



Webinar

Fine vita degli imballaggi flessibili

27 Aprile 2021

Chimica e riciclo di imballaggi in plastica

Gaetano Guerra

Dipartimento di Chimica e Biologia, Università di Salerno

Presidente della Società Chimica Italiana



Membro Italiano della Commissione EASAC su
"Packaging Plastics in the Circular Economy"





Consulenza scientifica a beneficio dell'Europa

Coinvolge le Accademie Nazionali Scientifiche degli Stati della EU
e di Regno Unito, Norvegia e Svizzera

Per l'Italia l'Accademia Nazionale dei Lincei

La maggior parte dei finanziamenti dell'EASAC è fornita dai suoi membri: le Accademie Nazionali Europee della scienza.
Alcuni contributi sono fatti da fondazioni indipendenti e provengono da organizzazioni come l'UNESCO

EASAC policy reports

Reports and statements **Environment** 26.09.2018
Opportunities for **soil sustainability** in Europe

Reports and statements **Biosciences** 28.11.2018
Opportunities for future research and innovation
on **food and nutrition security and agriculture**

Reports and statements **Environment** 19.02.2019
Forest bioenergy, carbon capture and storage,
and **carbon dioxide removal**: an update

Reports and statements **Energy** 20.03.2019
Decarbonisation of Transport: options and challenges

Plastics & Circular Economy

EASAC policy report

Programme Director: Professor **Michael Norton**

Czech Academy of Sciences Dr. Jiří KOTEK

The Council of Finnish Academies Professor Jukka SEPPÄLÄ

The Académie des Sciences Professor Robert GUILLAUMONT

Hungarian Academy of Sciences Dr. Attila VARGA

Accademia Nazionale dei Lincei Professor Gaetano GUERRA

The Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences Dra. Annemiek VERRIPS

The Royal Swedish Academy of Sciences Professor Ann-Christine ALBERTSSON

Royal Society Professor Roger SHELDON

<https://easac.eu/publications/details/packaging-plastics-in-the-circular-economy>

Packaging plastics in the circular economy



EASAC policy report 39

March 2020

ISBN: 978-3-8047-4129-4

This report can be found at
www.easac.eu



ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

INTERNATIONAL WORKSHOP
PLASTICS & CIRCULAR ECONOMY

8-9 April 2021

In collaboration with:

Società Chimica Italiana (SCI),

Associazione Italiana di Scienza e Tecnologia delle Macromolecole (AIM)

Consorzio Nazionale per la Raccolta il Riciclo e il Recupero
degli imballaggi in plastica (Corepla)

Plastics Europe, Federchimica

The European Academies Science Advisory Council (EASAC)

Contributi di tutti gli interventi registrati

Disponibili dalla prossima settimana sul sito dell'Accademia

Prof Michael Norton

Environment Programme Director, EASAC
European Academies Science Advisory Council



Presentation at Accademia Nazionale dei Lincei April 9th, 2021

Since Report Launch

- EU ban exports of mixed plastics
- Many recommendations reflected in EU CE 2020 package

Suggerimenti rapporto EASAC per migliorare la fattibilità tecnica ed economica del riciclo meccanico

‘**design for recycling**’ criteria would include:

1.Limit multi-material packaging based on different and immiscible polymers but also based on other materials (mainly aluminum and paper). All the involved layers are in principle recyclable but their adhesion makes their recycling unfeasible.

2.Limit dark colors, which make difficult polymer recognition and sorting by NIR.

3.Limit covering labels for plastics packaging, which also make difficult polymer recognition and sorting by NIR.

4.Prefer for packaging design, plane and slightly angular surfaces, which make easier polymer recognition and sorting by NIR.

5.Limit the number of polymers to be used for specific applications.

For example: for rigid packaging: PET, HDPE, PP; for flexible packaging: LDPE and PP.

6. Avoid as much as possible for large volume applications use of **specialty copolymers and blends** of these polymers, which make recycling difficult.

7.Use only one kind of polymer (e.g. LDPE) for packaging items whose maximum size is lower than 5 cm.

Riciclo Chimico

Diverse tecnologie sono state o sono in fase di sviluppo da parte di importanti aziende chimiche.

In generale, i livelli di investimento e il consumo di energia sono tali che **solo gli impianti di grandi dimensioni** dovrebbero essere economicamente sostenibili.

