

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

***Relazione per la prova finale  
«Vetroresina: tecnologie,  
applicazioni e caratteristiche»***

Tutor universitario: Prof. Calliari Irene

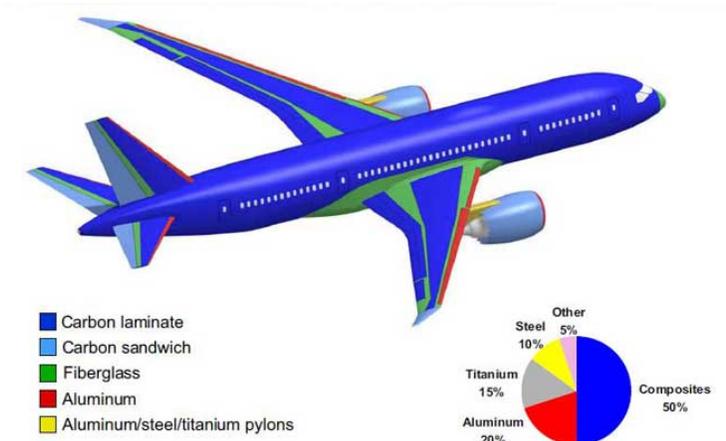
Laureando: *Donato Nicolò*

Padova, 16/07/2024

• INTRODUZIONE.....	3
• MATERIALI COMPOSITI.....	4
• VETRORESINA.....	5
• FIBRA DI VETRO.....	6
• RESINA POLIESTERE.....	7
• LEGAME FIBRA DI VETRO.....	8
I. Polimerizzazione.....	8
• CARBON COMPOSITI.....	9-10
• HAND LAY-UP.....	11
• INFUSIONE.....	12
• FILAMENT WINDING.....	13
• BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	14
• CONCLUSIONI.....	15

## OBIETTIVI DEL LAVORO

La mia esperienza inizia alla Carbon Compositi S.r.l. nel 2014, partendo da una comprensione delle metodologie di lavoro e sicurezza, fino ad arrivare ad oggi, giorno dell'esposizione di questa presentazione, redatta sulla base delle attività ed esperienze ottenute durante il tirocinio formativo, svolto presso la medesima azienda da cui sono assunto. L'intento di questo elaborato è quello di far conoscere e comprendere l'impatto che la vetroresina ha nella nostra vita quotidiana, ed, inoltre, quello di esporre e spiegare i principali metodi di produzione della stessa specifici dell'azienda proposta.



I materiali compositi rappresentano un'ampia gamma di materiali utilizzati in svariati settori, industriali e non. Il loro utilizzo spazia dal settore medico a quello edilizio, dal settore automobilistico a quello navale.

Il primo tipo di materiale composito conosciuto risale all'epoca degli Egizi, quando per costruire le abitazioni venivano utilizzati dei mattoni composti da fango e paglia.

Un materiale composito è un materiale multifase creato artificialmente, costituito da fasi chimicamente diverse separate da un'interfaccia.

Viene ottenuto accoppiando due o più materiali con caratteristiche diverse, a volte anche molto distanti tra loro, così da ottenere un prodotto finale in grado di combinare le migliori proprietà dei relativi materiali costituenti.

La classe più importante da prendere in considerazione è quella dei materiali a matrice polimerica, questo per via della loro svariata applicabilità. Ne viene infatti fatto un utilizzo su larga scala a livello globale, in particolare sono parte fondamentale di tutti i processi produttivi dell'azienda di cui si tratta in questo elaborato.

