

# Sostenibilità e circolarità dei materiali plastici: dalla ricerca all'applicazione

Pierfrancesco Cerruti



**IPCBI** ISTITUTO PER I  
POLIMERI  
COMPOSITI E  
BIOMATERIALI

Istituto per i Polimeri Compositi e Biomateriali  
Consiglio Nazionale delle Ricerche

[cerruti@ipcb.cnr.it](mailto:cerruti@ipcb.cnr.it)

**PLASTIC NEW DEAL. Idee e proposte per la riduzione della plastica monouso nel packaging industriale**



Giovedì 24 novembre 2022  
Bologna

*L'Istituto per i Polimeri, Compositi e Biomateriali (iPCB-CNR), svolge attività di ricerca nel campo della chimica e design di nuovi materiali a base polimerica, dei processi e delle tecnologie abilitanti che sostengono ed alimentano lo sviluppo sostenibile di diversi settori fondamentali per la Società e il sistema economico del Paese,*

**DIRETTORE f.f.:** DOMENICO GAROZZO

115 DIPENDENTI T.I.

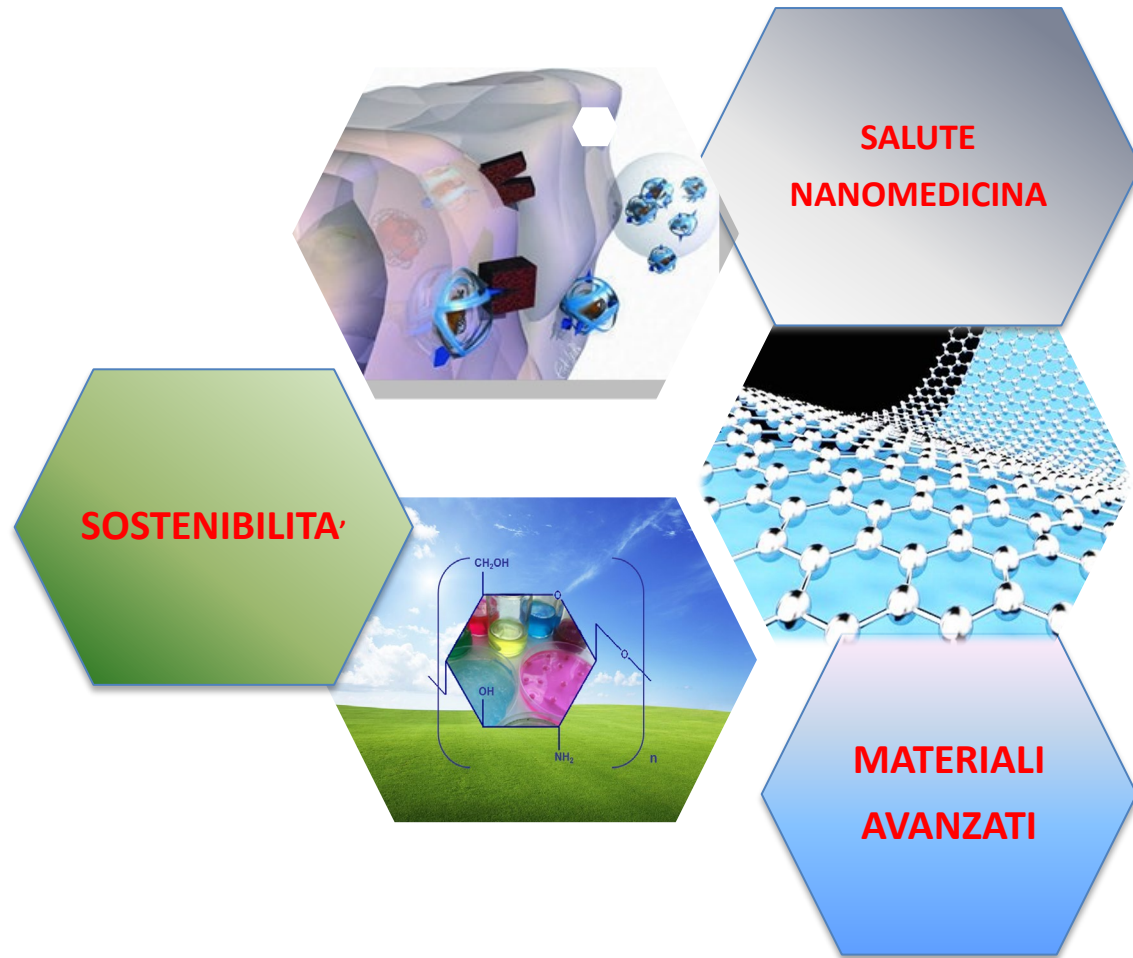
25 ASSOCIATI

40 ASSEGNISTI/BORSISTI

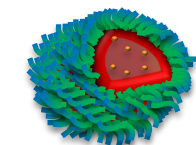
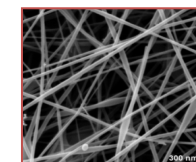
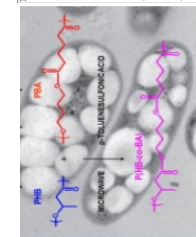
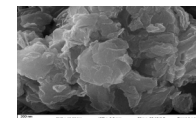
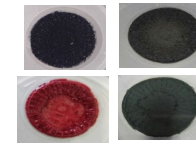


# PIATTAFORME DI RICERCA

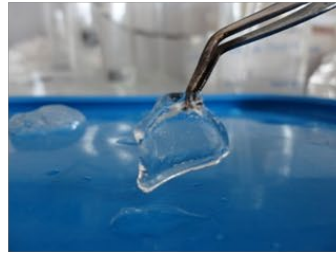
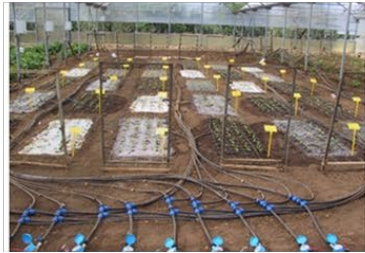
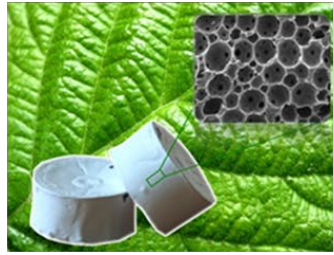
FORMAZIONE/OUTREACHING



TRASFERIMENTO DELLA CONOSCENZA



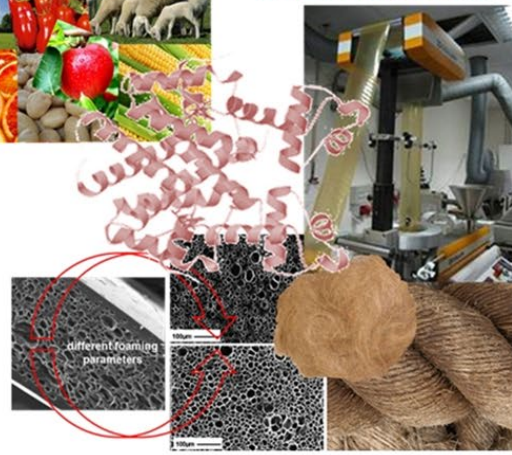
## biodegradable and biobased polymeric materials



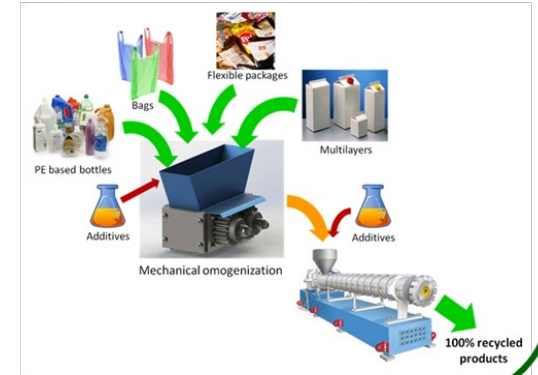
From natural source



...to foams, films and fibers

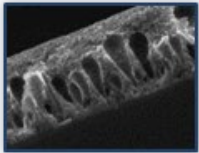


## recycling of polymers and composites

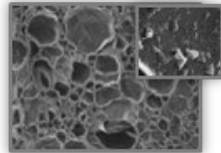


## Hierarchical porous structures for Environmental applications

PSU membranes



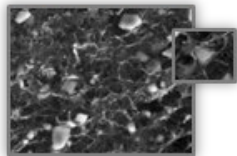
Chitosan hydrogel



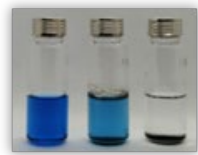
PVA foams



rGO/MMT aerogels

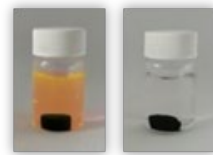


Indigo Carmine adsorption



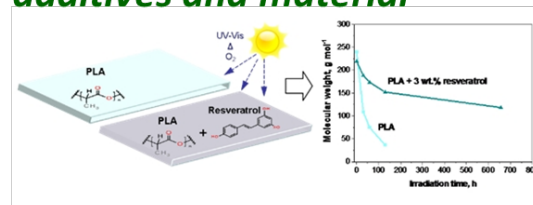
HCLR HCLR-NH<sub>2</sub>

Rhodamine adsorption

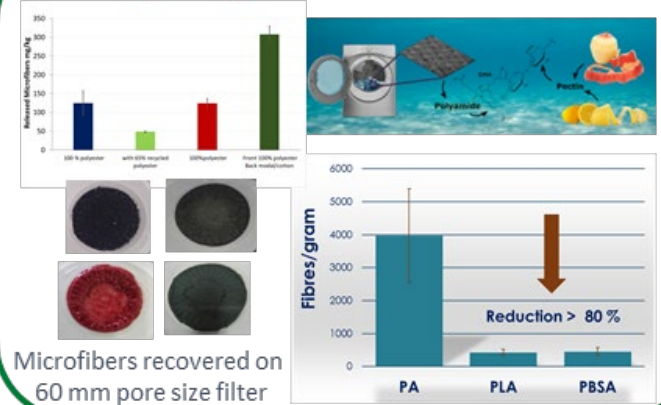


rGO/MMT/HCLR

## eco-sustainable additives and material



## Solving microplastic (fibers) pollution



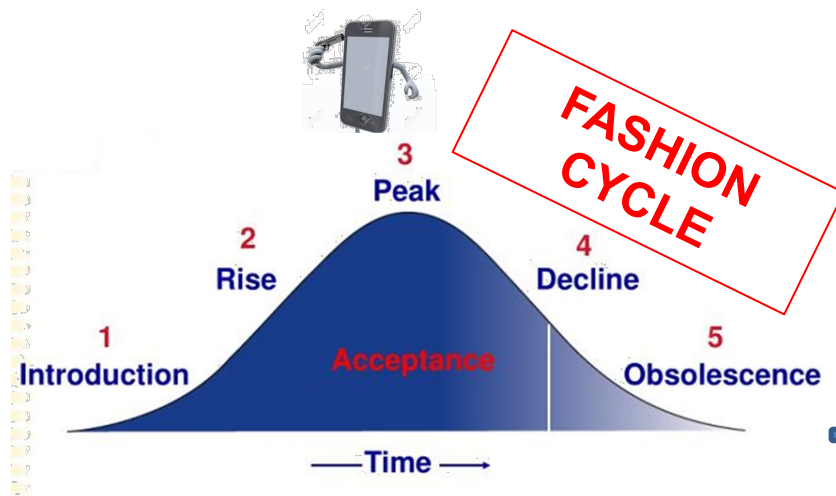


# **PLASTIC NEW DEAL: PERCHE'?**

Problemi dell'attuale economia delle plastiche



1. Siamo diventati **DIPENDENTI** dai materiali plastici
2. La nostra dipendenza si basa sull'utilizzo di risorse **NON RINNOVABILI**
3. Le nostre attività producono **RIFIUTI** che l'ambiente gestisce con difficoltà



