



CARICHE E RINFORZI NEI FILAMENTI PER STAMPA 3D

FILIALFA[®]
RILIEVO AI TUOI PROGETTI



FILAMENTI CARICATI

- I filamenti che utilizziamo nelle nostre stampanti sono basati su **resine sintetiche**, che sono **sostanze artificiali costituite nella maggioranza dei casi da molecole di idrocarburi monomeri** (composti di idrogeno e carbonio) **che attraverso un processo detto di polimerizzazione**, vengono uniti tra loro per formare molecole più grandi dette **polimeri**.
- Questi polimeri hanno la caratteristica di poter essere **modellati facilmente quando si fornisce loro sufficiente energia, calore**, pertanto prendono il nome comune di **plastica**.

COMPOUND

Un processo fondamentale nella lavorazione delle materie plastiche è la **compoundazione**, cioè un processo di lavorazione mediante estrusori particolari, bi-vite, attraverso il quale si **producono miscele composte da polimeri**, anche diversi, a cui **possono essere aggiunti additivi e / o cariche**.



QUANTI COMPOUND CI SONO?

- Se pensate a quanti polimeri ci sono e immaginate le combinazioni che possono nascere unendoli tra loro, vi rendete conto del numero impressionante di formulazioni.
- Ma non è finita, **a questi compound**, oppure a resine base, **si possono aggiungere additivi** (anti UV, anti Fiamma, colori, per incisione laser, etc.) **e cariche, siano esse cariche minerali o fibre di rinforzo.**
- Praticamente **un numero infinito di materiali aventi caratteristiche diverse.**



CARICHE E RINFORZI

LE CARICHE

- Le cariche sono prevalentemente **polveri minerali** a granulometria controllata, che vengono **aggiunte alla resina base**.

