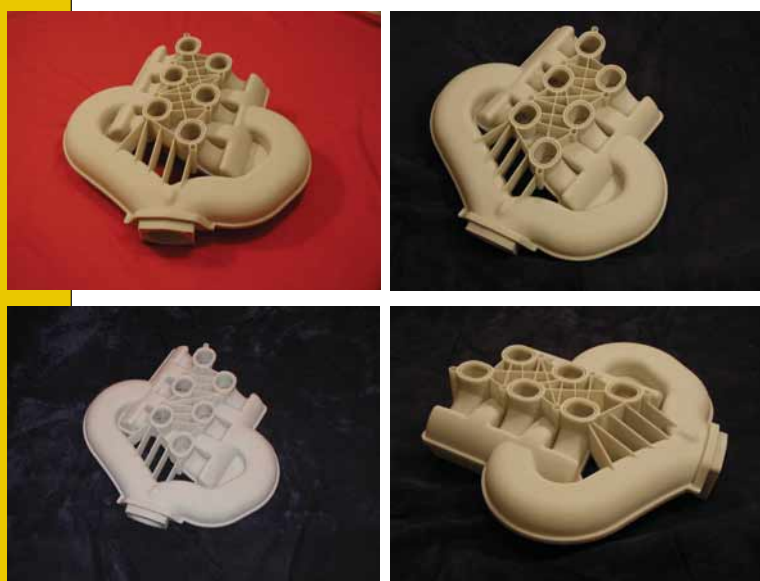


TOM MUELLER

# CREATIVITÀ E QUALITÀ DEI PROGETTI



Le tecnologie di Rapid Prototyping sono utilizzate da tempo per lo sviluppo di componenti in stampati a iniezione, prima per creare modelli concettuali, poi, grazie al miglioramento dei materiali RP, per prototipi funzionali. L'associazione di nuovi materiali e metodologie consente al designer

Test funzionale con materiali avanzati. Collettore di immissione per motore a 6 cilindri, realizzato in resina Somos® ProtoTool™ 20L, collaudato direttamente su un motore di un dinamometro.

di “prevedere la performance”, evitando costosi processi di stampaggio e attrezzaggio

**S**ono molte le ragioni (costi, tempi e qualità) che inducono ad utilizzare i prototipi RP per prevedere le prestazioni dei componenti di produzione. I prototipi RP per la verifica funzionale offrono molti vantaggi in termini di risparmio di tempo e costi rispetto al più “tradizionale” processo a tre fasi: modellazione concettuale, duplicazione tramite la prototipazione

e stampaggio dei componenti. Inoltre, poiché il valore cumulativo dei risparmi conseguiti cresce in funzione delle numerose variazioni progettuali, i team di progetto possono ora valutare un maggior numero di alternative di design per rimanere entro i tempi e costi previsti.

Ne risultano progetti più creativi e di qualità superiore. I Sistemi RP variano significativamente in termini di precisione e finitura.

In alcune tecniche di RP, ad esempio Fused Deposition Modelling (FDM), è possibile usare materiali di produzione.

Il principale svantaggio del processo Fdm è il basso livello di precisione. Ciò non accade invece con la Stereolitografia (SL), che oltre a realizzare dettagli molto piccoli offre altri vantaggi come velocità, precisione ed eccezionale finitura. I recenti progressi nella tecnologia dei materiali, inizialmente limita-

ta alla produzione di modelli concettuali, e in particolare delle resine DSM Somos ProtoFunctional® e ProtoComposites™ usate dalla società americana Express Pattern, hanno notevolmente ampliato le applicazioni delle tecnologie SL, al punto che i prototipi SL possono ora essere usati per un'ampia gamma di verifiche funzionali.

## PROPRIETÀ CHIAVE DEL MATERIALE

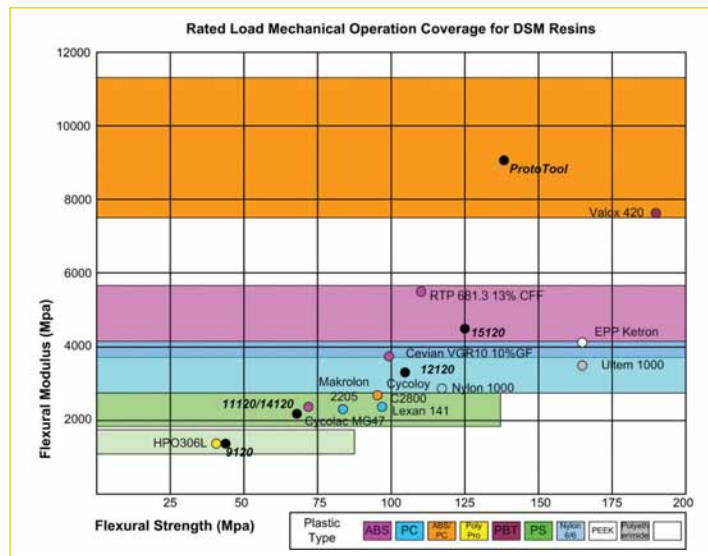
Prima premessa. La performance di un componente di produzione

è generalmente determinata da alcune proprietà del materiale: le proprietà chiave.