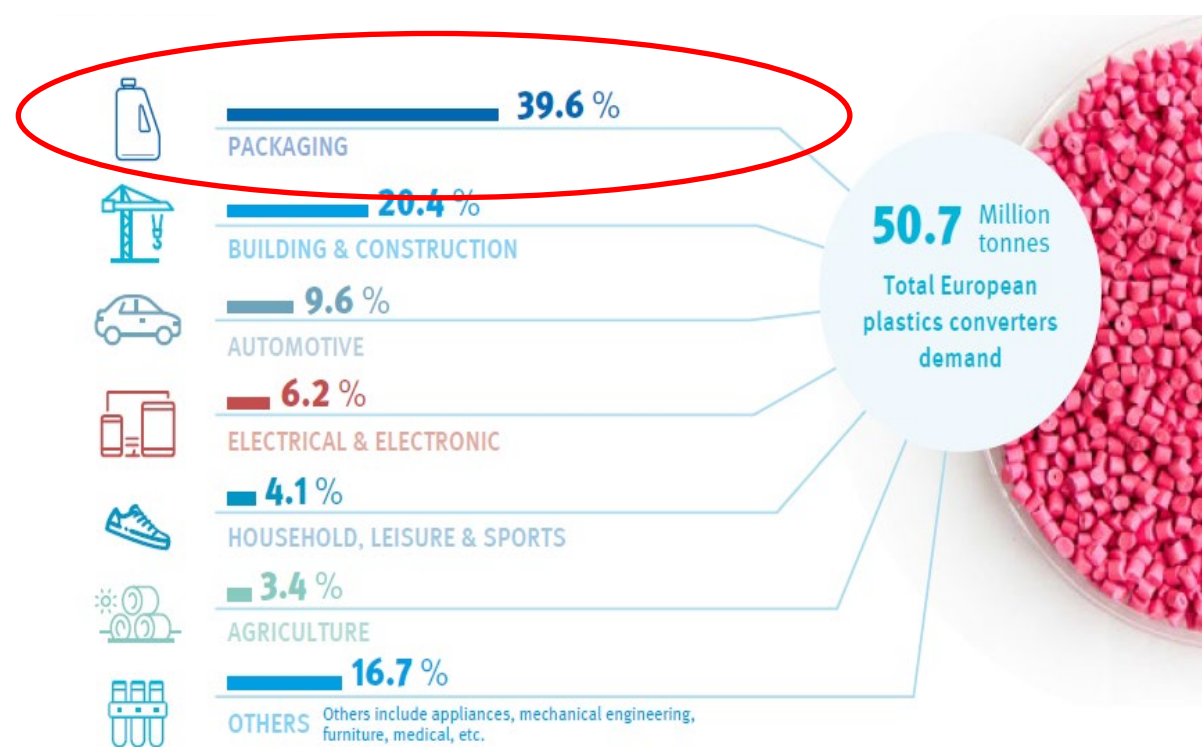
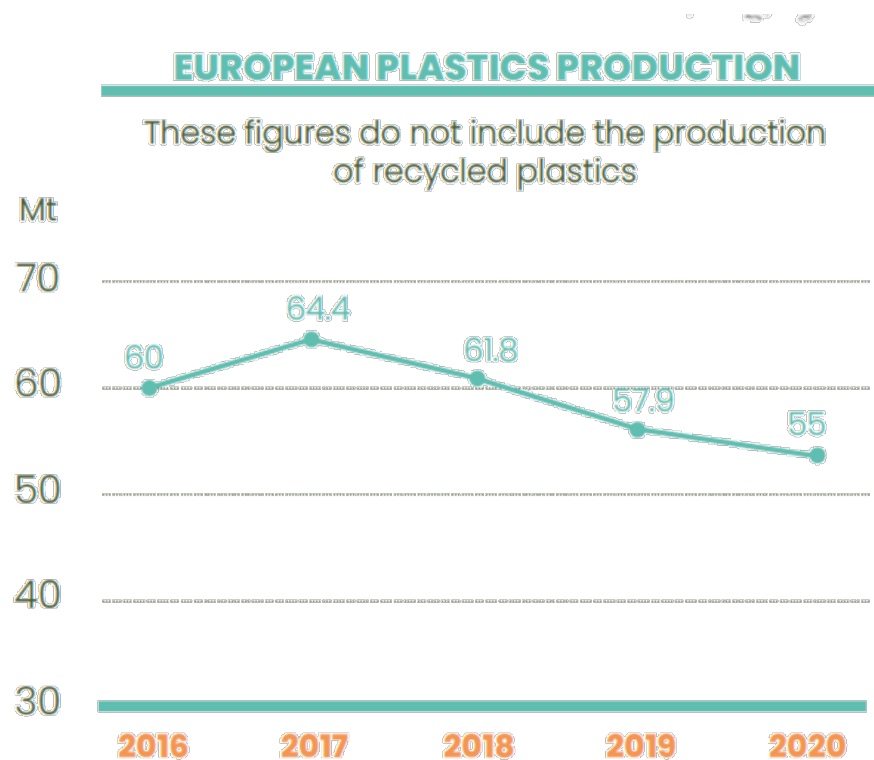
E, come se ciò non bastasse...

**Il nostro bisogno di risorse  
CRESCE COSTANTEMENTE**



# Plastiche da risorse **NON RINNOVABILI**

La **quasi totalità** di plastica è prodotta a partire da **risorse fossili**. Nel 2020 globalmente sono state prodotte circa 370 Mt di plastiche. Se dovesse continuare ad essere questo l'andamento, nel **2050** la produzione di plastiche **richiederebbe 1/5 delle risorse petrolifere globali**

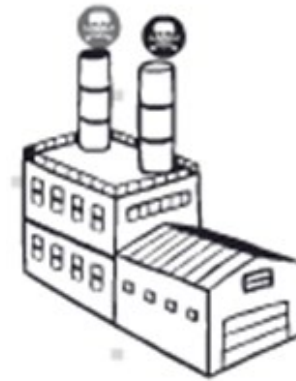


# Gestione dei rifiuti: la filosofia del TAKE-MAKE-DISPOSE

## 1 - ESTRAZIONE



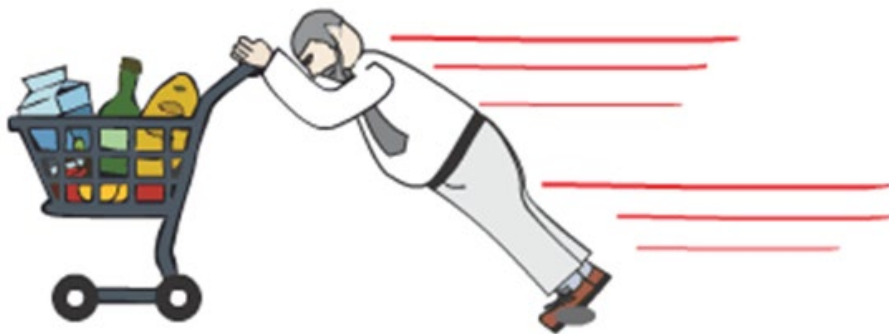
## 2 - PRODUZIONE



## 3 - DISTRIBUZIONE



## 4 - UTILIZZO



## 5 - SMALTIMENTO



# Limiti dell'economia lineare



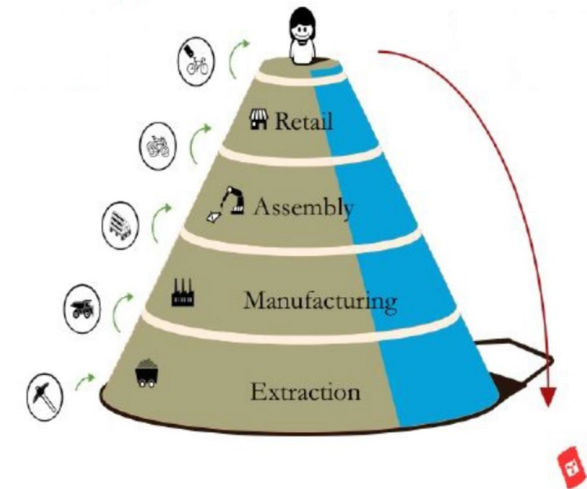
**Consumo delle risorse**  
ed aumento dei costi relativi



**Generazione di rifiuti**  
difficilmente smaltibili



**Degrado ambientale e**  
cambiamenti climatici

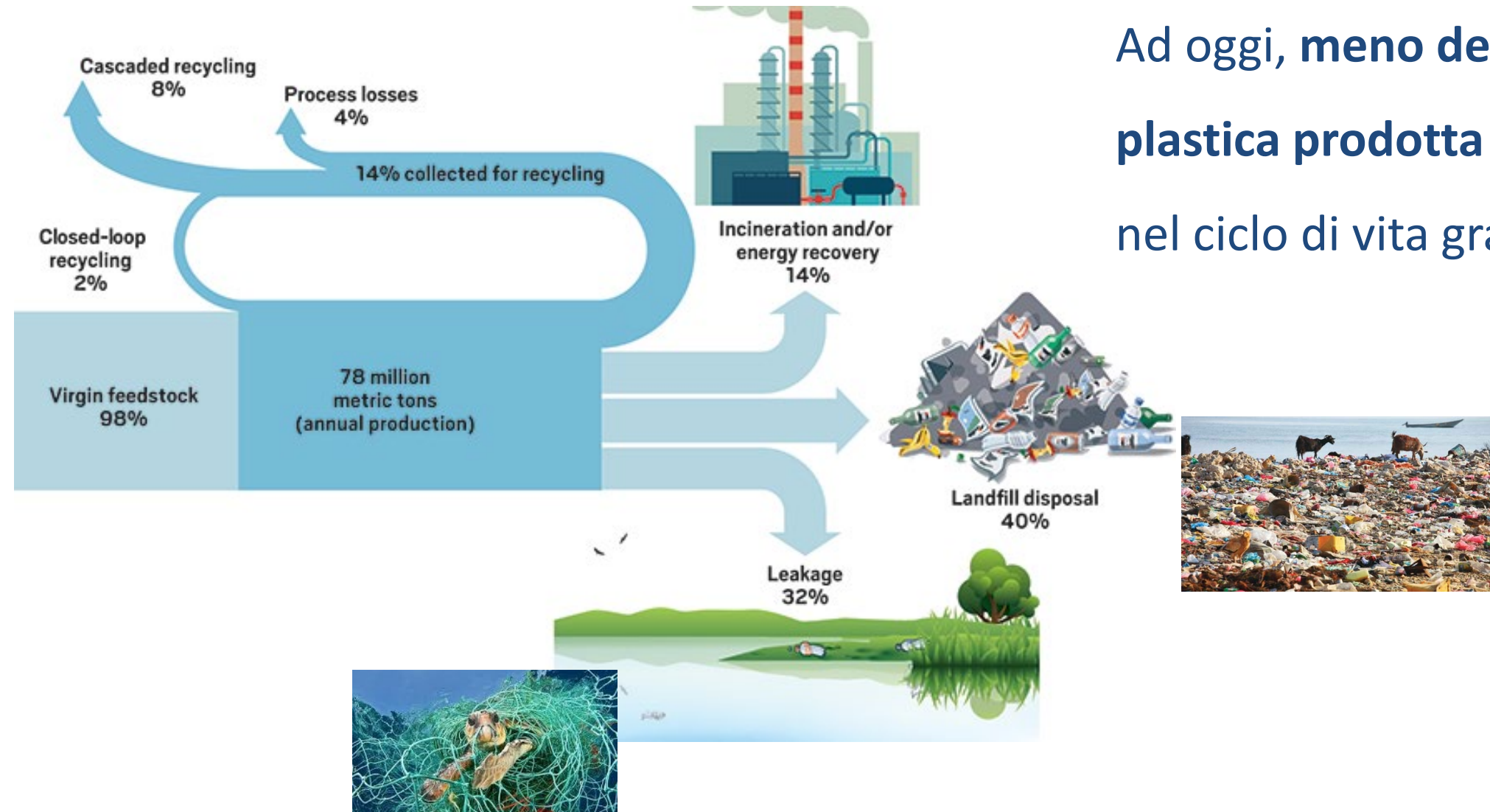


**Perdita di valore**  
dei materiali e  
dei prodotti



# Il fine vita delle plastiche

Ad oggi, meno del **10%** di tutta la **plastica prodotta** riesce a rientrare nel ciclo di vita grazie al riciclo



# L'economia circolare

Il fine vita: waste recovery



«È un termine generico per definire **un'economia pensata per potersi rigenerare da sola**. In un'economia circolare i flussi di materiali sono di due tipi: quelli **biologici**, in grado di essere **reintegrati nella biosfera**, e quelli **tecnici**, destinati ad essere **rivalorizzati senza entrare nella biosfera**»

L'economia circolare è dunque un sistema economico pianificato per riutilizzare i materiali in successivi cicli produttivi, **riducendo al massimo gli sprechi**»



# Obiettivi UE per la gestione delle plastiche

La strategia dell'UE per la plastica mira a trasformare il modo in cui i prodotti in plastica sono progettati, prodotti, utilizzati e riciclati nell'UE.