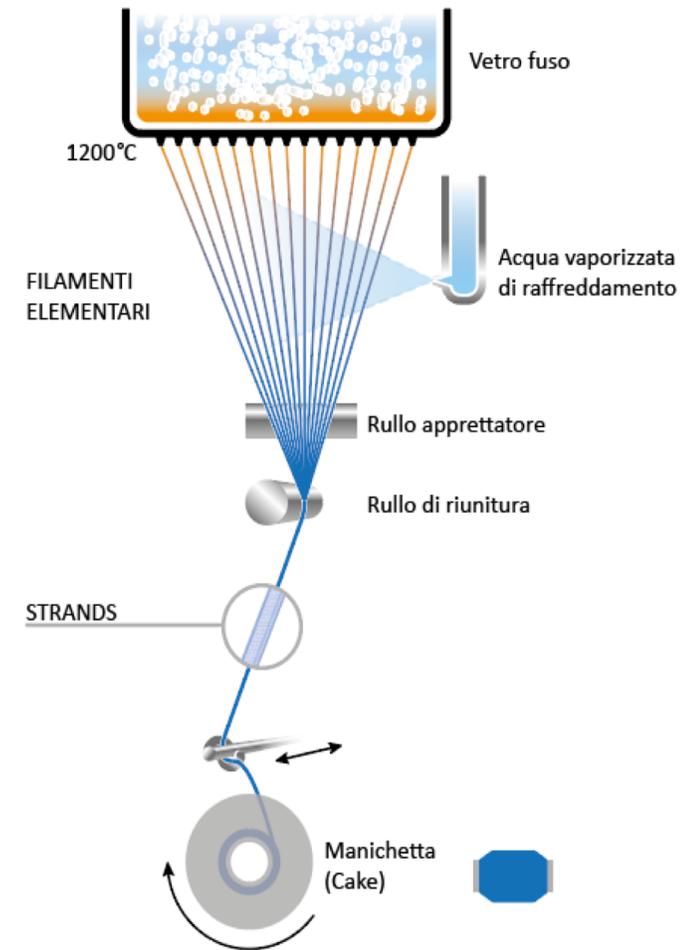
Materiale	Densità ro ( g/cm <sup>3</sup> )	Modulo elastico E (GPa)	Resistenza Mpa	E/ ro	Mpa * cm <sup>3</sup> /g
<b>Compositi</b>					
carbonio/resina a epossidica	1.5	189	1050	126	700
vetro/ resina poliestere	2.0	48	1240	24	620
kevlar/resina epossidica	1.4	76	1240	54	886
<b>Metalli</b>					
Acciaio ad alta resistenza	7.8	207	1000	27	128
Lega di alluminio	2.8	71	50	25	179

Conosciuta anche come vetroplastica o GRP (Glass Reinforced Plastic), la vetroresina è il risultato della combinazione di fibre di vetro e resina polimerica. Questa combinazione crea un materiale leggero, resistente e altamente adattabile, che ha rivoluzionato numerosi settori industriali.



Le fibre di vetro sono ottenute da materie prime rinnovabili, facilmente reperibili in natura: caolino, allumina, silice. La miscela di ossidi viene caricata in un forno fusorio dove assume lo stato liquido (attorno ai 1500°C) che ne permette l'alimentazione di una filiera in cui il vetro fuso viene mantenuto ad una temperatura di circa 1250°C che conferisce la viscosità più adatta alla filatura.

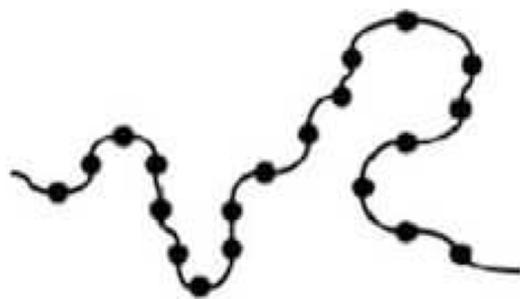
Il fondo della filiera infatti è dotato di un certo numero di ugelli (da 400 a 8000) da ognuno dei quali, tramite un aspo rotante a velocità variabile (da 2000 a 8000 giri/min), si estraggono dei filamenti elementari con diametro dell'ordine dei micron (da 4 a 31) in funzione appunto della viscosità del vetro fuso (controllata dalla temperatura in filiera) e della velocità di estrazione (controllata dalla velocità dell'aspo). La stabilità di questi parametri è essenziale per garantire un diametro costante dei filamenti.