Pertanto, i prototipi usati per la verifica funzionale non devono necessariamente presentare l'intera gamma delle proprietà intrinseche del materiale di produzione, ma solo le proprietà chiave. Se un materiale RP possiede proprietà chiave abbastanza simili a quelle della plastica da produrre, il prototipo creato con il materiale RP si comporterà quasi come il componente da produrre e consentirà di prevederne la performance.

Le proprietà chiave del materiale sono determinate dalle esigenze del prototipo. Esistono diversi tipi di collaudi che possono essere richiesti dai prototipi, di seguito elenchiamo i più comuni:

- Rated Load Mechanical Operation - Funzionamento meccanico con carico nominale. Per questo tipo di collaudo, il componente viene testato durante il normale funzionamento entro il carico nominale dello

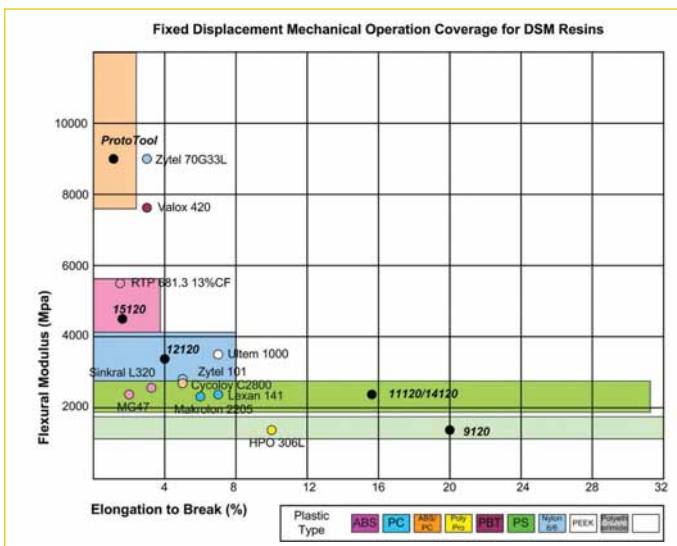


1. Funzionamento meccanico con carico nominale per resine DSM Somos®. Grafico simile a quello delle proprietà richieste dal prototipo dal collaudo Rated Load Mechanical Operation.

strumento. L'obiettivo non è determinare il carico di rottura o il ciclo di vita, ma prevedere solo come funzionerà lo strumento (figura 1).

- Fixed Displacement Mechanical Operation - Carico ripetitivo: in molte applicazioni, la performance del componente dipende dalla sua capacità di sopportare un carico ripetitivo.

L'esempio più comune è l'attacco di elementi a scatto. L'obiettivo del



2. Funzionamento meccanico a portata costante per resine DSM Somos®. Grafico simile a quello delle proprietà richieste dal prototipo per il collaudo Fixed Displacement Mechanical Operation.

collaudo non è determinare il carico massimo o il numero di cicli a rottura, ma verificare se il componente funzionerà come previsto (figura 2).

- Resistenza a temperature elevate - Molti componenti, anche se non sottoposti a carichi elevati, devono operare ad alte temperature. In questa tipologia di collaudo, l'obiettivo è capire se i componenti funzionano in modo adeguato a temperature elevate.

- Resistenza all'impatto - Molti componenti devono resistere

a forze d'urto elevate. L'obiettivo del collaudo è determinare se il componente può sopportare forze d'urto specifiche (figura 3).

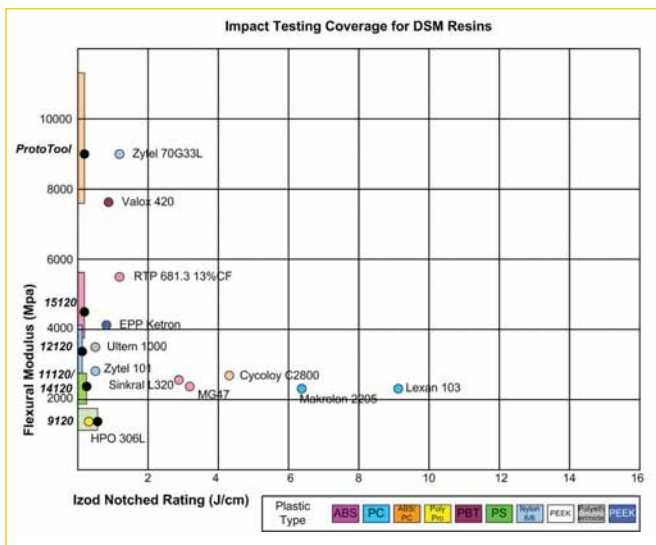
## PROCESSO IN QUATTRO FASI

Seconda premessa. Un processo in quattro fasi relativamente semplice, seguito di norma in Express Pattern, consente ai designer di selezionare il materiale SL idoneo ad un determinato prototipo. Ad esempio, se è necessaria

la verifica funzionale di un componente di produzione che dovrà resistere a temperature elevate, occorrerà:

