



# **Come valutare una stampante 3D stereo litografica**

## Introduzione

In questo breve documento cercheremo, nel limite delle nostre conoscenze e naturalmente in maniera più obiettiva possibile, di identificare quali possono essere i parametri distintivi tra le varie stampanti 3D stereo litografiche presenti nel mercato alla data attuale, quei parametri che permetteranno cioè di poter fare una seria comparazione e di fare una scelta oculata per l'eventuale acquisto di una stampante 3D.

Una comparazione tra le diverse stampanti 3D stereo litografiche attualmente presenti sul mercato non è cosa facile, ma questo documento si propone innanzitutto di identificare con certezza quali sono le caratteristiche che alla fine influiscono anche e soprattutto nel prezzo di acquisto.

Il nostro obiettivo dunque è di fare un po' di chiarezza in questa che ormai sembra essere una giungla in cui perdersi facilmente.

## Stampanti stereo litografiche SLA

Il principio di funzionamento di una stampante stereo litografica è molto semplice, una fonte luminosa colpisce con una certa intensità (energia) una sostanza chimica (resina) nella quale sono presenti uno o più fotoiniziatori, i fotoiniziatori iniziano la polimerizzazione (retinazione) solidificando così la zona interessata dalla fonte luminosa.

## Resina

Esistono vari tipi di resine foto sensibili, che si diversificano tra loro oltre che per i vari componenti chimici in esse contenuti, anche per quantità e tipi di fotoiniziatori in esse stesse contenuti.

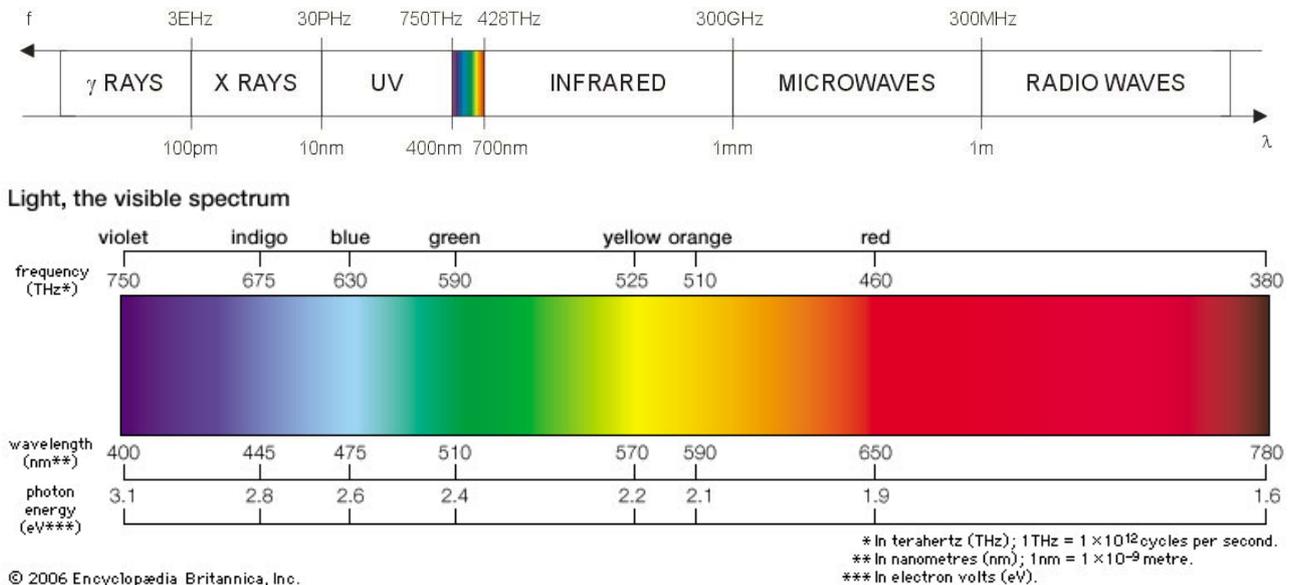
Normalmente i fotoiniziatori utilizzati per le resine nella stereo litografia si identificano per la lunghezza d'onda a cui reagiscono. I tipi più utilizzati sono due e rispettivamente reagiscono alla **luce strutturata**, cioè visibile (all'incirca dai 400 nm ai 450 nm) o alla **luce UV** (near UV: dai 300 nm ai 400 nm).

La resina che reagisce all'inizio dello spettro della luce visibile (strutturata) ha la limitazione di non poter essere trasparente, poiché essa deve contenere un pigmento (normalmente giallo oppure rosso) che impedisca, in fase di stampa, che la fonte luminosa continui a catalizzare gli strati già realizzati, deformando di conseguenza l'oggetto. Questo è un fenomeno che si può avere soprattutto negli spessori molto sottili, tipici delle stampanti stereo litografiche, e l'utilizzo del pigmento nella composizione della resina impedisce proprio il presentarsi di questo problema.

Naturalmente la resina deve rispondere perfettamente agli usi per cui è stata sviluppata, come ad esempio:

- La fondibilità (utilizzabile nella fusione a cera persa)
- La resistenza al calore (utilizzabile per piccoli stampi da colatura e per lo stampaggio ad iniezione delle cere in gioielleria)
- L'elasticità (utilizzabile nei casi specifici)
- La biocompatibilità (utilizzabile soprattutto nell'ambito medicale)
- Durezza (utilizzabile per parti funzionali ed estetiche)

Una valutazione coerente non può non tener conto, infine, del costo (**al chilo**) di ciascuna resina, ed è per questo motivo che le tipologie di resine utilizzabili con una stampante stereo litografica ed il relativo costo spesso possono essere una discriminante per l'acquisto della stessa.



