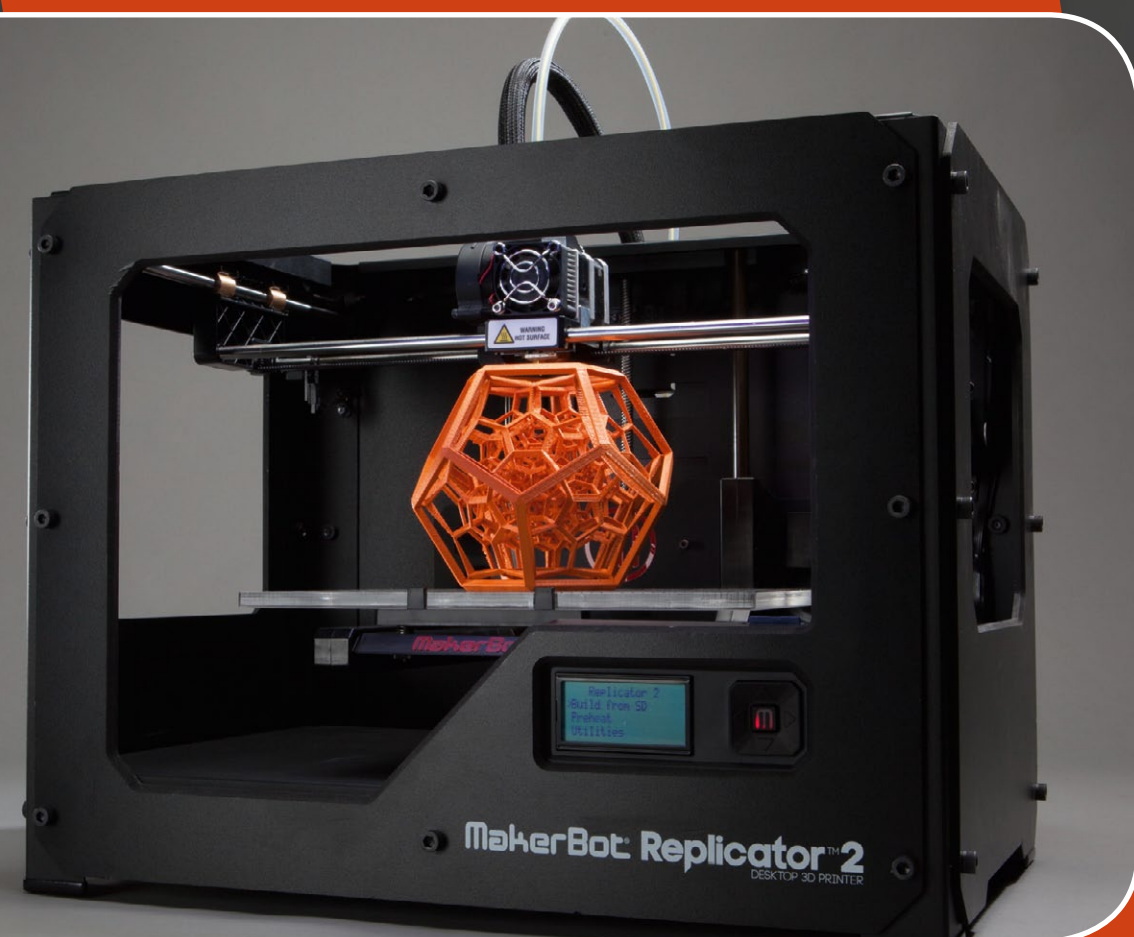


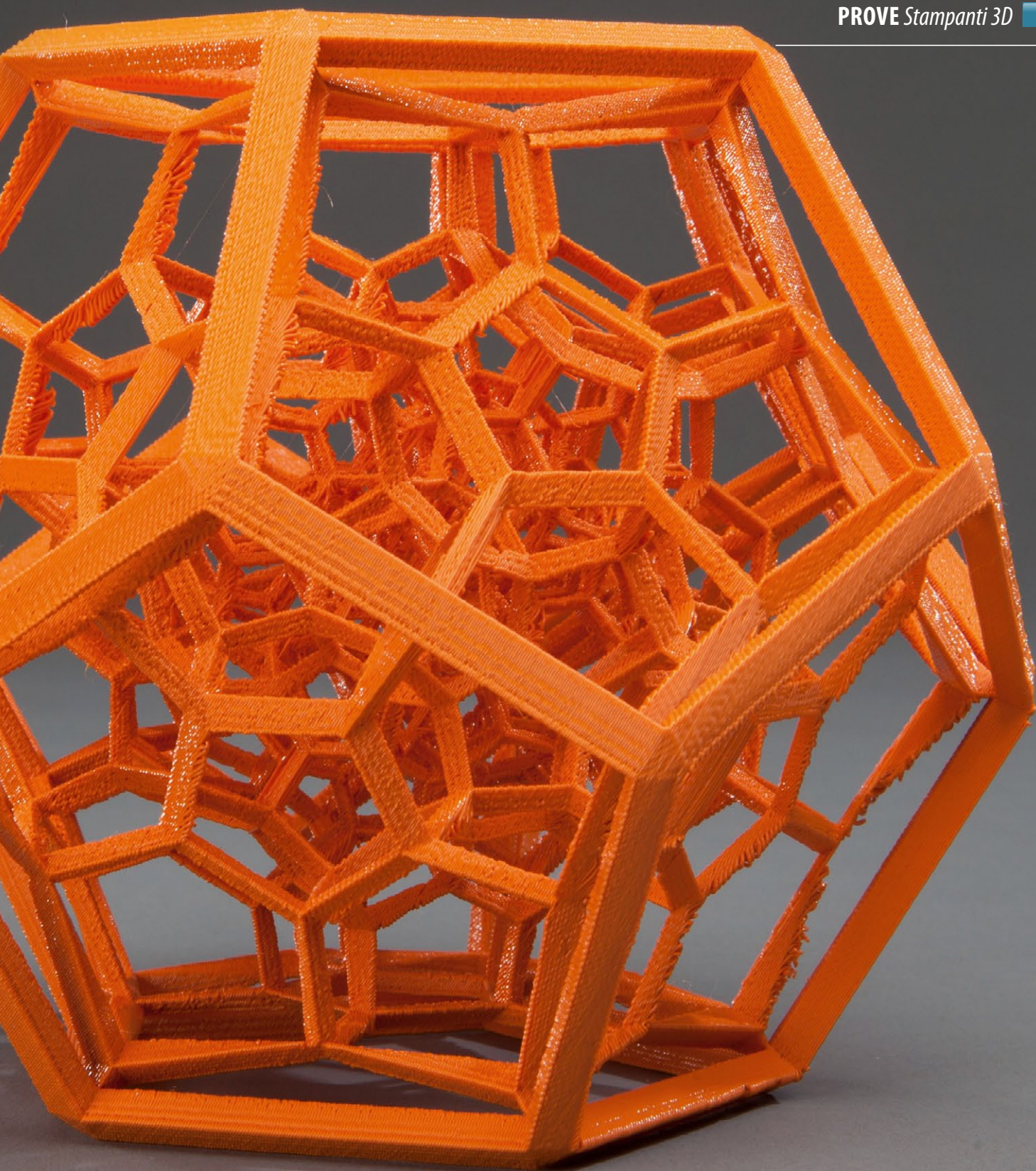
La prossima rivoluzione industriale è già iniziata: si chiama stampa 3D. Per creare oggetti reali con un semplice clic del mouse, anche a casa nostra.

