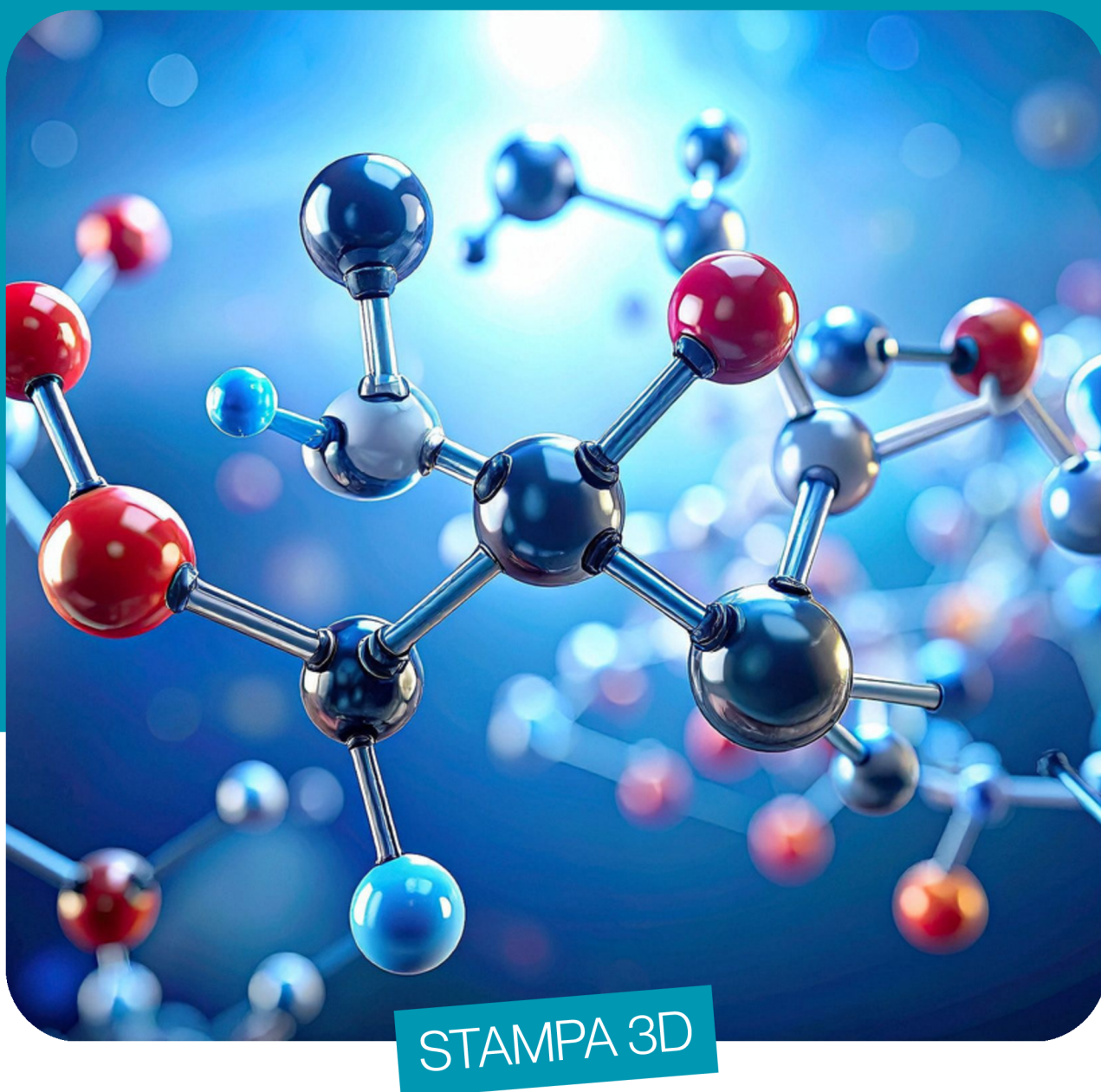


- Salva il file G-code sul tuo computer.



Il file che abbiamo creato contiene già tutte le istruzioni necessarie alla stampante per realizzare il pezzo programmato. Il codice G viene quindi inserito nella memoria della stampante 3D, solitamente una scheda SD o un'unità USB.

Si apre tramite l'interfaccia della macchina e si seleziona per avviare la stampa.



# COME COSTRUIRE

## IL MODELLO DI UN ATOMO DI CARBONIO



## Tempistica

| Parte della sessione                          | Descrizione                                                                                     | Durata    |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Blocco 1. Come creare un atomo di carbonio 3D | Spiegazione pratica per la creazione di atomi di carbonio 3D per le materie STEM presso Techlab | 60 minuti |

## Obiettivi

Applica i concetti appresi nelle sessioni precedenti per creare un modello di atomo di carbonio che possa essere utilizzato direttamente nell'implementazione del Techlab per materie STEM come fisica e chimica.

## Metodologia

La sessione si svolgerà con una metodologia espositiva e partecipativa. La spiegazione teorica sarà combinata con un'attività pratica guidata passo passo che permetterà agli insegnanti di creare modelli di atomi di carbonio.

Durante la sessione, verrà incoraggiata la partecipazione attiva, favorendo l'acquisizione di autonomia nell'utilizzo di base del software.

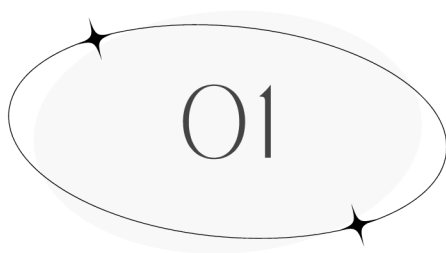
# Sviluppo dei contenuti

## Blocco 1. Come creare un atomo di carbonio 3D

Il modello atomico sarà costituito da una sfera con degli spazi vuoti nelle posizioni in cui altri atomi possono legarsi. In questi spazi vuoti verranno inseriti dei piccoli assi che li collegheranno e permetteranno la rotazione attorno al legame, come mostrato nella Figura 4b.



Figura 4 Modello dell'atomo di carbonio, con le posizioni dei quattro legami singoli (viene mostrato anche il modello del metano  $\text{CH}_4$  in cui il carbonio è legato a 4 atomi di idrogeno) e il pezzo che useremo per unire due atomi in una molecola.



## **Progettazione del componente in un programma di progettazione 3D**

Esistono molti programmi di progettazione 3D, alcuni gratuiti e altri a pagamento, ognuno con le proprie peculiarità da imparare, ma ciò che spiegheremo di seguito è sicuramente valido per tutti e, se alcuni degli strumenti che utilizzeremo non sono presenti in un programma specifico, è certo che ne esisteranno di molto simili.

Innanzitutto, disegneremo una sfera e segneremo i punti in cui vogliamo inserire gli assi che formano i legami singoli. Nel programma di progettazione, si inizia sempre disegnando uno schizzo su un piano specifico. Abbiamo un sistema di coordinate xyz con origine  $x=0$ ,  $y=0$ ,  $z=0$ . Sono definiti anche tre piani mutuamente perpendicolari: il piano xy, che chiameremo vista in pianta; il piano xz, che chiameremo vista in elevazione; e il piano yz, che chiameremo vista di profilo. Questo è il sistema di rappresentazione diedrale. Possiamo iniziare a disegnare su uno qualsiasi di essi, ad esempio, sulla vista in elevazione. Per prima cosa, disegno un semicerchio centrato nell'origine del sistema di coordinate con un raggio di 15 mm. Questa è la nostra scala arbitraria. Per il modello dell'atomo di carbonio con un raggio covalente di 77 pm, sarà di 15 mm, come abbiamo già detto. Posiziono l'atomo in modo che uno dei legami punti nella direzione dell'asse z, verso l'alto, e un altro legame giaccia nel piano in cui stiamo disegnando. I collegamenti saranno ai vertici di un tetraedro inscritto nel cerchio. Possiamo determinare la lunghezza dello spigolo di questo tetraedro usando un po' di trigonometria (oppure possiamo cercarla direttamente su internet). Scopriremo che la lunghezza dello spigolo del tetraedro,  $a$ , è correlata al raggio della sfera,  $R$ , dall'equazione:

$$a = \frac{4}{\sqrt{6}} R$$

Nel nostro caso,  $a=24,5$  mm.

La costruzione geometrica è semplice. Basta tracciare una linea che parta dal punto A, che sarà uno dei vertici del tetraedro, e termini in un punto qualsiasi del semicerchio che abbiamo disegnato. Impostiamo il vincolo che questo punto debba sempre giacere sul semicerchio, a meno che il programma non lo faccia automaticamente, e gli assegniamo una dimensione di 24,5 mm. Il programma posizionerà quindi correttamente l'estremità della linea, il punto B, in modo che la lunghezza del lato sia quella corretta.

Possiamo ora chiedervi di indicare la dimensione dell'angolo formato dalle linee OA e OB, che sarebbe l'angolo di collegamento. Questo angolo è già determinato dalla posizione del punto B; la dimensione indica che è di  $109,5^\circ$  e non possiamo modificare questo valore. Questa è chiamata dimensione forzata, che è già determinata da altre dimensioni nel nostro disegno. Avremmo potuto fare il contrario: tracciare la linea OB e forzare l'angolo tra OA e OB a essere di  $109,5^\circ$ . Ora, la dimensione AB è la dimensione forzata.