## Fonte luminosa

Nelle stampanti stereo litografiche la fonte luminosa normalmente utilizzata è di due tipologie:

- Lampade ad **alta pressione** oppure **LED UV**
- Diodi **laser**

## Lampade / LED

La luce viene utilizzata in abbinamento ad uno speciale componente, identificato con la sigla **DLP** (**D**igital **L**ight **P**rocessor), prodotto dalla Texas Instruments Inc. per produrre l'immagine da proiettare sulla resina e poterla quindi solidificare.

In questa tipologia si inseriscono i normali proiettori '**Home Theater**', oppure quelli industriali specificatamente realizzati per le stampanti 3D. I proiettori 'Home Theater' naturalmente sono molto più economici rispetto a quelli industriali, soprattutto per il costo di sostituzione della lampada.

Le Stampanti che utilizzano questa tipologia di fonte luminosa, sono molto più veloci di quelle che utilizzano il **laser**, in quanto nelle prime (**DLP**) ad ogni proiezione viene solidificato un intero strato (layer) di resina, mentre nelle seconde (**Laser**) la proiezione avviene punto per punto per ogni layer di stampa. La differenza dei tempi di stampa risulta molto più evidente, nel caso in cui si devono costruire più oggetti contemporaneamente.

I proiettori che utilizzano lampade ad alta pressione, per l'energia che esse stesse possono produrre, consentono di avere superfici di costruzione più ampie rispetto a quelle possibili con i proiettori che utilizzano **LED UV**, che per il momento non raggiungono intensità luminose molto elevate.

Questa tipologia (Lampade/LED) a sua volta si diversifica per il tipo di proiezione, **diretta** oppure **indiretta**, cioè se la proiezione viene riflessa da uno speciale specchio, o al contrario raggiunge la resina direttamente. La proiezione diretta ha il vantaggio di non richiedere la pulizia periodica dello specchio, che molte volte è un'operazione delicata e rischiosa, poiché c'è il pericolo di rigare lo specchio stesso con la conseguenza di dover sostituire quest'ultimo.

Oltre a quanto detto sopra, altro fatto che differenzia tali tipologie di stampanti è che il proiettore può essere all'**interno** oppure all'**esterno** della stampante, in quest'ultimo caso la stampante è molto più economica, poiché viene lasciato al cliente l'onere di acquistare il proiettore, inoltre, per la struttura che solitamente viene utilizzata, questa tipologia è rivolta, per la precisione ottenibile, ad un pubblico prevalentemente consumer e hobbista.

## Laser

Il laser normalmente viene o deviato tramite dei galvanometri, oppure posizionato tramite coordinate cartesiane X – Y per formare punto dopo punto la figura che solidificherà la resina.

Questa tipologia può raggiungere risoluzioni molto elevate (dipendenti in ogni caso dalla minima dimensione del raggio), ma il più delle volte è lenta e richiede assistenza specifica da parte di personale specializzato sia per la pulizia degli specchi (sia quelli presenti nei due galvanometri, che quello di riflessione), che per la taratura dei galvanometri stessi.

Inoltre, nelle stampanti che utilizzano galvanometri, se la dimensione della superficie da costruire è molto ampia, si introducono, per effetto dell'ovalizzazione dello spot del raggio laser nelle parti estreme, delle aberrazioni che devono essere corrette dai produttori attraverso artifici software.

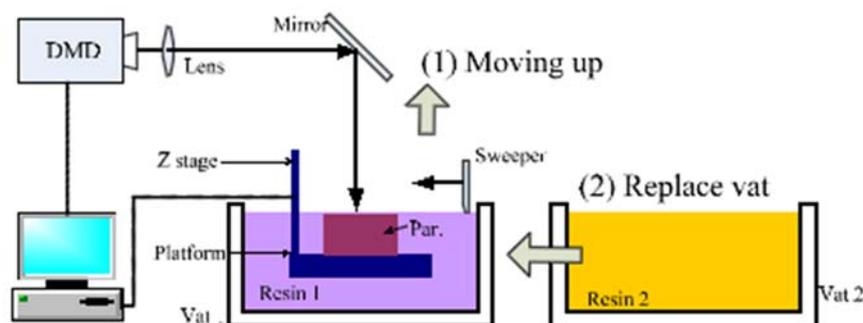
Questa tipologia ha di positivo che può utilizzare resina trasparente, ed inoltre può raggiungere dimensioni molto ampie.

Normalmente per le due tipologie descritte sopra vengono utilizzate resine diverse, spesso non compatibili tra di loro.

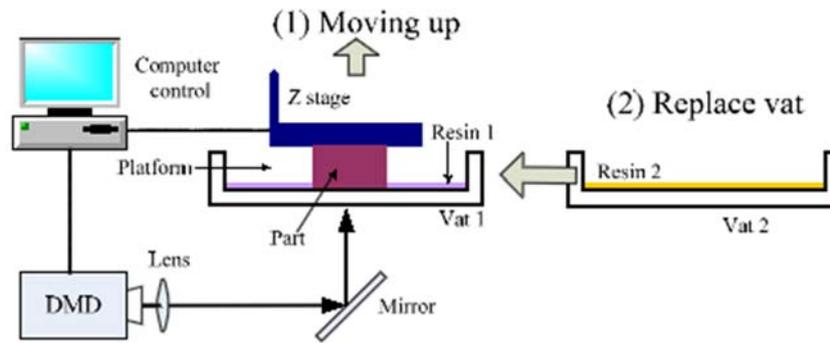
## Categorie

La prima distinzione che sicuramente deve essere fatta è tra:

- **Proiezione dall'alto** – cioè la fonte luminosa si trova nella **parte superiore** rispetto al contenitore della resina.



