SI FA PRESTO A DIRE PLASTICA….
La Plastica ed i suoi Polimeri

Ing. Federica Tommasi

ISS – DAMSA Dipartimento di Ambiente e Salute

Programma di questo incontro 1/2

Dove siamo arrivati e perché…

Definizione di Polimero/Macromolecola, il gomitolo Polimerico

Cosa sono le Resine e le Macromolecole naturali

I polimeri principali, ed i loro usi nella vita comune:

PE (PELD, PELLD, PEHD)
PP (il nostro Nobel per la Chimica: cenni alla StereoChimica)
PS
PVC
PET (e le Fibre Poliestere)
PC PoliCarbonato
CR (il NEOPRENE o Poli-CloroPrene)
PA PoliAmmide o Nylon (6, oppure 6.6)
PCL PoliCaproLattone
PHB PoliIdrossiButirato
PLA Acido PoliLattico (spaccato sulle Bioplastiche)

Le Plastiche «Speciali»

Acetato di Cellulosa
PU Poliuretani
PMMA (o PMA) PoliMetilMetAcrilato
PTFE Polimeri Fluorurati / cenno galassia PFASs (e cenno al Nafion)

Programma di questo incontro 2/2

Classificazione Polimerica, le Proprietà dei Polimeri/Macromolecole: chimiche, fisiche, reologiche

Densità Gravità Specifica, Cristallinità e Struttura, Reologia, Energie di legame, Tipi di reazione e tecniche di reazione, il gomitolo Polimerico: le implicazioni sulle proprietà

Le qualità infinite dei polimeri; il ciclo di vita della plastica: dalla produzione all'esposizione

Il gomitolo Polimerico: cosa viaggia col polimero, Cosa si aggiunge al polimero, Cosa rilascia un polimero
Come gestire il Ciclo di vita della Plastica

I Siliconi qualche cenno generale

Uso dei Polimeri a «Contatto»

La Definizione di Microplastiche/Nanoplastiche

Quale Riciclo: Il Ciclo di Vita della Plastica

La Plastica nell'HealthCare: ci abbiamo pensato?

Polimeri, Siliconi, MPs/NPs, Il Gomitolo e cosa contiene (Ciclo-vita) →
Tema di caratterizzazione Chimica/Normativa: Un PROBLEMA MULTIDIMENSIONALE

Domande & Risposte
Ogni voce sarà accompagnata da alcuni cenni di Bibliografia

Dove siamo arrivati e perché…

Geyer et Al. 2015/2018

Lo Studio della MFA (Mass Flow Analysis, in Diagr. Sankey) non lascia scampo: la gestione a livello globale della plastica non c'è e crea, di fatto solo Inquinamento

Fig. 7 Cumulative production, use, and fate of all plastic ever made, from 1950–2017, in Mt

Plastic waste is growing

Geyer et al (2017), Production, use, and fate of all plastics ever made, Science Advances, http://bit.ly/2uBs8AT

Trends in global plastic production. The projected exponential increase is the result of predictions based on increasing population and resulting demand and forecasting from the known curve

Source: UNEP and GRID-Arendal, 2016.

FIGURE 1.3
Global fibre production and projections until the year 2025

Source: Tecnon OrbiChem.

Impatti ambientali e sulla salute dell'uomo

FIGURE 8
Example of Multiple Pathways for Human Exposure to Microplastics through Seafood

Source: Ciel.org «Plastic & Health»

HIGHLIGHTS

- There is data supporting possible chemical and particle toxicity effects of plastic.
- The current debate on human health effects of plastics is unbalanced.
- There is a disproportionate focus on microplastics in individual food products.
- Exposure to additives and microplastics is mainly related to general plastic use.
- We urge for a more balanced discussion on human exposure to plastics.

A critical perspective on early communications concerning human health aspects of microplastics

ABSTRACT

Microplastic research in recent years has shown that small plastic particles are found almost everywhere we look. Besides aquatic and terrestrial environments, this also includes aquatic species intended for human consumption and several studies have reported their prevalence in other food products and beverages. The scientific as well as public debate has therefore increasingly focused on human health implications of microplastic exposure. However, there is a big discrepancy between the magnitude of this debate and actual scientific findings, which have merely shown the presence of microplastics in certain products. While plastics can undoubtedly be hazardous to human health due to toxicity of associated chemicals or as a consequence of particle toxicity, the extent to which microplastics in individual food products and beverages contribute to this is debatable. Considering the enormous use of plastic materials in our everyday lives, microplastics from food products and beverages likely only constitute a minor exposure pathway for plastic particles and associated chemicals to humans. But as this is rarely put into perspective, the recent debate has created a skewed picture of human plastic exposure. We risk pulling the focus away from the root of the problem: the way in which we consume, use and dispose of plastics leading to their widespread presence in our everyday life and in the environment. Therefore we urge for a more careful and balanced discussion which includes these aspects.

© 2018 Elsevier B.V. All rights reserved.

A critical perspective on early communications concerning human health aspects of microplastics

Sinja Rist [a], Bethanie Carney Almroth [b], Nanna B. Hartmann [a], Therese M. Karlsson [c,*]

g. 1. Based on the estimated annual ingestion of microplastics (MPs) through consuming mussels (Van Cauwenberghe and Janssen, 2014) and using the density of polyethylene rephthalate (PET) as well as the reported concentration of bisphenol A (BPA) in environmental MPs, the theoretical annual exposure to BPA would be in the order of 30 pg per erson whereas the estimated annual exposure to BPA from general food consumption is in the order of a few milligrams (Gyllenhammar et al., 2012).

Dalla narrazione dell'esposizione mediata dall'inquinamento marino, alla valutazione dell'esposizione diretta, lungo tutto il ciclo di vita del prodotto plastico, a partire dalla sua produzione coi relativi reagenti in una ottica di Life Cycle Assessment (LCA)

Figure 7.1 The mechanism by which contaminated microplastics introduce contaminants into the food web. (*POP*, persistent organic pollutant).

UNITED NATIONS

EP

UNEP/EA.5/Res.14

Distr.: General
7 March 2022

Original: English

United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme

United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme
Fifth session
Nairobi (hybrid), 22 and 23 February 2021
and 28 February–2 March 2022

Resolution adopted by the United Nations Environment Assembly on 2 March 2022

5/14. End plastic pollution: towards an international legally binding instrument

The United Nations Environment Assembly,

Noting with concern that the high and rapidly increasing levels of plastic pollution represent a serious environmental problem at a global scale, negatively impacting the environmental, social and economic dimensions of sustainable development,

Recognizing that plastic pollution includes microplastics,

Noting with concern the specific impact of plastic pollution on the marine environment,

Noting that plastic pollution, in marine and other environments, can be of a transboundary nature and needs to be tackled, together with its impacts, through a full-life-cycle approach, taking into account national circumstances and capabilities,

Reaffirming General Assembly resolution 70/1 of 25 September 2015, by which the General Assembly adopted the 2030 Agenda for Sustainable Development,

Reaffirming also the principles of the Rio Declaration on Environment and Development, adopted in Rio de Janeiro, Brazil, in 1992,

Stressing the urgent need to strengthen the science-policy interface at all levels, improve understanding of the global impact of plastic pollution on the environment, and promote effective and progressive action at the local, regional and global levels, recognizing the important role played by plastics in society,

UNEA-5
President E.B. Eide:
The Agreement will put the World «on track for a cure» to the...
Plastic Pollution Epidemic.

POLICY FORUM

A binding global agreement to address the life cycle of plastics

To eliminate plastic pollution, a holistic approach is needed

By Nils Simon[1]

Core goals of a plastics agreement

368 million metric tons of virgin plastics are produced annually, with production expected to double by 2040.

Only 9% of all plastics ever produced have been recycled, and 12% have been incinerated.

79% of all plastics produced have accumulated in landfills or the environment.

Reduce
Goal 1 Minimize virgin plastic production and consumption.

Reuse
Goal 2 Facilitate safe circularity of plastics.

Remove
Goal 3 Eliminate plastics pollution in the environment.

Recycle

Repair

System transformation

Goal 1 reduces the need for **Goal 2.**

Goal 2 reduces the need for virgin materials toward **Goal 1.**

Goals 1 and 2 reduce the need for removal toward **Goal 3.**

Prevention $ ⟷ $$$ Remediation

I polimeri principali, ed i loro usi nella vita comune

Dal 05-15/08/2025 Fallito l'INC 5.2 ovvero l'Intergovernmental Negotiating Committee (INC) to develop an international legally binding instrument (ILBI) on plastic pollution, including in the marine environment, come auspicato dalla risoluzione 5/14 del Marzo 2022

The ASTM International Resin Identification Coding System

In 1998 the Society of Plastics Industry (SPI) issued the most common plastics (commodity plastics) with a designator code to aid reprocessing efforts, thereby enabling plastics to be easily identified and separated.[176] However, in 2008, ASTM International took over administration of the codes. In 2013, ASTM International decided to revise the symbols, moving away from the familiar three mutually chasing arrows, and replacing them with solid equilateral triangles as part of the newly revised ASTM D7611 standard. The reasoning behind the decision was that the original symbols closely resembled the universal recycling symbol. This was a source of confusion since many facilities and programmes at that time only accepted plastics for recycling with certain codes and refused other types of plastic, despite the mutually chasing arrows (Fig. 3.9). Consequently, consumers were confused as to why the plastics were refused despite having a recycling-like symbol. As such, ASTM International wished to ensure that the symbols only identified the type of plastic, as opposed to their ability to be recycled. Thus, to maintain effective and reliable use of the resin identification coding system across the entire stake holder community, the solid equilateral triangle system was created.

Figure 3.9 Comparison of the original Society of Plastics Industry system and new American Society for Testing and Materials system for plastic identification.

Definizione di Polimero/Macromolecola

Bibliografia utilizzata per la grafica di questa sezione

Definizione di Polimero/Macromolecola

Regolamento REACH n. 1907/2006 consolidato al 22.04.2025

3) articolo: un oggetto a cui sono dati durante la produzione una forma, una superficie o un disegno particolari che ne determinano la funzione in misura maggiore della sua composizione chimica;

4) produttore di un articolo: ogni persona fisica o giuridica che fabbrica o assembla un articolo all'interno della Comunità;

5) polimero: una sostanza le cui molecole sono caratterizzate dalla sequenza di uno o più tipi di unità monomeriche. Tali molecole devono essere distribuite su una gamma di pesi molecolari in cui le differenze di peso molecolare siano principalmente attribuibili a differenze nel numero di unità monomeriche. Un polimero comprende:

a) una maggioranza ponderale semplice di molecole contenenti almeno tre unità monomeriche aventi un legame covalente con almeno un'altra unità monomerica o altro reagente;

b) meno di una maggioranza ponderale semplice di molecole dello stesso peso molecolare.

Nel contesto di questa definizione, per «unità monomerica» s'intende la forma sottoposta a reazione di un monomero in un polimero;

6) monomero: una sostanza in grado di formare legami covalenti con una sequenza di molecole aggiuntive, uguali o diverse, nelle condizioni della pertinente reazione di formazione del polimero utilizzata per quel particolare processo;

Polimero Dalla Treccani Online

polìmero agg. e s. m. [comp. di *poli-* e *-mero*; cfr. gr. πολυμερής «che ha molte parti», comp. di πολυ- «poli-» e μέρος «parte»] s. m. In chimica, nome generico di sostanze, naturali o artificiali, che risultano dall'unione (*polimerizzazione*), spontanea o provocata, di più molecole uguali (*monomeri*) o simili tra loro.

A seconda del numero più o meno grande di unità strutturali che entrano nella costituzione della loro molecola, i polimeri si distinguono in *Oligomeri* (*Dimeri*, *Trimeri*, ecc.) e *Polimeri* in senso stretto, o *altopolimeri* (o anche *alti polimeri*), costituiti, questi ultimi, da molecole (*Macromolecole*) con peso molecolare che può superare il milione, capaci di dare soluzioni colloidali, per cui vengono anche chiamati *polimeri colloidali*.

A seconda del modo di polimerizzazione, si hanno i polimeri per *poliaddizione* (v.) e quelli per *policondensazione* (v.); tra i polimeri naturali per poliaddizione, è la gomma elastica (caucciù); tra quelli per policondensazione i polisaccaridi, le proteine, gli acidi nucleici.

Alcuni polimeri sintetici (materie plastiche) hanno assunto grande importanza sia come sostituti di materiali diversi (legno, metalli, ceramica, carta, gomma, ecc.), sia per la produzione di fibre tessili, vernici, lubrificanti, ecc.

Esistono anche polimeri inorganici, tra i quali, particolarmente importanti, i *siliconi*.

Per ottenere polimeri con proprietà tecnologiche particolari, si possono far polimerizzare monomeri di due o più specie diverse, ottenendo così i *copolimeri*.

P. lineari, quelli che si sviluppano linearmente: tra questi vengono detti *atattici* quelli aventi distribuzione casuale dei gruppi sostituenti nella catena principale, e *stereoregolari* quelli che presentano una struttura spaziale ordinata, distinti in *isotattici* e *sindiotattici* a seconda che i gruppi legati ad atomi di carbonio terziarî risultino tutti da una stessa parte o si alternino regolarmente al di sopra e al di sotto del piano della catena; *tridimensionali* infine vengono detti i polimeri che presentino strutture tridimensionali, talora anche molto complesse.

P. conduttori, polimeri che, contrariamente alle normali proprietà isolanti dei polimeri in generale, presentano la conducibilità elettrica tipica dei materiali conduttori.....

Riassunto

Polimero= Nome generico

Unione di più sostanze (i Monomeri) = Reazione di Polimerizzazione

La Polimerizzazione → reazione spontanea o provocata (Catalisi chimica dei Polimeri)

Polimeri (molte parti!!) → da pochi monomeri (oligomeri, dimeri, trimeri…) a Polimeri con innumerevoli monomeri che possono raggiungere il milione di Monomeri, quindi:

Polimeri = Macromolecole (formate da 1000÷10.000 fino a) 100.000 «mattoni» di partenza

Si PRODUCONO con diversi metodi di Polimerizzazione= diversi tipi di REAZIONE CHIMICA

Questo vuol dire che sono Prodotti sintetici = Polimeri sono (in genere) prodotti di sintesi

Polimeri Naturali → Macromolecole come gli acidi nucleici che trasportano le informazioni nel ns organismo, oppure la gomma naturale, la guttaperca, gli stessi «zuccheri»…

I Polimeri *Naturalmente Diversi* ovvero i Siliconi

La varietà delle Proprietà dei Polimeri:

Intrinsecamente Chimica (copolimerizzazione=reazione tra monomeri diversi)

Nel dettaglio StereoChimica= la forma, in funzione della diversa polimerizzazione dei monomeri e delle condizioni in cui avviene, di come si dispone la Macromolecola prodotta nello spazio (Natta ci ha vinto il NOBEL!)

Caratteristiche meccaniche-fisiche-chimiche= nell'insieme ci hanno consentito di sviluppare materiali che hanno cambiato la storia del secolo scorso, e che influenzano quella attuale

Definizione di Polimero/Macromolecola Il gomitolo Polimerico

Con **«Plastica»** si intende, attualmente nell'uso comune, tutti quei materiali derivati generalmente dalla *lavorazione del Petrolio* e quindi organici, che mostrano notevole facilità di essere modellati e conservare la forma loro impartita sotto opportune condizioni di lavorazione.
Essi sono costituiti da aggregati di MOLECOLE molto GRANDI dette *Macromolecole*, di forma assimilabile ad un lungo filo di dimensioni longitudinali che possono essere di Migliaia di Ångstrom (1Å=10^{-8} cm= 10^{-4} µm) e di sezione di qualche Å^2, le quali sono fortemente compenetrate le une con le altre, mostrando, di conseguenza, forti limitazioni della mobilità soprattutto per quanto riguarda i moti traslazionali dei baricentri molecolari.
Si immagini, come esempio estremamente grossolano, ***un ammasso di cordami,*** *o un gomitolo, più o meno ordinato.*

Le **MacroMolecole Polimeriche** si formano per **reazione** delle **Unità Monomeriche** (o mattone base della MacroMolecola) di una od anche più specie diverse

L'effetto principale che determina il comportamento di questo sistema sotto una sollecitazione esterna è costituito dagli aggrovigliamenti che legano le corde tra di loro ed impediscono che la massa segua, senza opporre resistenza, le deformazioni imposte. L'effetto che ne deriva, ovvero un *legame temporaneo* tra una curva e l'altra delle curve *del «filo»* il cosiddetto ***Entanglement*** nasce proprio dall'aggrovigliamento di due macromolecole a catena lineare.
Questi materiali chiamati colloidi nell'800, seppure difficilmente studiabili si rivelarono con tanti pregi dal punto di vista ingegneristico.
Leggeri, ma con buona *resistenza meccanica* e *alta resilienza*, la cosiddetta ***plasticità*** (ovvero la facilità con cui questi materiali potevano essere lavorati e sagomati nelle forme più svariate, che poi mantenevano per un tempo indefinito.
Tra le caratteristiche meccaniche si ricorda la tenacità capace di fargli sostituire i metalli in talune applicazioni.

Nasce la Scienza dei Polimeri: la ricerca di base, nello studiare le caratteristiche macroscopiche delle Macromolecole e sue ricombinazioni, mix, additivazioni, etc, ne ha capito la correlazione tra la natura chimica, nel trattamento di tipo fisico che se ne fa, e del metodo di sintesi (la reazione chimica di partenza nelle sue condizioni scelte di volta in volta, e correlata ai relativi **Catalizzatori** ed *additivi/coadiuvanti* di reazione).

Si è lavorato su: sintesi di nuovi polimeri, assemblaggio di nuovi o particolari co-polimeri, fino ad arrivare alle mescolanze (organico/inorganico) di materiali diversi e pertanto cosiddetti Compositi, per effetti costo-prestazioni sempre più performanti.

TABELLA 1.1 – Alcuni dei più comuni polimeri termoplastici

Monomero	Polimero	Impieghi
Etilene $CH_2{=}CH_2$	Polietilene $-(CH_2)_n-$	Oggetti sagomati, tubi, film, isolatori elettrici
Propilene $CH_2{=}CH{-}CH_3$	Polipropilene $-(CH_2{-}CH(CH_3))_n-$	Usi simili al polietilene, più leggero e rigido
Stirene $CH_2{=}CH{-}C_6H_5$	Polistirene $-(CH_2{-}CH(C_6H_5))_n-$	Imballaggi, polimerizzato con butadiene dà materiali gommosi
Cloruro di vinile $CH_2{=}CH{-}Cl$	Polivinilcloruro $-(CH_2{-}CH(Cl))_n-$	Tubi, impermeabili Finte pelli
Acrilonitrile $CH_2{=}CH{-}CN$	Poliacrilonitrile $-(CH_2{-}CH(CN))_n-$	Fibre tessili
Metil metacrilato $CH_2{=}C(CH_3){-}COOCH_3$	Polimetilmetacrilato $-(CH_2{-}C(CH_3)(COOCH_3))_n-$	Fogli e lastre trasparenti, tubi
Glicole etilenico $HO{-}CH_2{-}CH_2{-}OH$; Acido tereftalico $HOOC{-}C_6H_4{-}COOH$	Polietilentereftalato $-(CH_2{-}CH_2{-}O{-}CO{-}C_6H_4{-}CO{-}O)_n-$	Fibre tessili, film sottili, bottiglie
Esametilendiammina $H_2N{-}(CH_2)_6{-}NH_2$; Acido sebacico $HOOC{-}(CH_2)_8{-}COOH$	Nylon 6.10 $-(NH{-}(CH_2)_6{-}NH{-}CO{-}(CH_2)_8{-}CO)_n$	Fibre tessili, oggetti sagomati
Butadiene $CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2$	Polibutadiene $-(CH_2{-}CH{=}CH{-}CH_2)_n-$	Da solo o in copolimeri per dare gomme
Cloroprene $CH_2{=}CH{-}C(Cl){=}CH_2$	Policloroprene $-(CH_2{-}CH{=}C(Cl){-}CH_2)_n-$	Gomme

TABELLA 1.1 – *continua*

Monomero	Polimero	Impieghi
Glicole $HO{-}(CH_2)_x{-}OH$; Diisocianato $OCN{-}(R)_y{-}NCO$	Poliuretano $[O{-}(CH_2)_x{-}O{-}CO{-}NH{-}(R)_y{-}NH{-}CO]_n$ dove R è un gruppo aromatico o alifatico	Impieghi molto diversificati
Dialchilsilandiolo $HO{-}Si(R)_2{-}OH$	Polidialchilsilossano (silicone) $-(O{-}Si(R)_2)_n-$	Lubrificanti, materiali idrorepellenti, elastomeri
Triossano (ciclico, CH_2 tra due O)	Poliossimetilene $-(O{-}CH_2)_n-$	Pezzi meccanici
Tetrafluoroetilene $CF_2{=}CF_2$	Politetrafluoroetilene PTFE o Teflon $-(CF_2)_n-$	Materiali con alta tenaticità e resistenti al calore
Acetato di vinile $CH_2{=}CH{-}OCO{-}CH_3$	Polivinilacetato $-(CH_2{-}CH(OCO{-}CH_3))_n-$	Vernici, pitture, rivestimenti
Alcol vinilico $CH_2{=}CH{-}OH$	Polivinilalcol $-(CH_2{-}CH(OH))_n-$	Film impermeabili, adesivi, fibre

FIGURA 1.2 – Esempi schematici di vari omopolimeri e copolimeri.

plastic(s)
[UNEA R. 5/14 pp7 pp9, pp10, pp15, op3b]

Conventions and Legally-Binding Definitions
1988 Annex to the Convention on the Harmonized Commodity Description and Coding System (160P) HS Nomenclature Section VII Chapter 39 Plastics and articles thereof
Note 1: Throughout the Nomenclature the expression "**plastics**" means those materials of headings 39.01 to 39.14 which are or have been capable, either at the moment of polymerisation or at some subsequent stage, of being formed under external influence (usually heat and pressure, if necessary with a solvent or plasticiser) by moulding, casting, extruding, rolling or other process into shapes which are retained on the removal of the external influence.

2011 Amendment to the Annex of the Protocol of 1978 Relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 (MARPOL Convention) (155P), Annex V
Reg. 1.13 "**Plastic**" means a solid material which contains as an essential ingredient one or more high molecular mass polymers and which is formed (shaped) during either manufacture of the polymer or the fabrication into a finished product by heat and/or pressure. Plastics have material properties ranging from hard and brittle to soft and elastic (...)[x]
2021 Amendments to the Regional Plan on Marine Litter Management in the Mediterranean in the Framework of Article 15 of the Land-Based Sources Protocol (under Barcelona Convention) (17P)
Art. 3.4.q "**plastic**" means a material consisting of a polymer, to which additives or other substances may have been added, and which can function as a main structural component of final products, with the exception of natural polymers that have not been chemically modified[xi]

Other Definitions	
2002 Technical Guidelines of Basel Convention on ESM of Plastic Wastes UNEP/CHW.6/21 Appendix 6 Glossary of terms	***2023 (draft updated version of 23 February 2023) Technical guidelines of Basel Convention for the identification and ESM of plastic wastes and for their disposal UNEP/CHW/PW-SIWG.4/3 1**
Plastics = polymers + additives.	10. "**Plastic**" is a synthetic material or modified natural material, either a polymer or combination of polymers of high molecular mass modified or compounded with additives such as fillers, plasticizers, stabilizers, flame retardants and colourants. There are different definitions of plastic in current international or national documents. For example, according to the International Organization for Standardization (ISO) "plastic is a

Legalmente poi...
E' un altro paio di maniche...

Docu CIEL di ingresso alle attività del Trattato sulla Plastica

2) https://www.ciel.org/reports/compilation-of-key-terms-relevant-for-the-negotiation-of-a-treaty-to-end-plastic-pollution/

CIEL
CENTER for INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL LAW

Compilation of Key Terms Relevant for the Negotiation of a Treaty to End Plastic Pollution

Updated May 28, 2023

Le materie plastiche e la loro struttura

COPOLIMERI: le unità monomeriche sono di due specie diversa (3 per i TERPOLIMERI)

Esse possono essere disposte lungo la catena in maniera:

alternata

Schema

A-B-A-B-A-B

statistico lineare

Schema

A-B-A-A-A-B-B-A-B

a blocchi

Schema

A-A-A-A-B-B-B-B-A-A

ad innesto

Schema

A
A
-B-B-B-B-B-B
A
A

Figure 4.12 Four main types of copolymer.

Branching

Plastics are available in a multitude of varieties with properties suited to almost any service environment. Some properties of the material arise from what is known as the polymer architecture. This refers to the way in which branching of a polymer chain results in a deviation away from a completely linear structure. The physical properties of a plastic material, such as the glass transition temperature and melt viscosity, are affected by the extent of branching and the way in which this branching occurs (see Fig. 4.10).

Figure 4.10 Examples of homopolymer branching.

Figure 1.1 Small molecules (monomers) connect together in a repeating sequence (polymerise) to form a large chain-like molecule (polymer).

Figure 4.13 Examples of block and graft polymers.

