

# CICLO E RI-CICLO

## esempio delle materie plastiche

(Prof. V. De Felice)

*"Là dove la natura finisce di produrre le sue specie,  
l'uomo comincia, utilizzando le specie della natura, e  
in armonia con la natura stessa, a creare una  
infinità di specie"*  
(Leonardo da Vinci)

## Nulla si crea, nulla si distrugge, tutto si trasforma

Antoine Lavoisier

- **La chimica fornisce lo strumento per la “costruzione” di materiali innovativi trasformando materie prime disponibili in natura**
- **qualunque trasformazione chimica, comporta sempre la formazione di prodotti secondari e/o l’uso dei solventi.**
- **per motivi economici vi è sempre stata una particolare attenzione al recupero dei reagenti e solventi,**
- **ma gli stessi motivi economici non hanno giustificato il recupero dei prodotti secondari e l’impegno a chiudere un ciclo che prevede la trasformazione dell’oggetto dopo l’uso per il recupero delle materie prime.**

**Un ciclo quasi ideale prevede un consumo di energia ma un riciclo completo di materia.**

**In natura** funziona un **"ri-ciclo"** di materia, attraverso cicli continui di prelievo, trasferimento e restituzione.

... **Ciò non accade invece naturalmente in un ecosistema economico, in cui il petrolio e le materie prime vengono trasformate in prodotti attraverso i processi lavorativi.**

**In questo sistema vi sono sempre dei produttori e dei consumatori, ma non esistono dei decompositori altrettanto validi, che assicurino il giusto trattamento dei rifiuti prodotti dal sistema (rifiuto nel significato più ampio di non più utilizzato).**

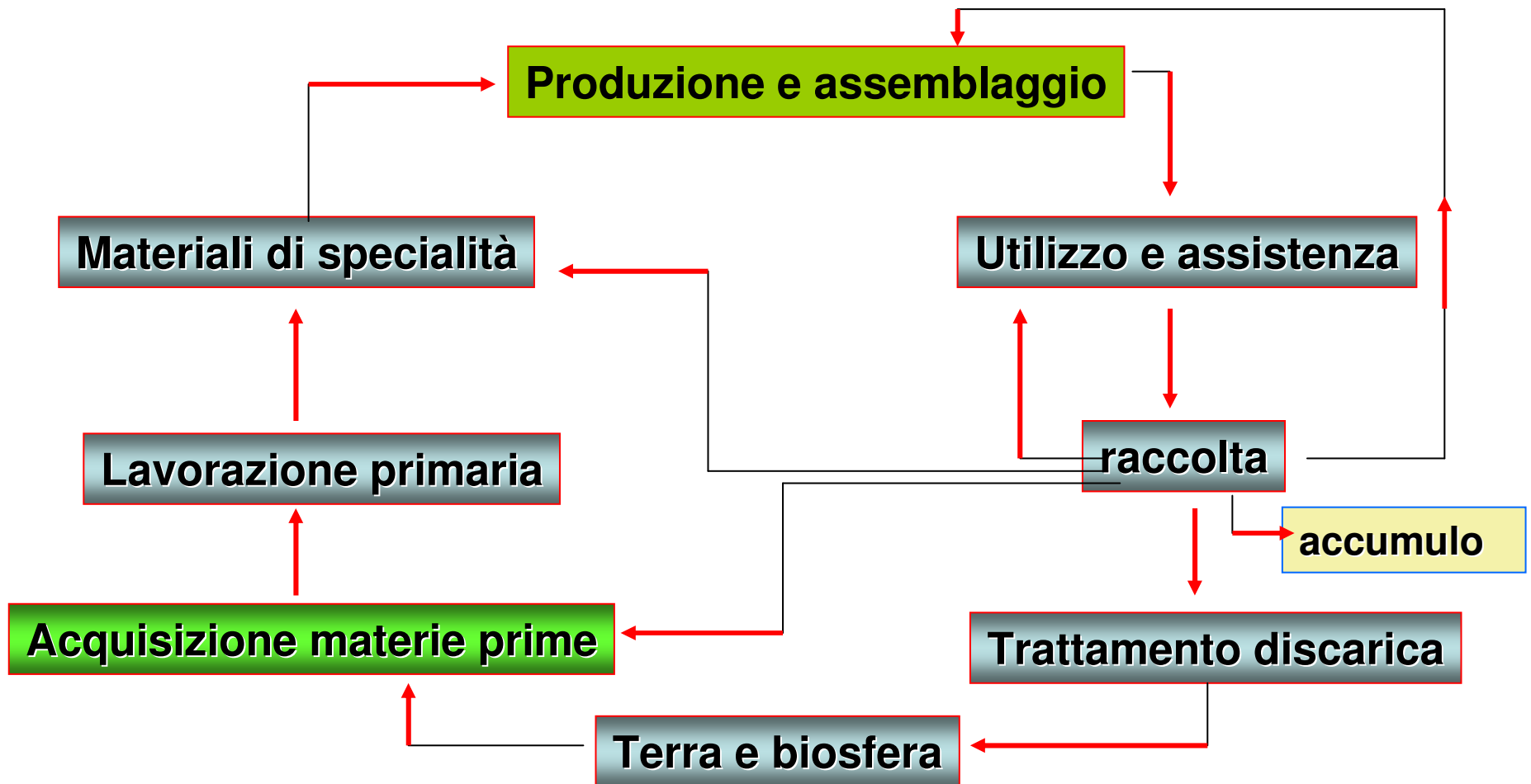
**Sviluppo sostenibile: ... soddisfare le necessità del presente senza compromettere le possibilità delle future generazioni di soddisfare le loro necessità**

