

# plastiche



Le materie plastiche sono ormai parte integrante della nostra vita quotidiana; sono più igieniche, comode, sicure, convenienti e... perché no? più divertenti!

L'uso della plastica è sempre più diffuso e può sostituire in molti casi altre materie quali il metallo, il legno, la ceramica, il vetro e la carta. Ci sono anche dei nuovi ruoli che solo la plastica è in grado di sostenere.

Un ottimo esempio per dimostrare la diffusione dell'uso della plastica è l'automobile. Negli ultimi 20 anni, l'uso della plastica nelle automobili è aumentato del 114% e si stima che, senza questo materiale, le auto odierne peserebbero in media almeno 200 kg di più.

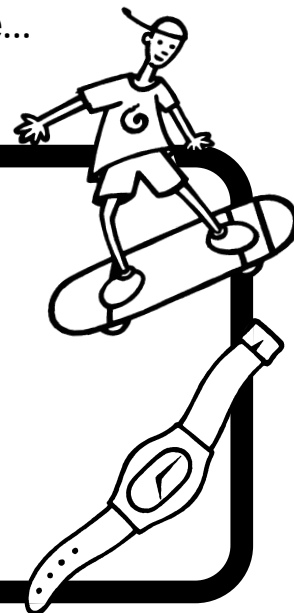
La diminuzione del peso, grazie all'uso della plastica, ha consentito di alleggerire altre parti come il telaio ed il semiasse. Si ritiene che, su una durata media di un'auto stimata in 150.000 km, la riduzione del peso ha contribuito a diminuire il consumo di carburante di circa 750 litri. A sua volta ciò riduce il consumo di petrolio di circa 12 milioni di tonnellate e le emissioni di CO<sub>2</sub> di circa 30 milioni di tonnellate all'anno in Europa Occidentale.

## ESERCIZIO UNO

**1** Pensate ad almeno tre oggetti di plastica che fino ad alcuni anni fa erano fatti di altri materiali.



**2** Per ognuno di questi oggetti, indicate i vantaggi della plastica rispetto alle altre materie. Infine, per ogni oggetto indicate le ragioni per cui, secondo voi, vengono ora utilizzati materiali in plastica.



Ma cosa sono le materie plastiche? Cosa le rende tanto utili e perché sono tanto diffuse? Come si comportano e perché? Qual è la loro struttura chimica?

Molti dei materiali che utilizziamo quotidianamente sono costituiti da polimeri, cioè macromolecole formate da molecole più semplici, chiamate monomeri. I polimeri possono essere sintetici o naturali, questi ultimi sono

particolarmente comuni in piante e animali. Molti tessuti viventi (le proteine negli animali e i carboidrati nelle piante) e molti dei cibi che consumiamo tutti i giorni (fibre, cereali, carne) sono costituiti da polimeri; inoltre, le piante e gli animali generano sostanze a base di polimeri che vengono solitamente prodotte come fibre e in seguito lavorate e trasformate in fili e tessuti.

## ESERCIZIO DUE

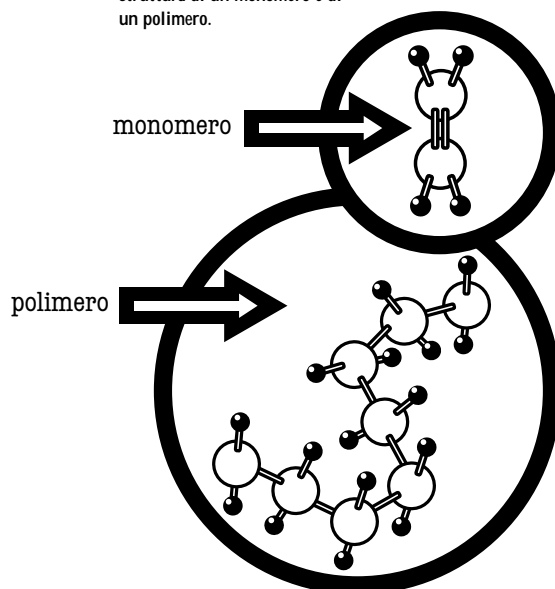
**1** È qui rappresentata un'automobile moderna. Quali parti sono di materiale plastico? Quali sono i vantaggi offerti dall'uso della plastica rispetto al metallo? Pensate a:

- sicurezza
- convenienza
- stile
- colore
- costi



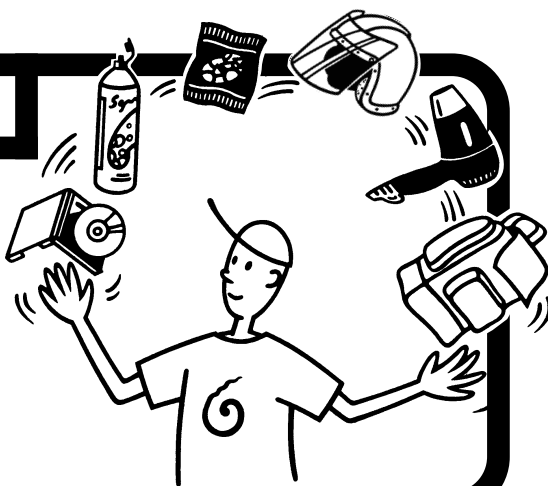
**2** È stato calcolato che un'automobile del peso di 1.000 kg, contenente 100 kg di plastica, utilizza il 4% di carburante in meno rispetto a un'automobile realizzata con materiali più tradizionali. Se un'automobile consuma 2.000 litri di carburante l'anno, a 2.000 lire al litro, quanto è possibile risparmiare grazie all'uso della plastica?

Questo diagramma mostra la struttura di un monomero e di un polimero.



## ESERCIZIO TRE

- 1 Osservate questi oggetti fatti con polimeri sintetici e cercate di stabilire se il polimero è una fibra o una materia plastica.



plastiche fluorurate, poliestere, resine epossidiche - aumentò durante gli anni '40 e, nel decennio successivo, a queste materie si aggiunsero i policarbonati. Il polietilene ad alta densità (HDPE) ed il polipropilene furono introdotti negli anni '60.

Gli anni '70 hanno visto l'arrivo della plastica ad elevata tecnologia e performance di "terza generazione", realizzata sulla base dei precedenti sviluppi. Vengono introdotti nuovi prodotti poliammidici e poliacetalici. L'innovazione prosegue negli anni '80 e '90, con la creazione di nuovi polimeri studiati per far fronte a specifiche esigenze progettuali. I recenti avanzamenti nelle tecnologie di catalizzazione, per esempio, hanno consentito un controllo ancora migliore della struttura molecolare dei polimeri, offrendo proprietà fisiche perfezionate. Per esempio, i catalizzatori di metallocene permettono la realizzazione di pellicole di polietilene molto più resistenti e trasparenti.

Oggi, si producono più di 700 tipi di plastica che rientrano in 18 principali famiglie di polimeri. Prontamente disponibile, versatile ed economica, la plastica viene usata per produrre oggetti ad alta tecnologia e per uso quotidiano. Un'indagine effettuata fra i consumatori abituali mostra che gli atteggiamenti più positivi nei confronti della plastica sono collegati alle applicazioni più innovative e high-tech.

I polimeri sintetici derivano dal petrolio greggio. Dal trattamento del petrolio si ricavano sostanze chimiche di base note come monomeri dai quali si ottengono i polimeri che, a seconda della lavorazione, possono essere sotto forma filamentosa, di fibre sintetiche, di polvere granulare e di resina. Per materia plastica si intende generalmente il polimero di questo ultimo tipo.

Soltanto il metodo di produzione differenzia le materie plastiche dalle fibre, queste ultime di aspetto filamentoso. Da qui in poi quindi il termine plastica verrà utilizzato indifferentemente per indicare i diversi tipi di questo materiale.

## Breve storia delle materie plastiche

Entrando nel XXI secolo è ormai chiaro che la plastica è parte integrante della nostra vita. Dai prodotti confezionati che acquistiamo, dai trasporti, dagli edifici in cui abitiamo o lavoriamo, fino alle attrezzature sportive e all'avanzata tecnologia medica impiegata per restare attivi e sani, la plastica è diventata un componente indispensabile.

Le materie plastiche furono prodotte per la prima volta nel 1862 grazie alla lavorazione di sostanze derivate da piante: le fibre di cellulosa, nella fattispecie il cotone, vennero trattate con acido nitrico per la produzione di celluloidi, che fu in seguito utilizzata per la fabbricazione di oggetti quali decorazioni, manici di posate, scatole, polsini e colletti.

Nel 1909 fu scoperta una nuova materia prima: il catrame di carbon fossile, da cui si iniziò a produrre la

bachelite, utilizzata per isolamenti elettrici, nelle macchine fotografiche e nei primi apparecchi radio.

All'inizio di questo secolo, grazie allo studio e alla comprensione delle reazioni sviluppate, i chimici furono in grado di intensificare la ricerca di nuovi tipi di sostanze. Nel corso degli anni '30, iniziò la produzione di materie plastiche ottenute da sostanze chimiche a base di petrolio quali il polistirolo, i polimeri acrilici e il polivinilcloruro. Materie, queste, che conobbero, tuttavia, una diffusione abbastanza lenta.

Il nylon fu scoperto nel 1928 e la sua produzione, sotto forma di lunghi filamenti che potevano essere filati e lavorati a maglia, iniziò verso gli anni '40.

La produzione e manifattura di altre materie plastiche - polietilene a bassa densità, poliuretano, polivinilcloruro (PVC),

## ESERCIZIO QUATTRO

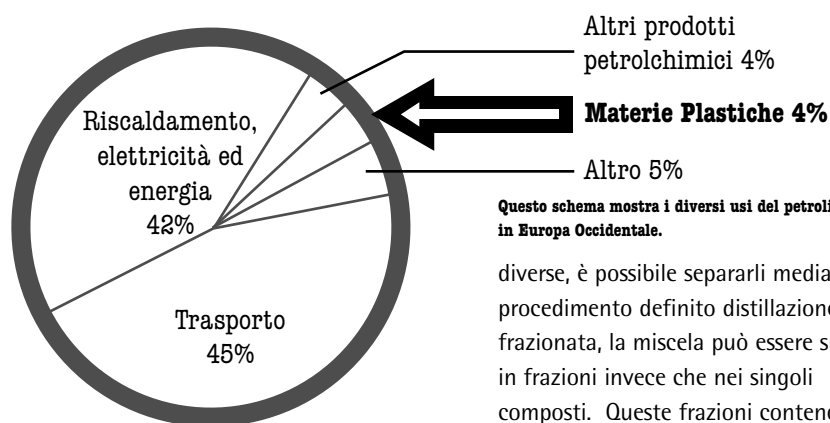
- 1 Descrivete la forma del grafico.
- 2 A cosa è dovuto il notevole cambiamento intervenuto negli anni '50?
- 3 Per quale motivo la direzione del grafico cambia così drasticamente all'inizio degli anni '70?
- 4 Estendete il grafico fino al 2010. Secondo quanto appare, quale sarà e di quanto crescerà il livello di produzione?

