

Test: cinque stampanti 3D per la scuola

Lorenzo Guasti, Jessica Niewint, Luca Bassani (Area tecnologica Indire)

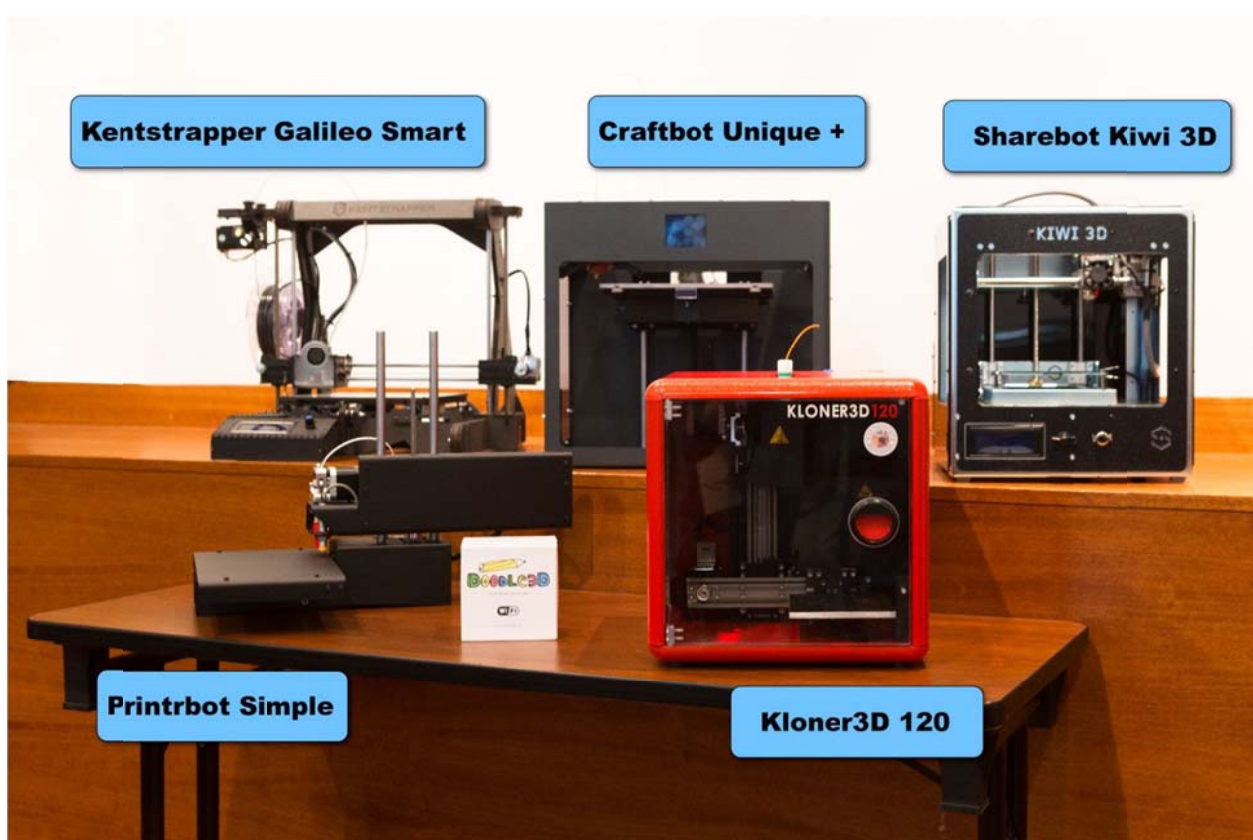
Introduzione

I ricercatori dell'area tecnologica dell'Indire stanno conducendo una ricerca sull'uso della stampante 3D nella scuola dell'infanzia e primaria e hanno sperimentato l'utilizzo di 5 stampanti 3D in classe.

Se però da questo articolo vi aspettate una classifica con un vincitore, rimarrete delusi.

L'Indire non è una rivista di materiale elettronico che deve necessariamente decretare la supremazia di un prodotto sugli altri, bensì un istituto di ricerca che lavora a stretto contatto con il mondo dell'educazione: questo articolo ha, quindi, il solo scopo di orientare gli insegnanti, i dirigenti scolastici e chi lavora nell'ambito della scuola nella scelta della stampante 3D più adatta.

Sono state analizzate cinque stampanti, con la consapevolezza che non è stata ricoperta tutta l'offerta disponibile sul mercato. I dispositivi presi in esame sono quelli provati direttamente all'interno degli uffici dell'Indire e, soprattutto, nelle scuole dove vengono fatti abitualmente progetti di ricerca e sono, perciò, prodotti realmente utilizzati in contesti scolastici.



