

Anno Accademico 2020-2021

CORSO ETICA PER LA PROGETTAZIONE

Imballaggi: Plastica

Chimica del Polipropilene

19 aprile 2021

Prof. Massimo ODDONE

Dipartimento di Chimica Generale

Università degli Studi di Pavia

Viale T. Taramelli, 12

27100 Pavia

[@ - mail:massimo.oddone@unipv.it](mailto:massimo.oddone@unipv.it)

 0382 – 987334

## CENNI STORICI CENNI STORICI

Da menzionare il primo contatto di Natta con il mondo dei polimeri.

Nel 1933 ebbe una borsa di studio presso il laboratorio del prof. SEEMANN a Friburgo: qui conobbe il prof. Hermann Staudinger che si occupava di macromolecole.

Natta iniziò studi sulla struttura cristallina delle stesse.

Nel 1952 il prof. Karl Ziegler del Max Planck Institut di Muelheim an der Ruhr pubblica esito ricerca e deposita brevetti per:

Sintesi di polimeri di basso peso molecolare e consistenza cerosa facendo reagire, a bassa pressione, etilene in presenza di alluminio trietile.

Il prof. Natta intuisce la possibilità di sviluppo di questa scoperta nonostante le perplessità per l'uso di Alluminio Trietile (altamente pericoloso)

Natta convince l'ing. Piero Giustiniani, presidente Montecatini, ad acquisire la licenza per i brevetti del prof. Ziegler.

Agli inizi del 1954, nell'ambito degli accordi di licenza il Prof. Ziegler comunica di aver prodotto:

*Politene a bassa pressione facendo reagire etilene in presenza di una miscela di Alluminio Trietile e Tetracloruro di Titanio.*

Proprio nel 1954 ha inizio «l'anno magico» del gruppo di ricerca guidato dal prof. Natta ha la grande intuizione di usare il metodo Ziegler per polimerizzare il propilene.

Il propilene era un sottoprodotto del cracking etilenico, utilizzato come combustibile miscelato con altri idrocarburi.

I polimeri da propilene fino allora erano di basso peso molecolare, di consistenza oleosa, di scarso o nullo uso.

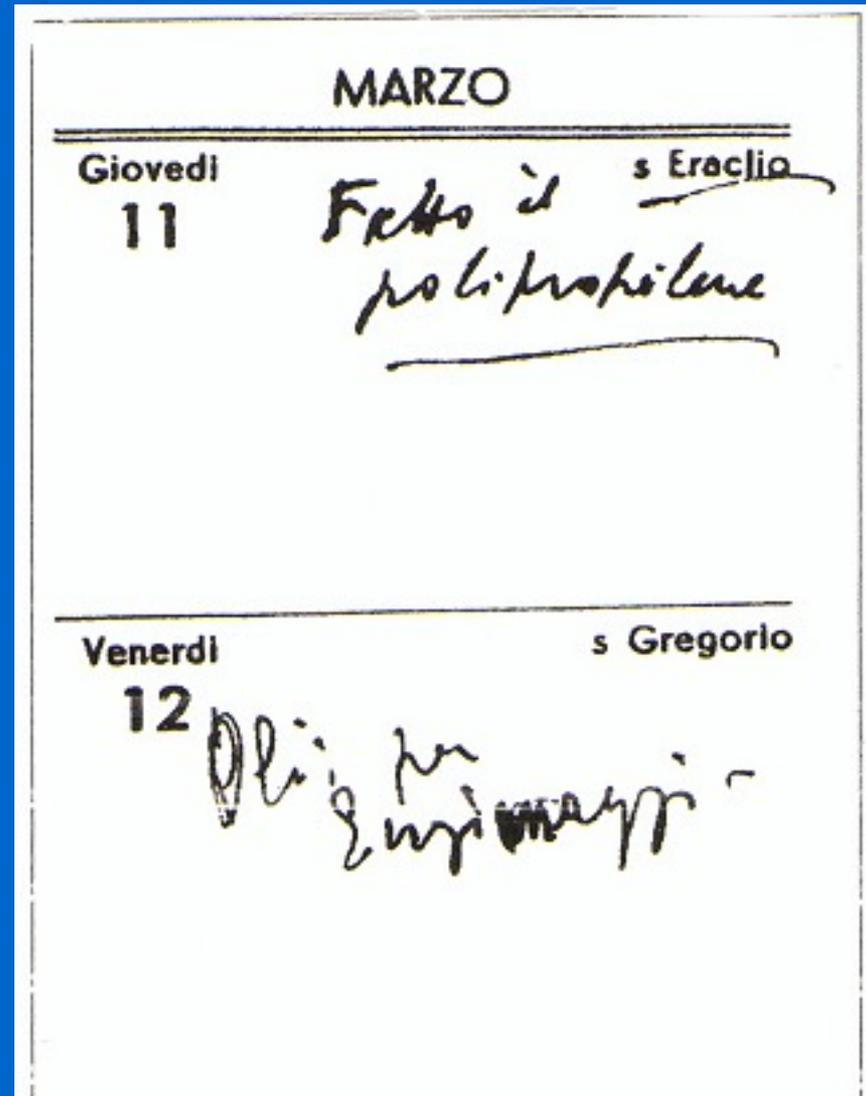
11 Marzo 1954 il propilene viene fatto reagire a bassa pressione e temperatura in presenza della miscela dei catalizzatori di Ziegler.

Si ottiene una massa polimerica semisolida ed appiccicosa.

Con un metodo ideato dal team di Natta che usa come solvente idrocarburi bollenti a diverse temperature si isolano tre frazioni:

1. Frazione semisolida, amorfa all'esame cristallografico.
2. Frazione parzialmente cristallina. Fonde a 120 °C.
3. Frazione solida altamente cristallina. Fonde a 175 °C e rappresenta circa il 30% della massa totale.