■ Di Sergio Lorzio



# DAL PROGETTO





# ALL'OGGETTO



“C

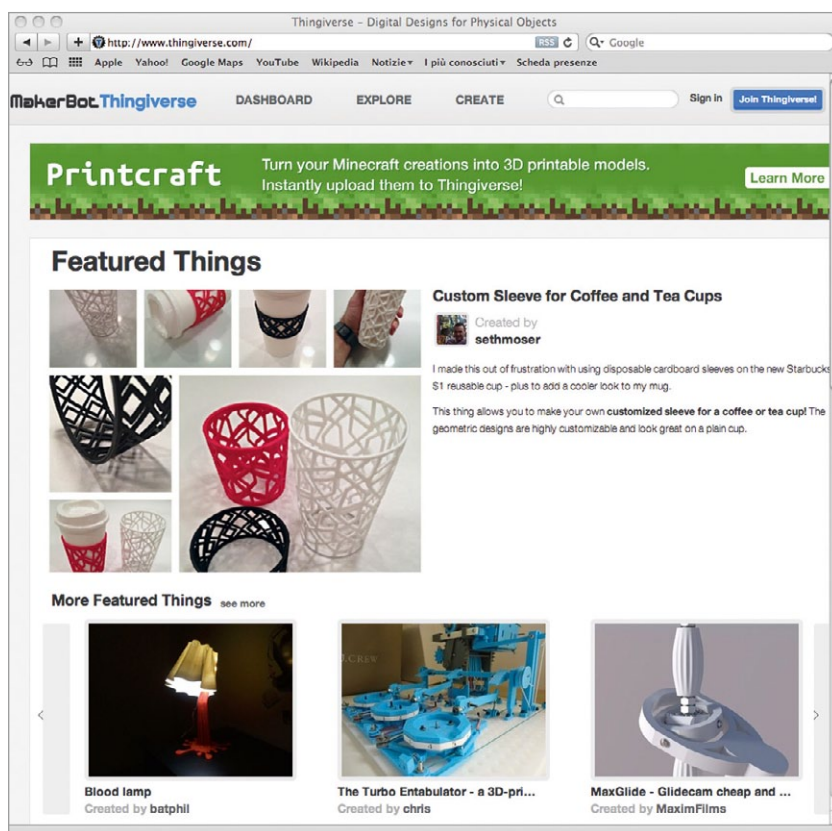
aro, si è rotta la ventola dell’aspirapolvere, ma il pezzo di ricambio ormai è introvabile”.  
 “Niente paura, scarico il file da Internet e te lo stampo subito”. Non è un dialogo tratto dalla serie di cartoni animati “I pronipoti”, ma uno scenario che in un futuro più prossimo di quello immaginato da Hanna & Barbera farà parte della nostra vita quotidiana. Anzi, per un numero ancora relativamente ristretto di pionieri del fai da te 2.0 è già il presente. Possiamo stampare oggetti così come siamo abituati a stampare documenti e fotografie e trasformarci da semplici consumatori a produttori, o “maker”, come si chiamano oggi gli appassionati del fai da te in chiave tecnologica e digitale. La stampa 3D è la nuova tecnologia destinata a diventare di uso comune entro fine decennio, se non prima ancora, uscendo da un lungo periodo d’incubazione e d’uso in ristretti mercati di nicchia. Dopo la Rete, la musica, il video, i social network, il cloud e l’Internet delle cose - oggetti intelligenti connessi al web con cui possiamo interagire a distanza e con cui possiamo scambiare informazioni – la rivoluzione digitale sta ora investendo le **cose** vere e proprie.

Trainata dalla Rete, l’evoluzione e la diffusione di questa tecnologia fanno prefigurare scenari di profonda trasformazione in ogni settore produttivo, dal designer all’artigiano, dalla piccola e media impresa fino alla grande industria. Mutamenti che si riverbereranno anche nelle modalità di stoccaggio e distribuzione dei prodotti, oltre che nell’ampliamento delle possibilità di scelta e personalizzazione da parte dei consumatori. Perché, per esempio, potremo acquistare il solo disegno di un prodotto, modificarlo per adattarlo ai nostri gusti e alle nostre esigenze e poi stamparcelo a casa oppure presso un vicino centro servizi, esattamente come si fa oggi con le fotografie. Per molti analisti e commentatori, siamo all’inizio di quella che è già stata battezzata “la terza rivoluzione industriale”.

### Cos’è una stampante 3D

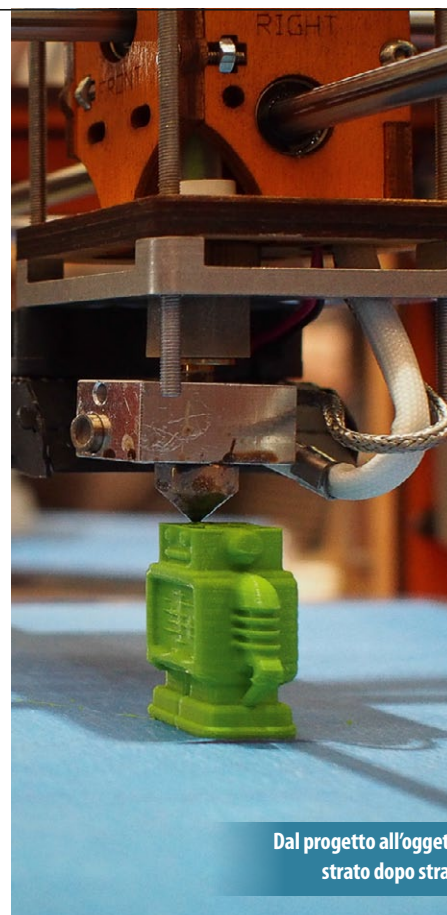
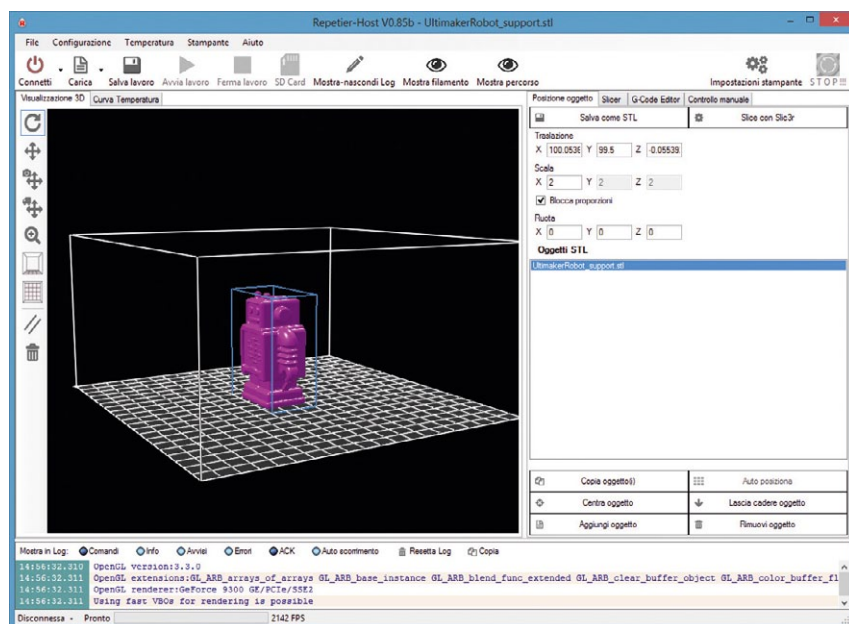
Tutti noi abbiamo familiarità con le tradizionali stampanti inkjet o laser, apparecchi che producono documenti e immagini bidimensionali di alta qualità eiettando microgocce d’inchiostro o fondendo minuscole particelle di toner sulla carta.

Una stampante 3D opera in modo analogo, aggiungendo la terza dimensione



Thingiverse è un repository di file di progetti tridimensionali creati e condivisi dagli utenti. È uno dei siti di riferimento del movimento dei maker, gli appassionati del fai da te tecnologico.

**Repetier Host è uno dei software open source più utilizzati per gestire il processo di stampa 3D di materiali plastici. Include il modulo Slic3r per generare le istruzioni di stampa dei singoli strati, include le strutture di sostegno delle parti cave o sporgenti del modello durante la stampa.**



**Dal progetto all'oggetto, strato dopo strato.**

per creare oggetti solidi – modelli, stampi, prototipi, prodotti finiti – con un processo produttivo di tipo additivo, a deposizione stratificata di materiale. Proprio come per un documento cartaceo, la stampa di un oggetto è un processo governato dal computer. In termini molto semplici, il flusso di lavoro parte dal disegno del progetto con un software di modellazione tridimensionale che sia in grado di esportare il file del modello in formato Stl, lo standard per i software Cad. AutoCad e SolidWorks a parte, per citare due tra più note applicazioni professionali, esistono numerosi software anche open source o freeware in grado di farlo: uno di questi è SketchUp ([www.sketchup.com](http://www.sketchup.com)). I modelli sono generabili anche partendo da fotografie e filmati. Per esempio con 123D Catch di Autodesk ([www.123dapp.com](http://www.123dapp.com)), un programma gratuito disponibile come web app, come software stand alone per Windows XP e 7 e anche come app per iPhone e iPad che converte immagini in modelli 3D. Bisogna catturare da 20 a 40 immagini in sequenza di un soggetto statico, prese da tutte le angolazioni e inviarle sul cloud di Autodesk, che le elaborerà in un modello tridimensionale stampabile. Ma poiché il mondo della stampa 3D è popolato da persone entusiaste e inclini

alla condivisione, sul web potete trovare numerosi modelli gratuiti già pronti per la stampa. Basta collegarsi, per esempio, a Thingiverse ([www.thingiverse.com](http://www.thingiverse.com)) o Shapeways ([www.shapeways.com](http://www.shapeways.com)), due dei servizi di riferimento per il mondo dei maker e della produzione personale, e scaricare i file dei progetti preferiti.