L'aumento della produzione mondiale di materie plastiche. Tonnellate (m)





**La materia prima utilizzata per la produzione della plastica è il petrolio greggio, una complicata miscelazione di migliaia di composti che diventa utile soltanto in seguito ad apposite lavorazioni.**



Questo schema mostra i diversi usi del petrolio greggio in Europa Occidentale.

ebollizione e a proprietà chimico-fisiche diverse. Ciò si può ottenere mediante due tipi di trasformazione: il cracking e il reforming.

### Cracking

Il cracking rompe le molecole grandi in molecole più piccole, prodotti più semplici e utili; ad esempio, le frazioni caratterizzate da punti di ebollizione molto alti vengono scisse in modo da produrre frazioni di benzina e gasolio. Attualmente, la maggior parte dei procedimenti di cracking vengono effettuati mediante catalizzatori; tuttavia, il trattamento termico è ancora utilizzato in alcuni casi.

Circa il 4% della produzione mondiale viene trasformata in materie plastiche.

Poiché i composti contenuti nel petrolio greggio hanno masse diverse gli uni dagli altri, e quindi raggiungono il punto di ebollizione a temperature

diverse, è possibile separarli mediante un procedimento definito distillazione frazionata, la miscela può essere suddivisa in frazioni invece che nei singoli composti. Queste frazioni contengono una serie di composti caratterizzati da punti di ebollizione simili.

Queste frazioni sono ancora miscele complesse di idrocarburi che con successivi trattamenti fisico-chimici possono venire trasformati in prodotti più facilmente utilizzabili a punti di

## ESERCIZIO UNO

La maggior parte dei composti nel petrolio greggio sono molecole di idrocarburi, cioè contenenti solo atomi di carbonio e idrogeno. Nel Disegno A vediamo la struttura dell'etilene.

**1** Scrivete la formula di ognuno di questi composti nella seguente forma

$\text{CH}_2=\text{CH}_2$  Questa è la formula strutturale dell'etilene.

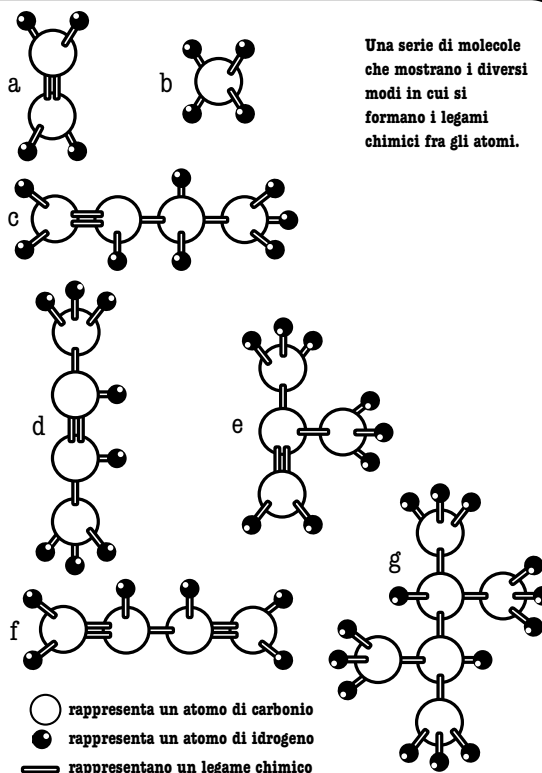
**2** Quindi, scrivete la stessa formula in questa forma

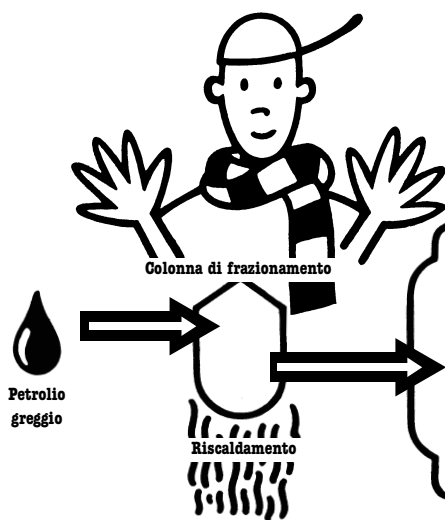
$\text{C}_2\text{H}_4$  Questa è la formula molecolare dell'etilene.

La massa di una molecola di idrocarburo dipende dal numero di atomi di carbonio e idrogeno che essa contiene. La massa di un atomo di carbonio è di 12 unità, quella di un atomo di idrogeno, di 1 unità. Nell'esempio illustrato qui, la massa di una molecola di etilene  $\text{C}_2\text{H}_4$  sarà  $[2 \times 12] + [4 \times 1] = 28$  unità

**3** Calcolate la massa di tutte le molecole illustrate qui.

**4** Considerando che il punto di ebollizione dei composti aumenta con l'aumentare della massa, sistemate i composti in ordine crescente rispetto al loro punto di ebollizione.





Questo diagramma illustra il procedimento di distillazione frazionata. Per ulteriori lavorazioni e la trasformazione in materie plastiche vengono utilizzate principalmente le frazioni di nafta e gasolio.

soddisfare specifiche esigenze progettuali. Per esempio, una nuova famiglia di catalizzatori noti come metalloceni permette un maggiore controllo sul processo di unione dei monomeri, che avviene in modo più ordinato. La conseguenza di ciò è un tipo di plastica molto più robusta e trasparente.

## Reforming

Il reforming modifica la struttura delle molecole in modo da creare composti diversi che abbiano una maggiore utilità e, quindi, maggior valore. Mediante l'uso di catalizzatori e l'alterazione di condizioni quali la temperatura e la pressione, le tecniche di cracking e reforming possono essere utilizzate per produrre l'esatta miscela di composti che risulta più utile in un determinato momento.

Il cracking della virgin-nafta avviene mescolandola con vapore e riscaldandola a 800°C raffreddando poi rapidamente a 400°C. Con tale trattamento si hanno modificazioni della struttura delle molecole degli idrocarburi. L'insieme di composti C<sub>6</sub> e C<sub>10</sub> viene trasformato in un numero limitato di composti C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> contenenti anche legami doppi carbonio-carbonio C=C.

I composti semplici vengono spesso definiti sostanze chimiche di base. Molte di queste sono illustrate alla Domanda 1 in questa Scheda.

Tutte le sostanze chimiche di base sono costituite da molecole contenenti da due a sette atomi di carbonio; proprio queste molecole rappresentano i "monomeri" da cui verranno formati i "polimeri".

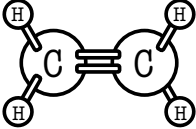
Le molecole di monomeri vengono fatte reagire in modo da formare dei composti con proprietà diverse: i polimeri simili ad anelli di una catena. Per fare reagire e unire i monomeri, vengono aggiunte al reattore di polimerizzazione piccole quantità di catalizzatori speciali.

Negli ultimi anni la produzione di polimeri è diventata sempre più sofisticata, poiché i ricercatori hanno messo a punto nuovi composti in grado di

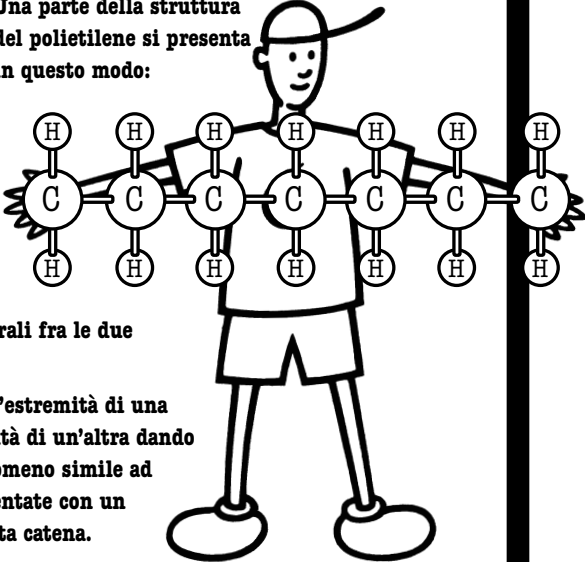
### ESERCIZIO DUE

**1** Uno dei polimeri sintetici più semplici è il polietilene, derivato dall'etilene.

**La struttura dell'etilene è la seguente:**



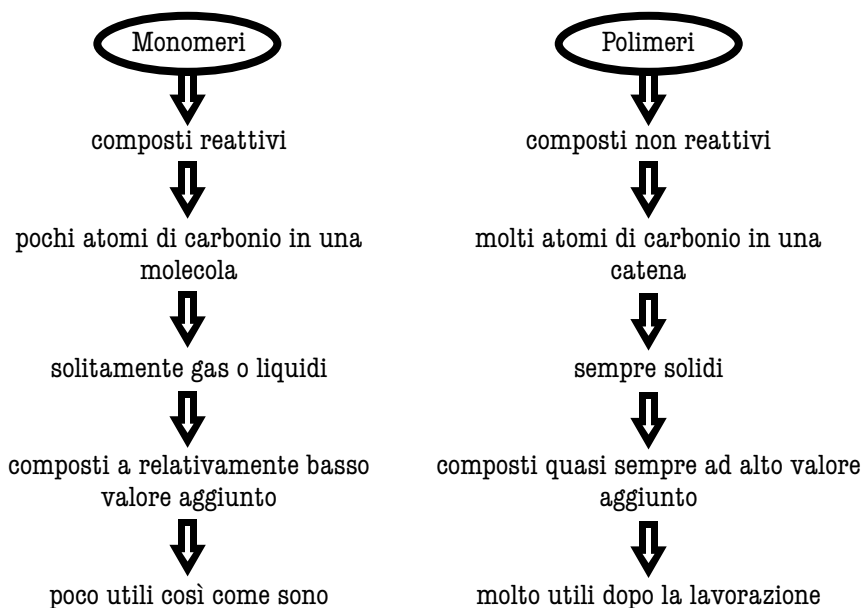
**Una parte della struttura del polietilene si presenta in questo modo:**



**Elencate le differenze strutturali fra le due molecole.**

**2** I monomeri reagiscono all'estremità di una molecola legandosi all'estremità di un'altra dando così luogo alle catene: un fenomeno simile ad anelli di una catena. Rappresentate con un disegno la formazione di questa catena.

**Le catene dei polimeri hanno proprietà diverse rispetto ai monomeri:**



# 3

## I Polimeri e la loro

# Lavorazione



**Otto fra i più importanti polimeri derivano dalla lavorazione di tre prodotti chimici di base, a loro volta derivati dalla virgin-nafta.**

### Etilene C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

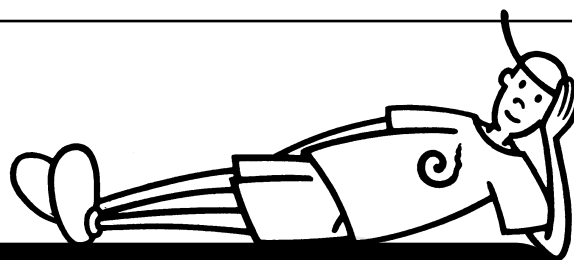
- ▶ la polimerizzazione forma polietilene ad alta densità (HDPE), polietilene a bassa densità (LDPE) o polietilene lineare a bassa densità (LLDPE)
- ▶ la reazione con il cloro forma il cloruro di vinile  $\Rightarrow$  la polimerizzazione forma il polivinilcloruro (PVC)
- ▶ la reazione con il benzene forma lo stirolo  $\Rightarrow$  la polimerizzazione forma il polistirolo(PS)
- ▶ la reazione con l'ossigeno forma l'ossido di etilene  $\Rightarrow$  un'ulteriore reazione e la polimerizzazione formano il polietilentereftalato (PET)

### Propilene C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>

- ▶ la polimerizzazione forma il polipropilene (PP)
- ▶ la reazione con l'ossigeno forma l'ossido di propilene  $\Rightarrow$  ulteriori reazioni e polimerizzazione formano i poliuretani (PUR)
- ▶ L'etilene ed il propilene possono essere polimerizzati assieme per produrre un tipo di gomma che può rendere il polipropilene ancora più resistente.