Le cinque stampanti studiate sono, in ordine di prezzo: Printrbot Simple (€ 550), Kloner 3D120 (€ 690), Sharebot Kiwi 3D (€ 696), Kentstrapper Galileo Smart (€ 874), CraftUnique Craftbot Plus (€ 1.299).

				
Printrbot Simple (550€)	Kloner3D 120 (690,00)	Sharebot Kiwi3D (696€)	Kentstrapper Galileo Smart (874 €)	CraftUnique Craftbot Plus (1299€)

(i prezzi sono quelli di mercato aggiornati ad Aprile 2016 e sono da considerarsi iva esclusa)

È possibile dividere le stampanti in segmenti in cui Printrbot Simple, Sharebot Kiwi3D e Kloner3D 120 costano meno di 700€, mentre la Kentstrapper Galileo Smart è nella fascia 800-1000€ e la CraftUnique Craftbot Plus costano più di 1000€.

È importante fin da subito avere presente i prezzi di mercato, poiché costituiscono un fattore determinante nella scelta del prodotto, ancora di più in un ambito come quello scolastico, dove le risorse finanziarie non sono mai sufficienti ad acquistare tutto il materiale necessario per allestire i laboratori.

Le caratteristiche che si ritengono fondamentali sono:

- involucro (se chiuso migliora la protezione dalle parti in movimento e dagli elementi caldi)
- facilità di messa in opera (configurazione della macchina, installazione e configurazione dei software)
- manutenzione ai fini della stampa (cambio filo, taratura del piatto).

Il lettore dovrà tenere conto, inoltre, del grado della scuola in cui sarà collocata la stampante: scuola dell'infanzia e primaria spesso richiedono dispositivi con caratteristiche differenti.

Elementi hardware

Involucro

Nate come progetti sperimentali *open hardware*, le stampanti 3D per uso personale hanno goduto, per un certo periodo, di una sorta di vuoto normativo da un lato e dell'entusiasmo dei maker dall'altro, pronti a sorvolare su aspetti riguardanti la sicurezza pur di poter accedere a basso costo a questa tecnologia.

Quando queste attrezzature si sono diffuse in ambienti pubblici come scuole, laboratori comunali, Fablab privati aperti al pubblico, si è assistito ad un graduale recupero del rispetto delle normative, a partire dalla Certificazione CE.

Per quanto riguarda le stampanti in esame, è possibile fare le seguenti considerazioni:

Printrbot Simple	La stampante è aperta, tutti i pezzi meccanici sono liberamente accessibili. Nella fase di stampa, il piatto ed il braccio che tiene l'estrusore si muovono. È da tenere in considerazione che lo spazio impegnato in fase di stampa è più grande delle dimensioni reali della stampante. La stampante ha il piano di stampa freddo. È certificata CE.
Kloner3D 120	Una stampante con un <i>case</i> esterno misto metallo/mdf completamente chiuso. Lo sportello davanti, trasparente, rimane chiuso durante la fase di stampa grazie ad una serratura elettromagnetica, collegata alla temperatura del piatto. La stampante ha il piano di stampa caldo. È certificata CE.
Sharebot Kiwi3D	La stampante ha un <i>case</i> esterno in plastica con struttura metallica che copre il piatto di stampa e i pezzi meccanici. Il processo di stampa è svolto all'interno della stampante. La stampante è chiusa sulla parte posteriore. Ha il piano di stampa freddo. È certificata CE.
CraftUnique Craftbot Plus	La stampante ha un <i>case</i> esterno in metallo che copre piatto di stampa e pezzi meccanici. Il processo di stampa è svolto all'interno del dispositivo. La stampante è chiusa sulla parte posteriore e su i due lati trasparenti. La parte anteriore e quella superiore rimangono aperte. La stampante ha il piano di stampa caldo. È certificata CE.
Kentstrapper Galileo Smart	La stampante è completamente aperta, costruita in valchromat (non risente dell'umidità ed è fiamma ritardante). L'estrusore si muove sui 3 assi all'interno dell'area di stampa. L'ingombro durante la fase di stampa corrisponde alle dimensioni della stampante. È certificata CE.

Display e comandi

Un display, anche piccolo, che dà informazioni sullo stato della stampante o sull'avanzamento del processo di stampa può essere utile, soprattutto nell'ambiente scolastico, dove il computer non è necessariamente vicino alla macchina e quindi non consente un controllo diretto della stampa in atto.