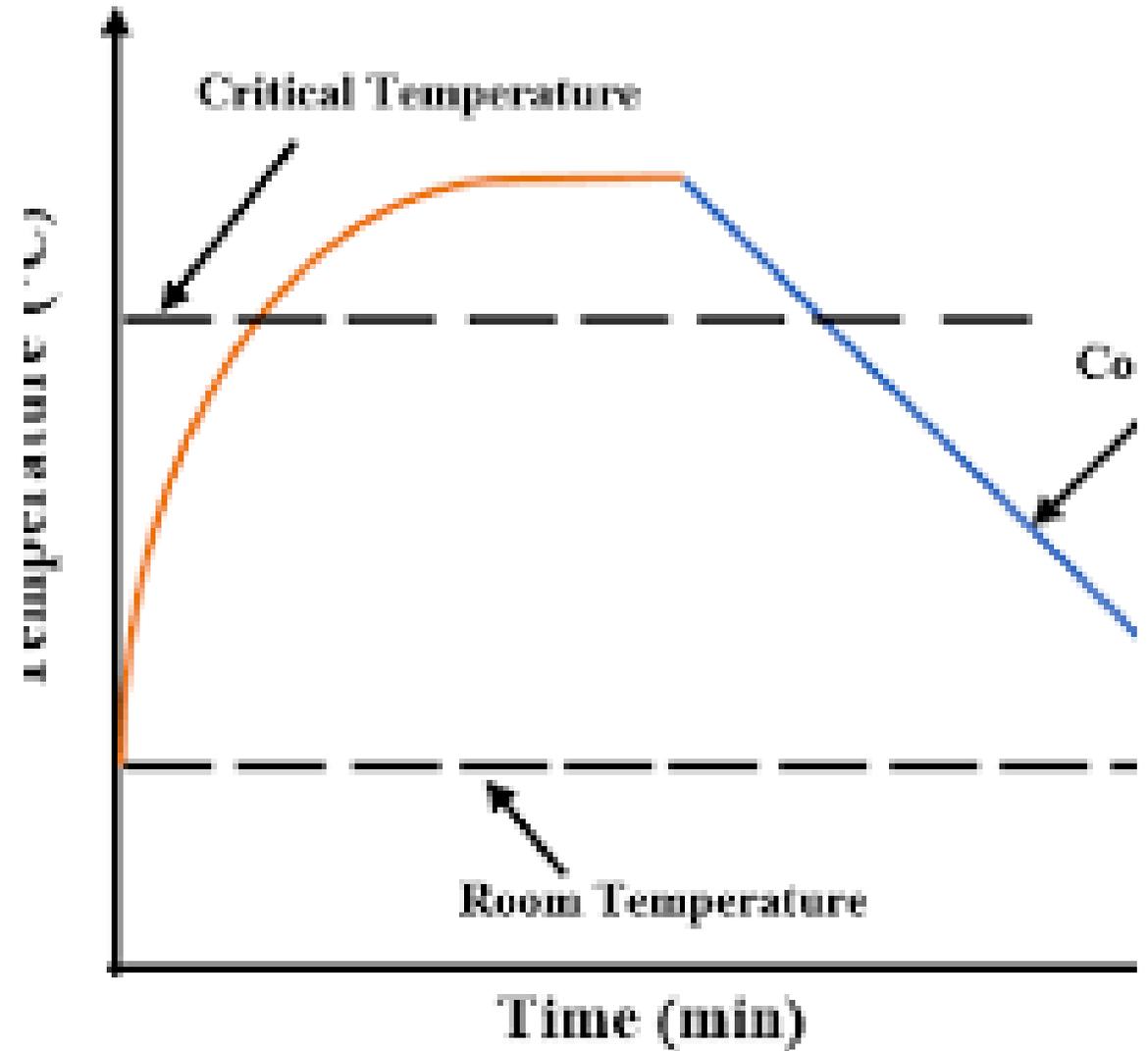
I RINFORZI

- si parla di rinforzi quando vengono aggiunte delle **fibre**, sia **naturali** che **artificiali**.



PERCHÈ LE CARICHE?

- Le motivazioni dell'utilizzo delle cariche sono le più disparate, si possono aggiungere cariche minerali per abbassare il costo di un compound, per opacizzare la finitura superficiale, per favorire la cristallizzazione di determinati polimeri.
- Ad esempio, cariche nucleanti in certe tipologie di PLA ne favoriscono la cristallizzazione attraverso il processo di annealing.



QUALI CARICHE?

- **Il carbonato di calcio aumenta la stabilità dimensionale dei polimeri semi cristallini, ad esempio la poliammide (nylon).**
- **Il nitrato di boro e le ceramiche la conducibilità termica.**
- **Le cariche metalliche la conducibilità elettrica o rilevabilità ai metal detector.**
- **Il talco e il caolino aumentano il modulo elastico ma non resistenza all'urto, che resta stabile o peggiora.**