Promulgata dalla Commissione Europea il 16 Gennaio 2018



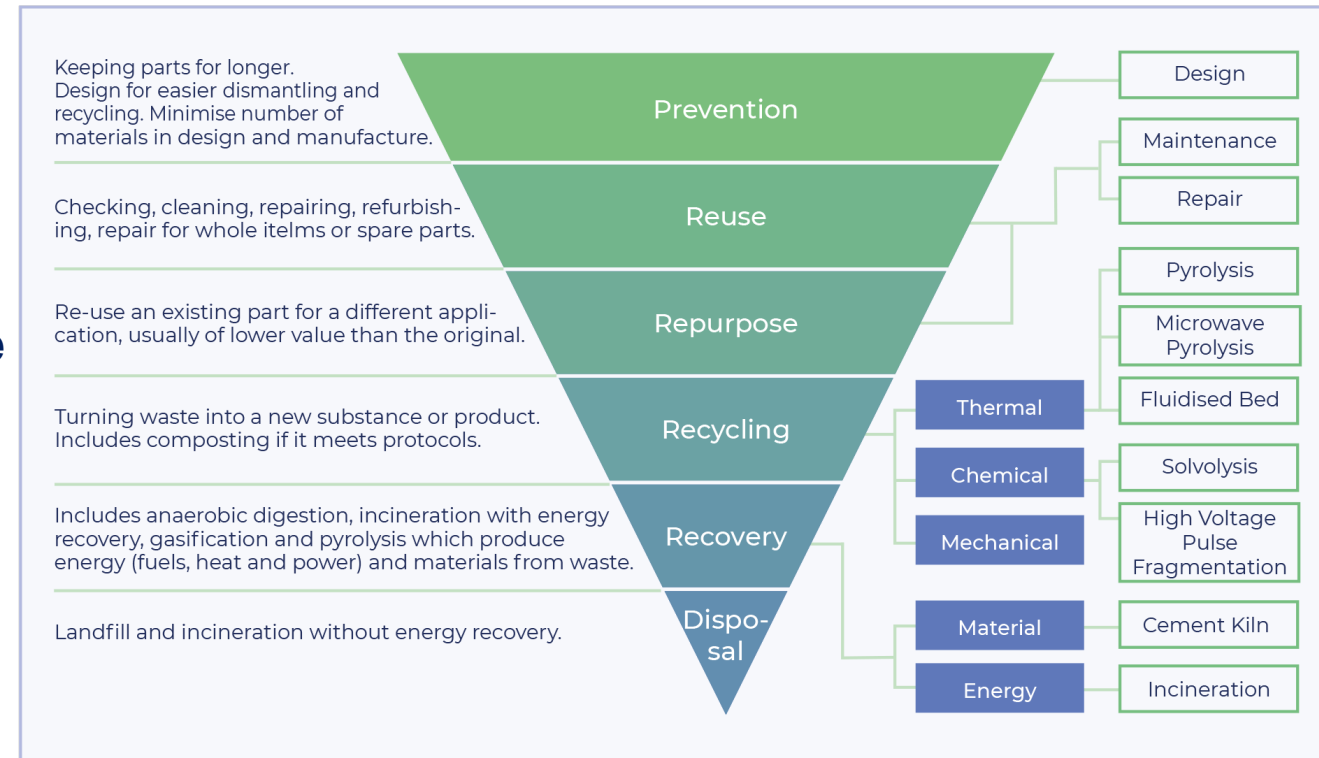
**Riciclo di almeno il 55% dei rifiuti urbani totali** entro il 2025, quota destinata a salire al 60% nel 2030 e al 65% nel 2035;

**Riciclo del 65% dei rifiuti totali di imballaggi** in vari materiali entro il 2025, quota destinata a salire al 70% nel 2030, con obiettivi diversificati per tipologia di materiale.

**Per la plastica gli obiettivi sono: 50% entro il 2025 e 55% entro il 2030.**

Entro il 2035 al massimo solo il 10% del totale dei rifiuti urbani potrà essere smaltito in discarica.

**Le 4R: Riduzione, riutilizzo, riciclo e recupero**



EUROPA

Direttiva SUP (Single Use Plastics)

Il 05/06/2019 è stata approvata dal P. E. la D. 2019/904, nota come **Direttiva SUP (Single Use Plastics)**

«**Promuovere la sostenibilità e disincentivare l'utilizzo di prodotti monouso in plastica**, per tutti quei prodotti per i quali esistono alternative in commercio»

**Monouso**: “i prodotti fatti di plastica in tutto o in parte, non concepiti, progettati o immessi sul mercato per compiere più spostamenti o rotazioni durante la loro vita essendo rinviati a un produttore per la ricarica o riutilizzato per lo stesso scopo per il quale è stato concepito”.

**Messa al bando** di piatti, stoviglie, cannucce, bastoncini cotonati, aste per palloncini, mescolatori per bevande, contenitori per alimenti e bevande in polistirene espanso, plastiche oxo-degradabili;

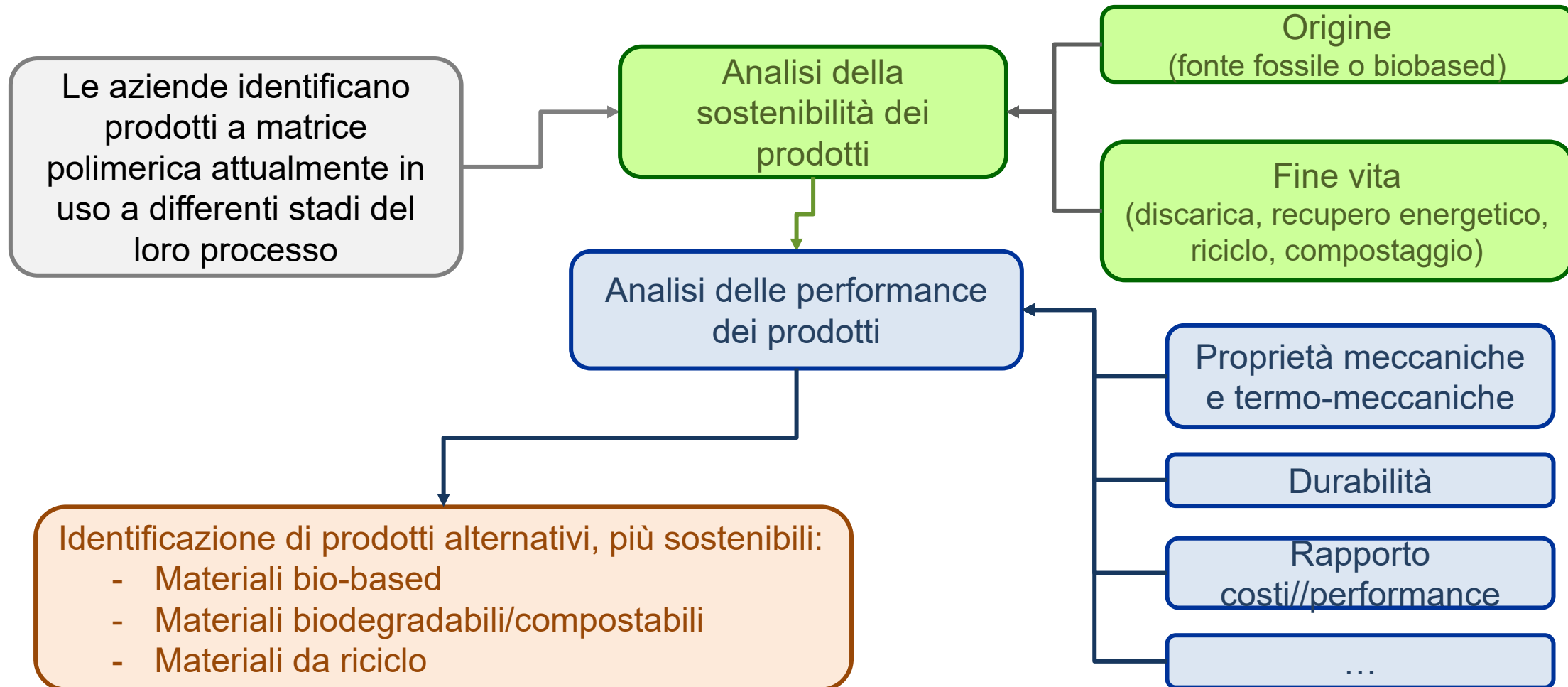
**Riduzione del consumo** di tazze per bevande e alcuni contenitori in plastica monouso per alimenti (yogurt), bottiglie d'acqua minerale, bottigliette di salsa, ecc, buste delle patatine, delle barrette alimentari e di altri cibi, blister delle pastiglie, sacchi per l'immondizia



### Differenze di recepimento Direttiva SUP tra Italia e UE:

	Italia	UE
Soggette a SUP le bioplastiche e plastiche biodegradabili e compostabili non modificate chimicamente	✗	✓
Soggetti a SUP i prodotti base carta con aggiunta di un sottile strato polimerico	✗	✓
Soggetti a SUP i bicchieri	✓	✗

- **SUPPORTO SCIENTIFICO ALLE AZIENDE COINVOLTE PER IDENTIFICARE MATERIALI E SOLUZIONI INNOVATIVE E SOSTENIBILI**
- **VALIDAZIONE, OTTIMIZZAZIONE E VALORIZZAZIONE DI SOLUZIONI TECNOLOGICHE GIA' IDENTIFICATE DALLE AZIENDE COINVOLTE**



# GESTIONE DELLE PLASTICHE IN **PLASTIC NEW DEAL** :

## PRODOTTI ATTUALMENTE IN USO E SCENARI ALTERNATIVI



Azienda	Fase di utilizzo	Tipologia Plastica	Materiale	Possibili strategie			
				Riduzione di utilizzo a parità di servizio	Sostituzione con altre plastiche "eco" o altri materiali	Riutilizzo interno / esterno	Utilizzo di plastica riciclata
x x	Packaging plastica in ingresso	Film estensibile avvolgipallet	LDPE	Non possibile	Non possibile	Non possibile	
		Sacchi contenenti materia prima	HDPE	Non possibile	Non possibile	Non possibile	
		Reggia in PP	PP	Non possibile	Non possibile	Non possibile	
		Materiale espanso (spolistirolo e poliuretani espansi)	Polistirolo e poliuretani espansi	Non possibile	Non possibile	Non possibile	
	Plastica come materiale di processo	Granulo di polietilene	HDPE				x
		Granulo di polipropilene	PP				x
		Granulo di Masterbatch, coloranti e additivi	MIX				x
	Packaging in plastica nella distribuzione verso il cliente	<b>Film confezione rotolo rete</b>	<b>LDPE</b>		x		x
		<b>Film estensibile avvolgipallet</b>	<b>LDPE</b>		x		x
		Film Per maniglie rotoli	PP		x		x
		Brache sollevamento in Poliestere	Altro		x		x
		Reggia in PP	PP		x		x
		Nastro adesivo	PP		x		x
Spaziatori e tappi per rotoli		PP		x		x	

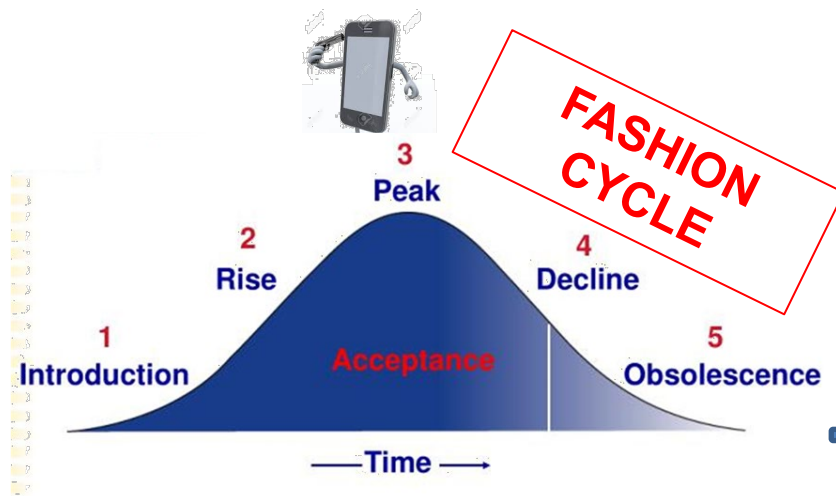


# **PLASTIC NEW DEAL: PERCHE'?**

Problemi dell'attuale economia delle plastiche



1. Siamo diventati **DIPENDENTI** dai materiali plastici
2. La nostra dipendenza si basa sull'utilizzo di risorse **NON RINNOVABILI**
3. Le nostre attività producono **RIFIUTI** che l'ambiente gestisce con difficoltà



E, come se ciò non bastasse...