### Butadiene C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>

- ▶ la polimerizzazione forma il polibutadiene (gomma sintetica)



### ESERCIZIO UNO

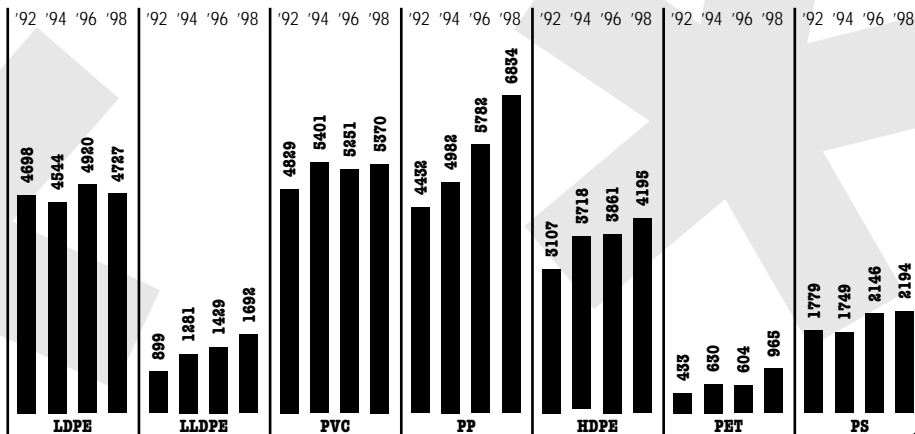
**Questa tabella mostra il totale delle vendite di materie plastiche prodotte in Europa Occidentale dal 1992 al 1998**

(le cifre sono espresse in migliaia di tonnellate vendute).

**1** Per ogni materia plastica, descrivete le fluttuazioni e le modifiche nell'andamento delle vendite.

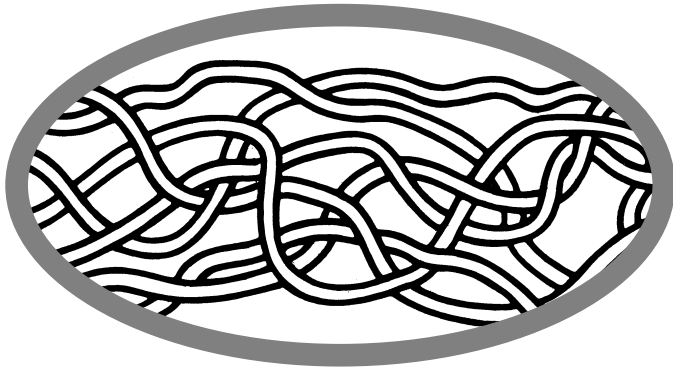
**2** In una frase, riassumete le modifiche subite dall'andamento delle vendite generale in tutto il periodo considerato.

**3** Indicate i motivi all'origine dei cambiamenti rilevati.



Nonostante si presentino sotto diverse forme, esistono soltanto due tipi di materie plastiche:

**Le materie plastiche che si rammolliscono se riscaldate e si induriscono nuovamente mediante raffreddamento.**



Queste materie vengono definite **polimeri termoplastici** in quanto mantengono le loro proprietà plastiche.

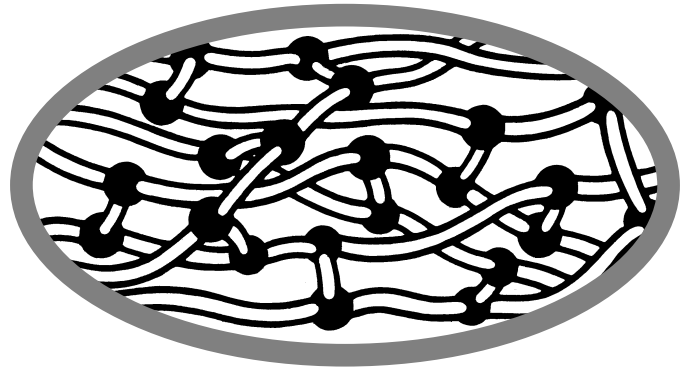
Queste molecole polimeriche sono costituite da lunghe catene unite fra loro da legami deboli.

I legami fra queste catene sono abbastanza deboli da poter essere spezzati mediante il riscaldamento.

Dopo il riscaldamento, le catene sono libere di spostarsi e unirsi in nuove forme.

Con il raffreddamento, i legami deboli si ricreano e il materiale termoplastico assume la nuova forma.

**Le materie plastiche che, una volta formate, non possono più essere rammollite.**



Queste materie vengono definite **polimeri termoindurenti** in quanto la loro forma, una volta creata, non può più essere alterata per riscaldamento.

Queste molecole polimeriche sono costituite da lunghe catene unite fra loro da legami chimici molto forti.

I legami fra queste catene sono troppo solidi per poter essere spezzati mediante il riscaldamento della plastica.

Di conseguenza, i materiali termoindurenti mantengono sempre la loro forma originale.

**I legami.** Mediante riscaldamento, i polimeri termoplastici diventano flessibili, non esistono legami incrociati e, di conseguenza, le molecole possono liberamente scorrere una sopra l'altra. I polimeri termoindurenti, al contrario, a causa dei legami incrociati non si rammolliscono mediante riscaldamento e rimangono rigidi.

È quindi chiaro che il legame chimico e la forma di un polimero incidono sulle proprietà dello stesso.

## ESERCIZIO DUE

**1** Immaginate di essere una piccola parte di un polimero termoplastico. Fate parte di un pezzo di materiale plastico che deve essere lavorato per essere trasformato in una tazzina. Avete dei legami chimici forti lungo la catena di polimeri e parti della molecola che vi è accanto. I legami deboli mantengono il materiale solido e rigido. Durante il processo di produzione, il materiale plastico viene riscaldato per renderlo morbido e pieghevole, poi viene pressato in una nuova forma, infine viene lasciato raffreddare per solidificarsi nella nuova forma. Descrivete che cosa avviene alla vostra parte del polimero durante questo processo di lavorazione. La descrizione può essere resa a parole, con un disegno o con una vignetta.

La maggior parte delle materie plastiche ottenute mediante prodotti chimici di base derivati dalla nafta sono materie termoplastiche.

Alcuni esempi sono il polietilene (HDPE, LDPE e LLDPE), il polipropilene (PP), il polistirolo (PS) il polietilene tereftalato (PET) e polivinilcloruro (PVC)

Esempi di materie plastiche termoindurenti sono i polimeri a base di formaldeide (di cui la bachelite fu il primo).

Alcuni esempi sono resine alla melamina - formaldeide, resine urea - formaldeidiche, resine fenolformaldeidiche.

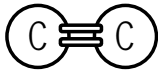
Le colle epossidiche sono materie plastiche termoindurenti.



Le catene di polimeri possono essere create mediante due diversi fenomeni:

### Reazione per addizione

Nelle reazioni per addizione le catene vengono formate mediante l'unione di più molecole di monomero aventi un doppio legame carbonio-carbonio:



La maggior parte delle materie termoplastiche derivate dalla nafta sono polimeri per addizione. es. polietilene, polipropilene, polistirolo.

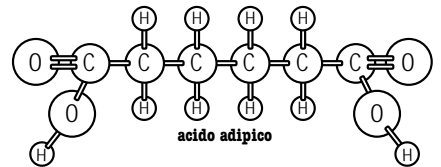
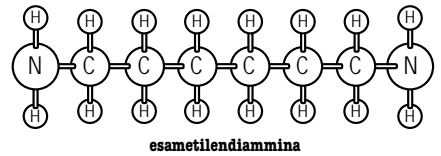
### Reazione per condensazione

Nelle reazioni per condensazione le catene vengono formate mediante reazione fra due molecole uguali o diverse, generalmente con eliminazione di una molecola di acqua.

Tutti i polimeri termoindurenti sono polimeri di condensazione, per esempio le plastiche basate sulle formaldeidi e le resine epossidiche.

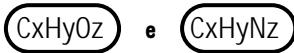
Alcuni polimeri termoplastici sono anch'essi polimeri di condensazione, per esempio il nylon e il polietilentereftalato.

Il nylon, prodotto mediante polimerizzazione per condensazione, appartiene a una classe di polimeri detta "poliammidi". Due monomeri in grado di produrre nylon sono:



## ESERCIZIO TRE

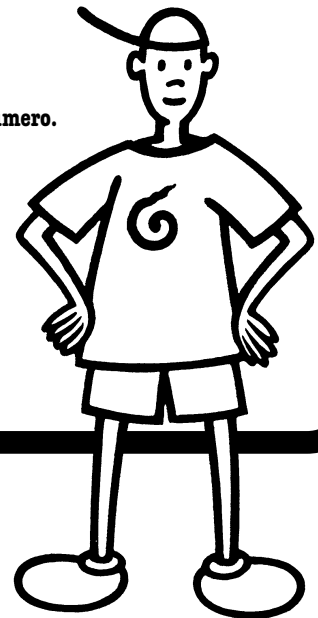
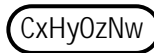
**1** Trascrivete la formula molecolare di ognuno di questi composti in questa forma:









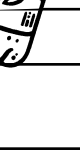



La reazione dei due monomeri con la conseguente creazione di un dimero rappresenta la prima fase della polimerizzazione. Nel corso di questa reazione, la H di uno dei gruppi  $NH_2$  e la OH di uno dei gruppi  $COOH$  producono una molecola di acqua  $H_2O$ .

**2** Disegnate la formula del dimero.

**3** Trascrivete la formula di ognuno di questi composti in questa forma:



In questa tabella sono rappresentate le principali materie plastiche e alcuni loro usi.