Classificazione Polimerica e Nomenclatura (1)

a) Copolimeri a blocchi
b) Copolimeri aggraffati

Tatticità (o TASSIA) delle CATENE POLIMERICHE

a) Isotattico

b) Sindiotattico

c) Polimero atattico

Fig. 5.6 Illustration of (**a**) block copolymers and (**b**) graft copolymers

Fig. 5.7 The tacticity of polymer chains. Illustrated are (**a**) isotactic, (**b**) syndiotactic, and (**c**) atactic polymers

to as *isotactic*, and often exhibits some degree of crystallinity. In contrast, if adjacent substituents are arranged on alternating sides of the polymer chain, a *syndiotactic* polymer is formed. Unless a polymerization scheme uses a catalyst that confines the

Sistemi catalitici Ziegler-Natta

Definizione:

Combinazione fra:

- Un derivato di un metallo di transizione appartenente ai gruppi compresi tra III e VIII
  Ti V .... Co Ni
  Zr
  Hf
- Un composto metallorganico di un metallo appartenente ai gruppi compresi tra I e III
  Be Zn Al
  Mg Cd Ga

Pesi molecolari nei polimeri

M_W **determina le proprietà meccaniche** dei materiali (polimerici).

Definizione:

$Mw > Mw_{min}$ ~ 1000 Da; le proprietà meccaniche sono significative

$Mw > Mw_{crit}$ ~ 10^4 Da; le proprietà meccaniche aumentano debolmente

Mw_{crit} ↑ se le forze intermolecolari ↓

Ottimizzazione del MW:

compromesso tra resistenza meccanica e processabilità (potrebbe essere impossibile a MW troppo elevati).

Il Peso Molecolare di una Macromolecola si misura in Dalton e l'ordine di grandezza va da 1000 Da fino a 10.000 ÷100.000 Da

Il **Peso Molecolare** per di una **massa polimerica è una distribuzione** (in genere a campana) di diversi pesi molecolari
NO dato fisso ma una media di lunghezze diverse delle catene prodotte dalla Reazione di Polimerizzazione (con N= grado di Polimerizzazione)

Distribuzioni di pesi molecolari

MW = 28;

MW = 42.

PE, PP: **distribuzione** di pesi molecolari.

n = **Degree of Polymerization** (MEDIO)

"Qual è il peso molecolare?" ⟷ "Qual è il peso molecolare medio?"

Classificazione Polimerica e Nomenclatura (2)

a) Termoplastici amorfi

b) Termoplastici cristallini (semicristallini)

c) Elastomeri

d) Termoindurenti

Density, crystallinity and average molecular weight for the different types of polyethylene.

<u>Termoplastici amorfi</u>
rigonfiamento facile
ev. solubile

<u>Termoplastici cristallini</u>
rigonfiamento difficile
poco solubile

<u>Elastomeri</u>
rigonfiamento facile
non solubile

<u>Termoindurenti</u>
rigonfiamento difficile
non solubile

Density, crystallinity and average molecular weight for the different types of polyethylene.

1 Heavy duty sack resin high stress-crack resistance.
2 High clarity film with good elongation.
3 GP film polymer
4 Extrusion coating resin
5 Wire coating resin.
6 Two zone resin.

Molecular structure: Branched vs linear PE (not to scale, otherwise short-chain branches would not be visible).

Cosa sono le Resine

- Resina
- Prodotto naturale o sintetico macromolecolare dotato di proprietà plastiche.

- *Resine naturali*, materiali organici, trasparenti, di origine vegetale (eccettuata la gommalacca [Additivo di rivestimento per il cibo edibile E904], che è prodotta da una cocciniglia), insolubili in acqua e solubili in solventi organici, ad elevato peso molecolare; hanno composizione chimica molto varia, sono cattivi conduttori di elettricità e di calore e induriscono all'aria; vengono impiegati nella fabbricazione di materie isolanti, saponi, vernici, ecc.

- *Resine artificiali* (o *resine sintetiche*), nome generico di molte sostanze plastiche ottenute per polimerizzazione o policondensazione, o presenti come tali in natura e rese plastiche attraverso opportuni trattamenti chimici, per es. le resine acriliche, alchidiche o polivinilliche.

RESINA ELEGOO ABS 3.0 VERDE MENTA

37,60 €

Tasse incluse - **CONSEGNA 5 GG LAVORATIVI DALL'ORDINE**

RESINA ELEGOO ABS LIKE 3.0

Idonea per oggetti industriali in cui la robustezza del modello è fondamentale, questo tipo di resina è indicata per realizzare oggetti c livello per consentire al prototipo di funzionare perfettamente senza problemi. Possiede maggiore tenacità e resistenza agli urti similment un ABS.

Indicata per la stampa di oggetti con dettagli molto fini e massima res estetica come, cosplay, design, characters, domotica, droni

Con un restringimento in volume ridotto ed un restringimento lineare ridottissimo, garantisce una facilità di stampa notevole. I modelli stan hanno un effetto cromatico molto puro, resistente all'ingiallimento an esposti alla luce solare per molto tempo.

PER ULTERIORI DATI TECNICI PREGO SCARICARE I FILE PDF "DOCUMENTI ALLEGATI"

Dimensioni: FLACONE (1LT)

Le resine e le Macromolecole naturali

Dal punto di vista della costituzione la ***guttaperca*** e il ***caucciù*** sono uguali. In ambedue i polimeri infatti la successione degli atomi e dei legami nell'unità monomerica è identica. La presenza del doppio legame però determina un fenomeno di isomeria sterica, quindi a seconda di come si dispone il monomero di base, abbiamo due possibilità:
Configurazione *trans*, che produce una molecola di guttaperca
Configurazione *cis*, che produce una molecola di caucciù

Poliisoprene 1.4 trans (guttaperca) (polimero semicristallino)

Poliisoprene 1.4 cis (caucciù) (elastomero amorfo)

GoodYear (1844) inventò la *vulcanizzazione* (cross-link) facendo nascere l'industria delle gomme

Con **resina artificiale** (o **resina sintetica**) si intende in genere un materiale viscoso, di aspetto simile alla resina vegetale, capace di indurirsi a freddo o a caldo. Si tratta in genere di un'ampia classe di differenti e complessi polimeri, che si possono ottenere con una grande varietà di metodi e materie prime. Fra le resine sintetiche più comuni citiamo le resine fenoliche, le resine acriliche, le resine epossidiche, le resine poliestere insature

I polimeri principali, ed i loro usi nella vita commune

PE (PELD, PELLD, PEHD)
PP (il nostro Nobel per la Chimica)
PS
PVC
PET (e le Fibre Poliestere)
PC PoliCarbonato
CR (il NEOPRENE)
PA PoliAmmide o Nylon (6, oppure 6.6)
PCL PoliCaproLattone
PHB PoliIdrossiButirato
PLA Acido PoliLattico

Polyethylene (PE)

As the plastic with the greatest worldwide demand, polyethylene is inevitably the most abundant plastic found in the aquatic environment. With a density typically lower than that of water, as well as good water repellent characteristics, polyethylene is typically found floating on surface waters. The degree to which the material exhibits tensile and impact strength, as well as stiffness, is determined by the degree of crystallinity of the polymer matrix (Fig. 4.15).

Figure 4.15 Polyethylene (PE).

Chemical formula	$(C_2H_4)_n$
Abbreviation	PE, LDPE, LLDPE, HDPE
Classification	Thermoplastic
Molecular orientation in solid phase	Semi-crystalline
Monomer	Ethylene
General properties	Depending on the degree of crystallinity, PE can be flexible (low-density) to rigid (high-density). When stabilised, PE exhibits good weathering resistance and good chemical resistance. Water repellent

Figure 1.2 Ethylene (monomer).

Figure 1.3 Polyethylene (polymer).

Figure 1.4 A polyethylene bag is composed of a mass of large polymer chains, which are in turn composed of many repeating ethylene monomers.

Figure 4.11 The effect of branching on density in polyethylene.

In contrast to LDPE, high-density polyethylene (HDPE) is composed of long linear chains with very few branches. This allows the chains to be packed very close together thereby significantly increasing the density, mass, strength and rigidity of the material[153,329].

LLDPE ExxonMobil

Resina DOW LLDPE

LyondellBasell LLDPE

HITOP Industrial
Ultimate Guide to HDPE Injection Mold...

JS PIPE
Perché scegliere i tubi in HDPE? - JS PI...

DirectIndustry
Cassa-pallet in HDPE - ...

Ifan
Applicazione e caratteri.

Polypropylene (PP)

Polypropylene is regarded as one of the lightest and most versatile polymers. It is capable of undergoing a wide array of manufactured processes, such as injection moulding, general purpose extrusion, extrusion blow moulding and even expansion moulding. Although existing in three different tactic forms, commercial polypropylene is typically a mixture of 75% isotactic and 25% atactic. Demand for polypropylene is rapidly on the increase[19] and consequently, it is one of the most common types of microplastic found in the marine environment[355] (Fig. 4.17).

Figure 4.17 Polypropylene (PP).

Chemical formula	$(C_3H_6)_n$
Abbreviation	PP
Classification	Thermoplastic
Molecular orientation in solid phase	Semi-crystalline (isotactic, syndiotactic) Amorphous (atactic)
Monomer	Propylene
General properties	Resistant to many acids, alkalis and solvents. Low density, high stiffness, good balance of impact strength vs. rigidity, heat resistant and exhibits good transparency

Fornaroli Polymers PP HOMO – Fornaroli Poly… | Ecologistic Spa Fascioni in PP per cassette … | Siti Web eCommerce Consulenza SEO | Angel… Bustine protettive in Polipropilene o Mylar:… | AT&Service Catalogo Pr… PP OMO TOTAL PPH 3… | Ecoplast 2000 Ecobox 90 PP Micro RAEE … | METRO Italia METRO Professional Eurobox, PP, 60 x 40 …

rato | Setecs Engineering I polimeri termoplastici PP e PE - … | compac s.r.l. Contenitori e Vassoi in … | TASCO Italia Catalogo Prodotti RAC… | Produal Sonda del flusso d'aria PP-SK | Pierucci Agricoltura 25 Sacchi in rafia poli… | Weerg Polipropilene (PP): Des…

Nobel all'Italiano Giulio Natta per la Catalisi del PoliPropilene Isotattico

FIGURA 2.11

2.8.1 Catalisi stereospecifica

Da quanto detto risulta chiaramente l'importanza di poter controllare, in fase di sintesi, la stereoregolarità di un polimero e ciò può essere raggiunto, di solito, con l'uso di *catalizzatori stereospecifici*, in grado cioè di impartire alla macromolecola una precisa sequenza di configurazioni attorno ai centri di stereoisomeria. Su questo argomento è doverosa una, seppur breve, menzione dei catalizzatori Ziegler-Natta ed un accenno al loro funzionamento. La via ai catalizzatori in grado di sintetizzare poliolefine stereoregolari è stata aperta dal lavoro di Ziegler sui sistemi catalitici organometallici, culminato nella scoperta che l'etilene può essere polimerizzato a temperatura ambiente e pressione atmosferica utilizzando, come catalizzatore, una miscela di trietilalluminio ($Al(CH_3{-}CH_2)_3$) e tetracloruro di titanio ($TiCl_4$) in presenza di un idrocarburo liquido. Il polimero risultante è altamente lineare se paragonato con il polietilene ottenuto ad alta pressione con i metodi tradizionali. Questa scoperta indusse Natta ad applicare lo stesso catalizzatore alla sintesi di altre poliolefine tra cui il polipropilene ed il poli(1-butene).

Natta riconobbe che il precipitato della reazione del $TiCl_4$ con $Al(CH_3{-}CH_2)_3$ era il $\beta TiCl_3$ (di colore bruno) che peraltro consentiva di ottenere percentuali di isotassia soltanto del 20÷40%. Un miglioramento drammatico della stereospecificità si ottenne impiegando le forme cristalline α, δ, γ di $TiCl_3$ (tutte di colore violetto) finemente macinate, che portarono la percentuale di isotassia al 80÷95%.

Le successive ricerche industriali hanno migliorato enormemente la reattività del catalizzatore che viene preparato miscelando $MgCl_2$ e $TiCl_4$, aggiungendo poi $Al(C_2H_5)_3$ e una base organica di Lewis. Questi catalizzatori possono produrre sino a 2000 kg di polipropilene per grammo di Ti! Ciò rende inutile l'eliminazione dal polimero dei residui metallici che dovevano una volta essere eliminati in modo assai dispendioso.

La notevole cristallinità, mai osservata prima, di questi polimeri venne collegata dal gruppo di Natta alla stereoregolarità esistente attorno all'atomo di carbonio terziario, un concetto che proprio allora prendeva consistenza, e quindi venne dimostrata la stereospecificità del sistema catalitico che, da allora, si chiama Ziegler-Natta, ed è stato poi esteso a numerose combinazioni di composti organometallici con alogenuri o esteri di metalli di transizione. Questi catalizzatori controllano sia la velocità che la stereospecificità della sintesi ma la loro efficienza su questi due fronti varia notevolmente da sistema a sistema. Una loro caratteristica sta nel fatto di essere catalizzatori *eterogenei* e quindi di essere fortemente influenzati dalle condizioni che si realizzano sulla superficie del catalizzatore. Anche la determinazione del meccanismo di funzionamento presenta notevoli difficoltà a causa della incertezza sulla natura dei centri attivi e a causa della difficoltà di isolare o riconoscere i prodotti intermedi. Le due principali interpretazioni del mecca-

K. H. Meyer

H. Mark

W. H. Carothers

W. Kuhn

G. V. Schulz

P. J. Flory

H. W. Melville

G. Natta

La ***tatticità*** di un polimero ne determina la conformazione più favorevole e questa a sua volta influenza le proprietà meccaniche. Le tre forme stereochimicamente diverse del polipropilene manifestano alcune proprietà differenti e si possono realizzare stabilendo opportunamente le condizioni della polimerizzazione (***CATALISI Stereospecifica***: quella che è valsa nel 1963 il Nobel per la Chimica a Natta per aver scoperto in contemporanea con Ziegler i Catalizzatori stereospecifici; Natta ci riesce l'11 marzo 1954 per Sant'Eraclio)

Stereochemistry

Stereochemistry (also known as 3D chemistry) concerns the three dimensional spatial arrangement of atoms in a molecular structure and the resulting effects of these different arrangements on the reactivity and properties of the molecule. For example, a common plastic monomer is ethenyl (also known as vinyl) (Fig. 4.2) and is the basic building block of polyvinyl chloride (PVC) and polypropylene (PP).

Figure 4.2 The ethynyl monomer (the R represents any functional group).

Figure 4.3 When ethenyl is substituted with a methyl group and then polymerised to polypropylene, every second carbon is a stereogenic centre.

Polystyrene (PS)

06

PS

Representing a particular danger to marine biota, due to the possibility of the residual presence of the constituent oncogenic monomer styrene[260], polystyrene is typically found in the marine environment in either solid form or the foamed variety[356]. Upon heating, polystyrene tends to depolymerise to styrene. A more rigid form of polystyrene can be produced by the addition of *p*-divinylbenzene during manufacture. This results in crosslinking and produces the copolymer poly(styrene-co-divinylbenzene), which exhibits increased resistance to organic solvents. This crosslinked polystyrene is typically used to produce ion exchange resins, in the form of spherical beads 200–1200 μm in size. Polystyrene can also be mixed with a volatile solvent, typically 5% pentane by weight. When this mixture is heated, the pentane expands and bubbles to produce low-density polystyrene foam, termed Styrofoam. Alternatively, small spherical beads of polystyrene can be expanded with pentane to around 40 times their original size to produce a material which is composed of low-density spherical beads of polystyrene 0.5–1.0 mm in size, termed Styropor. Foamed, or expanded, varieties of polystyrene are often found floating on the surface of aquatic environments while solid polystyrene, being slightly denser than that of water, is generally found below the surface (Fig. 4.18).

Figure 4.18 Polystyrene (PS).

Chemical formula	$(C_8H_8)_n$
Abbreviation	PS
Classification	Thermoplastic
Molecular orientation in solid phase	Amorphous
Monomer	Styrene
General properties	Rigid varieties are transparent, hard and brittle. Unfilled varieties have a sparkling crystal-like appearance. High impact polystyrene (HIPS) is produced by blending with a butadiene copolymer or rubber, thereby increasing impact resistance and toughness. Poor barrier to water and oxygen

Le forze di natura elettrostatica, tra una pallina e l'altra di Polistirene espanso (imposte con la forza per effetto della sinterizzazione) tiene insieme il materiale negli usi per imballaggio comuni che conosciamo!

Trasporto del pesce, addio al polistirolo

giovedì 9 maggio 2019 / Categorie: Comunicati stampa, Il Direttore - C.Salvestrini, Progetti

PS - Polistirene (HIPS, GPPS)

Il **polistirene** è uno dei polimeri termoplastici più vecchi, risalendo al 1930, quando le pioniere BASF in Europa e DOW negli Stati Uniti iniziarono il suo sviluppo. Oggigiorno, dopo alcune fusioni e acquisizioni, i produttori più importanti di polistirene sono diventati Trinseo, Styrolution e Total.

I gradi di polistirolo possono essere suddivisi in due gruppi principali:
- GPPS – polistirolo cristallo;
- HIPS – polistirolo antiurto.

Il GPPS o polistirolo cristallo è totalmente trasparente ma fragile ed è ampiamente usato per applicazioni di imballaggio alimentare o per la produzione di espositori.

L'HIPS o polistirolo antiurto, prevede l'aggiunta di una gomma butadienica come modificante all'urto, che conferisce al materiale una migliore prestazione in caso di impatto, pur determinando la perdita di trasparenza.
Il polistirene è di facile lavorabilità, ha una brillantezza che lo rende esteticamente gradevole ed è ancora il materiale di elezione per la termoformatura. L'applicazione più nota del polistirene è quella dei vasetti per lo yogurt.

Un'altra importante applicazione nel campo della termoformatura del polistirene è quella che riguarda le parti interne dei frigoriferi e dei congelatori, per la quale sono stati progettati dei gradi speciali con elevata resistenza allo stress cracking (ESCR).

Le principali caratteristiche delle poliammidi sono:
- La resistenza all'invecchiamento alle alte temperature e nel tempo;
- L'elevata resistenza e rigidità;
- La tenacità funzionale anche alle basse temperature;
- L'elevata fluidità, per un'agevole riempimento degli stampi;
- Un'intrinseca resistenza all'ignizione;
- Eccellenti proprietà dielettriche;
- Una buona resistenza all'abrasione;
- Un'eccezionale resistenza chimica;
- Un'alta barriera/resistenza ad agenti chimici quali la benzina, i grassi
- Un'elevata barriera all'ossigeno;
- Assorbimento di acqua;
- Un eccezionale rapporto prezzo/prestazioni.

Polyvinyl chloride (PVC)

Without the addition of additives, pure polyvinyl chloride (PVC) is a brittle white-coloured substance. During manufacture, PVC is produced in two varieties; rigid and flexible. The rigid type is a particularly durable hard material which exhibits fire retardant properties as well as demonstrating resistance to chemical degradation[175] and weathering, although tends to have low impact resistance at room temperature (21°C). Any weathering to the material tends to only occur on the materials surface.[85] The plasticised flexible form of PVC is created by the addition of phthalate plasticisers during manufacture to soften the polymer. When PVC is compounded with wood flour fillers, the resulting formulation may be susceptible to biological attack.[408] Consequently, antimicrobial additives may be added were necessary to combat biodegradative effects (Fig. 4.16).

Figure 4.16 Polyvinyl chloride (PVC).

Chemical formula	$(C_2H_3Cl)_n$
Abbreviation	PVC
Classification	Thermoplastic
Molecular orientation in solid phase	Amorphous
Monomer	Vinyl chloride
General properties	The presence of chlorine provides fire retarding properties and imparts an ignition temperature of up to 455°C, as well as protecting against oxidation. Resistance to acids, alkalis and most inorganic chemicals. Considerable versatility and scope for adjustment of the materials properties using additives to modify flexibility and impact resistance. Easy to blend with other plastics

Pellicola per alimenti senza pvc o con pvc?
Pellicola pvc o pellicola senza pvc? Vediamo le differenze tra le pellicole alimentari e come usarle entrambe correttamente.

Oggi ci occupiamo di alcune domande che ci vengono fatte dai nostri clienti in merito alle differenze tra le varie pellicole alimentari. La pellicola per alimenti è un materiale utilizzato per avvolgere e conservare i cibi, ma esistono diversi tipi di pellicole con composizioni chimiche differenti. La principale differenza tra la pellicola per alimenti senza PVC (cloruro di polivinile) e quella normale riguarda i materiali utilizzati e le loro caratteristiche. Vediamole subito nel dettaglio:

Pellicola alimentare pvc (normale):

•**Composizione:** È fatta di cloruro di polivinile (PVC).
•**Elasticità:** Generalmente ha un'alta elasticità e capacità di aderire strettamente agli alimenti e ai contenitori.
•**Trasparenza:** È molto trasparente, permettendo una buona visibilità del cibo avvolto.
•**Additivi:** *Spesso contiene ftalati e altri plastificanti per migliorare la flessibilità, questi composti però possono migrare negli alimenti, soprattutto in quelli grassi o oleosi*. Non va utilizzata infatti a contatto con alimenti oleosi, o totalmente costituiti da oli e grassi animali o vegetali, come lardo, olio, strutto, e frutta a guscio in pasta o crema.
•**Uso:** È molto comune ed economica, ampiamente usata per avvolgere vari tipi di alimenti.
•**Rischi per la salute:** L'uso prolungato o il contatto con cibi grassi possono causare il rilascio di sostanze chimiche potenzialmente dannose per la salute.

Pellicola senza pvc:

•**Composizione:** È fatta di materiali alternativi come il polietilene (PE), il polietilene a bassa densità (LDPE) o altre resine prive di cloro.
•**Elasticità:** Anche se meno elastica del PVC, offre una buona adesività e può essere utilizzata efficacemente per avvolgere e conservare cibi.
•**Trasparenza:** Può essere meno trasparente rispetto alla pellicola in PVC, ma varia a seconda del materiale specifico utilizzato.
•**Additivi:** Generalmente non contiene ftalati, bpa o altri plastificanti dannosi, rendendola più sicura per l'uso con tutti i tipi di alimenti, inclusi quelli oleosi e grassi.
•**Uso:** È preferita per gli alimenti che richiedono un contatto prolungato con la pellicola e in particolare per gli alimenti grassi e oleosi non caldi. È sicura per il contatto con alimenti fino a 40°C. Non va usata nel forno tradizionale, ne nel microonde e non a contatto con contenitori caldi.
•**Rischi per la salute:** È considerata più sicura per la salute, riducendo il rischio di contaminazione da sostanze chimiche nocive

La scelta tra pellicola con PVC e senza PVC dipende principalmente da quali cibi dobbiamo avvolgere e dalle esigenze specifiche di conservazione degli alimenti. La pellicola senza PVC è generalmente consigliata per chi cerca di minimizzare l'esposizione a sostanze chimiche potenzialmente dannose, specialmente quando si conservano alimenti grassi.
Ecco un esempio di **pellicola pvc alimentare** in rotolo da 300 mt e di **pellicola senza pvc** sempre in rotolo da 300 mt.

Speriamo che l'articolo vi sia stato utile e abbia chiarito qualche dubbio. Alla prossima su **Papolab.com!**

Polyethylene terephthalate (PET)

Polyethylene terephthalate (PET) is a chemically stable polyester and its use has risen dramatically in the last few decades with a multitude of applications, ranging from food and drink containers to the manufacture of electronic components[176,196] and as fibres in clothes. Often, recycled PET bottles are used to make fleece garments, as well as plastic bottles. Indeed, one of the most common uses of PET is in the manufacture of drinking water bottles and these are regularly found littering the aquatic environment (see Chapter 3) (Fig. 4.14).

Figure 4.14 Polyethylene terephthalate (PET).

Chemical formula	$(C_{10}H_8O_4)_n$
Abbreviation	PET or PETE
Classification	Thermoplastic
Molecular orientation in solid phase	Semi-crystalline
Monomers	Terephthalic acid, Ethylene glycol
General properties	Transparency to visible light and microwaves. Very good resistance to ageing, wear and heat. Lightweight, impact and shatter resistant. Good gas and moisture barrier properties

Plastmagazine
PET - Polietilene tereftalato: ch...

Bioecolution
Materiale: R-PET - Bioe...

Gruppo Sanpellegrino
Plastica PET: riciclo, caratteristiche e ben...

GreenPlanner Magazine
Plastica Pet: cos'è e come la si ...

azon.it · Disponibile
a plastica Pet 5Lt...

Monouso
L'imballaggio in PET e i suoi impieghi | ...

Somewang
La plastica PET è sicura? | Bottiglie di ...

Zero Sprechi
ZeroSprechi verso l'Economia Circolare...