Non è un elemento indispensabile, ma è sicuramente comodo.

Printrobot Simple	Senza display. I file .gcode possono essere caricati direttamente nella stampante tramite una scheda microSD o collegando la stampante direttamente al computer tramite un cavo USB/Mini USB-B.
Kloner3D 120	Senza display. Comunicazione con la stampante attraverso cavo USB. Esistono due pulsanti nella parte superiore per caricare e scaricare il filo di plastica.
Sharebot Kiwi3D	È dotata di display LCD navigabile tramite un'apposita rotellina. I file .gcode possono essere caricati direttamente nella stampante tramite una scheda SD o collegando la stampante direttamente al computer attraverso cavo USB/Mini USB-B.
CraftUnique Craftbot Plus	Display touch a colori tramite il quale si può eseguire la gran parte delle operazioni. I file .gcode possono essere caricati direttamente nella stampante tramite una chiavetta USB o collegando la stampante direttamente al computer attraverso cavo USB /Mini USB-B.
Kentstrapper Galileo Smart	Display LCD navigabile con una rotellina. I file .gcode possono essere caricati direttamente nella stampante tramite una scheda SD o collegando la stampante direttamente al computer attraverso un cavo USB/ Mini USB-B.

Piatto di stampa

Il piatto di stampa è importante per diversi motivi. Prima di tutto la sua dimensione determina la capacità di stampare pezzi più o meno grandi, inoltre, la sua qualità meccanica influisce sull'affidabilità della macchina: se il piatto flette non possiamo sperare in un risultato perfetto perché avremo problemi di aderenza e difficoltà a staccare l'oggetto una volta stampato. Il piano può essere a temperatura ambiente oppure riscaldato elettricamente. Durante la stampa il filamento viene portato ad una temperatura tale da consentirgli di assumere una consistenza plastica fluida e può dunque essere estruso e depositato sul piano. Durante il raffreddamento avvengono molti processi che modificano la consistenza, influenzando nello stesso tempo sulle dimensioni (ritiro, sollevamento di un lembo, etc). Un buon piano riscaldato, riducendo tali effetti, può essere di grande ausilio soprattutto con la stampa con ABS. D'altro canto, bisogna considerare che un piatto riscaldato costituisce un elemento aggiuntivo di rischio, nel caso in cui venga toccato da uno studente. Si ritiene che un'area minima di stampa di 100x100x100 mm sia sufficiente per realizzare progetti didattici in classe. È evidente che un'area di stampa maggiore costituisce un elemento positivo: tuttavia, è bene tenere

conto che la stampa di pezzi grandi richiede tempi di attesa più lunghi, spesso non facilmente gestibili a scuola, soprattutto con bambini relativamente piccoli.

Le stampanti che si sono analizzate seguono il principio del valore commerciale della macchina: quelle della fascia di prezzo più basso, hanno una area di stampa più contenuta (ovvero la Sharebot Kiwi3D 140x100mm, la Kloner3D 120 120x120mm, la Printrbot Simple 150x150), mentre le altre due, più costose, hanno un piatto sensibilmente più grande (la Galileo Smart 200x200 e la CrafUnique Craftbot Plus 250x200).

Le due stampanti dotate di un piatto di stampa riscaldato sono la Kloner3D 120 e la CrafUnique Craftbot Plus.

Calibrazione del piatto di stampa

Un aspetto importantissimo, per una buona riuscita della stampa, è il livellamento del piatto.

Affinché la plastica si depositi uniformemente, il piatto deve essere perfettamente orizzontale rispetto agli assi di spostamento dell'estrusore. Le stampanti industriali hanno dei sistemi di livellazione automatici, mentre le stampanti "consumer" hanno diversi metodi più o meno ingegnosi per ottenere il risultato voluto.

Printrbot Simple	Una volta eseguita la procedura dell' auto-calibrazione non sono più necessari ulteriori interventi. La procedura non risulta del tutto semplice.
Sharebot Kiwi3D	Livellazione del piatto con aiuto di un file .gcode, scaricabile dalla pagina della Casa Madre. Il piatto può essere alzato o abbassato azionando con una brugola sulle viti ai quattro lati. Utilizzando nuovamente il controller del menu, sarà stampato nuovamente un altro quadrato all'interno del primo, poi nel prossimo passo un cerchio. Si può ripetere la procedura a piacere, fino a quando le tre stampe risultano soddisfacenti.
Kloner3D 120	Non è richiesto.
CrafUnique Craftbot Plus	Dal menu si lancia la procedura guidata della livellazione del piatto. Munito con un foglio di carta o carta di visita, si va a misurare in 3 punti la distanza tra estrusore e piatto di stampa. Si aggiusta il piatto azionando a mano le viti sul lato inferiore del piatto di stampa.