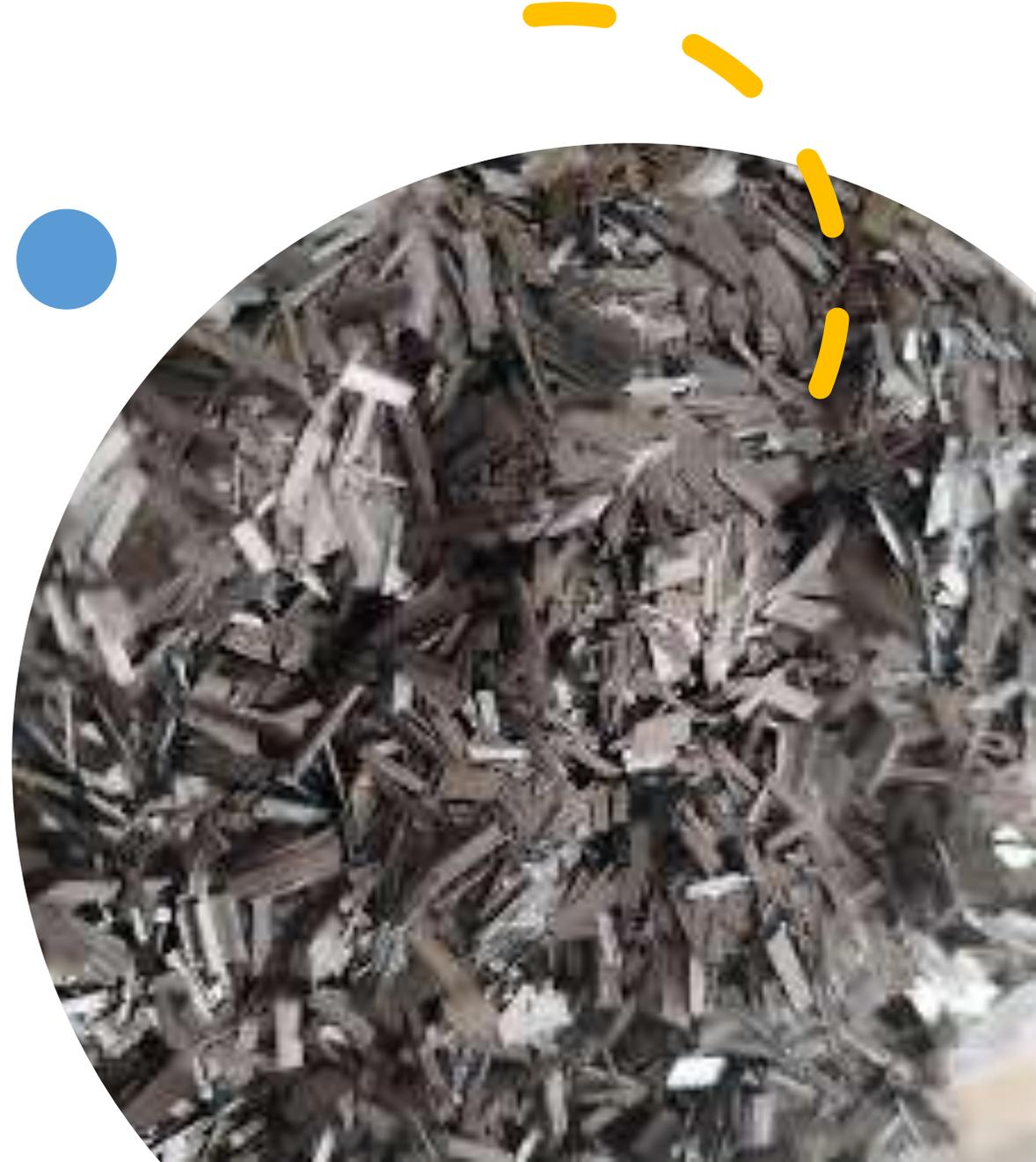
RINFORZI

- Discorso diverso quando si parla di **rinforzi fibrosi, siano essi artificiali o naturali.**
- **Le fibre più usate sono, nell'ordine, vetro, carbonio e aramidiche.**
- Il loro prezzo aumenta dal vetro all'aramidica.