**Sviluppo sostenibile = bilancio tra tre requisiti primari**

- **Bisogni della società (obiettivo sociale)**
- **Impiego efficiente delle risorse (obiettivo economico)**
- **Necessità di ridurre la pressione sull'eco-sistema (obiettivo ambientale)**



# Cicli di produzione integrata (ciclo di vita di un prodotto)



Un esempio molto illuminante è dato dalla **storia delle materie plastiche** che hanno avuto un forte impulso iniziale nella ricerca di materiali nuovi sostitutivi e innovativi.

Negli ultimi tempi si è avvertita **l'esigenza di chiudere il ciclo** per evitare:

- l'accumulo
- il consumo di materie

**... ma la chiusura del ciclo diventa tanto più difficile quanto più "tecnologicamente avanzato" è il prodotto ...**

**Il 1954, con le scoperte di K. Ziegler e di G. Natta sui catalizzatori di polimerizzazione dell'etilene e del propilene, segna una tappa fondamentale nella storia delle materie plastiche**



**Gino Bramieri in uno spot pubblicitario**

Uno di questi polimeri è il propilene di **Moplen**, prodotto industrialmente dal 1957 nello stabilimento Montedison di Ferrara.



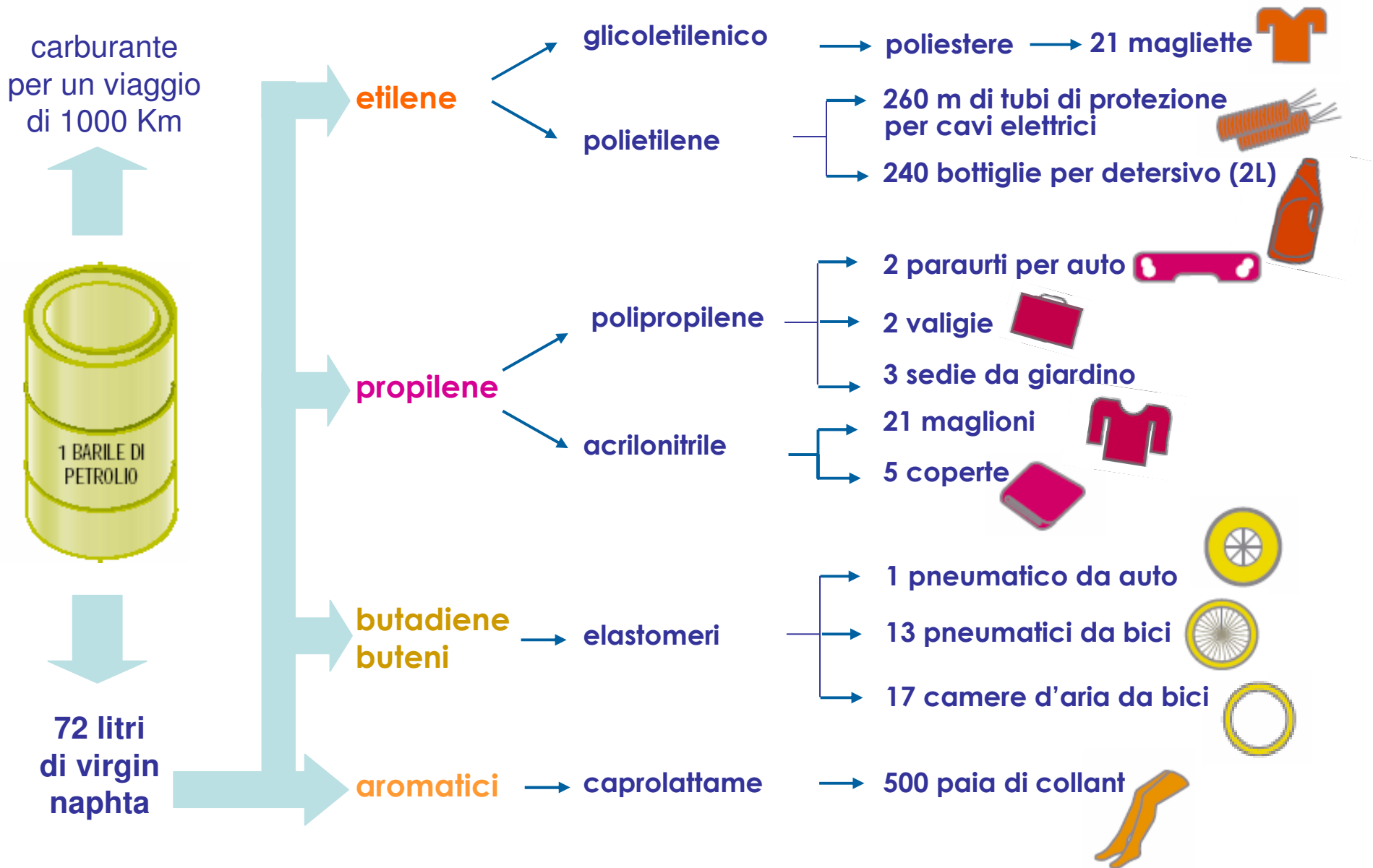
**Consegna del premio Nobel a Giulio Natta (1963) per gli studi sul polipropilene**







# Economia di un barile di petrolio



Fonte: Federchimica, BP chemicals anno 2006



**policarbonato**



**LP in PVC**



**acrilico**





# Il contenuto di chimica di un'automobile

## CARROZZERIA

Vernici  
(pigmenti e coloranti)

### Plasticanti

Cere  
Prodotti antirombo

## BATTERIA CAVI

Elettroliti  
Materiali polimerici  
per rivestimento

## PNEUMATICI

Elastomeri  
Nero di carbonio  
Ausiliari per gomma  
Fibre artificiali  
Gas tecnici

## GUARNIZIONI

Gomme siliconiche  
Fluoropolimeri  
Poliiolefine

## FRENI E MOTORE

Liquidi refrigeranti  
Liquidi di lavoro  
Lubrificanti

## TRATTAMENTO METALLI

Additivi  
Acidi e solventi  
Gas tecnici

## MARMITTA CATALITICA

Catalizzatori  
Materiali ceramici

## VETRI FARI

Sali silicati  
Soda  
Film polimerici  
Adesivi per il fissaggio  
Detergenti  
Gas tecnici