Pertanto, un fattore chiave è **garantire la fornitura di sufficienti materiali di input della giusta qualità.**

Riciclo Chimico

Depolimerizzazione : riottenimento dei monomeri da polimeri pre-selezionati

Pirolisi : decomposizione termica in assenza di aria

Gassificazione: decomposizione termica in presenza di aria

Depolimerizzazione

Degradazione del polimero nei monomeri di partenza, che possono essere usati per ottenere di nuovo lo stesso polimero.

E' essenziale avere scarti basati su un solo polimero.

La pre-selezione (**pre-sorting**) è importante.

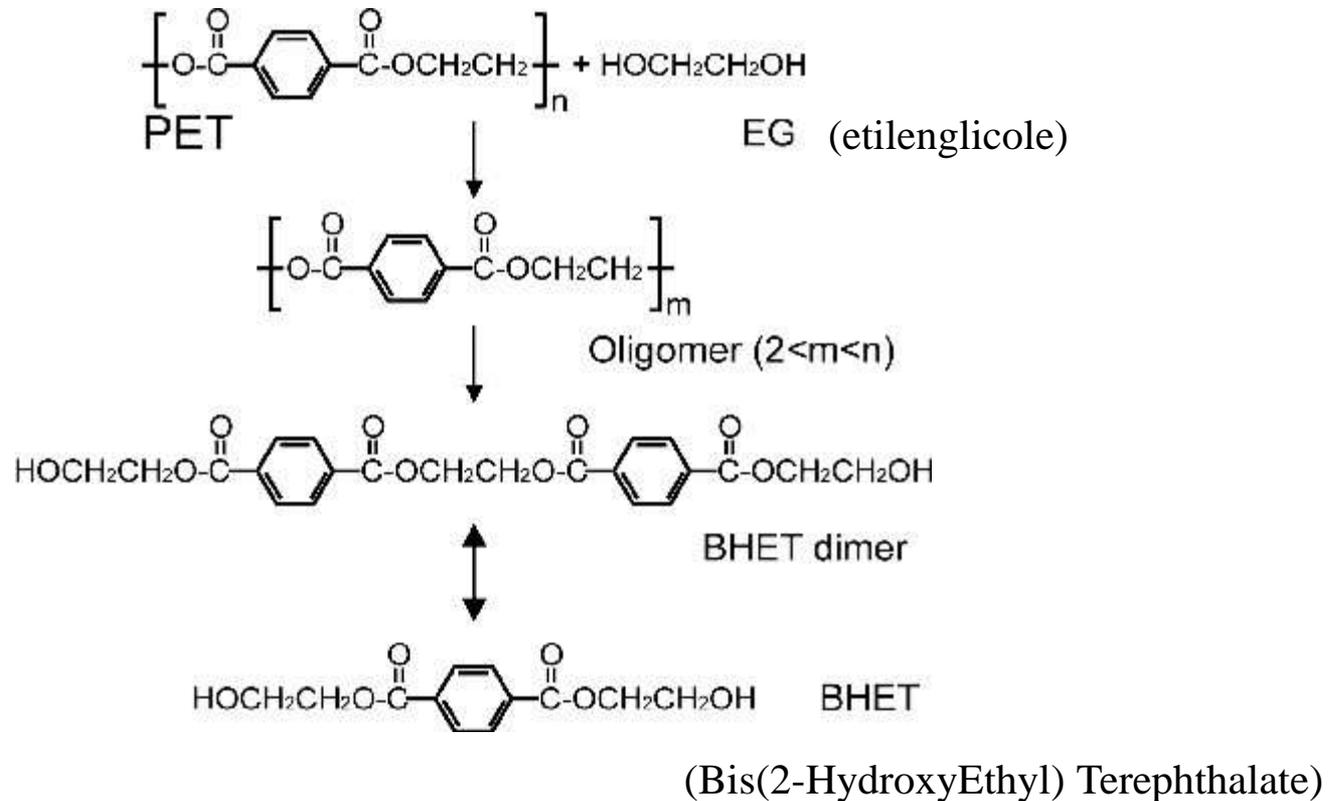
Closed loop system! (sistemi di riciclo a ciclo chiuso)

Processi a livello di impianti pilota sono disponibili

per il **PET** (chemolisi, cioè **glicolisi** o metanolisi)

e per la depolimerizzazione del **polistirene**.