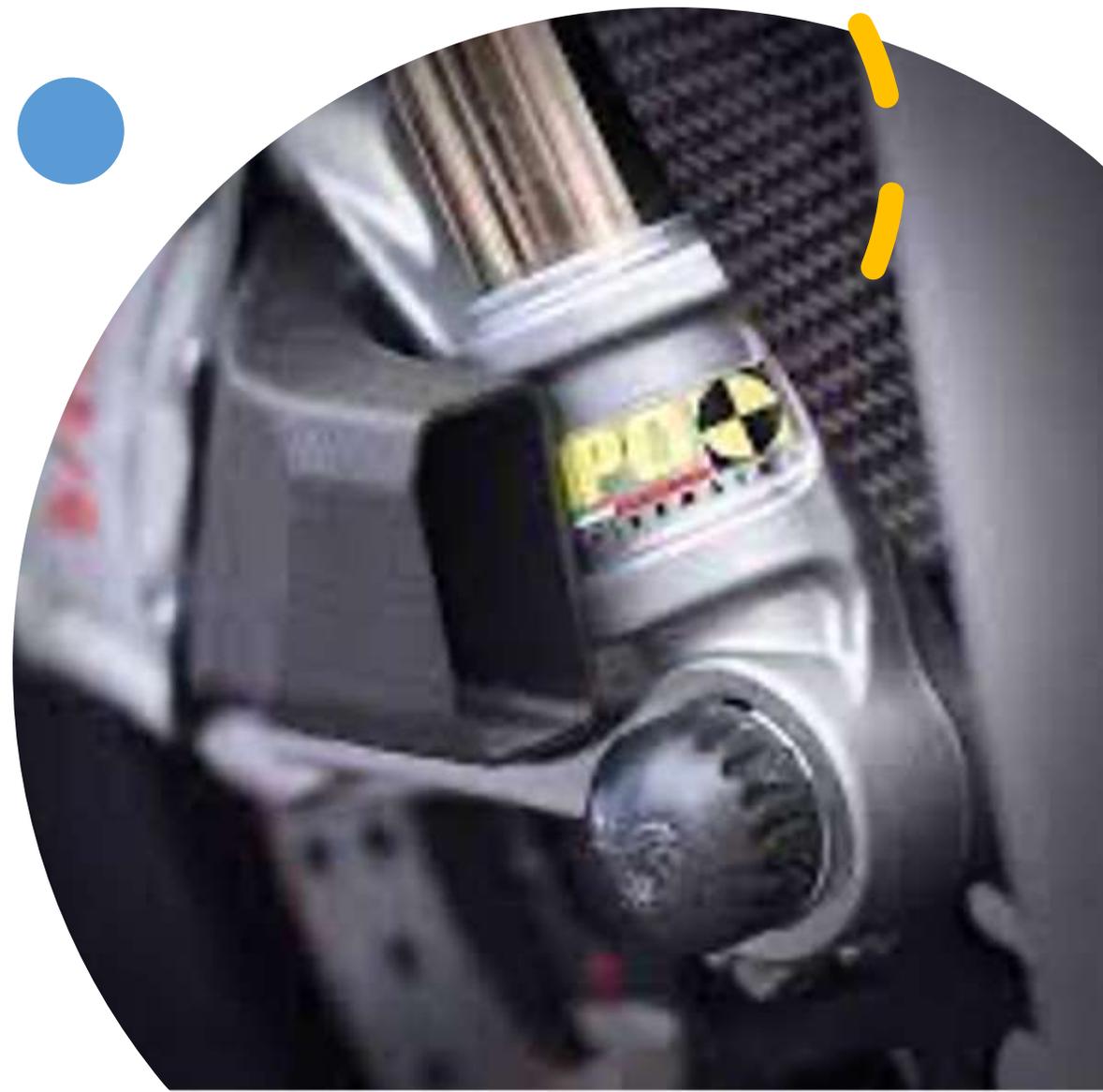
LA LUNGHEZZA CONTA

- Nella produzione di compound caricati, per aumentare le meccaniche dei pezzi prodotti, si cerca di massimizzare la lunghezza delle fibre.
- Pensate ai risultati ottenuti dell'estrusione in fibra continua Markforged.
- Nel compound la lunghezza di partenza è compresa tra 3 – 4,5 mm.
- Durante il processo di “compoundazione”, che avviene mediante estrusori bi-vite co-rotanti, **le fibre vengono tagliate dall'azione meccanica della vite sul cilindro e in uscita all'estrusore scende a circa:**
 - 350/450 micron per il vetro.
 - 260 micron per il carbonio.