Una volta ottenuto il file Stl, il passaggio successivo è l'importazione del file nel software di gestione della stampante, che analizzerà il disegno e creerà le *slices*, ossia i codici per la creazione delle sezioni trasversali dell'oggetto, che saranno poi stampate una per una e sovrapposte dal basso verso l'alto. Più sottili gli strati, più definito e levigato apparirà l'oggetto risultante, ma questo fattore dipende dalle caratteristiche dell'hardware utilizzato e dalla finalità della stampa: per il primo abbozzo di un progetto, per esempio, non è necessario spingersi alla massima definizione. Il software calcola anche le eventuali strutture di supporto per le parti cave e le sporgenze e ottimizza la struttura dell'oggetto per mantenerlo stabile col minimo impiego di materiale. Per esempio, invece di riempire interamente l'interno, si può scegliere una struttura a nido d'ape che garantisce stabilità e resistenza, ma richiede una frazione

del materiale. Quando l'elaborazione è terminata e il file è trasmesso alla stampante, il progetto inizia magicamente a prendere forma concreta, materializzandosi sul piano di lavoro strato dopo strato, dal basso verso l'alto. Volendo metterla sul filosofico, la tecnologia additiva è più vicina al concetto di creazione di quanto non lo siano i tradizionali metodi industriali, in cui materiali più o meno grezzi passano attraverso vari stadi di lavorazione fino a trasformarsi, per sottrazione di materia, in prodotti finiti. Nell'*additive manufacturing* non si toglie materia per "liberare" il prodotto, come diceva di fare Michelangelo con le sue sculture, ma si aggiunge materia là dove l'oggetto ancora non c'è. Un benefico effetto collaterale, perciò, è che le quantità di residui, scarti e scorie da riciclare o smaltire dopo l'intero processo di lavorazione – che può includere operazioni di finitura del prodotto – sono inferiori o nulle. Le tecnologie di produzione additiva si differenziano per tipo di materiali utilizzati e metodologia di stratificazione. Per quanto riguarda i primi, si spazia dai polimeri termoplastici ai metalli, dalla ceramica a legno, vetro e cemento, fino alle sostanze biologiche per applicazioni biomedicali d'avanguardia.

La produzione va dagli oggetti più piccoli e semplici – realizzabili anche con gli attuali apparecchi per uso personale - fino a prototipi e prodotti finiti di grandi dimensioni e struttura ipercomplessa, irrealizzabili con le tecnologie tradizionali.

In una singola sessione di lavoro si possono creare pezzi anche articolati, contenenti elementi mobili che non necessariamente richiedono un assemblaggio in postproduzione. Sia sul versante dei materiali sia su quello dei prodotti, il terreno è quanto mai fertile e aperto a soluzioni che sanno di fantascienza. Tra queste, le biostampanti che creano strato dopo strato tessuti viventi utilizzando cellule staminali immerse in un gel di supporto solubile. Nel dicembre del 2010 è stato “stampato” il primo vaso sanguigno da una cultura di cellule prelevate da un singolo individuo. Cambiando decisamente ordine di grandezza,

ci sono anche enormi stampanti 3D capaci di costruire macrostrutture ed edifici estrudendo calcestruzzo o altri materiali. Una di queste è la D-Shape creata dall'ingegnere italiano Enrico Dini. Su [www.dinitech.it](http://www.dinitech.it) potete vedere cosa sia capace di fare.

### Le tre principali tecnologie di produzione additiva

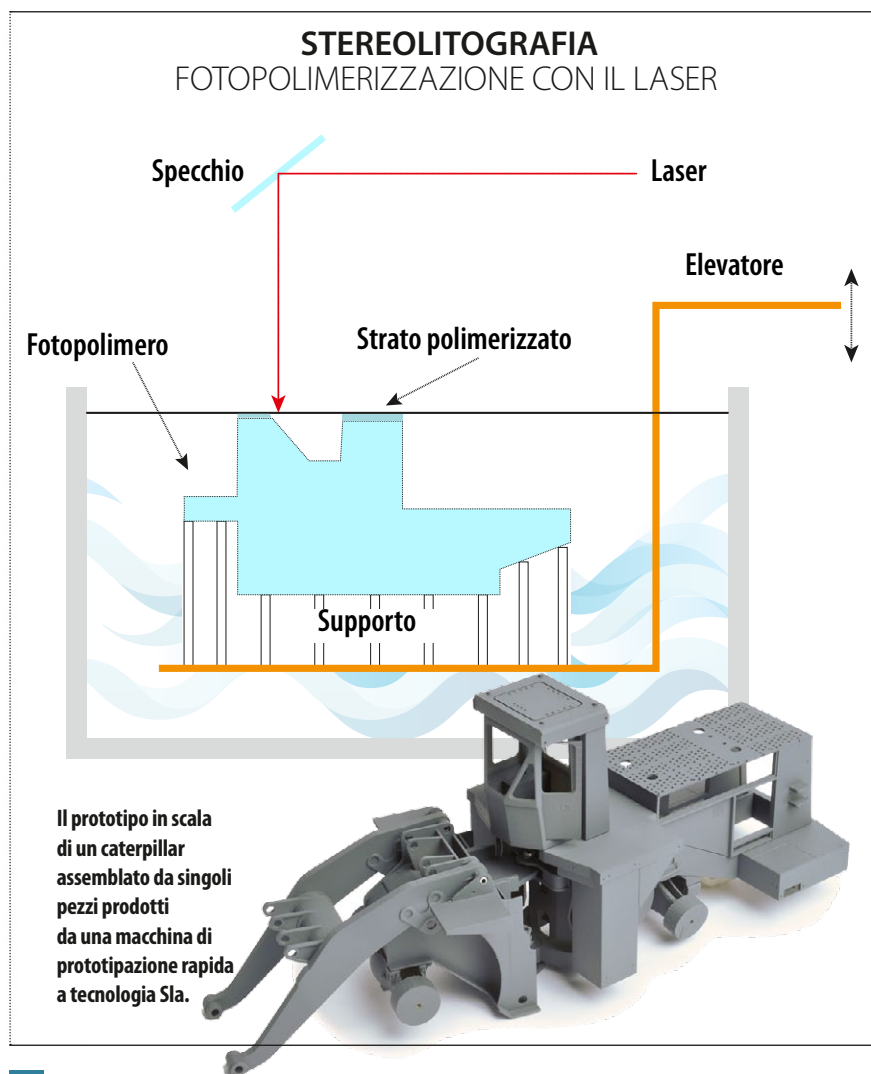
I primi esempi di stampa 3D risalgono alla seconda metà degli anni '80, all'epoca dei processori 386 e 486 di Intel, giusto per localizzare gli eventi su una timeline informatica. Gli artefici dei progetti più importanti furono Charles Hull, cofondatore di 3D System, e Scott Crump, cofondatore di Stratasys, aziende leader in questo segmento di mercato. Il primo, nel 1986, inventò la **stereolitografia laser (Sl)**. Il secondo, nel 1989, la **modellazione a**

**deposizione fusa (Fused deposition modeling o Fdm).**

La **stereolitografia laser** è una tecnica di fabbricazione additiva ad alta precisione con cui si realizzano oggetti tridimensionali in ambito industriale partendo da file digitali generati da un software Cad/Cam. L'applicazione principale è la prototipazione rapida, ossia la creazione diretta – senza uso di stampi o attrezzature - del modello fisico di un pezzo per eseguire verifiche estetiche, di assemblaggio e funzionali (nei limiti del materiale utilizzato), prima di avviarne la produzione industriale. La stereolitografia si basa sul fenomeno della fotopolimerizzazione. Una soluzione liquida di resina plastica immersa in una vasca a base mobile è esposta in modo selettivo, in superficie, all'azione di un laser a luce ultravioletta. Il raggio scansiona la superficie del liquido, muovendosi in base alle coordinate della sezione trasversale (*slice*) della base dell'oggetto e in questo modo polimerizza, solidificandolo, il primo strato di materiale. La sezione consolidata è poi immersa nel liquido in misura pari al suo spessore prima di ripetere l'operazione per ogni singolo strato successivo: in ciascun passaggio, il laser espone il fluido plastico disegnando la sezione trasversale dell'oggetto, che solidifica e si unisce alla precedente fino al completamento del modello.