## CARBURANTE

Additivi  
Gas tecnici speciali  
Antidetonanti

## AIRBAG

Inneschi  
Polimeri  
Gas tecnici  
Fibre sintetiche

## CINTURE DI SICUREZZA SEDILI

Fibre sintetiche  
Poliuretano espanso  
Ausiliari per cuoio e pelle

## PARAURTI GRIGLIE VOLANTE CRUSCOTTO ARREDO INTERNO

Plastiche Fibre sintetiche  
Tecnopolimeri  
Poliuretano  
Additivi  
Vernici per plastiche





Da quando esistono le auto  
esistono i pneumatici.

- battistrada realizzato con una gomma speciale chiamata **poli(stirene-butadiene-stirene)**.
- pareti laterali realizzate con un'altra gomma chiamata **poliisoprene**.
- il rivestimento interno è realizzato con un altro tipo di gomma di nome **poliisobutilene**
- inoltre i pneumatici sono rinforzati con **fili in acciaio**, ma possono anche essere realizzate in **Kevlar** che viene utilizzato anche per realizzare giubbotti antiproiettile.





**Il Premio Nobel per la chimica Paul John Flory ha detto:**

**"La nostra sarà ricordata come l'era dei polimeri. Il futuro appartiene ai tecnopolimeri e polimeri speciali che saranno prodotti forse in quantità più ridotte ma saranno essenziali per il progresso dell'umanità".**

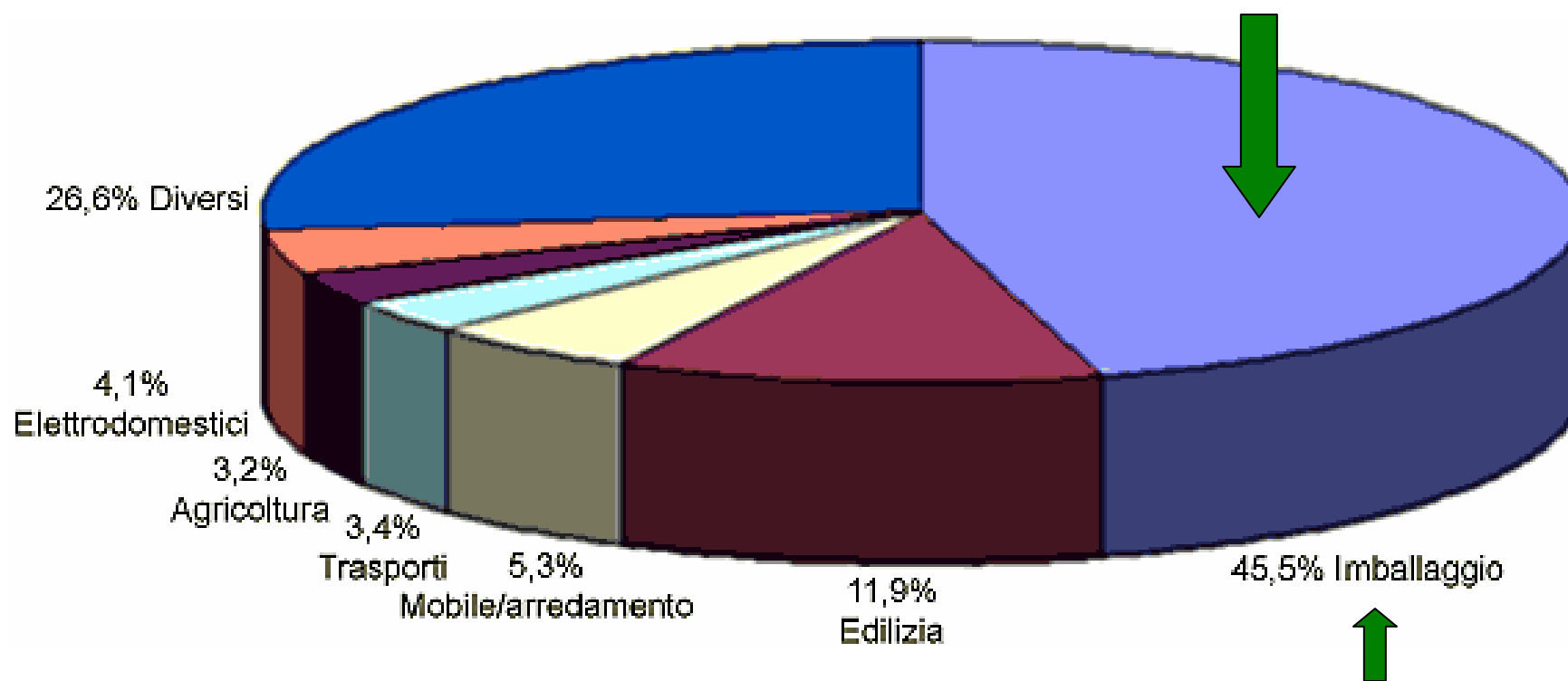
**Paul John Flory ( 19 giugno 1910- 9 settembre 1985), vincitore del premio nobel della chimica nel 1974**