Giulio Natta scrive sul suo diario:



6 Giugno 1954 la Montecatini deposita domanda di brevetto, inventore Giulio Natta circa nuovi polimeri ad alta cristallinità da propilene.

Successo scientifico...

Certamente ma, di scarsa utilità industriale!

La rilevanza della scoperta non fu tanto nella polimerizzazione del propilene, all'epoca un "inutile" come sottoprodotto del *cracking* catalitico, ma nel fatto di poter controllare la struttura spaziale del polimero ottenendo a struttura ordinata regolare.

Spesso la reazione non avveniva e non si otteneva polimero.

Al meglio si otteneva una frazione di polimero altamente cristallino non superiore al 30% della massa iniziale.

La filosofia di ricerca del prof. Natta esigeva pronto utilizzo pratico delle scoperte.

Nell'arco di sei mesi!!

Il team di Natta supera i due ostacoli.

Si cambia metodo di preparazione della miscela dei catalizzatori ottenendo:

1. Catalizzatore risulta più attivo
2. La reazione produce sempre polimero,
3. Rimane però il problema della resa sempre ferma al 30%.

Con lo stesso metodo si ottengono polimeri altamente cristallini anche da stirene e butadiene.

In parallelo il prof. Corradini, parte del team, brillante strutturista e cristallografo scopre:

La frazione altamente cristallina ha una configurazione nello spazio a spirale con gli atomi di carbonio asimmetrici disposti sempre dallo stesso lato.

Il 27 Luglio 1954 la Montecatini deposita domanda di brevetto inventori, Giulio Natta, Piero Pino, Giorgio Mazzanti per la preparazione della miscela di catalizzatore in presenza del monomero per ottenere polimeri altamente cristallini.

La catena polimerica presenta per lunghi tratti gli atomi di carbonio asimmetrici in una precisa disposizione sterica.

Polipropilene impiegabile come materia plastica, fibra tessile, film per imballaggio.

Ultimi mesi del 1954 il problema della resa viene risolto!!

Il prof. Mazzanti suggerisce di sostituire il Tetracloruro di Titanio (liquido) con Tricloruro di Titanio (solido).

1. Alla prova appena aperto il recipiente di reazione:
2. Tutto il polimero si presenta solido e pulverulento
3. All'estrazione con solvente bollente la resa del polimero cristallino si rileva essere superiore al 95%

La via alla produzione industriale è aperta!

La stessa reazione si applica al butadiene ottenendo polibutadiene per produzione di gomme sintetiche

Stereospecificità del polimero:

la signora Rosita Natta sua moglie grazie alla sua conoscenza del Greco antico suggerisce di appellare questo tipo di polipropilene come:

ISOTATTICO

La parola ISOTATTICO compare per la prima volta in un brevetto.

Con quest'ultima domanda di brevetto si conclude l'Anno Magico 1954.

Le scoperte dell'anno 1954 varranno nel 1963 il premio Nobel ai Proff. Giulio Natta e Karl Ziegler.

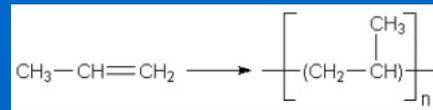
La comunità scientifica già nel 1955 definisce le scoperte di Natta A Revolution in the Polymer Science.

Nella motivazione del premio Nobel si afferma:

*Il monopolio della natura è stato annullato in seguito alle ricerche del prof. Natta e della sua scuola.*

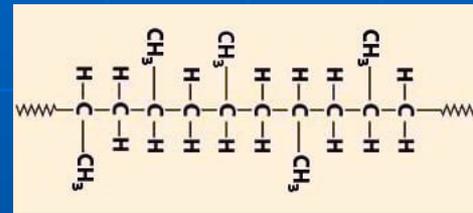
Da quel momento il Prof. Natta viene riconosciuto come «Il padre della stereochimica delle macromolecole»

La polimerizzazione del propilene può essere schematizzata nel modo seguente: si ottiene per polimerizzazione radicalica del propene, un gas ottenuto da fonti fossili.



Dal propene si ottengono tre forme di polipropilene: ma che può avvenire secondo tre meccanismi diversi e dare luogo a tre composti diversi.

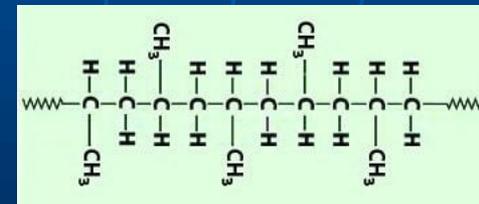
Nel polipropilene atattico le catene del polimero sono orientate in modo disordinato con il gruppo metilico disposto casualmente a lato di esse.



Polipropilene atattico: i  $-\text{CH}_3$  (alternati ai  $-\text{CH}_2-$ ) sono disposti in modo disordinato.

Nel polipropilene sindiotattico le catene risultano ordinate, in parte cristalline.

I gruppi metilici sono disposti alternativamente da un lato e dall'altro rispetto all'asse della catena polimerica.

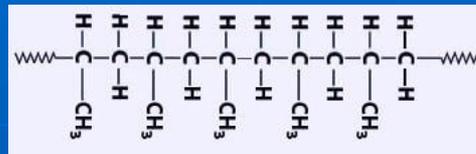


Polipropilene sindiotattico: i  $-\text{CH}_3$  (alternati ai  $-\text{CH}_2-$ ) sono disposti alternativamente da un lato e dall'altro rispetto all'asse della catena polimerica.