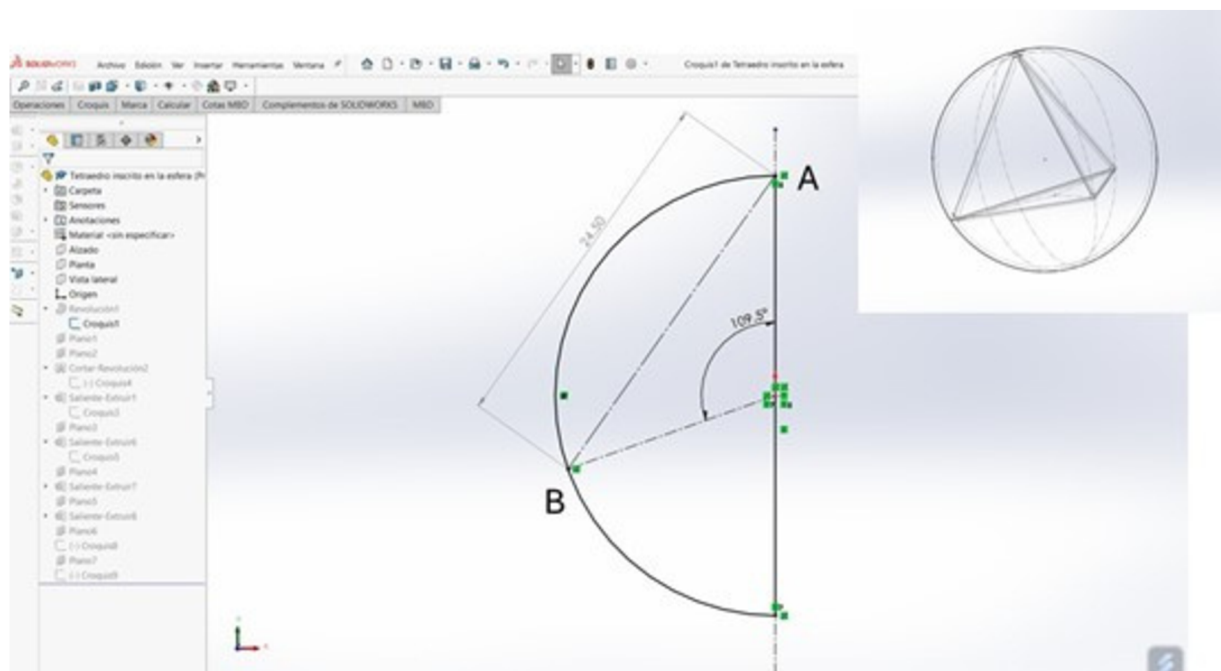


Figura 5. Schizzo in cui disegniamo, nella scala da noi stabilita, il semicerchio di raggio 15 mm che genererà la sfera dell'atomo di carbonio e uno spigolo del tetraedro inscritto che determinerà due dei possibili legami.



## Genera la sfera

Il passo successivo consiste nel convertire il semicerchio in una sfera. Ciò implica la rotazione del semicerchio attorno all'asse OA. In questo modo si ottiene la sfera mostrata in Figura 6. Ora abbiamo un oggetto tridimensionale. Si noti che abbiamo lasciato visibile lo schizzo che indica dove posizionare due dei fori in cui inseriremo i pezzi che collegano i diversi atomi.

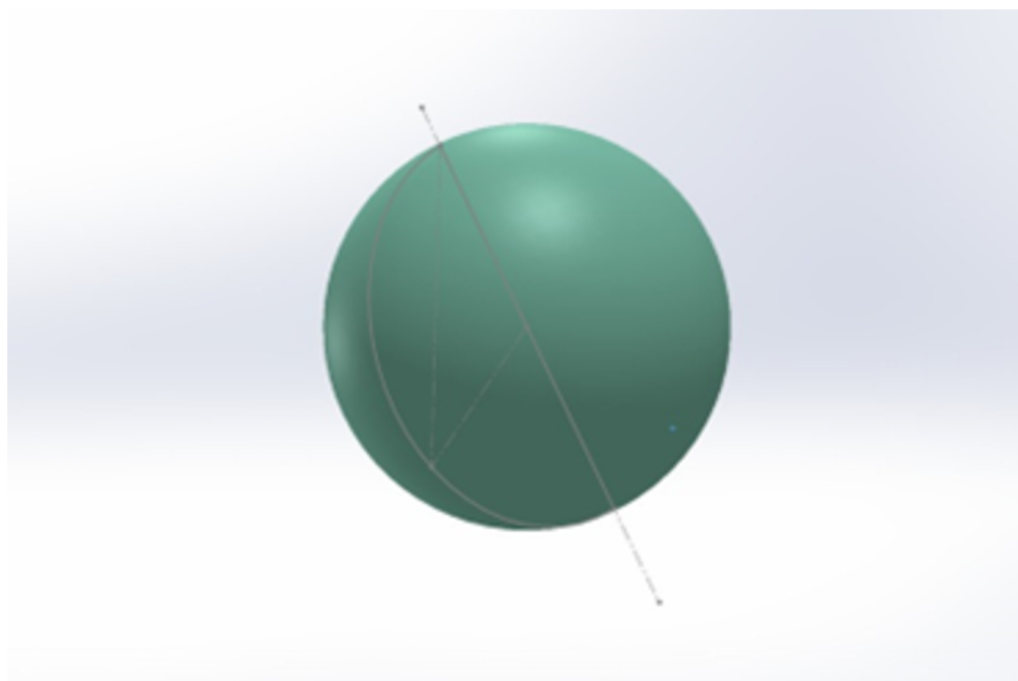


Figura 6. Sfera di raggio 15 mm con lo schema che mostra due dei legami che il carbonio può formare.



## Creazione del primo foro per il collegamento

Dobbiamo praticare un foro nel punto B. Dobbiamo disegnare un cerchio centrato nel punto B e perpendicolare alla retta OB. Uno schizzo deve essere disegnato su un piano predefinito; questa viene chiamata geometria di riferimento.

Nello strumento che ci permette di creare questa geometria di riferimento, scegliamo un piano e impostiamo tre vincoli che ne definiscono la posizione nello spazio. Lo definiremo specificando che deve essere tangente alla superficie della sfera e contenere il punto B. Potremmo anche specificare che deve contenere il punto B ed essere perpendicolare alla retta OB. In genere, in questi programmi di progettazione 3D, ci sono sempre diversi modi per ottenere il risultato desiderato. Il piano è visibile nella Figura 7.

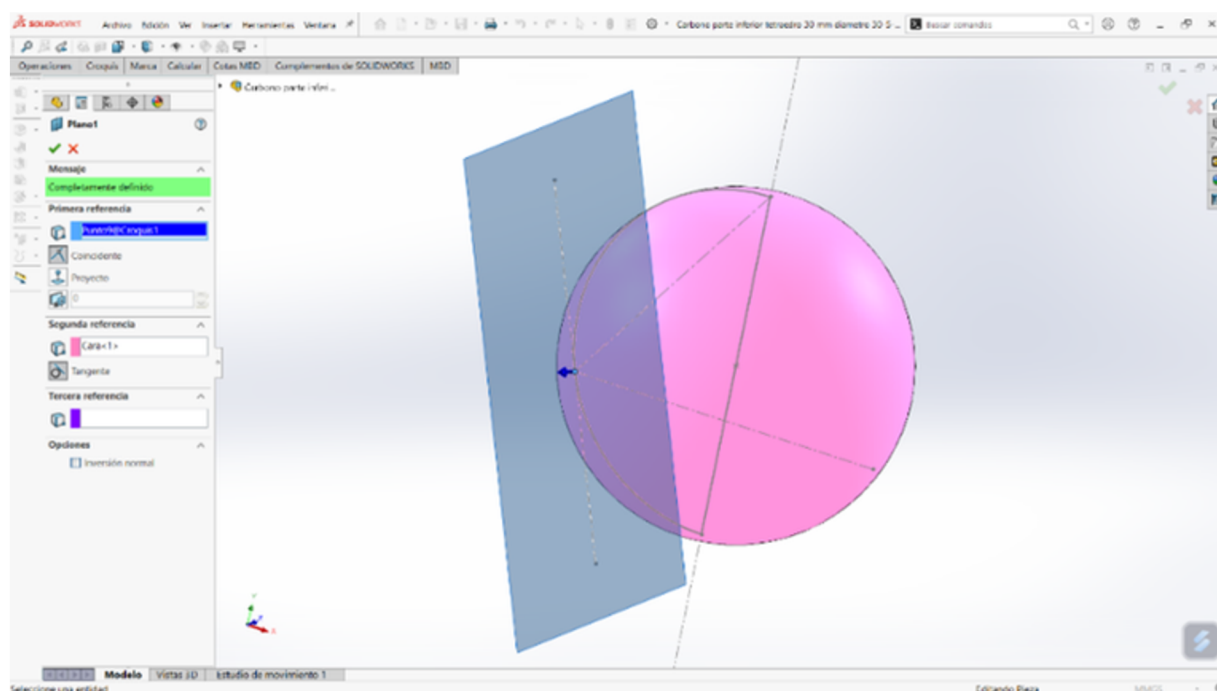


Figura 7. Piano tangente alla superficie della sfera nel punto B

Ora, ci posizioniamo su quel piano e disegniamo uno schizzo costituito semplicemente da un cerchio centrato in B con un raggio di 3,5 mm (Figura 8). Eseguiamo quindi un'operazione per generare un cilindro da quel cerchio. Questa operazione è chiamata estrusione di una sporgenza. Il programma ci chiederà la direzione; selezioneremo "verso la sfera". Chiederemo anche l'altezza; possiamo impostarla a 1 mm, non ha molta importanza, poiché il cilindro si integrerà con la sfera come mostrato in Figura 8.