***«per i fondamentali risultati teorici e sperimentali raggiunti nell'ambito della chimica fisica delle macromolecole».***



I vari tipi di plastica oggi derivano da risorse naturali e prevalentemente da petrolio.

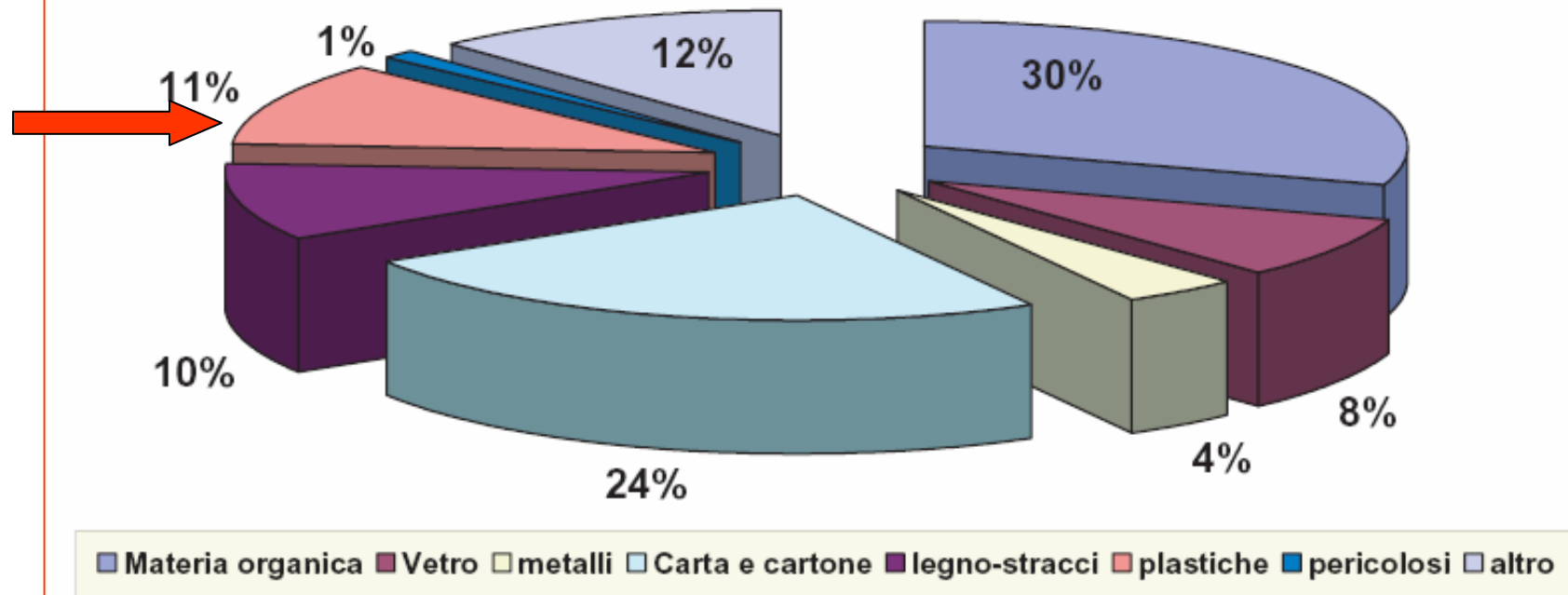
Come possiamo vedere nel grafico, le materie plastiche in Italia sono destinate in gran parte alla produzione di imballaggi (contenitori):