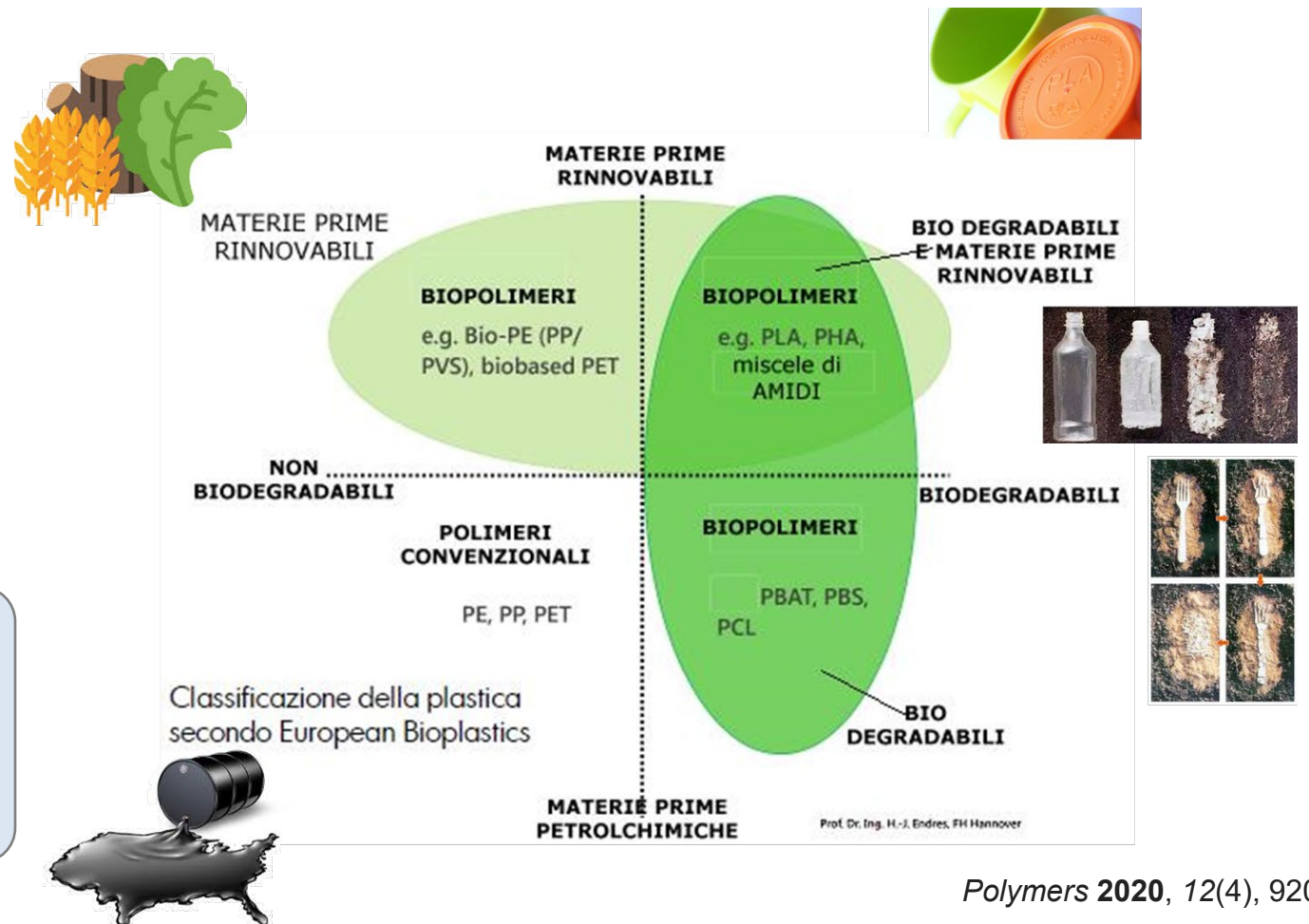
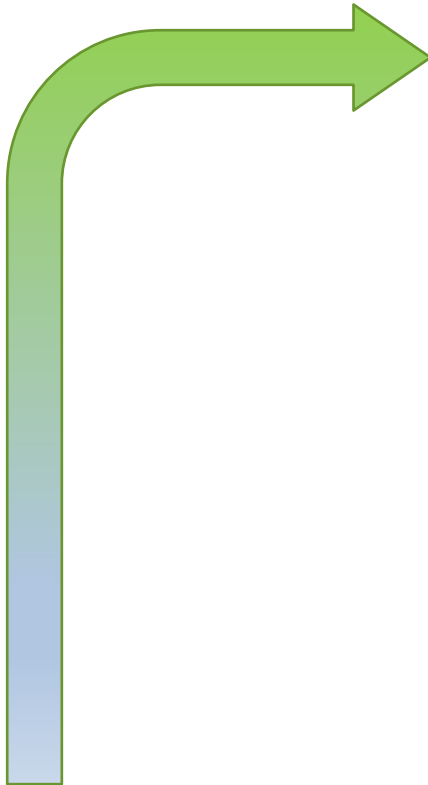
**Il nostro bisogno di risorse  
CRESCE COSTANTEMENTE**



# Principali tematiche di ricerca in *PLASTIC NEW DEAL*

Identificazione di prodotti alternativi, più sostenibili:

- Polimeri bio-based (ad es: bio-PE)
- Biodegradabili e compostabili (PLA, materiali a base amido, miscele di poliesteri)



**Prodotti attualmente utilizzati in Plastic New Deal:  
Principalmente PE (LDPE, HDPE), PP per  
imballaggio**

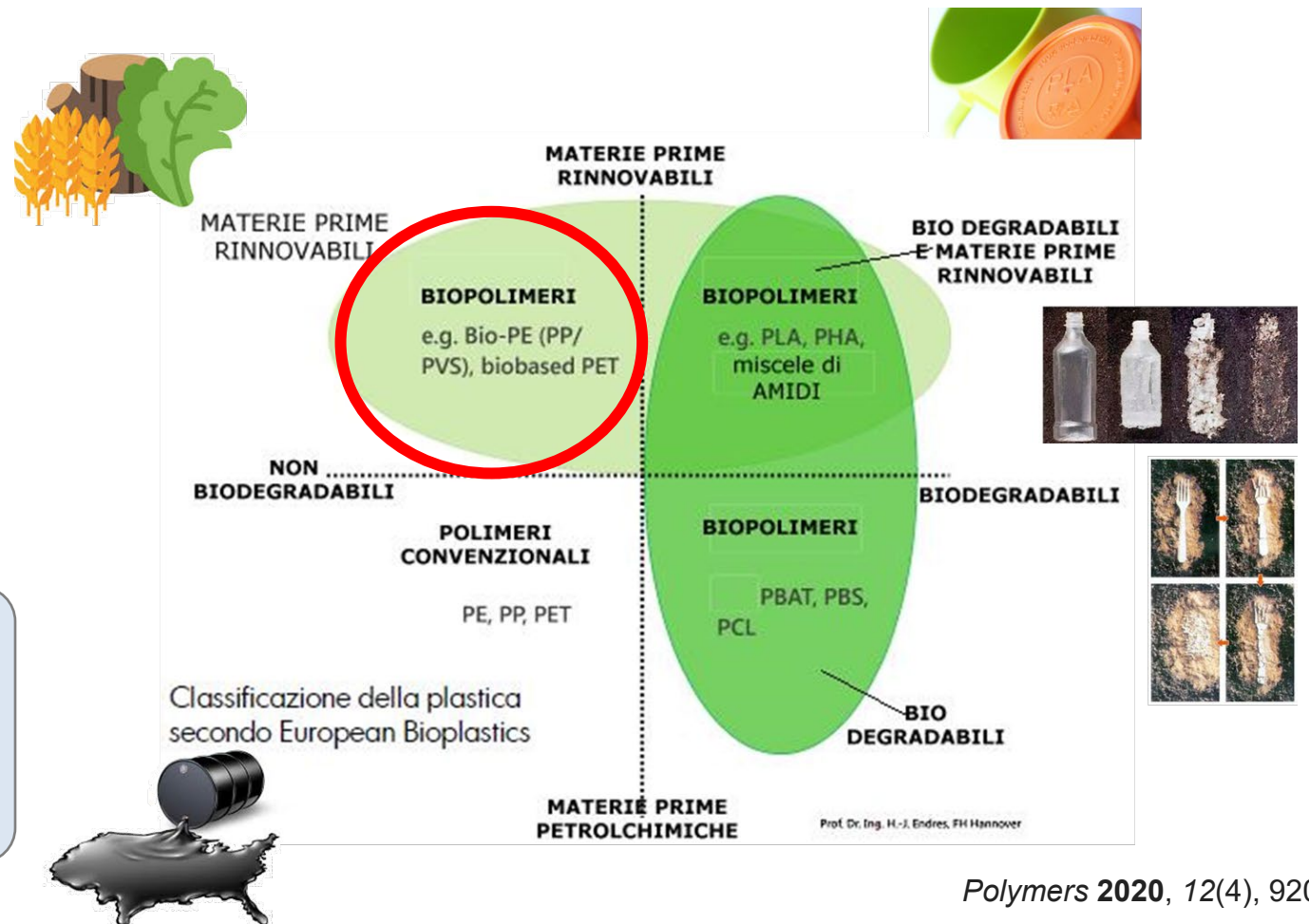
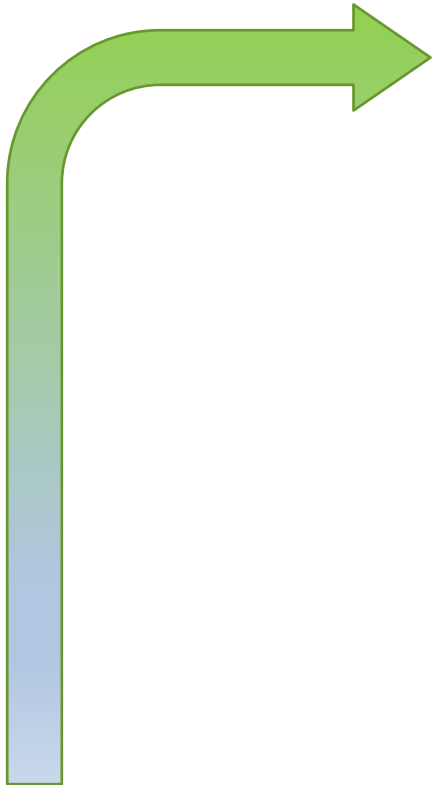
- Origine: fossile
- Fine vita: discarica, recupero energetico, riciclo



# Principali tematiche di ricerca in *PLASTIC NEW DEAL*

Identificazione di prodotti alternativi, più sostenibili:

- **Polimeri bio-based** (ad es: bio-PE)
- **Biodegradabili e compostabili** (PLA, materiali a base amido, miscele di poliesteri)

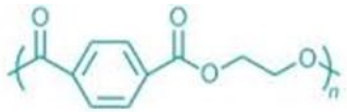
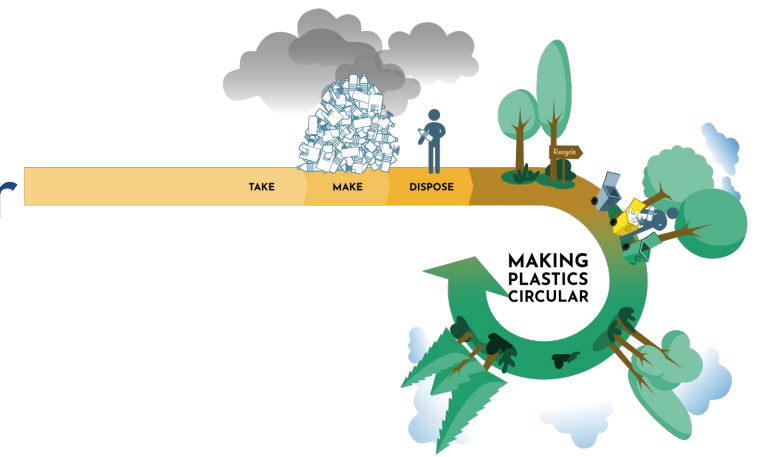


**Prodotti attualmente utilizzati in Plastic New Deal:**  
**Principalmente PE (LDPE, HDPE), PP per imballaggio**

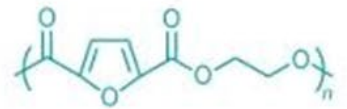
- **Origine:** fossile
- **Fine vita:** discarica, recupero energetico, riciclo

# Le plastiche nell'economia circolare

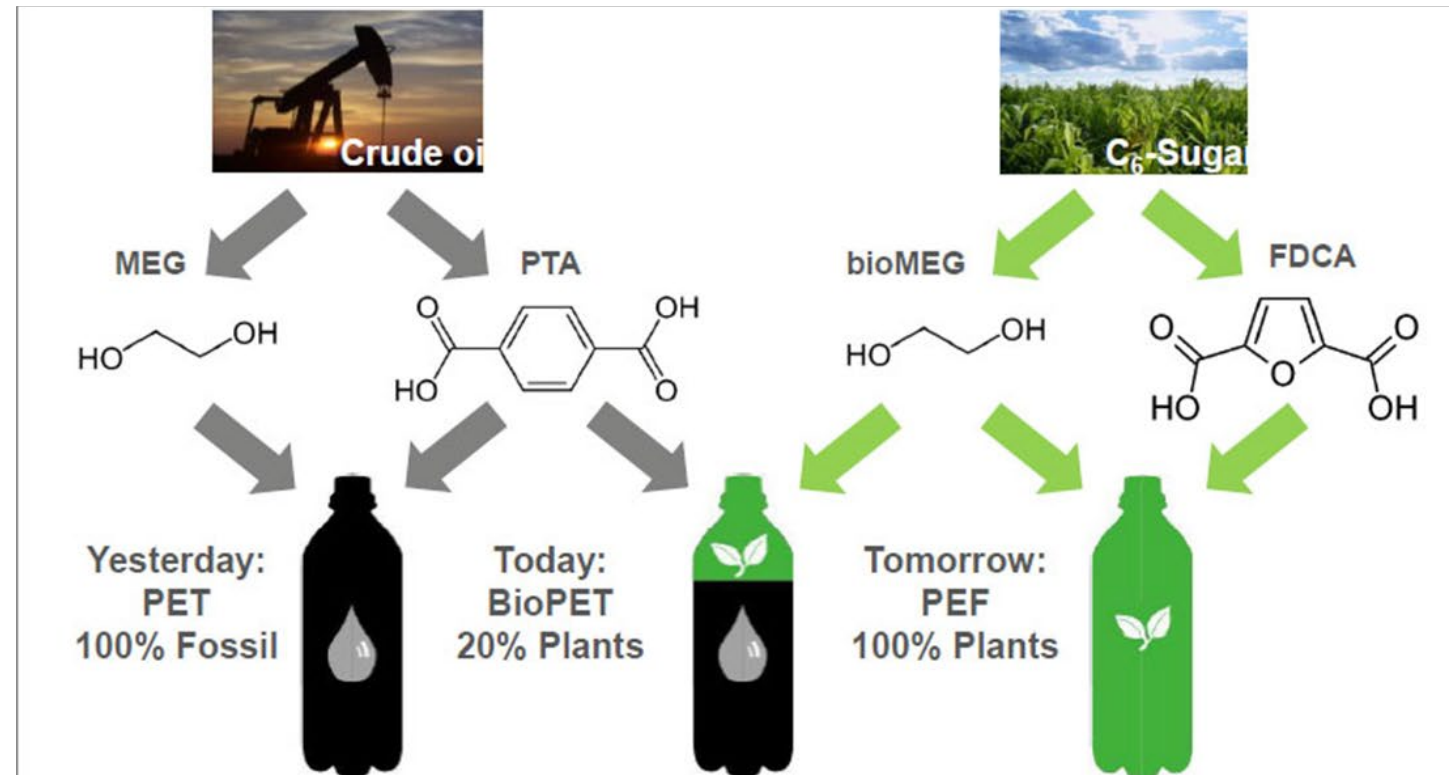
Utilizzo di **fonti rinnovabili alternative al petrolio** per ricavare i precursori dei polimeri: PET vs PEF