Successivamente, creiamo il foro di 3 mm di diametro: ci posizioniamo nuovamente sul piano tangente alla sfera nel punto B, tracciamo uno schizzo costituito dal cerchio di 3 mm di diametro e ora creiamo un cilindro tagliando la forma che abbiamo creato. Gli diamo una profondità di 1 mm (Figura 9). Questa operazione è chiamata estrusione di un taglio.

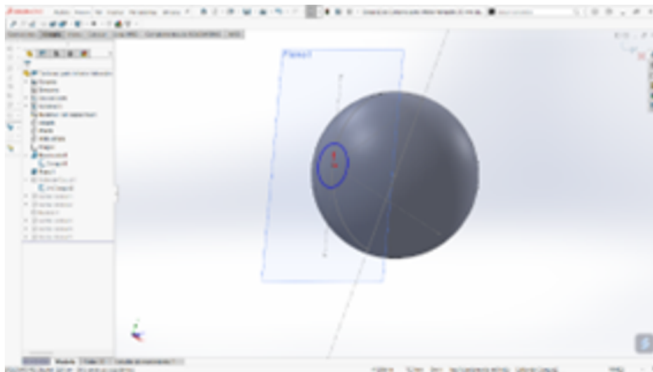


Figura 8. Tracciamo sul piano tangente alla superficie della sfera. Su questo, disegniamo un cerchio con un diametro di 3,5 mm. Quindi, da esso, generiamo un cilindro che riempie lo spazio fino alla superficie della sfera.

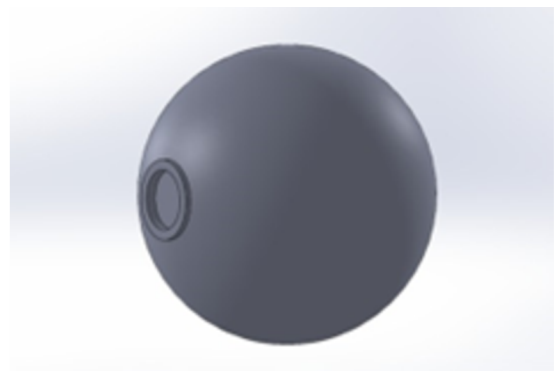
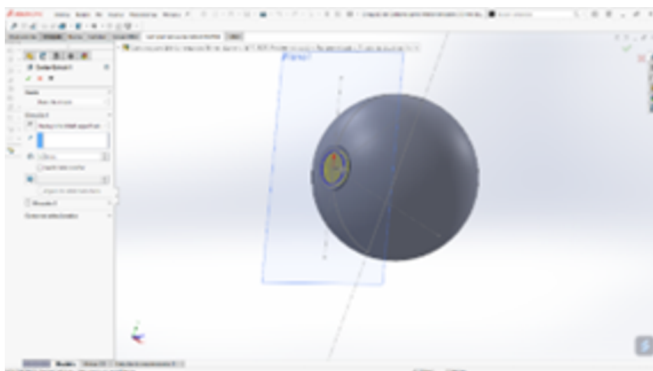


Figura 9. Taglio a forma di cerchio con raggio di 3 mm e profondità di 1 mm. Operazione di estrusione.



Si noti che se dovessimo unire i due atomi semplicemente inserendo un albero negli spazi tra l'uno e l'altro, anche esercitando una certa pressione, questi tenderebbero a staccarsi continuamente. Il pezzo che crea il legame singolo è rappresentato nella Figura 4. Si tratta di una sorta di clip che passerà attraverso il foro di 3 mm di diametro appena realizzato, deformandosi leggermente. Attraversando quel millimetro di parete, si espande e rimane in posizione, pur potendo ruotare. Quindi, estenderemo il foro verso l'interno, ma con un diametro leggermente maggiore, 3,2 mm. Segniamo il fondo del foro realizzato (Figura 9) e richiediamo uno schizzo su quel piano. Disegniamo il cerchio come prima ed eseguiamo l'operazione di estrusione, ora con una profondità di 4 mm, ottenendo la forma mostrata nella Figura 10.

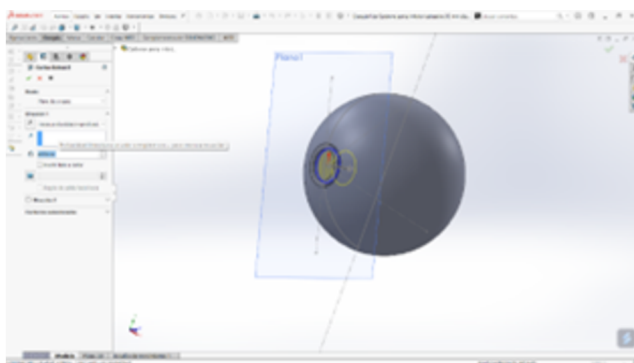
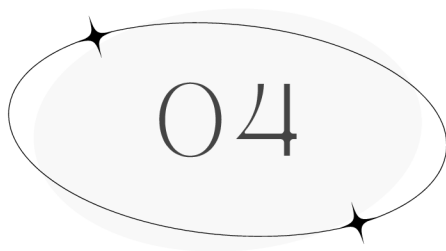


Figura 10. Struttura di un singolo legame dell'atomo di carbonio.



## Creazione degli altri gap di collegamento

Dobbiamo creare gli slot per gli altri tre possibili collegamenti, ma non è necessario ripetere tutti i passaggi precedenti (anche se è possibile farlo). Esiste un'operazione che copia semplicemente una serie di operazioni in una matrice lineare o cilindrica. In questo caso, sarà una matrice cilindrica. Le diremo di ripetere tutti i passaggi che abbiamo eseguito tre volte, ruotando attorno all'asse OA e posizionandoli ogni 120°. La Figura 11 mostra il risultato.

Per realizzare l'anello mancante, centrato nel punto A, possiamo copiare uno degli altri una sola volta, ruotandolo di 120° attorno all'asse appropriato, oppure potrebbe essere più veloce praticare nuovamente il foro come abbiamo fatto la prima volta, ricordando così tutti i passaggi. Il risultato è mostrato nella Figura 12.

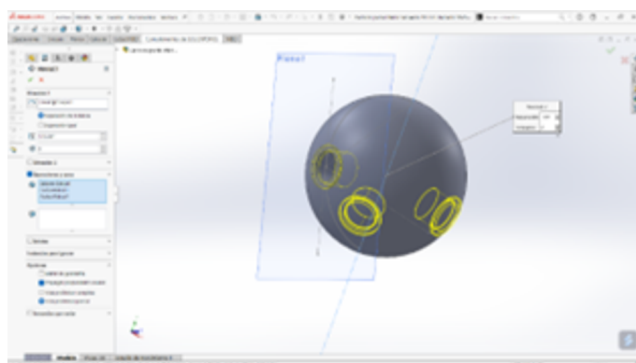


Figura 11. Copiando lo spazio vuoto creato nel punto B, generiamo altri due legami su una delle facce del tetraedro.

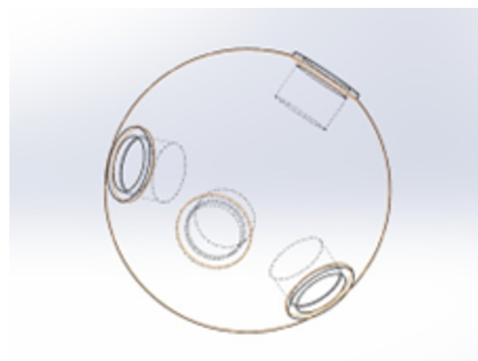
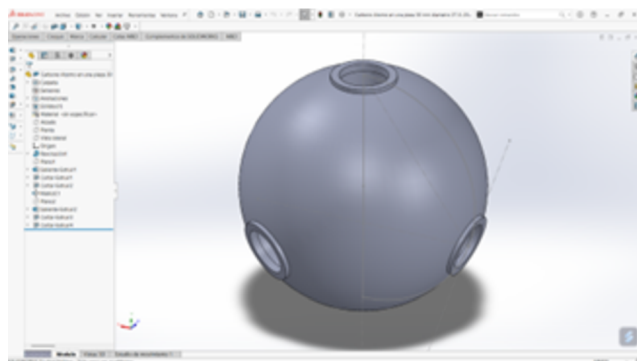


Figura 12. Il modello dell'atomo di carbonio completo.



## Salva il progetto

Una volta completata la progettazione del componente che andremo a stampare, è necessario salvarlo in un formato riconoscibile da altre applicazioni. Il formato STL (acronimo di Standard Tessellation Language o Stereolithography) cattura le informazioni sulla superficie esterna dell'oggetto progettato. Lo fa suddividendolo in una mesh di triangoli e salvando la posizione dei vertici di ciascun triangolo. Si tratta di un numero di punti molto elevato, ma finito. La Figura 13 mostra come il programma di progettazione 3D esegue questa conversione quando gli chiediamo di salvare il nostro modello in un file .stl.