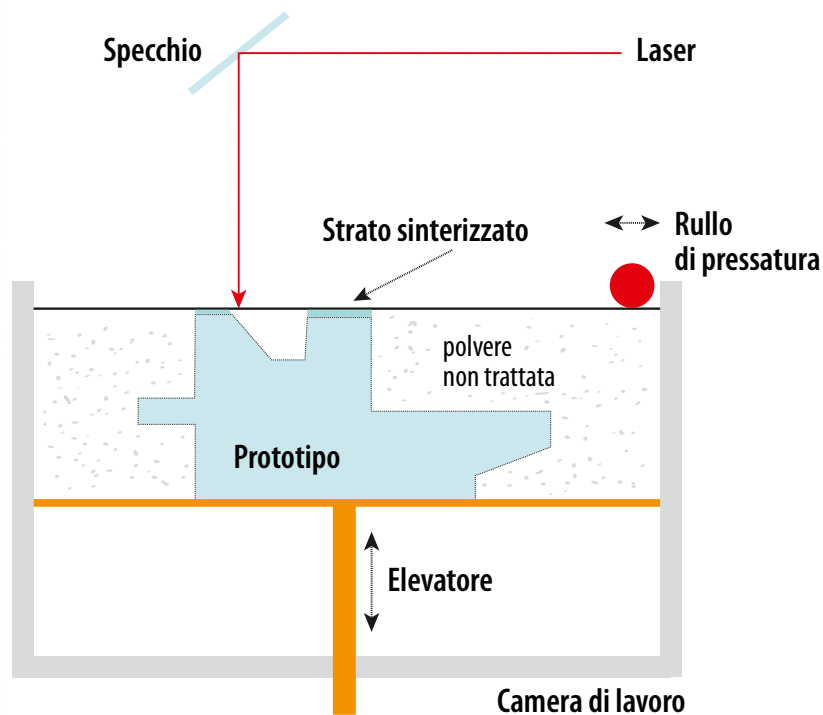
Il pezzo finito è poi sottoposto a operazioni di pulizia con agenti chimici e all'indurimento in un forno Uv per completare la polimerizzazione, seguita da trattamenti di finitura manuale che possono includere anche la verniciatura.

Una tecnica di produzione simile, che è largamente diffusa nell'ambito della prototipazione rapida, è la **sinterizzazione selettiva a laser (selective laser sintering, abbreviato in SLS).** Questo processo prevede la deposizione sul piano di lavoro mobile della macchina di un sottile strato di materiale in polvere, principalmente leghe metalliche di titanio, acciaio inossidabile e alluminio, oppure polimeri termoplastici e ceramiche specificamente ottimizzate. La polvere, mantenuta a una temperatura vicina a quella di fusione, è prima pressata e poi esposta in modo selettivo dal laser, che guidato dal computer traccia la sezione trasversale del modello fondendo e agglomerando tra loro i





## SINTERIZZAZIONE DELLE POLVERI MATERIALE PLASTICO E METALLICO



Componente di un motore a turbina realizzato in titanio con una stampante 3D a tecnologia Direct metal laser sintering, tecnica additiva basata sull'azione di un laser ad alta potenza per fondere e modellare polveri di varie leghe metalliche.



La tecnologia al servizio della creatività. Un oggetto di design dell'azienda italiana Exnovo realizzato in poliammide tramite sinterizzazione laser viene estratto e ripulito dalla polvere residua. Qui sotto, il prodotto finito: un'elegante applique.



granuli. La polvere non trattata all'interno della camera di lavoro agisce da supporto alle strutture più sottili e alle sporgenze del modello. Dopo ciascun passaggio, la piattaforma di sostegno del materiale si abbassa della quota corrispondente all'ultimo strato creato, prima di ripetere l'operazione fino al completamento del pezzo. Al termine, l'oggetto è estratto e ripulito dalla polvere in eccesso (in gran parte riutilizzabile) ed è poi sottoposto a eventuali trattamenti di consolidamento e finitura per raggiungere la resistenza ottimale e l'aspetto definitivo. La sinterizzazione laser è impiegata per la costruzione di prototipi funzionali e per la produzione di piccole serie di oggetti finiti di struttura e geometria anche molto elaborata. Rispetto alla stereolitografia rappresenta una

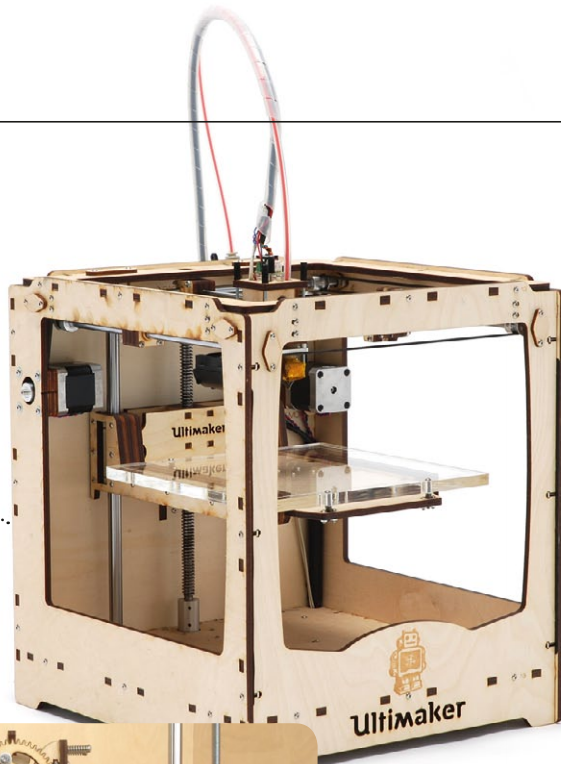
soluzione più versatile per la capacità di lavorare più tipi di materiali, in primo luogo i metalli, e per le particolari doti di resistenza meccanica e termica dei prodotti.

È invece basata sul processo di stratificazione mediante estrusione la Modellazione tramite deposizione di materia fusa (*Fused deposition manufacturing* o *Fdm*), tecnologia brevettata dall'americana Stratasys da cui deriva la Fabbricazione a filamento fuso (*Fused*

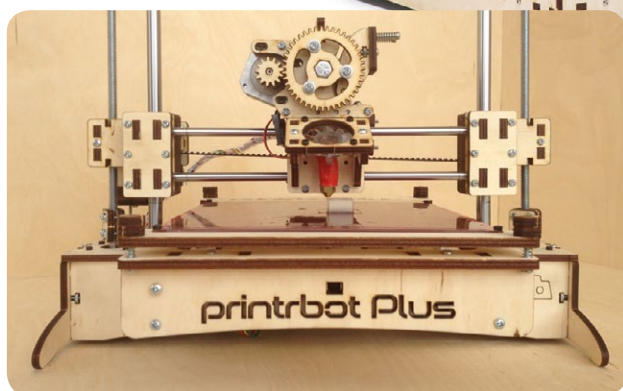
*filament fabrication* o *Fff*) adottata dalle unità costruite su progetti open source. Le stampanti *Fdm* sono utilizzate sia per creare modelli concettuali, prototipi funzionali e stampi sia per piccoli lotti di produzione.

L'uso universalmente accettato del termine "stampa 3D" come sinonimo di tecnologia di produzione additiva (*additive manufacturing*) deriva proprio dall'analogia dei modelli *Fdm* con le unità *inkjet* tradizionali.