Glicolisi del PET



Slides fornite dal
Dr. Salvatore Santagata
di Plastipak

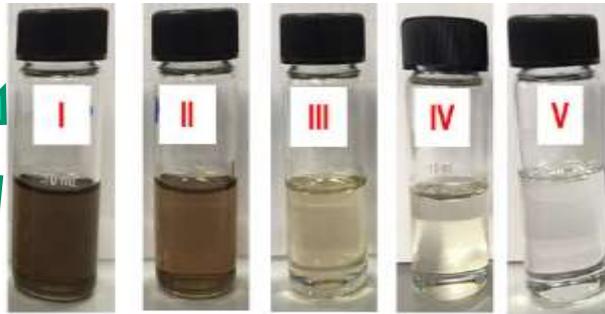


GARBO CHEMPET



PET GLYCOLYSIS FOLLOWED BY PURIFICATION PROCESS STEPS

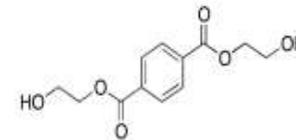
PET
WASTE



BHET-Bis(2-Hydroxyethyl) terephthalate



TO
PPK



BHET, the monomer for PET production, is obtained at purity level equivalent to the standard raw material, suitable for FCM (Food Contact Material)



Slides fornite dal
Dr. Salvatore Santagata
di Plastipak

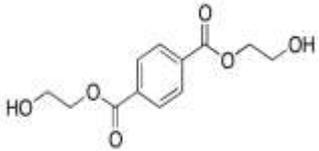


PLASTIPAK PROCESS

MELT CONTINUOUS POLYMERIZATION FOLLOWED BY SSP AND PREFORM PRODUCTION



BHET



MELT PHASE
POLYMERIZATION
280÷290°C
2÷3 hours at full
vacuum



SOLID STATE
POLYMERIZATION
>10 Hours at
210÷220°C, Clean
nitrogen flushing



PREFORM
PRODUCTION



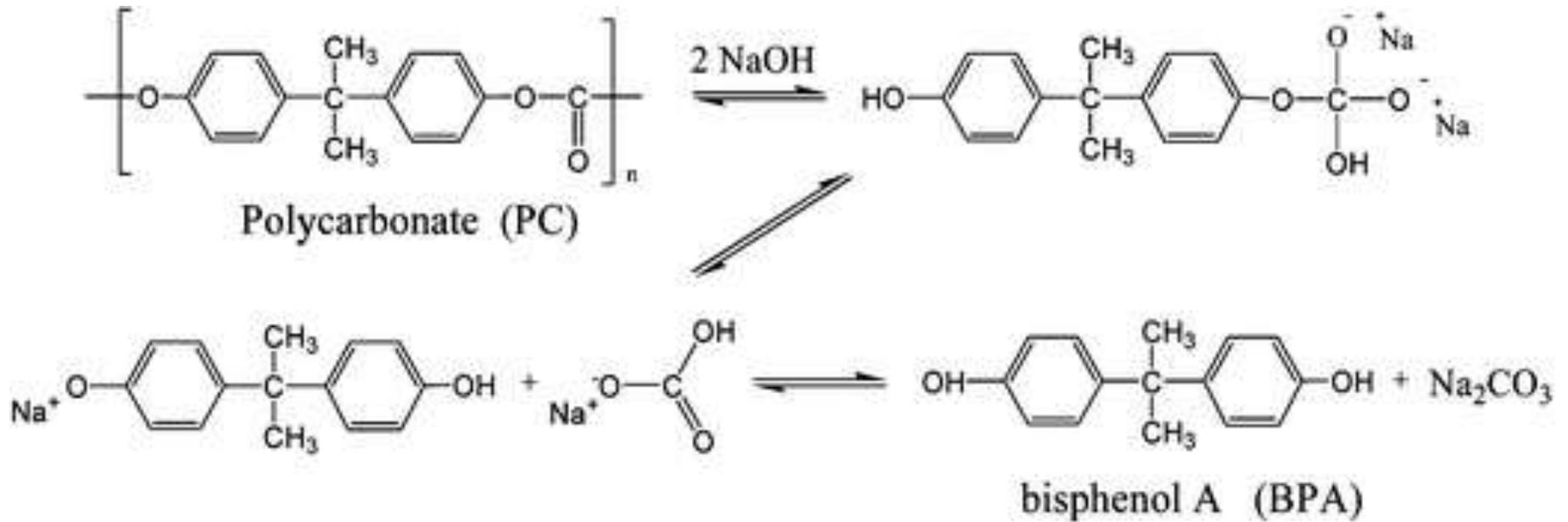
Slides fornite dal
Dr. Salvatore Santagata
di Plastipak