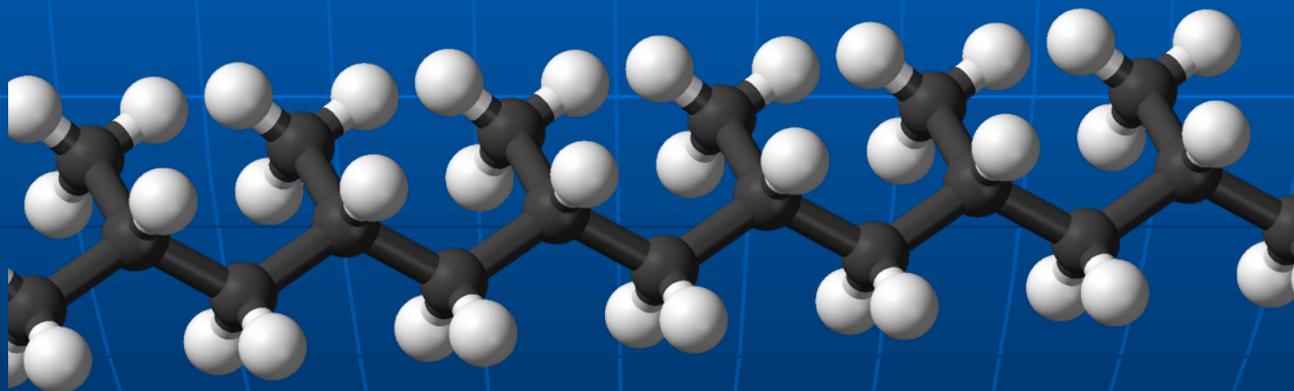


Nel polipropilene isotattico i gruppi metilici sono disposti tutti da un unico lato rispetto all'asse della catena polimerica.

Le catene risultano ordinate e cristalline.



Polipropilene isotattico: i -CH<sub>3</sub> (alternati ai -CH<sub>2</sub>-) sono disposti tutti da un unico lato rispetto all'asse della catena polimerica.



La prima produzione industriale di polipropilene Moplen avvenne a Ferrara nel 1957, anno in cui fu firmato il trattato di Roma, che sancì la costituzione della Comunità Europea, della comparsa in Italia della grande distribuzione organizzata e della FIAT 500.

Dal punto di vista pratico ed industriale il polipropilene isotattico è quello più interessante poiché la sua configurazione gli conferisce un'elevata cristallinità alla quale corrispondono migliori caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche del polimero.

I tempi di passaggio da laboratorio a scala industriale sono tuttora un record!

Il segreto fu la sinergia università industria.

Oggi diffusissimo e viene ottenuto, sotto forma di fibra tessile, con il nome di Meraklon e usato per recipienti, profilati e lastre con il nome di Moplen.

Le scoperte di Natta e la nostra vita

Hanno i polimeri ad alta cristallinità, in primis il polipropilene, cambiato la nostra vita?

La risposta è sì!

Non solo cambiata ma si può dire rivoluzionata!!!

L'uso di metalli e loro leghe come acciaio, alluminio etc. e del legno si è drasticamente ridotto.

Le nostre automobili

Vedete ancora circolare auto con paraurti in acciaio cromato?

Il primo paraurti in materiale plastico fu installato negli anni 70 su una vettura Lancia!

Quante sono le auto con finiture interne in legno o metallo cromato?

Nel motore stesso quanti componenti una volta in metallo sono ora in plastica?

I pneumatici sono per la maggior parte in gomma sintetica.

Nelle nostre case:

Vediamo ancora «fili» elettrici isolati con treccine di cotone?

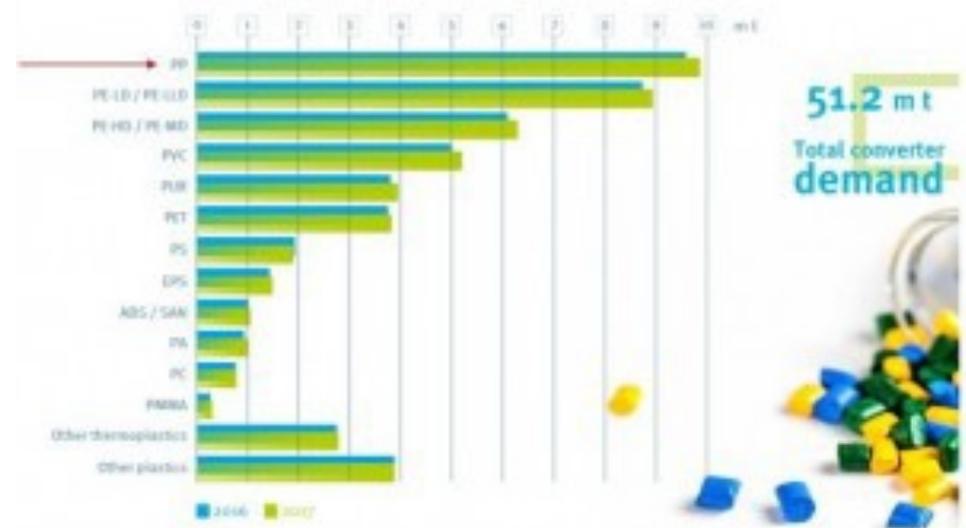
Chi si ricorda di aver usato uno scolapasta in alluminio oppure un catino in acciaio smaltato?

Quando accendiamo la luce diamo per scontato che l'interruttore e la piastrina siano quasi sempre in plastica.