PET

Bottiglie, anche con contenuto riciclato (r-PET) ma non solo; esiste il DACRON che è filato di PET ed anche i fogli isolanti nel denominato Mylar..... Poi c'è il famigerato PILE
Dai moderni fili da cucito, alle coperte termiche, al vestiario moderno (praticamente tutto in ...PLASTICA!!)
La Coperta Isotermica, è di nuovo.. PET con Al elettrodeposto (film interno in PE)

2.3.3 Preparazione del polietilentereftalato (PET, poliestere)

La sintesi del PET avviene, formalmente, per condensazione di un diacido (l'acido tereftalico) con un dialcol (il glicole etilenico) e la conseguente formazione di legami –CO–O– detti *legami esterei* (lo schema formale della reazione è riportato nel primo capitolo).

In realtà la sintesi del PET avviene a partire dal dimetilestere dell'acido tereftalico, questo può essere fatto reagire con il glicole etilenico a 180°C e 1 atm in presenza di acetati di calcio, zinco, manganese per dare il 1,4-diidrossietiltereftalato. Il glicole è presente in quantità più che doppia rispetto alle moli di dimetilestere, e quindi rispetto alla quantità che sarà presente nel polimero. L'1,4-diidrossietiltereftalato viene poi riscaldato sotto vuoto sui 300°C e durante tale trattamento si ha perdita di glicole etilenico (che viene recuperato) e polimerizzazione.

Il **poliestere riciclato** ha le stesse caratteristiche del poliestere vergine, ma richiede meno risorse per essere prodotto.

Il **poliestere riciclato** sembra essere uguale al poliestere vergine in termini di qualità, ma la sua produzione richiede il 59% di energia in meno rispetto al poliestere vergine (secondo uno studio del 2017).

WRAP stima che la produzione di poliestere riciclato riduca le emissioni di CO2 del 32% rispetto al normale poliestere e se si esaminano le valutazioni del ciclo di vita (LCA), il poliestere riciclato ottiene punteggi significativamente migliori rispetto al poliestere vergine.

Il **poliestere riciclato** può contribuire a ridurre l'estrazione di petrolio greggio e gas naturale dalla Terra.

"L'utilizzo di poliestere riciclato riduce la nostra dipendenza dal petrolio come fonte di materie prime", afferma il sito web del marchio outdoor Patagonia, noto soprattutto per la produzione di pile derivati bottiglie di plastica usate, scarti di produzione inutilizzabili e indumenti logori.

Poliestere 100%

Cos'è il Poliestere?

Il **Poliestere** è una fibra sintetica che viene utilizzata principalmente nel settore tessile. È un polimero che deriva da materiali di riciclo e di scarico o dalla fermentazione batterica. Le caratteristiche principali di questo materiale sono la resistenza, l'elasticità e l'idrorepellenza.

Proprio la **resistenza** tipica di questo tessuto fa sì che venga impiegato insieme alla lana, al cotone o ad altre fibre naturali per aumentarne la robustezza. Il poliestere è inoltre un tessuto antimacchia e anti-umido.

Attualmente la tipologia di poliestere maggiormente usata per i tessuti è il **PET** (polietilene tereftalato) che può essere lavorato in svariati modi e dare origine ad altri materiali tessili come, per esempio, il pile o l'organza.

La produzione di fibre di Poliestere

Le fibre sintetiche sono soggette a una lavorazione differente da quella impiegata per le fibre naturali. Partendo da sostanze semplici le fibre sintetiche vengono infatti trattate in due diverse fasi: quella della sintesi e quella della filatura.

La fase della sintesi provvede ad associare tra loro le molecole tramite processi chimici di polimerizzazione. Vengono così generati dei materiali solidi di facile trasporto, come piccole chips o granelli.

Durante la fase di filatura i polimeri, tramite un processo di fusione, vengono resi liquidi. Successivamente vengono quindi estrusi attraverso delle filiere organizzate con fessure estremamente piccole e che variano per forma, numero di fessure e dimensione, a seconda delle caratteristiche dettate dal filo da produrre.

Una volta uscite dalle filiere si procede, tramite una sistema di raffreddamento, al consolidamento delle bave. Il filo, a questo punto, è formato e la fibra di poliestere viene sottoposta a un processo antistatico prima di essere avvolta su bobine e sottoposta a stiratura. Le caratteristiche termoplastiche del materiale consentono di realizzare anche filati crespi fiammati o testurizzati.

Per saperne di più scopri le lavorazioni di FILTRADING s.r.l.

Usi tessili del Poliestere

Il poliestere ha avuto un enorme successo soprattutto nel settore tessile, ambito in cui viene impiegato per dar vita a un'ampia serie di prodotti. Funge molto bene da isolante termico e, di conseguenza, viene comunemente utilizzata per la produzione di abbigliamento invernale e sportivo, dai pile fino all'imbottitura per giacche e altri capi pensati per offrire un'ottima protezione dal freddo essendo leggera, traspirante e idrorepellente.

Mescolato ad altre tipologie di fibre troviamo il poliestere citato sull'etichetta di indumenti intimi, di camicie e magliette, di vestaglie e di confortevoli plaid morbidi al tatto. Ultimamente, questo materiale è entrato a pieno titolo nella produzione di tovaglie antimacchia e idrorepellenti che non necessitano stiratura e che, per la loro comodità, sono sempre più richieste. Nel settore del tessile per la casa viene frequentemente impiegato anche per tende e rivestimenti.

La robustezza del filato lo rende inoltre idoneo anche per la creazione di indumenti da lavoro.

I vantaggi di un tessuto in Poliestere

Resistente alla trazione e all'umidità, questa fibra sintetica possiede anche un'elasticità simile a quella della lana. Dopo essere stato sfregata ha infatti la capacità di recuperare all'istante la sua forma originale e presentarsi priva di pieghe.

Molti capi d'abbigliamento o tessuti d'arredo realizzati in poliestere non richiedono alcuna stiratura, facendo risparmiare tempo, fatica ed energia elettrica. Anche questo positivo impatto green non deve essere sottovalutato.

Rispetto ai tessuti in fibre naturali questa fibra sintetica resiste molto bene anche se esposta a lungo al calore e ai raggi solari. I tessili realizzati in fibre di poliestere offrono un'alta resistenza alla lacerazione e all'abrasione, possono essere lavati diverse volte senza allargarsi, restringersi o sformarsi e hanno anche il vantaggio di asciugarsi molto rapidamente, grazie alle loro capacità traspiranti.

La nostra esperienza è a disposizione del cliente. Contattaci per informazioni e consulenze

Tessuti & stile
Poliestere: guida completa su cara…

Amazon.it
Tessuto di Ovatta bian…

nontex
Poliestere che tessuto è? Guida completa all…

Mike Compositi
Mike Compositi store …

liestere ri…

Amazon.it · Disponibile
Cozylkx Tessuto Non T…

Technofashion
Poliestere: cos'è e Consigli di …

Hangzhou K&M Tessile …
Produttori e fornitori di…

Wide
Sai davvero cosa succede qua…

cede quando stampi i…

girofil
Poliestere: le fasi di lavorazio…

sikor-tex
Nuovi tessuti in polies…

Runtang Textile
Vantaggi del tessuto …

Temu
singolo tessuto in fibr…

liestere Riciclato (rPET…

STOKLASA Merceria e Tessuti ·…
Sfere di poliestere in fibra ca…

U-Long High-Tech Tex…
Tessuto Poliestere M…

ProdottiFerramenta.it
ROTOLO TESSUTO …

Alibaba
Fibra di micro gel in fi…

Polycarbonate (PC)

Polycarbonate is a thermoplastic which contains organic functional groups connected together by carbonate groups. Due to the long molecular chain, the material can be easily thermoformed. Often, polycarbonate is blended with other plastics, such as ABS and rubber (Fig. 4.19).

Figure 4.19 Polycarbonate (PC).

Chemical formula	$(C_{16}H_{18}O_5)_n$
Abbreviation	PC
Classification	Thermoplastic
Molecular orientation in solid phase	Amorphous
Monomer	Bisphenol A
General properties	Naturally transparent with light transmissibility similar to that of glass. Tough, strong, heat resistant and excellent dimensional stability

Con una Direttiva Europea del 28 Gennaio 2011, l'Unione Europea ha vietato il commercio e quindi l'utilizzo di biberon di plastica in "policarbonato", in quanto da tale materiale può liberarsi una sostanza chiamata "bisfenolo A" (BPA), che può avere effetti dannosi sulla salute del bambino, in particolare sulle sue funzioni endocrine.
Da quel momento le aziende hanno utilizzato altri materiali plastici senza BPA, anche se la totale sicurezza di tali materiali è ancora oggetto di valutazione.
Le bottiglie di "silicone" e di "polipropilene", ad esempio, quando vengono a contatto con il latte caldo, possono rilasciare alcune sostanze non ammesse dalla legge. Il silicone può infatti liberare "ftalati" (anch'essi ritenuti interferenti endocrini come il BPA).
Il **polipropilene** (è un tipo di plastica dura) potrebbe invece rilasciare il "di-isopropilnaftalene". Tale sostanza è però contenuta negli inchiostri e nella carta riciclata, tanto da far pensare che la presenza possa derivare non dal materiale plastico, quanto dai foglietti illustrativi inseriti all'interno dei biberon.
Attualmente non sono stati invece rilevati problemi nei biberon in un materiale plastico chiamato polietersulfone.
https://www.ibfanitalia.org/presenza-di-bpa-e-altre-sostanze-chimiche-nei-biberon-siamo-lungi-dallessere-tranquilli/

Polychloroprene (neoprene)

Although polychloroprene is regarded as a synthetic rubber and thus an elastomer as opposed to a plastic resin, the inclusion of the material here is important and shall be listed in the preceding sections. Owing to its low-density buoyant nature and widespread aquatic applications (wet suits/dry suits/flip flops), polychloroprene has the potential to contaminate aquatic environments. Furthermore, polychloroprene is often used as a material for weather balloons, which can subsequently descend into bodies of water and break apart over time.[323] When polychloroprene is cured, the tensile strength of the material is increased. However, both cured (vulcanized) and uncured polychloroprene exhibit a high degree of crystallinity due to the large extent of stereoregularity on the polymer backbone. Possessing a unique balance of properties, polychloroprene has good mechanical strength and ageing resistance as well a slow flammability as a result of the chlorine atoms attached to the polymer backbone (Fig. 4.25).

Figure 4.25 Polychloroprene (Neoprene).

Chemical formula	$(C_4H_5Cl)_n$
Abbreviation	CR
Classification	Elastomer
Molecular orientation in solid phase	Semi-crystalline
Monomer	Chloroprene
General properties	Used as a natural rubber substitute with good mechanical strength. Exhibits high temperature resistance. Paradoxically, thermal degradation results in hardening as opposed to melting. At temperatures below 0°C, the material starts to stiffen. Good weathering resistance and excellent water resistance. High elasticity and low flammability

Polyamide (nylon)

Nylons are one of the most used widely used materials worldwide and are generally found in samples recovered from the aquatic environment as Nylon 6 or Nylon 6,6.[9] Synthesis of Nylons is achieved by way of a polymerising condensation reaction in which an amino group on one monomer reacts with the carboxyl group on another to create an amide bond and produce a polymeric translucent fibrous-like substance.[180] The structures of Nylon 6 and Nylon 6,6 are shown in Figs. 4.23 and 4.24, respectively. In the case of Nylon 6,6, the name derives from the fact that the two monomers of Nylon 6,6 (hexamethylenediamine and adipic acid) each contains six carbon atoms. Nylon fibres exhibit elasticity and have exceptional strength and toughness and are more robust than fibres of PET. Furthermore, Nylons have excellent wear resistance.

Figure 4.23 Nylon 6.

Figure 4.24 Nylon 6,6.

Chemical formula (nylon 6)	$(C_6H_{11}NO)_n$
Chemical formula (nylon 6,6)	$(C_{12}H_{22}N_2O_2)_n$
Abbreviation	PA
Classification	Thermoplastic
Molecular orientation in solid phase	Semi-crystalline
Monomers (Nylon 6)	Hexamethylenediamine, adipoyl chloride
Monomers (Nylon 6,6)	Hexamethylenediamine, adipic acid
General properties	Tough, high tensile strength and excellent abrasion resistance. However, prone to water absorption which decreases tensile strength

U-Long High-Tech Textil...
Nylon 66 Tessuto ad Al...

LongSheng
Il nylon è una plastica?

China Injection Mold, Plastic Injection Moldi...
Nylon 6/6 Vs Nylon 6 Vs Nylon 12, migl...

Salud Style
Filato Nylon 6 e Filato Nylon 66...

Materia prima di plastica (PA...
nylon 6 vs nylon 66 - Conos...

Badiani srl Materie prime tessili
Filiere nylon 6 o 6-6 bianche ...

U-Long High-Tech Textile C...
Nylon 66 Tessuto Idrorepe...

Ensinger
PA Nylon Estruso - TECAMID | Ensinger

China Injection Mold, Plastic Injection ...
Nylon 6/6 Vs Nylon 6 Vs Nylon 12, ...

Snap S.r.l.
NYLON 66 (PA 66) – SUSTAMID 66® | Snap

Modificato Ingegneria pl...
Poliammide - Nylon 6 ...

Cina Produttori, Fornitori e ...
Nylon 6.6 Filettatura incol...

Modificato Ingegneria pla...
Poliammide - Nylon 6 gr...

Alibaba
Filtro a membrana in Nyl...

U-Long High-Tech Textile ...
Nylon 6 Tessuto saldabil...

Parma Plastics
PA6.6 NYLON ESTRUSO +30% FIB...

Fulgar S.p.A.
Poliammide 6.

olycaprolactone (PCL)

07

O

nother common type of biodegradable plastic is polycaprolactone (PCL). The aterial has a low melting point of 60°C and is therefore unsuitable for high mperature applications. However, it is occasionally blended with other plastics to prove impact resistance or plasticise PVC. Owing to its biodegradative properties the human body, which occurs at a slower rate than polylactic acid (PLA), there is nsiderable research underway to develop implantable devices or sutures that can main in the body for long periods of time before breaking down when no longer quired. Furthermore, the encapsulation of drugs with PCL for controlled and targeted ug delivery systems has been successfully accomplished (Fig. 4.27).

Figure 4.27 Polycaprolactone (PCL).

hemical formula	$(C_6H_{10}O_2)n$
bbreviation	PCL
lassification	Thermoplastic
onomer	6-Hydroxycaproic acid or ε-caprolactone
eneral properties	Occasionally blended with other plastics to improve impact resistance or plasticise PVC. A tough material that has a glass transition temperature of −60°C and softens at 60°C thereby exhibiting poor heat resistance. Biodegradeable

PCL 100 POLICAPROLATTONE

PCL 100 POLICAPROLATTONE

Il policaprolattone (PCL o PLC) è un polimero semicristallino sintetico biodegradabile.

Essendo dotato di buone caratteristiche di biocompatibilità e di un'elevata stabilità termica, è molto utilizzato nel campo delle applicazioni biomedicali; ha inoltre una buona resistenza nei confronti del cloro, dell'olio, dell'acqua e dei solventi in genere.

Il policaprolattone PCL ha una temperatura di fusione di 59-64 °C e una temperatura di transizione vetrosa vicina ai -60 °C: quest'ultima è particolarmente bassa rispetto ad altri polimeri bioriassorbibili usati per applicazioni biomediche. La temperatura di decomposizione è pari a 360 °C.

Gli oggetti stampati in 3D con PCL 100 sono resistenti a sollecitazioni e pressioni con limiti simili al PLA a temperatura ambiente, ma si ammorbidiranno se scaldati alla temperatura di circa 60 °C.

PRINCIPALI UTILIZZI DEL PCL 100 ELOGIAM FACILAN

Facilan ELOGIAM ™ PCL 100 è perfetto per applicazioni di alto valore come la ricerca medica.

PCL 100 è usato per MOCKUP per la ricerca su trachea artificiale, materiali intelligenti, scaffold per ingegneria tissutale, impianti bioriassorbibili, impianti caricati con farmaci e altre applicazioni all'avanguardia.

PCL 100 è utilizzato da molte importanti università e centri di ricerca in tutto il mondo per il lavoro all'avanguardia nella bioprinting e nella ricerca medica specifica per il paziente.

Il filamento prodotto da ElogioAM si basa sulla materia prima prodotta in conformità con i regolamenti europei CE n. 1935/2004 e CE n. 10/2011 riguardanti materie plastiche e articoli che entrano in contatto con alimenti.

Il materiale ha una straordinaria adesione tra gli strati che si traduce in un grande miglioramento della resistenza all'urto, resistenza, durata e stampabilità.

A causa del basso punto di fusione, Facilan ™ PCL100 può essere rimodellato dopo la stampa 3D in acqua con una temperatura di 55 ° C.

Polyhydroxybutyrate (PHB)

The most popular biodegradable plastic is polyhydroxybutyrate (PHB), a thermoplastic which belongs to the polyester class of compounds. PHB is insoluble in water and thus has better resistance against hydrolytic degradation than other biodegradable plastics, which are soluble in water or sensitive to moisture. Furthermore, the material exhibits good resistance to ultraviolet light. There are many items available which are made from PHB, such as shampoo bottles, cups and golf tees. While in Japan, there is a large range of PHB disposable razors on the market. PHB is also used within the human body as sutures which, owing to the non-toxic degradative properties of PHB, breakdown naturally and thus do not have to be removed (Fig. 4.26).

Figure 4.26 Polyhydroxybutyrate (PHB).

Chemical formula	$(C_4H_6O_2)n$
Abbreviation	PHB
Classification	Thermoplastic
Monomer	*beta*-Hydroxybutyric acid
General properties	Good oxygen permeability, melting point (175°C), glass transition temperature (2°C). Good resistance to ultraviolet light. Poor resistance to acids and alkalis. Insoluble in water. Biodegradable

Medical devices on the base of PHB. (A) bioresorbable surgical suture; (B) biodegradable screws and plate for cartilage and bone fixation; (C) biodegradable membranes for periodontal treatment; (D) surgical meshes with PHB coating for hernioplastic surgery, pure (left) and loaded with antiplatelet drug, dipyridamole (right) [24].

Polylactic acid (PLA)

07

O

Polylactic acid (PLA) is the second most widely used biodegradable plastic and is derived from lactic acid, which can be produced by fermentation of renewable agricultural produce, such as sugar cane or corn starch. PLA has a large variety of applications, such as product packaging material, tableware and feedstock material for desktop 3D printers. Furthermore, owing to the substances ability to degrade to the innocuous lactic acid monomer, PLA is used within the human body for medical implants, such as pins, rods and screws. In the body, PLA completely degrades within 6–24 months, depending on the precise composition. The slow rate of degradation in the body is advantageous in terms of weight bearing structures like bone, since loading is gradually returned to the body as the polymer degrades and the body heals. Furthermore, lactic acid can be copolymerised with glycolic acid to create poly(lactic-co-glycolic acid) (PLGA), a biodegradable and biocompatible polymer. PLGA can be used for the targeted delivery of drugs within the body, such as the antibiotic amoxicillin, by creating microplastic-sized (~60 μm) solid PLGA microcapsules, which are loaded with the active drug, and are produced using micro-jetting technology[396]. Once inside the body, the solid PLGA microcapsules degrade when exposed to water via hydrolysis of their ester linkages, thereby releasing the active drug (Fig. 4.28).

Figure 4.28 Polylactic acid (PLA).

Chemical formula	$(C_3H_6O_3)_n$
Abbreviation	PLA
Classification	Thermoplastic
Monomer	Lactic acid
General properties	A brittle substance with a glass transition temperature of 44–63°C. Although stable at room temperature (21°C), PLA is not suitable for high temperature environments and will start to soften within this temperature range. Biodegradable

When these biodegradable plastic materials are discarded into the environment, complete biodegradation takes about 2 weeks in the case of discard into a sewage treatment facility and approximately 2 months in the case of discard into soil or aquatic environments (Fig. 4.29).

CORRIERE DELLA SERA

Martedì 7 ottobre 2025 - Aggiornato alle 09:44

dello

a da
il
e

essaggi in
Panda Osiris e

BEAUTY

Cos'è l'acido polilattico? La nuova frontiera (avanzata) per i trattamenti rigenerativi nella medicina estetica

di Rossella Burattino

bo Italia
Italia | PLA

Pieri Group
BICCHIERE PLA EC...

Tair Chu Enterprise C...
Tazza in PLA - Coppe...

Packaging-Online.it

Tair Chu

Giulia Fioravanti
ACIDO POLILATTICO: c...

Threads
Acido Ialuronico vs A...

Orinko Plastics - Orinko A...
acido polilattico prezzo 1...

Alibaba
Granuli di acido polilattic...

Chemical formula	$(C_3H_6O_3)_n$
Abbreviation	PLA
Classification	Thermoplastic
Monomer	Lactic acid
General properties	A brittle substance with a glass transition temperature of 44–63°C. Although stable at room temperature (21°C), PLA is not suitable for high temperature environments and will start to soften within this temperature range. Biodegradable

When these biodegradable plastic materials are discarded into the environment, complete biodegradation takes about 2 weeks in the case of discard into a sewage treatment facility and approximately 2 months in the case of discard into soil or aquatic environments (Fig. 4.29).

Figure 4.29 The degradation, and subsequent biodegradation, of a polylactic acid bottle.

BIODEGRADABILITÀ

Sono **biodegradabili** quei materiali organici che si scompongono grazie a microrganismi naturali in sostanze più semplici, fino a diventare acqua, metano e anidride carbonica.
La biodegradabilità, quindi, si riferisce alla proprietà di un materiale di subire un processo di biodegradazione. In poche parole è la capacità di essere degradati da agenti biologici.

COMPOSTABILITÀ

Sono **compostabili** quei materiali organici che, tramite il processo di compostaggio, vengono trasformati in compost.
Il compost è il risultato della biodegradazione aerobica di rifiuti organici. Per essere compostabile la sua decomposizione deve avvenire in **meno di 3 mesi** e **deve superare i test di ecotossicità.** Il compost maturo ha l'aspetto di un terriccio ed è molto ricco di sostanze nutritive utili all'agricoltura.

La norma UNI EN 13432 2002

Abbiamo già citato il riferimento a livello europeo che definisce i "requisiti per imballaggi recuperabili mediante compostaggio e biodegradazione" ovvero la norma UNI EN 13432. Tale norma contiene lo schema di prove sperimentali e i criteri per determinare se gli imballaggi possono essere garantiti come biodegradabili e compostabili.
Le specifiche permettono di verificare che il prodotto si disintegri e biodegradi secondo i tempi e i requisiti del compostaggio industriale, senza effetti negativi sulla qualità del compost.

Poly(lactide) or poly(lactic acid) (PLA)

Per Idrolisi e successiva fermentazione dell'Amido $(C_6H_{10}O_5)_n$ in catalisi dall'acido lattico si ottiene il PLA

Sources of starch

- PLA properties
  - Production > 100.000 tonnes/year.
  - Comopostible app. 100% in 45 days
  - T_g of 60°C, T_m 160°C
  - Properties compare to PS

- Recycling?

Biobased Renewable vs Petro-Fossil Feedstock

Una cosa è l'origine
Una cosa è l'utilizzo
Una cosa è il tipo di degradazione
Una cosa è il destino finale
Una cosa è la gestione del residuo, anche rifiuto.....

BASICS -- TERMINOLOGY

Biobased plastics and products refers to:

- Origins of the carbon in the polymer
- Plant-biomass feedstock (biobased/renewable) vs petro-fossil feedstock
- The "beginning of life" and does not address end-of-life
- Biobased products are not necessarily and automatically biodegradable-compostable

CLASSIFICAZIONE DELLE MATERIE PLASTICHE

rinnovabili

Fonti rinnovabili
Non compostabili

MP
Fonti rinnovabile
Compostabili

non compostabili

compostabili

MP tradizionali
Fonti fossili
Non compostabili

MP
Fonti fossili
Compostabili

non rinnovabili

Graph:
Material coordinate system of bioplastics
Prof. Dr. Ing. H.J.Endres, IfBB

La parola ad Enzo (Favoino)

Gli usi principali dei Polimeri (plastiche) nelle applicazioni più tipiche

Table 3.3 **Applications of plastics**

American Society for Testing and Materials designator code	Plastic	Abbreviation	Typical application
01 PET	Polyethylene terephthalate	PET	Beverage bottles Food containers Film and sheeting Strapping Fibres Fleece Filling material
02 PE-HD	High-density polyethylene	HDPE	Chemical containers Beverage bottles Food containers Crates Buckets Tubing Pipes
03 PVC	Polyvinyl chloride (rigid)	PVC	Containers Electrical conduit Pipes Gutters Cladding Window frames
03 PVC	Polyvinyl chloride (plasticised)	PVC	Cable insulation Garden hose Footwear Sheeting Flooring Mats
04 PE-LD	Low-density polyethylene	LDPE	Bags Squeezable bottles Food packaging Carton linings Shrink wrap Pallet sheets Mulch film Waste bins Outdoor furniture

Table 3.3 **Applications of plastics—cont'd**

American Society for Testing and Materials designator code	Plastic	Abbreviation	Typical application
05 PP	Polypropylene	PP	Bottle caps and container lids Packaging tape Pipes Rope Automotive Applications Outdoor furniture
06 PS	Polystyrene (rigid)	PS	Disposable cutlery and tableware Rigid disposable food containers Other low-cost applications requiring rigidity
06 PS	Polystyrene foams (expanded or extruded)	EPS, XPS	Disposable food containers and cups Packaging foam Foam boxes Thermal insulation
07 O	Polycarbonate	PC	Information storage discs Traffic light lenses Riot shields Security windows Eye protection
07 O	Poly(methyl methacrylate)	PMA	Glazing Aircraft canopies and windows Fluorescent light diffusers Vehicle lighting covers and lenses Contact lenses

Continued

Table 3.3 **Applications of plastics—cont'd**

American Society for Testing and Materials designator code	Plastic	Abbreviation	Typical application
07 O	Polytetrafluoroethylene	PTFE	Non-stick coatings for cookware and bakeware Breathable fabrics Plumbing tape Waterslides Low-friction coatings Automotive applications
07 O	Acrylonitrile butadiene styrene	ABS	Electrical and electronic equipment Automotive applications Pipes
07 O	Polyamide (nylon)	PA	Fibres Bristles Monofilament Bearings Automotive applications
07 O	Polychloroprene (neoprene)	CR	Gloves Footwear Diving garments Medical bandages and supports Automotive gaskets Electrical insulation Weather balloons

Un po’ di plastiche «Speciali»

Insomma non solo imballi e contenitori (SUP) oppure ciò con cui ci vestiamo!