Kentstrapper Galileo Smart	Con vite a brugola e il programma Repetier o Cura, la distanza corretta tra i diversi "home" degli assi si può misurare con un foglio di carta. Una procedura piuttosto macchinosa e lunga. Sono disponibili video tutorial di guida, a riguardo.
-----------------------------------	---

Cambio del filo

Il cambio del filo è un'operazione delicata. Se non eseguita con attenzione, rischia di compromettere il buon funzionamento del sistema di trascinamento e dell'estrusore. È preferibile avere istruzioni chiare e semplici da eseguire.

Printrbot Simple	Collegando la stampante ad un computer, con il software Cura si procede per passi. Prima di estrarre il vecchio filamento è necessario azionare una molla che disabilita gli ingranaggi che portano il filo verso l'estrusore.
Sharebot Kiwi3D	Procedura semplice e semi-automatica che deve essere avviata dal menu del display LCD. Quando l'estrusore è caldo, la stampante emette un suono che segnala la possibilità di procedere. Azionando nuovamente il controller del display, si avvia il passo successivo.
Kloner3D 120	Il cambio filo avviene con procedura semi-automatica, comandando le fasi con i due tasti presenti sulla parte alta della stampante.
CraftUnique Craftbot Plus	Non c'è una procedura guidata per il cambio filo. Dal display touch si riscalda prima l'estrusore e una volta raggiunta la temperatura necessaria, si procede a rimuovere il filo vecchio e inserire quello nuovo, comandando il trascinamento con gli appositi tasti icona. E' anche necessario fare attenzione a disabilitare meccanicamente il trascinamento, con una apposita levetta.
Kentstrapper Galileo Smart	Procedura semi-automatica che si avvia dal menu del display LCD. La procedura è praticamente la stessa della Sharebot Kiwi3D.

I software

Alcuni produttori offrono versioni proprietarie (o personalizzate) del software necessario per stampare i modelli disegnati, promettendo un'estrema facilità d'uso. In generale, per tutte le stampanti, il problema principale non è la complessità del programma, quanto i parametri corretti di stampa, gli accorgimenti per evitare deformazioni, il distacco della parte bassa e la calibrazione sia del piano di stampa che dell'estrusore. Tutte queste sono nozioni che si imparano con la pratica, lavorando con la stampante.

La parte relativa allo "slicing" (la preparazione delle sezioni del modello da riempire con il filamento fuso) risulta abbastanza semplice quando si conoscono i parametri di configurazione e si è acquisita una certa esperienza; in queste condizioni i software si possono considerare equivalenti. Lo stesso ragionamento non si può fare quando la stampante è in mano a persone inesperte, come possono essere gli insegnanti a scuola: in questo caso, maggiore è la semplicità del software e maggiori saranno le probabilità che la stampa riesca bene. In questa valutazione, si bilanciano da un lato i fattori positivi che si riscontrano in un software open-source, dall'altro lato i vantaggi relativi all'ottimizzazione di un software scritto e concepito specificatamente per un determinato modello di stampante, in cui i parametri sono preimpostati.

Utilizzo dei programmi di slicer (dal file .stl al file .gcode)

I file che vengono prodotti quando si salva un oggetto progettato con un cad 3D sono quasi sempre di tipo .stl (STereoLithography). Questo tipo di file descrive la geometria della superficie di un modello 3D.

Per stampare bisogna tradurre il file .stl in un file .gcode ottimizzato per la stampante in possesso.

Esistono diversi programmi, anche open source come Repetier, Cura o Slic3r, che traducono il file .stl in sequenze di istruzione nel formato .gcode, ottimizzate per la stampante 3D. I modelli vanno letteralmente "affettati" per creare l'oggetto strato per strato. Il file .gcode può essere caricato nella stampante in diversi modi, per esempio caricandolo su una chiavetta USB o una scheda SD da inserire nella stampante o connettendo la macchina direttamente al computer, comandandola dal programma di slicing. La prima ipotesi consente di tenere la stampante fuori dalla classe, ad esempio in uno spazio polifunzionale per farla utilizzare da più insegnanti contemporaneamente. Quando si utilizza un software di slicing nativo per una determinata stampante, questi valori sono già stati impostati dalla casa madre. Le stampanti analizzate presentano le seguenti caratteristiche:

Printrbot Simple	Utilizzo di Cura con il file di profilo .ini scaricato dalla pagina della Printrbot Simple. Possibilità di collegare la stampante direttamente al computer con i driver messi a disposizione sulla pagina web della casa produttrice.
Sharebot Kiwi3D	Le stampanti Sharebot sono aperte a tutti i software open source. La casa madre vi offre la possibilità di scaricare dal suo sito un bundle contenente tre profili di stampa preimpostati per la Sharebot Kiwi3D. Questo bundle è preparato appositamente per Slic3r e può essere installato molto semplicemente all'interno del software. Sarà sempre possibile modificare questi parametri e impostarli a proprio piacimento. C'è anche la possibilità di scaricare il file .ini per Cura.
Kloner3D 120	Slicer nativo derivato da Cura e modificato con il profilo della Kloner. Noi abbiamo provato la versione del software: Kloner 3D 14.09.04. La stampante deve essere connessa con il computer via cavo usb. Non c'è la possibilità di utilizzare una chiavetta USB o una scheda SD.
CraftUnique Craftbot Plus	Slicer nativo, fornito insieme alla stampante (Programma chiamato Craftware 1.13 beta #25088). Il software è scaricabile dal sito. Dopo aver effettuato tale operazione, si può procedere alla stampa salvando il file .gcode sulla chiavetta USB o nel caso in cui la stampante sia direttamente attaccata al computer, via cavo USB, si lancia la stampa direttamente. Non prevede un lettore per una scheda SD.
Kentstrapper Galileo Smart	Si utilizza Cura con il profilo che si scarica dal sito della Kentstrapper. Il file .gcode deve essere caricato su una scheda SD o il computer deve essere connesso alla stampante (USB) con gli appositi driver, scaricabili dalla pagina di supporto della casa produttrice.

Per ogni stampante, nel caso in cui la stampante3D sia collegata direttamente al computer, è necessario installare i driver.

Utilizzo di Doodle3D

[Doodle3D](#) è un dispositivo hardware che si connette via USB alla stampante e fornisce, via wifi, l'accesso a una *web-app* di disegno concepita per bambini di 5/7 anni. Il punto di forza di Doodle3D è che permette di evitare l'operazione di slicing, che avviene, invece, in modo automatico al suo interno. Una volta disegnato, basta premere il pulsante PRINT e la stampante inizia a lavorare. Per operare in modo ottimale, si deve usare una stampante certificata compatibile con Doodle3D. Purtroppo, la lista delle macchine non è completa e molti modelli non sono ancora ufficialmente supportati. Questo non deve scoraggiare chi possiede una stampante apparentemente non compatibile: infatti, se lo strumento è basato su firmware Marlin, molto probabilmente sarà possibile usarlo ugualmente mediante l'opzione "generic marlin printer" lasciando tutte

le impostazioni invariate, eccetto la dimensione del piatto che si adatta alle dimensioni dell'area stampa del modello scelto. Sulla base della nostra esperienza diretta, elenchiamo di seguito l'opzione che ottimizza al meglio le operazioni di stampa con i modelli a nostra disposizione. L'unica stampante, tra quelle esaminate che è ufficialmente supportata da Doodle3D è la Printrbot Simple, le altre vengono utilizzate tramite driver generici compatibili che consentono una buona operatività, ma non perfetta.

Altri elementi importanti

Materiali consumabili

Sono da preferire le stampanti che supportano il maggior numero di materiali (PLA, ABS, etc).

Ad esempio, realizzare una stampante che tratta solo il PLA è meno costoso che realizzarne una che stampi anche in ABS, ma è un limite talvolta molto grosso poiché materiali differenti hanno diverse proprietà (estetiche, di resistenza, durezza, flessibilità etc.) e durante la progettazione può capitare di avere necessità multiple.

Per la scuola è raccomandabile usare materiali con il minor impatto sull'ambiente e sull'aria e tra PLA e ABS è da preferire il primo che è un termopolimero generato dalla fermentazione del mais, non è biodegradabile in condizioni naturali, ma è idrosolubile a temperature superiori a 70-80°C. Bisogna fare anche attenzione alle stampanti che usano cartucce proprietarie acquistabili solo dal fornitore della stampante. Questo può creare svariati problemi. Il primo è quello del costo (alcuni materiali "proprietary", che spesso sono assolutamente comuni, ma confezionati diversamente, costano 5-8 volte in più del normale). La seconda difficoltà, ancora più importante è quello dell'approvvigionamento.