Il polipropilene è il più utilizzato polimero in assoluto in Europa, sia come volume totale sia per applicazione:

### Plastic converter demand by resin type

Distribution of European (EU28+NO/CH) plastic converter demand by resin type in 2017.  
Source: PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) and Commerce Market & Strategy GmbH



# European plastic converter demand by polymer types in 2017

Data for EU28+NO/CH

Source: PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) and Coevolve Market & Strategy GmbH





Le tipologie di polipropilene più comunemente utilizzate sono:

PP omopolimero (PPh) – densità  $904 \div 908 \text{ kg/m}^3$  – p.f.  $160 \div 165 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Il PPh è più rigido dei copolimeri ed ha maggiore resistenza a snervamento.

Se usato nel suo colore naturale risulta traslucido e permette di vedere attraverso la parete del manufatto.

È meno resistente all'urto delle versioni copo, specialmente a  $T < 0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

PP copolimero (PPc) – densità  $904 \div 908 \text{ kg/m}^3$  – p.f.  $135 \div 159 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Il PPh è più rigido dei copolimeri ed ha maggiore resistenza a snervamento.

Se usato nel suo colore naturale risulta traslucido e permette di vedere attraverso la parete del manufatto.

È meno resistente all'urto delle versioni copo, specialmente a  $T < 0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## Copolimero random

Il PPc random è ottenuto con l'aggiunta di circa il 5% di etilene (o butene) co-monomero che "interrompe" la cristallinità del polimero risultando essere otticamente "chiaro" permettendo così di ottenere manufatti trasparenti e di ottimo aspetto estetico.

È più "flessibile e con proprietà a trazione inferiori rispetto al PPh e all'impact copolymer.

Ha proprietà all'impatto superiori al PPh a temperatura ambiente ( $T_{amb}$ ), ma simili a freddo.

## Copolimero a blocchi

Il PPc a blocchi, ottenuto con l'aggiunta di co-monomero nell'ordine del 5 ÷ 15% le cui unità sono inserite regolarmente nella struttura, è meno fragile e più resistente del PPc random.

Impact copolymer – densità  $898 \div \text{kg/m}^3$

L'impact copolymer è ottenuto con un processo che implica l'utilizzo di due reattori: nel primo si produce l'omopolimero che è successivamente trasferita nel secondo dove propilene ed etilene sono polimerizzati a dare gomma EPR in forma di noduli microscopici che si disperdono nella matrice omopolimerica.

Sono questi noduli che conferiscono la resistenza all'impattosia a  $T_{amb}$  che a freddo. In generale, maggiore è la concentrazione di gomma, maggiore è la resistenza all'impatto, minori la rigidità e le proprietà a trazione.

## Perché il polipropilene

**Leggerezza:** Sia il polimero tal quale che i compound, a parità di carica o rinforzo, risultano più leggeri della maggior parte degli altri polimeri.

Questo significa che, a parità di applicazione, si produce un maggior numero di pezzi.

**Assorbimento di acqua trascurabile:** 0,03% dopo 24 h (ASTM D570); incremento di peso 0,2% dopo 6 mesi a  $T_{amb}$ ; incremento di peso <0,5% dopo 6 mesi a 60 °C (fonte Lyondellbasell)

**Resistenza chimica:** Il PP è un polimero semi-cristallino sostanzialmente apolare, il che lo rende chimicamente stabile a contatto con la maggior parte delle sostanze chimiche.

Poiché resta sempre valida la massima “il simile scioglie il simile” è soggetto ad interazione con le sostanze di natura chimica affine.

## Perché il polipropilene

**Leggerezza:** Sia il polimero tal quale che i compound, a parità di carica o rinforzo, risultano più leggeri della maggior parte degli altri polimeri.

Questo significa che, a parità di applicazione, si produce un maggior numero di pezzi.

**Assorbimento di acqua trascurabile:** 0,03% dopo 24 h (ASTM D570); incremento di peso 0,2% dopo 6 mesi a  $T_{amb}$ ; incremento di peso <0,5% dopo 6 mesi a 60 °C (fonte Lyondellbasell)

**Resistenza chimica:** Il PP è un polimero semi-cristallino sostanzialmente apolare, il che lo rende chimicamente stabile a contatto con la maggior parte delle sostanze chimiche.

Poiché resta sempre valida la massima “il simile scioglie il simile” è soggetto ad interazione con le sostanze di natura chimica affine.

## Resistenza chimica

### Ottima/buona

- Acidi
- Basi
- Alcoli
- Aldeidi
- Chetoni
- Esteri
- Idrocarburi alifatici

### Limitata

- Idrocarburi aromatici
- Idrocarburi alogenati
- Agenti ossidanti

Resistenza termica:

Mantiene le sue caratteristiche elettriche e meccaniche anche in temperatura:

80 °C per il PP tal quale

120 °C per i tipi rinforzati o caricati.

