

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

Relazione per la prova finale

***«Analisi dei parametri di stampaggio per
l'ottimizzazione della resistenza a trazione di un
provino in polipropilene»***

Tutor universitario: Prof.re Alessandro Gandin

Laureanda: Fanny Masullo

Padova, 19/11/2024

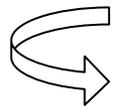
OBIETTIVI:

1. Studiare come le prestazioni di un provino cambiano al variare della quantità di polipropilene riciclato in esso contenuta
2. Capire come ottimizzare la resistenza a trazione di un provino, caratterizzato da una linea di giunzione, agendo sui parametri di stampaggio

POLIPROPILENE (PP)

Unità ripetitiva: $[- \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) -]_n$ Monomero: C_3H_6 (Propilene)

Polipropilene isotattico (PP-it)



Semplice ed economico da produrre
(Polimerizzazione stereospecifica per coordinazione)

Elevato grado di cristallinità \implies

- Rigidezza ($E \approx 6800 \text{ MPa}$)
- Resistenza termica ($T_m \approx 160\text{-}170^\circ\text{C}$)
- Insolubilità
- Basso coefficiente di diffusione



Fig. 1 – Granuli di PP-it

1° OBIETTIVO: Analisi dell'influenza della quantità di polipropilene riciclato sulle prestazioni di un provino

Cinque mescole polimeriche

MATERIE PRIME

	PP VERGINE	PP RICICLATO
<u>1°</u>	100%	0%
<u>2°</u>	75%	25%
<u>3°</u>	50%	50%
<u>4°</u>	25%	75%
<u>5°</u>	0%	100%

* % = frazioni ponderali percentuali calcolate rispetto alla massa totale (23 kg) di materie prime nella miscela

ADDITIVI

fibre di vetro, agenti antiossidanti, agenti antistatici, leganti chimici, masterbatch

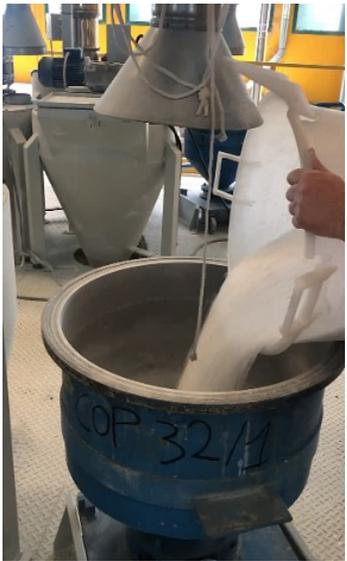


Fig. 2 – Fibre di vetro



Fig. 3 - Masterbatch

... Cinque provini diversi!



a)



b)



c)



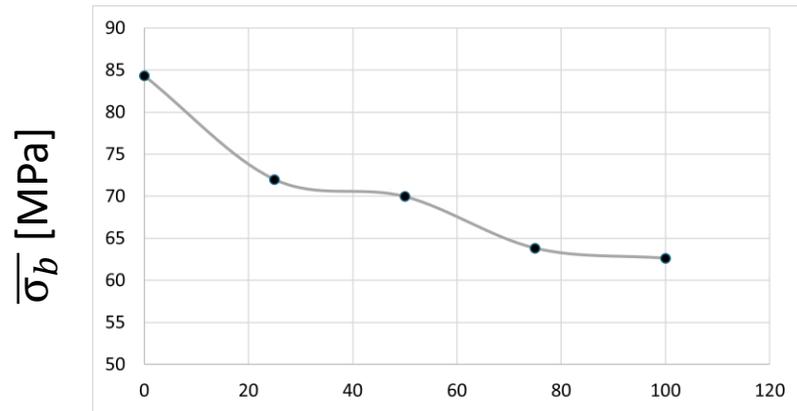
d)



e)