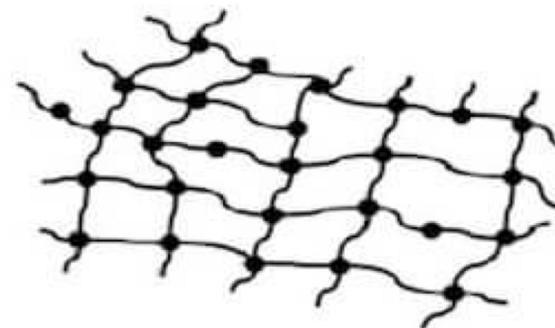
La resina rappresenta la parte continua e di riempimento in un materiale composito, essa ingloba le fibre di rinforzo e con esso attraverso un'interfaccia chimico-fisica crea un legame, responsabile delle proprietà finali del materiale.

Conferisce la forma all'oggetto che si vuole produrre, la resina, quando indurisce, dà al composto la forma dello stampo, per questo deve possedere una buona lavorabilità, funzione della viscosità, che è a sua volta funzione della temperatura.

La resina inizialmente si presenta come un fluido viscoso, per poi essere indurita tramite un processo di polimerizzazione.



Polimero lineare



Polimero reticolato

## LEGAME FIBRA DI VETRO – RESINA

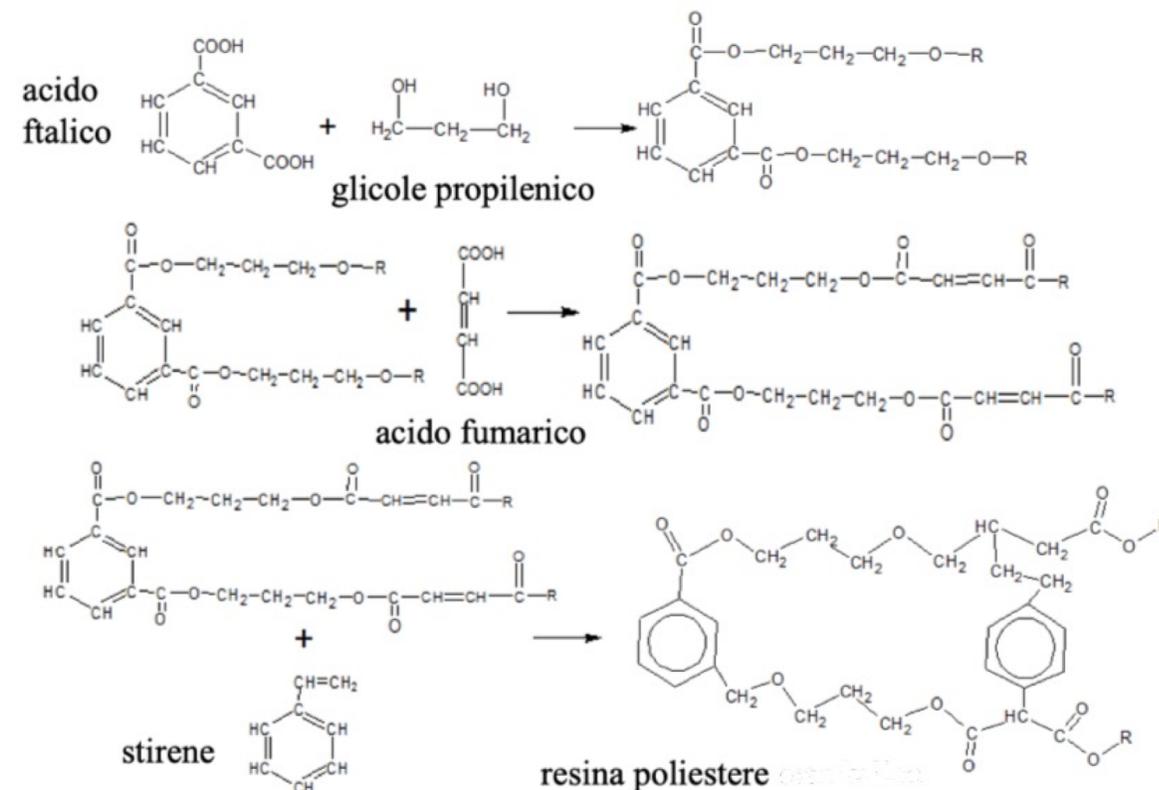
Le resine a differenza delle fibre di rinforzo non presentano alcuna proprietà di resistenza strutturale, difetto però compensato dalla presenza di quest'ultime, appunto: la fibra senza resina è come un tessuto morbido e conformabile. Inoltre, le fibre trasferiscono i carichi meccanici e, in alcuni casi, fungono da barriera di tipo chimico.