- **Proiezione dal basso** - cioè la fonte luminosa si trova nella **parte inferiore** rispetto al contenitore della resina.



- **Proiezione dall'alto**

Nella proiezione dall'alto, l'oggetto viene costruito all'interno di un contenitore che contiene la resina, l'oggetto cioè si immerge nella resina man mano che questo viene costruito.

La principale **controindicazione** di questa categoria è che occorre una quantità elevata di resina e una volta utilizzata essa ha una durata molto limitata. Infatti, per la reazione intrinseca della resina stessa, una volta iniziata la catalizzazione (retinazione), anche se non è più presente la sorgente luminosa che l'ha innescata, continua il suo effetto di indurimento, con la conseguenza di ridurre moltissimo la vita della resina stessa (quindi se non si utilizza entro un certo periodo la resina deve essere eliminata).

In questa categoria si devono distinguere a loro volta due sotto categorie:

- ✓ **A cielo aperto** - cioè la fonte luminosa costruisce l'immagine direttamente sulla superficie aperta della resina, normalmente queste stampanti sono meno costose.
- ✓ **A cielo chiuso** – cioè tra la fonte luminosa e la superficie della resina si trova una pellicola speciale che tiene livellata la superficie stessa.

- ☑ **A cielo aperto**

Normalmente questa sotto-categoria è quella meno precisa, poiché per l'effetto fisico che si ha sulla superficie della resina, detto **effetto menisco**, lo strato interessato alla solidificazione non è perfettamente planare, inoltre interviene una problematica legata al fatto che risulta difficoltoso focalizzare correttamente l'immagine in una superficie che cambia posizione continuamente nel corso della realizzazione dell'oggetto.

Il primo problema (effetto menisco) si può in parte ovviare utilizzando una dimensione del contenitore per la resina molto più ampio del necessario, ma questo comporta ovviamente un costo aggiuntivo per la resina necessaria per riempire il contenitore.

Il secondo problema (difficoltà di focalizzazione) si risolve in parte con sistemi di livellamento, ma questi ultimi generalmente sono molto costosi.

## ☑ **A cielo chiuso**

Per evitare il problema dell'**effetto menisco**, si utilizza normalmente un film termoplastico in fluoropolimero teso sopra la superficie della resina e a contatto con la resina stessa, questo accorgimento in parte risolve anche il problema della focalizzazione, poiché la resina viene anche pressurizzata.

Di questa sotto categoria fanno parte le stampanti professionali con costi molto sostenuti. In questi ultimi tempi, per la verità, si iniziano a vedere nel mercato i primi tentativi di stampanti 'consumer' che provano ad utilizzare questo metodo, vedremo più avanti con che risultati e soprattutto con che costi.

### ▪ **Proiezione dal basso**

In questa categoria possiamo trovare l'offerta più ampia del mercato attuale, poiché in essa si annoverano le stampanti oltre che 'prosumer' (professional-consumer) anche quelle propriamente professionali.

La prima cosa da notare è che anche in questa categoria ci sono problemi, sia fisici, che costruttivi, risolti però utilizzando diverse strategie.

I problemi che si riscontrano nella proiezione dal basso sono relativi a:

- la **vaschetta** che contiene la resina
- la struttura dell'**asse Z**.

### ◆ **Vaschetta**

Il problema principale si ha sulla vaschetta che contiene la resina.

Nello specifico ci riferiamo all'effetto fisico conosciuto come '**effetto ventosa**', che si genera tra la base di costruzione ed il fondo della vaschetta. Per questo effetto, che si crea in generale quando un corpo viene immerso in un liquido con una certa densità e all'interno del liquido esso stesso viene a contatto con un'altra superficie (effetto che viene sfruttato nei ganci appendi cose), si ha una notevole difficoltà nel distacco dei due elementi (fondo vaschetta e base di costruzione), distacco necessario per rinnovare la resina e poter costruire lo strato successivo.

Le soluzioni adottate dai vari produttori sono:

- **Inclinazione** (brevettata da un noto produttore)
- **Traslazione orizzontale**
- **Rotazione**
- **Traslazione-Inclinazione contemporanea** (da noi sviluppata)

La scelta di una piuttosto che dell'altra soluzione è fortemente influenzata dalla presenza del brevetto per quanto riguarda la prima soluzione (ad Inclinazione), dalla rumorosità eccessiva che si ha nei sistemi con traslazione orizzontale (che inoltre deve sempre essere abbinata ad un sistema di raschiamento del fondo della vaschetta), dal fatto che la soluzione con rotazione, essendo stata adottata per adesso da un unico produttore, non risulta sufficientemente testata.

A mio avviso, perché frutto di obiettive valutazioni ed analisi, la **Traslazione-Inclinazione contemporanea della vaschetta** è attualmente la soluzione più performante anche se più complicata da ingegnerizzare.

Altro problema della vaschetta è il fondo della vaschetta stessa.

Il fondo della vaschetta deve essere trasparente, deve lasciare passare anche i raggi UV e soprattutto deve impedire che l'oggetto in costruzione si attacchi al fondo, per quest'ultimo motivo nel fondo deve essere presente un prodotto che faccia da separatore tra il fondo stesso e l'oggetto.