FEEDSTOCK OVERVIEW



Chemical recycling of polycarbonate by de-polymerization



Pirolisi

La **pirolisi** è una decomposizione termica in assenza di aria per cui i rifiuti solidi di plastica vengono convertiti in una vasta gamma di prodotti inclusi monomeri, paraffine, olefine e gas.

Neste starebbe sviluppando un processo di pirolisi basato sulla plastica dei rifiuti in scala industriale con l'obiettivo di convertire più di **un milione di tonnellate** di rifiuti di plastica entro il 2030.

Gassificazione

La **gassificazione** è una **decomposizione termica** in presenza di ossigeno, aria, aria arricchita di ossigeno e/o vapore che converte la plastica mista in gas di sintesi (syngas) e gas combustibile.

Syngas è composto da monossido di carbonio, idrogeno e piccole quantità di idrocarburi e possono essere puliti e ulteriormente trasformati in una varietà di prodotti finali, come metanolo, etere dimetilico, benzina, prodotti chimici a base di metano sintetico e produzione di poliolefine.

Riciclo chimico su rifiuti plastici **non selezionati**

Finora, processi industriali di riciclo chimico di rifiuti plastici **non selezionati** non risultano essere economicamente convenienti

Personalmente ritengo che per rifiuti plastici non selezionati
il **recupero energetico** sia non superabile

La più grossa barriera al riciclo chimico di **plastiche indifferenziate** è
la grande quantità di **energia richiesta** ed i relativi costi

Currently option of **energy recovery** is the most economic means of
extracting some residual value. (EASAC Report 2020)

Upgrading vs Downgrading

Rigradazione vs **Degradazione**

Processi che aumentano (piuttosto che ridurre)
la massa molecolare (lunghezza di catena)
di polimeri a fine vita

Costo energetico e di processo nettamente più bassi

Rigradazione vs Degradazione

Processi che aumentano (piuttosto che ridurre)
la massa molecolare (lunghezza di catena) di polimeri a fine vita

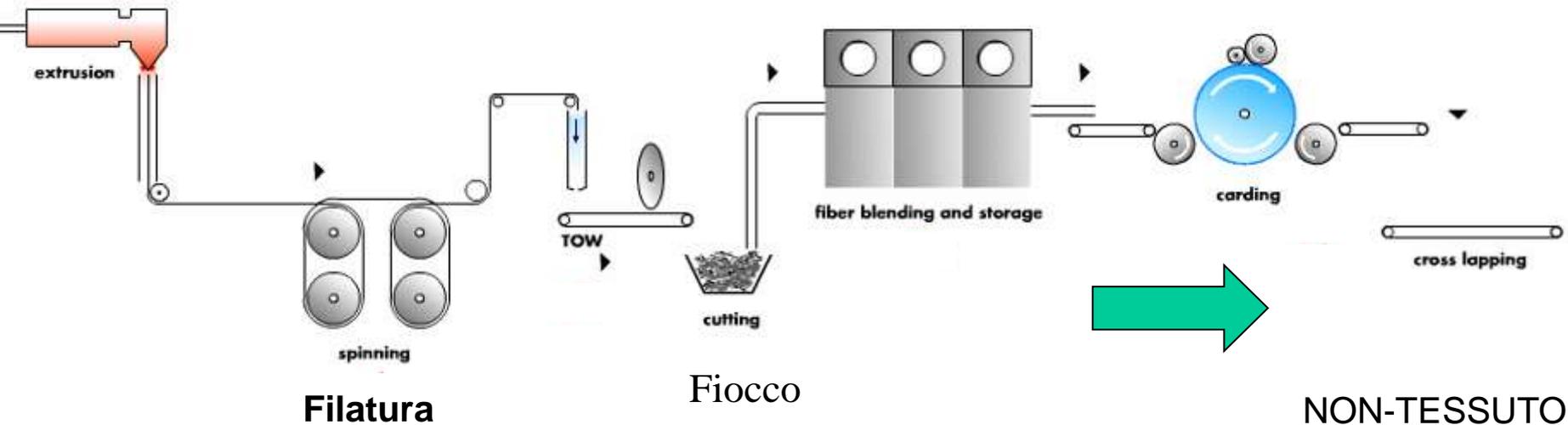
Tecnologie SSP (**Solid State Polymerization**)

già da alcuni decenni utilizzata per aumentare la massa molecolare su granuli vergini di **PET** utilizzati per fibre (Estrusione-Filatura) fino alla massa molecolare adatta per l'ottenimento di bottiglie (Iniezione-Soffiaggio)