Acetato di Cellulosa

PU Poliuretani

PMMA (o PMA) PoliMetilMetAcrilato

PTFE Polimeri Fluorurati

cenno alla galassia PFASs e Nafion

Poliuretano

Poliuretano (**PU** o **PUR**) indica una vasta famiglia di polimeri in cui la catena polimerica è costituita di legami uretanici, la cui formula chimica è NH-(CO)-O-.

I polimeri uretanici sono largamente impiegati nella produzione di una grande varietà di materiali.

Sintesi di un poliuretano a partire da un di-isocianato e da un diolo.

Storia

La reazione chimica per la sintesi dei poliuretani è stata scoperta in Germania tra la prima e la seconda guerra mondiale. Il primo impulso alla scoperta venne da Wurtz nel 1849. Egli scoprì la formazione di un isocianato alifatico quando faceva reagire un solfato organico con un cianato.

Nel 1937 il professor Otto Bayer sviluppò una nuova tecnica di polimerizzazione facendo reagire gli di-isocianati per ottenere una fibra che potesse competere con le fibre di nylon.

Nel 1942 William Hanford e Donald Holmes della Du Pont de Nemours & Company, brevettarono il primo processo industriale per la produzione di poliuretano.[4]

Tra il 1940 e il 1950 Du Pont ed ICI sviluppano tutta una serie di poliuretani.

Nel 1956 la Du Pont mette in commercio il primo poliuretano.

Nanofibre di poliuretano viste al microscopio.

Produzione

I *poliuretani* sono ottenuti per reazione tra un di-isocianato (aromatico o alifatico) e un poliolo (tipicamente un glicole poli-propilenico o un poliestere-diolo), in presenza di catalizzatori per aumentare la velocità della reazione e di altri additivi per conferire determinate caratteristiche al materiale da ottenere; in particolare tensioattivi per abbassare la tensione superficiale e quindi favorire la formazione della schiuma (nel caso di poliuretani espansi), ritardanti di fiamma, per i settori di applicazione ove ciò è richiesto e/o agenti espandenti (nel caso in cui si vogliano produrre delle schiume poliuretaniche).

Poliuretani espansi flessibili

Sono schiume flessibili utilizzate soprattutto per produrre materassi e imbottiture per l'arredamento e per l'auto.

Si presentano in apposite bombolette spray sotto forma liquida che dopo 2 o 3 ore dall'applicazione assumono forma solida e triplicano il loro volume coprendo eventuali fessure.

Esistono schiume speciali e ignifughe che permettono il fissaggio di tubi del camino e porte antincendio.

Possono essere prodotte con due tecnologie differenti: per *colata* o per *stampaggio*. Nella prima i vari componenti della reazione vengono colati, in continuo, su un nastro trasportatore di larghezza di circa due metri, ottenendo un blocco continuo con altezza di circa un metro che, a fine reazione (circa 180 secondi), può essere tagliato in spezzoni di lunghezza voluta. Dopo maturazione da 24 a 48 ore, possono essere tagliati in lastre e fogli dello spessore richiesto, secondo gli ordini di vendita.

Topo Gigio è Realizzato in Moltopren
Che non è altro che una schiuma di Poliuretano espanso a cella aperta sagomabile a piacere
Anche i materassi "Memory sono fatti di questo materiale

Fields	Transportation	IT Equipment	Housing & Construction	Medical & Welfare
Functions	Sound	Vibration	Shock	Heat & Temperature
Materials	Polyurethane	Rubber	Plastics	Composites
ologies	Compounding and polyurethane foaming technologies			

About Moltopren®

"Moltopren" is the trusted choice (solution) for INOAC polyester-based polyurethane foam. Flexible polyurethane foam used as a cushioning material in a wide range of applications due to its lightweightness.

Porzione di materasso in Memory Foam

Frammento residuo di isolamento (applicato in schiuma) usato in ISS lungo i bordi della (mia) porta rompi-fuoco

Gli impieghi dell'acetato di cellulosa

Come prodotto biodegradabile, l'acetato di cellulosa si presta a diversi impieghi, sia come fibra artificiale, che rappresenta l'utilizzo più consistente (vedi tabella 3), sia come materiale plastico con l'aggiunta di additivi:

- **filtri per sigarette** (utilizzo come fibra):
- **industria tessile e dell'abbigliamento** (utilizzo come fibra):
- base per **film per fotografia**;
- **etichette**: si tratta di etichette stampate su carta prodotta da pasta di legno derivante da piantagioni. Possono essere pellicole in film trasparente oppure bianco lucido;
- **imballaggio**: nel mercato dell'imballaggio l'acetato di cellulosa rappresenta una nicchia, ma è un impiego non trascurabile. L'acetato di cellulosa si presta particolarmente per confezioni a valva pe pastiglie, confezioni per supposte, ovuli e compresse ad uso medicinale; si presta anche per il confezionamento di lampadine, viti, tasselli, o per la produzione di scatole di contenimento di articoli da regalo;
- **altri vari**: nastri premio (es. coccarde per eventi equestri, premi aziendali), nastri pubblicitari, montature per occhiali, carte da gioco (come fibra), serbatoi di inchiostro per pennarelli, bottoni, fibbie, giocattoli, pettini, forcine per capelli, penne stilografiche, penne a sfera, manici di parapioggia, squadre, righelli ed altri articoli per disegnatori, tasti per macchine da scrivere e calcolatrici, pulsanti per comandi elettrici, manopole per leve meccaniche, particolari di elettrodomestici, tacchi per scarpe, manici di coltelli, membrane per sistemi di filtrazione (come fibra), paralumi, parabrezza, parti di maschere protettive, contenitori soffiati.

Il mercato dell'acetato di cellulosa

Il mercato mondiale dell'acetato di cellulosa ha raggiunto nel 2021 il valore di **5,2 miliardi di dollari** (dato comprensivo di plastica e fibre), con un **tasso di crescita del 2,8% medio annuo** nell'arco dell'ultimo decennio, ed u flessione nel 2020 in relazione all'impatto pandemico.

Clicca qui per trovarli nel nostro Shop

Clicca qui per trovarli nel nostro Shop

Poi ci sono i filtri che vengono definiti **Biodegradabili**, composti da fibre di PURA CELLULOSA, queste fibre costituiscono il nucleo del filtro e sono di nuova ottimale del fumo senza alterare il sapore del tabacco.

Sono appunto biodegradabili per ridurre l'impatto ambientale e ridurre l'inquinamento planetario, si decompongono in maniera naturale in pochi giorni.

Spesso hanno una certificazione FSC e la loro provenienza è spesso associata a foreste gestite in modo sostenibile.

Clicca qui per trovarli nel nostro Shop

Clicca qui per trovarli nel nostro Shop

Acetato di cellulosa, puro

Informazioni

Identificazione della sostanza Acetato di cellulosa
Numero articolo 4458
Numero di registrazione (REACH) Questa informazione non è disponibile.
Numero CE nessuno
Numero CAS 9004-35-7

Senato della Repubblica
XVIII LEGISLATURA

N. 765
DISEGNO DI LEGGE
d'iniziativa dei senatori **DONNO**, **PUGLIA**, **MININNO**, **ROMANO**, **MONTEVECCHI** e **Marco PELLEGRINI**

COMUNICATO ALLA PRESIDENZA IL 7 AGOSTO 2018

Disposizioni in materia di obblighi per le aziende manifatturiere di sigarette e prodotti affini per la produzione di filtri naturali e biodegradabili

Onorevoli Senatori. – Lo studio per la riduzione dell'impatto ambientale da rifiuti derivati dall'attività del fumo da sigaretta richiede, necessariamente, di analizzare il processo di produzione dei filtri per le sigarette e le possibili alternative da adottare.

I filtri delle sigarette nei primi anni del secolo scorso erano costituiti prevalentemente da cellulosa, mentre oggi sono costituiti da una sostanza molto più resistente e non degradabile, cioè da acetato di cellulosa. Esso è una fibra artificiale composta da cellulosa e anidride acetica.

I due composti singolarmente hanno origini nobili, ma insieme formano una fibra molto resistente usata sia in campo tessile che nella composizione dei filtri delle sigarette. L'acetato di cellulosa è chiamato anche «seta sintetica» ed è molto utilizzato per l'abbigliamento degli sportivi. Questa fibra può essere ricavata non solo da fibre vegetali, ma anche da precedenti lavorazioni di prodotti agroalimentari determinando un vantaggio economico per le aziende manifatturiere di sigarette che acquistano a costo zero, o quasi, la materia prima.

I filtri delle sigarette, sono composti quasi interamente da acetato di cellulosa nonché da piccole quantità di carta e solventi usati per la loro produzione.

Il compito che essi svolgono è quello di trattenere una parte di fumo, il «tar» (residui della combustione), e particelle prodotte dalla combustione del tabacco e della carta.

Purtroppo, data la sua struttura chimica, la biodegradabilità di tali filtri può essere anche di quindici anni, quindi il problema legato all'inquinamento è molto alto, considerando gli oltre 1,5 miliardi di fumatori nel mondo.

Dallo studio condotto nel 2010 dall'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA) emerge che l'uso voluttuario del tabacco comporta l'emissione nell'ambiente «di più di 4.000 sostanze chimiche, molte delle quali ad azione irritante, nociva, tossica e cancerogena». Durante la fase di combustione della sigaretta una parte degli agenti chimici prodotti viene inalata dal fumatore, una parte viene trattenuta dal filtro, una parte viene dispersa nell'ambiente esterno (fumo passivo), e un'altra parte immessa sempre nell'ambiente con la cenere. La porzione di sigaretta non fumata e il filtro costituiscono quella che viene comunemente chiamata cicca di sigaretta. Nelle cicche quindi è possibile trovare moltissimi inquinanti chimici come nicotina, benzene, composti organici volatili, polonio-210 e acetato di cellulosa, una materia plastica di cui è costituito il filtro. Tenuto conto del consumo annuale di sigarette in Italia, è stato calcolato che il carico nocivo immesso con le cicche in ambiente ammonta a diverse centinaia di tonnellate.

Poiché le cicche di sigaretta contengono prodotti tossici, nocivi, irritanti e cancerogeni, sulla base della normativa inerente la classificazione delle sostanze pericolose, queste dovrebbero essere classificate come preparati pericolosi e come tali dovrebbero essere trattate. Contrariamente a questo principio, invece, esse vengono immesse in ambiente in modo selvaggio senza nessun criterio.

Come confermato dal suindicato studio anche l'acetato di cellulosa, materiale costitutivo dei filtri, contribuisce alla contaminazione ambientale. Infatti, per ogni cicca gettata viene immesso un quantitativo di particolato pari a 20 mg, il che significa che complessivamente con le cicche finiscono nell'ambiente circa 1.400 tonnellate di materiale particellare contenente centinaia di composti tossici, nocivi e cancerogeni.

Come sostengono alcuni autori, «anche la sostanza costitutiva del filtro, l'acetato di cellulosa, costituisce un rischio per l'ambiente. Questa sostanza infatti è fotodegradabile, ma non biodegradabile. Di conseguenza, dopo l'attacco dei raggi UV, viene dispersa nel suolo e nelle acque. Ogni filtro ne contiene circa 170 mg. Considerando il consumo annuale di sigarette in Italia, risulta che complessivamente finiscono in ambiente 12.240 tonnellate di acetato di cellulosa» (Novotny T.E., Lum K., Smith E., Wang V., Barnes R., *Cigarettes Butts and Case for an Environmental Policy on Hazardous Cigarette Waste*. Int. J. Environ. Res 2009; 6: 1691-1705).

Purtroppo, il carico nocivo immesso in ambiente con le cicche è rilevante: si passa dalla nicotina (324 tonnellate), al polonio-210 (1.872 milioni di Bq), composti organici volatili – COV (1.800 tonnellate), gas tossici (21,6 tonnellate), catrame e condensato (1.440 tonnellate), per finire con l'acetato di cellulosa (12.240 tonnellate).

Pertanto, è facilmente intuibile come le cicche di sigaretta costituiscano a tutti gli effetti un rifiuto pericoloso, in quanto contengono le stesse migliaia di sostanze chimiche pericolose presenti nel fumo (tra cui agenti cancerogeni, mutageni, co-cancerogeni, sostanze tossiche, nocive, irritanti, ecc.), e che come tali dovrebbero essere gestite. Attualmente, alcune imprese hanno scelto di investire sui filtri di pura cellulosa ottenuta da legname di foreste gestite sostenibilmente, certificati FSC (*Forest Stewardship Council*, principale meccanismo di garanzia sull'origine del legno o della carta) e biodegradabili.

Da questa consapevolezza nasce il presente disegno di legge, il quale si pone come obiettivo quello di stabilire un obbligo, in capo alle imprese manifatturiere di sigarette, di produrre e quindi utilizzare un filtro biodegradabile ed ecologico diverso dall'attuale filtro che, invece, è composto da acetato di cellulosa fortemente impattante sia sull'ambiente che sulla salute umana.

DISEGNO DI LEGGE

Art. 1.

1. Fatto salvo quanto previsto dalla normativa dell'Unione europea, sono vietate la commercializzazione e la distribuzione di sigarette, sigari e prodotti affini dotati di filtri non biodegradabili.
2. I produttori di filtri per sigarette, sigari e prodotti affini sono obbligati ad utilizzare esclusivamente fibre naturali e biodegradabili. Compatibilmente con la vigente normativa in materia, su ciascuna confezione unitaria di un prodotto da fumo e sull'eventuale imballaggio deve essere indicata la composizione dei filtri. L'etichetta, recante le indicazioni di cui al presente comma, deve essere inamovibile, indelebile e pienamente visibile.
3. Coloro che importano i prodotti di cui al comma 1 devono acquisire apposita certificazione d'idoneità alla distribuzione, alla commercializzazione e al consumo del prodotto da fumo.
4. Con decreto del Ministro dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro della salute, da adottare entro tre mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge, sono stabiliti i requisiti di idoneità dei prodotti, nonché le procedure per le relative certificazioni, di cui al comma 3.

Poly(methyl methacrylate) (PMA) (Fig. 4.20)

Chemical formula	$C_5H_8O_2$
Abbreviation	PMA or PMMA
Classification	Thermoplastic
Molecular orientation in solid phase	Amorphous
Monomer	Methyl methacrylate
General properties	Extremely long service life, excellent light transmissibility and good resistance to ultraviolet light and weathering. Possesses the highest surface hardness of all thermoplastics

Figure 4.20 Poly(methyl methacrylate) (PMA).

Design e materiali creano effetti che esaltano la sua naturale bellezza, propria dello stile di vita italiano.
Vanity è realizzata in Italia, prodotta nello speciale "Bio-based* Acrylic Crystal" di origine biologica, un materiale organico rinnovabile, moderno e non fossile ricavato da scarti vegetali.

Tutto ciò che devi sapere sul PMMA (Polimetilmetacrilato)

Il PMMA è un materiale estremamente versatile, impiegato in un'ampia gamma di applicazioni, dalla costruzione agli hobby. Qui troverai tutte le informazioni sul PMMA: la sua storia, proprietà, produzione e utilizzo in diverse industrie. Un materiale versatile di cui non puoi fare a meno!

Che cos'è il PMMA?

PMMA sta per Polimetilmetacrilato, una plastica termoplastica trasparente. Meglio conosciuto con nomi come Plexiglass, Perspex e Altuglas. Il PMMA si distingue per le sue straordinarie qualità ottiche e le forti proprietà meccaniche. Per questo motivo, lo si trova spesso come sostituto del vetro in varie applicazioni.

Caratteristiche del PMMA

Il PMMA ha proprietà uniche che lo rendono perfetto per diverse applicazioni. Di seguito le principali caratteristiche:

✓ **Trasparenza**
Il PMMA lascia passare ben il 92% della luce. È quindi trasparente come il vetro. Per questo è ideale per finestre, vetrine e apparecchi di illuminazione. Cerchi materiali trasparenti per presentazioni? Il PMMA è la scelta giusta.

✓ **Rigidità e Stabilità**

Polytetrafluoroethylene (PTFE)

Polytetrafluoroethylene is a highly crystalline robust unique plastic with a high melting point. The material has a propensity to exhibit considerable elastic deformation under load. Consequently, in applications that require a frictionless surface and resistance to load, such as bearing surfaces, the deformation characteristics of PTFE are improved with the use of additives and fillers. PTFE has a high molecular weight and is generally an unreactive substance due to the highly stable nature of the fluorine and carbon bonds in its structure. Furthermore, the high electronegativity of the fluorine atoms gives the plastic an extremely water repellent surface and outstanding non-stick properties (Fig. 4.21).

Figure 4.21 Polytetrafluoroethylene (PTFE).

Chemical formula	$(C_2F_4)_n$
Abbreviation	PTFE
Classification	Thermoplastic (fluoropolymer)
Molecular orientation in solid phase	Semi-crystalline
Monomer	Tetrafluoroethylene
General properties	White solid with high strength and toughness which possesses a waxy surface with a very low coefficient of friction. The material has outstanding chemical resistance and high resistance to weathering but exhibits high elastic deformation under load. Water absorption and flammability are low while thermal stability is high

Per- and polyfluoroalkyl substances (also **PFAS**, **PFASs**, and informally referred to as "**forever chemicals**")

PFHxS

PFOA

perfluorononanoic acid

perfluorodecanoic acid

PFOS

POLITETRAFLUOROETILENE / POLYETRAFLUORETHYLENE PTFE

Si tratta di un materiale unico nel suo genere: possiede, infatti, un basso coefficiente d'attrito, eccellenti doti di resistenza agli agenti esterni, un elevato grado di antiaderenza e un'ottima resistenza alle basse e alte temperature (da -200 °C a +260 °C). Anche a temperature così alte, il PTFE è stabile e non si rilevano particolari decomposizioni strutturali. Ha ottime proprietà dielettriche, nessuna igroscopicità ed è idoneo al contatto con alimenti. Il PTFE ha ottime caratteristiche di isolamento elettrico ed è il meno infiammabile tra tutte le materie plastiche. È il materiale più scelto per lo scorrimento in ogni applicazione dinamica.

per migliorarne le proprietà, il PTFE vergine viene caricato con diversi componenti organici/inorganici, tra cui:

Vetro: migliore resistenza all'usura e resistenza chimica; utilizzato per componenti che debbano resistere allo scorrimento e all'attacco chimico.

Carbone: buona conducibilità termica e buona resistenza alla deformazione; utilizzato in condizioni di elevata velocità e dove sia richiesta la dissipazione di cariche elettrostatiche.

Grafite: basso coefficiente d'attrito, media resistenza alla compressione, buona resistenza all'usura; utilizzato in condizioni di elevata velocità e a contatto con superfici di media durezza.

Bronzo: elevata resistenza alla compressione, buona resistenza all'usura ed elevata conducibilità termica; utilizzato in condizioni di alta velocità e in assenza di lubrificazione.

Bisolfuro di molibdeno: elevata antiaderenza, basso coefficiente di attrito statico e discreta resistenza alla deformazione; utilizzato per particolari con buone caratteristiche di resistività.

Deterioramento dei polimeri

I polimeri possono subire un deterioramento per

- attacco di solventi
  solubilità, resistenza agli agenti chimici, eliminazione dei additivi (e.g. plastificanti), rigonfiamento

- ossidazione
  in presenza di aria a temperature elevate (termo-ossidazione) o sotto azione di radiazione UV (fotoossidazione)

- decomposizione
  irraggiamento con neutroni, radiazione γ, effetto del calore

Deterioramento dei polimeri

I polimeri possono subire deterioramenti del tipo

- <u>rigonfiamento</u> (provocato da un solvente)
  processo fisico, incremento forte del volume del polimero
  Con: eliminazione del plastificante, dissoluzione

- <u>invecchiamento</u> (ossidazione)
  degrado del polimero in presenza di aria a temperature elevate (termoossidazione) o sotto azione di radiazione UV (fotoossidazione), neutronica, γ

- <u>corrosione</u>
  degrado del polimero per reazione chimica alla superficie

- <u>degradazione meteorica</u>
  combinazione dei punti 1 – 3, temporaneamente con film di acqua sulla superficie

- <u>corrosione per tensione</u>
  contatto con soluzioni (acetone e PMMA)

Tetrafluoroethylene (monomer)

Polytetrafluoroethylene (PTFE) molecule

Perfluorooctanoic acid (PFOA)

Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS)

2.3. A revised PFAS definition

Therefore, there is a need to revisit the previous definition in Buck et al. (2011) to address these gaps (i.e. the previous definition was not comprehensive enough and contained ambiguous descriptions). A clear distinction of the logical relationship needs to be made here: the intention of the revision of the PFAS definition is not to expand the PFAS universe, but to comprehensively reflect it. More concretely, the rationale behind the revision is to have a general PFAS definition that is coherent and consistent across compounds from the chemical structure point of view and is easily implementable for distinguishing between PFASs and non-PFASs, also by non-experts.

This revised PFAS definition reads,

> PFASs are defined as fluorinated substances that contain at least one **fully fluorinated methyl or methylene carbon atom (without any H/Cl/Br/I atom attached to it)**, i.e. with a few noted exceptions, any chemical with at least a perfluorinated methyl group ($-CF_3$) or a perfluorinated methylene group ($-CF_2-$) is a PFAS.

Both a perfluorinated methyl group and a perfluorinated methylene group are saturated and aliphatic. Note that the carbon in a $R-CF_2-O-$ or $R-CF_2-Si-$ group ($R \neq H/Cl/Br/I$) is a perfluorinated methylene carbon. A perfluorinated methylene group may also be represented as "$>CF_2$", where ">" denotes two single bonds. A fully fluorinated carbon that is bound to the rest of the molecule by a double bond is a perfluorinated methyl*idene* carbon atom ($=CF_2$). This distinction is important. Further, a perfluorinated methine carbon moiety ($>CF-$) alone does not meet this revised PFAS definition.

It should be noted that this general PFAS definition is based only on chemical structure, and the decision to broaden this definition compared to Buck et al. (2011) is not connected to decisions on how PFASs should be grouped and managed in regulatory and voluntary actions. For further practical guidance on how to use this general PFAS definition, see Section 3.1.

Figure 5 illustrates substances that are PFASs, and Figure 6 shows those that are not PFASs. Note that tetrafluoroethylene (TFE, CAS No. 116-14-3, $CF_2=CF_2$) is not a PFAS as both fully fluorinated carbon atoms are unsaturated; its longer-chain homologue hexafluoropropylene (HFP, CAS No. 116-15-4, $CF_2=CF-CF_3$) is a PFAS due to the presence of a fully fluorinated methyl carbon atom ($-CF_3$).

https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/risk-management-risk-reduction-and-sustainable-chemistry.html

Unclassified ENV/JM/MONO(2006)15

Organisation de Coopération et de Développement Economiques
Organisation for Economic Co-operation and Development 21-Aug-2007

English - Or. English

ENVIRONMENT DIRECTORATE
JOINT MEETING OF THE CHEMICALS COMMITTEE AND
THE WORKING PARTY ON CHEMICALS, PESTICIDES AND BIOTECHNOLOGY

Cancels & replaces the same document of 12 April 2006

LISTS OF PFOS, PFAS, PFOA, PFCA, RELATED COMPOUNDS AND CHEMICALS THAT MAY DEGRADE TO PFCA

(AS REVISED IN 2007)

Information on commercial availability & current uses of PFAS & alternatives in different industry sectors

Food packaging (paper and paperboard)

Published in 2020
Hazard info - alternatives - 2022

Coatings, paints and varnishes

Published in 2022
Hazard info - alternatives - 2024

Cosmetics

Published in Feb 2024
No hazard info report

Non solo TEFLON: Ricordiamo il NAFION™

per le Membrane a scambio Protonico
O come substrato per le celle Cloro-Alkali
La base per la produzione di H2 Idrogeno
da rinnovabili

Nafion™ ion-exchange materials play an important role in many chemical processing applications. These membranes, dispersions, and resins help ultra-high purity chemical producers improve yields and quality, providing unparalleled performance and durability in numerous chemical industry applications.