Normalmente si utilizza un prodotto che per osmosi trattenga l'ossigeno che impedisce alla resina l'aderenza. Poiché con il tempo e l'uso questo sottile strato si deteriora, è necessario cambiarlo spesso.

Le soluzioni adottate dai vari produttori sono:

- **PDMS** (polidimetilsilossano) - **SYLGARD® 184** - formato da due componenti da miscelare nelle esatte proporzioni al momento dell'uso (soluzione scomoda e costosa, poiché la miscelazione deve avvenire sotto vuoto per la presenza di numerosissime bollicine oltre al fatto che deve essere versata nella vaschetta la giusta quantità per evitare di avere uno strato troppo spesso, deve poi essere inserita in un forno perfettamente piano (a bolla) per evitare che ci sia discontinuità di spessore sulla superficie e deve rimanere in forno a 60° per almeno 30 minuti, poiché in aria libera il tempo di catalizzazione a 25 °C supererebbe abbondantemente le 24 ore).
- **Sostituzione** dell'intera vaschetta (soluzione pratica, ma molto costosa, il costo può raggiungere facilmente le centinaia di euro per le stampanti dei marchi più famosi)
- Foglio di silicone speciale - **Siligel** - si sostituisce facilmente e rapidamente, risulta una soluzione pratica e poco costosa (da noi sviluppata)
- **FEP** (film termoplastico in fluoropolimero) - solo ultimamente adottato ed ancora in fase sperimentale.
- Tecnologia **CLIP** - nuova tecnologia con materiale tecnologicamente avanzato (per il momento ci risulta non ancora in commercio)

#### ◆ **Asse Z**

Visti gli spessori in gioco molto sottili degli strati (layer) da stampare e vista la problematica della vaschetta relativa all'effetto ventosa, la struttura meccanica dell'asse Z deve risultare particolarmente robusta, stabile e precisa, cioè priva di qualsiasi vibrazione e gioco, sia longitudinale che trasversale.

Inoltre, cosa non meno importante, l'asse Z deve essere ingegnerizzato in modo tale che consenta all'operatore di raggiungere facilmente la base di costruzione, la quale a sua volta deve essere facilmente rimovibile per la pulizia.

Oltre alla robustezza ed alla rigidità, ci sono altre due parti fondamentali nell'asse Z che differenziano sostanzialmente le varie stampanti, le **guide** di scorrimento che devono permettere il movimento preciso e fluido della testa e la **vite** che deve trasformare il movimento rotatorio del motore in movimento traslatorio della testa, senza giochi, nè vibrazione e con la massima precisione possibile.

#### ❖ **Guide**

Per quanto riguarda le guide, anche in questo caso le scelte dei produttori sono le più varie, ma di fatto prenderemo in considerazione solo i seguenti due tipi:

- **Guide prismatiche** temperate con carrelli a ricircolo di sfere
- **Barre di acciaio** - con boccole in materiale termoplastico, oppure con boccole in bronzo sinterizzate autolubrificanti, oppure con manicotti a sfere.

Sicuramente, per quanto appena detto, saranno da preferire le **guide prismatiche** temperate con i carrelli a ricircolo di sfere a gioco zero, perché molto più rigide, sia agli sforzi longitudinali che trasversali, oltre al fatto che i carrelli a ricircolo di sfere scorrono molto più fluidi sulle guide stesse.

Al contrario, le barre temperate, comunque siano queste, con boccole in materiale termoplastico, o con boccole in bronzo sinterizzate autolubrificanti, oppure con manicotti a sfere, non garantiscono rigidità, soprattutto quella trasversale, ciò è dovuto alla loro tendenza alla flessione (anche nel caso di barre di notevole spessore). Inoltre, anche i manicotti che scorrono sulle barre, presentano giochi dovuti al fatto che per permettere il loro scorrimento non possono avere tolleranze troppo strette che ne impedirebbero il movimento.

#### ❖ **Vite**

Come abbiamo detto parlando delle prerogative dell'asse Z, una delle parti meccaniche in movimento delle stampanti più importanti è la vite con la relativa madrevite (chiocciola).

Le scelte dei produttori, in questo caso, si orientano tra queste tre tipologie:

- **Viti a ricircolo di sfere** - con chiocciola a uno o più principi, a gioco zero
- **Vite trapezia rullata o tornita** - con chiocciola in materiale plastico / bronzo, con o senza gioco
- **Normale barra filettata a profilo triangolare.**

Queste tre tipologie si differenziano in modo abissale tra loro garantendo prestazioni troppo diverse ed addirittura in alcuni casi completamente inadatte all'uso, per tale motivo prenderemo in considerazione solo le viti con chiocciola a ricircolo di sfere, sia quelle ad un principio, che a più principi, quest'ultime sicuramente le più precise.

Altra parte meccanica strettamente collegata al funzionamento della vite è il suo accoppiamento con il motore, solitamente passo-passo.

Le scelte, anche in questo caso, si orientano tra tre differenti tipologie:

- **Giunto elastico** a gioco zero
- **Giunto rigido**
- **Cinghia e pulegge**

Il giunto elastico a gioco zero è sicuramente una buona scelta, se ben dimensionato e posizionato, perché garantisce la trasmissione del moto anche nella situazione di disallineamento vite / motore, oltre al fatto che non trasmette vibrazioni.