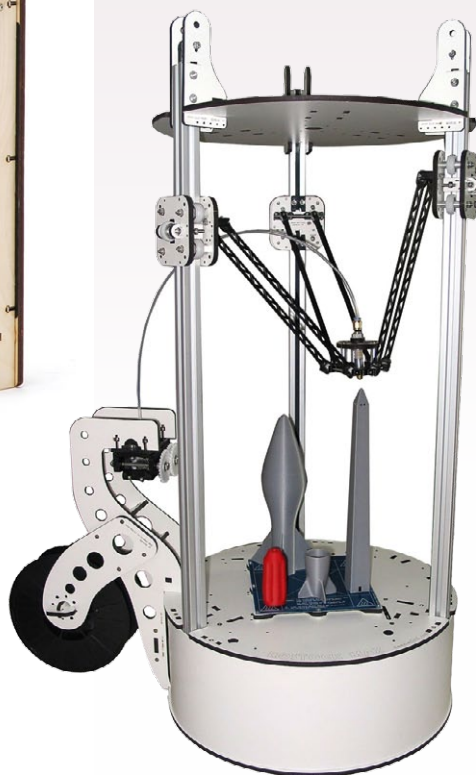
«Qualunque tecnologia sufficientemente avanzata è indistinguibile dalla magia». Le parole di Arthur Clarke, autore di "2001: Odissea nello spazio", suonano più che mai vere per la stampa 3D.



In alcune stampanti 3D, come in quelle di MakerBot e Ultimaker, l'estrusore si sposta sugli assi x e y, mentre il piano di lavoro si muove sull'asse z.

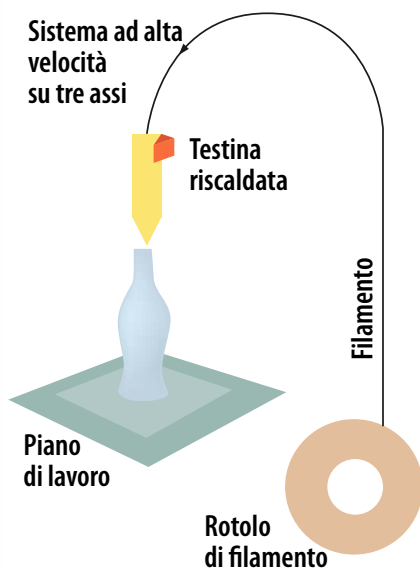


Altre stampanti 3D adottano un design più semplice: l'estrusore si sposta solo sull'asse x, mentre il banco di lavoro si muove sull'asse y e z.



Un terzo gruppo di stampanti 3D è basato su un robot delta, che governa il movimento della testina di stampa su tutti e tre gli assi x y z.

## TECNOLOGIA FDM (FUSED DEPOSITION MODELING)



La tecnologia Fdm costruisce strato su strato prototipi funzionali per estrusione e deposizione di materiale plastico allo stato fuso. Utilizza Abs, Pla, elastomeri, cera, policarbonato.

Al posto dell'inchiostro, però, troviamo filamenti di sostanze termoplastiche dotate di un'elevata resistenza allo stress meccanico e termico, come Abs, Pla (acido polilattico, una bioplastica ecologica e compostabile ricavata dalla farina di mais), elastomeri, policarbonato.

Nelle unità Fdm, il filamento plastico viene incanalato all'interno di un estrusore e da questo viene trasferito in un ugello riscaldato che porta il materiale alla temperatura di fusione e lo rilascia allo stato semifluido sul piano di lavoro, seguendo le istruzioni di stampa elaborate dal software. Estrusore e ugello non formano necessariamente un corpo unico, ma possono essere separati e collegati da un cavo flessibile Bowden.

La testina di stampa è collegata a un meccanismo motorizzato guidato dal computer che governa con precisione la deposizione del materiale sugli assi tridimensionali in più modi alternativi. Nel primo, l'estrusore si sposta sugli assi ortogonali x e y, mentre il piano di lavoro si abbassa progressivamente sull'asse z. Usano

questo sistema i modelli di MakerBot e Ultimaker, con la differenza che in questi ultimi estrusore e ugello sono collegati da un cavo flessibile Bowden. Ciò permette di ottenere velocità di stampa superiori.

Nel secondo caso, la testina di stampa scorre solo lungo l'asse X, mentre il banco si sposta lungo gli assi y e z. La velocità di stampa è penalizzata dalla necessità di spostare un elemento molto più pesante dell'estrusore, ma la semplificazione del design riduce i costi della macchina.

Il terzo caso è rappresentato dalle stampanti basate su robot delta a bracci articolati, gli stessi impiegati per operazioni di prelievo e rilascio automatizzato su nastro trasportatore: in questo caso, l'estrusore si muove su tutti e tre gli assi ed è mantenuto sempre parallelo al piano di lavoro fisso.

Abbiamo visto che lo spessore dello strato estruso rappresenta la risoluzione di stampa. Nelle unità Fdm professionali (modelli da circa 10.000 dollari in su) e nei migliori modelli semiprofessionali e consumer, come



la Replicator 2X di MakerBot (2.799 euro) e la Mendel Max dell'italiana KentStrapper (2.500 euro), il valore è nell'ordine dei 100 micron, lo spessore di un foglio di carta per fotocopie. A questa definizione, la superficie degli oggetti è levigata, ma può essere resa ancora più liscia in postproduzione per rimuovere scalettature e asperità superficiali mediante agenti chimici o un trattamento manuale.

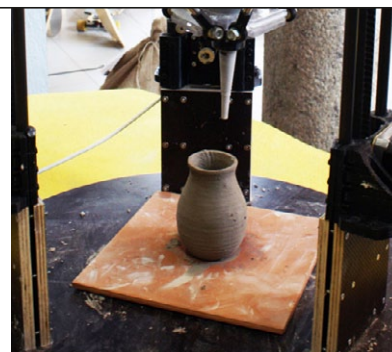
Due fattori critici del processo Fdm sono la precisione della deposizione e il controllo della temperatura del termoplastico, che deve aderire perfettamente allo strato sottostante senza deformarsi prima di solidificare. Le eventuali strutture temporanee di supporto a sezioni cave, sporgenze o parti a geometria molto complessa, realizzate a seconda dei modelli con un materiale diverso o con elementi molto sottili, sono poi rimosse manualmente o sciolte con solventi al termine della stampa. Operazioni di finitura come verniciatura, lucidatura e placcatura metallica sono eseguite per completare il prototipo o il prodotto finito dopo l'eventuale assemblaggio di altri pezzi.

## Dalla RepRap ai giorni nostri

Il fenomeno che ha innescato l'interesse e la progressiva diffusione delle stampanti 3D per uso personale (non ancora definibile come "di massa", ma i numeri sono in costante crescita) risale al 2005 e prende il nome di progetto RepRap (abbreviazione di *Replicating rapid prototyper*, *Prototipatore rapido*