Plastica	Usi
<b>Polietilene (HDPE)</b>	Bidoni per la spazzatura  Flacons  Tubi
<b>Polietilene (LDPE e LLDPE)</b>	Borse e sacche  Sacchetti per la spazzatura  Flacons di prodotti per la pulizia
<b>Polipropilene</b>	Contenitori per margarina e confezioni per alimenti  Articoli da giardino e valigie  Paraurti
<b>Polistirolo</b>	Contenitori per prodotti alimentari  Frigoriferi  Cassette (video & audio)
<b>PVC</b>	Sacche per la raccolta del sangue  Carte di credito  Telai per finestre, tubi
<b>PET</b>	Bottiglie per bibite  Vassoi utilizzabili per forno a microonde  Imbottiture per giacche a vento
<b>Poliuretano</b>	Imbottiture  Soole per scarpe sportive  Ruote per pattini
<b>Metacrilato (es. Plexiglass)</b>	Rivestimenti per vasche e lavabi  Occhiali protettivi  Coperture dei fanali dell'automobile
<b>Policarbonato</b>	CD  Fari per auto  Caschi di protezione

## ESERCIZIO QUATTRO

- 1 Cercate altre informazioni riguardanti l'utilizzo della plastica, indicate due proprietà tipiche del PET.
- 2 Considerando che il polipropilene viene utilizzato negli involucri di prodotti quali biscotti e snack vari, quali saranno le sue caratteristiche particolari?
- 3 Osservate l'uso dei due tipi di polietilene. In base alla vostra conoscenza dei prodotti dove queste due materie vengono utilizzate, indicate le differenze principali fra il polietilene a bassa densità e quello ad alta densità.
- 4 I seguenti oggetti sono fatti con polietilene:  
→ giocattoli → tubi → pellicole → rivestimenti per contenitori in cartone → serbatoi della benzina nelle automobili  
→ rivestimenti di cavi elettrici  
In quali casi verrà utilizzato il tipo ad alta densità e in quali quello a bassa densità? Perché?
- 5 Considerate i serramenti in PVC delle finestre. Suggeste i motivi per i quali il PVC guadagna nel confronto con gli altri materiali usati per i serramenti delle finestre. Cercate e scoprite perché si utilizza il PVC piuttosto che altri materiali tradizionali.
- 6 Preparate una ricerca che abbia lo scopo di verificare l'efficacia dell'uso della plastica negli involucri per biscotti. Iniziate dal punto 4.2 indicando chiaramente ciò che la ricerca si propone di analizzare. In seguito, delineate il metodo secondo il quale intendete procedere.

I vari materiali che formano le plastiche hanno proprietà molto diverse fra loro. Alcune resistono ad alte pressioni e temperature estreme, altre resistono all'aria e all'umidità. Esistono differenti aspetti dello stesso tipo di plastica che può essere rigida o flessibile e quindi adatta a particolari applicazioni. Le proprietà della plastica possono essere modificate mediante l'uso di additivi (vedere Scheda 4).

Vengono qui elencati i sette procedimenti principali mediante i quali i polimeri vengono trasformati in oggetti di plastica.

### 1 Stampaggio ad iniezione

La plastica viene prima riscaldata, quindi il polimero molle viene forzato all'interno di uno stampo freddo e chiuso. Contenitori, coperchi, calzature, casse da imballaggio, ruote dentate.



### 4 Stampaggio rotazionale

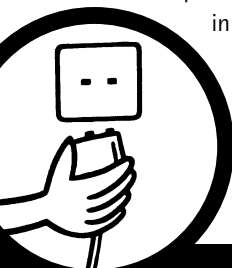
Uno stampo contenente il polimero fluido viene fatto ruotare finché le sue pareti sono rivestite da uno strato uniforme di polimero.

Oggetti larghi e cavi come bidoni per la spazzatura, serbatoi e fusti.



### 2 Stampaggio per compressione

Il polimero caldo e molle viene posto in uno stampo caldo dove si eserciterà pressione sulla plastica in modo che questa assuma la forma dello stampo.  
Prese e spine elettriche.



### 3 Soffiaggio

Il polimero caldo e molle viene sottoposto a soffiaggio mediante aria compressa o vapore in modo che assuma la forma dello stampo.

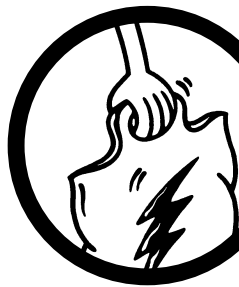
Bottiglie, contenitori.



### 5 Estrusione di tubolare soffiato

Il polimero molle viene introdotto a forza all'interno di uno stampo tubolare che viene in seguito sottoposto a soffiaggio e sigillato a caldo o tagliato longitudinalmente.

Borse, pellicole.



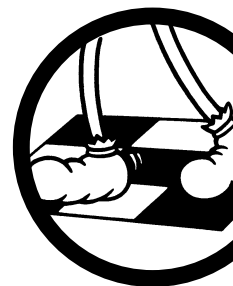
### 6 Rivestimento per estrusione

Le materie vengono rivestite con un polimero molle e quindi fatte passare attraverso dei rulli in modo che il rivestimento diventi uniforme. Rivestimenti per contenitori di cibo e bevande.



### 7 Calandratura

Il polimero riscaldato viene alimentato fra due o più rulli e disteso in fogli sottili. Pavimentazioni, piastrelle, rivestimenti a pannelli, materiali di plastica in fogli.



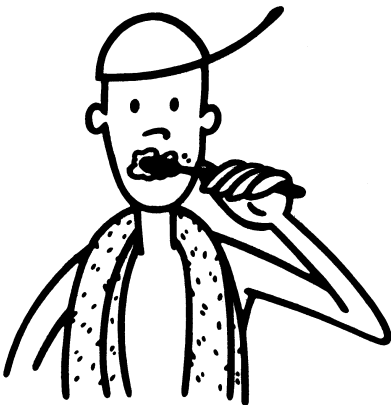




**Oggi la plastica fornisce una soluzione ragionevole e conveniente a molte difficoltà progettuali.**

Il progresso industriale, soprattutto in settori ad alta tecnologia quali l'industria aerospaziale, la medicina, l'informatica e le comunicazioni, è strettamente legato alla plastica dal punto di vista tecnico e del design. Senza le materie plastiche lo sviluppo e il progresso futuro di questi settori sarebbe impensabile.

Pensate agli abiti che indossiamo, alle nostre case e a come viaggiamo. Per non parlare dei giocattoli, dei televisori, dei computer e dei CD che ascoltiamo. Che si tratti di fare la spesa in un supermercato, o sottoporsi ad un'operazione chirurgica di una certa entità o semplicemente di lavarsi i denti, la plastica è ormai parte integrante della nostra vita.



L'enorme diffusione e l'uso della plastica sono dovuti al fatto che questa materia è:

- **sicura e igienica**
- **resistente e duratura**
- **leggera, conveniente e comoda**
- **buon isolante**
- **adattabile**
- **riutilizzabile**
- **in grado di sostenere le innovazioni**

**Sicura e igienica**

## ESERCIZIO UNO

- 1** Le materie plastiche non conducono elettricità. Pensate ai diversi vantaggi che questa proprietà rappresenta, in casa e al lavoro.
- 2** Molte delle materie plastiche utilizzate per confezionare prodotti alimentari sono trasparenti. Perché queste materie sono più sicure di altre?



- 3** Le materie plastiche quali il PVC, il polietilene e il polipropilene sono molto usate negli ospedali. Guardate questo disegno. Quali vantaggi offre questo particolare uso della plastica? Pensate ai bassi costi di produzione.
- 4** Le materie plastiche sono meno pericolose del vetro in quanto sono infrangibili, e più sicure del metallo poiché non arrugginiscono e, se spezzate, sono meno propense ad avere bordi seghettati e taglienti. Pensate ad alcuni casi in cui le materie plastiche possono costituire un pericolo per uomini o animali quando sono usate male.
- 5** Alcuni tipi di plastica resistono a temperature molto elevate. Spiegate l'utilità di questa caratteristica.
- 6** Alcune materie plastiche sono idrorepellenti e resistono all'azione di agenti chimici. Pensate ad alcuni casi in cui queste due proprietà risultano particolarmente utili.

## ESERCIZIO DUE

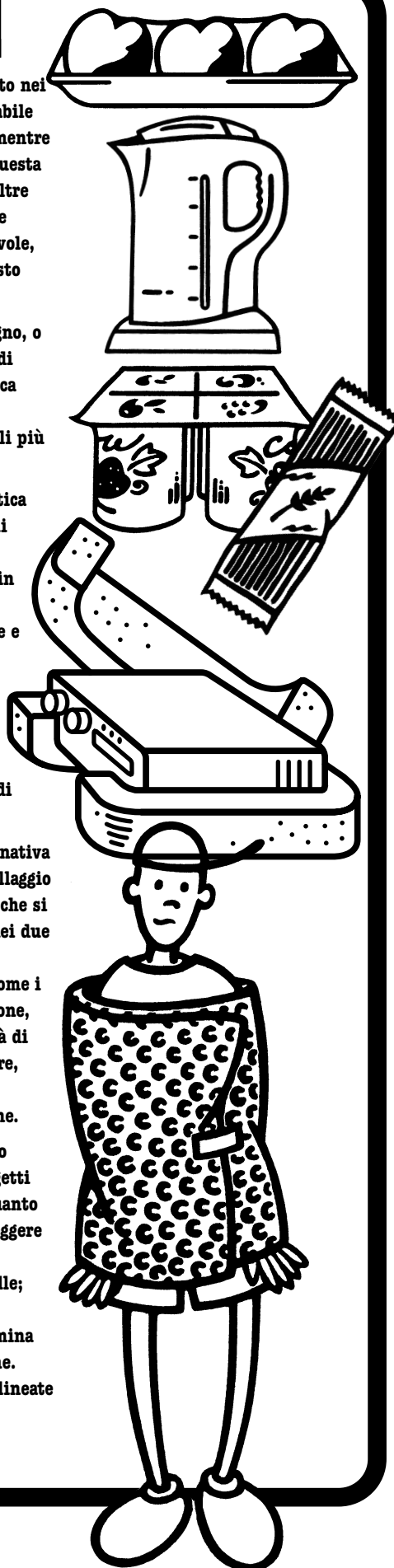
**1** Circa il 30-50% del cibo prodotto nei paesi in via di sviluppo è inutilizzabile quando raggiunge il consumatore, mentre nei paesi dell'Europa Occidentale questa cifra si riduce al 2-3% del totale. Oltre all'uso di confezioni in plastica, che svolgono ovviamente un ruolo notevole, quali altri fattori determinano questo fenomeno?

**2** In casa vostra, in cucina, in bagno, o anche in un supermercato, cercate di individuare in quale modo la plastica contribuisce a diminuire il rischio nell'uso di altri prodotti e a renderli più sicuri.

**3** Sotto l'aspetto del peso, la plastica incide per circa il 50% sugli imballi degli alimenti in vendita nei supermercati, tuttavia solo il 17% in peso degli imballi di rifiuto è di plastica. Osservate queste fotografie e pensate ai cibi che solitamente comprate. Fate un elenco dei diversi tipi di confezioni per cibi e date alcuni esempi di come la forma della confezione può rappresentare un ulteriore fattore di protezione.

**4** Il polistirolo espanso è un'alternativa al cartone come materiale per imballaggio protettivo. Organizzate una ricerca che si prefigga di confrontare l'efficacia dei due materiali nella protezione dalla penetrazione di oggetti appuntiti come i cacciavite. Per un'accurata valutazione, tenete in considerazione le quantità di materiale usato. Prima di cominciare, esponete le vostre idee agli altri componenti del gruppo e discutetene.