## CO-POLIMERIZZAZIONE

La polimerizzazione è il processo che converte la resina da fluido viscoso a materiale rigido e solido.

Questo fenomeno ha inizio quando la resina viene mescolata con un catalizzatore, ovvero un composto organico altamente reattivo in grado di dar via al processo di gelificazione, inoltre può essere favorito e velocizzato ponendo in prossimità di esso una fonte di radiazioni UV o fornendo calore.

Tale processo consiste nella reticolazione del polimero, ovvero, la creazione di legami reticolari ed intra-reticolari tra le varie catene di idrocarburi

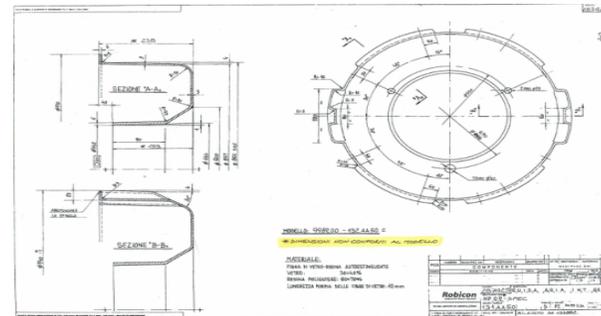


La Carbon Compositi S.r.l di Basiliano (UD) rappresenta da 30 anni un punto di riferimento nel campo della produzione di manufatti in vetroresina, riparazioni, assistenza e ricerca, per privati e aziende, con una forte presenza sia in ambito nazionale che internazionale.

E' qui che ho avuto la possibilità di poter svolgere il tirocinio universitario, apprendendo le tecnologie di produzione utilizzate per la vetroresina, le sue applicazioni e caratteristiche.

## ATTIVITA' SVOLTE:

- comprensione disegno tecnico
- produzione e assistenza
- analisi prodotto finale



## FIBRE UTILIZZATE:

- Chopped strand mat
- Fibra di vetro multiassiale
- Fibre continue



## RESINE UTILIZZATE:

- Resina vinilestere
- Resina isoftalica
- Resina poliestere autoestinguente

## PROCESSI DI PRODUZIONE:

- Hand lay-up
- Infusione
- Filament winding

L'hand lay-up rappresenta la metodologia di produzione più diffusa nel mondo della vetroresina, in quanto adattabile a quasi ogni tipologia di commessa richiesta dal cliente, ovvero produzione di manufatti o riparazioni in loco.

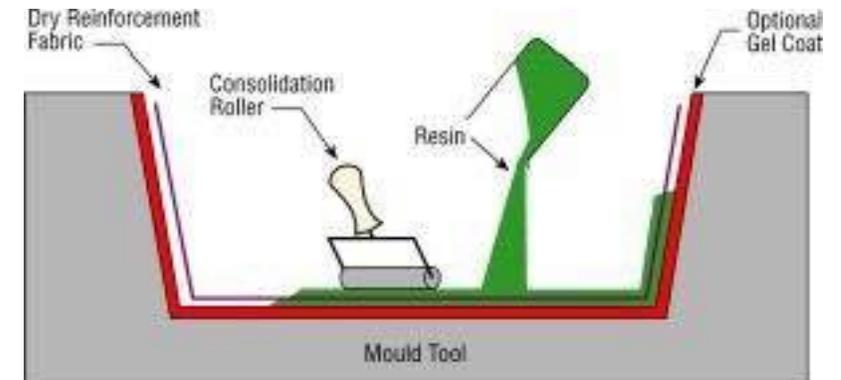
Questa tecnica permette la produzione di manufatti di varie dimensioni, da qualche centimetro a vari metri di lunghezza dell'oggetto finale.