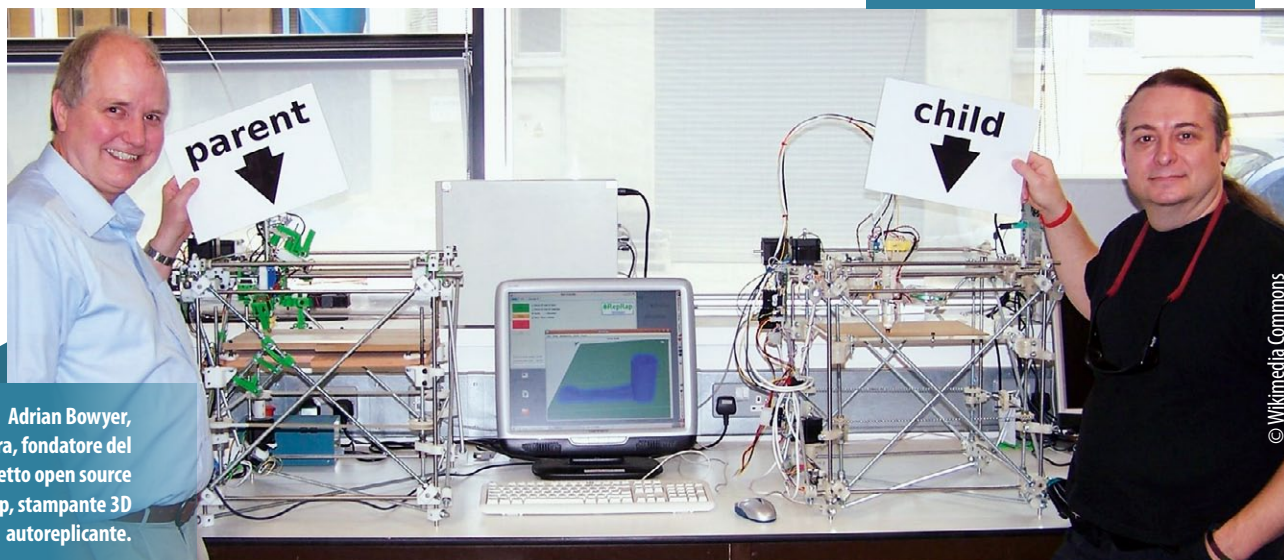
*replicante*). L'iniziativa, avviata da Adrian Bowyer, docente della facoltà d'ingegneria meccanica a Bath, aveva lo scopo di mettere a disposizione delle economie emergenti una stampante 3D a basso costo per realizzare prototipi e prodotti complessi in materia plastica. Non solo: parte integrante del programma, come suggerisce il nome stesso, era che la macchina avesse capacità di autoreplicazione, essere in grado, cioè, di generare essa stessa molti dei componenti che la costituiscono.

L'intero programma RepRap si è sviluppato seguendo la filosofia open source: la prima stampante 3D desktop è arrivata nel 2007 e le sue specifiche hardware, dell'elettronica di controllo e il software che la governa sono liberamente accessibili e modificabili, a patto di condividere pubblicamente i risultati con la comunità. Allo stesso modo, chiunque è autorizzato a produrre autonomamente e a mettere in commercio unità RepRap e derivate. Oggi, infatti, molte piccole aziende hanno sfruttato quest'opportunità producendo e commercializzando stampanti 3D sia sotto forma di economici kit di montaggio (che presuppongono una buona manualità e conoscenza dell'elettronica) sia di più costosi prodotti finiti e collaudati. Nelle pagine che seguono vi presentiamo le caratteristiche essenziali di 16 dei modelli attualmente più diffusi sul mercato, cinque dei quali made in Italy. Uno di questi potrebbe essere il vostro e aprirvi le porte di un nuovo mondo creativo.



## THE WASP PROJECT

La vespa vasaia è un insetto particolare: deciso dove costruire il nido in cui deporre le uova, raccoglie una pallina di terra e la modella secernendo un liquido dalla bocca. Poi deposita l'impasto, che solidificando diventa molto resistente, e ricomincia l'operazione con un'altra pallina finché la struttura del nido, strato dopo strato, raggiunge l'altezza giusta. Ispirandosi alla natura, il progetto Wasp (in inglese, vespa) avviato dall'azienda italiana Csp ha uno scopo ambizioso: costruire una stampante 3D di grandi dimensioni capace di estrarre argilla per realizzare costruzioni economiche a basso impatto ambientale. Per finanziare l'iniziativa, la società è entrata nel mercato delle stampanti 3D desktop e ha realizzato un'unità a basso costo per il mondo dei maker che sa anche trasformarsi in fresatrice Cnc: è la PowerWasp che trovate a pag. 121. Nel frattempo, Csp ha già realizzato un prototipo funzionante di piccole dimensioni che estrude argilla. Si chiama DeltaWasp (foto in alto) perché si basa su un robot delta a bracci articolati.



Adrian Bowyer, a sinistra, fondatore del progetto open source RepRap, stampante 3D autoreplicante.

© Wikimedia Commons



## AFINIA H-SERIES

Con un design a scocca aperta un po' spartano ma solido, la Afinia H-Series è una stampante 3D di piccole dimensioni (245 x 260 x 350 mm) rivolta al segmento entry-level del mercato. È in grado di produrre modelli di piccole dimensioni, fino a 140 x 140 x 135 mm, utilizzando filamenti plastici Pla e Abs da 1,75 mm di diametro, proposti in diversi colori e in due differenti qualità: standard (34,99 dollari) e premium (44,99 dollari).

La macchina si collega al computer attraverso l'interfaccia Usb e viene fornita con un software ricco di funzioni ma di facile utilizzo, compatibile con i sistemi basati su Windows XP e successivi e OS X.

La H-Series stampa fino a 100 cm<sup>3</sup> all'ora alla massima risoluzione di 0,15 – 0,20 mm, in base alle caratteristiche del materiale plastico utilizzato.

Prezzo di listino  
**1.599 dollari**  
[www.afinia.com](http://www.afinia.com)



## CUBIFY CUBE

È l'iPod delle stampanti 3D per uso personale. Piccola (26 x 26 x 34 cm) e leggera (4,3 kg), ha un design molto gradevole e una scocca disponibile in cinque diversi colori. Permette di creare oggetti di piccole dimensioni (al massimo 140 x 140 x 140 mm) da un singolo estrusore compatibile con filamenti termoplastici Abs e Pla.

La risoluzione di stampa di 200 micron (0,2 mm) non è a livello delle migliori unità in commercio. La macchina è fornita con 25 modelli gratuiti e con il software Cube per la creazione dei file di stampa, compatibile con Windows XP SP3 e successivi e con OS X 10.8. Cube si collega al computer in modalità wireless in standard 802.11g o attraverso una porta Usb che supporta anche la stampa diretta da pendrive guidata da un piccolo touchscreen. Ogni cartuccia è disponibile in 16 colori, permette di creare circa 14 oggetti di medie dimensioni e costa circa 50 dollari.

Prezzo di listino  
**1.569 dollari**  
[www.cubify.com](http://www.cubify.com)



## CUBIFY CUBEX

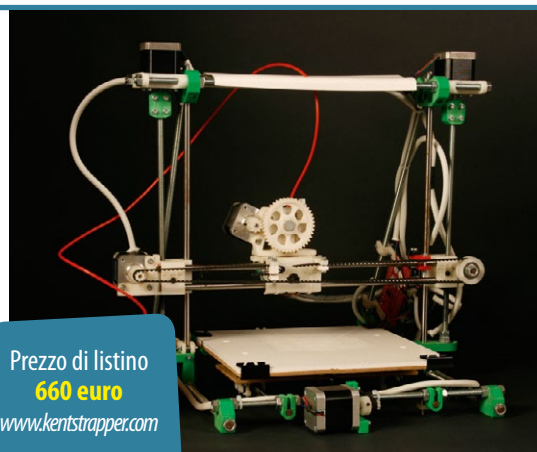
Rispetto al modello base, la CubeX di Cubify offre un livello di qualità e versatilità che la collocano tra le unità al vertice dell'offerta attuale nel segmento desktop. CubeX arriva in tre diversi modelli: a singolo estrusore e con area di lavoro di 265 x 275 x 240 mm (L x P x A); a doppio estrusore (CubeX Duo), per stampe bicolori di dimensione massima di 265 x 230 x 240 mm (L x P x A); a triplo estrusore (CubeX Trio), per creare oggetti a 3 colori in Abs e Pla di dimensioni fino a 265 x 185 x 240 mm (L x P x A). Risoluzione massima e velocità di stampa sono, rispettivamente, pari a 100 micron e 15 mm<sup>3</sup>/s. Le CubeX sono fornite con un software di creazione dei file di stampa compatibile con Windows XP SP3, 7 e 8 e s'interfacciano al computer via Usb. La porta accetta anche la stampa diretta da pendrive Usb, processo governato da un pannello di controllo tattile frontale. Il materiale termoplastico è disponibile in 18 diversi colori.