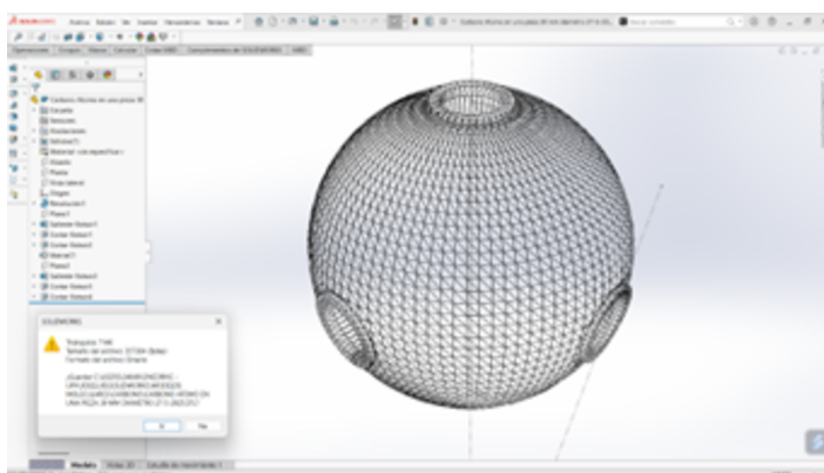
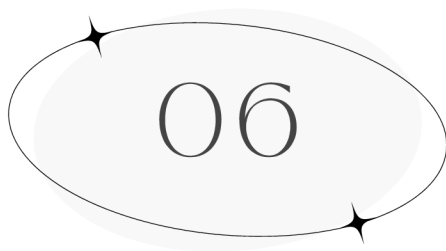


Figura 13. Decomposizione della superficie esterna dell'oggetto progettato in una mesh di triangoli per salvarla in formato .stl.



## **Laminazione e preparazione del file di stampa in codice G**

La stampa 3D avviene strato per strato. Il pezzo viene fabbricato appoggiato su un lato. In una stampante a filamento fuso, la macchina spinge il filamento attraverso un estrusore dove la sua temperatura aumenta fino a fonderlo e farlo fluire attraverso un ugello sottile (tipicamente da 0,2 a 0,5 mm, sebbene in alcune applicazioni possa essere più spesso). L'ugello si muove da un punto all'altro all'interno di ogni strato del pezzo, depositando la plastica sullo strato precedente. Una volta terminato, si solleva di una certa altezza e inizia a stampare lo strato successivo.

Il file G-code contiene le informazioni che indicano alla macchina, in ogni istante, la posizione dell'ugello, il punto successivo in cui spostarsi, la velocità e la quantità di plastica da depositare, punto per punto, strato per strato, fino al completamento del pezzo.

Il programma chiamato "slicer" preleva le informazioni da un file .stl e le utilizza per creare un file G-code. Questo è illustrato nella Figura 14. Le immagini 4a, 4b e 4c mostrano tre strati a diverse altezze sul pezzo. I pezzi realizzati con la stampa 3D non sono generalmente solidi; presentano una superficie esterna composta da una serie di linee o pareti che possono essere selezionate.

Nel dettaglio, la Figura 14g mostra la parete più esterna, quella visibile dall'esterno, in rosso. A questa si aggiungono altre due pareti, mostrate in verde e giallo. In questo esempio, abbiamo quattro linee esterne che formeranno una parete con uno spessore di 0,8 mm. L'interno è riempito con pareti di diverse geometrie, che possono essere selezionate, così come la densità di riempimento.

In questo esempio, il riempimento occupa il 20% del volume interno del pezzo ed è costituito da quadrati. Questo è più che sufficiente per rendere il pezzo rigido e resistente, stampato con filamento di acido polilattico (PLA), uno dei materiali più utilizzati nella stampa 3D a filamento fuso. Scegliremo anche lo spessore dello strato. Per pezzi molto piccoli con molti dettagli, lo spessore dello strato può essere di 0,06 mm; normalmente, con questo polimero, potrebbe essere di 0,15 o 0,20 mm. L'ugello ha uno spessore di 0,5 mm, stampando uno strato più sottile perché, estrudendo il polimero fuso, lo preme contro il materiale già depositato. A seconda della geometria del pezzo, questo può causare un problema. Come si vede nella Figura 14c, quando la macchina tenta di stampare l'anello più esterno, quello rosso, non ha abbastanza materiale contro cui premere e la stampa non andrà a buon fine.

In tal caso, è necessario aggiungere un materiale di supporto, mostrato in blu nelle immagini 14d, 14e e 14f. Se la stampante ha una sola testina di stampa, questo supporto sarà realizzato con lo stesso materiale del pezzo. Per facilitarne la successiva rimozione, i punti di adesione tra il supporto e la superficie esterna del pezzo sono molto deboli. Tuttavia, questo metodo risulta un po' macchinoso e la superficie non è perfettamente liscia. Se la stampante è in grado di cambiare materiale o dispone di più di una testina di stampa, il supporto può essere stampato in un polimero idrosolubile e quindi rimosso facilmente senza lasciare segni sul pezzo.

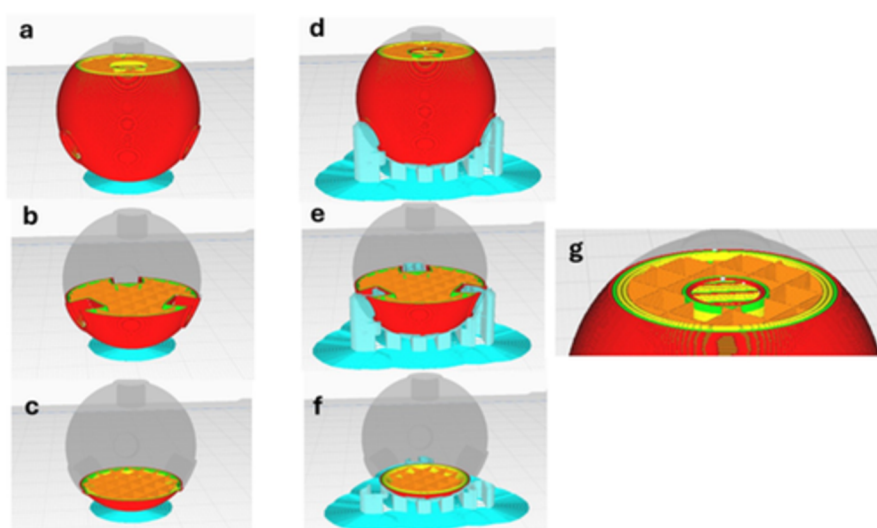


Figura 14. Come il programma di slicing suddivide il pezzo in una serie di strati che la stampante 3D stamperà poi consecutivamente, uno sopra l'altro.



## Preparare il pezzo per una buona adesione

L'adesione del primo strato stampato è fondamentale per la costruzione del pezzo, poiché, come già detto, l'ugello si comprime durante la stampa e, se il pezzo non è saldamente fissato alla base, può trascinarsi.

Per risolvere questi problemi, dobbiamo tornare alla progettazione del componente. Una possibile soluzione è quella di dividere la sfera in due. Per fare ciò, creiamo uno schizzo nella vista in elevazione costituito da un rettangolo la cui base si trova all'altezza in cui vogliamo dividere il componente, come mostrato in Figura 15. Utilizziamo quindi l'operazione di estrusione in una direzione e in un'altra, per una distanza sufficiente a tagliare l'intero componente, ottenendo così la porzione inferiore. In questo caso, dobbiamo fare attenzione a scegliere un'altezza che non tagli le fessure per i semplici collegamenti che abbiamo predisposto.

Il programma di progettazione 3D permette di creare componenti complessi con operazioni semplici. Con un po' di pratica, vedrete che potrete realizzare qualsiasi cosa possiate immaginare. Con pazienza, ovviamente.

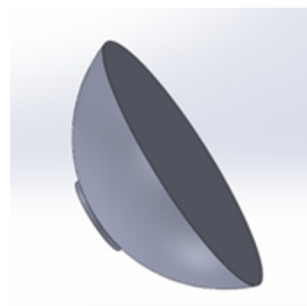
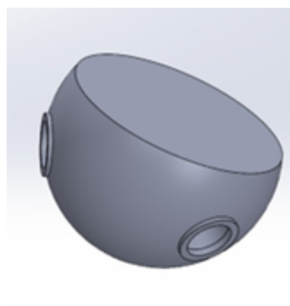
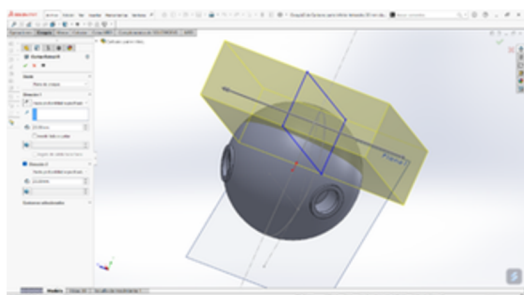
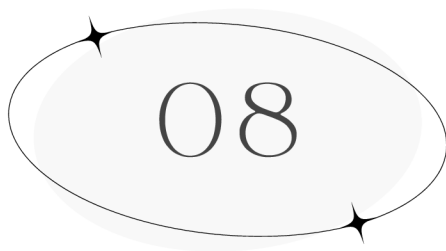


Figura 15. Taglio del pezzo in due parti.





## Unisci le due metà del modello

Per unire le due parti, abbiamo usato delle clip simili a quelle che abbiamo realizzato per collegare due atomi, solo che questa volta non vogliamo che i due pezzi che stiamo unendo possano ruotare l'uno rispetto all'altro. Realizzeremo gli alloggiamenti dei perni rettangolari e ne useremo più di uno. Per realizzare, ad esempio, quattro fori rettangolari, potremmo seguire gli stessi passaggi che abbiamo usato in precedenza per realizzare gli alloggiamenti per i legami singoli. Prima ne realizziamo uno e poi lo copiamo nelle altre posizioni. Per vedere un altro modo di farlo, disegniamo lo schizzo iniziale con i quattro rettangoli. Come si può vedere nella Figura 16, abbiamo prima disegnato un quadrato di riferimento (per la costruzione) centrato sul cerchio che forma la base del nostro pezzo. Abbiamo anche disegnato un asse di riferimento orizzontale e uno verticale.