Cosa succederebbe se tra un anno o due, il produttore della stampante smettesse di fornire le cartucce perché ha aggiornato i modelli che ora ne richiedono un formato diverso? Si chiama "obsolescenza programmata" ed è un fenomeno piuttosto diffuso per obbligare l'acquirente ad un nuovo acquisto, quando la macchina è ancora perfettamente funzionante. Le cinque stampanti analizzate presso l'Indire utilizzano tutte bobine di filo standard di diametro 1.75mm.

Assistenza

Le stampanti sono prodotte in Italia (Kentstrapper, Kloner3D, Sharebot), Ungheria (CraftUnique) e negli Stati Uniti (Printrbot). Nel caso in cui siano destinate ad essere utilizzate in una scuola, è importante che abbiano il marchio CE e che il fornitore o il distributore siano aziende consolidate, in grado di garantire l'assistenza necessaria anche in futuro.

Conclusioni

Come era stato preannunciato in partenza, non è possibile decretare la stampante “perfetta” perché ogni prodotto ha delle caratteristiche positive e dei punti deboli. Si possono, però, individuare degli ambiti ottimali di utilizzo, basati sull’esperienza maturata durante l’attività di ricerca dell’Indire.

L’elenco che segue rappresenta le considerazioni per ogni stampante utilizzata.

➤ **Printrbot Simple**

Per le sue dimensioni contenute, la stampante è facilmente trasportabile ed è perfetta se non si ha un luogo dove poterla lasciare sempre installata. Appartiene alla categoria delle stampanti senza involucro esterno e per questo motivo, si adatta meglio a una scuola di grado superiore o a laboratori gestiti da operatori esperti. L’area di stampa contenuta limita i progetti più ambiziosi. È molto solida.

➤ **Kloner3D 120**

La stampante rappresenta la miglior soluzione se si ha come priorità la sicurezza e la semplicità di utilizzo. È chiusa su quattro lati, con sportello di sicurezza. È pensata per la scuola, ha comandi semplici ed essenziali. Il software è personalizzato per ridurre al minimo le operazioni tecniche. Non ha la possibilità di stampare tramite scheda SD e questo comporta la necessità di avere un computer sempre connesso con la stampante. L’area di stampa ridotta non permette di concepire progetti molto voluminosi ed è dunque preferibile per scuole di grado inferiore (infanzia e primaria) dove la priorità va alla sicurezza e ai ridotti tempi di stampa.

➤ **Sharebot Kiwi3D**

La stampante, prodotta in Italia, ha un involucro non completamente chiuso, ma sufficiente per proteggere le mani degli studenti da eventuali contatti. Il piatto di stampa è abbastanza delicato e richiede spesso di essere tarato. L’area di stampa può soddisfare la maggior parte dei progetti che si possono fare a scuola. Adatta per tutti i gradi di scuola, dalla materna alla secondaria.

➤ **CraftUnique Craftbot Plus**

La stampante è molto robusta, chiusa su tre lati e protegge molto bene da contatti accidentali. È la stampante più grande tra quelle analizzate (insieme alla Galileo Smart) e consente di creare pezzi di dimensioni elevate, che necessitano di molte ore di operatività. Lo schermo touch screen facilita molto l’utilizzo rendendo le operazioni intuitive; inoltre, il software è proprietario e quindi già ottimizzato per la stampa. È una delle stampanti più costose tra quelle prese in considerazione.

➤ **Kentstrapper Galileo Smart**

La stampante è completamente aperta e ha un'area di stampa molto grande, che dà spazio a ogni tipo di progetto, senza grosse limitazioni.

Per la sua conformazione aperta è più adatta a scuole di grado elevato o a laboratori attrezzati.

Scheda Riassuntiva

Produttore	Modello	Costo €	C E	Materiale	Area di stampa (mm, XYZ)	Piatto riscaldato	Involucro chiuso	Display
Printrbot	Simple metal	~ 750	sì	PLA	150x150x150	optional	no	no
Kloner3D	120	~ 850	sì	PLA/ABS	120x120x120	sì	sì	no
Sharebot	<u>Kiwi3D</u>	~ 850	sì	PLA	140x100x100	no	sì	sì
Kentstrapper	Galileo Smart	~ 870	sì	PLA/ABS	200x200x160	optional	no	opzionale
CraftUnique	CraftBot Plus	~ 1000	sì	PLA/ABS	250x200x200	sì	sì	sì