Sterilizzabile a vapore

Saldabilità: a frizione, ultrasuoni e lama calda

Effetto Cerniera: piegato a caldo il PP mantiene la proprietà indefinitamente

Il Polipropilene però non è tutto rose e fiori

Scarsa resistenza al graffio

Fragile a -20 °C

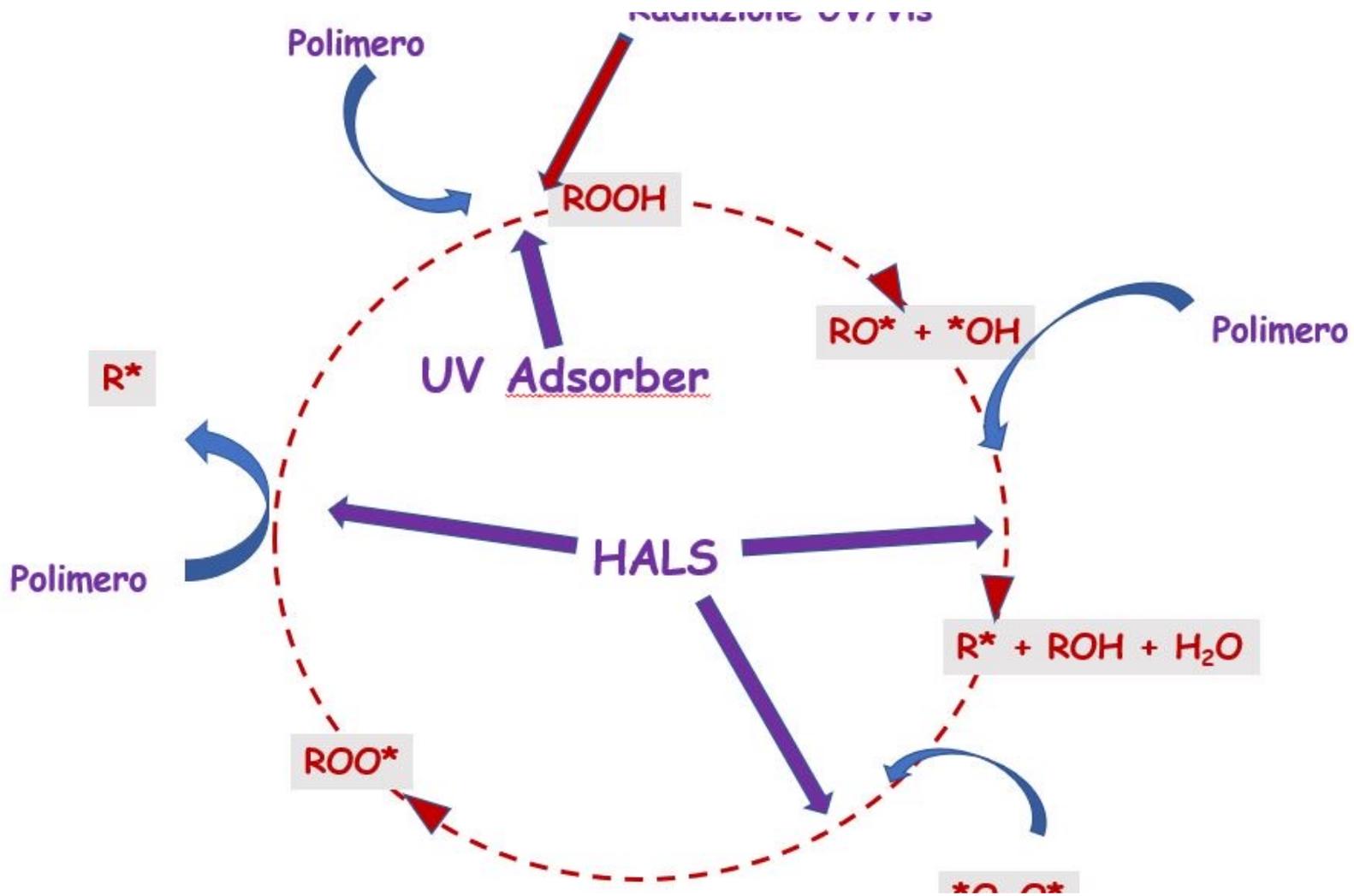
Sensibile al contatto con i metalli: a caldo ed a contatto con metalli o impurezze metalliche il PP può subire degradazione.

Difficile adesione superficiale (verniciatura, serigrafia, tampografia, incollaggio): è necessario attivare la superficie e utilizzare un primer.

Scarsa resistenza alle radiazioni UV:

Manufatti non stabilizzati o stabilizzati in maniera scorretta esposti alla luce ingialliscono, perdono gloss, si formano screpolature sulla superficie, si forma una patina bianca che sbianca il colore (chalking o sfarinamento), senza contare i danni non visibili come il decadimento delle proprietà meccaniche.

La stabilizzazione viene generalmente effettuata con UV adsorber, ammine stericamente impedito (HALS) o miscele di essi.



Posso modificarne le caratteristiche?

Come la maggior parte dei polimeri il polipropilene può essere modificato sia per conferirgli proprietà che non possiede sia per incrementare alcune sue proprietà.

A questo proposito le famiglie di additivi più utilizzate sono: i mezzi coloranti, le cariche ed i rinforzi e gli additivi funzionali.

Mezzi coloranti

L'attributo più importante di un manufatto è il suo aspetto.

La qualità dell'aspetto costituisce un fattore psicologico in relazione alle prestazioni attese, al suo impiego e la sua durata, determinandone l'accettazione da parte degli utilizzatori.

L'aspetto di un oggetto comprende effetti visivi come il colore, la luminosità, la forma, la superficie.

Da utenti, potendo scegliere, opteremmo per quei prodotti che, ai nostri occhi, presentano l'aspetto migliore. Il colore quindi è un messaggio fondamentale del prodotto.

L'attrazione visiva riveste una tale importanza che la conformità del colore è inclusa, il più delle volte, nei capitolati di fornitura e nelle specifiche tecniche dei manufatti.

La colorazione delle materie plastiche ricopre quindi un aspetto particolare in quanto consente di ottenere manufatti di qualsiasi colore evitando il costoso processo di verniciatura.

I mezzi coloranti vengono selezionati in base alla loro compatibilità con il polimero, stabilità termica e solidità alla luce.

## Rinforzi

Le fibre di vetro sono filamenti sottili di vetro ( $\varnothing$  13 micron per il PP in genere) ottenuti attraverso un processo di fusione e filatura di sabbie silicee.

Dopo il processo di filatura si applica alla superficie delle fibre un sottile strato di prodotti chimici (appretto o sizing) in grado di creare un legame efficace fra il vetro ed il polimero.