Prezzi di listino in dollari  
CubeX, **2.615**  
CubeX Duo, **3.138**  
Cube X trio, **4.185**  
[www.cubify.com](http://www.cubify.com)



## KENTSTRAPPER GALILEO NEXT

Chi desidera contenere la spesa e vuole cimentarsi nell'assemblaggio di una stampante 3D può acquistare il kit Galileo Next di KentStrapper, giovane startup toscana fondata nel 2011 dai fratelli Cantini. Questa soluzione open source dalla tipica struttura a barre d'acciaio e inserti in plastica misura 460 x 460 x 420 mm ed è una variante ottimizzata della RepRap Prusa Mendel. L'unità estrude filamenti termoplastici Abs e Pla da 3 mm di diametro a 0,1 mm di risoluzione e alla velocità di 80 mm/s, permettendo di creare solidi di dimensione massima 240 x 200 x 150 mm (L x P x A). Un manuale dettagliato in formato Pdf assiste l'utente durante l'assemblaggio e la configurazione della periferica, che si collega al computer attraverso l'interfaccia Usb. Con la stampante non è incluso alcun software proprietario: la documentazione elettronica contiene i riferimenti per scaricare driver e applicazioni open source per gli ambienti Windows, Mac e Linux.



Prezzo di listino  
**660 euro**  
[www.kentstrapper.com](http://www.kentstrapper.com)

## KENTSTRAPPER 2 BETA

La KentStrapper 2 Beta è la stampante 3D di quarta generazione dell'azienda toscana. Il nuovo modello, commercializzato in un lotto di produzione di 60 pezzi unici personalizzabili, si basa su una solida struttura in metallo da 48 x 40 x 45 cm, con piano di lavoro in fibra di legno ad alta densità ed elevata resistenza all'usura, nuovo sistema di caricamento del filamento ed estrusore con sistema Bowden. L'area di stampa è stata ampliata a 280 x 260 x 190 mm (L x P x A) per produrre oggetti di volume doppio rispetto alla Galileo Next. I materiali supportati sono Abs e Pla in filamenti da 3 mm, estrusi in strati di risoluzione massima di 0,06 mm. La velocità di stampa media è di 100 mm/s. L'unità si collega al computer tramite porta Usb ed è pilotata da software rigorosamente open source.

Prezzo di listino  
**1.440 euro**  
[www.kentstrapper.com](http://www.kentstrapper.com)



Prezzo di listino  
**2.500 euro**  
[www.kentstrapper.com](http://www.kentstrapper.com)



## KENTSTRAPPER MENDEL MAX

Modello di fascia semiprofessionale di grandi dimensioni (79 x 79 x 79 cm, peso di 18 kg) con struttura in profilato di alluminio, la Mendel Max è l'unica stampante 3D di KentStrapper a essere dotata di un sistema a doppio estrusore per creare oggetti bicolori. Utilizza filamenti standard Abs e Pla da 3 mm di diametro ed è dotata di un ampio banco di lavoro di legno Hdf su cui realizzare prototipi e modelli architettonici di dimensioni fino a 400 x 400 x 300 mm. La risoluzione verticale è di 0,1 mm, mentre la velocità di stampa è di 80 mm/s. L'unità è dotata di una porta Usb per il collegamento al computer e di un lettore Sd card per la stampa in modalità autonoma gestita da un pannello con Lcd integrato. Il software di gestione della stampa Repetier Host e il tool Slic3r per la conversione dei modelli 3D in istruzioni per la stampa stratificata sono disponibili con licenza open source per gli ambienti Windows, Mac e Linux.

## MAKERBOT REPLICATOR 2

Robusto ed elegante telaio d'acciaio nero, area di stampa di 285 x 153 x 155 mm (L x P x A), singolo estrusore ottimizzato per filamenti bioplastici Pla da 1,75 mm (si può utilizzare anche termoplastica Abs), risoluzione di 100 micron per produrre oggetti di alta qualità. Queste le caratteristiche essenziali della Replicator 2 di MakerBot, il più noto tra i produttori di stampanti 3D per uso personale e semiprofessionale. L'unità è fornita con un corredo software aggiornato per Windows XP, Mac e Linux che comprende MakerWare 1.02, il software di preparazione alla stampa compatibile con i formati di file .stl, .obj, e .thing. Quest'ultimo è uno dei formati dei progetti scaricabili da Thingiverse.com, il servizio di MakerBot che mette a disposizione dei maker una vasta libreria di file di modelli 3D liberamente condivisi dagli utenti.

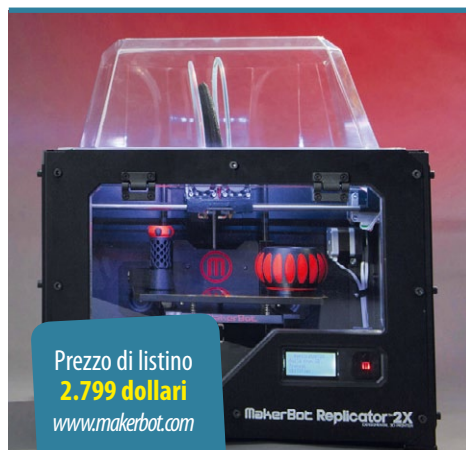


Prezzo di listino,  
**2.199 dollari**  
[www.makerbot.com](http://www.makerbot.com)

## MAKERBOT REPLICATOR 2X

Con la Replicator 2x Experimental 3D Printer, MakerBot propone a ingegneri, designer, architetti e professionisti del Cad un modello esternamente identico alla Replicator 2, ma internamente dotato di una coppia di estrusori ottimizzati per filamenti termoplastici Abs. Questa configurazione offre l'opportunità di stampare oggetti bicolori anche con materiali di differente densità, oppure due pezzi uguali contemporaneamente. Sullo store online abbiamo contato bobine Abs da 1 kg in 25 diversi colori (48 dollari ciascuna). L'area di lavoro della Replicator 2X permette di creare modelli ad alta risoluzione (100 micron) con dimensioni fino a 250 x 160 x 150 mm (L x P x A), un volume inferiore del 12,5% a quello della Replicator 2. Per prevenire artefatti causati dal raffreddamento troppo rapido dell'Abs, l'unità è protetta da lastre trasparenti in acrilico. Con il prodotto è fornito MakerWare 2.0 per Windows, OS X e Linux, che supporta le nuove funzionalità di stampa bicolore.

Prezzo di listino  
**2.799 dollari**  
[www.makerbot.com](http://www.makerbot.com)

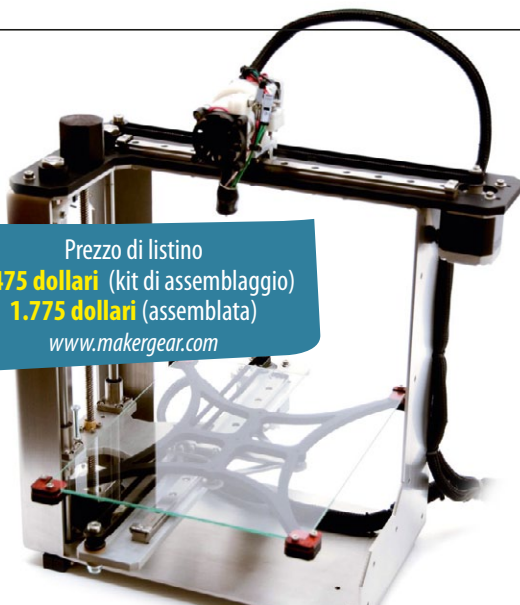




## MAKERGEAR M2

Venduta nella doppia formula kit di montaggio e prodotto finito e collaudato, la M2 dell'americana MakerGear è una stampante 3D costruita in modo molto curato, a partire dalla sua solida ed elegante struttura portante in acciaio inossidabile a finitura nera. Il volume di stampa è discreto: 203 x 254 x 203 mm. L'unità, che si collega al computer via Usb, estrude filamenti termoplastici Abs e Pla da 1,75 mm di diametro alla risoluzione di 0,2 mm, ma è possibile spingersi a 0,1 mm attraverso una calibrazione fine degli strati (slice) via software. Slic3r è l'applicazione gratuita raccomandata per la conversione dei file progetto 3D nelle istruzioni di stampa. Separatamente, sul sito web di MakerGear è possibile acquistare la suite Creator di Simplify3D, soluzione integrata per la gestione dell'intero processo di stampa.