Polyethylene terephthalate (PET)



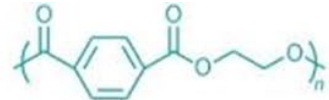
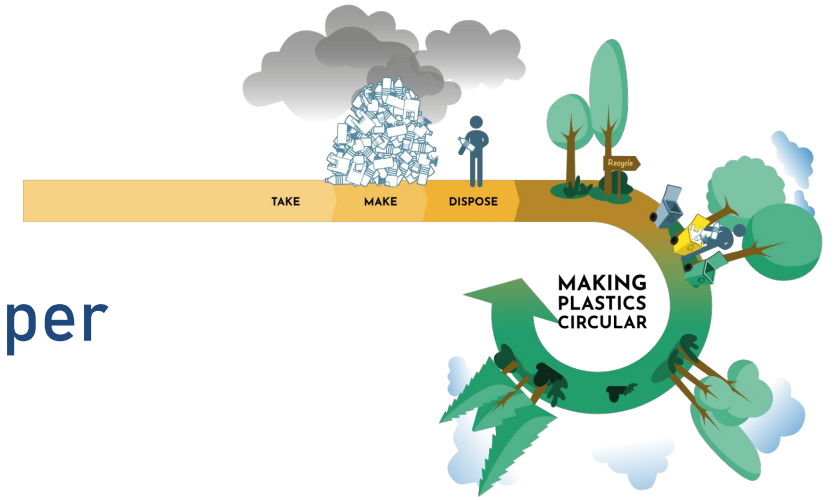
Polyethylene furanoate (PEF)



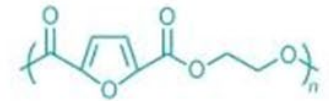
# Le plastiche nell'economia circolare

## INNOVAZIONE E RIPROGETTAZIONE

Utilizzo di **fonti rinnovabili alternative al petrolio** per ricavare i precursori dei polimeri: PET vs PEF



Polyethylene terephthalate (PET)



Polyethylene furanoate (PEF)



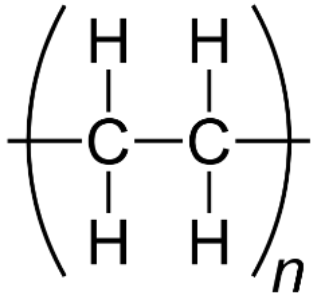
	PEF	PET
Density (g/cm <sup>3</sup> )	1.43	1.36
O <sub>2</sub> permeability	0.0107	0.114
CO <sub>2</sub> permeability	0.026	0.46
T <sub>g</sub> (°C)	88	76
T <sub>m</sub> (°C)	210–230	250–270
E-modulus (GPa)	3.1–3.3	2.1–2.2
Yield stress (MPa)	90–100	50–60
Quiescent crystallization time (min)	20–30	2–3

Prodotti commerciali:

- Sulzer Ltd ([www.sulzer.com](http://www.sulzer.com))
- Swicofil AG ([www.swicofil.com](http://www.swicofil.com))
- Avantium ([www.avantium.com](http://www.avantium.com))

# Poliolefine bio-based: Bio-polietilene vs. polietilene tradizionale

Schema del processo di produzione



Il bio-polietilene può sostituire il polietilene tradizionale in tutte le applicazioni:

- Condizioni di processo simili
- Proprietà meccaniche paragonabili (ottimizzando lo spessore)
- Saldabilità comparabile (alle stesse condizioni)

**Prodotti commerciali:**

- **Braskem**
- **FKUR (Terralene)**



# Poliolefine bio-based: Bio-polietilene vs. polietilene tradizionale

LDPE/LLDPE/HDPE film estensibile/termoretraibile



Film tradizionali

PROPRIETA' FISICO MECCANICHE (*)	UM	MD	TD
SFORZO A ROTTURA	N/mm2	23	21.2
		±10%	±10%
ALLUNGAMENTO A ROTTURA	%	470	790
		±10%	±10%
MODULO ELASTICO	N/mm2	188	177
		±10%	±10%
RESISTENZA ALLA LACERAZIONE	mN	2350	4400
		±10%	±10%
RESISTENZA ALL'IMPATTO	g	285	
		±10	

Film bio-based (70 µm)

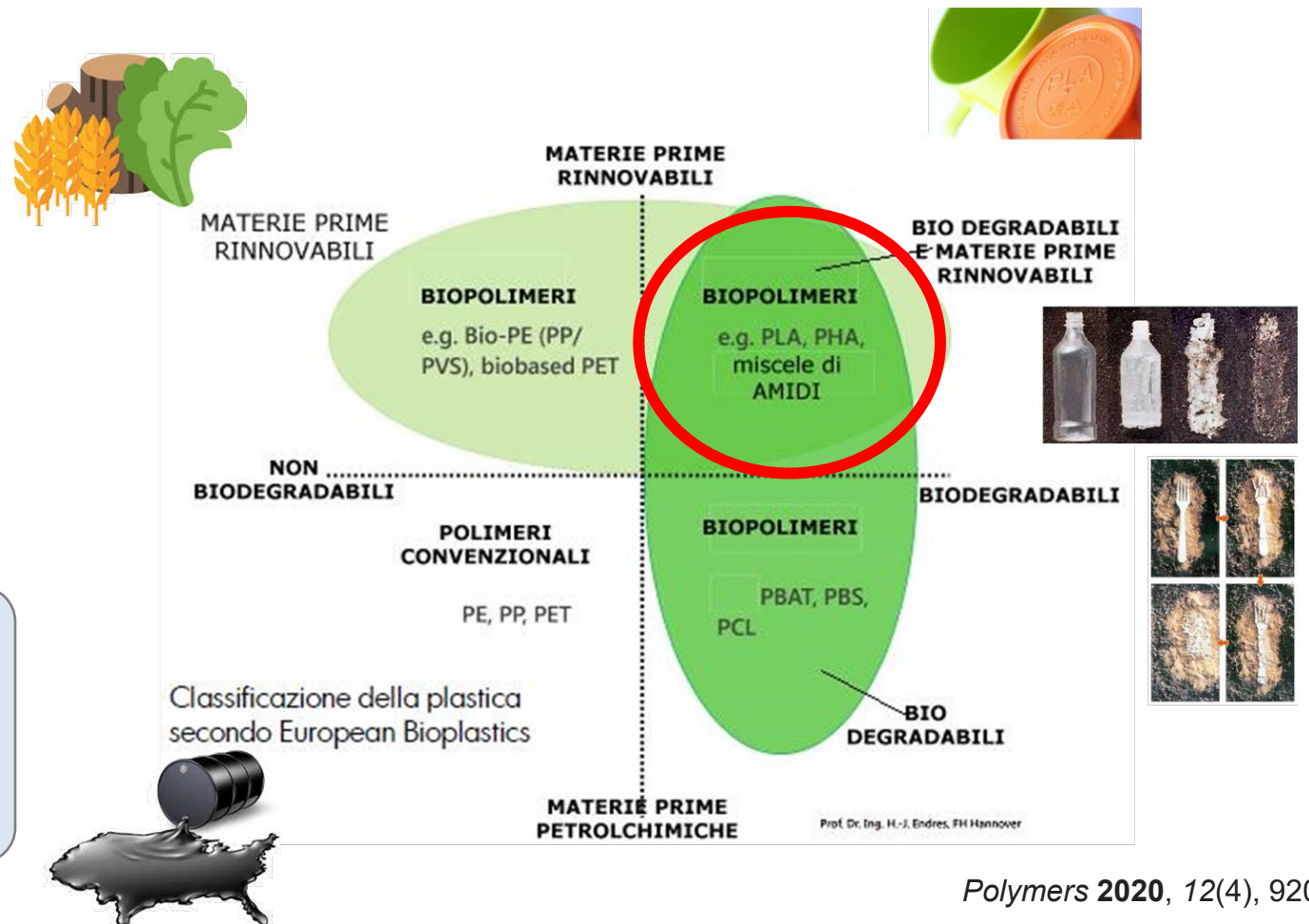
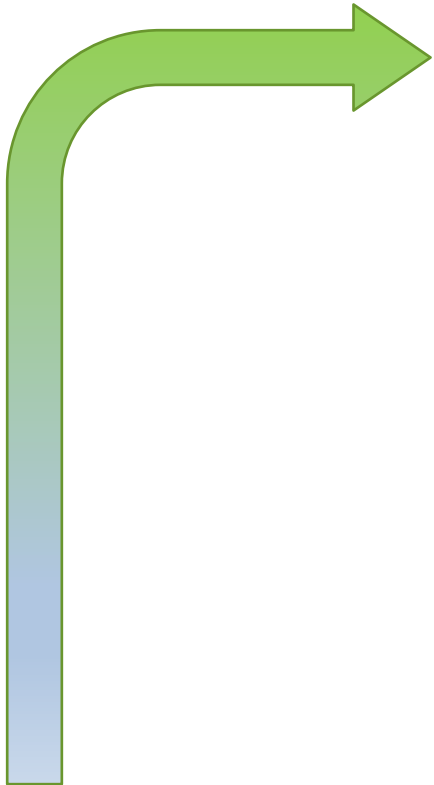
PROPRIETA' FISICO MECCANICHE (*)	UM	MD	TD
SFORZO A ROTTURA	N/mm2	23.55	21.1
		±10%	±10%
ALLUNGAMENTO A ROTTURA	%	490	772
		±10%	±10%
MODULO ELASTICO	N/mm2	191	180
		±10%	±10%
RESISTENZA ALLA LACERAZIONE	mN	2610	4120
		±10%	±10%
RESISTENZA ALL'IMPATTO	g	271	
		±10	

Risultati simili a quelli ottenuti con PE da fonte fossile possono essere ottenuti anche con film di spessore 12 µm

# Principali tematiche di ricerca in *PLASTIC NEW DEAL*

Identificazione di prodotti alternativi, più sostenibili:

- Polimeri bio-based (ad es: bio-PE)
- **Biodegradabili e compostabili (PLA, materiali a base amido, miscele di poliesteri)**
- Materiali ottenuti da processi di riciclo



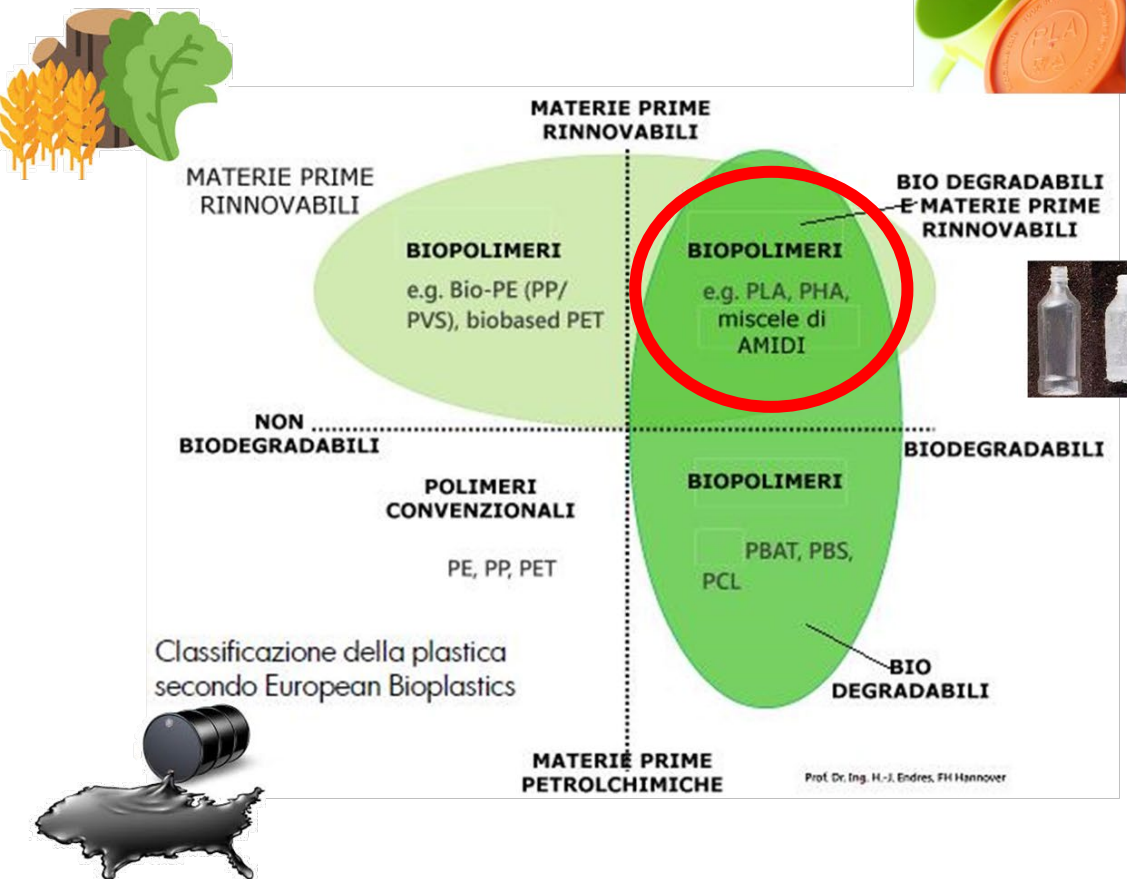
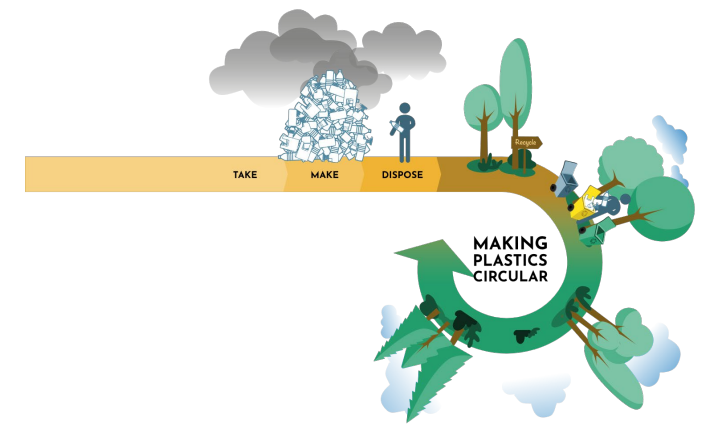
**Prodotti attualmente utilizzati in Plastic New Deal:**  
**Principalmente PE (LDPE, HDPE), PP per imballaggio**