Le fibre di vetro migliorano le caratteristiche meccaniche del PP in particolare:

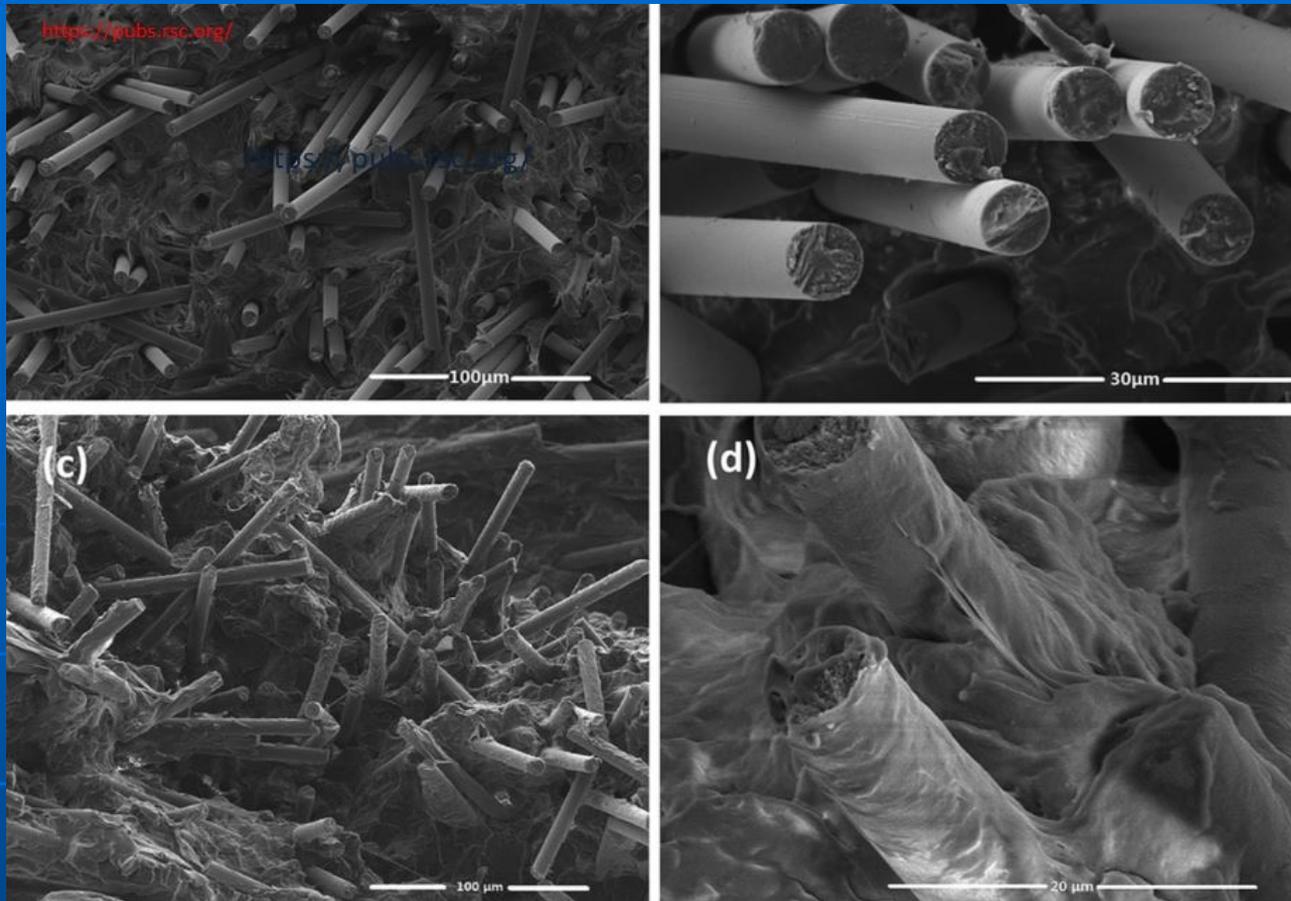
1. modulo elastico
2. carico di rottura
3. rigidità in temperatura
4. resistenza alla deformazione/rottura sotto carichi ciclici (fatica)
5. resistenza al “creep” (deformazioni permanenti sotto carico costante)
6. resistenza all’impatto
7. proprietà termiche (HDT e Vicat)

altre prestazioni:

1. aumentano il peso specifico del compound
2. riducono il ritiro allo stampaggio (possono causare imbarcamenti e deformazioni a causa del ritiro anisotropo, per cui è necessaria un'accurata progettazione dei manufatti)
3. riducono la fluidità del materiale,

La forma più utilizzata di fibra di vetro è la cosiddetta chopped strand , ma si possono utilizzare anche roving, fibre macinate e sfere di vetro.

Queste ultime poi, danno al compound una buona resistenza al graffio.



A causa della apolarità del polipropilene, per ottenere le migliori prestazioni dall'uso della fibra di vetro è necessario utilizzare un compatibilizzante che permetta un legame chimico vero e proprio tra la matrice polimerica e la fibra.

A causa della apolarità del polipropilene, per ottenere le migliori prestazioni dall'uso della fibra di vetro è necessario utilizzare un compatibilizzante che permetta un legame chimico vero e proprio tra la matrice polimerica e la fibra.

La differenza tra PP chimicamente legato alla fibra e non è evidente dalla foto seguente, dove si nota il distacco coesivo della fibra dalla matrice (immagini a destra) per il PP chimicamente legato ed il distacco adesivo per il PP non chimicamente legato.