**5** Il polietilene a bolle viene usato soprattutto per la protezione di oggetti delicati come piatti, tazzine ecc. Quanto è efficace? In che misura può proteggere un uovo? Prendete un uovo sodo e avvolgetelo con del polietilene a bolle; quindi, verificate in che modo la quantità di polietilene usata determina cambiamenti nel grado di protezione. Prima di iniziare l'esperimento, delineate il metodo secondo cui intendete procedere.



Leggera,

conveniente

e comoda

### ESERCIZIO TRE

**1** Indicate perché l'uso su un aeroplano di bottiglie fatte con le materie plastiche può consentire di risparmiare fino a 15 milioni di lire sui costi di gestione dello stesso.

**2** Quali altre informazioni riguardo alle bottiglie fatte con le materie plastiche è necessario avere prima di poter stabilire l'entità reale del risparmio? Spiegate perché la cifra effettiva potrebbe essere superiore o inferiore a quella indicata (Lit. 15.000.000).

**3** Potendo scegliere, preferireste usare sacchetti di plastica o di carta? Perché? Quali fattori hanno determinato la vostra scelta? Elencate i vantaggi offerti dall'uso di sacchetti di plastica e di carta per il trasporto di frutta e verdura.

**4** Confrontate la massa dei sacchetti di plastica e di carta utilizzati per portare frutta e verdura. Innanzitutto, decidete che tipo di articoli utilizzare per fare in modo che il risultato di questa prova sia equo e attendibile.

**5** In base al risultato ottenuto, discutete delle conseguenze che la decisione di usare sempre sacchetti di carta avrebbe in termini della massa di materiale usato.

**6** Confrontate fra loro diversi contenitori di bevande: in plastica, vetro, metallo e cartoncino. Misurate la massa di ogni singolo contenitore e quella dei liquidi contenuti. Tracciate uno schema che illustri la percentuale del materiale utilizzato per la confezione rispetto alla massa totale del prodotto.

**7** Confrontate una bottiglia di vetro da 1 litro con una uguale di plastica (ad esempio, due bottiglie di bibite). Elencate le differenze nel dispendio e uso di energie quando questi due articoli vengono spostati:

→ Dalla fabbrica al magazzino di un negozio

→ Dal magazzino del negozio agli scaffali



→ Dagli scaffali alla cassa e da questa alla casa del consumatore

**8** Ora fate lo stesso paragonando però il metallo e la carta con la plastica. Sono questi simili al vetro o alla plastica? Perché?

**9** Confrontate di nuovo queste quattro materie e, per ognuna, elencate ulteriori vantaggi e svantaggi.

**10** Riassumete ora i vantaggi e gli svantaggi offerti dall'uso della plastica nel caso dei contenitori. Pensate a fattori quali risparmio energetico, quantità di materie prime usate, inquinamento, gestione dei rifiuti e, più in generale, all'impatto sulla nostra vita quotidiana.

**Buon isolante**

## ESERCIZIO QUATTRO

**1** Le materie plastiche sono molto utilizzate per la produzione di tazze, tazzine e bicchieri, sia per uso domestico che nei distributori automatici di bevande. La conduzione termica di questi contenitori varia a seconda dei tipi di materiale di cui sono fatti, di conseguenza, possiamo dedurre che le varie materie plastiche sono caratterizzate da diversi gradi di conduzione del calore.

Cercate di dimostrare il modo con cui i materiali usati influiscono sul grado di dispersione del calore in un bicchiere contenente acqua calda. Provate ad usare polistirolo espanso, un bicchiere di plastica sottile ed un bicchiere di carta. Per questo esperimento saranno necessari bicchieri o tazzine, un termometro e un orologio su cui siano visibili i secondi. Discutete fra di voi e decidete il metodo migliore per fare in modo che la ricerca sia accurata e tenga conto di tutti gli aspetti possibili.

**2** Le materie plastiche sono cattive conduttrici di elettricità. In casa vostra, prendete nota dei casi in cui la plastica viene utilizzata per oggetti o accessori elettrici. Guardando al passato, alcuni fra questi oggetti sarebbero stati realizzati con altri materiali? Cercate di identificare quale materia veniva utilizzata prima della plastica.



## Adattabile

Le proprietà della plastica utilizzata quotidianamente sono diverse da quelle dei polimeri di base. Per fare in modo che la plastica assuma le caratteristiche che noi desideriamo, esattamente come le vogliamo, è infatti necessario aggiungere appositi additivi alle materie prime.

Fra gli additivi utilizzati vi sono:

- **I pigmenti**, che vengono incorporati nella plastica per dare il colore.
- **Gli agenti di resistenza all'urto**, che impartiscono alla plastica resistenza all'impatto limitandone la rottura.
- **Gli agenti antistatici**, contro l'adesione di polvere e sporczia alla superficie della materia, solitamente dovuta all'elettricità statica.
- **Gli assorbitori di ultravioletti**, che riducono la degradazione dovuta alle radiazioni ultraviolette.
- **Gli agenti antinfiamma**, che diminuiscono l'infiammabilità della materia.
- **I riempitivi minerali**, che aumentano la rigidità e migliorano le proprietà di isolamento elettrico (a questo scopo vengono utilizzati materiali inerti quali il talco, il gesso e l'argilla).
- **Gli agenti schiumogeni o rigonfianti**, che si disgregano alle alte temperature (circa 220°C) ed emettono gas quali azoto e anidride carbonica. Questo fenomeno, quando avviene all'interno di una materia plastica in uno stampo, produce della schiuma.
- **Gli agenti antiossidanti**, usati per prolungare la vita delle materie plastiche, per limitare i fenomeni ossidativi ed evitare la rottura della catena dei polimeri.

## Riutilizzabile

Oggi, siamo tutti più consapevoli del bisogno di agire in modo più responsabile per proteggere il mondo per le generazioni future, impegnandoci per uno sviluppo sostenibile. Ciò significa agire in modo da non limitare la gamma delle opzioni economiche, sociali e ambientali a disposizione delle generazioni future.

Essere certi di utilizzare saggiamente le nostre preziose risorse è una questione importante per tutti noi. Il riutilizzo è uno dei modi per raggiungere tale obiettivo. Ma prima dobbiamo accertarci di utilizzare la minore quantità possibile di risorse naturali, sia nella produzione che nell'uso quotidiano.

La plastica è la nostra risorsa più preziosa perché utilizza una quantità minima di materie prime ed energia nel corso della produzione e della lavorazione.

La plastica consuma solo una piccola percentuale (4%) del petrolio a disposizione nel mondo. Oggi la plastica è più leggera e tuttavia più resistente e adattabile che mai, grazie alle continue

innovazioni tecnologiche. Ciò significa che per ogni prodotto vengono usati in proporzione meno petrolio ed energia, con un impatto ambientale decisamente minore.

### ESERCIZIO CINQUE

**1 Riflettete su quanto avviene agli oggetti in plastica in casa vostra. Quanti vengono riutilizzati e per cosa? Quanti vengono eliminati e come? Quali vengono riutilizzati e quali eliminati? Per quale motivo?**

In grado di sostenere le innovazioni

Nel corso di tutta la sua storia la plastica ha consentito ai designer di rinnovare e migliorare i prodotti esistenti e di crearne di nuovi, in grado di elevare la qualità della vita e ridurre al minimo l'impatto ambientale.

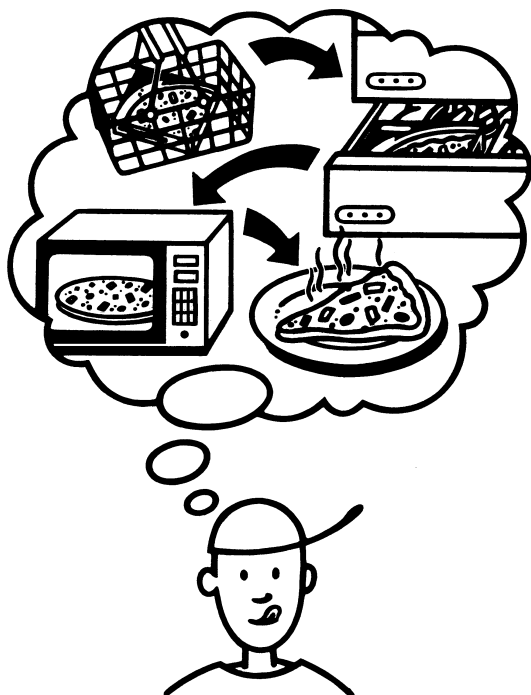
I vantaggi di tali innovazioni riguardano ogni aspetto della nostra vita. Per esempio, la migliore performance delle attrezzature sportive in plastica ha consentito agli atleti di fissare record sempre più difficili da raggiungere. In campo medico, la plastica non si limita a fornire una valida alternativa ai materiali tradizionali per indumenti e prodotti che aumentano l'igiene e la sicurezza, ma ha anche permesso sviluppi d'avanguardia nella microchirurgia.

Gli imballi di plastica hanno reso possibile confezioni di pasti pronti per persone singole, utilizzabili nei forni a microonde. Anche la durata dei cibi freschi nei supermercati è stata prolungata, con l'uso di pellicole per chiusure sottovuoto. I sacchetti di ricarica dei detersivi hanno consentito di ridurre notevolmente il rapporto imballi/prodotti presenti nei supermercati.

Ha contribuito ad aumentare il comfort, la sicurezza e l'efficienza energetica di molti tipi di trasporto, dalle auto e biciclette, agli aeroplani e treni. Poiché rappresenta un'alternativa leggera ai materiali convenzionali, permette la conservazione delle risorse naturali nel settore produttivo, contribuisce al minore consumo di carburante ed infine limita l'impatto ambientale. La plastica svolge anche un ruolo cruciale nello sviluppo dell'auto elettrica e in innovazioni quali gli air bag delle vetture e il "muso" aerodinamico dei treni ad alta velocità, come l'Eurostar.

La plastica ha anche completamente cambiato le comunicazioni. Grazie a telefoni cellulari, computer palmari, Internet e la tecnologia digitale, possiamo accedere più facilmente alle informazioni e contattare persone anche durante i nostri spostamenti. Sebbene le fibre ottiche di polimeri siano disponibili sul mercato da 30 anni, il loro uso è cresciuto in modo esponenziale in linea con la richiesta di comunicazioni globali più economiche.

I ritmi di innovazione sono in aumento. I progettisti di ogni settore industriale stanno sperimentando le possibilità della plastica. Ove non è possibile l'uso di polimeri adatti alle esigenze progettuali, i ricercatori stanno sviluppando nuovi tipi di plastica. Batterie di plastica, polimeri ad emissione di luce e schermi per computer arrotolabili possono sembrare pura fantasia, ma potremmo trovarli entro breve in vendita nei negozi.



**Plastics**  
Imagine the potential



5

# Proteggiamo il nostro mondo per le generazioni **future**



**Tutti noi siamo sempre più consapevoli che dobbiamo agire in modo più responsabile per proteggere il mondo per le generazioni future.**

Molte industrie e governi spiegano in questi termini il loro impegno in tal senso: "agire in modo da non limitare l'ampia scelta di possibilità ambientali, sociali ed economiche che i nostri nipoti avranno a disposizione". Questa missione è nota anche come "sviluppo sostenibile".