- Origine: fossile
- Fine vita: discarica, recupero energetico, riciclo

# Le plastiche nell'economia circolare

## INNOVAZIONE E RIPROGETTAZIONE

## Utilizzo di biopolimeri biodegradabili/compostabili



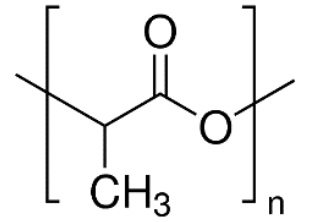
I Polimeri biodegradabili sono materiali con caratteristiche e proprietà spesso simili a quelle di plastiche tradizionali, ma sono ottenuti da fonti vegetali e possono essere biodegradabili o compostabili in accordo con la norma Europea EN 13432

Possono essere utilizzati per sostituire polimeri tradizionali anche se i costi sono generalmente superiori

Film poliaccoppiati possono essere ottenuti da prodotti commercialmente disponibili, integrando differenti biopolimeri e realizzando strutture laminate attraverso opportune tecniche di produzione

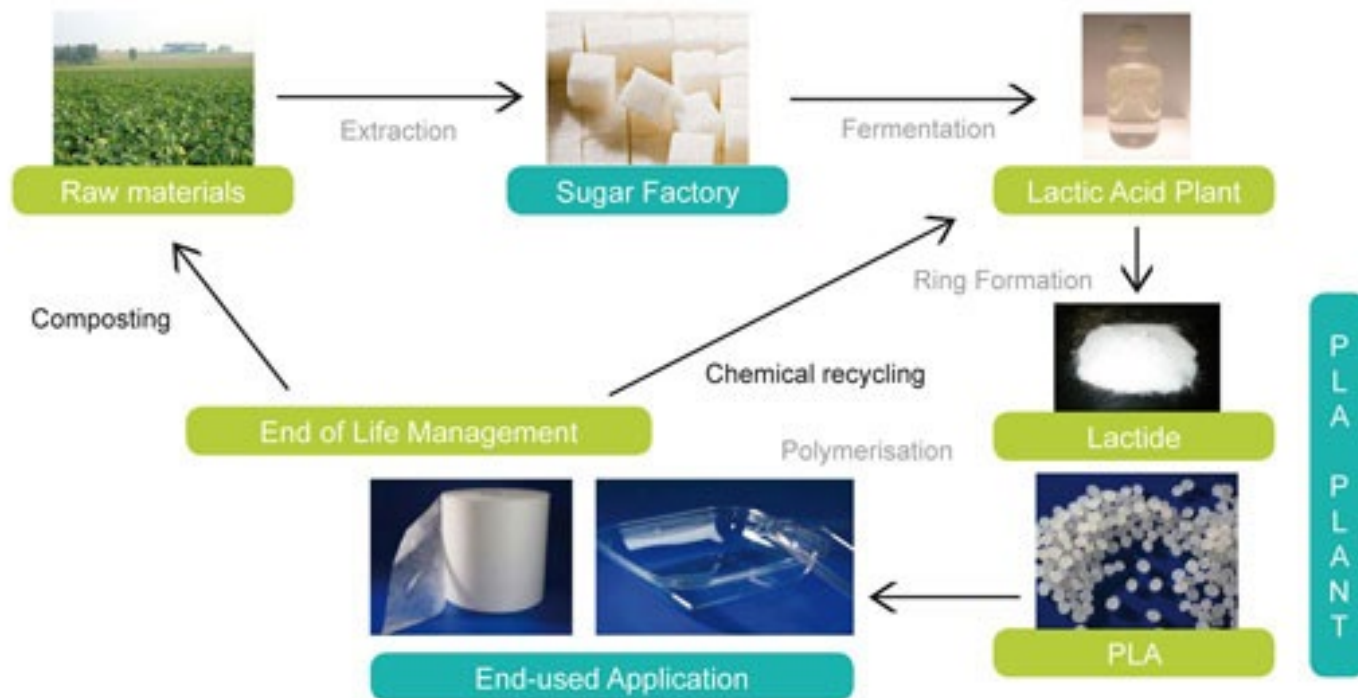


# Polimeri biodegradabili e/o compostabili: Acido polilattico (PLA)



Il PLA è un biomateriale eco-friendly con buone proprietà e alcuni svantaggi:

- Il PLA è poco duttile, con < del 10% di allungamento a rottura.
- La sua velocità di degradazione attraverso idrolisi dei legami esterei in catena è relativamente bassa.
- Il PLA è più idrofilico delle poliolefine.
- Il PLA è più costoso rispetto a polimeri tradizionali.



Schema del processo di produzione e fine vita

- imballaggi alimentari e non
- stoviglie
- materiali per uso agricolo
- fibre tessili
- applicazioni biomediche (es. viti per fratture)



**Prodotti commerciali:**

- **NatureWorks**
- **Natureplast**



# Polimeri biodegradabili e/o compostabili: PLA saldabile

La gamma NATIVIA® comprende film trasparenti ad elevata brillantezza per mantenere la saldabilità di imballaggi poliaccoppiati compostabili.

## NATIVIA (heat sealable BO-PLA)



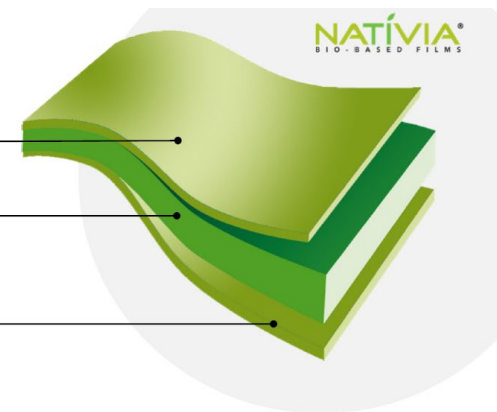
## NATIVIA® NTSS

PROPERTIES	METHOD	UNIT	REF.	TYPICAL VALUES				
Nominal thickness	Internal method	µm		20	25	30	35	40
Unit weight		g/m <sup>2</sup>		24.8	31.0	37.2	43.4	49.6
Yield		m <sup>2</sup> /kg		40.3	32.3	26.9	23.0	20.2
Tensile strength	ASTM D882	N/mm <sup>2</sup>	MD TD	105				
Elongation at break				%	MD TD	185		
Dynamic COF	ASTM D1894		NT/NT	0.35				
Haze	ASTM D1003	%		1.5			1.8	
Gloss (45°)	ASTM D2457	Gloss Unit		80				
Heat seal range	Internal method	°C		85 – 140				
Seal strength	Internal method 85°C ; 0.5 s	g/cm		230	290	350		
Treatment level	ASTM D2578	mN/m		37				
Water vapour permeability	ASTM F1249 (38°C - 90% RH)	g/m <sup>2</sup> /d		440	330	270	230	200
Oxygen permeability	ASTMD3985 (23°C - 0% RH)	cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d		1100	900	730	630	540

Heat sealable PLA-layer  
(MST= 85°C)

PLA Core

Heat sealable PLA-Layer  
(MST = 85°C)



## APPLICAZIONI TIPICHE

- Stampa rotocalco e flessografica
- Laminazione
- Applicazioni nell'imballaggio flessibile

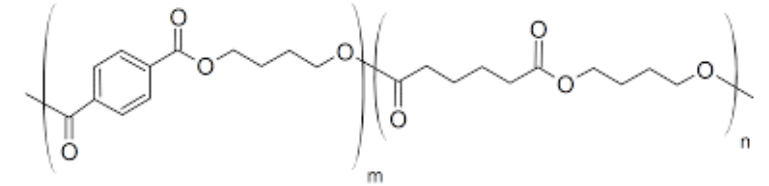


**Prodotti commerciali:**

- Taghleef Industries ([www.ti-films.com](http://www.ti-films.com))

# Polimeri biodegradabili e/o compostabili: miscele di copoliesteri e PLA

Per applicazioni come film flessibile estensibile, per pacciamatura o shoppers, il PLA deve essere miscelato con plastiche soft biodegradabili come il poli(butilene adipato-co-tereftalato) (PBAT), tipicamente in rapporto 20:80.



## BASF-ECO VIO

Typical Basic Material Properties of ecovio® F2332

Property	Unit	Test Method	ecovio® F2332
Mass Density	g/cm³	ISO 1183	1.24 - 1.26
Bulk Density	kg/m³	DIN EN ISO 60	750
Melt Volume Rate MVR 190°C, 5kg*	ml/10 min.	ISO 1133	7.0- 11.0
Melting Points	°C	DSC	110 - 120
	°C	DSC	140 - 155



Typical Properties\* of ecovio® F2332 Blown Film, 30µm

Property	Unit	Test Method	ecovio® F2332
Tensile Modulus MD/TD	MPa	ISO 527	330/ 180
Tensile Strength MD/TD	MPa	ISO 527	37/ 39
Ultimate Elongation MD/TD	%	ISO 527	540/ 600
Dart Drop	g	ASTM D 1709-04 Method A	650
Tear Resistance	mN	DIN EN ISO 6383-2	800/ 550
Permeation Rates:			
Water Vapour (23°C, 50% r. h.)	cm³/(m²·d·bar)	ASTM D 3985	120
Water Vapour (38°C, 90% r. h.)	g/(m²·d)	ASTM F-1249	600



- Struttura traslucida, semicristallina
- Elevata resistenza, rigidità medio-bassa e alta energia di rottura
- Velocità di trasmissione del vapore acqueo elevata ma controllabile (WVTR)
- Buona stabilità termica fino a 230 °C
- Gradi espansi disponibili

	EPS	ecovio® EA foam*
Density (g/L)	25	25
Expandable bead density (g/L)	~ 600	~ 680
Cushioning factor	2.5	2.7
Compressive strength @ 10% (kPa)	175	90
Flexural work to break (J)	2.5	2.7
Flexural strength (kPa)	420	220

\* preliminary data

# Polimeri biodegradabili e/o compostabili: amido e miscele di copoliesteri

Il MATER-BI è una famiglia di bioplastiche completamente biodegradabili e compostabili processabili per filmatura, termoformatura, stampaggio a iniezione, laminazione

Amido di mais  
Poli( $\epsilon$ -caprolattone), polibutilene succinato  
Polivinilalcol

## NOVAMONT-MATERBI

MATERIALE	T <sub>m</sub> (°C)	E (MPa)	$\epsilon_{\text{rottura}}$ (%)	$\sigma_{\text{rottura}}$ (MPa)	WTR (g 30 $\mu$ m/m <sup>2</sup> d)
MB DF51AO	145	1900	250	50	300
MB EF02U	118	200	480	30	600
MB EF03V	118	220	480	30	550
MB EF04P	118.5	200	380	35	400
MB EF05B	115	370	250	30	400
MB EF51K0	167	900	200	55	450
MB EF51L	167	800	350	35	450
MB EF51V	167	900	350	40	450



# Principali tematiche di ricerca in *PLASTIC NEW DEAL*

Identificazione di prodotti alternativi, più sostenibili:

- Polimeri bio-based (ad es: bio-PE)
- Biodegradabili e compostabili (PLA, materiali a base amido, miscele di poliesteri)
- **Materiali ottenuti da processi di riciclo**