In corrispondenza di uno dei vertici, ad esempio quello in alto a sinistra, disegniamo un rettangolo, nel nostro caso di 2 x 4 mm. Ora chiediamo al programma di disegnare il rettangolo simmetrico rispetto all'asse verticale e poi simmetrico rispetto all'asse orizzontale rispetto ai due rettangoli già ottenuti, e ora ne abbiamo quattro. Estrudiamo il disegno tagliando all'interno del pezzo con una profondità di 1 mm.

Ci posizioniamo sul piano inferiore di quell'incavo e ripetiamo i quattro rettangoli leggermente più grandi, di dimensioni 2 x 4,2 mm. Estrudiamo di nuovo in modalità taglio per altri 4 mm di profondità, e il gioco è fatto. Ora le parti superiore e inferiore verranno unite con delle clip come quelle mostrate nella Figura 17. La scanalatura centrale della clip ha una sezione trasversale di 2 x 4 mm, mentre ai lati si allarga fino a 2 x 4,2 mm. Quando vengono inserite nel loro alloggiamento, passano attraverso l'apertura della superficie perché la forma della clip le permette di deformarsi leggermente. Una volta che la parte più spessa è passata, la sua elasticità la fa riaprire all'interno, rendendola più sicura rispetto a una clip con sezione trasversale costante tenuta in posizione solo dall'attrito.



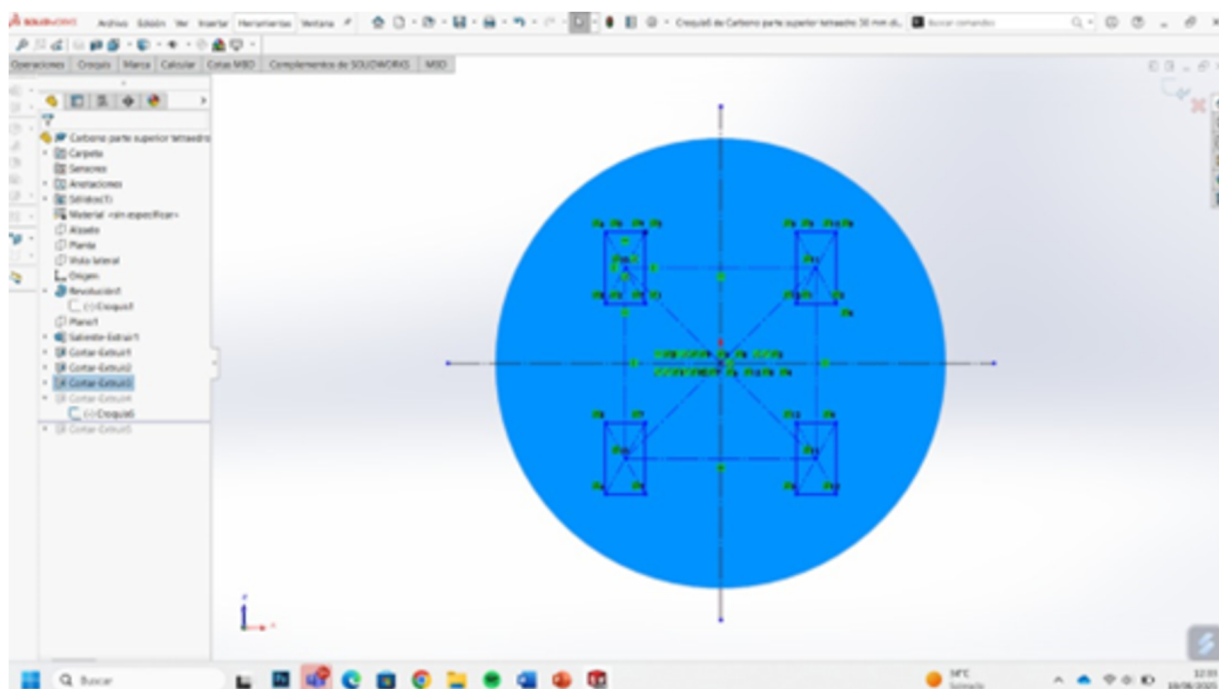


Figura 16. Schema per la realizzazione degli alloggiamenti per le clip che uniranno le due parti del modello dell'atomo di carbonio.

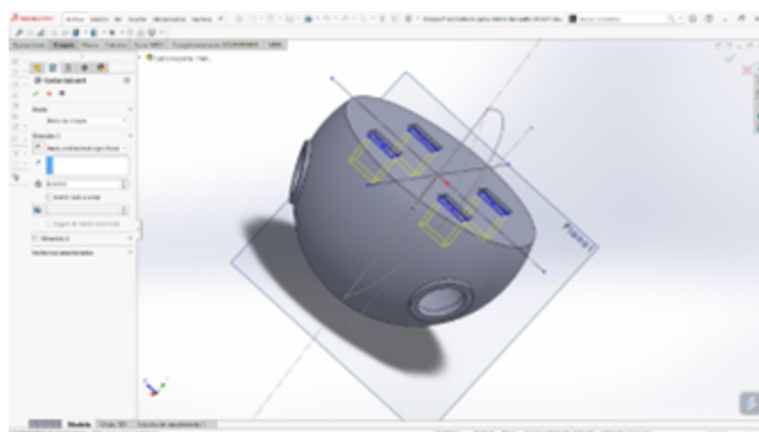
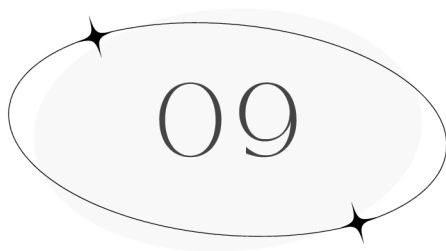


Figura 17. La parte inferiore del modello dell'atomo di carbonio con le fessure per le quattro clip che la fisseranno alla parte superiore. La clip che useremo è mostrata a destra.



## Preparazione dei pezzi nel laminatoio

Ora che abbiamo progettato entrambe le parti, le salviamo come file STL e le inviamo allo slicer. Possiamo stamparle insieme posizionando le loro basi piatte sul piano riscaldato della stampante 3D, come mostrato in Figura 18. In questo modo abbiamo un solido legame tra la parte e il piano di stampa e non abbiamo bisogno di materiale di supporto perché ogni strato fornisce un solido sostegno a quelli precedenti. Possiamo stampare le due parti insieme, ma in realtà possiamo stamparne molte di più. Lo slicer ci permette di realizzare più copie, come mostrato in Figura 19, che è configurata per stampare 6 atomi alla volta. Ovviamente, la stampa richiederà più tempo, ma le macchine sono progettate per funzionare in modo molto affidabile senza supervisione. È possibile lasciarle in funzione per diverse ore mentre si svolgono altre attività o per tutta la notte e trovare le parti stampate al ritorno.

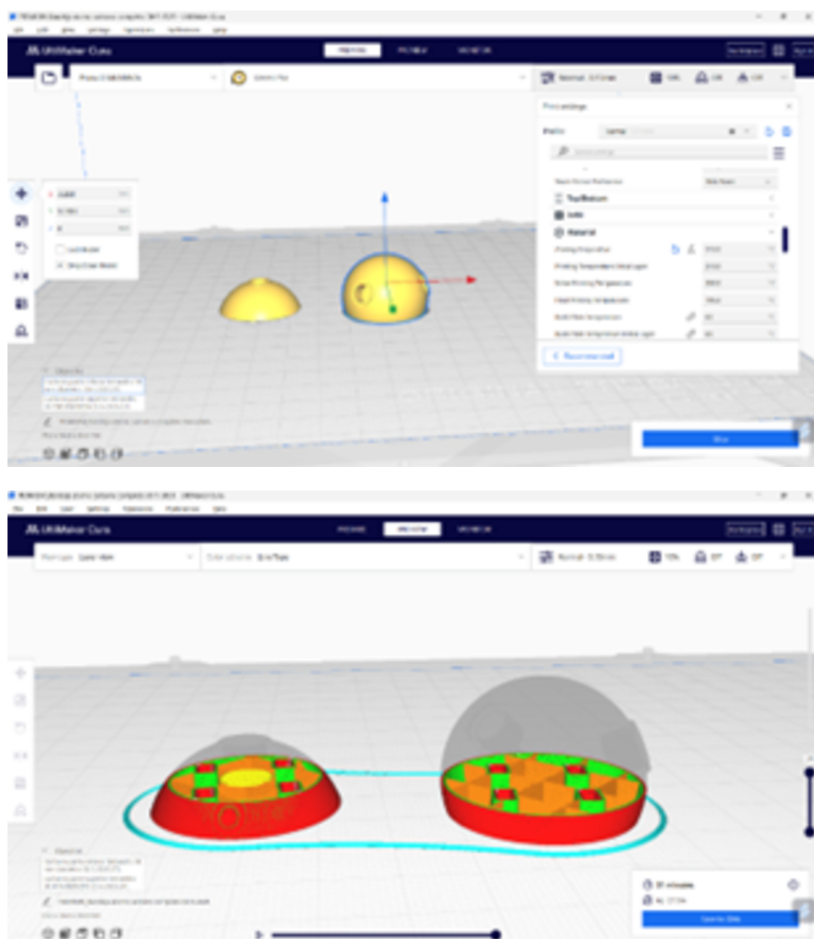


Figura 18. Le due parti del modello dell'atomo di carbonio sullo schermo della plastificatrice.