They include:

Ion Exchange: Nafion™ resins serve as long-lasting, perfluorinated cation exchange resins that can perform in harsh temperatures and chemical environments where other non-fluorinated resins cannot.

Electrolysis: The selectivity of Nafion™ membranes in various electrochemical processes provides ultra-high purity compounds, such as those needed in semiconductor manufacturing.

Catalysts: Nafion™ polymers act as super-acid catalysts. When used in solid pellet form, a Nafion™ catalyst can be reused numerous times, lowering total cost of ownership.

Nafion™ Products Industri

Enabling Improvements and Innovations

For more than 50 years, Nafion™ membranes and dispersions have provided critical applications with unparalleled performance and durability. Today, the Nafion™ portfolio provides leading-edge solutions that create production and process improvements, ensure superior performance standards, & allow manufacturers to pursue new markets.

Global Demands Are Changing. We're Ready and Able to Meet Them.

As consumers and regulators demand more sustainable and responsible solutions, operating environments and application requirements are changing too. Increased energy consumption requires cleaner, more efficient sources and distribution methods. Our membrane technology reduces wasted energy and facilitates clean hydrogen production.

Nafion™ ion exchange membranes provide a clean solution to energy production, with water as the only byproduct. Fuel cells—another Nafion™ membrane application—convert hydrogen to electricity, which supplements intermittent power generated by renewables, a popular alternative to carbon-based energy sources. But Relying on new energy generation sources is only part of the equation—excess energy storage and distribution will need to support the heavier loads society demands.

Innovating energy production, storage, and distribution may influence the progress of other industries. Manufacturers will produce more electric and hydrogen-powered vehicles once those fuel sources become readily available and affordable. More smart cities will rely on grids and meters to automate efficient use. The power of chemistry will enhance these and many other applications within the energy industry, while working to reduce its environmental footprint. Learn more about our featured industry applications below.

FEATURED INDUSTRIES

Nafion™ materials boost the efficiency of many processes in the chemical and chlor-alkali industries and open the door to imaginative new products and applications in transportation and energy storage.

Advancements in PEMs help companies meet the United Nations 2030 Sustainable Development Goals

Green hydrogen, flow batteries, and fuel cells are reinventing the energy market.

Soon, proton exchange membrane (PEM) water electrolyzers are expected to become one of the most cost-efficient methods of producing green hydrogen, flow batteries for power storage, and fuel cells for transport and stationary applications. Working together, these advancements can make significant contributions to the hydrogen economy. See how more and more companies are using advancements in PEMs to meet the United Nations 2030 Sustainable Development Goals.

Fuel Cell
Electric Vehicles

Powering an electric vehicle with a fuel cell

Il Tema dei PFAS e la loro parabola in tema A&S

- Presenza ubiquitaria
- Persistenza oltre ogni paragone, composti pesanti e duraturi
- Effetti tossicologici a lungo termine
- Il dramma ambientale della insostituibilità
- Il tema dell' «essential use»: non se ne può fare a meno per assenza alternative
- Tempi di guerra: strategic and military use
- La parabola discendente (iniziano le restrizioni) degli usi commerciali, quella ascendente degli usi Industriali e/o Strategici e/o Energetici (ritenuti indispensabili e strategici, anche geopoliticamente)

perfluorononanoic acid

perfluorodecanoic acid

PFHxS

PFOA

PFOS

Degrado termico del PVF, PVDF, Teflon

A temperature elevate (es. durante lavorazione) i polimeri fluorati staccano molecole di HF, formando un legame C=C. Più atomi di idrogeno sono sostituiti da fluoro più alto è la stabilità termica.

Tetrafluoroethylene (monomer)

Polytetrafluoroethylene (PTFE) molecule

PVF polivinylfluoro, PVDF polivinyldifluoro, PTFE Teflon

LE PROPRIETA' DEI POLIMERI E DELLE MACROMOLECOLE

CHIMICHE, FISICHE, MECCANICHE

TIPI DI REAZIONE POLIMERICHE E TECNICHE DI REAZIONE POLIMERICHE

Qualche nozione generale

Densità e Gravità Specifica

Common applications and specific gravity of some plastics found in the marine environment

Categories or classes	Common applications	Specific gravity
Polyethylene (PE)	Plastic bags, six-pack rings, gear	0.91-0.94
Polypropylene (PP)	Rope, bottle caps, gear, strapping	0.90-0.92
Polystyrene (expanded) (PS)	Bait boxes, floats, cups	0.01-1.05
Seawater		~ 1.02
Polystyrene (PS)	Utensils, containers	1.04-1.09
Polyvinyl chloride (PVC)	Film, pipe, containers	1.16-1.30
Polyamide or nylon	Gear, rope	1.13-1.15
Polyethylene terephthalate (PET)	Bottles, strapping, gear	1.34-1.39
Polyester resin + glass fibres	Textiles	>1.35
Cellulose acetate	Cigarette filters	1.22-1.24

Floating

Sinking

Source: Andrady 2011

Table 5.5 **Density and buoyancy of common microplastics**

Substance	Abbreviation	Density (g/cm³)	Direction in column of seawater
Seawater	SW	1.025	–
Polystyrene (expanded foam)	EPS	0.01–0.05	Ascend ↑ (due to trapped gas)
Polystyrene (extruded foam)	XPS	0.03–0.05	Ascend ↑ (due to trapped gas)
Polychloroprene (neoprene) (foamed)	CR	0.11–0.56	Ascend ↑ (due to trapped gas)
Low-density polyethylene	LDPE	0.92–0.94	Ascend ↑
Linear low-density polyethylene	LLDPE	0.92–0.95	Ascend ↑
High-density polyethylene	HDPE	0.94–0.97	Ascend ↑
Polypropylene	PP	0.88–1.23	Ascend ↑ or descend ↓ depending on the composition – see Chapter 9 (density separation)
Acrylonitrile butadiene styrene	ABS	1.03–1.21	Descend ↓
Polyamide (nylon 6)	PA	1.12–1.14	Descend ↓
Poly(methyl methacrylate)	PMA	1.10–1.25	Descend ↓
Polychloroprene (neoprene) (solid)	CR	1.20–1.24	Descend ↓
Polyamide (nylon 6,6)	PA	1.13–1.38	Descend ↓
Polystyrene (solid)	PS	1.04–1.50	Descend ↓
Polycarbonate	PC	1.15–1.52	Descend ↓
Polyethylene terephthalate	PET	1.30–1.50	Descend ↓
Polyvinyl chloride	PVC	1.15–1.70	Descend ↓
Polytetrafluoroethylene	PTFE	2.10–2.30	Descend ↓

Note: The densities listed above take into account that many plastics are blends of glass fibre or other materials, as well as being plasticised and impact modified. Thus, the minimum and maximum density values for each type of plastic is listed. For more specific density values relating to plastic blends with and without additional material content, plasticisation and impact modification, see Chapter 9.

Considerazioni da tenere presente quando si valutano pubblicazioni scientifiche sul «Marine Litter»: I frammenti più pesanti precipitano, depositandosi sul fondo, mentre i più leggeri (dell'acqua di mare) galleggiano formando le «Isole di Plastica». Ovviamente al netto delle forme dei singoli Items che ne consentano il galleggiamento!

Table 4.2 General properties of amorphous polymers versus semi-crystalline polymers

Amorphous	Semi-crystalline
High melt viscosity	Low melt viscosity
No distinct melting point	Distinct melting point
Low strength	High strength
Poor fatigue and wear resistance	High fatigue and wear resistance
Poor resistance to chemicals	High resistance to chemicals
Transparent	Translucent
Molecular orientation in molten phase: random	Molecular orientation in molten phase: random
Molecular orientation in solid phase: random	Molecular orientation in solid phase: presence of crystalline regions (crystallites)

Le proprietà chimico-fisiche, dovute al tipo di struttura (amorfa o semi cristallina) orientano la scelta del polimero per l'utilizzo che se ne vuole fare nella singola applicazione.
Ma la scelta non è certo «fissata» da caratteristiche statiche.
Lo stesso polimero, in funzione della *catalisi*, tipo di reazione, **additivi**, **Peso Molecolare raggiunto**, può avere uno spettro molto ampio di rese, e conseguenti applicazioni. Questo deve essere chiaro: ma lo avete già visto nelle tabelle dei singoli polimeri.

Caratteristiche reologiche dei polimeri

Le due principali categorie dei Polimeri in funzione della risposta della massa polimerica al riscaldamento
I Polimeri TERMOPLASTICI
I Polimeri TERMOSET
Differenza:
Nei secondi il Riscaldamento induce una REAZIONE CHIMICA (Reticolazione) che lega, in modo TRIDIMENSIONALE i vari pezzi della catena polimerica, creando una struttura che risulta NON PIU' MODIFICABILE per azione meccanica (forze), per azione termica (riscaldamento), ma solo per effetto di una qualsivoglia **reazione chimica** che recuperi, anche in parte la struttura originaria di partenza
Esempi sono le varie resine che messe in possa, possono solo essere distrutte per la loro rimozione (schiume di PUR, Siliconi, resine epossidiche, fenoliche, acriliche...etc...)

Il gomitolo Polimerico Lamelle di cristallinità vs porzione Amorfa

Il polimero visto al microscopio nella sua configurazione implicazioni nelle proprietà e caratteristiche intrinseche di questa classe di materiali

Figura 2: a Due dimensioni (in alto) e la rappresentazione tridimensionale degli "spaghetti"-come la struttura di polietilene.

Le materie plastiche e la loro struttura

COPOLIMERI: le unità monomeriche sono di due specie diversa (3 per i TERPOLIMERI)

Esse possono essere disposte lungo la catena in maniera:

alternata

Schema

A-B-A-B-A-B

statistico lineare

Schema

A-B-A-A-A-B-B-A-B

a blocchi

Schema

A-A-A-A-B-B-B-B-A-A

ad innesto

Schema

A
A
-B-B-B-B-B-B
A
A

Struttura dei polimeri

I polimeri possono presentare nello stato solido una struttura **amorfa** o **semicristallina**

amorfo

catene disposte senza nessun ordinamento regolare

semicristallino

catene disposte secondo un ordine tridimensionale a lungo raggio separate da zone amorfe

Polimeri amorfi

la disposizione delle catene nello spazio è casuale, priva di un ordine tridimensionale a lungo raggio.

Polimeri semicristallini

Oltre a zone amorfe(disordinate) vi sono zone in cui è presente un **ordine** nella disposizione delle **catene** nello spazio ⇒ **strutture planari**, comunemente indicate come **"lamelle"** (disposizione ordinata di segmenti di catena).
Una stessa catena può, per ripiegamento, rientrare in una lamella che già ne contiene un segmento o far parte di una lamella distinta.
I segmenti di catena nello spazio interlamellare sono caratterizzati da una disposizione casuale e costituiscono la fase **amorfa**.

Struttura dei polimeri

Per conoscere la struttura dei polimeri allo stato solido è necessario valutare la disposizione spaziale delle catene polimeriche considerate nel loro insieme.

In un materiale polimerico le catene non si presentano come entità isolate, ma all'interno di uno stesso elemento di volume sono presenti segmenti di catena appartenenti a catene differenti.

I PUNTINI sono tutto il resto:
I CHEMICALS
Reagenti, residui, catalizzatori, cariche, plastificanti, additivi in genere, coloranti, etc...
Da conoscere e caratterizzare

Termoplastici amorfi
rigonfiamento facile
ev. solubile

Termoplastici cristallini
rigonfiamento difficile
poco solubile

Elastomeri
rigonfiamento facile
non solubile

Termoindurenti
rigonfiamento difficile
non solubile

Valori indicativi delle energia di legame

ENERGIA DI LEGAME, E

quantità di energia necessaria per la dissociazione ("distruzione" del legame chimico tra due atomi

unità di misura: $\frac{\text{kcal}}{\text{mole}}$

legame **COVALENTE**: $E = 50 \div 200 \ \frac{\text{kcal}}{\text{mole}}$

legame **IDROGENO**: $E = 3 \div 7 \ \frac{\text{kcal}}{\text{mole}}$

interazione **ELETTROSTATICA**: $E = 0.5 \div 3 \ \frac{\text{kcal}}{\text{mole}}$

Covalente = per lo scheletro/braccia del polimero
Idrogeno = Tra le nuvole elettroniche dei gruppi laterali
Interazione elettrostatica = tra le differenti catene, e qualsivoglia materiale additivato, in funzione dei gruppi che porta (anche per i legami H)

Ciò che consente di intrappolare, ma non legare:
-quello che rimane dalla produzione
- Quello che si additiva dalla produzione sino al prodotto FINITO

Meglio parlare ***di LEGAMI INTRAMOLECOLARI*** quali:
Covalente,
ionico,
idrogeno,
di Coordinazione..

e LEGAMI INTERMOLECOLARI (ovvero i legami SECONDARI tra una macromolecola e l'altra) che sono:
Forze dipolari (interazione Elettrostatica),
Forze di Induzione,
Forze di Dispersione (esempio di Dipolo Istantaneo) come le Forze di London che sono parte delle forze di van der Waals e diventano più intense all'aumentare delle dimensioni e della massa molecolare.

Quando la forza del legame, diventa la caratteristica saliente sfruttata nell'applicazione (e la dimostrazione (esasperata) del concetto di spugna vuota delle macromolecole)

Il poliacrilato di sodio è un polimero superassorbente noto per la sua straordinaria capacità di trattenere grandi quantità di acqua rispetto al proprio peso. Grazie a questa proprietà, è largamente impiegato in prodotti di largo consumo, dispositivi medici e soluzioni tecnologiche avanzate.

Proprietà del poliacrilato di sodio
Il poliacrilato di sodio si presenta sotto forma di polvere bianca o granulare, inodore, non volatile e stabile a temperatura ambiente che una volta disciolto in acqua, forma una soluzione viscosa e trasparente. Sebbene sia generalmente solubile in acqua, il grado di solubilità può essere influenzato da fattori come la reticolazione e la presenza di altre sostanze presenti nell'acqua.

$(C_3H_3NaO_2)_n$

Sodium polyacrylate

«IL» contenuto dei pannolini…
Con tutto quello che si porta dietro, al momento della gestione end of life…

Quando la tipologia dei legami, e le caratteristiche intrinseche delle macromolecole del Polimero vengono sfruttate nell'applicazione (e la dimostrazione - esasperata - del concetto di grado di vuoto consente anzi progetta la funzione finale del polimero)

La gomma da masticare: un esempio di quando le proprietà intrinseche del Gomitolo Polimerico, vengono usate come lavoro «dolce» vero e proprio.

La gomma da masticare è un dolciume che quando masticato, rilascia, per effetto MECCANICO, e di lisciviazione per effetto della saliva, a temperatura constante (37°C) della masticazione i flavours interni ad essa, mescolati al suo interno col processo di produzione del blending dolciario

Mastichiamo una cosa simile ad un intermedio, tra il Poli-Iso-Butilene, ed il Poli-Isoprene (ricordate il Caucciù?)...

Gomma da masticare

La **gomma da masticare** (detta anche **gomma americana** e in alcune parti d'Italia chiamata semplicemente *gingomma*, *cingomma*, *cincingomma*, *cicca*, *ciunga*, *giungomma*, *gigomma*, *ciccigomma*, *ciugomma*, *ciuinga*, *cingon*, *masticante*, *gommina*, *caramella a gomma* o *cicles*, in inglese *chewing gum*) è un prodotto dolciario che a differenza di tutti gli altri, come dice il nome stesso, non deve essere mangiato, ma soltanto masticato.

Esempi di gomme da masticare in confetti

Storia [modifica | modifica wikitesto]

Le prime tracce di un simile uso della gomma naturale risalgono ai Maya, i quali masticavano abitualmente palline di gomma. *Chicle* è infatti il nome nahuatl della pianta (*Manilkara chicle*) dalla quale si estrae.

La nascita della moderna gomma da masticare si deve a William Finley Semple, il quale brevettò la prima ricetta il 28 dicembre 1869[1]. Le prime palline di gomma da masticare vennero messe in vendita nel New Jersey nel 1871, ma erano molli e senza sapore.

Le tecniche di produzione furono migliorate da William Semple e da altri al fine di ottenere un prodotto più consistente e con maggior sapore, decretandone una grande diffusione nell'ultimo decennio del secolo.

Nel corso del XX secolo si è affermato l'uso di gomme sintetiche (poliisobutilene) al posto del *chicle*, anche se quest'ultimo viene ancora prodotto da alcune compagnie.

Le proprietà elastiche sono state anche migliorate per mezzo di additivi. In particolare, per incrementare la viscosità, viene impiegata la gomma di xanthano, con funzione di addensante.

Annuncio pubblicitario del 1897, che promuove le gomme da masticare come rimedio per difficoltà digestive e il mal di mare.

Il **poliisobutilene** (**PIB**) è una gomma sintetica, un omopolimero di 2-metil-1-propene, prodotto dalla polimerizzazione di circa il 98% di isobutilene con circa il 2% di isoprene. Viene commerciato dalla BASF con i nomi commerciali "Oppanol", "Oppanol B" e "Oppanol C"

Descrizione e caratteristiche

Strutturalmente, il Poliisobutilene somiglia al polipropilene, con due gruppi metilici sostituito in ogni altro atomo di carbonio. Il suo colore va dall'incolore a giallo chiaro ed è viscoelastico, inoltre è generalmente inodore e insapore, anche se può esibire un lieve odore caratteristico.

Possiede un'eccellente impermeabilità, e un'elevata flessibilità.

Poliisobutilene	
Caratteristiche generali	
Formula bruta o molecolare	C4H8
Numero CAS	9003-27-4
Numero EINECS	618-360-8
Indicazioni di sicurezza	

Modifica dati su Wikidata - Manuale

Isobutilene al 98%

Isoprene al 2%

All'interno della Gomma da Masticare vengono mescolati i cosiddetti "Flavours", i gusti della "gommina", estinti i quali, per effetto della masticazione e loro trasferimento nella soluzione salivale, la si butta via.

Tipi di reazioni polimeriche

Reazioni di addizione e reazioni di condensazione

I polimeri possono essere classificati in base al tipo di reazione di polimerizzazione che li produce: addizione e condensazione. Nella reazione di addizione, chiamata anche polimerizzazione a catena, i monomeri si uniscono a formare catene lineari o ramificate.

Nelle **polimerizzazioni per addizione (A.)**, ciascun segmento del polimero è formato da un intero monomero. I polimeri di addizione si formano mediante diversi meccanismi, quali la polimerizzazione radicalica, la polimerizzazione anionica, la polimerizzazione cationica e così via. Tra i più comuni polimeri di addizione troviamo le poliolefine (come in figura con mani), il polistirene e il polivinilcloruro (PVC). Un altro tipo di reazione di addizione è la polimerizzazione ad apertura di anello usata nella preparazione di polimeri quali il nylon 6 (policaprolattame) e i polimeri silossanici a elevato grado di personalizzazione.

Nelle **reazioni di condensazione (B.)**, l'unione dei monomeri produce il polimero e un sottoprodotto, come acqua o cloruro di idrogeno. Se i monomeri presentano due o più gruppi funzionali reattivi, si formano catene polimeriche ramificate. Le reazioni di condensazione sono note anche come polimerizzazioni a stadi, essendo processi in cui si formano dapprima dimeri, quindi trimeri, per poi arrivare a catene più lunghe formate da oligomeri. Tra i più comuni prodotti della polimerizzazione per condensazione figurano le **poliammidi (come in figura in alto)**, il poliestere e il policarbonato.

Residui dai diversi tipi di Reazione polimerica

Catalizzatore e/o supporto del catalizzatore, iniziatore di reazione, terminatore di reazione, organometalli di reazione

Monomero (o monomeri) di partenza

Sottoprodotto di reazione, solvente/i, agente sospendente (tensioattivi), Zolfo per la vulcanizzazione,

Nelle reazioni di condensazione si può avere in soluzione residuo di Dimeri e Trimeri oltre ai semplici reagenti di partenza (monomeri)

Agenti chimici per il termoindurimento (reazioni di CURING) (Es. indurenti a base amminica, a base acquosa), o semplicemente il calore

Tecniche per le reazioni polimeriche

Nelle reazioni polimeriche vengono impiegate tecniche diverse. Tutte hanno lo stesso scopo, ossia ottenere un polimero con specifiche proprietà fisiche e strutturali.

Le tecniche impiegate nelle reazioni di addizione comprendono:

- **Polimerizzazione in massa** – I monomeri puri allo stato liquido reagiscono per formare polimeri come il PVC o il polietilene a bassa densità (LDPE).
- **Polimerizzazione in soluzione** – Il monomero e l'iniziatore vengono disciolti nel solvente e il polimero si forma in soluzione. Il polimero può essere recuperato per evaporazione o lasciato nella soluzione per essere usato in vernici e autoadesivi. Questo metodo è utilizzato per produrre polimeri come l'acido acrilico.
- **Polimerizzazione in sospensione** – In una soluzione acquosa vengono dispersi monomeri non solubili; dopo l'attivazione della reazione, nella soluzione si formano piccole gocce di polimeri. Con questo metodo vengono prodotte, per esempio, le palline di polistirolo, caratterizzate da dimensioni ridotte e uniformi.
- **Polimerizzazione in emulsione** – Un monomero non solubile viene disperso in acqua in presenza di un tensioattivo e nell'emulsione si formano singole microparticelle polimeriche di elevato peso molecolare (lattice). Tra i prodotti più diffusi ottenuti mediante questa tecnica figurano vernici, rivestimenti e autoadesivi.

Le tecniche impiegate nelle reazioni di condensazione comprendono:

- **Polimerizzazione per fusione** – Vengono miscelati tutti i reagenti e la temperatura di reazione viene elevata al di sopra della temperatura di fusione del polimero risultante. Questo metodo consente di produrre fibre di poliammide e poliestere.
- **Condensazione in soluzione** – I reagenti (monomero, catalizzatore) vengono miscelati in un solvente inerte. Vengono prodotti con questo metodo gli elastomeri sintetici.
- **Condensazione interfacciale** – La reazione di polimerizzazione avviene all'interfaccia di due fasi immiscibili tra loro. Questo metodo è usato spesso per la produzione di polianiline e poliimmidi.

Tecniche per le reazioni polimeriche

Le tecniche impiegate nelle reazioni di addizione comprendono:

- **Polimerizzazione in massa**
- **Polimerizzazione in soluzione**
- **Polimerizzazione in sospensione**
- **Polimerizzazione in emulsione**

Le tecniche impiegate nelle reazioni di condensazione comprendono:

- **Polimerizzazione per fusione**
- **Condensazione in soluzione**
- **Condensazione interfacciale**

LE QUALITÀ INFINITE DEI POLIMERI; IL CICLO DI VITA DELLA PLASTICA: DALLA PRODUZIONE ALL'ESPOSIZIONE

Il gomitolo Polimerico: cosa viaggia col polimero, Cosa si aggiunge al polimero, Cosa rilascia un polimero

COME GESTIRE IL CICLO DI VITA DELLA PLASTICA

Possibili contaminazioni del Polimero dal Processo di Produzione
Residui della Reazione polimerica e del suo Tipo di Esecuzione

Reagenti di partenza e prodotti che NON siano il Polimero (Monomero/i di partenza
Acqua di scarto)

Catalizzatore e/o supporto del catalizzatore
iniziatore di reazione,
terminatore di reazione,
organometalli di reazione

Sottoprodotto di reazione,
solvente/i,
agente sospendente (tensioattivi),
Zolfo per la vulcanizzazione,

Nelle reazioni di condensazione si può avere in soluzione residuo di Dimeri e Trimeri oltre ai semplici reagenti di partenza (monomeri)

Agenti chimici per il termoindurimento (reazioni di CURING) (Es. indurenti a base amminica, a base acquosa), o semplicemente il calore

Sostanze di estrazione del polimero

Agenti fluidificanti/lubrificanti usati per l'estrusione del granulo

Coloranti
etc... ABBIAMO PRODOTTO SOLO IL GRANULO

Pubblicazioni di Riferimento per capire il tema Plastica
Report(s) di input al Negoziato sulla plastica, per la parte di processo e gestione ciclo di vita e per la natura tecnico Giuridica

1) https://www.unep.org/resources/report/chemicals-plastics-technical-report

2) https://www.ciel.org/reports/compilation-of-key-terms-relevant-for-the-negotiation-of-a-treaty-to-end-plastic-pollution/

CIEL
CENTER for INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL LAW

Compilation of Key Terms Relevant for the Negotiation of a Treaty to End Plastic Pollution

Updated May 28, 2023

La Plastica – Un problema multidimensionale

LE SVARIATE DIMENSIONI DEL PROBLEMA

I **Polimeri della Plastica:** PVC, PP, PE, PS, PET…

I **«Chemicals» nella Plastica**: NIAS, plastificanti, ritardanti di fiamma, PFASs, Stabilizzanti UV, Metalli/metalloidi….

Contesto d'uso: luogo di lavoro, uso domestico, uso sanitario, pubblico in genere… (matrice degli impatti!)