Questo si traduce anche in una differenza di caratteristiche tra i due compound :

	UNITA'	SENZA AGGRAFFANTE	CON AGGRAFFANTE
PESO SPECIFICO	g/cm <sup>3</sup>	1.12	1.12
RITIRO LONGITUDINALE	%	0.2 - 0.3	0.2 - 0.3
URTO CON INTAGLIO	J/m	55	95
CARICO A TRAZIONE	<u>MPa</u>	46	80
MODULO A FLESSIONE	<u>MPa</u>	5.000	6.000
VICAT (9.8 N)	°C	155	164
VICAT (49 N)	°C	108	135
H.D.T. A 1.81 MN/mm <sup>2</sup>	°C	123	148

## Cariche minerali

Largamente impiegate nella produzione di compound di polipropilene poiché offrono vantaggi importanti come:

1. la riduzione del costo del formulato,
2. un ritiro tendenzialmente isotropo ed
3. il conferimento di una buona stabilità dimensionale.

Nel compound di PP si utilizzano:

Carbonato di calcio: bassa durezza, economico, facilmente disponibile in varie granulometrie e vari trattamenti superficiali, particelle di forma sferica (rapporto di forma  $\approx 1$ ) per cui da una migliore resistenza all'urto rispetto agli altri filler ma scarse proprietà di rinforzo.

Adatto per applicazioni estetiche.

Talco: minerale soffice, particelle di forma lamellare, può rinforzare se il rapporto di forma è sufficientemente elevato.

Largamente utilizzato nelle applicazioni che necessitano buone meccaniche con basso costo, peso ridotto e migliorata termoresistenza.

Il talco HAR (High Aspect Ratio) è molto di moda nel settore auto perché migliora le proprietà a trazione rispetto a quello tradizionale permettendo l'alleggerimento del manufatto, ovvero mantenendo le stesse prestazioni con un minor contenuto di carica.

Può contenere una piccola percentuale di impurezze (quarzo, calcite, magnesite, ossidi di ferro) che variano a seconda della provenienza.

Wollastonite: alta durezza (Mohs 4.5) rispetto agli altri comuni filler, quindi idonea per applicazioni resistenti al graffio, in particolare nel PP per applicazioni auto.

Pur avendo un buon rapporto di forma rinforza più del talco ma NON è efficace come il talco HAR e la mica.

Ha scarsa resistenza ad acidi e basi contrariamente a talco e mica. È un minerale fibroso



Mica: la muscovite è la più comune, è bianca o biancastra; la flogopite, più scura, ha maggiore stabilità termica.

A parità di granulometria e rapporto di forma, si comportano in maniera simile quando additivate ai polimeri.

Possono dare migliori proprietà di rinforzo rispetto alle altre cariche minerali di uso più comune, possiedono buone proprietà elettriche e fonoassorbenti. Aiutano la marcatura laser.

## Modificanti di impatto

Hanno funzione tenacizzante.

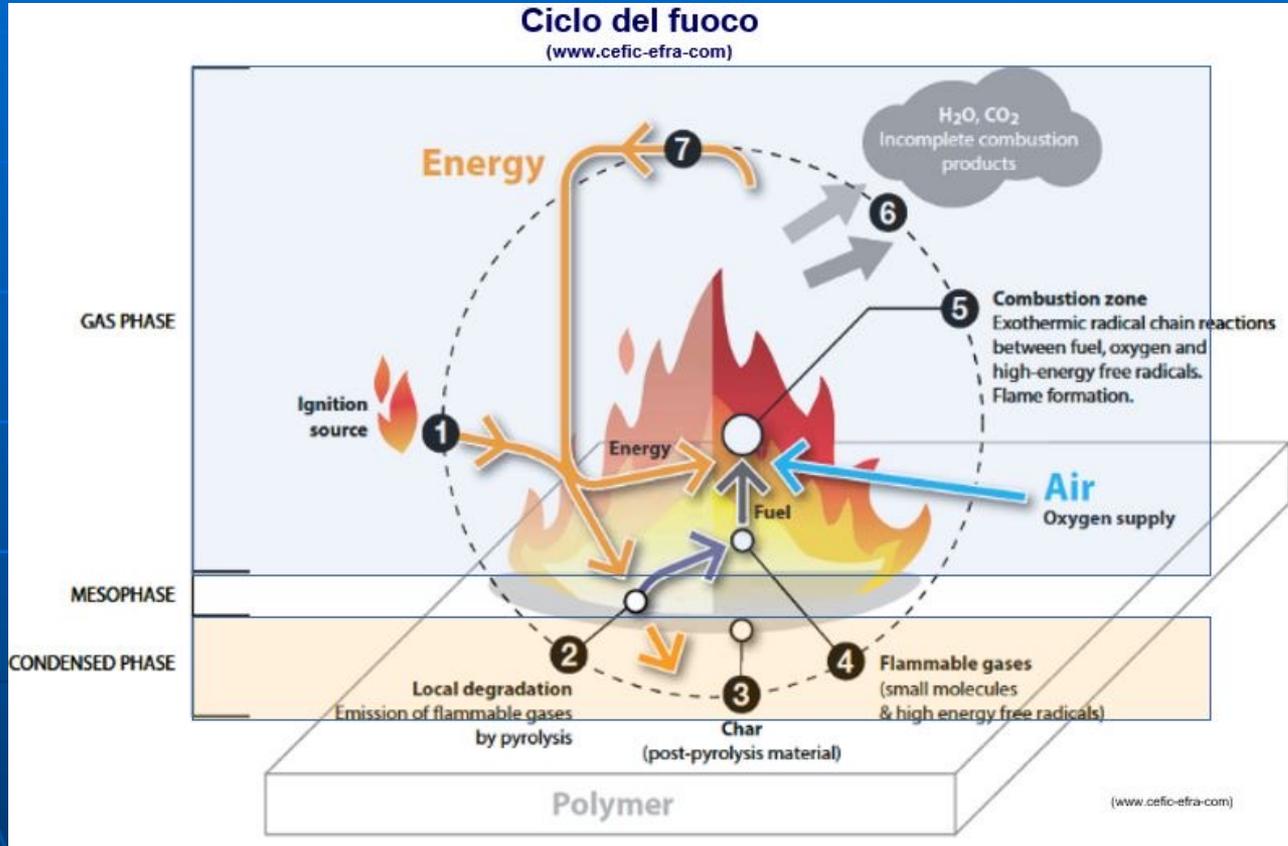
Possono essere funzionalizzati per conferire o migliorare la compatibilità col polimero.