**Bottiglie in PET 100% riciclato**  
L. 178/2020



IN 2019 ADIDAS INTERCEPTED THE EQUIVALENT OF 4.5 BILLION PLASTIC BOTTLES FOR USE IN ITS RECYCLED APPAREL PRODUCTS ALONE. (\*USING A STANDARD WEIGHT OF 10 GRAMS PER BOTTLE)



**Prodotti attualmente utilizzati in Plastic New Deal:**  
Principalmente PE (LDPE, HDPE), PP per imballaggio

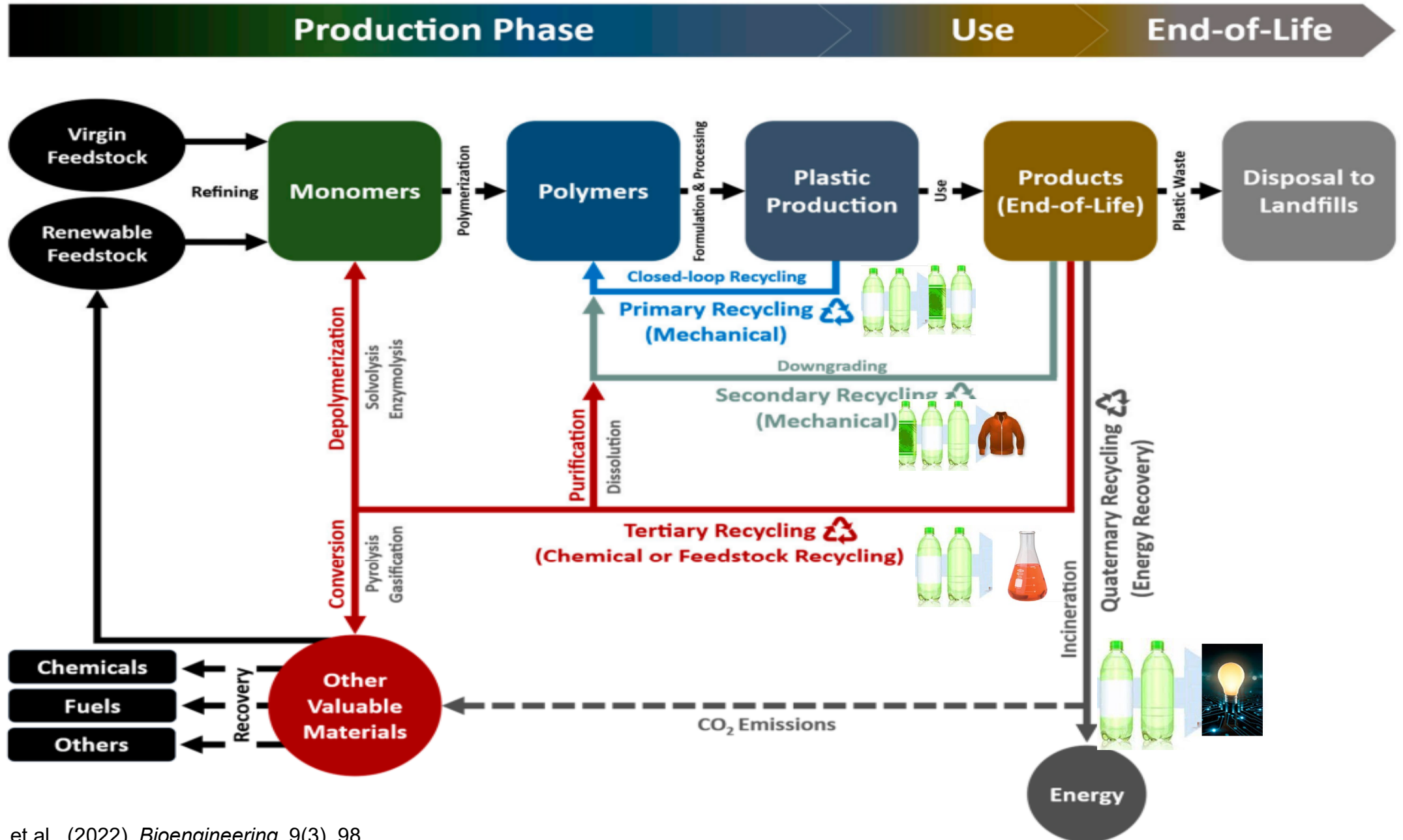
- Origine: fossile
- Fine vita: discarica, recupero energetico, riciclo



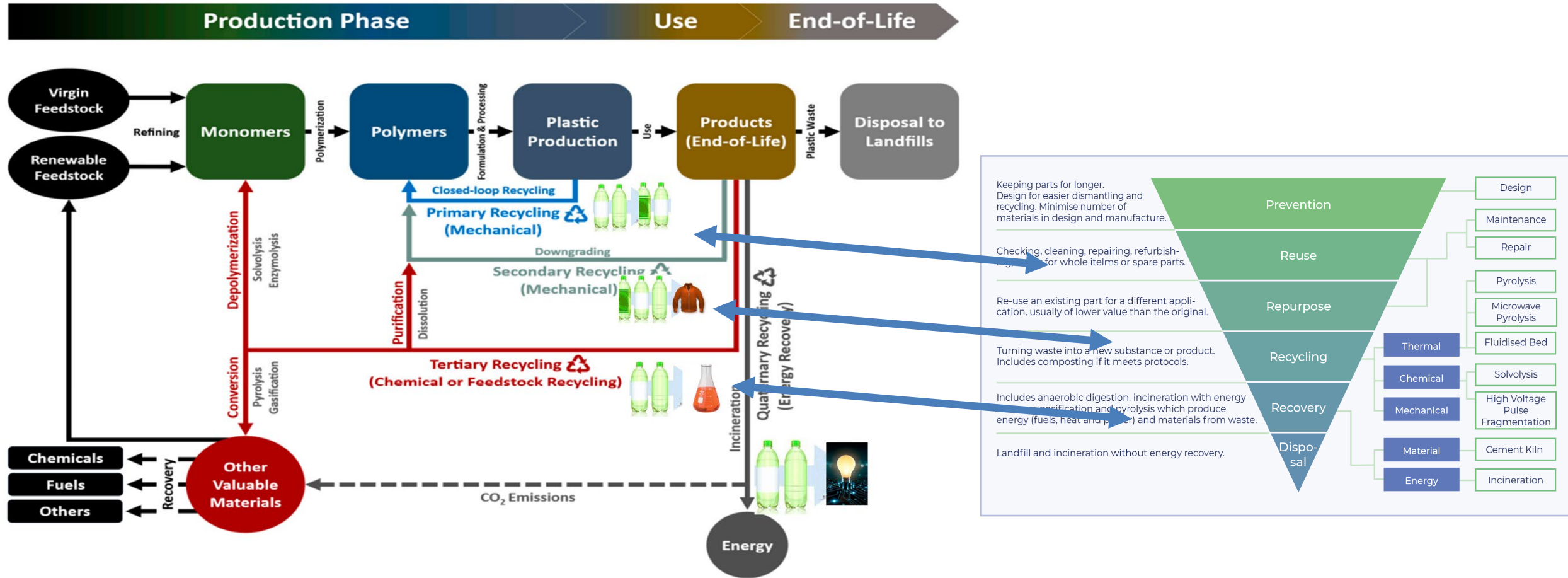
# Riciclo dei polimeri: definizioni

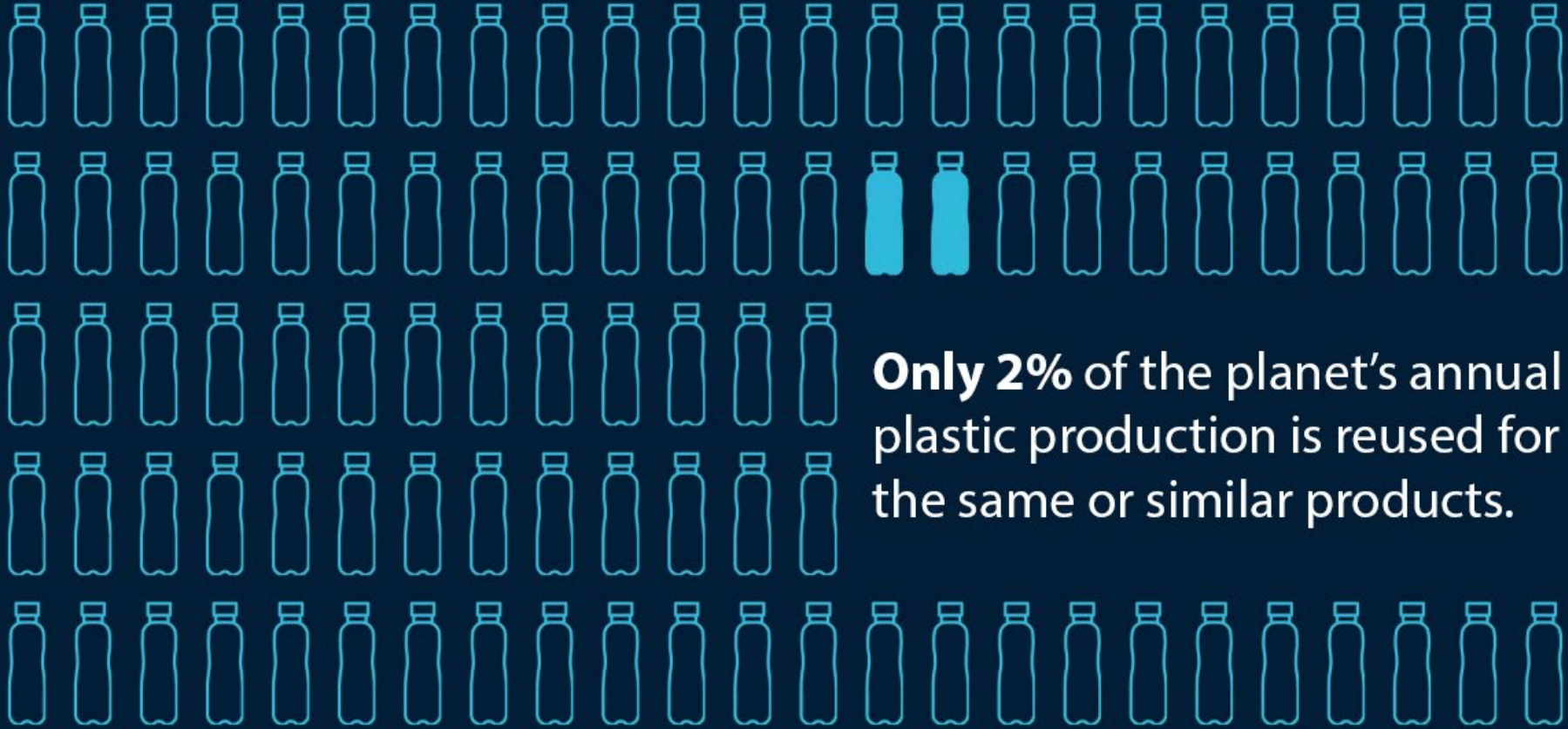
<b>ASTM D5033 definitions</b>	<b>Equivalent ISO15270 definitions</b>	<b>Other equivalent terms</b>
Primary recycling	Mechanical recycling	Closed-loop recycling
Secondary recycling	Mechanical recycling	Downgrading
Tertiary recycling	Chemical recycling	Feedstock recycling
Quaternary recycling	Energy recovery	Valorization

# Riciclo dei polimeri: diagramma



# Riciclo dei polimeri: diagramma





**Only 2%** of the planet's annual plastic production is reused for the same or similar products.



# Riciclo dei polimeri: requisiti

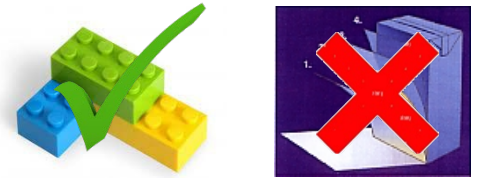
## 1. Termoplasticità

I materiali termoplastici sono sostanze che hanno la proprietà di rammollirsi con il calore per potersi adattare ad uno stampo in cui, indurendosi, assumono la forma definitiva



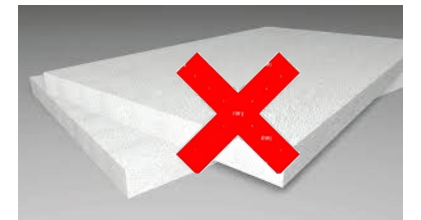
## 2. Omogeneità nella composizione e compatibilità delle materie plastiche costituenti

I manufatti composti da più materiali accoppiati sono difficili da riciclare



## 3. Ragioni politiche o economiche

Costi di raccolta elevati a causa della bassa densità (EPS). Il riciclo può essere antieconomico perché sarebbe necessario separare completamente i vari tipi di plastica (PET, PE, HDPE, PVC, ...) per ottenere materiali utilizzabili.