Il giunto rigido, sicuramente il meno costoso tra tutti, ha come vantaggio di poter trasmettere il movimento sicuramente senza gioco, tra la vite ed il motore, ma crea grossi problemi nel caso di disallineamento, anche di leggera entità, e soprattutto di trasmissione delle vibrazioni del motore passo-passo.

Tra tutti, ove possibile, è da preferire la trasmissione tramite cinghia e pulegge, che oltre a non dare i problemi già descritti, consente di rapportare il movimento, aumentando di conseguenza la potenza del motore.

## **Risoluzione**

Una delle caratteristiche delle stampanti stereo litografiche, sia a proiezione che a laser, che più desta perplessità e confusione è sicuramente l'interpretazione della **risoluzione**, indicata nelle caratteristiche tecniche dei vari produttori.

La risoluzione nelle due macro categorie (proiezione, sia a luce visibile che a LED UV, o raggio laser), è difficilmente comparabile. In tutti i casi è bene distinguere le due tipologie di risoluzione, quella sul **piano X-Y** e quella sull'**asse Z**.

### ▪ **Risoluzione sull'asse (asse Z)**

Mentre la risoluzione dell'asse Z in tutte le categorie è determinata dalla qualità dei componenti utilizzati (vedi paragrafi precedenti) per la realizzazione della parte meccanica dell'asse Z stesso (è impossibile, per esempio, utilizzando una vite trapezia, di poter dichiarare di fare movimenti dell'ordine di 0,01 mm, come spesso si 'legge' nelle caratteristiche tecniche di alcuni produttori, in quanto questo valore non potrebbe essere raggiunto, se consideriamo già solo il gioco della chiocciola sulla vite).

La risoluzione sull'asse Z, normalmente va da 0,01 mm (10 µm) ai 0,1 mm (100 µm).

Si tenga comunque presente che, per fare una corretta comparazione, la risoluzione dell'asse Z (spessore layer) influisce pesantemente sulla velocità di costruzione (stampa 3D). Per una corretta comparazione sulla velocità di stampa, si deve tener conto della risoluzione adottata sull'asse Z, non è né giusto né coerente, cioè, comparare stampanti che lavorano a 50 µm con altre che lavorano a 100 µm e più, che sicuramente saranno due/o più volte veloci rispetto alle prime (perché il layer adottato è più spesso).

### ▪ **Risoluzione sul piano (piano X-Y)**

La risoluzione X-Y è direttamente legata alla tipologia di fonte luminosa utilizzata e nel caso di un proiettore, sia a luce visibile che a LED UV, alla risoluzione nativa di questo oltre che la dimensione di stampa che si vuole ottenere e dell'energia luminosa che questo consente.

Per un buon proiettore con una risoluzione nativa di 1920 x 1080 con 3000 ANSI Lumen (potenza della lampada 210W), definendo una risoluzione di 50 µ, per trovare la dimensione di stampa si deve usare questa formula:

$$0,05 * 1920 = 96 \text{ mm}$$

$$0,05 * 1080 = 54 \text{ mm}$$

Cioè con un proiettore con una risoluzione nativa di 1920 x 1080 se si vuole una risoluzione di 50 µ si avrà una dimensione utile di 96mm x 54 mm.

Si deve inoltre tener conto anche della lunghezza focale dell'obiettivo per consentire di posizionare il proiettore il più vicino possibile alla vaschetta della resina per trasmettere la massima energia luminosa e per contenere la dimensione della stampante.

Questo dato fa chiaramente capire che solo con proiettori di un certo costo e qualità si ottengono caratteristiche dimensionali di rilievo.

Nel caso di una fonte luminosa LASER la risoluzione dipende dal diametro del raggio laser e dalla qualità dei componenti utilizzati per il movimento del raggio laser.

Le due fonti luminose, proiettore e raggio laser, come detto in precedenza, sono difficilmente comparabili in relazione soprattutto alla diversa velocità di costruzione, poiché il laser costruisce per punti mentre il proiettore per immagini.

### **Soluzioni costruttive adottate**

Altro fattore molto importante per valutare una stampante stereo litografica, sono le soluzioni costruttive adottate che ne determinano la durata, l'usabilità e la precisione, che definiscono di fatto la qualità dell'oggetto stampato.

#### ▪ ***Copertura di protezione***

In assoluto la funzione della copertura di protezione si differenzia sostanzialmente tra luce visibile e LED UV / Laser.

Con la sorgente di illuminazione a luce visibile, la copertura serve per proteggere la resina in modo che le eventuali luci presenti nell'ambiente non possano interferire nelle fasi di stampa e/o deteriorare la resina stessa. Utilizzando una stampante che sfrutta un proiettore a luce visibile, quindi, se la luce ambiente lo consente, si può stampare mantenendo la copertura aperta, con il vantaggio di controllare più facilmente le fasi della lavorazione.

Con le sorgenti di illuminazione, sia Led UV che Laser, la copertura invece serve per proteggere l'utilizzatore da eventuali emissioni di raggi dannosi. In questo caso, per ovvi motivi, il sistema deve prevedere un blocco nel caso in cui si cerchi di aprire la protezione durante la stampa, con lo svantaggio di non avere la possibilità di controllare facilmente le fasi della lavorazione.

In ogni caso il colore della copertura deve essere adatto all'uso stabilito per poter bloccare le frequenze dannose sia per la resina che per l'utilizzatore.

#### ▪ ***Tipologia e qualità dei componenti utilizzati***

Nel mercato ci sono molte aziende che producono componenti simili tra loro, ma con caratteristiche qualitative e funzionali molto differenti, naturalmente questo influisce non poco sul prezzo dei singoli componenti e di conseguenza sul prezzo finale della stampante.