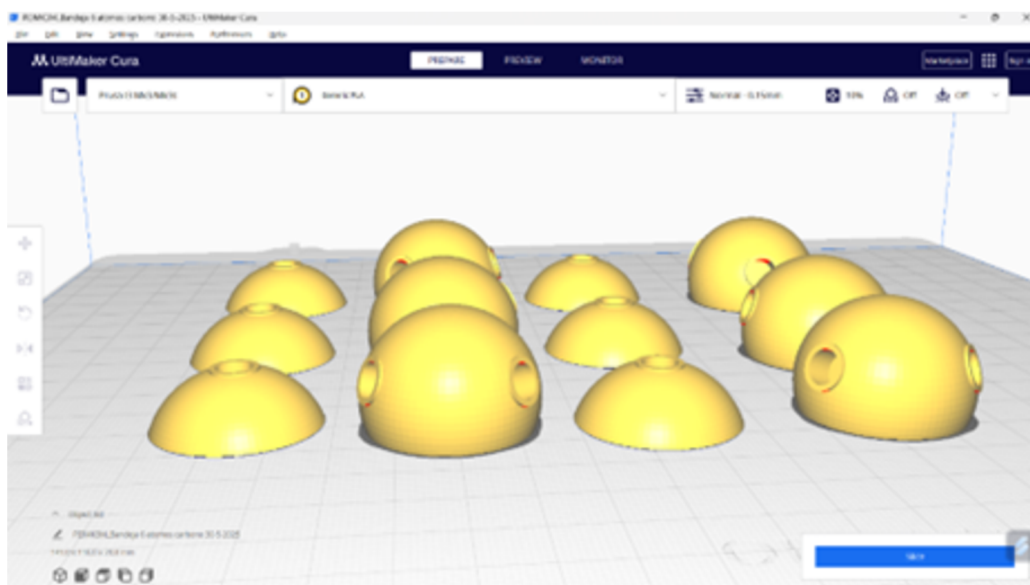
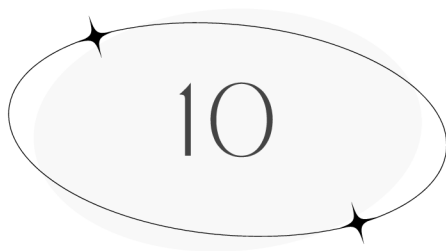


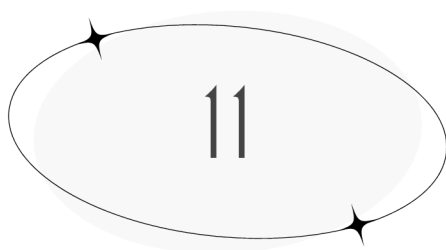
Figura 19. Immagine dello schermo della laminatrice preparato per stampare 6 modelli dell'atomo di carbonio.

Inutile dire che esistono molte alternative al progetto che abbiamo descritto; sono sicuro che l'insegnante e gli studenti stessi troveranno soluzioni migliori.



## **Salva il risultato dello slicer in un file in codice G.**

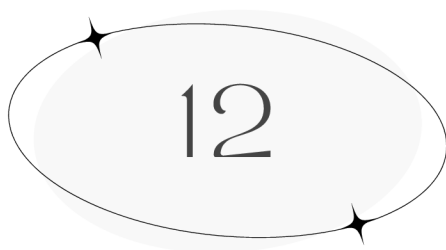
Ora non resta che salvare l'output della laminatrice in un file G-code. Si tratta di un file di testo. Nelle righe seguenti, evidenziate in blu, abbiamo copiato l'inizio di questo file e analizzeremo brevemente il significato di queste righe, che indicano alla macchina cosa fare per stampare il pezzo.



## **Il filamento**

Per la costruzione del nostro modello, suggeriamo di utilizzare il PLA per realizzare le sfere e i semplici connettori che le uniscono.

Ma quanto filamento serve per stampare il modello di un atomo? Il software di slicing fornisce questa informazione durante la preparazione del file G-code. Ad esempio, per stampare il modello di un atomo di carbonio sono necessari 8 grammi di filamento PLA. Considerando il prezzo di una bobina da 1 chilogrammo e i piccoli quantitativi di filamento persi all'inizio della stampa o durante la sostituzione del filamento, il costo attuale si aggirerebbe intorno a 0,10 €.



## **Stampa**

Il passaggio finale consiste nello stampare il nostro componente con la stampante 3D.



STAMPA 3D

# **SOSTENIBILITÀ** AMBIENTALE

## Tempistica

| Parte della sessione                                                            | Descrizione                                                                               | Durata    |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Blocco 1.<br>Introduzione                                                       | Quadro di riferimento europeo, ruolo degli insegnanti e ruolo dei laboratori tecnologici. | 30 minuti |
| Modulo 2. Pratiche sostenibili nell'uso della stampa 3D                         | Pratiche specifiche e modalità di implementazione nei Techlab.                            | 55 minuti |
| Blocco 3.<br>Collegamento con gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile nel Techlab | Approccio pedagogico e curricolare                                                        | 30 minuti |

## Obiettivi

- Comprendere l'importanza della sostenibilità ambientale nell'implementazione dei Techlab.
- Individuare pratiche sostenibili da implementare nei Techlab.
- Impara ad applicare pratiche sostenibili nei Techlabs.
- Comprendere e identificare le strategie didattiche che collegano i laboratori tecnologici agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (OSS).
- Promuovere la consapevolezza ecologica e il pensiero critico tra gli studenti.



# Metodologia

La sessione si svolgerà con una metodologia espositiva e partecipativa. Le spiegazioni teoriche saranno integrate da esempi pratici per aiutare i partecipanti a comprendere come applicare i contenuti in classe.

Nel corso della sessione, saranno incoraggiati il dialogo e la riflessione collettiva, consentendo agli insegnanti di condividere le proprie esperienze e prospettive. L'obiettivo è che gli insegnanti comprendano il ruolo della sostenibilità nei Techlab e applichino concretamente quanto appreso alla propria pratica didattica.

## Sviluppo dei contenuti

### Blocco 1. Introduzione

Negli ultimi anni, la transizione ecologica e lo sviluppo sostenibile sono diventati pilastri fondamentali. L'Unione europea promuove misure e iniziative che contribuiscono alla transizione ecologica e all'attuazione di pratiche sostenibili. In questo contesto, come spiegato nella Raccomandazione del Consiglio sull'apprendimento per la sostenibilità ambientale,[i] si sottolinea l'importanza di creare e attuare misure a breve termine che non solo supportino gli istituti scolastici e gli insegnanti, ma aiutino anche gli studenti a sviluppare le competenze e la consapevolezza critica necessarie per la transizione ecologica.

In questo contesto, consideriamo l'integrazione di pratiche sostenibili nei Techlab una priorità in questi laboratori; non solo per ridurre l'impronta ecologica, ma anche per insegnare agli studenti ad essere più responsabili nei confronti dell'ambiente e ad acquisire una consapevolezza critica in merito.

[i] Commissione europea. (2022). Proposta di raccomandazione del Consiglio sull'apprendimento per la sostenibilità ambientale [COM(2022) 11 finale]. Bruxelles: Commissione europea. Disponibile all'indirizzo: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0011>



La stampa 3D si basa su un processo di produzione additiva strato per strato, che riduce la quantità di materiale utilizzato rispetto ai processi di produzione più tradizionali. Tuttavia, la sostenibilità ambientale in un Techlab dipende non solo da questo fattore di stampa, ma anche da altri elementi come il materiale di stampa scelto, il design dei pezzi da stampare, le routine di lavoro e altro ancora.

Pertanto, seguendo le linee guida della Commissione europea sull'apprendimento per la transizione ecologica e lo sviluppo sostenibile[ii], i Techlab:

- Approfondire i temi dello sviluppo sostenibile è una priorità per Techlab.
- Offrono agli studenti l'opportunità di conoscere i cambiamenti climatici, le pratiche sostenibili e di sviluppare una consapevolezza critica.
- Sostengono gli insegnanti nell'attuazione di pratiche sostenibili per contrastare il cambiamento climatico.
- Si tratta di ambienti di apprendimento che promuovono la sostenibilità in tutte le loro attività.
- Coinvolgono attivamente gli studenti.

[ii] Commissione europea. (n.d.). Apprendimento per la transizione verde e lo sviluppo sostenibile [Pagina web]. Spazio europeo dell'istruzione. Estratto da <https://education.ec.europa.eu/es/focus-topics/green-education/learning-for-the-green-transition>

## Blocco 2. Pratiche sostenibili nell'uso dei Techlab.

### Selezione dei materiali di stampa

Come abbiamo visto nelle sessioni precedenti, sono disponibili diversi materiali per la stampa 3D. Tuttavia, alcuni materiali sono più sostenibili perché utilizzano materiali riciclati o biodegradabili per ridurre i rifiuti di plastica. Il PLA ne è un esempio.

Il filamento di PLA (acido polilattico) è un materiale termoplastico biodegradabile derivato da risorse naturali rinnovabili come il mais o la canna da zucchero.

Il PLA si caratterizza per la facilità d'uso, la bassa contrazione termica e la buona finitura superficiale, caratteristiche che lo rendono particolarmente adatto agli ambienti didattici. Non emette gas tossici durante l'utilizzo ed è sicuro per le attività educative.

### Progettazione efficiente di ogni singolo pezzo

Quando si progetta un componente per la stampa 3D, è necessario considerare molti fattori. Tuttavia, esistono alcune pratiche che consentono di ridurre l'impatto ambientale senza compromettere la qualità e l'utilità del componente, come ad esempio:

- Raggruppa più elementi in un'unica stampa per ottimizzare il consumo energetico.



Figura. Pezzi raggruppati in un'unica stampa. Fotografia di Minku Kang (unsplash)

- Esamina i modelli 3D per ridurre lo spessore o i supporti non necessari senza compromettere la qualità del pezzo a livello didattico.