Quelli utilizzati per migliorare il comportamento all'impatto del PP sono in genere di origine poliolefinica.

L'aggiunta di questi additivi, oltre ai vantaggi relativi all'aumento della resistenza all'urto anche a freddo, all'aumento della duttilità e della tenacità, comporta la riduzione delle proprietà a trazione, flessione e termiche.

# Ritardanti di fiamma

Ostacolano e ritardano il processo di combustione.



Consentono l'auto-spegnimento del provino allorquando si rimuovono la fiamma, il filo incandescente o la fonte di calore/energia che hanno innescato il processo di combustione durante i test di laboratorio.

Le famiglie generalmente utilizzate per ritardare alla fiamma i compound di polipropilene sono:

alogeno-derivati:

Prestazioni	Limiti
Ottime prestazioni FR	Bassa resistenza UV (molti sono per lo più composti aromatici)
Buona stabilità termica	Elevata densità ottica e tossicità dei fumi
GWIT $\geq 775$ °C	
Buona <u>colorabilità</u>	
CTI medio alti	

## Intumescenti:

Le vernici intumescenti limitano la propagazione del fuoco, del calore e del fumo in ambienti con grande afflusso di persone obbligati al rilascio del Certificato di prevenzione incendi (CPI) per materiali combustibili come travi in legno, acciaio o calcestruzzo.

Il termine “intumescenza” si riferisce al comportamento di un “corpo” che tende ad aumentare di volume in risposta a una causa esterna.

L’etimologia della parola nasce dal latino intumescens, participio presente di intumescere, ovvero “gonfiarsi”.

Le vernici intumescenti sono formate da additivi intumescenti che, appunto, a temperature di 200° reagiscono gonfiando la pellicola di vernice, creando una schiuma carboniosa densa e compatta, termoisolante.

Generano così una barriera protettiva e isolante e ritardano la combustione, nonché l’innalzamento della temperatura.

Questo processo è reso possibile grazie alla presenza, nella loro composizione, di sostanze che, a contatto con le alte temperature, producono un gas inerte responsabile del rigonfiamento della vernice.

di strutture portanti, rispetto a quella degli arredamenti.

Essendo esteticamente poco trasparenti, gli additivi intumescenti vengono preferiti per la verniciatura di strutture portanti, rispetto a quella degli arredamenti.

Prestazioni	Limiti
Buone prestazioni FR	Stabilità termica limitata
Bassa densità ottica e tossicità dei fumi	Igroscopicità
GWIT $\geq 775$ °C	
Media <u>colorabilità</u>	
CTI elevato	

# Melamminoderivati

Prestazioni	Limiti
Bassi tempi di spegnimento	Difficile ottenimento rating V0
Basso peso specifico	Possibile <u>blooming</u> dipendente dalla formulazione
Ottima <u>colorabilità</u>	
Bassa densità ottica e tossicità dei fumi	

# idrossido di magnesio

Prestazioni	Limiti
Buone prestazioni FR	Stabilità termica limitata
Elevata rigidità	Peso specifico elevato
Ottimo GWFI e GWIT	Limitata <u>colorabilità</u>
Bassissima densità ottica e tossicità dei fumi	Fragilità e bassa resistenza all'impatto

Il PP si può trasformare utilizzando le seguenti tecnologie:

Estrusione

Stampaggio ad iniezione e rotazionale

Soffiaggio

Termoformatura

Filatura

Additive Manufacturing

L'essiccazione non è generalmente necessaria, consigliabile per i ritardati alla fiamma.



# Applicazioni

Elettrico ed elettronico: Utilizzati soprattutto compound ritardati alla fiamma.



# Applicazioni

Edilizia: Applicazioni sia indoor che outdoor con elementi di design; si consiglia un'ottima stabilizzazione UV per le applicazioni outdoor.

Per la sua resistenza chimica adatto anche per arredamenti da laboratorio.



# Applicazioni

## Medicale e cosmetico

**Spinning & Fabrics**

**Applicazioni**

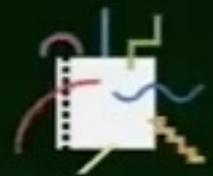
The collage illustrates the diverse applications of polypropylene. It includes:

- Spools of yarn in various colors (green, blue, red, yellow).
- Rolls of fabric in different colors and textures.
- A hand touching a textured fabric surface.
- A technical t-shirt with the chemical structure of polypropylene:  $\text{H}-\text{C}(\text{H})=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{H}$  and the text "POLYPROPYLENE".
- A yellow safety net.
- A technical t-shirt advertisement for "Abbigliamento Tecnico" featuring a man in a white tank top and a temperature gauge.

Il polipropilene l'ho conosciuto da bambino guardando Carosello.

Non sapevo fosse polipropilene, l'ho conosciuto come Moplen, attraverso il viso pacioso di Gino Bramieri.

Se date un'occhiata a youtube cercando "Moplen", trovate parecchie pubblicità dell'epoca, anni '60



**Gino Bramieri**

carosello Moplen

regia

**Mario Fattori**

**GENERAL FILM**