#### VANTAGGI:

- Facilità di messa a punto
- Versatilità
- Basso costo

#### SVANTAGGI:

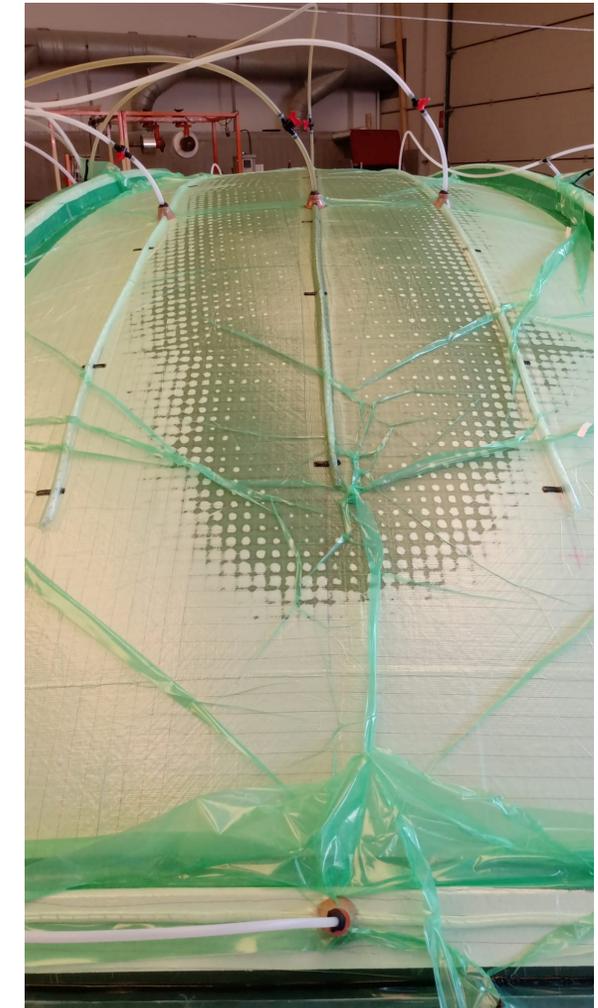
- Limitazioni nelle dimensioni di produzione
- Limitate caratteristiche strutturali e meccaniche



Questo processo viene utilizzato per produrre oggetti di grandi dimensioni ma con forme meno complesse rispetto alla metodologia precedentemente esposta.

Il suo svantaggio invece è quello di richiedere più tempo nella preparazione dell'oggetto prima di poterlo considerare finito e utilizzandolo per produrre oggetti ingombranti, richiede più spazio per essere messo in pratica.

E' una tecnologia denominata a stampo chiuso, che non permette l'evaporazione di stirene nell'ambiente circostante.



Il filament winding rappresenta la tecnologia di produzione di vetroresina più avanzata e complessa, viene messa in pratica utilizzando macchinari progettati specificatamente per la creazione di corpi cilindrici in generale , di piccole e grandi dimensioni.



## SITOGRAFIA E BIBLIOGRAFIA

### SITO

<https://www.targlass.it/materiali-compositi/fibre-di-rinforzo/fibre-di-vetro/produzione/>

<https://www.mondobarcamarket.it/le-resine-poliesteri-per-la-costruzione-di-imbarcazioni-in-vetroresina/>

<https://www.xpolymers.it/fibre%20di%20vetro.html>

### BIBLIO

COMPOSITE MATERIALS , DESIGN AND APPLICATIONS , Daniel Gay Suong V. Hoa Stephen W. Tsai

Slide materiali compositi alessandro martucci unipd

Un sentito e profondo ringraziamento lo dedico alla Carbon Compositi, che in questi anni oltre ad avermi sostenuto in questo percorso, mi ha dato la possibilità di mettere in pratica le basi teoriche studiate in questi anni.

Un ringraziamento all'Università degli Studi di Padova e ai professori.