I **Settori di applicazione**: Infanzia, Arredo, Packaging, Sanitario, EEE, Costruzioni, Trasporti, Prodotti per la cura/casa, Agricoltura, Tessile

Stadio del Ciclo di Vita: Materie prime/monomeri, produzione, fase di utilizzo, End of Life (Waste Management, Littering & Pollution)

Contesto Regolatorio: REACH (CLP), HTA, (G)PP, GDPR, MDRs, PPWD, WFD, ADR, EU OSH Leg., Seveso III…. Segreto industriale (brevetti), Tema dell'essential Use, e Strategic Use
Le Norme Italiane a partire dal D.Lgs. n. 152/2006…

Il Cross-setting/linking delle Convenzioni Inter.li: Minamata, Basel, Marpol, Rotterdam, Stockholm….

ANATOMIA DELLA PLASTICA: Ma per la chimica si chiama CARATTERIZZAZIONE!!!

Si interseca col livello del processo (in senso di ciclo di vita)

Produzione
(grandi produttori, sino a quelli di nicchia)

Trasformazione del semilavorato

Lavorazione (produzione del granulo/batch
Per la singola applicazione/Item)

Poi.... C'è la raccolta fine vita

Il riciclo, recupero, riciclo chimico

Quale riutilizzo nella realtà:

MONOMERI/POLIMERI

Sostanze Intenzionalmente aggiunte

NIAS Non Intentionally Added Substances

GLI ADDITIVI E LE CARICHE

Il mondo della Chimica, od un mondo di Chimica entra nel Gomitolo polimerico

ANATOMIA DELLA PLASTICA: CARATTERIZZIAMO IL PROCESSO DI PRODUZIONE

Si interseca col livello del processo (in senso di ciclo di vita)

Produzione
(grandi produttori, sino a quelli di nicchia)

Trasformazione del semilavorato comporta tanti livelli successivi di Trasformazione del granulo vergine di partenza

Lavorazione per il prodotto finito

→ Arriva al consumatore

Poi gestione di fine vita

La parola a Costanza Scopetani UNIFI

Dispositivi Medici, Farmaci, Dispositivi di sicurezza, Arredi, imballaggi, Abbigliamento, sino all'impiantabile nel corpo umano…

Tutto in Plastica

Plastic Europe
Dati 2023

Gestire il RISCHIO Chimico associato al contenuto pericoloso di sostanze «High Concern» nella plastica implica OGNI VOLTA valutare:

Il Processo di produzione

Il Processo di trasformazione

Il dove e come si utilizza la plastica (in quale «frame Regolatorio sia ricompresa)

Quale processo di Riciclo

E quindi quale tipo di Smaltimento?

Il Polimero (il gomitolo amorfo/semicristallino) si carica di tutti i Chemicals che sono anche preoccupanti per la salute
Non li conosciamo, non li tracciamo: perché?

La filiera di PRODUZIONE è decrescente e frammentata

Il mercato è Global (con regole anche molto difformi e processi differenti: caso del PVC, anche sanitario!)

Le applicazioni sono infinite

→Da produzioni di grandi quantitativi realizzate da Pochi Produttori : le grandi aziende Chimiche globali ai
→ Trasformatori intermedi che preparano i Blends (o mescole) per le varie applicazioni
→ Produttori del Prodotto finito

→Da produzioni di grandi quantitativi realizzate da Pochi Produttori : le grandi aziende Chimiche globali ai
→ Trasformatori intermedi che preparano i Blends (o mescole) per le varie applicazioni
→ Produttori del Prodotto finito

Materie Prime

Granulo blended

Prod. Finito

Quantitativi Processati dal trasformatore decrescono, ma aumentano i produttori, per piccole quantità di lavorato/semilavorato

Petrolchimici (Materie prime di base)
Pochi a Livello Globale

Trasformatori del granulo
Multipurpouse

Distributori/Importatori (per ogni passaggio su livelli di filiere che sono *Globali*

Trasformatori per applicazioni di dettaglio
Nella filiera della Plastica non essendovi un obbligo cogente, non vi è né trasparenza né tracciabilità totale

La Plastica – Gestire il ciclo di vita

Address Regulations
&
Improve Transparency

Perché dopo tutto questo gran parlare non ci siamo riusciti?

Fabbricante / Importatore

Pellet di materia plastica
Il polimero deve essere registrato?

I polimeri non devono essere registrati

Devono invece essere registrati:
- **i monomeri** che finiscono per diventare chimicamente legati al polimero
- **le altre sostanze** che finiscono per diventare chimicamente legate al polimero
- **le sostanze aggiunte per migliorare le prestazioni del polimero**

Non si devono registrare:
- **monomeri non reagiti**
- **impurezze** (residui di catalizzatori)
- **stabilizzanti** (stabilizzanti termici, antiossidanti, stabilizzanti alla luce)

Alla fine la ricetta non la sa neanche.... Benedetta!

Come faccio a tracciare la filiera se nell'ambito REACH avviene ciò?

Produzione di POLIMERI

Processazione POLIMERI NATURALI

Fabbricante / Importatore

Polimeri naturali
E' richiesta la registrazione dei monomeri?

No

Per polimeri naturali si intendono i polimeri che sono il risultato di un processo di polimerizzazione avvenuto in natura, indipendentemente dal processo di estrazione con cui sono stati estratti

I monomeri e le altre sostanze che finiscono per diventare chimicamente legati nel polimero NON si devono registrare

Pellet di materia plastica
Quali obblighi REACH?

Ai pellet di materia plastica si applicano le disposizioni del Regolamento REACH relative a:

- registrazione
- autorizzazione
- schede di sicurezza
- restrizioni

La «teoria del formaggio svizzero» (James Reason) è applicabile anche al processo di produzione, preparazione/mescola, trasformazione della plastica in prodotto finito, nel contesto normativo che permette di forare le fette, in più passaggi

Non esiste per la plastica il **Digital Product Passport,** ma soprattutto una tracciabilità in generale di tutte le sostanze usate

Le filiere sono le più estese a livello globale e trapassano traiettorie normative le più diverse.....

da ultimo, per le caratteristiche del Polimero, non sappiamo in linea generale i potenziali di rilascio, usura, frammentazione, contaminazione (sia in un senso che nell'altro: dentro il polimero, o cosa rilascia il polimero in ambiente)

Il REACH NON MAPPA TUTTA LA FILIERA E TUTTI I PROCESSI DI DEFAULT

Presenza dei Chemicals: noti e non noti

Come faccio a tracciare la filiera se nell'ambito REACH avviene ciò?

Trasformazione dei POLIMERI
Nel Processo di Pellettizzazione/Blending per i formulati

Processazione
POLIMERI NATURALI

Le Cariche, I Rinforzanti:

Usati nelle mescole (Bland o batch) dei Polimeri

Cariche

I filler o cariche inorganiche, od organiche, a seconda dello scopo per cui vengono aggiunti, si distinguono in riempitivi utilizzati per ridurre i costi o rinforzanti utilizzati per migliorare le proprietà. I riempitivi sono materiali (solitamente cariche minerali) di basso costo e larga disponibilità, nella maggior parte dei casi sotto forma di polveri (non metalliche); vengono aggiunti in quantità anche rilevanti. Tali cariche sono normalmente impiegate appunto per diminuire i costi, essendo questa materia prima sempre molto più economica rispetto al polimero. In merito alla loro composizione chimica i riempitivi possono anche aumentare alcune caratteristiche del polimeri, quali il modulo a flessione, resistenza all'impatto, e alcune proprietà termiche. Le proprietà più importanti che le cariche minerali devono presentare sono in ordine di importanza:

- Granulometria
- Regolarità granulometrica
- Grado di purezza

Per quanto riguarda la granulometria, è opportuno precisare che più si abbassa la dimensione media e più aumenta l'interazione della carica con la matrice polimerica migliorandone le prestazioni sopra citate.

Nei compound poliolefinici, la carica minerale contenuta fino al 10 %, non produce variazioni apprezzabili sulle caratteristiche, svolge leggeri effetti di stabilizzazione sulla struttura morfologica e anche una leggera protezione agli U.V. per effetto opacizzante. Quando la percentuale supera il 10 %, le caratteristiche sono influenzate proporzionalmente dalla percentuale di carica presente:

- Cresce la viscosità
- Aumenta la durezza
- Aumenta il modulo a flessione

Rinforzanti

I rinforzanti sono invece materiali introdotti nei polimeri con lo scopo principale di migliorare le caratteristiche del prodotto, che esse siano meccaniche (allungamento a rottura, carico a rottura, durezza), termiche (stabilità dimensionale a caldo, resistenza al calore e alla fiamma) fisiche (densità). Le proprietà più importanti che le cariche minerali rinforzanti devono presentare sono:

- Interazione con il polimero e compatibilità
- Dimensioni particellari inferiori
- Durezza non elevata
- Morfologia particellare adeguata

Le cariche, tuttavia, sono multifunzionali e possono essere caratterizzate da una funzionalità primaria. Possiamo classificare le cariche secondo cinque funzioni primarie, come segue:

- modificatori di proprietà meccaniche (e ulteriore suddivisione in base al rapporto di aspetto);
- ritardanti del fuoco
- modificatori di proprietà elettriche e magnetiche;
- modificatori di superficie di proprietà
- coadiuvanti tecnologici

Ulteriori funzioni possono includere il migliorare la degradabilità, le proprietà di barriera, caratteristiche antiaging, bioattività, assorbimento di radiazione, minimizzazione deformazione e così via.

Inorganici	Ossidi	Ossido di titanio
		Ossido di antimonio
		Ossido di magnesio
		Silica
	Idrossidi	Idrossido di alluminio
		Idrossido di calcio
		Idrossido di magnesio
	Carbonati	Carbonato di calcio
		Dolomite
	Solfati	Solfato di bario
	Silicati	Talco
		Mica
		Fibra di vestro
		Micro sfere
		Silicato di calcio
		Montmorillonite
		Bentonite
		Argilla
		Fibra di carbonio
	Carbonio	Carbon black
		Grafite
		Legno
		Canapa
Organici	Vegetali	Juta
		Banana,Cocco
		Kenaf

Organici	Vegetali	Juta
		Banana,Cocco
		Kenaf
Forma	Aspect Ratio	Filler
Cubico	1:4	Feldspato
		Calcite
Sferico	1:1	Microsfere
		Talco
Lamellare	4:30	Kaolino
		Idrossido di Alluminio
		Grafite
Polvere	50 : > 200	Montmorillonite
		Mica
		Fibra di vetro
		Fibre di legno
Fibra	20: >200	Fibre vegetali
		Wollastonite
		Fibre di carbonio

Typical polyolefin waste “impurities”

Auxiliary materials	Additives	Pollutants
Foaming agents	Softeners	Food rests
Lubricants	Anti-statics	Glue
Anti-oxidants	UV-stabilizers	Mud
Heat stabilizers	Fillers and strengtheners	Artefacts
Release agents	Colorants	Foreign objects
	Conservation agents	Carbon
	Flame retardants	Stones
	Fungicides	Chemicals remainders
	Reinforcement fibers	Water
	Metals (multi layer)	Paper (labels)

Si fa presto a dire: Rischi per la Salute... da Plastica

Distretti/Ambienti/aree di indagine/Utilizzo/EoWaste

Matrici Ambientali

Tipologia dell'Esposizione Umana

...ma non solo: biodiversità

A List of Typical Hazard Endpoints for Chemical Hazard Assessment
Human Health Effects
Carcinogenicity
Genotoxicity/Mutagenicity
Reproductive toxicity
Developmental toxicity (explicitly includes neurodevelopmental toxicity)
Endocrine Activity (Disruption)
Acute Mammalian toxicity
Specific Target Organ Toxicity (Systemic toxicity) – single dose
Specific Target Organ Toxicity (Systemic toxicity) – repeated dose
Neurotoxicity
Skin Sensitization
Respiratory Sensitization
Eye Irritation/Corrosion
Dermal Irritation/Corrosion
Ecotoxicity
Acute Aquatic Toxicity
Chronic Aquatic Toxicity
Environmental Fate and Transport
Persistence
Bioaccumulation
Physical Hazards
Flammability (liquids, solids, etc.)
Explosivity and Reactivity (self-reactive, pyrophoric, etc.)
Additional Endpoints
Ecotoxicity: avian (acute oral and dietary) and acute bee toxicity; Terrestrial toxicity (earthworm)

LE SVARIATE DIMENSIONI DEL PROBLEMA

I Polimeri della Plastica: PVC, PP, PE, PS, PET…

I «Chemicals» nella Plastica: Reagenti e Monomeri, NIAS, plastificanti, ritardanti di fiamma, PFASs, Stabilizzanti UV, Metalli/metalloidi/catalizzatori, coloranti, cariche, rinforzanti ….

Contesto d'uso: luogo di lavoro, uso domestico, uso sanitario, pubblico in genere… (matrice degli impatti!)

I Settori di applicazione: Infanzia, Arredo, Packaging, Sanitario, EEE, Costruzioni, Trasporti, Prodotti per la cura/casa, Agricoltura, Tessile

Stadio del Ciclo di Vita: Materie prime/monomeri, produzione, fase di utilizzo, End of Life (Waste Management, Littering & Pollution), ma non solo, tempo di vita del prodotto in/con la plastica dentro, anche nell'ottica del riciclo.

Contesto Regolatorio: REACH (CLP), HTA, (G)PP, GDPR, MDRs, PPWD, WFD, ADR, EU OSH Leg., Seveso III….
Segreto industriale (brevetti),
Tema dell'«Essential Use»,
«Strategic Use»
Le Norme Italiane a partire dal D.Lgs. n. 152/2006…

Il Cross-setting/linking delle Convenzioni Internazionali:
Minamata, Basel, Barcelona, Marpol, Rotterdam, Stockholm, Montreal….

Il mio lavoro di questi anni…

chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://global.noharm.org/sites/default/files/documents-files/7382/2023-05-Towards-PVC-free-healthcare_0.pdf

Figure 1. Steps to sustainable plastic design and continual improvement

Tools: (1) Chemical Inventory (2) Chemical Hazard Assessment (3) Exposure Assessment (4) Life Cycle Considerations (5) Decision Analysis

www.oecd.org/environment/plastics/

WE CAN PROTECT BOTH PEOPLE AND PLANET.

The *Lancet* Countdown on health and plastics

Philip J Landrigan*, Sarah Dunlop, Marina Treskova, Hervé Raps, Christos Symeonides, Jane Muncke, Margaret Spring, John Stegeman, Bethanie Carney Almroth, Thomas C Chiles, Maureen Cropper, Megan Deeney, Lizzie Fuller, Roland Geyer, Rachel Karasik, Tiza Mafira, Alexander Mangwiro, Denise Margaret Matias, Yannick Mulders, Yongjoon Park, Costas A Velis, Roel Vermeulen, Martin Wagner, Zhanyung Wang, Ella M Whitman, Tracey J Woodruff, Joacim Rocklöv*

Lancet 2025; 406: 1044–62
Published Online August 3, 2025
https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)01447-3
This online publication has been corrected. The corrected version first appeared at thelancet.com on September 4, 2025

*Co-chairs of the *Lancet* Countdown
Global Observatory on Planetary Health, Schiller Institute for Integrated Science and Society (Prof P J Landrigan MD, Prof T C Chiles PhD, E M Whitman AB) and Department of Biology (Prof T C Chiles), Boston College, Chestnut Hill, MA, USA; School of Biological Sciences, University of Western Australia, Perth, WA, Australia (Prof S Dunlop PhD, Y Mulders PhD); Plastics and Human Health, Minderoo Foundation, Perth, WA, Australia (Prof S Dunlop, Y Mulders, C Symeonides MB ChB); Centre for Community Child Health, Royal Children's Hospital, Parkville, VIC, Australia (C Symeonides); Heidelberg Institute of Global Health and Interdisciplinary Centre for Scientific Computing, Heidelberg University, Heidelberg, Germany (M Treskova PhD, Prof J Rocklöv PhD); Department of Epidemiology and Global Health, Umeå University, Umeå, Sweden (M Treskova, Prof J Rocklöv); Biomedical Department, Centre Scientifique de Monaco, Monaco (Prof P J Landrigan, H Raps MD); Food Packaging Forum, Zurich, Switzerland (J Muncke PhD); Monterey Bay Aquarium, Monterey, CA, USA (M Spring JD); Department of Biology, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA, USA (Prof J Stegeman PhD); Department of Biological and Environmental Sciences,

Plastics are a grave, growing, and under-recognised danger to human and planetary health. Plastics cause disease and death from infancy to old age and are responsible for health-related economic losses exceeding US$1·5 trillion annually. These impacts fall disproportionately upon low-income and at-risk populations. The principal driver of this crisis is accelerating growth in plastic production—from 2 megatonnes (Mt) in 1950, to 475 Mt in 2022 that is projected to be 1200 Mt by 2060. Plastic pollution has also worsened, and 8000 Mt of plastic waste now pollute the planet. Less than 10% of plastic is recycled. Yet, continued worsening of plastics' harms is not inevitable. Similar to air pollution and lead, plastics' harms can be mitigated cost-effectively by evidence-based, transparently tracked, effectively implemented, and adequately financed laws and policies. To address plastics' harms globally, UN member states unanimously resolved in 2022 to develop a comprehensive, legally binding instrument on plastic pollution, namely the Global Plastics Treaty covering the full lifecycle of plastic. Coincident with the expected finalisation of this treaty, we are launching an independent, indicator-based global monitoring system: the *Lancet* Countdown on health and plastics. This Countdown will identify, track, and regularly report on a suite of geographically and temporally representative indicators that monitor progress toward reducing plastic exposures and mitigating plastics' harms to human and planetary health.

Introduction

Plastics are the defining material of our age.[1] Plastics are complex, manufactured chemical materials comprising a polymer matrix and multiple additional chemicals.[2] More than 98% of plastics are made from fossil carbon—gas, oil, and coal.[3–5] Plastics are flexible, durable, convenient, and perceived to be cheap. Plastics are ubiquitous in modern societies, and have supported advances in many fields, including medicine, engineering, electronics, and aerospace. It is increasingly clear, however, that plastics pose grave, growing, and underappreciated dangers to human and planetary health.[6] Moreover, plastics are not as inexpensive as they appear and are responsible for massive hidden economic costs borne by governments and societies.[7]

Early warnings of the ecological dangers posed by plastics[8] became reality in the 1960s and 1970s with reports of plastic waste obstructing the gastrointestinal tracts of seabirds, entangling sea turtles, and killing marine mammals.[9] These dangers were followed by the discovery of abundant plastic particles in the Sargasso Sea[10] and the recognition that microplastic particles are ubiquitous in surface waters and ocean sediments, with microplastics and plastic chemicals detected in marine and terrestrial species worldwide.[11–15]

The potential for plastics to harm human health was recognised in the 1970s with the observation of four cases of hepatic angiosarcoma among polyvinyl chloride (PVC) polymerisation workers in Kentucky, USA, occupationally exposed to vinyl chloride monomer.[16] Additional harms to health are seen given the high incidence of injuries, illnesses, and deaths among workers who extract carbon feedstocks for plastic production by fracking, oil drilling, and coal mining. Elevated rates of stillbirths, premature births, asthma, and leukaemia in fenceline communities adjacent to fracking wells and plastic production facilities show that plastics' harms extend beyond the workplace and affect people of all ages.[17] National biomonitoring surveys support these findings and documents the presence of multiple widely used plastic chemicals, including bisphenols, phthalates, brominated flame retardants, and perfluorinated and polyfluorinated substances (PFAS) in the bodies of nearly all people examined, including newborn infants and pregnant women.[18,19] Microplastic and nanoplastic particles (MNPs) are increasingly reported in human biological specimens, including blood, breastmilk, liver, kidney, colon, placenta, lung, spleen, brain, and heart in populations worldwide.[20] Also, brominated flame retardants are widely encountered in house dust.[21] A 2020 consensus statement warned of the health threat of multiple plastic

Search strategy and selection criteria

To identify newly reported information on the health impacts of plastics, we used PubMed to identify articles published in English between Sept 30, 2020, and Jan 24, 2025. Our two search questions were: "What are the effects of plastics and plastic chemicals on health-related outcomes?", and "What are the underlying pathways or mechanisms through which these effects occur?". Our search terms were: "plastics", "plastic-associated chemicals", "plastic waste", and "health-related outcomes". Two authors (MT and JR) independently screened the titles and abstracts of the identified and deduplicated records (n=2887) using our pre-defined scope and objectives. Additional references were included based on the authors' expert knowledge of the relevant literature.

Lancet 2025; 406: 1044–62
Published **Online** August 3, 2025
https://doi.org/10.1016/ S0140-6736(25)01447-3
This online publication has been corrected. The corrected version first appeared at thelancet.com on September 4, 2025 *Co-chairs of the *Lancet* Countdown
Global Observatory on Planetary Health, Schiller Institute for Integrated Science and Society (Prof P J Landrigan MD, Prof T C Chiles PhD, E M Whitman AB) **and Department of Biology** (Prof T C Chiles)**, Boston College, Chestnut Hill, MA, USA; School of Biological Sciences, University of Western Australia, Perth, WA, Australia** (Prof S Dunlop PhD, Y Mulders PhD)**; Plastics and Human Health, Minderoo Foundation, Perth, WA, Australia** (Prof S Dunlop, Y Mulders, C Symeonides MB ChB)**; Centre for Community Child Health, Royal Children's Hospital, Parkville, VIC, Australia** (C Symeonides)**; Heidelberg Institute of Global Health and Interdisciplinary Centre for Scientific Computing, Heidelberg University, Heidelberg, Germany** (M Treskova PhD, Prof J Rocklöv PhD)**; Department of Epidemiology and Global Health, Umeå University, Umeå, Sweden** (M Treskova, Prof J Rocklöv)**; Biomedical Department, Centre Scientifique de Monaco, Monaco** (Prof P J Landrigan, H Raps MD)**; Food Packaging Forum, Zurich, Switzerland** (J Muncke PhD)**; Monterey Bay Aquarium, Monterey, CA, USA** (M Spring JD)**; Department of Biology, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA, USA** (Prof J Stegeman PhD)**; Department of Biological and Environmental Sciences University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden** (Prof B Carney Almroth PhD)**; Department of Economics, University of Maryland, College Park, MD, USA** (Prof M Cropper PhD)**; Resources for the Future, Washington DC, WA, USA** (Prof M Cropper)**; Department of Population Health, London School of Hygiene & Tropical Medicine, London, UK** (M Deeney MSc)**; Sheltering Earth, Byron Bay, NSW, Australia** (L Fuller BA LLB)**; Bren School of Environmental Science and Management, University of California, Santa Barbara, CA, USA** (Prof R Geyer PhD)**; Norwegian Institute for Water Research, Oslo, Norway** (R Karasik MEM)**; Dietplastik Indonesia, Jakarta, Indonesia** (T Mafira LLM)**; PR3: the Global Alliance to Advance Reuse, USA** (T Mafira)**; Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions, UN Environment Program, Geneva, Switzerland** (A Mangwiro AB)**; Eberswalde University for Sustainable Development, Eberswalde, Germany** (Prof D M Matias PhD)**; Non-Timber Forest Products, Exchange Programme Asia, Quezon City, Philippines** (Prof D M Matias)**; Manila Observatory, Quezon City, Philippines** (Prof D M Matias)**; Center for Development Research, University of Bonn, Bonn, Germany** (Prof D M Matias)**; Department of Resource Economics, University of Massachusetts Amherst, Amherst, MA, USA** (Y Park PhD)**; Institute for Risk Assessment Sciences, Division of Environmental Epidemiology and Julius Center for Health Sciences and Primary Care, University Medical Center Utrecht, Utrecht University, Utrecht, Netherlands** (Prof R Vermeulen PhD)**; Department of Civil and Environmental Engineering, Imperial College London, London, UK** (C A Velis PhD)**; Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway** (Prof M Wagner PhD)**; Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Particles–Biology Interactions Laboratory, St. Gallen, Switzerland (Z Wang PhD); National Centre of Competence in Research Catalysis, Zürich, Switzerland (Z Wang); Program on Reproductive Health and the Environment, Department of Obstetrics, Gynecology and Reproductive Sciences, University of California, San Francisco, CA, USA (Prof T J Woodruff PhD) Correspondence to: Prof Philip J Landrigan, Global Observatory on Planetary Health, Schiller Institute for Integrated Science and Society, Boston College, Chestnut Hill, MA 02467, USA landrigp@bc.edu**
For the High Ambition Coalition to End Plastic Pollution see https:// hactoendplasticpollution.org/ hac-member-states-ministerial-joint-statement-for-inc-5. For the Lancet Countdown on health and climate change see https://lancetcountdown.org

Figure 1: **Global trends in plastic production, plastic waste generation, and plastic use—total and by sector, 2000–2100**
(A) Annual plastic production. (B) Annual plastic waste generation. (C) Plastics in current use (stock). Adapted from Stegmann and colleagues.[28]

www.thelancet.com Vol 406 September 6, 2025

L'incubo della Crescita Esponenziale!