Ogni industria ha un ruolo chiave da svolgere. La plastica e i produttori fanno la loro parte contribuendo allo sviluppo sostenibile nei seguenti modi:

- **Protezione ambientale:** cercando costantemente modi per consentire di risparmiare risorse quali il petrolio, ed altri combustibili fossili, acqua e persino gli alimenti. L'industria si basa sul principio di fare di più utilizzando meno risorse.
- **Sviluppo economico:** l'industria della plastica dà valore alla società grazie ai posti di lavoro che offre e alla ricchezza che genera: oltre un milione di lavoratori in Europa.
- **Progresso sociale:** la plastica svolge un ruolo fondamentale per quanto riguarda le innovazioni tecnologiche ed i prodotti che consentono più elevati standard di vita, attrezzature mediche e di istruzione per una popolazione mondiale in costante crescita.

Questa scheda esplora il modo in cui la plastica può contribuire a proteggere l'ambiente e aiutarci a raggiungere l'ambizioso obiettivo di uno stile di vita più sostenibile. Potete consultare anche le schede 4, 6 e 7 per un maggiore aiuto nelle attività.

**Fare di più' utilizzando meno risorse**

Il gruppo ambientalista Greenpeace spesso pone questa domanda: "Perché,

## ESERCIZIO UNO

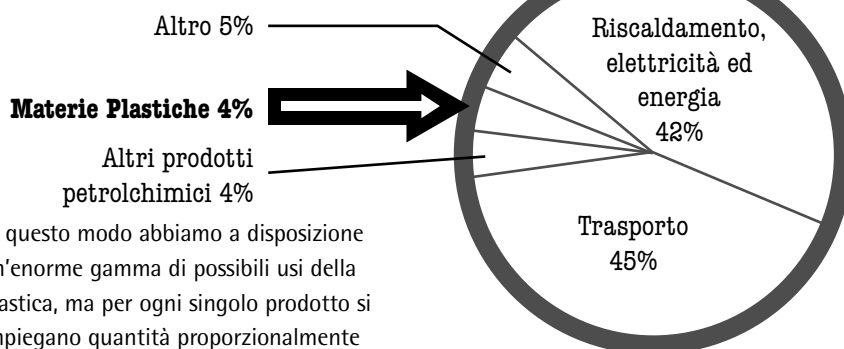
**1** Descrivete tre esempi di come oggi si cerchi di vivere secondo uno stile di vita più sostenibile rispetto, poniamo, agli anni '60 e '70, per esempio utilizzando meno energia, oppure impiegando le risorse in modo migliore. Che vantaggi si ottengono?

privilegiamo proprio l'utilizzo di queste materie, sono veramente necessarie?". Ecco un buon punto di partenza.

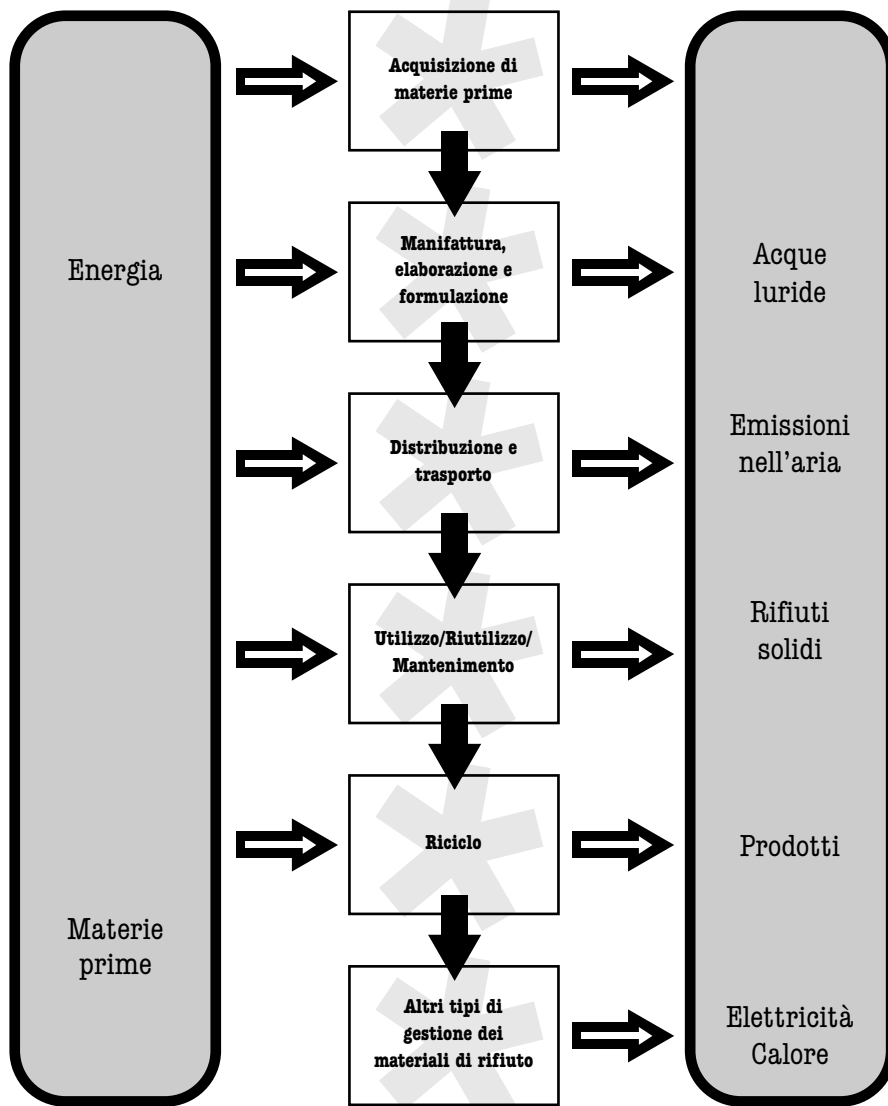
Tutti i prodotti derivano dalle materie prime. La maggior parte della plastica si produce dal petrolio greggio, che è una risorsa limitata e preziosa. Tuttavia, a tale scopo viene impiegata una quantità molto esigua della produzione totale di petrolio, solo il 4%. Sebbene la produzione e l'uso della plastica siano costantemente aumentati, la quantità di petrolio utilizzata è cresciuta molto meno velocemente. Tutto ciò grazie al fatto che le continue innovazioni tecnologiche consentono di realizzare una plastica più leggera, ma al contempo più resistente e adattabile.

## Valutare l'impatto ambientale

Tutto ciò che usiamo, che sia fatto di legno, vetro, plastica, carta o metallo, ha un impatto sull'ambiente, compreso il reperimento delle materie prime, la realizzazione e l'uso di prodotti ed il loro smaltimento al termine del ciclo vitale.



In questo modo abbiamo a disposizione un'enorme gamma di possibili usi della plastica, ma per ogni singolo prodotto si impiegano quantità proporzionalmente minori di petrolio ed energia, con un impatto complessivo più leggero sull'ambiente.



utilizza meno materie prime rispetto ai tradizionali imballi ed è più leggera da trasportare, il che significa che si consuma meno carburante e vengono prodotte meno emissioni. Tuttavia, al termine del ciclo vitale, la pellicola di plastica è spesso contaminata ed è difficile da isolare nell'insieme dei rifiuti domestici, rendendo complesso il riciclo meccanico. Con l'analisi del ciclo vitale è possibile determinare l'impatto ambientale globale di un prodotto, dal momento della sua produzione a quello dello smaltimento.

### Risparmi in tutto il ciclo di vita

**Ridurre la quantità di materie prime utilizzate**

Lo sviluppo di nuovi polimeri e nuove tecnologie ha notevolmente ridotto la quantità di materie prime necessarie per confezionare un certo prodotto. Per esempio, stampando le informazioni sul prodotto direttamente sul sacchetto di plastica del pane che produceva, un supermercato ha ridotto la necessità di etichette supplementari e materiali per imballo del 23% su ogni confezione.

**Usare meno carburanti e generare meno emissioni durante l'uso**

Ridurre la quantità di materiale usato per fabbricare un prodotto ha un impatto diretto sul peso dei carichi. Per esempio, ridurre la quantità di imballi di un prodotto, sia grande che piccolo, significa

L'impatto ambientale comprende anche il contributo all'effetto serra, all'impoverimento delle già limitate risorse naturali e ai rifiuti. Senza prendere in considerazione tutti questi fattori, tramite studi appropriati, è impossibile prendere decisioni ragionevoli riguardo all'ambiente. Tali studi devono concentrarsi su ogni fase del "ciclo vitale" di un prodotto, come qui illustrato.

Mentre da una parte l'industria europea della gestione dei rifiuti si sta fortemente impegnando per raggiungere i difficili obiettivi di recupero stabiliti dall'Unione Europea (cfr. scheda 6), è importante aver sempre presente la meta finale: un uso delle risorse efficiente, per far fronte alle esigenze delle generazioni future. In alcuni casi, lo sviluppo di nuovi prodotti e tecnologie basati sulla plastica, in grado di ridurre la quantità di materie prime impiegate e l'impatto durante l'uso, possono rendere più difficile, e quindi meno vantaggioso dal punto di vista

economico o ambientale, raccogliere e smistare la plastica al termine del ciclo vitale.

Per esempio, la pellicola trasparente

## ESERCIZIO DUE

**1** Pensate ad un oggetto di plastica che potreste trovare a casa o nella vostra classe. Usando un diagramma di flusso rappresentate l'impatto ambientale di questo oggetto in tutto il suo ciclo vitale.

Usate queste idee per tracciare il diagramma di flusso. Cominciate con uno schizzo generico e quindi paragonatelo con gli altri del vostro gruppo. Poi controllate se ci sono altri punti che vorreste aggiungere allo schizzo prima di tracciare il diagramma definitivo. Potrebbe esservi d'aiuto inserire un certo tipo di grafica.

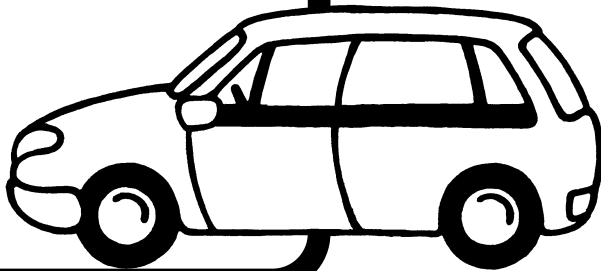
**Assicuratevi che il diagramma tenga conto delle seguenti parole chiave:**

- materie prime → energia → fabbricazione → distribuzione prodotti
- uso da parte del consumatore → riutilizzo → smaltimento
- combustione con recupero energetico → riciclo → trattamento chimico
- discarica

## ESERCIZIO TRE

**1** Trovate l'esempio di un oggetto che oggi si può produrre utilizzando meno materie prime che in passato. L'oggetto ora funziona meglio, peggio o nello stesso modo?