Prezzo di listino  
**1.475 dollari** (kit di assemblaggio)  
**1.775 dollari** (assemblata)  
[www.makergear.com](http://www.makergear.com)



Prezzo di listino  
**799 dollari** (kit per l'assemblaggio)  
**99 dollari** (prodotto assemblato)  
[www.printrbot.com](http://www.printrbot.com)



## PRINTRBOT PLUS V2

La Printrbot Plus v2 è il modello top di gamma del produttore americano, salito agli onori della cronaca per l'ingente finanziamento di oltre 800.000 dollari ottenuto attraverso la piattaforma di crowd funding Kickstarter. Come altri modelli, la Plus v2 è venduta sia come prodotto finito sia come kit per l'assemblaggio. L'aspetto è tipico delle unità a struttura aperta rivolte a un pubblico di maker entusiasti del fai da te tecnologico. Il prezzo, però, è molto interessante, visto il volume di stampa di 203 x 203 x 203 mm. Al momento dell'acquisto è necessario scegliere se utilizzare filamenti termoplastici da 1,75 o 3 mm di diametro. A corredo dell'unità non è fornito alcun software di gestione del processo di stampa. Printrbot raccomanda Repetier, applicazione disponibile per sistemi Windows, Mac e Linux nella formula donatware (donazione facoltativa).

## R.ES.CO. RESEARCH REPRAP#RESCO

Questa stampante 3D proposta dall'azienda italiana R.e.S.co è una variante ottimizzata di uno dei modelli del progetto RepRap, la Prusa Mendel iteration 2. La RepRap#Resco si presenta con la tipica struttura a robot cartesiano dei progetti open source, con barre d'acciaio e parti in plastica replicabili dalla stessa unità. Il piano di lavoro ha un'area di stampa utile di 200 x 198 x 90 mm e utilizza filamenti da 3 mm di termoplastica Abs e Pla, estrusi da un ugello interamente in metallo. L'unità è in vendita sul sito web dell'azienda già preassemblata e calibrata oppure come kit di montaggio: una serie di video ben realizzati, disponibili sul sito web R.e.S.co, guida l'utente nelle diverse fasi dell'operazione, certamente non alla portata di tutti. I software di slicing open source consigliati sono Slic3r e Skeinforge: sempre sul sito web del produttore sono disponibili i profili di stampa più adatti per questo specifico modello.



Prezzo di listino  
**847 euro** (kit di montaggio),  
**1.120 euro** (prodotto assemblato)  
[www.resco-research.com](http://www.resco-research.com)

## SEEME ROSTOCK MAX DELTA 3D PRINTER

Questa stampante 3D a sviluppo verticale di progetto open source si differenzia dalle altre unità della rassegna perché il movimento della testina è controllato dal robot delta RostockMax, un sistema a bracci motorizzati che sposta l'estrusore sul piano di lavoro sia lungo gli assi x e y sia lungo l'asse z. L'unità utilizza filamenti termoplastici Abs e Pla da 1,75 mm di diametro, disponibili sullo store online in bobine multicolori da 450 grammi e 1 kg (39 dollari). La Rostock Max offre un'area di stampa utile di 200 x 200 x 367 mm (L x P x A) e produce oggetti alla velocità di 300 mm/s con strati di risoluzione massima di 0,2 mm.

L'unità, dotata di una robusta struttura con parti realizzate con laser cutter e presse a iniezione a controllo numerico, è venduta dall'azienda statunitense SeeMeeCnc esclusivamente come kit per il montaggio. Il sito web del produttore fornisce tutte le istruzioni per l'assemblaggio, più semplice di altre unità basate su progetti RepRap, oltre a firmware, driver e software di gestione della stampa per Linux, Mac e Windows.

Prezzo di listino  
**999,99 dollari**  
[shop.seemecnc.com](http://shop.seemecnc.com)



## SOLIDOODLE 3D PRINTER 3RD GENERATION

**D**i Brooklyn come MakerBot,

Solidoodle è entrata nel mercato delle stampanti 3D puntando su prodotti di buone caratteristiche e prestazioni, facili da usare ed economici. Lo è anche il modello di terza generazione, la Solidoodle 3. La costruzione è di stampo più artigianale delle Replicator 2 e 2x, ma la sostanza non manca: a cominciare dal volume di lavoro, salito da 152 x 152 x 152 mm del modello precedente agli attuali 203 x 203 x 203 mm. La risoluzione verticale degli strati è tipicamente di 0,3 mm, ma ci si può spingere fino a 0,1 mm per produrre oggetti di dettaglio superiore. L'unità utilizza termoplastiche in filamenti da 1,75 mm di diametro: il produttore raccomanda l'Abs, ma non esclude l'impiego anche di Pla. Repetier Host è il software di stampa per Windows e Mac, mentre per Linux è Pronterface, applicazioni tutte liberamente scaricabili dal sito web del produttore.



Prezzo di listino  
**799 dollari**  
[www.solidoodle.com](http://www.solidoodle.com)

## TYPE A MACHINES SERIES 1

**L**a struttura è di legno compensato per mantenere i costi al minimo, ma la Series 1 è un modello ben costruito che offre un'area di stampa di 12 decimetri cubi (229 x 229 x 229 mm) per realizzare modelli e prototipi di medie dimensioni alla velocità massima di 90 mm/s. La risoluzione standard è di 0,1 mm, ma con alcune ottimizzazioni del software è anche possibile aumentare il dettaglio a 50 micron. Diversamente da altri modelli di matrice RepRap, l'estrusore non ha parti stampate in plastica, ma è realizzato in alluminio ed è dotato di un selettore per la scelta del filamento plastico: quello consigliato dal produttore è Pla con diametro di 1,75 mm. Sul sito web di Type



Prezzo di listino  
**1.400 dollari**  
[www.typeamachines.com](http://www.typeamachines.com)

A Machines sono in vendita bobine da 1 kg al prezzo di 40 e 50 dollari, in base al colore scelto tra i 15 disponibili; in più, c'è anche un filamento premium luminescente a 60 dollari. I software di gestione del processo di stampa raccomandati sono Pronterface e Repetier Host per Windows, Mac e Linux, direttamente linkati sulla pagina Download del sito web del produttore.



Prezzo di listino  
**1.194 euro (kit)**  
**1.699 euro (assemblata)**  
[www.ultimaker.com](http://www.ultimaker.com)

## ULTIMAKER 3D PRINTER

**D**isponibile in versione kit e assemblata (la differenza di prezzo è di ben 505 euro), la 3D Printer dell'olandese Ultimaker è uno dei prodotti più apprezzati dai maker europei. Offre un volume di stampa di 9 decimetri cubi (210 x 210 x 205 mm) nonostante le dimensioni compatte del telaio in legno e permette di stampare filamenti plastici Pla e Abs a risoluzione verticale di 0,075 mm, una delle più elevate tra i modelli in rassegna. Con ulteriori ottimizzazioni del software è possibile spingersi a 0,005 mm per ottenere oggetti ad elevatissimo dettaglio, ma ciò comporta una notevole riduzione della velocità di stampa. A questo proposito, non ci sono dati ufficiali, ma nei forum dedicati alla stampa 3D alcuni utenti hanno riportato prestazioni velocistiche da record: fino a 150 mm/s con Abs e fino a 300 mm/s con Pla. Si tratta di valori limite non raggiungibili nella produzione di modelli di una certa complessità, ma testimoniano la bontà dell'ingegnerizzazione. La stampante è collegabile al computer via Usb e si gestisce da software open source per Windows, Mac e Linux.

## WASP POWERWASP

**P**iù che una semplice stampante 3D, un piccolo laboratorio personale per il maker del nuovo millennio: progettata da un'azienda di Marina di Ravenna, la PowerWasp non è solo in grado di estrarre filamenti termoplastici Abs, Pla e pure porcellana, ma all'occorrenza sa trasformarsi in pochi istanti in una fresatrice Cnc per lavorare legni, balsa, plexiglass e metalli (alluminio, acciaio, bachelite e rame). Basta rimpiazzare l'estrusore con l'utensile. La robustezza della struttura, in legno multistrato navale, guide in alluminio e pattino in tecnopolimero sostiene utensili fino a 5 kg di peso. Quale che sia l'attività scelta, tutto si governa attraverso software open source. Come stampante 3D, permette di costruire modelli fino a 260 x 200 x 210 mm con una risoluzione di stampa massima di 50 micron. Grazie alla leggerezza della testina di estrusione in acciaio inossidabile e ottone, la velocità di stampa può raggiungere i 200 mm/s.



Prezzo di listino  
**990 euro (kit di montaggio)**  
**1.450 euro (assemblata)**  
[www.wasproject.it](http://www.wasproject.it)