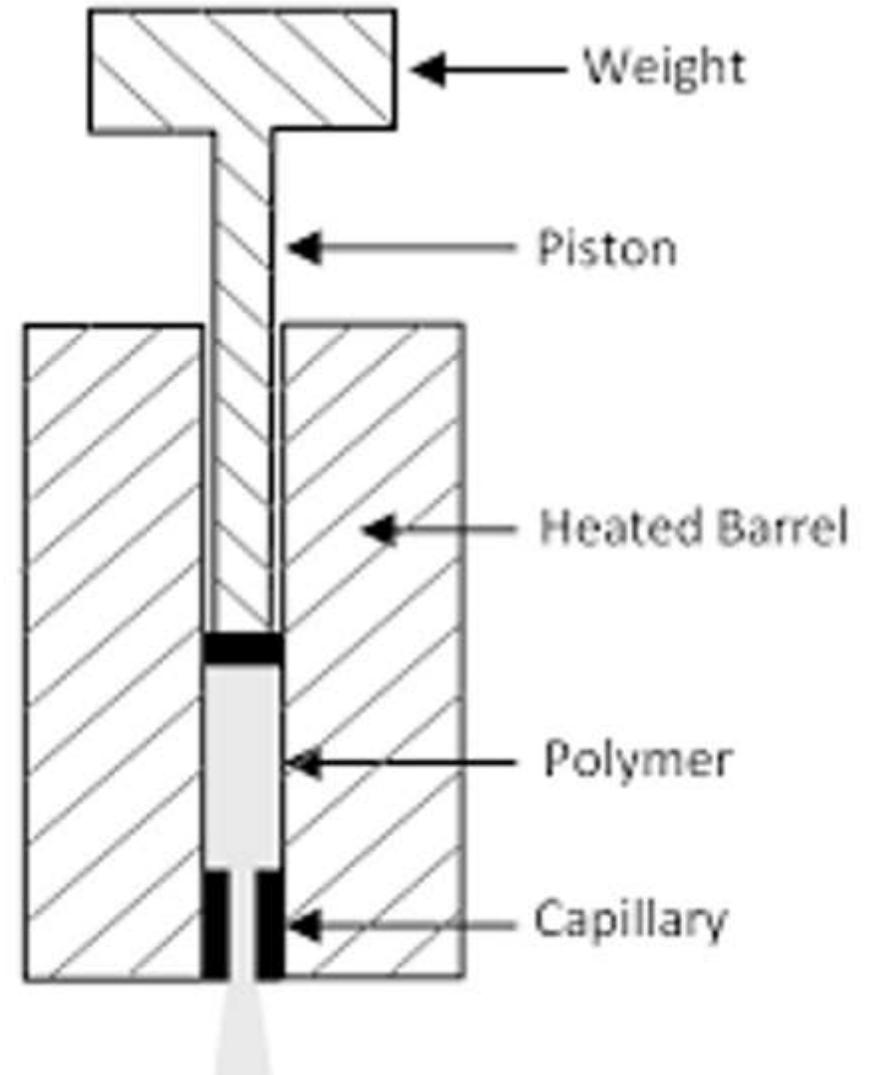
COME FARLE COLLABORARE

- Le fibre non si “legano” con la resina senza la presenza di compatibilizzanti o appretti.
- Per additivare il polipropilene con la fibra vetro si usa, ad esempio, un additivo per renderli compatibili chimicamente.
- Nel caso del nylon caricato carbonio le fibre sono rivestite da un appretto per aggraffarle.