**Pensate che si ottengano risparmi energetici usando meno materie prime per produrlo? Quali?**



**Lo sviluppo  
sostenibile**

trasportare più prodotto e meno imballi ogni volta che si carica un camion o un treno. In questo modo si riducono le emissioni, l'uso di carburante ed i costi. I detersivi granulari vengono ora venduti in sacchetti di plastica, che utilizzano il 90% in meno di imballi rispetto agli equivalenti contenitori.

I miglioramenti nella progettazione e tecnologia nel settore dell'auto hanno drasticamente ridotto il consumo di carburante. Fra il 1974 e il 1988, il consumo di carburante è sceso in media del 14% in 18 modelli di auto in Europa. La plastica ha contribuito almeno per metà alla riduzione, grazie al minor peso e alla migliore aerodinamica consentiti dalla sua plasmabilità.

**Minimizzare l'impatto e massimizzare il recupero al termine del ciclo vitale**

Spesso prendiamo in considerazione i rifiuti quando pensiamo di risparmiare le risorse. Tuttavia, dovremmo porci un'importante domanda prima di pensare ai rifiuti e se riciclarli o semplicemente gettarli via. In primo luogo, possiamo evitare che diventino rifiuti sia riducendo la quantità di materiale usato per produrli che prolungandone la vita riutilizzandoli?

Per esempio, una grande catena di supermercati ha invitato i clienti a restituire al negozio i sacchetti di plastica

per riutilizzarli. Come incentivo è stato concesso un piccolo rimborso per ogni sacchetto riutilizzato. In questo modo sono riusciti a ridurre l'uso di sacchetti nuovi di 60 milioni in un solo anno e a risparmiare 1000 tonnellate di plastica.

**e come possiamo contribuire  
nella nostra vita quotidiana**

**Utilizzare di più i trasporti pubblici**

Diversi metodi di trasporto hanno impatti ambientali diversi. Ad esempio, se tutti andassero a scuola con l'autobus, invece che in macchina, si consumerebbe meno carburante e ci sarebbero quindi meno emissioni. Anche se questa non sempre si dimostra la soluzione più comoda, dovremmo comunque tutti incoraggiare tali sistemi.

Le materie plastiche hanno fornito un notevole contributo all'efficienza energetica, grazie al peso contenuto che riduce la massa dei veicoli. Ciò si può facilmente ottenere adottando una particolare soluzione progettuale, ossia privilegiando la plastica rispetto ai materiali più pesanti.

Ad esempio, la plastica ha reso possibile la realizzazione del più grande monocomponente al mondo: una carrozza ferroviaria. Prodotta da un'azienda svizzera, offre quattro importanti vantaggi: i tempi di produzione delle carrozze sono minori, pesano il 25% in meno rispetto alle carrozze tradizionali, il processo produttivo impiega meno materie prime e meno energia. La massa

ridotta significa meno energia per trainarle e minore usura dei macchinari, delle ruote e delle rotaie; inoltre i materiali plastici non arrugginiscono.

Guardando al futuro, si prevede di poter realizzare veicoli ultraleggeri utilizzando la plastica, fra cui parti del motore, della trasmissione e degli assi. Si potrebbe arrivare a produrre un'auto da 500 kg, in grado di utilizzare il carburante in modo molto efficiente e che pesi meno dei passeggeri e del bagaglio, pur mantenendo le sue caratteristiche di sicurezza.

## ESERCIZIO QUATTRO

**1** Considerate i diversi mezzi di trasporto che gli studenti della vostra classe usano per venire a scuola. Elencate alcuni componenti di tali veicoli realizzati in plastica, es. i sedili dell'auto o i parafranghi delle biciclette. Per ciascuno di questi, quale materiale alternativo si potrebbe utilizzare, es. pelle o metallo. Potete descrivere i vantaggi o svantaggi derivanti dall'uso della plastica, in termini di funzionalità, impatto ambientale o costi?





## Un'edilizia sostenibile

Vi sono molti esempi di materiali per l'edilizia ed accessori ove le materie plastiche stanno sostituendo i materiali tradizionali, grazie alla loro resistenza, lunga durata, minor peso, proprietà isolanti, basso costo, minore impatto ambientale, resistenza alla corrosione e gradevolezza sotto l'aspetto estetico.

Fra questi si possono elencare: telai per finestre, tubi, materiali isolanti.

La plastica contribuisce all'edilizia sostenibile in svariati modi:

→ **Efficienza energetica:** è un aspetto chiave degli edifici moderni e le materie plastiche possono apportare enormi vantaggi. Nei paesi dell'Europa del nord, quasi un quarto del consumo totale di energia viene impiegato per il riscaldamento domestico. Le proprietà isolanti della plastica consentono di ridurlo considerevolmente. La ricerca indica che l'uso di 50 kg di espanso in plastica per isolare una casa comporta un risparmio di 3.700 litri di combustibile per riscaldamento in oltre 25 anni, ossia 150 litri all'anno.

Si stima che, dall'epoca della crisi energetica degli anni '70, l'uso di tali espansi nell'edilizia ha consentito di risparmiare l'equivalente di oltre 19 miliardi di litri di petrolio.

→ **Impatto ambientale:** nell'Europa del sud, sempre più abitazioni sono dotate di sistemi di riscaldamento a pannelli solari, che trasformano l'energia del sole in calore. La plastica è un componente chiave di tali apparecchiature.

Oltre ad aiutare a riscaldare gli edifici, la plastica può anche mantenerli freschi. Attualmente sono in fase di realizzazione due polimeri "intelligenti", in grado di fornire ombra ed evitare il surriscaldamento degli edifici. Questi materiali sono trasparenti a temperatura ambiente, ma diventano lattiginosi quando esposti a luce solare intensa. Riflettono la luce e impediscono il surriscaldamento dell'edificio. Costituiscono inoltre una valida alternativa alle persiane e all'aria condizionata.

## ESERCIZIO CINQUE

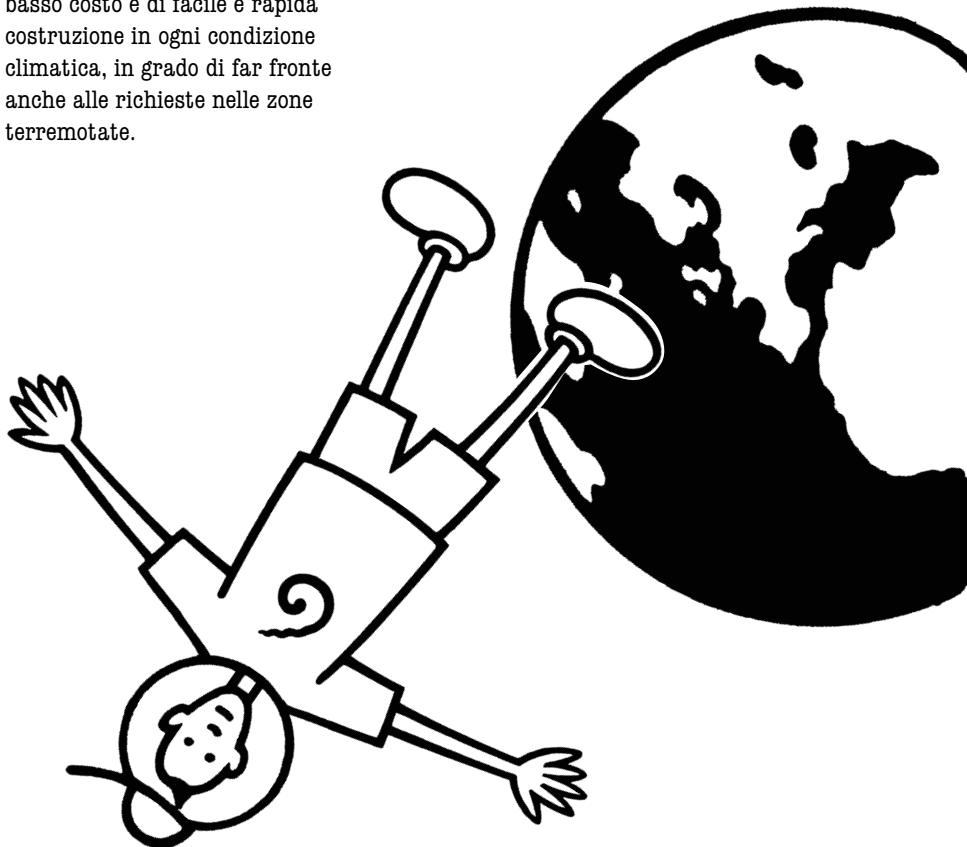
**1** Cos'è, secondo voi, un "polimero intelligente"? Descrivete un polimero intelligente immaginario ed i suoi potenziali utilizzi.

**Quali vantaggi funzionali e ambientali si avrebbero con i "sistemi alloggio", rispetto ai tradizionali metodi edilizi? Pensate alle caratteristiche di un cantiere di costruzione: es. mattoni, travi in legno, telai per finestre, vetro.**



→ **Alloggi di emergenza:** oggi, nelle città si concentra un numero di abitanti superiore alla somma totale degli esseri viventi sul pianeta 100 anni fa; con una popolazione mondiale in sempre più rapida crescita rispetto a qualsiasi altra epoca storica, la capacità di mettere a disposizione alloggi è un fatto sempre più critico. I progressi nella tecnologia e progettazione della plastica permettono lo sviluppo di "sistemi alloggio" a basso costo e di facile e rapida costruzione in ogni condizione climatica, in grado di far fronte anche alle richieste nelle zone terremotate.

L'esplorazione dello spazio fornisce l'ispirazione per alcuni di questi sviluppi. Ad esempio, uno dei concetti considerati per gli alloggi della Stazione Spaziale Internazionale è un modulo abitativo leggero e gonfiabile. Basato sul progetto della tuta spaziale, il modulo è una costruzione multistrato, antiferatura, in grado di alloggiare da quattro a sei astronauti.



# La Gestione Dei Rifiuti



**Per quanto si cerchi di intervenire e di limitare la quantità dei rifiuti mediante il riutilizzo delle sostanze, dovremo sempre confrontarci con il problema di come gestirli, di qualsiasi materiale si tratti.**

Poiché la richiesta di plastica è in aumento, la sfida è quella di trovare dei modi per garantire il massimo grado di recupero al fine di evitare perdite di preziose risorse al termine del ciclo vitale di un prodotto o di un imballo di plastica. Il modo migliore è quello di utilizzare tutte le tecniche di recupero disponibili, per ottimizzare l'equilibrio fra vantaggi ambientali e costi.

Ci sono tre scelte principali per la gestione dei materiali di rifiuto di plastica:

## Riciclo

Il riciclo meccanico è una soluzione particolarmente efficace che dovrà sempre essere incoraggiata ove ragionevole dal punto di vista ambientale ed economico. Per esempio, questo è spesso il caso di grandi quantità dello stesso tipo di rifiuti di plastica che possono essere facilmente raccolte, come

pellicole per supermercati o teli per l'agricoltura, contenitori per batterie delle auto, bottiglie per bibite ed altri tipi di contenitori.