Per avere una buona funzionalità, ottima risoluzione e lunga durata della stampante è fondamentale che vengano utilizzati i migliori componenti disponibili nel mercato.

Le soluzioni adottate da ciascun produttore relativamente alla tipologia dei componenti ed alla loro qualità, devono determinare sicuramente una delle più importanti variabili per la scelta da parte dell'utilizzatore.

**Sicuramente una stampante realizzata con componenti di scarsa qualità con tipologia per uso hobbystico, darà scarsi risultati in termini di qualità, risoluzione e ripetibilità del prodotto stampato, ma soprattutto ne limiterà nel tempo la funzionalità e la durata della stampante stessa.**

▪ ***Estetica***

Sicuramente è uno dei parametri di scelta che rende più o meno accattivante un prodotto piuttosto che un altro, e forse quello per il quale la maggior parte degli utilizzatori si fa facilmente influenzare nella scelta, lasciando da parte tutte le altre considerazioni fin qui fatte. Certo è che l'estetica non è sicuramente il parametro più importante. Una stampante può avere un design molto curato, ma ciò non garantisce in nessun modo che abbia una struttura ben progettata, che utilizzi componenti di ottima qualità, che la meccanica le consenta di avere buona precisione, alta risoluzione e durata nel tempo. Inoltre nella scelta di una stampante non è mai da perdere di vista il rapporto prezzo – prestazioni e, cosa molto importante, il prezzo dei consumabili che in alcuni casi possono raggiungere cifre esorbitanti ed infine, non per ordine di importanza, la qualità dell'assistenza che si potrà ricevere nel caso dovessero presentarsi dei problemi una volta acquistata la stampante.

### **Garanzia e certificazione CE**

Altra caratteristica importante di cui tener conto per una corretta scelta (soprattutto se l'acquisto è fatto per motivi professionali) è la garanzia e la certificazione che il produttore può dare sui propri prodotti.

La garanzia deve essere uno dei principali indici di valutazione, se si considera il fatto che solo una stampante realizzata con professionalità e con ottimi componenti può permettere al produttore di dare lunghi periodi di garanzia e certificare il proprio prodotto come rispondente alle normative vigenti in materia.

Molte volte la garanzia diventa un sistema per pubblicare un prezzo più basso, infatti molti produttori propongono solo un minimo periodo (di solito quello di legge) di garanzia, e questo ovviamente consente loro di esporre un prezzo iniziale molto più basso, e poi, passato il periodo di garanzia obbligatoria, mettono l'acquirente nelle condizioni di estendere, a caro prezzo, la stessa per un periodo più lungo.

Si consideri, inoltre, che molti produttori non danno né garanzia (questo avviene sicuramente nel caso di prodotti in kit di montaggio), né certificazione.

### **Assistenza e documentazione**

Una volta acquistata la stampante, è possibile che, nonostante il suo perfetto funzionamento, non si è in grado di usarla, perché la documentazione non è adeguata, o perché manca l'assistenza da parte del venditore o, peggio, da parte del produttore. **Questa è una situazione in cui avete fatto un acquisto sbagliato...**

Compito di un produttore professionale e preparato è quello di redigere una documentazione chiara, dettagliata ed il più possibile semplice da seguire per permettere all'utilizzatore di raggiungere lo scopo per cui ha fatto l'acquisto e soprattutto, il produttore, deve dare assistenza

nel momento del bisogno e, se l'acquisto è stato fatto per uso professionale, nel più breve tempo possibile.

### **Accessori forniti a corredo**

Spesso, per nascondere il prezzo finale della stampante, questa viene venduta con pochissimi o addirittura senza accessori, costringendo l'acquirente ad una spesa successiva a volte molto onerosa.

Si deve essere a conoscenza che per utilizzare correttamente una stampante 3D stereo litografica, di qualsiasi tipologia questa sia, si devono avere a disposizione degli accessori.

Il processo richiede che la stampante sia perfettamente in piano (a bolla), che gli oggetti realizzati si maneggino con una pinzetta in plastica, che si indossino dei guanti usa e getta, che si disponga di una spatola metallica per il distacco del pezzo dal supporto, che, dopo la stampa, il pezzo sia lavato perfettamente con alcool isopropilico in una **vaschetta ad ultrasuoni**, che il pezzo sia asciugato perfettamente, che si finisca la solidificazione della resina in un **fornetto UV**.

Oltre alla fase di stampa, è molto importante anche la fase di pulizia della stampante, questa richiede una serie di accessori aggiuntivi.

Per la pulizia della stampante si devono avere a disposizione: un contenitore per versare la resina residua (si sconsiglia vivamente di versare la resina già utilizzata nel contenitore originale), una spatola in plastica per facilitare la pulizia della vaschetta e per non rovinarne il fondo, un pennellino per la pulizia degli accessori e della vaschetta, una vaschetta in polipropilene per la pulizia degli strumenti, una confezione di salviette umettate per la pulizia dell'ottica del proiettore. Spesso questi accessori possono raggiungere cifre che si avvicinano a qualche migliaio di euro ed è per questo che possono fare la differenza di prezzo tra un produttore ed un altro.

### **Prezzo dei consumabili e dei ricambi**

Il prezzo finale della stampante non sempre è la cosa che differenzia un prodotto da un altro, poiché per funzionare una stampante 3D stereo litografica utilizza della resina e come consumabili anche parte della vaschetta (fondo), bisogna quindi prestare attenzione anche al prezzo di questi componenti.