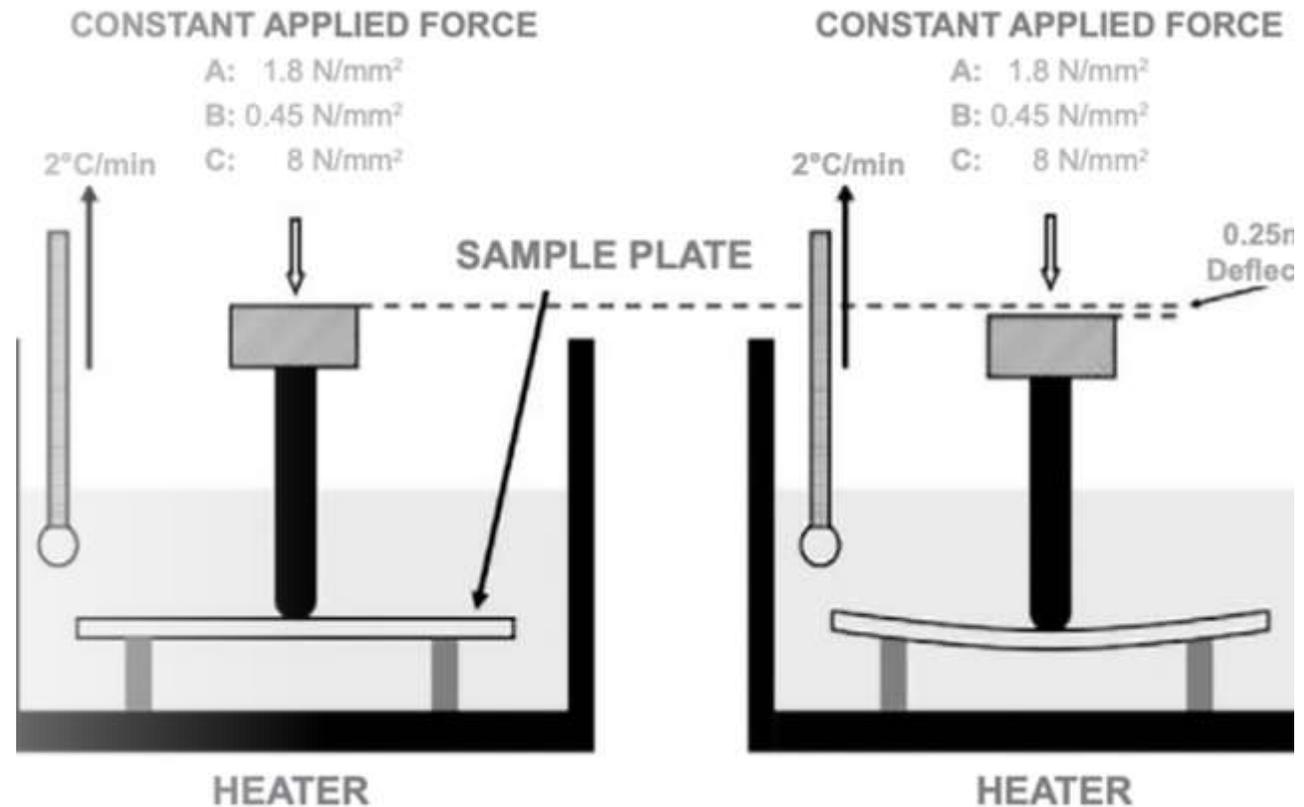
EFFETTI DELLA PRESENZA DI FIBRE

- **Reologico: abbassano l'MFI** (Melt Flow Index) che è il **valore che indica la fluidità** del materiale, in pratica quanto materiale passa attraverso un ugello ad una determinata temperatura in un determinato tempo.
- Per dare un'idea, **una poliammide può passare da un MFI di 20 a meno di 10 con il rinforzo fibroso.**