Figure 5: **Schematic representation of impact pathways for the *Lancet* Countdown on health and plastics based on the theory of change**
On the left side, the problem analysis outlines the growing threat of plastic production and pollution, highlighting gaps in monitoring, the need for strengthening the science–policy interface, limited industry accountability, and insufficient regulatory interventions for health protection across the plastic lifecycle. On the right side, the impact pathway envisions a series of outcomes starting with improved data on health risks from plastics, which will enable stakeholders and decision makers to apply health-focused indicators to leverage effective actions. Figure adapted from the Dutch Research Council.[195] FCA=food contact articles. MNP=microplastic and nanoplastic particle.

Figure 2: **The potential impacts of plastics on health across the plastic lifecycle**
MNP=microplastic and nanoplastic particle.

Lack of information on plastic chemicals

Despite their large production volumes and widespread human exposure, hazard data are not publicly available for more than two-thirds of known plastic chemicals. Where hazard data are available, they are often incomplete.[2] A recent systematic evidence map found that approximately 75% of the plastic chemicals examined have not been assessed in human health studies.[98]

Of the plastic chemicals for which data are available, approximately 75%—more than 4200 substances—have been found to be highly hazardous due to their toxic effects, persistence, bioaccumulation, and mobility. Almost 1500 of these chemicals are carcinogenic, mutagenic, or toxic to reproduction, and more than 1700 are toxic to specific organs, such as the liver. 47 of these chemicals are endocrine disruptors recognised in the EU and more than 1800 have been shown to be released from plastics and have a high potential for human exposure.[2] Meanwhile, beyond these chemicals of known hazard, little to no information on chemical composition, toxic effects, or potential hazard is available for most plastic products to which people are exposed, including chemicals commonly encountered in daily life.[99]

A lack of transparency on which chemicals are present in plastics, on plastic chemicals' uses and applications, on their production volumes, and on their toxic effects limits our understanding of the full range of plastic chemicals' potential harms to human and planetary health.

These knowledge gaps reflect the limitations in current legislation.[100] Under existing laws, industry is not compelled to support independent toxicity testing of new plastic chemicals, to conduct post-market surveillance of chemicals, or to make testing data publicly available. Despite their potential for wide-scale human exposure and harm to health, plastic chemicals are subject to far less scrutiny than chemicals intended for use as pharmaceuticals.[97]

In the absence of transparent, publicly available data, product analytics and human biomonitoring are often the only tools available to identify the chemicals present in plastic products and to assess their contributions to

Global Health
Shifting Demographics and Lifestyles
Global Health Governance
Environmental Health and Climate Change
Data Collection and Communication
Sustainable Development and Universal Coverage
Preparing for Pandemics
Water
Climate Change
Ocean
Air Pollution
Future of the Environment
Forests
Social Justice
Gender Inequality
Cities and Urbanization
Development Finance
Agriculture, Food and Beverage
Education, Skills and Learning
Human Rights
Food Security
China
Global Risks
Pandemic Preparedness and Response
Migration
Vaccination
Africa
Trade and Investment
Fourth Industrial Revolution
Precision Medicine
Infrastructure
Biotechnology
Health and Healthcare
Future of Computing
Digital Communications
Ageing and Longevity
Social Protection
Sustainable Development
Corporate Governance
Agile Governance
Global Governance
Mental Health
Humanitarian Action
Behavioural Sciences
Youth Perspectives
Values

Esempio del Closed Loop del PET
Esempio vincente o fallimento

Pro-Cons

Source: *adapted from Fantke and Illner (2019), as reproduced in UNEP (2024). Copyright Elsevier*

Quali Life Cycle per la plastica?
E Progettati come?

Definire il design sostenibile

Fonte: Institute for Manufacturing (IfM), University of Cambridge

Figure 1.2. Without new policies, the plastics lifecycle will only be 14% circular in 2060

Note: Projections for 2060 suggest that only 143 Mt of the 1014 Mt (14%) of plastics waste generated in 2060 are recycled into new plastics.
Source: OECD ENV-Linkages model.

I SILICONI

OVVERO QUANDO «SCENDIAMO IN COLONNA» NELLA TAVOLA PERIODICA

Qualche cenno generale

Tavola Periodica degli Elementi

Il SILICIO: Scendiamo, sempre in Colonna (o Gruppo) 14 dal Secondo al Terzo Periodo della Tavola Periodica, prendendo un Atomo ad analoga conformazione esterna (quattro legami esterni della , ma non più gassoso, ma solido con comportamento anfotero.

Terzo strato (di valenza): 4 elettroni ($3s^2\ 3p^2$).

Polimero a base strutturale Silicica invece che carbonica

1 Biocompatibilità e ipoallergenicità

Uno dei motivi principali per cui il silicone si è guadagnato un posto fisso in campo medico è il suo **eccezionale biocompatibilità**. A differenza di molti materiali sintetici che possono scatenare reazioni immunitarie, il silicone è generalmente atossico e ipoallergenico. A contatto con la pelle, il sangue o i tessuti interni, il silicone per uso medico non provoca infiammazioni o reazioni allergiche. Questo lo rende particolarmente adatto per i dispositivi che richiedono un posizionamento a lungo termine nel o sul corpo.

2 Resistenza ai metodi di sterilizzazione (autoclave, gamma, ETO)

La sterilizzazione non è un requisito indispensabile nel settore sanitario. I dispositivi devono sopportare temperature elevate, pressione ed esposizione chimica senza degradarsi. Il silicone eccelle in questo campo: può **resistono alla sterilizzazione in autoclave a 121-134°C**, irradiazione gamma e sterilizzazione con gas ossido di etilene (ETO). Anche dopo ripetuti cicli di sterilizzazione, mantiene la sua elasticità, chiarezza e integrità meccanica. Ecco perché gli ospedali si affidano al silicone per tubi, maschere e strumenti chirurgici riutilizzabili.

"Un materiale che può essere sterilizzato ripetutamente senza perdere le sue prestazioni vale tanto oro quanto pesa in ambito clinico".

3 Eccellente flessibilità, resilienza e prestazioni meccaniche

Il silicone non è solo sicuro: è anche **incredibilmente funzionale**. Si piega senza rompersi, si allunga senza strapparsi e torna alla sua forma originale. Queste qualità sono fondamentali per applicazioni come cateteri e guarnizioni, che devono funzionare in modo affidabile in condizioni di movimento, pressione e stress. Che si tratti di giunti dinamici o di tubi flessibili, la resilienza meccanica del silicone garantisce un utilizzo a lungo termine senza guasti.

4 Inerzia chimica: sicuro per il contatto con fluidi corporei e farmaci.

Il silicone medicale non reagisce con il sangue, gli enzimi o gli agenti farmaceutici. Il suo **inerzia chimica** significa che non rilascia sostanze nocive o assorbe farmaci dall'ambiente. Questo aspetto è fondamentale nei sistemi di somministrazione di farmaci, nelle pompe di infusione e in tutti i dispositivi che si interfacciano con i fluidi corporei. Contribuisce a preservare l'efficacia dei farmaci e la sicurezza dei pazienti.

5 Stabilità a lungo termine nell'uso temporaneo e impiantabile

Alcuni dispositivi rimangono nel corpo per pochi minuti. Altri, per anni. Il silicone si comporta bene in entrambi i casi. Resiste alla degradazione causata da umidità, ossigeno, raggi UV e condizioni corporee. Sia che venga utilizzato in una cannula nasale temporanea o in un impianto permanente, **la sua stabilità a lungo termine e la sua bassa tossicità** lo rendono un materiale affidabile per un'ampia gamma di durate.

Strutture e proprietà dei siliconi

I siliconi sono polimeri sintetici con una spina dorsale di silicio-ossigeno simile a quella del biossido di silicio (silice), ma con gruppi organici legati agli atomi di silicio da legami C-Si. La catena del silicone espone i gruppi organici all'esterno.

In questo modo, pur avendo una catena molto polare, le proprietà fisiche dei siliconi sono simili a quelle di un alcano. L'energia di legame Si-O è molto più grande dell'energia di legame C-C e questo permette alla struttura -Si-O del silicone di dare ai polimeri stabilità termica – come nella silice – e quindi possono essere utilizzati dove materiali organici comparabili si scioglierebbero o si decomporrebbero.
Per distinguere i diversi siliconi si utilizzano nomi sistematici, basati sul monomero. Il composto siliconico più semplice è il silano, SiH_4, che appartiene alla serie omologa dei silani. I silani corrispondono agli alcani il cui membro più semplice è il metano, CH_4.

silano metano

La presenza degli atomi di ossigeno nella catena del silicone è indicata utilizzando il nome sistematico, silossano, così chiamato perché contiene un atomo di silicio, un atomo di ossigeno ed è saturo come in un alcano.

La struttura delle unità ripetitive dei siliconi può essere rappresentata come:

dove R rappresenta gruppi organici collegati alla spina dorsale del silicone, ad esempio:

metil fenil etenil trifluoropropil

La struttura chimica dei siliconi permette di produrli in diverse forme:
a) Fluidi siliconici
b) Gel di silicone
c) Elastomeri siliconici (gomme)
d) Resine siliconiche

La loro forma fisica e il loro utilizzo dipendono non solo dalla struttura del polimero, sia che si tratti di una molecola a catena corta o lunga, di una rete tridimensionale o di una specie reticolata simile a un silicato, ma anche dai gruppi organici legati alla struttura Si-O.
a) I **fluidi siliconici** sono tipicamente catene rettilinee di poli(dimetilsilossano), con la struttura che si ripete:

Generalmente hanno gruppi trimetilisilici, Si(CH3)3 ad ogni estremo della catena:

polidimetilsilossano

5.2.5 *Silicones*

Although the backbone units of polymers are often assumed to be carbonaceous, there is one major class of polymers that are composed of crosslinked $[O–SiR_2–]_n$ units. These polymers are known as *silicones* or *polyorganosiloxanes*—infamously popular due to the bad press over a decade ago concerning silicone breast implants. By varying the –Si–O– chain lengths, Si-alkyl groups, and extent of crosslinking, the resultant polymer may exist as a viscous liquid (*e.g.*, vacuum pump oil), a gel (*e.g.*, silicone grease), or rubbery material (*e.g.*, used for remote control keypads). Figure 5.28 illustrates the diverse use of silicone-based devices within the body. Their extensive use for biomedical applications is due to their biocompatibility, sterilizability, surface adhesion, oxygen permeability, and resistance to attack from body defense systems. The most widely used silicones are known as *polydimethylsiloxanes* (PDMS), formed from the hydrolysis of chlorosilanes in the presence of water (Eq. 5.4). In order to increase the polymer size to that required for

Fig. 5.28 Placement of silicone-based medical devices in the body. (Reproduced with permission from *CHEMTECH* **1983**, *13*, 542)

most applications, the linear and cyclic oligomeric units are subsequently condensed and polymerized, respectively.[22]

$$x\,Me_2SiCl_2 \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{(linear)}}{y\,HO(Me_2SiO)_nH} + \underset{\text{(cyclic)}}{z\,(Me_2SiO)_m} \qquad (5.4)$$

Dal polimero a purezza uso medicale, fino alla complessità (poli/multi) ciclica dei Silossani....

Fig. 5.27 The general strategy (**a**) and examples (**b–c**) of hyperbranched polymer network structures featuring a siloxane crosslinkage. (Reproduced with permission from Meijer, D.; Dvornic, P. R. Fall 2005 ACS meeting, Midland, MI)

Siliconi

I **siliconi** (o **polisilossani**) sono polimeri basati su una catena inorganica silicio-ossigeno e gruppi funzionali organici (R) legati agli atomi di silicio. Il silicone fu sintetizzato nel 1907 da Frederick Kipping[1].

Sigillante siliconico

Classificazione [modifica | modifica wikitesto]

A seconda della lunghezza della catena silossanica, della sua ramificazione e dei gruppi funzionali, si possono ottenere numerosi materiali dalle più varie caratteristiche.

In commercio si trovano siliconi della più varia consistenza, dall'oleoso al gommoso, che possono essere divisi in varie classi di applicazione, come:

- liquidi
- emulsioni
- composti
- lubrificanti
- resine
- elastomeri
- plastiche

Polidimetilsilossano

Descrizione [modifica | modifica wikitesto]

Il termine inizialmente indicava i composti aventi formula generica $R_2Si{=}O$, in analogia ai chetoni, e si riteneva che potessero essere isolati come composti monomerici. Dopo la scoperta della vera struttura il nome è rimasto in uso, e lo è tuttora, per indicare gli organopolisilossani.

Polimerizzazione [modifica | modifica wikitesto]

Per reazione diretta tra silicio e cloruro di metile si ottiene dimetilclorosilano più altri distillati. Per successiva idrolizzazione del dimetilclorosilano si ottengono silossani ciclici e lineari che successivamente polimerizzati danno luogo ai polisilossani.

$$n\ Si(CH_3)_2Cl_2 + n\ H_2O \rightarrow [Si(CH_3)_2O]_n + 2n\ HCl$$

Il polimero siliconico più comune è il polidimetilsilossano (PDMS).
I polimeri siliconici sono utilizzati per numerose applicazioni, in particolare per ottenere le gomme siliconiche, per la cui produzione sono addizionati a silici rinforzanti e come fase stazionaria per colonne cromatografiche a fase mobile liquida (LC; HPLC)

Policondensazione [modifica | modifica wikitesto]

Le gomme per policondensazione reticolano anche a temperatura ambiente, in genere con catalizzatori a base di stagno, non sono pertanto soggette a grandi rischi di inibizione o avvelenamento. Tuttavia la reazione è più lenta e sono quindi soggetti a fenomeni di reticolazione ritardata.

Reticolazione per condensazione

Poliaddizione [modifica | modifica wikitesto]

La vulcanizzazione per poliaddizione è la tecnologia correntemente utilizzata per le gomme LSR ed è sempre più usata anche per le gomme HTV. Le gomme per poliaddizione reticolano anche a temperatura ambiente con catalizzatori al platino e possono essere soggette a rischi di avvelenamento se poste in contatto con metalli pesanti o altre sostanze, ma la vulcanizzazione è molto veloce e la resa si avvicina al 100%.

Polimerizzazione per addizione di un generico polimero siliconico

Vulcanizzazione perossidica [modifica | modifica wikitesto]

Questa tecnologia è ancora molto utilizzata per le gomme HTV ma anche per alcuni tipi di adesivi siliconici industriali (tipicamente formati da una resina ed una gomma siliconiche). Gli agenti di vulcanizzazione utilizzati sono perossidi organici che decomponendosi ad alta temperatura danno luogo al ponte etilenico tra le catene polimeriche. Al termine della trasformazione è spesso necessario un ulteriore processo chiamato post-vulcanizzazione, a causa della presenza di alcuni residui di reazione.

I siliconi ricavati con processo platinico sono invece generalmente più "puliti" ed utilizzati, tra le altre cose, in applicazioni medicali.

Fotoreticolazione [modifica | modifica wikitesto]

Ci sono anche sistemi di reticolazione catalizzati dalla luce UV che non richiedono alte temperature.

Caratteristiche

Dal punto di vista chimico i polimeri siliconici sono caratterizzati da due gruppi fondamentali:

- Legami Si-O molto forti (superiori a quelli C-O): questi forniscono inerzia chimica, resistenza alle temperature e ai raggi UV
- Catene organiche flessibili formate da catene funzionali alchiliche (es. metile): questo conferisce flessibilità, bassa viscosità e bassa temperatura di transizione vetrosa.

Per questo le gomme siliconiche hanno la peculiarità di essere notevolmente resistenti alla temperatura, agli attacchi chimici e all'ossidazione, sono ottimi isolanti elettrici, e hanno basse tensioni superficiali. Sono ottimi antiaderenti, elastici, resistenti all'invecchiamento e alle alte temperature.

La versatilità dei siliconi li rende utilizzabili nei più disparati settori, ad esempio:

Utilizzi

- Adesivi
- Lubrificanti
- Isolanti
- Giocattoli
- Cosmetici
- Settore automobilistico
- Settore aeronautico
- Elettronica
- Antischiuma
- Protesi
- Tappi enologici
- Effetti speciali cinematografici
- Sigillature
- Finiture murali
- Accessori e stampi per la cucina
- Colonne cromatografiche
- *Sex toys*

Tastiera in gomma siliconica

Calco dentario in silicone

Protesi mammarie in silicone

Utilizzo in cucina di stampo in silicone

Finto muro in pietra

Le Resine Silossaniche sono invece dei Siliconi reticolati, in forma di torta e che provengono dalla condensazione di catene di Oligosilossani, che produce un alto livello di Cross-linking nel materiale polimerico, che quindi risulta elastico, inerte, resistente al calore, con bassissima tensione di vapore, e vengono utilizzati come base per la produzione di termoset per adesivi, rivestimenti, impermeabilizzazioni

Silicone resin with R = CH_3, H or OH

LE TIPOLOGIE DI MESCOLE SILICONICHE AD USO MEDICALE

SILICONE PLATINICO *(RESTRICTED)*

Impiantabili a breve termine (meno di 29 giorni)

Dispositivi igienici e atossici realizzati con silicone di elevata purezza, per impianti sicuri, affidabili e temporanei.

Approfondimento

SILICONE PLATINICO *(UNRESTRICTED)*

Impiantabili a lungo termine (più di 29 giorni)

Dispositivi realizzati con il più puro dei siliconi, per impianti prolungati nel rispetto delle più severe normative internazionali.

Approfondimento

SILICONE PLATINICO

Purezza e nobiltà. Il silicone platinico è un polimero qualitativamente superiore essendo un materiale di elevatissima purezza. Infatti oltre alle note caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche del "normale" silicone, il platinico aggiunge importanti proprietà e prestazioni che lo rendono il più adatto per applicazioni nei settori alimentare, farmaceutico, medico e bio-medico dove è imperativa la necessità di non contaminare le produzioni.
Infatti la polimerizzazione con platino, a differenza di quella realizzata con perossido, non rilascia sottoprodotti di decomposizione che possono venire in contatto e contaminare il prodotto (raggiungendo quasi il 100% di resa).

SILICONE PLATINICO: SOLO LAVORAZIONI IN *CLEAN ROOM*

Il silicone platinico viene, rigorosamente ed esclusivamente, trattato e lavorato in *clean room certificate ISO*.
In ambiente controllato e con personale qualificato adeguatamente protetto, vengono messe a punto ed effettuare lavorazioni integrate specifiche per il silicone platinico: dall'estrusione allo stampaggio, dalla marcatura alla pigmentazione, al confezionamento finale. L'intero processo produttivo avviene secondo rigidi protocolli produttivi, in totale isolamento da fonti potenzialmente contaminanti.

CERTIFICATO PER APPLICAZIONI BIO-MEDICALI

Il silicone catalizzato con platino è sicuro e affidabile come certificato da numerosi istituti certificatori a livello internazionale (USP Classe VI, dalla ISO 10993 e dalla Farmacopea 3.1.9, FDA, test LFGB). Per le sue caratteristiche di igiene, atossicità, biocompatibilità, durata, processabilità, resistenza a diversi sistemi di sterilizzazione, viene utilizzato per applicazioni in campo alimentare (molti strumenti che usiamo in cucina sono ormai in silicone platinico), in ambito farmaceutico e medicale.

Assai significativo e innovativo è l'apporto che il silicone platinico reca nella realizzazione di dispositivi bio-medicali studiati per la salute e il benessere umano.

La Definizione di MicroPlastiche (MPs)

e NanoPlastiche (NPs)

Percorsi chiave di trasporto tra ambiente terrestre, d'acqua dolce e marino: costiero e profondo...

(free download from: http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.190.)

La Definizione di MicroPlastiche e (NanoPlastiche)

Figure 5.8 The standardised size and colour sorting (SCS) system is used to categorise any piece of plastic, based on size, colour and appearance.

La definizione che qui viene sintetizzata in immagini è quella invalsa e sintesi delle diverse e variegate versioni della letteratura scientifica sull'inquinamento da plastica nei mari e su suolo.

Quella della prossima slide è quella ufficiale della UE per tramite dell'inquadramento normativo per la valutazione delle Sostante dal parte di ECHA, all'interno del contesto REACH di cui vi parleranno le Colleghe

Definizione di «Microparticelle di Plastica»

78. Microparticelle di polimeri sintetici: polimeri solidi che soddisfano entrambe le condizioni seguenti:

a) sono contenuti in particelle e costituiscono almeno l'1 %, in peso, di tali particelle, o creano un rivestimento superficiale continuo sulle particelle;

b) almeno l'1 % in peso delle particelle di cui alla lettera a) soddisfa una delle condizioni seguenti:

   i) tutte le dimensioni delle parti celle sono uguali o inferiori a 5 mm;

   ii) la lunghezza delle particelle è uguale o inferiore a 15 mm e il loro rapporto lunghezza/diametro è superiore a 3.

I seguenti polimeri sono esclusi dalla presente denominazione:

a) polimeri che sono il risultato di un processo di polimerizzazione che ha avuto luogo in natura, indipendentemente dal processo di estrazione, che non sono sostanze chimicamente modificate;

b) polimeri degradabili come dimostrato conformemente all'appendice 15;

c) polimeri aventi una solubilità superiore a 2 g/l, come dimostrato conformemente all'appendice 16;

d) polimeri che non contengono atomi di carbonio nella loro struttura chimica.

27.9.2023 IT Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 238/77

REGOLAMENTO (UE) 2023/2055 DELLA COMMISSIONE

del 25 settembre 2023

recante modifica dell'allegato XVII del regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH) per quanto riguarda le microparticelle di polimeri sintetici

(Testo rilevante ai fini del SEE)

L'allegato XVII del regolamento (CE) n. 1907/2006 è così modificato:

1) è aggiunta la seguente voce:

«78. Microparticelle di polimeri sintetici: polimeri solidi che soddisfano entrambe le condizioni seguenti: a) sono contenuti in particelle e costituiscono almeno l'1 %, in peso, di tali particelle, o creano un rivestimento superficiale continuo sulle particelle; b) almeno l'1 % in peso delle particelle di cui alla lettera a) soddisfa una delle condizioni seguenti:	1. Non è ammessa l'immissione sul mercato, sotto forma di sostanze in quanto tali o, laddove le microparticelle di polimeri sintetici siano presenti per conferire una caratteristica ricercata, come componenti di miscele in una concentrazione pari o superiore allo 0,01 % in peso. 2. Ai fini della presente voce si applicano le seguenti definizioni: a) "particella": una parte minuscola di materia, diversa da singole molecole, con limiti fisici definiti; b) "solido": una sostanza o miscela diversa da un liquido o da un gas;

Il tema delle Restrizioni REACH sulle MPs sarà spiegato dalla Collega Catone

Microfibre, Microparticelle, Microplastiche, Nanoplastiche…
Ma nella letteratura anglosassone: Pellet, Microbeads, anche «Nurdles»… sono tutti termini similari!

Dipende dal processo di produzione: quindi possiamo avere od il filato (fibre e microfibre) oppure il trafilato ovvero lo «spaghetto», che viene tagliato al «passo» di qualche millimetro, e quindi produce una granaglia molto simile alle «Tempestine»

Figure 5.5 The degradation of plastic ropes is one of biggest sources of microplastics.

Figure 5.7 Primary microplastics are produced in a large variety of colours, su
pellets used as industrial feedstock to manufacture larger plastic artefacts.