## 4. Materiali non contaminati

Contaminanti (grassi/oli, residui di cibo, terra, vernici, ecc.) rendono impossibile o non conveniente il riciclo



# Riciclo termomeccanico di polimeri

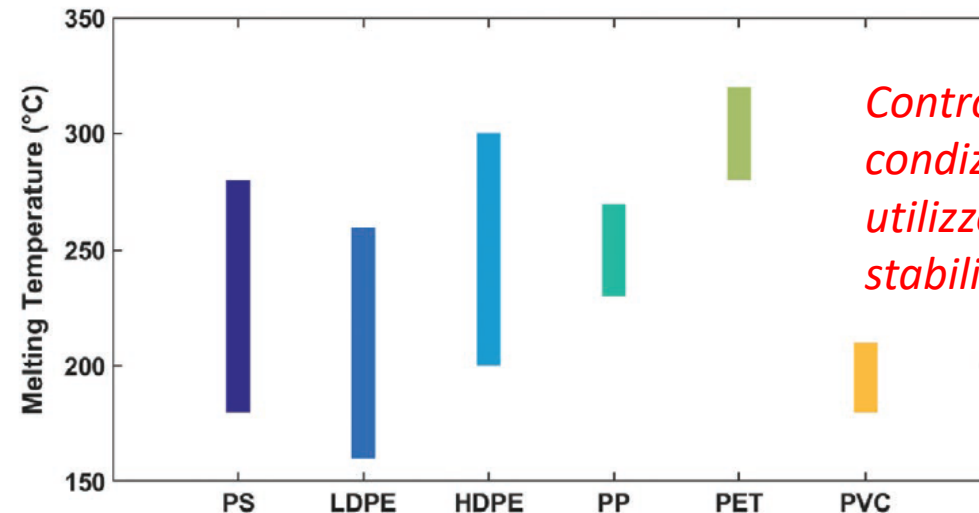
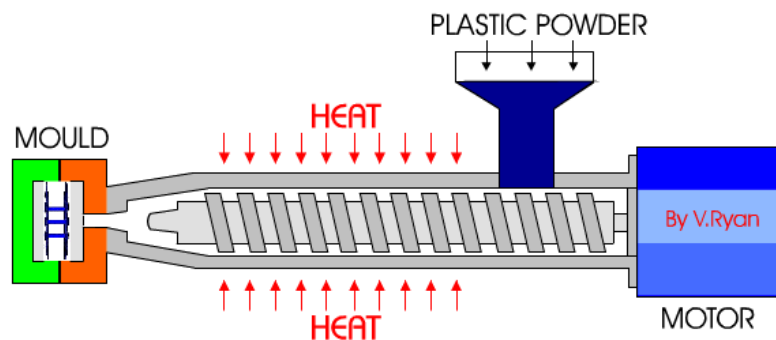
L'estrusione è la tecnologia più utilizzata per produrre rigranulati da plastiche riciclate

**VANTAGGI:** Economico, versatile, scalabile, no solventi

**SVANTAGGI:**

- Alte temperature e sforzi meccanici viscosi provocano depolimerizzazione, ramificazione, reticolazione;
- Degradazione del materiale, peggioramento di proprietà meccaniche e lavorabilità.

**“open-loop” or “semi-closed loop” recycling system**  
**Control of contaminants (inks, dyes, adhesives, additives, other polymers, etc.)**



*Controllo delle condizioni di processo, utilizzo di additivi stabilizzanti*

# Materiali ottenuti da processi di riciclo

Le plastiche “rigenerate” possono parzialmente sostituire alcuni dei prodotti vergini. Alcuni prodotti sostitutivi in grado di rispondere alle richieste delle aziende sono già presenti sul mercato. In alcuni casi, un'ottimizzazione dei processi potrebbe essere necessaria per bilanciare i costi e le performance.

**LDPE/LLDPE/HDPE film estensibili/termoretraibili modificati con plastiche riciclate**

Film tradizionali

PROPRIETA' FISICO MECCANICHE (*)	UM	MD	TD
SNERVAMENTO	N/mm2	12	9
		±10%	±10%
SFORZO A ROTTURA	N/mm2	19	21
		±10%	±10%
ALLUNGAMENTO A ROTTURA	%	300	610
		±10%	±10%
MODULO ELASTICO	N/mm2	110	140
		±10%	±10%
RESISTENZA ALLA LACERAZIONE	mN	1200	3100
		±10%	±10%
TERMORETRAZIONE	%	70	
		30	
TRASPARENZA DEL FILM	%	98	

Film rigenerati (50my)

PROPRIETA' FISICO MECCANICHE (*)	UM	MD	TD
SNERVAMENTO	N/mm2	12.7	10.2
		±10%	±10%
SFORZO A ROTTURA	N/mm2	17	23.2
		±10%	±10%
ALLUNGAMENTO A ROTTURA	%	270	580
		±10%	±10%
MODULO ELASTICO	N/mm2	121	138
		±10%	±10%
RESISTENZA ALLA LACERAZIONE	mN	1357	3650
		±10%	±10%
TERMORETRAZIONE	%	70	
		30	
TRASPARENZA DEL FILM	%	95	



**Prodotti commerciali:**  
 - **Eticaimballaggi**  
 ([www.eticaimballaggi.it/](http://www.eticaimballaggi.it/))  
 - **Ecoplast**  
 ([www.ecoplast.it](http://www.ecoplast.it))

Le **plastiche rigenerate** in LDPE e HPDE con contenuto fino al 55% in peso di polimeri riciclati assicurano proprietà meccaniche simili a quelli dei polimeri tradizionali, con una riduzione di circa il 27% di CO<sub>2</sub> utilizzata

# Principali tematiche di ricerca in *PLASTIC NEW DEAL*

Identificazione di prodotti alternativi, più sostenibili:

- Polimeri bio-based (ad es: bio-PE)
- Biodegradabili e compostabili (PLA, materiali a base amido, miscele di poliesteri)
- Materiali ottenuti da processi di riciclo
- **Riprogettazione: Ecodesign**

Strisce adesive invece di film termoretraibile



Tappo attaccato alla bottiglia (e alla lattina): riduzione delle perdite

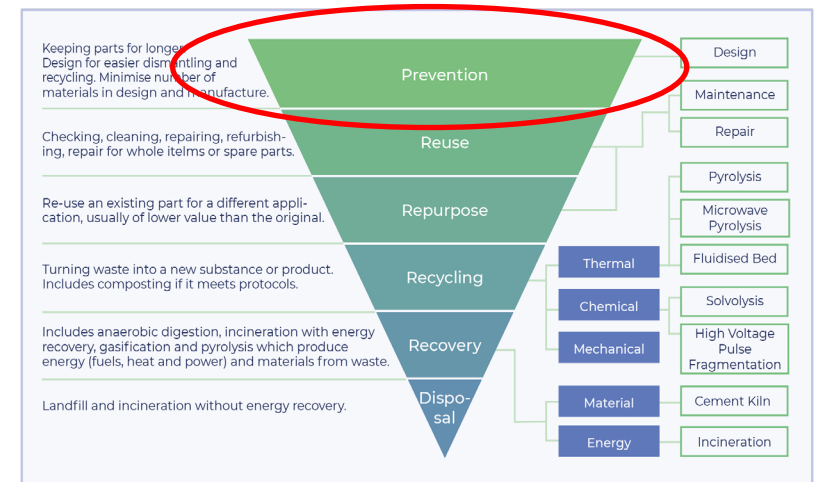


**Refill e riuso**



**Prodotti attualmente utilizzati in Plastic New Deal:**  
Principalmente PE (LDPE, HDPE), PP per imballaggio

- Origine: fossile
- Fine vita: discarica, recupero energetico, riciclo





# Quantificare la sostenibilità

Lo strumento più completo è l'analisi del ciclo di vita del prodotto, detta anche LCA (Life Cycle Assessment).

Si analizzano tutte le fasi (estrazione, produzione, distribuzione, uso, fine vita) e per ognuna di esse si calcolano:

- Consumo di risorse
- Consumo di energia
- Emissioni di inquinanti

Si identificano le fasi del ciclo di vita che pesano di più sull'impatto ambientale

Si orienta il prodotto o il processo verso soluzioni più sostenibili

**Il risultato di una LCA fornisce indicazioni sull'impatto di un prodotto sempre molto utili, e a volte anche sorprendenti**





## Sostenibilità del PET in un confronto delle impronte ecologiche di vari materiali da imballaggio



- Durante la produzione delle bottiglie per bevande PET è emessa meno anidride carbonica rispetto a quanto accade durante la produzione delle bottiglie di vetro;
- La plastica, essendo molto leggera, causa meno emissioni di anidride carbonica durante il trasporto rispetto ad altri materiali di imballaggio;
- Il PET ha il grande vantaggio di poter essere riciclato molto facilmente, consumando poche risorse.



# PAPILLONS

Plastic in Agricultural Production:  
Impacts, Lifecycles and  
LONG-term Sustainability



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101000210

<https://www.papillons-h2020.eu/>  
[papillons@farm-europe.eu](mailto:papillons@farm-europe.eu)

<https://www.papillons-h2020.eu/the-project/>

Le plastiche per l'agricoltura (AP) possono rilasciare sostanze chimiche e frammenti di micro e nanoplastiche (MNP) che si accumulano nel suolo, il cui impatto a lungo termine è ancora non noto.

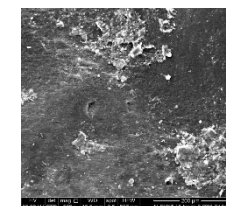
PAPILLONS fornisce il background scientifico per consentire l'innovazione politica, agricola e industriale verso sistemi di produzione agricola più sostenibili.

DURATA Giugno 2021-Maggio 2025

MATERIALI STUDIATI: Film per la pacciamatura convenzionali (a base di LDPE) e biodegradabili o compostabili (a base di amido e PBAT)



METODOLOGIE: Analisi delle particelle e degli additivi rilasciati nel suolo e effetto sull'ecosistema (biodiversità, fertilità, effetto sulle piante)



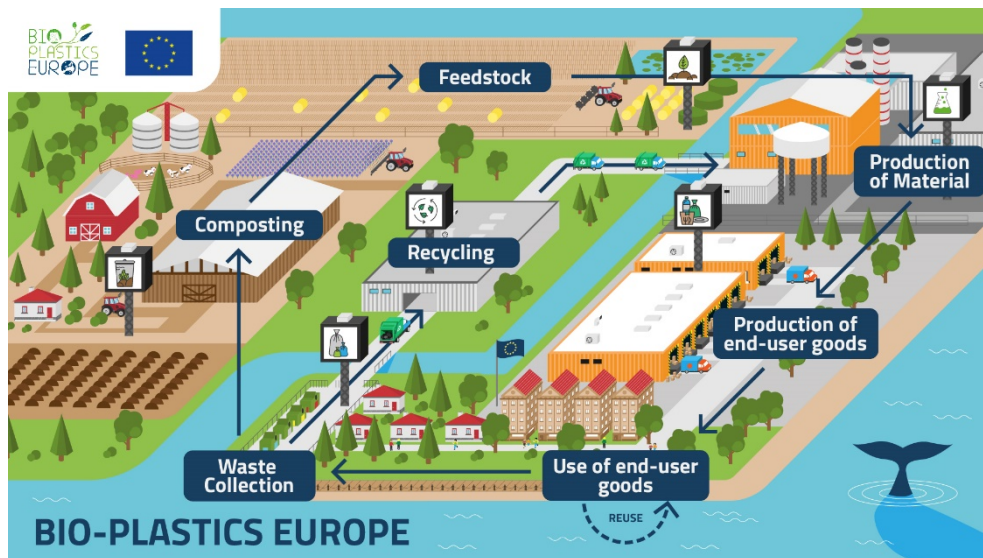
# BIO PLASTICS EUROPE

Definire, testare e implementare strategie di progettazione di prodotti innovativi e perseguire modelli di business innovativi mirati al riutilizzo e al riciclaggio efficienti delle bioplastiche. Garantire la sicurezza dei materiali riciclati quando vengono utilizzati per la produzione di giocattoli, imballaggi alimentari, posate e attrezzature agricole.

Materiali da fonti rinnovabili, con proprietà termomeccaniche paragonabili alle plastiche convenzionali con il vantaggio di essere sostenibili e naturalmente biodegradabili.

DURATA Ottobre 2019-Settembre 2023

MATERIALI STUDIATI: Film per l'imballaggio e agricoltura, prodotti per la casa e la persona



Abbreviation	Name	Bio-based	Biodegradable
PBAT	Polybutylene adipate terephthalate		✓
PBS	Polybutylene succinate	✓	✓
PHA	Polyhydroxyalkanoate	✓	✓
PHVB	Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate)	✓	✓
PLA	Poly(lactic acid)	✓	✓

METODOLOGIE: Analisi delle proprietà in confronto a standard convenzionali, del riuso di manufatti (lavaggi ripetuti), riciclo termomeccnico, compostabilità.





# Verso la sostenibilità delle plastiche

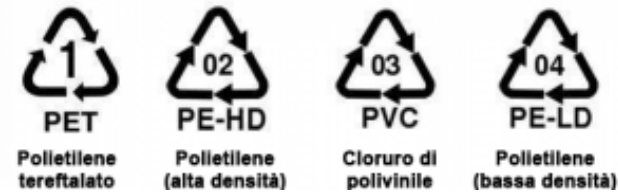
## Riprogettazione: Ecodesign



## Polimeri biobased e biodegradabili



## Plastiche riciclabili



## Quantificazione della sostenibilità