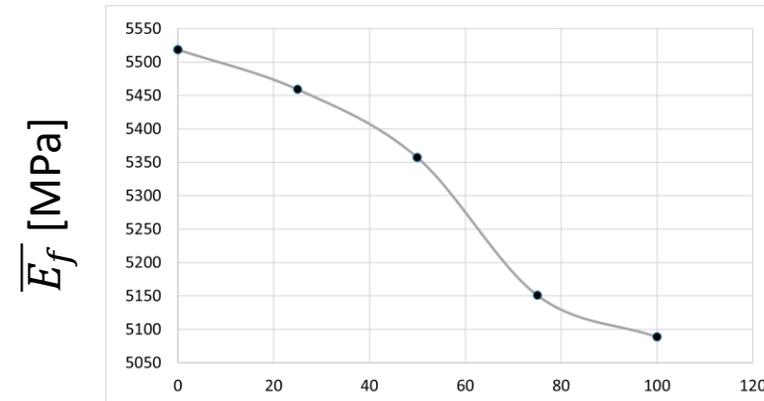
Fig. 4 – a) L'estrusore viene alimentato con la miscela polimerica, b) I filamenti continui fuoriescono dalla filiera, c) PP compound, d) I pellet vengono versati nella tramoggia di carico della pressa ad iniezione, e) Coppia di provini appena usciti dallo stampo

Prova di trazione



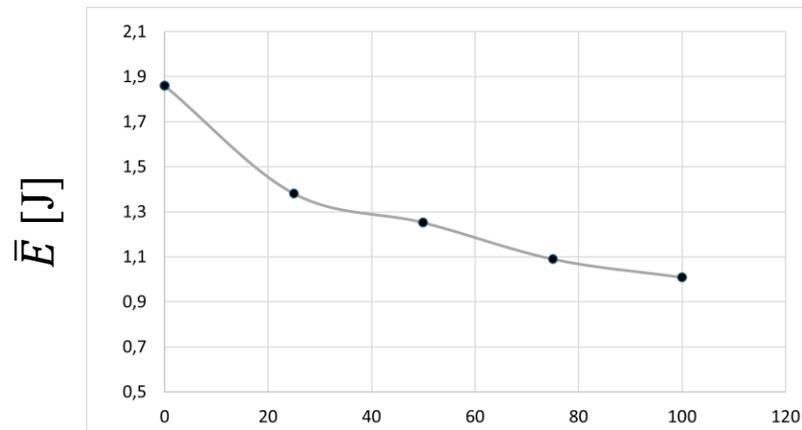
% PCR PP

Prova di flessione a tre punti



% PCR PP

Prova Izod



% PCR PP

Le prestazioni del provino calano al crescere della quantità di polipropilene riciclato in esso contenuta

Polipropilene riciclato:

- Basso grado di polimerizzazione medio
- Polimero flessibile e poco resistente



Quando si trova combinato con il polipropilene di prima scelta, le sue macromolecole corte ne riducono la rigidità e, quindi, la tenacità

Tale effetto risulta tanto più pronunciato quanto maggiore è la sua concentrazione ponderale nel polimero composito risultante (provino)

2° OBIETTIVO: Analisi dell'influenza dei parametri di stampaggio sulla resistenza a trazione di un provino caratterizzato da una linea di giunzione

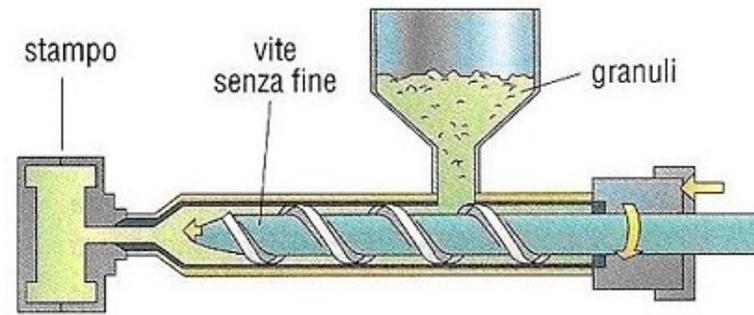


Fig. 5 – Pressa ad iniezione

Temperatura del fuso polimerico situato davanti alla testa della vite

190°C, 210°C, 230°C

Temperatura dello stampo

40°C, 65°C, 90°C

Portata d'iniezione

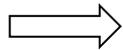
$20 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$, $50 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$, $80 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$