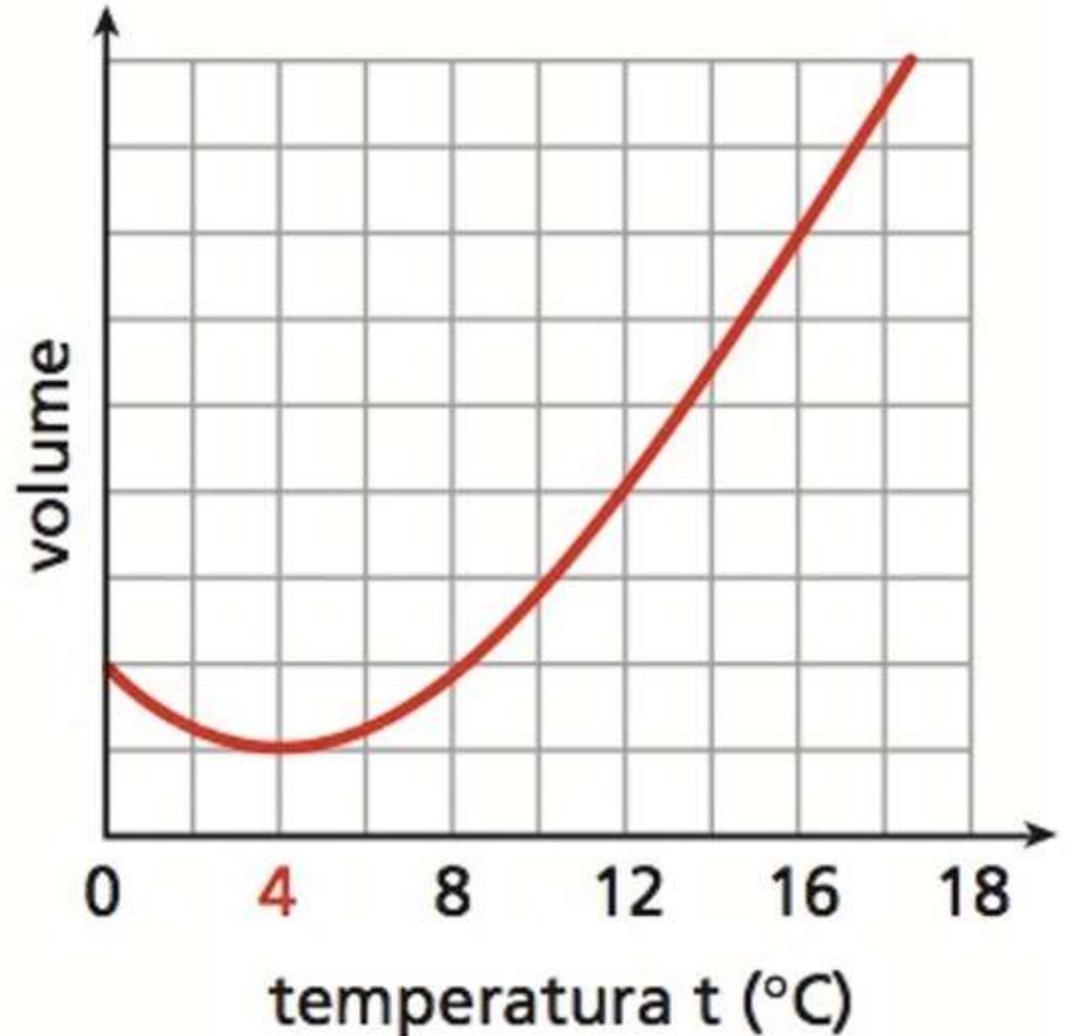
EFFETTI VARI

- Aumento del modulo, ad esempio un nylon può passare da 3000MPa a 20.000MPa col 60% fibra vetro.
- Mentre le fibre di carbonio sono quasi trasparenti ai raggi X quelle di vetro sono raio-opache.
- Aumenta urto, carico trazione e htd.
- Diminuiscono ritiri (qui un discorso a parte lo merita il carbonio).
- Può però peggiorare il comportamento al fuoco, un nylon v2, caricandolo con fibra di vetro può diventare HB, a causa del maggiore gocciolamento.



DILATAZIONI TERMICHE

- il carbonio ha una caratteristica che condivide con pochissimi altri materiali, ad esempio l'acqua, **un particolare coefficiente di dilatazione termica.**
- L'acqua, per temperature al di sotto di 4°C, **al diminuire della temperatura si espande**, infatti il ghiaccio galleggia e un lago comincia a gelare dalla superficie, mano a mano che l'acqua si raffredda e raggiunge i 4°C scende verso il basso e l'acqua che scende sotto tale temperatura sta in superficie quanto più è fredda.



E LE FIBRE?

- **Il carbonio si comporta in maniera analoga all'acqua quando scende sotto i 4°C.** Scaldandolo si ritira in quanto gli atomi hanno una disposizione per lo più planare, diciamo nel piano x-y, quando vengono riscaldati, dato che possono muoversi liberamente in z, vibrano sempre di più, ma essendo legati tra di loro si avvicinano nel piano.
- **Questa caratteristica è utile per ottenere compound che, in determinati range di temperatura non cambiano le loro dimensioni.**
- A noi, utilizzatori di stampanti 3D, aiutano in quanto **controbilanciano i ritiri del materiale, ecco perché i materiali caricati carbonio sono tendenzialmente facili da stampare, molto di più delle resine di partenza pure o caricate vetro.**

Fibra di rinforzo	Resistenza a trazione [MPa]	Coefficiente di dilatazione termica long. [$10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$]
Fibre di Carbonio	2400 – 5700	-1,6 – 0,1
Fibre di Aramide	2400 – 3150	60
Fibre di Vetro	3300 – 4500	3 – 5

IL TROPPO STROPPIA

- La percentuale di carbonio non può essere aumentata oltre certi valori per non infragilire troppo il filamento e per non avere effetti di delaminazione.
- Accortezze in fase di stampa: **diminuire la velocità, possibilità di aumentare temperatura,** rispetto alla resina base.



I NOSTRI FILAMENTI CARICATI

ALFAOMNIA

<https://www.filoalfa3d.com/it/content/7-ALFAOMNIA>

PP CF

<https://www.filoalfa3d.com/it/content/46-PPCF>

ALFATEIKO CF

<https://www.filoalfa3d.com/it/content/50-alfateiko-pps-cf>

ALFANYLON CF

<https://www.filoalfa3d.com/it/content/37-alfanylon>

ALFAPAK 3D

<https://www.filoalfa3d.com/it/content/51-alfapak-3d>

PP GF

<https://www.filoalfa3d.com/it/content/48-pp-gf>