Table 5.1 **The standardised size categories of pieces of plastic**

Category	Abbreviation	Size	Size definition
Macroplastic	MAP	≥25 mm	Any piece of plastic equal to or larger than 25 mm in size along its longest dimension
Mesoplastic	MEP	<25 mm–5 mm	Any piece of plastic less than 25 mm to 5 mm in size along its longest dimension
Plasticle	PLT	<5 mm	All pieces of plastic less than 5 mm in size along their longest dimension
Microplastic	MP	<5 mm–1 mm	Any piece of plastic less than 5 mm to 1 mm in size along its longest dimension
Mini-microplastic	MMP	<1 mm–1 μm	Any piece of plastic less than 1 mm to 1 μm in size along its longest dimension
Nanoplastic	NP	<1 μm	Any piece of plastic less than 1 μm in size along its longest dimension

Definizione delle Particelle Plastiche secondo la «dimensione»:

Gli ultimi tre sono i range di maggiore interesse nell'esplorazione di letteratura

MicroPlastiche MPs (o MP)

Mini MicroPlastiche MMPs (o MMP)

NanoPlastiche NPs (o NP)

Microplastiche/Nanoplastiche, nelle diverse versioni dal Docu CIEL per il Trattato sulla Plastica

microplastics
[UNEA R. 5/14 pp2]

Conventions and Legally-Binding Definitions	
2021 **Amendments to the Regional Plan on Marine Litter Management in the Mediterranean in the Framework of Article 15 of the Land-Based Sources Protocol (under Barcelona Convention) (17P)**	
Art. 3.4p **"Microplastics"**, most commonly defined as manmade solid particles composed of mixtures of polymers and functional additives, smaller than 5 mm	
Other Definitions	
2015 **Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Pollution (GESAMP) Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment**	2019 **Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP), Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastic Litter in the Ocean (2019 #99)**
"Microplastics" articles in the size range 1 nm to <5 mm were considered microplastics for the purposes of this assessment(...)	**"Microplastics"** 5mm diameter as the 'common definition' of the upper size boundary for microplastic particles for monitoring purposes. It is important to note that this definition will include flakes and fibres, with the longest dimension < 5mm.
2016 **UNEA Resolution 2/11. Marine plastic litter and microplastics**	

Footnote 1 **"microplastics"** Plastic particles less than 5 millimeters in diameter, including nano-sized particles
2020 **ISO/TR 21960 (en) Plastics — Environmental aspects — State of knowledge and methodologies**
3.9 **"Microplastic"** any solid plastic particle insoluble in water with any dimension between 1 µm and 1 000 µm (=1 mm) Note 1 — This term relates to plastic materials within the scope of ISO/TC 61. Rubber, fibers, cosmetic means, etc., are not within the scope. Note 2 —Typically, a microplastic object represents a particle intentionally added to end-user products, such as cosmetic means, coatings, paints, etc. A microplastic object can also result as a fragment of the respective article. Note 3 — Microplastics may show various shapes. Note 4 — The defined dimension is related to the longest distance of the particle
2022 **OECD Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options**
Glossary entry: **"Microplastics"** solid synthetic polymers smaller than 5 mm in diameter.

nanoplastics

Other Definitions
2020 **ISO/TR 21960 (en) Plastics — Environmental aspects — State of knowledge and methodologies**
3.13 **"Nanoplastic"** plastic particles smaller than 1 µm

primary microplastics

Conventions and Legally-Binding Definitions	
2021 **Amendments to the Regional Plan on Marine Litter Management in the Mediterranean in the Framework of Article 15 of the Land-Based Sources Protocol (under Barcelona Convention) (17P)**	
Art. 3.4.r **"primary microplastics"** are tiny particles designed for direct commercial use (such as cosmetics, detergents and paints components), or for indirect use (such as pre-production pellets)	
Other Definitions	
2015 **Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Pollution (GESAMP) Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment**	2019 **Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP), Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastic Litter in the Ocean (2019 #99)**
"Primary microplastics" include industrial 'scrubbers' used to blast clean surfaces, plastic powders used in moulding, microbeads in cosmetic formulation, and plastic nanoparticles used in a variety of industrial processes. In addition, spherical or cylindrical virgin resin pellets, typically around 5 mm in diameter, are widely used during plastics manufacture and transport of the basic resin 'feedstock' prior to production of plastic products.	**"Primary microplastics"** are purposefully manufactured to carry out a specific function (e.g., abrasive particles, powders for injection moulding, resin pellets for bulk transportation of polymers between manufacturing sites)
2022 **OECD Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options**	
Glossary entry: **"Primary microplastics"** Plastics that are smaller than 5 mm in diameter by design, such as cosmetic scrubbing agents and plastic pellets.	

Ed ecco tutte le versioni su MPs Secondarie e Microparticelle di Polimero sintetico

secondary microplastics

Conventions and Legally-Binding Definitions	
2015 **Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Pollution (GESAMP) Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment**	2019 **Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP), Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastic Litter in the Ocean (2019 #99)**
"**Secondary microplastics**" result from the fragmentation and weathering of larger plastic items. This can happen during the use phase of products such as textiles, paint and tyres, or once the items have been released into the environment.	"**Secondary microplastics**" represent the results of wear and tear or fragmentation of larger objects, both during use and following loss to the environment[xxii] (e.g., textile and rope fibres, weathering and fragmentation of larger litter items, vehicle tyre wear, paint flakes).
2021 **Amendments to the Regional Plan on Marine Litter Management in the Mediterranean in the Framework of Article 15 of the Land-Based Sources Protocol (under Barcelona Convention) (17P)**	
Art. 3.4.s "**secondary microplastics**" means the fraction of microplastics in the marine environment which results from the breakdown of larger plastic items into numerous tiny fragments due to mechanical forces and/or photochemical processes, as well as from other degradation sources such as water bottles, fibres in wastewater from washing clothes and particles of rubber lost from tyres due to normal wear	
2022 **OECD Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options**	
Glossary entry: "**Secondary microplastics**" Microplastics that are formed from the fragmentation of larger plastics, such as microplastics from tyre abrasion, synthetic microfibres shed from textile products and microplastics stemming from the degradation and fragmentation of macroplastics that have already been lost to the environment	

synthetic polymer microparticles

Conventions and Legally-Binding Definitions	
*2019 **European Chemicals Agency (ECHA) Annex XV Restrictions Report: Proposal for a Restriction**	*2022 **Commission Regulation (EU) draft amending Annex XVII to Regulation No 1907/2006 of the European Parliament of the Council concerning the Registration, Evaluation, Authorisation, and Restriction of Chemicals (REACH) as regards synthetic polymer microparticles**
Table 17.2.a "**microplastics**" material consisting of a solid polymer containing particles, to which additives or other substances may have been added, and where ≥ 1 % w/w particles have: (i) all sizes 1 nm ≤ x ≤ 5 mm, (ii) for fibres, a length of 3 nm ≤ x ≤ 15 mm and a length/diameter ratio >3	~~microplastics~~ "synthetic polymer microparticles": ~~materials consisting in a~~ polymers that are solid and which either are contained in ~~to which additives or other substances may have been added~~ particles and constitute at least ≥ 1 % ~~w/w~~ by weight of those particles, ~~or build a continuous surface coating on particles, where at least 1 % by weight of those particles fulfill~~ either of the following conditions: ~~(i)~~ (a) all ~~sizes~~ dimensions of the particles are equal to or less than ~~1 nm ≤ x~~ 5 mm; ~~(ii)~~ (b) ~~for fibres, a~~ the length of the particles is ≤equal to or less than 15 mm and ~~a~~ their length / to diameter ratio is ~~>~~ greater than 3
	The following polymers are excluded from this designation: (a) polymers that are the result of a polymerisation process that has taken place in nature, which are not chemically modified substances; (b) polymers that are degradable as proved in accordance with Appendix [X]; (c) polymers that have a solubility greater than 2 g/L as proved in accordance with Appendix [Y]; (d) polymers that do not contain carbon atoms in their chemical structure

Figure 5.4 Primary microplastics recovered from the aquatic environment.

Figure 5.6 Secondary microplastics recovered from the aquatic environment.

Microplastiche *vs* microfibre

Le **plastiche galleggianti nei nostri mari sono dominate dalle microfibre**, definite come fibre di 1 µm-5mm di lunghezza, con un rapporto lunghezza/diametro superiore a 100. Tali microfibre hanno un grande rapporto superficie/volume, che aumenta notevolmente i loro effetti negativi sull'ambiente (*da letteratura*).

La definizione di microparticelle di polimeri sintetici dovrebbe quindi comprendere i polimeri contenuti o rivestiti in particelle di dimensioni inferiori a 5 mm in tutte le dimensioni e le particelle simili a fibre di lunghezza inferiore a 15 mm (**COMMISSION REGULATION (EU) 2023/2055 of 25 September 2023**).

Non esiste una definizione condivisa. Tuttavia, il rapporto lunghezza/diametro è >3.

Source	Amount of release per year	Potential harm
Domestic washing	500,000 tonnes	The harmful effects on the ocean and freshwater system
Fiber losses	1,100,000 tonnes	The harmful effects on the ocean, air, soil, and human
Clothes dryer	/	The harmful effects on the air
Face masks	360–480 tonnes	The harmful effects on the ocean, freshwater, and soil
Wet wipes	/	The harmful effects on the ocean, freshwater, and soil
Cigarette butts	300,000 tonnes	The harmful effects on the freshwater system and soil

Fig. 2.1 Schematic illustrating the relationship between primary materials source, synthetic and natural polymers, thermoplastic and thermoset plastics and their applications: from GESAMP, 2015

Modello Concettuale della Produzione ed origine delle Microplastiche

Da GESAMP, 2015

Dai Report sulla (Micro)Plastic Pollution di EUNOMIA

Microfotografie SEM di MPf

Polyester fiber

Polypropylene fiber

Polyamide fiber

Acrylic fiber

STIIMA

LE FONTI TESSILI

Fig. 4 Microplastics of different sizes can be ingested, egested and adhere to a range of zooplankton, as visualised using fluorescence microscopy using very high dose concentrations: (main picture) the copepod *Centropages typicus* containing 7.3 µm polystyrene (PS) beads (dorsal view); (top left) a D-stage bivalve larvae containing 7.3 µm PS beads (dorsal view); (bottom left) a Porcellanid (decapod) larvae, containing 30.6 µm PS beads (lateral view). (Reprinted with permission from Cole et al. (2013). Copyright 2013 *American Chemical Society*)

Table 5.4 Microplastics are further subdivided into 10 types based upon their size and appearance

Abbreviation	Type	Size	Definition
PT	Pellet	<5 mm–1 mm	A small spherical piece of plastic less than 5 mm to 1 mm in diameter
MBD	Microbead	<1 mm–1 μm	A small spherical piece of plastic less than 1 mm to 1 μm in diameter
FR	Fragment	<5 mm–1 mm	An irregular shaped piece of plastic less than 5 mm to 1 mm in size along its longest dimension
MFR	Microfragment	<1 mm–1 μm	An irregular shaped piece of plastic less than 1 mm to 1 μm in size along its longest dimension

Table 5.4 Microplastics are further subdivided into 10 types based upon their size and appearance—cont'd

Abbreviation	Type	Size	Definition
FB	Fibre	<5 mm–1 mm	A strand or filament of plastic less than 5 mm to 1 mm in size along its longest dimension
MFB	Microfibre	<1 mm–1 μm	A strand or filament of plastic less than 1 mm to 1 μm in size along its longest dimension
FI	Film	<5 mm–1 mm	A thin sheet or membrane-like piece of plastic less than 5 mm to 1 mm in size along its longest dimension
MFI	Microfilm	<1 mm–1 μm	A thin sheet or membrane-like piece of plastic less than 1 mm to 1 μm in size along its longest dimension
FM	Foam	<5 mm–1 mm	A piece of sponge, foam, or foam-like plastic material less than 5 mm to 1 mm in size along its longest dimension
MFM	Microfoam	<1 mm–1 μm	A piece of sponge, foam, or foam-like plastic material less than 1 mm to 1 μm in size along its longest dimension

Table 5.2 The purposes of different types of plastic microbeads in cosmetics and personal care products[253]

Plastic	Use in cosmetics and personal care products
Polyethylene terephthalate	Hair fixative; adhesion; film formation; viscosity control; aesthetic agent (sparkles)
Polyethylene isoterephthalate	Bulking agent
Polybutylene terephthalate	Viscosity control; film formation
Polypropylene terephthalate	Emulsion stabiliser; skin conditioner
Polypentaerythrityl terephthalate	Film formation
Polyethylene	Film formation; viscosity control; abrasive; binding agent
Polypropylene	Viscosity control; bulking agent
Polystyrene	Film formation
Polyurethane	Film formation
Poly(methyl methacrylate)	Sorbent material for active ingredient delivery
Nylon 6	Viscosity control; film formation
Nylon 12	Viscosity control; bulking agent; opacifying agent
Polytetrafluoroethylene	Bulking agent; binding agent; slip modifier; skin conditioner
Ethylene/acrylate copolymer	Film formation; gelling agent
Ethylene/methacrylate copolymer	Film formation
Styrene/acrylate copolymer	Aesthetic agent (colour)
Styrene/ethylene/butylene copolymer	Viscosity control
Styrene/ethylene/propylene copolymer	Viscosity control

Miscellanea di info sulla galassia PLASTICA

Figure 13: "Logical Diagram of Impact" for beach and marine litter on socio-economic activities (Source: Reinhard et al., 2012)

Ranking of Some Plastic Polymer Types Based on Hazard Classification of Constituent Monomers

Polymer	Monomer(s)/additives	Relative hazard score[a]	Recycling code	Constituents measured in NHANES?
Polymers with the highest relative hazard scores				
Polyurethane PUR as a flexible foam	Propylene oxide	13,844	6	
	Ethylene oxide			
	Toluene-diisocyanate			
Polyacrylamide PAN with co-monomers	Acrylonitrile	12,379	7	Acrylamide
	Acrylamide			
	Vinyl acetate			
Polyvinylchloride PVC, plasticised	With plasticizer	10,551	3	Benzyl butyl phthalate (BBP)
	Benzyl butyl phthalate (BBP) at 50 wt%			
Polyvinylchloride, PVC, unplasticised		10,001	3	
Polyurethane, PUR as a rigid foam	Propylene oxide	7,384	6	
	4,4'-methylenediphenyl diisocyanate (MDI)			
	Cyclopentane			
Epoxy resins DGEBPA	**Bisphenol A**	7,139	7	Bisphenol A
	Epichlorohydrin			
	4,4'-methylenedianaline			
Modacrylic	Acrylonitrile	6,957		
	Vinylidene chloride			
Acrylonitrile-butadiene-styrene ABS	Styrene	6,552	7	Styrene
	Acrylonitrile			
	1,3 butadiene			
Styrene-acrylonitrile SAN	**Styrene**	2,788	7	Styrene
	Acrylonitrile			
High impact polystyrene HIPS	**Styrene**	1,628		Styrene
Polymers with the lowest relative hazard scores				
Low density polyethylene LDPE	Ethylene	11	4	
High density polyethylene HDPE	Ethylene	11	2	
Polyethylene terephthalate PET	Terephthalic acid	4	1	
Polyvinyl acetate PVA	Vinyl acetate	1		
Polypropylene PP	Propylene	1	5	

Of the thousands of additives used in the synthesis of plastic products, certain plastic types contain more additives than others. The table ranks polymer types based on hazard classifications.

NOTE: Relative hazard score derived from different constituent monomers. Higher ranking = greater hazard.

SOURCE: Adapted from Lithner et al. (2011).

Considerations and Criteria for Sustainable Plastics from a Chemicals Perspective

Safety By Design & Product Development

Plastic Product Design and Life Cycle Stage
Design Stage
Chemical selection considerations influence health and environmental impacts at each life stage
Source materials
Product manufacture
Use phase
End of life
"Leakage"
Environment
Disposal
Landfill, Incineration
Other recovery
Energy recovery
Recycle
Lower material grades
Reuse
OECD
BETTER POLICIES FOR BETTER LIVES

Principles of Sustainable Design

OECD Policy Principles for Sustainable Materials Management:

1. Preserve natural capital
2. Design and manage materials, products and processes for safety and sustainability from a life-cycle perspective
3. Use the full diversity of policy instruments to stimulate and reinforce sustainable economic, environmental and social outcomes
4. Engage all parts of society to take active, ethically-based responsibility for achieving sustainable outcomes

The American Chemical Society Green Chemistry Institute's **Design Principles for Sustainable and Green Chemistry and Engineering**:

1. Design systems holistically and use life cycle thinking
2. Maximize resource efficiency
3. Eliminate and minimize hazards and pollution.

Plastics production vs waste generation by polymer

Geyer et al (2017), Production, use, and fate of all plastics ever made, Science Advances, http://bit.ly/2uBs8AT

Recycled plastics market share is small

Source: Geyer et al. 2017 (data is for resins only)

Plastic waste recovery is still very uneven in Europe

Although the total EU situation is improving, in many countries, landfill is still the first or second option of treatment for plastic post-consumer waste.

Source: Conversio Market & Strategy GmbH

Plastics post-consumer waste landfill rate across Europe

Common Toxic Chemical Additives to Plastic

Toxic Chemical Additive	Products In Which They Can Be Found	Health Impact
Acrylonitrile	Drinking cups, acrylic carpet and other textiles, plastic furniture, 3-D printing, automotive parts, and appliances.	Carcinogen
Bisphenol A	Polycarbonate plastics, plastic tableware, dental fillings, and lenses for glasses. BPA is also used to make epoxy resins that are used as coatings in lids of glass containers and in the linings of aluminum cans. BPA is also used to coat some thermal papers.	BPA is an endocrine disrupting chemical. Breast cancer, prostate cancer, endometriosis, heart disease, obesity, diabetes, altered immune system, and effects on reproduction have all been tied to BPA's ability to disrupt the normal functioning of endocrine systems. In young children, BPA exposures before and after birth are linked to changes in brain development and behavior.
Cadmium	Used as a colorant and stabilizer in plastic.	Lung cancer, endometrium, and bladder and breast cancer have been associated with cadmium. Cadmium can also damage the body's cardiovascular, renal, gastrointestinal, neurological, reproductive, and respiratory systems.
Flame retardants	Plastic-based home furnishings (foam, upholstery, curtains and blinds) and electronics (computers, laptops, phones, televisions, and household appliances).	Some flame retardants are endocrine disrupting chemicals. Studies have also linked flame retardants to thyroid disruption, impacts on fertility and the functioning of the immune system, and harm to the development of babies' brain and nervous systems both before and after birth. Several flame retardants are banned from production or use under the Stockholm Convention because they pose an unmanageable threat to human health and the environment.
Lead	Lead is used as plastic stabilizers and has been found in plastic jewelry,[1] vinyl raingear,[2] lunchboxes,[3] and vinyl window blinds.	In children, lead can cause reduced growth both before and after birth, decreased IQ and increased attention deficit and problem behaviors. In adults, lead exposures are linked to decreased kidney function and increased risk of hypertension, nerve disorders, and memory problems.[4] There is no safe level of exposure to lead.
Perfluorinated Substances (PFAS)	Grease and stain repellant in plastic-based fabrics used for raingear, upholstery, and carpeting, and as a plastic coating on cookware.	PFOA and PFOS are linked to human diseases including pregnancy complications, low birth weight, testicular and kidney cancer, and thyroid problems. The Stockholm Convention POPRC recommended not using any of the fluorinated alternatives to PFOA and PFOS, *"due to their persistency and mobility as well as potential negative environmental, health, and socioeconomic impacts."*
Phthalates	Plasticizer used to make plastic soft and pliable.	Phthalates are endocrine disruptors. They harm the reproductive and nervous systems, especially in children before and after birth. Deformities of the penis and learning and behavior problems are all associated with phthalates exposure.[5] Studies have also shown that the higher the levels of phthalates are in a home, the more likely children in that home are to have asthma or other respiratory conditions.[6]
Styrene (also known as Vinyl Benzene)	Polystyrene plastics and expanded polystyrene.	Carcinogen
Vinyl Chloride	PVC: plastic furniture, carpet backing, packaging or wall covering.	Liver cancer
SCCP	Plastic consumer product, children's products.	SCCPs adversely affect the kidney, liver, and thyroid, disrupt endocrine function, and are believed to be human carcinogens.[7]

1 Center for Environmental Health, *Jewelry Brands with High Levels of Lead*, *https://www.ceh.org/campaigns/legal-action/previous-work/fashion-accessories/lead-in-jewelry/jewelry-brands-with-high-levels-of-lead*.

2 Center for Environmental Health, *Lead in Children's Raingear*, *https://www.ceh.org/campaigns/legal-action/previous-work/childrens-products/lead-in-childrens-raingear*.

3 Center for Environmental Health, *Lead in Lunchboxes*, *https://www.ceh.org/campaigns/legal-action/previous-work/childrens-products/lead-in-lunchboxes*.

4 National Institute of Environmental Health Sciences, Lead (October 12, 2018), *https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/lead/index.cfm*.

5 Coalition for Safer Food Processing and Packaging, *The Everywhere Chemicals in Your Food*, *http://www.kleanupkraft.org/#info*.

6 Center for Health, Environment & Justice, *PVC, the Poison Plastic: Unhealthy for our Nation's Children and Schools*, *http://www.chej.org/pvcfactsheets/The_Poison_Plastic.html*.

7 UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2 Risk profile on short-chained chlorinated paraffins Nov. 2015

Ranking of Some Plastic Polymer Types Based on Hazard Classification of Constituent Monomers

Polymer	Monomer(s)/additives	Relative hazard score[a]	Recycling code	Constituents measured in NHANES?
Polymers with the highest relative hazard scores				
Polyurethane PUR as a flexible foam	Propylene oxide	13,844	6	
	Ethylene oxide			
	Toluene-diisocyanate			
Polyacrylamide PAN with co-monomers	Acrylonitrile	12,379	7	Acrylamide
	Acrylamide			
	Vinyl acetate			
Polyvinylchloride PVC, plasticised	With plasticizer	10,551	3	Benzyl butyl phthalate (BBP)
	Benzyl butyl phthalate (BBP) at 50 wt%			
Polyvinylchloride, PVC, unplasticised		10,001	3	
Polyurethane, PUR as a rigid foam	Propylene oxide	7,384	6	
	4,4'-methylenediphenyl diisocyanate (MDI)			
	Cyclopentane			
Epoxy resins DGEBPA	**Bisphenol A**	7,139	7	Bisphenol A
	Epichlorohydrin			
	4,4'-methylenedianaline			
Modacrylic	Acrylonitrile	6,957		
	Vinylidene chloride			
Acrylonitrile-butadiene-styrene ABS	Styrene	6,552	7	Styrene
	Acrylonitrile			
	1,3 butadiene			
Styrene-acrylonitrile SAN	**Styrene**	2,788	7	Styrene
	Acrylonitrile			
High impact polystyrene HIPS	**Styrene**	1,628		Styrene
Polymers with the lowest relative hazard scores				
Low density polyethylene LDPE	Ethylene	11	4	
High density polyethylene HDPE	Ethylene	11	2	
Polyethylene terephthalate PET	Terephthalic acid	4	1	
Polyvinyl acetate PVA	Vinyl acetate	1		
Polypropylene PP	Propylene	1	5	

Of the thousands of additives used in the synthesis of plastic products, certain plastic types contain more additives than others. The table ranks polymer types based on hazard classifications.

NOTE: Relative hazard score derived from different constituent monomers. Higher ranking = greater hazard.

SOURCE: Adapted from Lithner et al. (2011).

Concept of Green Recycling

- Household waste separation
- Waste flow
- Tax

- Environment & Clean manufacturing
- Database
- Promotion policy

- EPR
- Customer
- Certification of green products

- 1、Positive publicity
- 2、Promotion for green products

Distribution of global plastic materials production

China is the largest producer of plastic materials*, followed by Europe and NAFTA.
World production of plastic materials in 2016: 280 million tonnes.

Source: PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) / Conversio Market & Strategy GmbH

Plastics converter demand main market sectors

Distribution of European (EU28+NO/CH) plastics converter demand by segment in 2016.

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

Total converter demand
49.9 m t

Lifespan of plastic items

Are most of the plastics produced still around?

Source: UNEP and GRID-Arendal, 2016.

Hazards resulting from microplastic pollution. Numbers in squares refer to hazards outlined in the text to the left

1. Physical characteristics of microplastic particles (e.g., size, shape, surface area, etc.) can pose hazards.

2. Physical characteristics of nanoplastic particles (e.g., size, shape, surface area, etc.) can pose hazards.

3. Additives and coatings intentionally placed on and within the plastic are potential hazards.

4. Unintentional hazards may result from the ability of polymers to selectively attract and concentrate environmental agents, including harmful hydrophobic chemicals, and toxicogenic and pathogenic microorganisms.

5. Environmental durability of plastics creates opportunities of repeated uptake and subsequent release of environmental pollutants into aquatic organisms.

6. Contaminant concentrations can increase through the food chain: from lower to higher trophic levels through predation.

Source: Image Courtesy of Halden, Caspermeyer and Northrop, Biodesign Institute, Arizona State University.

Glossary of terms

ABS	Acrylonitrile butadiene styrene resin
ASA	Acrylonitrile styrene acrylate resin
bn	billion
CH	Switzerland
CIS	Commonwealth of Independent States
Conversio	Conversio Market & Strategy GmbH
EU	European Union
EPRO	European Association of Plastics Recycling and Recovery Organisations
ETP	Engineering Thermoplastics
GDP	Gross domestic product
m t	Million tonnes
NAFTA	North American Free Trade Agreement
NO	Norway
Other plastics	Thermosets, adhesives, coatings and sealants
PA	Polyamides
PBT	Polybutylene terephthalate
PC	Polycarbonate
PE	Polyethylene
PEEK	Polyetheretherketone
PE-HD	Polyethylene, high density
PE-LD	Polyethylene, low density
PE-LLD	Polyethylene, linear low density
PE-MD	Polyethylene, medium density
PEMRG	PlasticsEurope Market Research Group
PET	Polyethylene terephthalate
Plastic materials	Thermoplastics + Polyurethanes
PMMA	Polymethyl methacrylate
POM	Polyoxymethylene
PP	Polypropylene
PS	Polystyrene
PS-E	Polystyrene, expandable
PTFE	Polytetrafluoroethylene
PUR	Polyurethane
PVC	Polyvinyl chloride
SAN	Styrene-acrylonitrile copolymer
Thermoplastics	Standard plastics (PE, PP, PVC, PS, EPS, PET (bottle grade)) + Engineering plastics (ABS, SAN, PA, PC, PBT, POM, PMMA, Blends, and others including High Performance Polymers)
Thermosets	Urea-formaldehyde foam, melamine resin, polyester resins, epoxy resins, etc.

"There's a great future in plastics. Think about it. Will you think about it?" Mr. McGuire's advice to Benjamin in Mike Nichols' *The Graduate* (1967).