Per fare un esempio, oggi si possono acquistare delle stampanti a getto d'inchiostro per stampare documenti, ad un prezzo inferiore a € 50,00 purtroppo però ci si accorge dell'inganno quando si devono acquistare le cartucce di ricambio che possono costare fino a 3 volte il prezzo della stampante stessa.

Nel caso delle stampanti stereo litografiche, relativamente alla resina, si possono raggiungere prezzi oltre € 400,00 al Kg, mentre si può essere costretti, nel caso della vaschetta, a cambiare periodicamente tutta la vaschetta arrivando a spendere oltre € 300,00 ad ogni cambio.

E' bene prestare quindi molta attenzione, al momento dell'acquisto, anche a questo non piccolo particolare.

### **Programma di gestione**

- ***Di pubblico dominio (open source)***

Molti produttori di stampanti 3D per la loro produzione decidono, per risparmiare ed abbassare il costo finale della stampante, di abbinare alla stessa un programma di gestione di **pubblico dominio**, uno dei programmi più utilizzati è sicuramente 'Creation Workshop'.

Normalmente i programmi di pubblico dominio, per definizione, non garantiscono assistenza tempestiva e sono spesso delle versioni non stabili da utilizzare a proprio rischio e pericolo.

La scelta, di programmi di pubblico dominio, può essere una scelta azzardata poiché, come è successo con Creation Workshop, dopo un primo periodo in cui si trovavano a disposizione i sorgenti del programma, è successo che l'autore ha deciso di non renderli più disponibili, cosa più grave, in queste ultime settimane, visto anche il successo avuto, l'autore ha venduto il software ad un'altra azienda che ora mette a disposizione il software in forma chiusa e con il pagamento di una licenza d'uso (per la verità a caro prezzo).

#### ▪ **Proprietario**

Un Software proprietario è sicuramente molto più oneroso per il produttore, ma in questo caso l'utilizzatore viene garantito nel tempo, sia per gli aggiornamenti periodici che per le eventuali modifiche richieste dagli stessi utilizzatori (ove possibile).

Il fatto poi di avere sviluppato specificatamente il software per la specifica stampante, garantisce il miglior funzionamento possibile della stampante stessa.

## **Per concludere**

Prima di acquistare una stampante 3D stereo litografica è bene porsi queste domande:

### **Prima domanda**

*Che uso si dovrà fare della stampante?*

- Uso hobbystico – il parametro più importante sarà il prezzo a discapito della qualità
- Uso prosumer – il parametro più importante sarà la qualità ad un prezzo medio basso
- Uso professionale - il parametro più importante sarà la qualità indipendentemente dal prezzo

### **Seconda domanda**

*Quale fonte luminosa scegliere?*

- Lampade ad **alta pressione** – con maggiore ingombro, con alta velocità, maggiori dimensioni di lavoro e poca manutenzione necessaria\*
- **LED UV** – con minore ingombro, con alta velocità, minori dimensioni di lavoro e minima manutenzione necessaria\*
- Diodi **laser** – con minore ingombro, con bassa velocità, buone dimensioni di lavoro, ma con molta manutenzione necessaria\*

\* Manutenzione intesa a prescindere dalle problematiche della vaschetta.

### **Terza domanda**

*Quale tipologia di proiezione?*

- **Proiezione dall'alto** – cioè la fonte luminosa si trova nella parte superiore rispetto alla resina. Questa tipologia è sicuramente la meno costosa, ma il consumo di resina può essere molto oneroso vista la quantità necessaria

- **Proiezione dal basso** - cioè la fonte luminosa si trova nella parte inferiore rispetto alla resina. Questa tipologia è sicuramente più costosa della precedente, ma utilizza poca resina.

#### **Quarta domanda**

*Che risoluzione X-Y deve avere?*

- **Bassa risoluzione** – considerando la risoluzione X-Y sopra i 150  $\mu$  questa **non** potrà permettere di stampare oggetti con particolari molto sottili e molto definiti.
- **Media risoluzione** – considerando la risoluzione X-Y tra i 80  $\mu$  ed i 150  $\mu$  questa **non** potrà permettere di stampare oggetti con particolari molto sottili, ma potrà permettere di stampare oggetti abbastanza definiti.
- **Alta risoluzione** - considerando la risoluzione X-Y tra i 20  $\mu$  ed i 80  $\mu$  questa potrà permettere di stampare oggetti con particolari molto sottili e molto definiti. Questa deve essere sicuramente la scelta per uso professionale.

Per quanto riguarda la **risoluzione in Z**, più si avvicina ai 100  $\mu$  più il produttore evidenzierà la velocità della propria stampante. Per un corretto confronto il paragone deve essere fatto tra le diverse stampanti, a parità di risoluzione (consigliamo 50  $\mu$ ).

Si consiglia inoltre di verificare attentamente anche la qualità della struttura dell'asse Z, prima di qualsiasi altra considerazione.

#### **Quinta domanda**

*Che soluzioni costruttive sono state adottate?*

- **Copertura di protezione** – non sottovalutate questo aspetto che può sembrare solo un fattore estetico, ma che al contrario deve proteggere l'utilizzatore da danni anche gravi oppure la resina dal precoce invecchiamento
- **Tipologia e qualità dei componenti utilizzati** – ricordarsi sempre che i componenti di qualità hanno un costo elevato, ma garantiscono la precisione e la durata della stampante
- **Estetica** – sicuramente la parte più accattivante, ma anche la parte che spesso può trarre in inganno.