Trattamenti termici vicini alla temperatura di fusione, che sfruttano anche dei residui della catalisi di polimerizzazione (antimonio)

Tecnologia attualmente utilizzata anche per rigradare scaglie e granuli di PET da riciclo

Riciclo di PET da bottiglie per la preparazione di FIBRE, FIOCCO, Tessuto-non-tessuto



Filatura

Fiocco

NON-TESSUTO



Riciclo di PET da bottiglia a bottiglia

Poliesteri e più in generale polimeri da policondensazione possono essere rigradati (“upgraded”):

Mediante processi termici si recupera la lunghezza delle catene (massa molecolare) persa durante il processo e l’uso



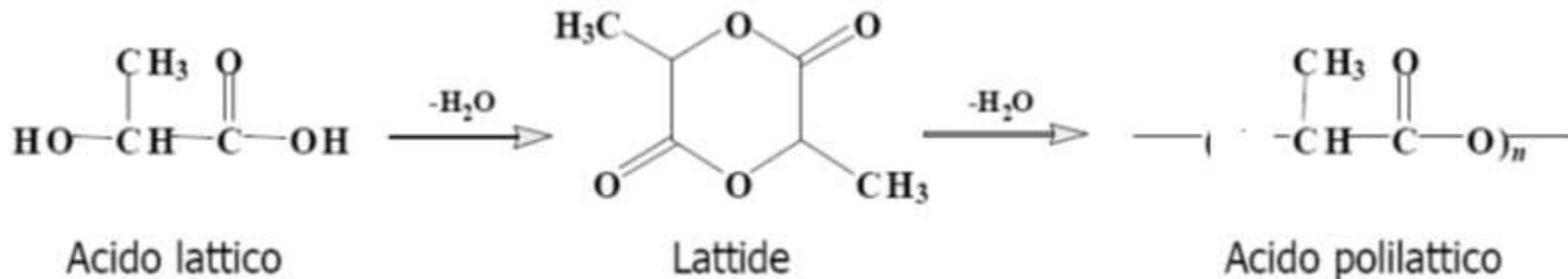
Utilizzo di PET da riciclo

Fino al 50% di plastica riciclata utilizzata nella realizzazione della bottiglia.

Variazioni legislative molto rilevanti:

Fino a pochi anni fa’ riciclo di plastiche **proibito per imballaggi alimentari**
A breve uso **obbligatorio** di un quantitativo minimo di polimero da riciclo

Riciclo chimico e polimeri biodegradabili



PLA

La biodegradazione dei polimeri biodegradabili è di solito **troppo lenta** a meno di non operare nelle condizioni drastiche del compostaggio industriale

Una possibile via di uscita potrebbe essere la **degradazione chimica** degli imballaggi biodegradabili.

Infatti la maggior parte dei polimeri biodegradabili sono poliesteri alifatici

Rigradazione e riciclo meccanico di polimeri biodegradabili

Una soluzione closed-loop ed energeticamente conveniente potrebbe essere

1) Rigradazione del PLA

Seguita da:

2) Riciclo meccanico del PLA

Con tale scelta verrebbe **biodegradata solo la frazione di imballaggio che sfugge alla raccolta**

Conclusioni (suggerimenti)

Il mondo dell'imballaggio con materie plastiche è sotto attacco
Non si può continuare a giocare in difesa ma c'è bisogno di andare al controattacco

Riciclo a ciclo chiuso (in alternativa alla poco utile “seconda vita”)

Progettazione mirata al riciclo (design for recycling):

Semplificazione

Rinuncia a prestazioni sovradimensionate rispetto alle applicazioni

Depolimerizzazione ma forse soprattutto **Rigradazione**

Depolimerizzazione e Rigradazione anche per
polimeri biodegradabili (PLA) ?