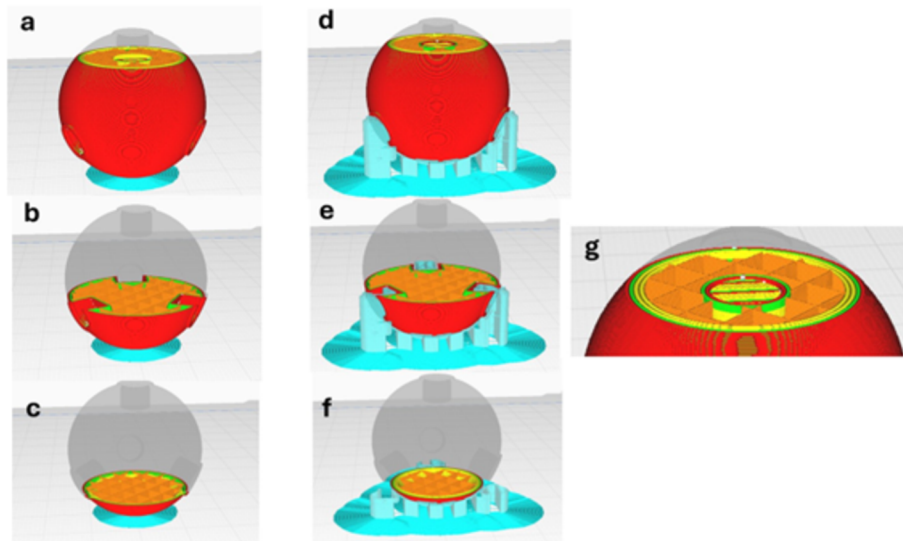


Figura. Come il programma di slicing suddivide il pezzo in una serie di strati che la stampante 3D stamperà poi consecutivamente, uno sopra l'altro.

- Calcola il consumo stimato di filamento prima di stampare. In software come Ultimaker Cura, verrà eseguito il processo di slicing, che genererà i percorsi dell'estrusore. Al termine, vedrai il percorso di stampa strato per strato nell'anteprima.
  - Guardate nell'angolo in basso a destra dello schermo (appena sopra il pulsante "Salva su disco" o "Salva su scheda SD"). Cura visualizzerà una stima simile a questa:
  - Tempo di stampa: 2 ore e 45 minuti
  - Filamento: 8,35 m – 25 g
  - Materiale: PLA

Il tempo indicato si riferisce alla durata totale della stampa.

La lunghezza indica quanti metri di filamento utilizzerai.

Il peso corrisponde al peso totale del materiale che verrà utilizzato.

## Riciclo dei materiali di stampa

Ogni processo di stampa 3D genera dei rifiuti, per quanto minimi (supporti, la linea di estrusione iniziale o di spurgo, pezzi difettosi, ecc.). Pertanto, è importante conoscere le pratiche di riciclaggio di questo materiale:

- Separare e conservare gli scarti: posizionare in classe una scatola o un contenitore dove gli studenti possano smaltire i materiali avanzati e i pezzi difettosi. Se si utilizzano diversi tipi di materiali (come PLA, PETG, ABS, ecc.), è consigliabile separarli per tipologia, se nota.
- Programmi di raccolta o centri di riciclaggio. Se accumuli una quantità significativa di materiale, puoi portarlo a un centro di riciclaggio o contattare organizzazioni che raccolgono le plastiche utilizzate nella stampa 3D. Innanzitutto, dovresti verificare se il tuo centro ha un programma di riciclaggio attivo con un'azienda specializzata. In caso contrario, esistono diverse opzioni:
  - SERVIZIO DI RICICLAGGIO DEL COMUNE. Il modo più semplice è contattare il servizio di gestione dei rifiuti del comune o i centri di riciclaggio locali per chiedere se accettano gli scarti di filamento per la stampa 3D.
  - UNIVERSITÀ. Molte università dispongono di centri di riciclaggio per i rifiuti, come ad esempio i filamenti per la stampa 3D.

## Uso efficiente dell'energia e manutenzione responsabile delle macchine.

- Raggruppa più pezzi in un'unica stampa per sfruttare al meglio i tempi di riscaldamento e di stampa.
- Spegnerla stampante quando non la si utilizza.
- Analizzare il tempo di stampa stimato.

## Blocco 3. Collegamento con gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile nel Techlab

Nel settembre 2015, all'Assemblea Generale delle Nazioni Unite, i paesi di tutto il mondo hanno approvato l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile e i suoi 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (OSS).

Questi obiettivi principali sono porre fine alla povertà, proteggere il pianeta e garantire che tutti vivano in pace entro il 2030, bilanciando le dimensioni sociali, economiche e ambientali dello sviluppo.



Fonte: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/sustainable-development-goals/eu-and-united-nations-common-goals-sustainable-future\\_es](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/sustainable-development-goals/eu-and-united-nations-common-goals-sustainable-future_es)

In questo contesto, i Techlab sono spazi di apprendimento fondamentali per lavorare sui seguenti Obiettivi di Sviluppo Sostenibile con un approccio pratico:

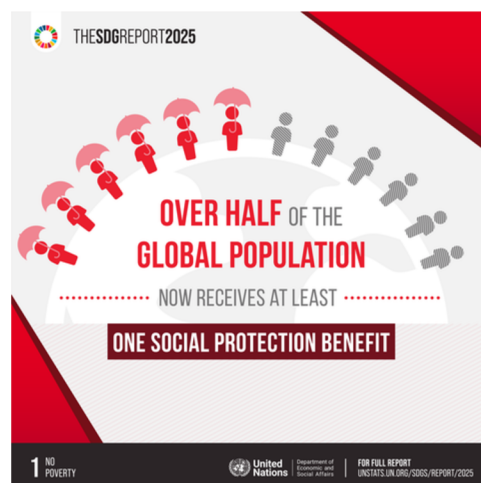
## Blocco 3. Collegamento con gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile nel Techlab

Nel settembre 2015, all'Assemblea Generale delle Nazioni Unite, i paesi di tutto il mondo hanno approvato l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile e i suoi 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (OSS).

Questi obiettivi principali sono porre fine alla povertà, proteggere il pianeta e garantire che tutti vivano in pace entro il 2030, bilanciando le dimensioni sociali, economiche e ambientali dello sviluppo.

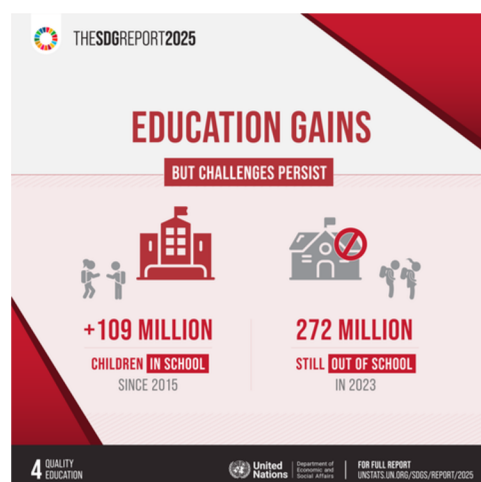
### Obiettivo di sviluppo sostenibile 1. Porre fine alla povertà

Sebbene i Techlab non possano sradicare la povertà in tutte le sue forme, questi laboratori tecnologici sono stati progettati in modo inclusivo per affrontare le barriere economiche che gli studenti delle scuole primarie e secondarie possono incontrare. Nonostante l'istruzione secondaria sia gratuita, la disponibilità di materiali e risorse per determinate attività non è coperta dalla scuola. Pertanto, i Techlab offrono materiali e attrezzature gratuiti in modo che tutti gli studenti possano partecipare alle attività in condizioni di parità.



### Obiettivo di sviluppo sostenibile 4. ISTRUZIONE DI QUALITÀ

Garantire un'istruzione inclusiva, equa e di qualità, promuovendo opportunità di apprendimento permanente per tutti.





I Techlab trasformano l'aula in un laboratorio tecnologico con un ambiente di apprendimento di qualità in cui gli studenti non solo apprendono scienze e tecnologia in modo pratico, dinamico e stimolante, ma anche da una prospettiva inclusiva.

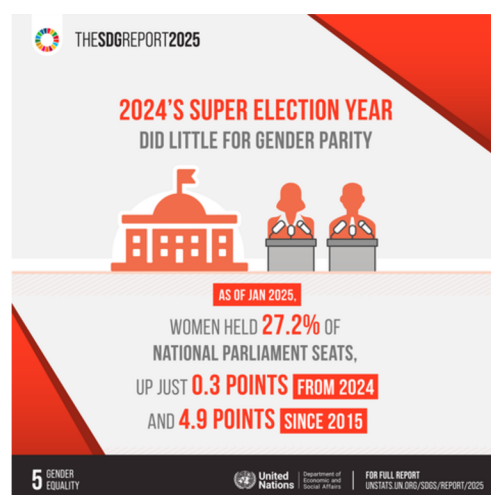
L'apprendimento pratico è uno strumento fondamentale per motivare gli studenti in classe, soprattutto quelli che incontrano difficoltà, poiché si sentono più coinvolti e mostrano maggiore interesse quando partecipano attivamente al processo di apprendimento. Nelle materie STEM (scienza, tecnologia, ingegneria e matematica) a livello di scuola secondaria, questa metodologia offre un'importante opportunità per motivare gli studenti, dato che la scienza e la tecnologia si apprendono meglio attraverso la pratica piuttosto che attraverso la semplice lettura o la memorizzazione.