## Recupero della plastica dai Rifiuti Solidi Urbani (RSU):

Vengono ormai superati in Italia i 30 milioni di tonnellate annue. La quantità di rifiuti prodotti è però largamente superiore se si considerano anche i rifiuti speciali che superano di 2-3 volte gli RSU.

### Composizione merceologica degli RSU



*Composizione percentuale in peso delle diverse frazioni merceologiche degli RSU*

## **PROBLEMA FONDAMENTALE:**

“le materie plastiche rappresentano una frazione merceologica **non omogenea**, dal momento che gli imballaggi sono costruiti con materiali chimicamente diversi tra loro”

ad esempio il polietilene (PE), il polipropilene (PP), il polietilentereftalato (PET), il cloruro di polivinile (PVC), il polistirene (PS), i policarbonati (PC) per citare quelli che più presenti nella composizione della frazione plastica degli RSU.

**Inoltre**: anche all'interno delle singole tipologie di plastica possono esistere **ulteriori differenze** che riguardano, ad esempio l'elasticità del prodotto, la sua colorazione o la trasparenza o altre caratteristiche collegate al processo di lavorazione e agli additivi.

### **Quindi**

Elevata eterogeneità RSU ↔ Materiale riciclato disomogeneo, con generalmente più scadenti caratteristiche di resistenza meccanica e chimica.

## TIPOLOGIA DI RICICLO DI MATERIE PLASTICHE POST-CONSUMO

Nel mondo scientifico i metodi di riciclo delle materie plastiche vengono classificati in tre grandi categorie di riciclo:

***a) energetico; b) chimico; c) meccanico.***

- **Nel primo caso il materiale viene considerato una semplice fonte di energia, visto l'elevato potere calorifico.** Il recupero energetico viene dunque considerato un metodo di riciclo e, quindi, il ruolo dei rifiuti quali fonte rinnovabile viene totalmente riconosciuto.



impianto di  
incenerimento.

(o termovalorizzazione)

-Il **riciclo chimico** prevede la riconversione dei polimeri a monomeri o reagenti a più basso peso molecolare che possono essere reintrodotti in alcuni cicli produttivi per la sintesi di nuovi polimeri. Questo metodo, oggetto di numerosi ed interessanti studi, è spesso di difficile applicazione per gli elevati costi impiantistici e la difficoltà di individuare processi a ridotto impatto ambientale.

- Il **riciclo meccanico** consiste nel sottoporre il materiale ad un secondo ciclo di lavorazione e dunque allunga il ciclo di vita del materiale. Può essere compiuto attraverso metodi molto diversi tra di loro. In alcuni casi si ha il riuso del materiale per la stessa applicazione. Questo metodo è ovviamente di facile applicazione per sfridi di lavorazione, ma viene attualmente anche utilizzato in alcuni processi in cui il materiale in ingresso è post-consumo.

## CONSIDERAZIONI sul riciclo

- In molti casi il materiale riciclato viene utilizzato in applicazioni diverse e meno “nobili” rispetto a quelle dell’uso primario (**downcycling**)
- In alcuni casi è possibile sfruttare processi che comportino la produzione di materiali con alto valore aggiunto (**upcycling**):
  - a) Se il materiale postconsumo presenta un discreto grado di purezza e con una composizione costante;
  - b) Se il riciclo con produzione di materiali con alto valore aggiunto permette di ottenere un più lungo ciclo di vita.