#### **Sesta domanda**

*C'è la Garanzia e la certificazione CE?*

Una delle voci di costo che ha un produttore è la gestione della garanzia e della certificazione del prodotto.

- **Senza garanzia e certificazione CE** – sicuramente il prezzo sarà più basso, ma se succede qualsiasi cosa ci si può trovare con una stampante inutilizzabile, buttando all'aria il proprio investimento
- **Con garanzia e certificazione CE** – il prezzo della stampante potrà essere superiore, ma in caso di problemi si avrà la certezza della soluzione e, nel caso di utilizzo professionale, si potrà salvaguardare il proprio investimento.

### **Settima domanda**

*Quali e quanti accessori sono forniti a corredo della stampante?*

Per lavorare sono necessari molti accessori, se non vengono forniti il prezzo potrà essere molto basso, ma ricordarsi che questi possono arrivare a costare parecchio e in alcuni casi addirittura superare il costo della stampante

- **Senza accessori** – per contenere il prezzo non vengono inclusi nell'acquisto, ma sono necessari se non indispensabili
- **Con alcuni accessori** – moltissimi produttori per declamare il proprio prodotto e convincere gli acquirenti all'acquisto inseriscono mini kit con solo gli accessori meno costosi. Attenzione alcuni accessori necessari all'uso della stampante non contemplati al momento dell'acquisto possono essere costosi
- **Con tutti gli accessori** – si ha la garanzia, una volta acquistata la stampante, di poter iniziare subito ad utilizzarla (senza costi aggiuntivi).

### **Ottava domanda**

*Quale sarà il prezzo dei consumabili e dei ricambi*

Questa forse è una domanda che pochi si pongono, ma forse è una delle più importanti, poiché può incidere fortemente nella fase di utilizzo.

- **Funziona solo con resina proprietaria** – questa è senza dubbio è la scelta più azzardata e costosa
- **Funziona anche con altre tipologie di resine** – in questo modo si ha la possibilità di scegliere nel mercato il tipo di resina più adatta al proprio lavoro ed ad un costo più competitivo a parità di qualità
- **Gli eventuali ricambi sono facilmente reperibili** – si può essere sicuri in questo caso che non ci saranno fermi macchina
- **I ricambi sono molto costosi** – questo potrà influire nell'ammortamento della stampante
- **In caso di guasto è necessario l'intervento di un tecnico** – questa può essere un altro capitolo di spesa non prevista a volte molto rilevante.

### **Nona domanda**

*Che programma di gestione viene fornito con la stampante?*

Per poter utilizzare la stampante è necessario un programma che permetta di elaborare i propri disegni, disporli nel piano di stampa e stamparli.

- **Di pubblico dominio (open source)** – permette di avere un costo inferiore della stampante, ma non garantisce l'assistenza, gli aggiornamenti e soprattutto la reperibilità nel tempo
- **Proprietario** – incide nel costo della stampante, ma in caso di problemi si potrà avere tempestivamente la soluzione ad eventuali malfunzionamenti e si potrà contare sugli aggiornamenti futuri.

### **Decima domanda**

*Quale sarà il mio riferimento?*

Anche se è abbastanza semplice il funzionamento di una stampante 3D stereo litografica, nella fase iniziale si potrà avere bisogno di supporto tecnico per l'avviamento

- **Rivenditore** – verificare che sia preparato nell’elencare pregi e difetti della stampante, che conosca la concorrenza e che sappia utilizzare la stampante correntemente e correttamente (chiedere eventualmente una dimostrazione)
- **Distributore** – chiedere se possiede un magazzino con almeno alcune stampanti e soprattutto se ha a disposizione parti di ricambio e consumabili e se si fa garante per l’eventuale assistenza tecnica. Attenzione molti rivenditori si spacciano per distributori (chiedere in questo caso informazioni al produttore), questi in molti casi sono solo rivenditori, spesso nemmeno troppo preparati sull’utilizzo ottimale della stampante
- **Produttore** – non sempre è possibile trattare direttamente con il produttore, ma questa opportunità garantisce la piena conoscenza del prodotto, l’assistenza puntuale e veloce, la migliore garanzia.

Con queste 10 domande e con gli argomenti trattati, si spera di aver fatto un po’ di chiarezza e che adesso sia più semplice per molti poter fare una giusta valutazione ai fini dell’acquisto di una stampante 3D stereo litografica.

Ma soprattutto si spera di aver dato indicazioni fondamentali per essere in grado, quando si accede ad un sito internet o si visita un punto vendita, di saper capire se la qualità e le caratteristiche tecniche siano adeguate al prezzo e soprattutto all’utilizzo che se ne dovrà fare, e quindi di essere in grado di confrontare stampanti di diversi produttori a partire dalle caratteristiche tecniche delle stesse.

Naturalmente, pur avendo cercato di essere il più obiettivi possibile, questo documento non è certamente esaustivo, vuole essere solo un punto di partenza.

Chiediamo per questo a chi legge di aiutarci ad ampliarlo, correggerlo (se necessario) e renderlo una guida per chi non è ancora pratico o documentato su questa tecnologia che riteniamo ormai parte del nostro futuro.



**Robot Factory S.r.l. - Via Caltana, 59 - 30035 Mirano (Venezia) - P.IVA: 03654900277**  
**Tel./Fax: +39 (0)41 5770270 Mobile: +39 338 7159853**  
**Site: [www.robotfactory.it](http://www.robotfactory.it) - E-mail: [robot@robotfactory.it](mailto:robot@robotfactory.it)**