In questo senso, l'implementazione di un Techlab (laboratorio tecnologico) offre agli insegnanti l'opportunità di avvicinare la scienza e la tecnologia agli studenti, trasformando concetti astratti in un apprendimento concreto, dinamico e significativo.

## Obiettivo di sviluppo sostenibile 5. Parità di genere

Raggiungere la parità di genere e dare potere a tutte le donne e le ragazze.

L'apprendimento nei Techlab incoraggia la partecipazione di tutti gli studenti su un piano di parità, promuovendo la presenza attiva delle studentesse e mostrando loro modelli di riferimento reali e attuali di scienziate, in modo che percepiscano naturalmente che la scienza è un ambito in cui la diversità di genere è fondamentale per il progresso.



Mostrare agli studenti modelli di riferimento con cui identificarsi è un'altra strategia per motivarli, abbattere gli stereotipi, promuovere la parità di genere, alimentare le aspirazioni e dimostrare che le carriere scientifiche e tecnologiche sono accessibili a tutti. Quando ci vediamo riflessi in una storia o in un esempio concreto, la nostra motivazione e le nostre aspirazioni aumentano.

Nell'ambito del progetto Erasmus Plus "Didactech", è stata sviluppata la campagna "Donne nella scienza oggi". Questa iniziativa innovativa presenta agli studenti delle scuole secondarie esempi concreti e attuali di donne che contribuiscono al progresso scientifico in diversi campi. La campagna "Donne nella scienza" è nata con un obiettivo chiaro: ispirare gli studenti delle scuole secondarie a scoprire il potenziale delle donne nella scienza e nella tecnologia. A differenza di altre iniziative incentrate sulle donne nel corso della storia, questa campagna si concentra sul presente, mettendo in luce il ruolo cruciale che le donne svolgono oggi, guidando centri di ricerca all'avanguardia e dirigendo e lavorando a progetti di ricerca che plasmeranno il futuro dell'Europa e del mondo.



**Donne nella  
scienza**



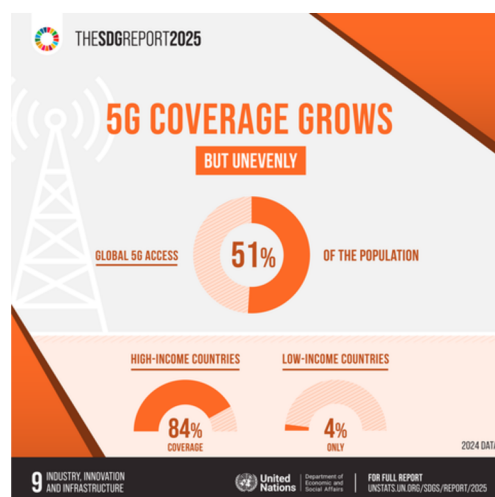
### **La diversità alimenta la conoscenza**

Women in Science è nato per ispirarvi, per aiutarvi a scoprire che la scienza non è qualcosa di distante, ma uno spazio aperto, ricco di idee, sfide e opportunità.

## **Obiettivo di sviluppo sostenibile 9. INDUSTRIA, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE**

Costruire infrastrutture resilienti, promuovere un'industrializzazione inclusiva e incentivare l'innovazione.

L'innovazione è uno dei pilastri fondamentali di Techlabs. L'integrazione della produzione additiva e della stampa 3D in classe trasforma il modo in cui gli studenti apprendono e gli insegnanti insegnano. Techlabs promuove un apprendimento innovativo basato sulla sperimentazione, la progettazione e la risoluzione dei problemi, in cui gli studenti diventano protagonisti del proprio processo di apprendimento.

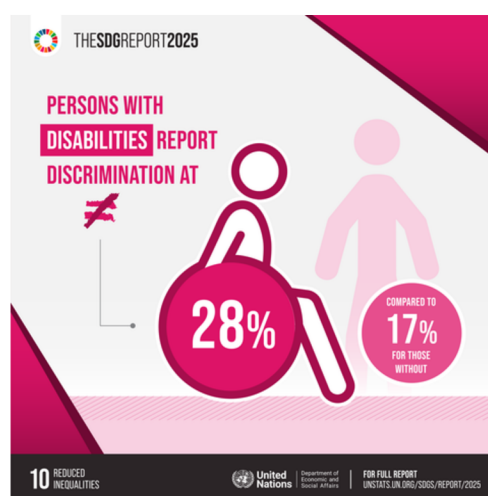


Lo sviluppo di progetti presso il Techlab stimola la curiosità, la creatività e il pensiero critico, incoraggiando gli studenti a ricercare soluzioni originali e ad applicare la scienza e la tecnologia in modo responsabile. In questo modo, l'innovazione non è più intesa unicamente come progresso tecnico, ma diventa un metodo di apprendimento che coniuga scienza, tecnologia e sostenibilità con un approccio pratico e stimolante.

## **Obiettivo di sviluppo sostenibile 10. Ridurre le disuguaglianze.**

Ridurre le disuguaglianze all'interno dei paesi e tra di essi.

Sebbene i laboratori tecnologici (Techlab) siano rivolti a tutti gli studenti delle scuole secondarie, poniamo particolare attenzione a coloro che incontrano maggiori difficoltà, in quanto sono loro a dover affrontare gli ostacoli più gravi all'inclusione. Si tratta di studenti delle scuole secondarie, soprattutto ragazze, provenienti da regioni svantaggiate, che si trovano ad affrontare barriere economiche, sociali e occupazionali.



che incontrano serie difficoltà nell'accesso al mercato del lavoro tecnologico e alle carriere scientifiche di alto livello, perdendo interesse in questo settore.

La partecipazione paritaria di tutti gli studenti ai progetti tecnologici è uno dei nostri obiettivi principali. Le principali misure adottate per promuovere l'inclusione nei Techlab sono:

- **Supporto tecnologico.** Si riferisce all'adattamento di risorse e strumenti che consentano a tutti gli studenti di partecipare alle attività di apprendimento in condizioni di parità, eliminando le barriere all'accesso e promuovendo l'autonomia degli studenti.

- Accessibilità digitale. Assicurarsi che tutti i dispositivi utilizzati in classe soddisfino i criteri di accessibilità, come ad esempio i lettori di schermo, le opzioni di contrasto, i caratteri adattati, ecc.
- Adattare il formato e la durata delle attività è fondamentale. È importante tenere conto della diversità degli studenti e dei loro differenti ritmi di apprendimento, in particolare di quelli con difficoltà di apprendimento. Pertanto, raccomandiamo di progettare attività flessibili, adattandone la durata e la difficoltà al ritmo di apprendimento di ogni studente. Ciò garantirà che tutti gli studenti possano partecipare e raggiungere gli obiettivi prefissati.
- Tutoraggio individuale e di gruppo. Il tutoraggio di gruppo permette di osservare le dinamiche generali della classe e le dinamiche di lavoro di squadra, ma gli studenti non sempre si sentono a proprio agio nell'esprimersi in un contesto di gruppo. Pertanto, il tutoraggio personalizzato è prezioso, soprattutto per gli studenti che incontrano difficoltà, al fine di individuare precocemente i problemi, rafforzare la loro autostima e guidare il loro percorso di apprendimento. Nell'istruzione secondaria, la figura del tutor esiste; tuttavia, questo ruolo non è necessariamente legato alle discipline STEM o ai progetti del laboratorio tecnologico Techlab. Inoltre, il carico didattico è elevato.
- Interventi congiunti con gli psicologi scolastici. Una delle misure di inclusione consiste nello svolgere attività congiunte con i team di orientamento e psicologia dell'istituto scolastico, al fine di garantire che le misure di inclusione siano adattate alle esigenze degli studenti partecipanti e di assicurare un supporto efficace da parte dei tutor, riducendo le disuguaglianze tra gli studenti.
- Supporto motivazionale. L'implementazione di strategie per motivare gli studenti nelle discipline STEM (scienza, tecnologia, ingegneria e matematica) nella scuola secondaria non solo consente loro di acquisire competenze chiave e trasversali, ma dimostra anche che la scienza e la tecnologia sono percorsi accessibili e inclusivi per il loro futuro.

## Obiettivo di sviluppo sostenibile 12. Produzione e consumo responsabili

Garantire modelli di consumo e produzione sostenibili.

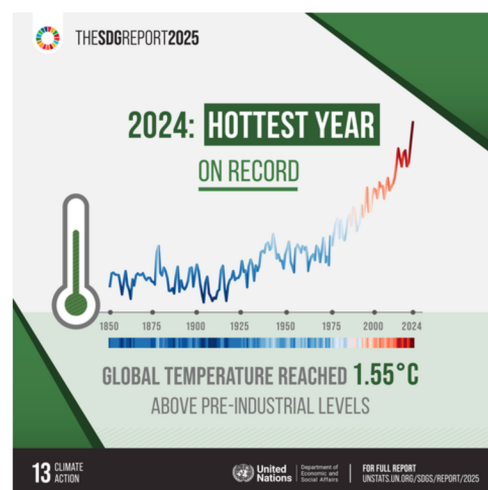
Come abbiamo visto nella sezione precedente, esistono diverse pratiche sostenibili che possiamo attuare nei Techlab per promuovere il consumo responsabile.



## Obiettivo di sviluppo sostenibile 13. AZIONE PER IL CLIMA

È necessario intervenire con urgenza per contrastare i cambiamenti climatici e i loro effetti.

Nella sezione precedente abbiamo visto come l'implementazione dei Techlabs venga realizzata da una prospettiva ecologica, contrastando i cambiamenti climatici e aiutando gli studenti ad acquisire una consapevolezza critica della necessità di impegnarsi in questa lotta.





Cofinanciado por  
la Unión Europea