Fase 1 - Definire le esigenze del prototipo. In numerose applicazioni le parti stampate a iniezione devono resistere a temperature elevate, fra esse: componenti di motori di auto e sedi di dispositivi elettronici.

Fase 2 - Individuare le proprietà chiave del materiale. I componenti funzionanti ad alte temperature generalmente non sono soggetti ad elevate sollecitazioni.



3. Test sulla resistenza all'impatto per resine DSM Somos®. Grafico simile a quello delle proprietà richieste dal prototipo per il collaudo di resistenza all'impatto. I materiali RP in genere non possono simulare la plastica stampata a iniezione ai fini del test di resistenza all'impatto.

tazioni meccaniche. Pertanto, di norma le proprietà più importanti, come illustrato in figura 4, sono generalmente:

- Temperatura di inflessione sotto carico (HDT). L'Hdt è la temperatura alla quale la materia plastica comincia a perdere resistenza.

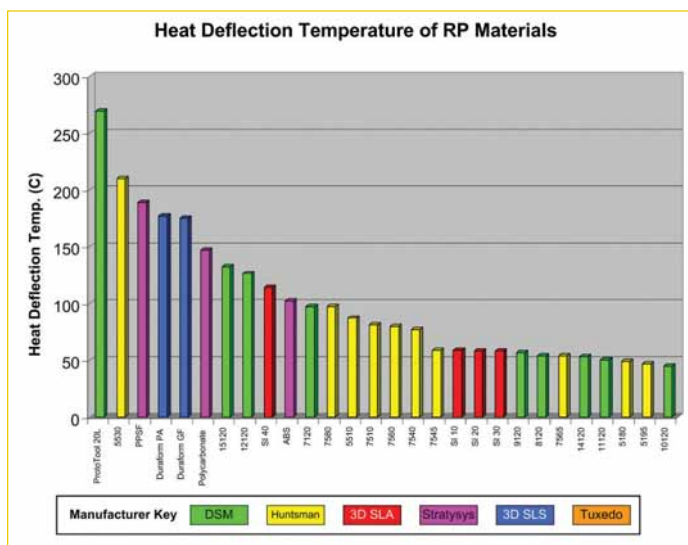
È quindi il limite massimo della temperatura di esercizio. Per superare il test, è importante che il materiale di prototipazione sia simile al materiale di produzione.

- Coefficiente di espansione termica (CTE) ( figura 5).

Il Cte è importante in quanto i componenti sono generalmente prodotti a temperatura ambiente. Se l'espansione del materiale RP è diversa da quella della plastica da produrre, alle temperature di esercizio le differenze di dimensione saranno significative, potrebbero risultare tolleranze non accettabili (figura 6).

Fase 3 - Determinare quanto il materiale RP deve essere simile al materiale di produzione. Nel caso di componenti esposti a tempera-

ture elevate, Express Pattern raccomanda che l'Hdt del materiale RP sia superiore di 30 °C all'Hdt della plastica di produzione. In tal modo possiamo presupporre che il materiale di produzione avrà un idoneo fattore di sicurezza integrato in caso di surriscaldamento temporaneo. Per simulare il Cte della plastica di produzione, Express Pattern raccomanda che il materiale RP sia entro un gamma di 50 µm/moC del Cte del materiale di produzione. Se la differenza tra i



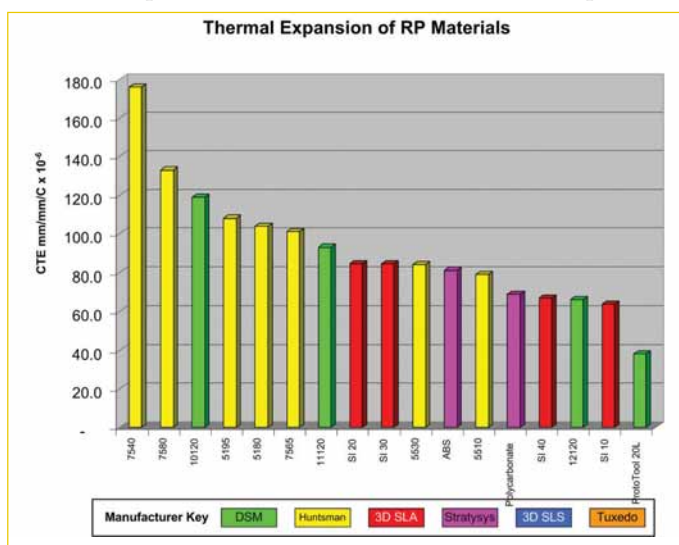
4. Coefficiente di espansione termica per numerosi materiali di prototipazione.