Combinazione ottimale \Longrightarrow $230^{\circ}\text{C}, 90^{\circ}\text{C}, 20 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$ \Longrightarrow $\bar{\sigma}_b = 33,45 \text{ MPa}, \sigma = 0,45 \text{ MPa}$

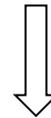
MOTIVAZIONI

- Temperatura del fuso polimerico

230°C



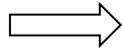
Minimizza la viscosità che il polipropilene fuso raggiunge durante la fase di riempimento, a parità di pressione d'iniezione



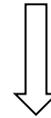
Massimizza il grado di compenetrazione che si realizza tra i due fronti di flusso, la lunghezza della regione di saldatura, nonché la resistenza a trazione del provino

- Temperatura dello stampo

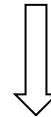
90°C



Minimizza il grado di sottoraffreddamento, ossia la forza motrice della cristallizzazione



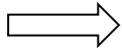
Minimizza la velocità di solidificazione del polimero fuso



Massimizza il tempo che le macromolecole hanno a disposizione per allinearsi parzialmente le une alle altre, la percentuale di fase cristallina che si forma, nonché la resistenza a trazione del provino

- Portata d'iniezione

$$20 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$



Minimizza l'impetuosità con cui i due fronti di flusso si incontrano nella cavità dello stampo



Massimizza la quantità di fibre di vetro che si orientano longitudinalmente, nonché la resistenza a trazione del provino



Fig. 6 – Superficie di frattura a cono, corrispondente ad una bassa portata d'iniezione



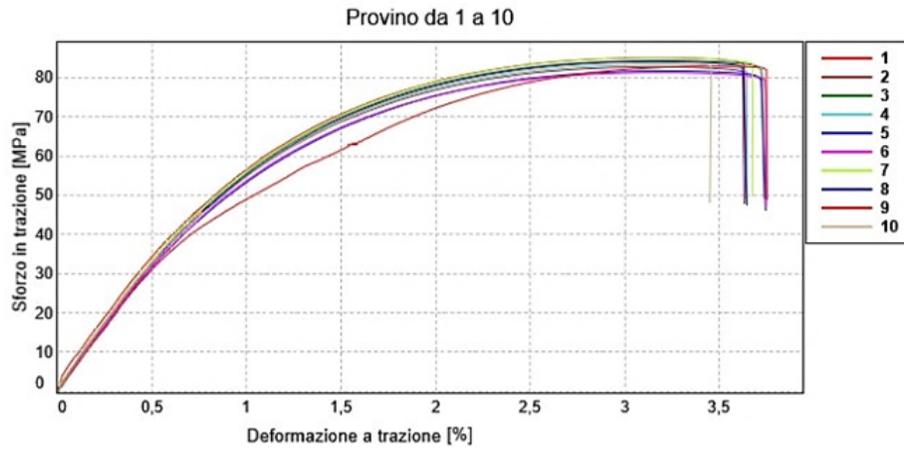
Fig. 7 – Superficie di frattura piatta, corrispondente ad un'alta portata d'iniezione

CONCLUSIONI:

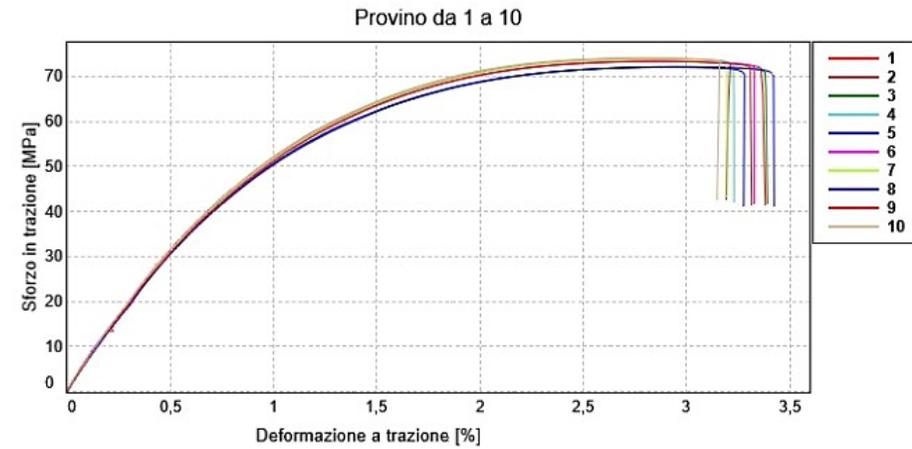
1. Il polipropilene riciclato influenza negativamente le proprietà di un provino in misura proporzionale alla sua concentrazione MA il suo utilizzo, solo se in piccole quantità, è vantaggioso perché consente di ridurre sia i costi di produzione che l'impatto ambientale
2. Una scelta ponderata dei parametri di stampaggio può sicuramente migliorare le prestazioni di un provino MA non stravolgerle, perché dipendono in primo luogo dalla sua composizione chimica

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

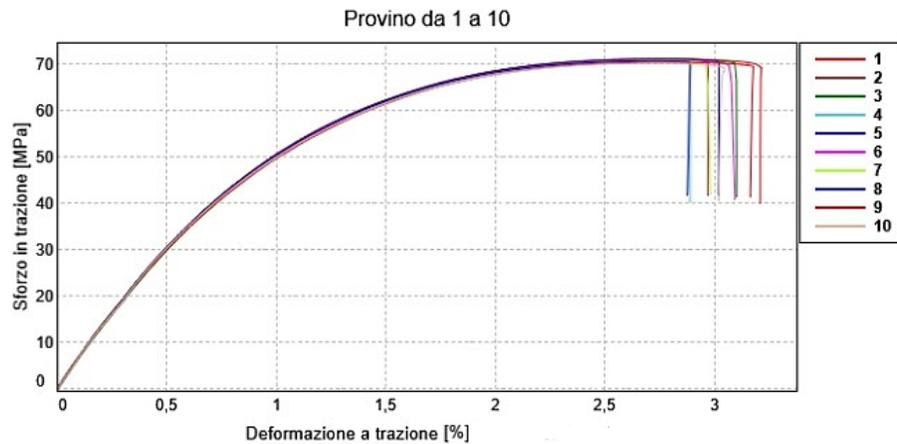
0% PCR PP , $\bar{\sigma}_b = 84,32$ MPa



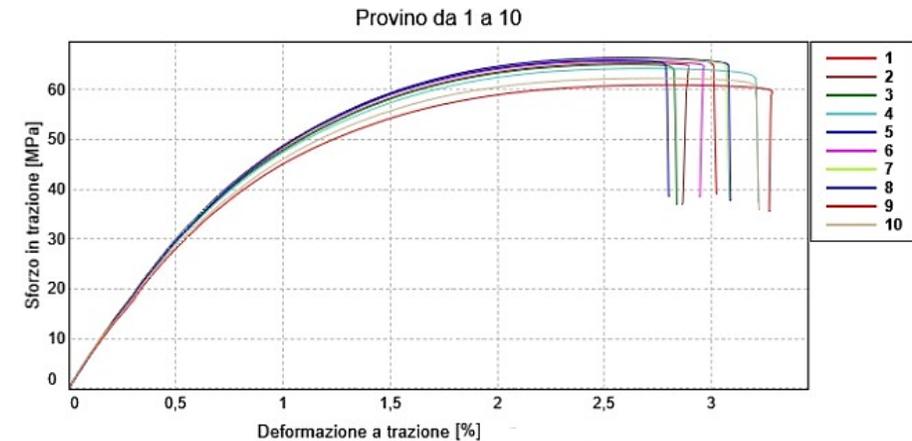
25% PCR PP , $\bar{\sigma}_b = 71,98$ MPa



50% PCR PP , $\bar{\sigma}_b = 69,95$ MPa



75% PCR PP , $\bar{\sigma}_b = 63,81$ MPa



100% PCR PP , $\overline{\sigma_b} = 62,61$ MPa