coefficienti di espansione termica (Cte) dei due materiali giace entro questo limite (quello indicato nella frase precedente) questa risulta comparabile all'entità della dilatazione termica stessa. Fase 4 - Selezionare un materiale RP. I risultati delle fasi dalla 1 alla 3 definiscono i criteri da utilizzare per selezionare i materiali SL più adatti alla prototipazione.

## PRECAUZIONI NELLA SELEZIONE DEI MATERIALI

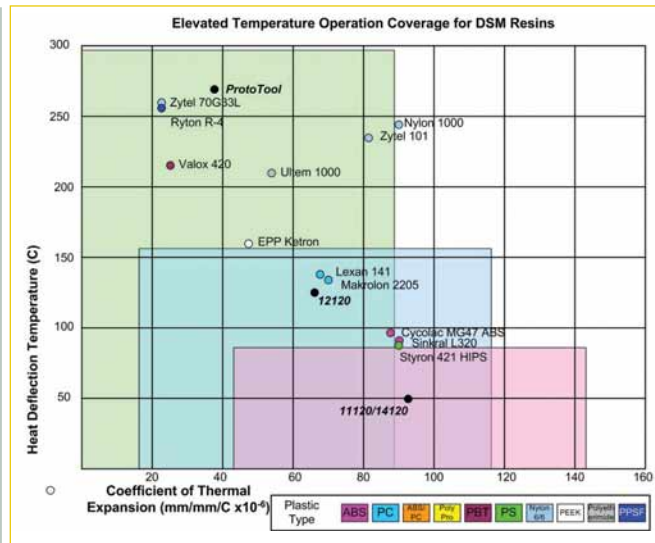
Nonostante i significativi sviluppi tecnologici nel campo dei materiali SL, è importante prendere alcune precauzioni:

- Potrebbe non essere possibile utilizzare i prototipi RP per tutte le esigenze di collaudo. Ciò vale in particolare per i test di resistenza all'impatto con specifiche elevate.
- Se un singolo componente deve svolgere varie funzioni complesse, saranno necessarie iterazioni multiple basate su una gamma di materiali RP per avvicinarsi alla performance finale.
- Occorre prestare la massima attenzione alla determinazione dei criteri di approssimazione. Ad esempio abbiamo i-



5. Funzionamento a temperatura elevata per resine DSM Somos®. Confronto tra il Cte di vari materiali di prototipazione.

6. Temperature di inflessione sotto carico per numerosi materiali di prototipazione. Grafici Hdt confrontati ai Cte per vari materiali. Sono rappresentate tre resine SL di DSM Somos®. Attorno a ciascuna di esse c'è un rettangolo che indica la gamma delle proprietà del materiale che la resina può simulare in base ai criteri di approssimazione definiti nella Fase 3. Inoltre sono rappresentati anche varie materie plastiche comuni. Se un materiale rientra nel rettangolo di una resina DSM Somos®, allora la resina può essere usata per simulare il materiale ai fini del test di funzionamento a temperature elevate.



potizzato che una gamma di Hdt di 30 °C per la plastica di produzione potrebbe essere un'adeguata approssimazione ai fini del test di molte applicazioni. Per alcune, invece, sarà fin troppo ampia e dovrà essere significativamente ridotta.

- È poco probabile che le parti RP siano in grado di prevedere i carichi di rottura dei componenti da produrre. I meccanismi di rottu-

ra e il comportamento della materia plastica possono presentare carichi di rottura molto diversi. Le differenze nella chimica dei materiali, le modalità di rottura e i meccanismi di invecchiamento non consentono previsioni significative o correlazioni sul ciclo di vita. Diversamente dai metalli, le proprietà delle diverse materie plastiche possono variare in base allo spessore della sezione, il tas-

so di carico e altri fattori. I prototipi SL non sono quindi particolarmente adatti alla verifica funzionale dei componenti metallici.

## CONCLUSIONI

Nonostante le precauzioni, l'introduzione di nuovi materiali ha senza dubbio aumentato notevolmente il valore e l'utilità della gamma di tecnologie RP e recentemente, in modo particolare, la stereolitografia ha superato la fase della "modellazione concettuale" di-

ventando un valido aiuto per la produzione di prototipi per la verifica funzionale, e quindi un modo per realizzare design di qualità più elevata nel rispetto di determinati tempi e costi.

T. Mueller, è socio fondatore di Express Pattern, fornitore americano di servizi di prototipazione rapida.