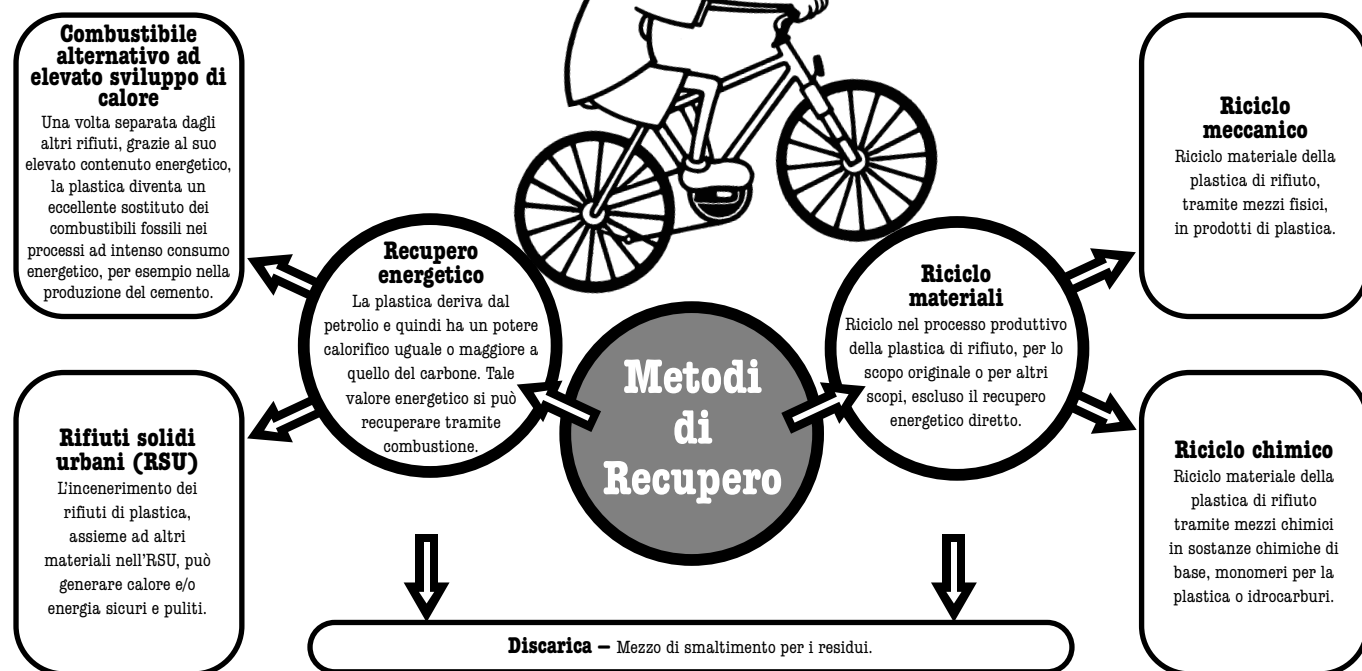
Questa operazione si divide in cinque fasi:

- 1 Eliminazione da parte del consumatore.**
- 2 Raccolta da parte delle autorità locali o di società private.**
- 3 Separazione in singoli tipi di plastica.**
- 4 Rimozione di etichette, sporcizia e residui di contenuto.**
- 5 Rilavorazione in granuli o fiocchi per la creazione di nuovi prodotti.**

Nei paesi dell'Unione Europea sono stati fissati obiettivi di riciclo meccanico per alcuni settori e si stanno indagando varie

opportunità di incremento del riciclo della plastica. Per esempio, in termini di imballi, la ricerca ritiene che esiste il potenziale per aumentare, entro il 2006, la quantità di imballi in plastica riciclata meccanicamente fino ad una media europea del 15%, confrontata con l'11% del 1995. Ci sono anche possibilità di incrementi in settori quali l'agricoltura, l'auto e la distribuzione. Tuttavia, altre aree devono affrontare più ostacoli, a causa dei quali la raccolta dei rifiuti è più difficile (per esempio l'edilizia) o in cui si devono separare componenti diversi (per esempio computer ed apparecchiature elettroniche).

Materiali termoplastici diversi non si combinano bene se riscaldati assieme, riducendo così la resistenza del prodotto riciclato. Mentre la plastica mista si può riciclare in prodotti quali i pali di recinzione, è molto meglio riciclare assieme solo plastica dello stesso tipo.



## ESERCIZIO UNO

**E' importante cercare di separare i diversi tipi di plastica durante le fasi iniziali del procedimento.**

- 1 Perché è utile separare i rifiuti a seconda del tipo di plastica?**
- 2 Perché è necessario separare la plastica scura da quella chiara anche nel caso di oggetti fatti di materie dello stesso tipo?**
- 3 A casa vostra, cercate il numero di codice stampato sul fondo o all'interno dei contenitori di plastica e create una tabella che illustri gli scopi per cui i diversi tipi di plastica vengono utilizzati.**
- 4 Prendete nota nel caso diversi tipi di plastica vengano impiegati nello stesso articolo, ad esempio, per il tappo e il contenitore. Perché vengono usati tipi diversi di plastica?**

Sui moderni prodotti in plastica viene stampato un codice per agevolare l'identificazione dei tipi di plastica durante la separazione manuale dei rifiuti.

In molti paesi europei, fra cui la Germania e la Francia, è in uso un sistema di etichettatura chiamato "punto verde", per indicare che è stata devoluta una somma di denaro per i sistemi nazionali di riciclo.

Per potenziare ulteriormente il riciclo dei prodotti giunti al termine del loro ciclo vitale, i produttori vengono incoraggiati a prendere in considerazione il riciclo già nella fase di progettazione. Per esempio, potrebbero studiare etichette più facilmente rimovibili dagli imballi, usando colle solubili in acqua. La plastica riciclata è spesso usata in applicazioni completamente diverse. Per esempio, le bottiglie per bibite sono

principalmente riciclate e riutilizzate come fibre.

Per la separazione, vengono utilizzati anche altri metodi:

**\*** analisi degli elementi che compongono la plastica. Il PVC, ad esempio, è facilmente distinguibile grazie alla presenza di atomi di cloro nelle molecole. Esistono sistemi automatici in grado di individuare e suddividere i diversi tipi di bottiglie di plastica;

**\*** separazione per densità. La plastica viene tagliata in "scaglie" e immersa in un liquido in modo da poter dividere i frammenti che galleggiano da quelli che affondano o da passarli in centrifughe;

**\*** separazione elettrostatica. Può essere usata con tipi di plastica che assumono cariche elettriche diverse, ad esempio, PET e PVC;

**\*** scioglimento selettivo. Vengono usati solventi chimici per sciogliere uno o più tipi di polimeri, che possono quindi essere filtrati, isolati e risolidificati.

## ESERCIZIO DUE

**1** La densità del polipropilene è di  $0,91 \text{ g/cm}^3$ ; quella del polistirolo è di  $1,05 \text{ g/cm}^3$ . Quale densità dovrà avere il liquido per fare in modo che il polipropilene galleggi e il polistirolo affondi?

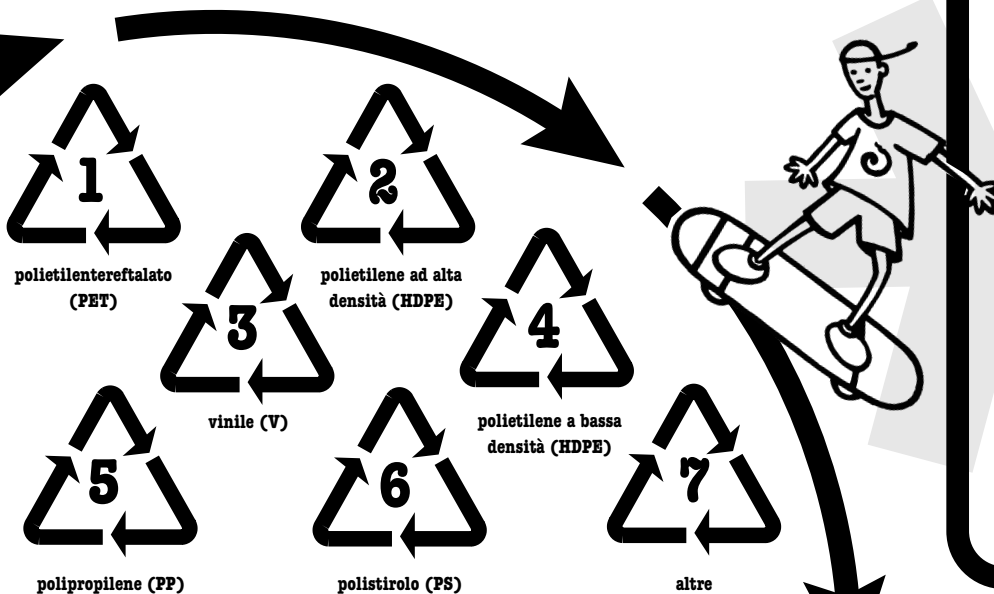
**2** Il PET ha una densità di  $1,35 \text{ g/cm}^3$ . Che densità dovrà avere il liquido per separare il PET dal polistirolo?

**3** Nella fase di preparazione delle materie plastiche, si tiene ora in considerazione la necessità di facilitarne la successiva separazione. Quali consigli dareste agli addetti alla preparazione? Pensate a densità, colore, inchiostro ed etichette.

**4** Il riciclo è indubbiamente un'operazione molto utile; è necessario tuttavia che la domanda di materie riciclate equivalga all'offerta, cioè che non vengano riciclati più materiali di quanti possano effettivamente essere riutilizzati. Nel caso la domanda di materiale riciclato fosse notevolmente inferiore all'offerta, pensate alle ripercussioni per quanto riguarda:

- il prezzo pagato per il materiale riciclato
- il materiale riciclato pronto e immagazzinato
- i costi del procedimento
- i profitti

**5** Nel caso ci fosse un forte divario tra domanda e offerta, sarebbe necessario diminuire la quantità dei rifiuti raccolti per il riciclo. Pensate agli effetti che un intervento di questo tipo potrebbe avere sull'opinione pubblica e alle conseguenze sul concetto dell'utilità del riciclo.



## Riciclo chimico

L'industria delle materie plastiche sta attualmente svolgendo ricerche al fine di approntare nuove tecniche di riciclo, come il riciclo chimico.

Il riciclo chimico, usato principalmente per i rifiuti di plastica misti, è attualmente in uso solo in Germania, ma si stanno considerando possibili investimenti in altri paesi. C'è ancora molto da imparare sulla potenziale attuabilità di questa tecnologia e sulla sua possibilità di aumentare il riciclo in futuro.



Il riciclo chimico può essere svolto mediante quattro metodi diversi:

### Pirolisi

I rifiuti in plastica mediante riscaldamento sotto vuoto producono una miscela di idrocarburi liquidi e gassosi, simile al petrolio.

### Idrogenazione

I rifiuti in plastica vengono riscaldati con idrogeno in modo che i polimeri si disintegrano e vengono trasformati in idrocarburi liquidi.

### Gassificazione

I rifiuti in plastica vengono riscaldati in difetto di aria in modo da produrre una miscela di ossido di carbonio e idrogeno, usata per la produzione di nuove materie prime come il metanolo.

### Chemolisi

Alcune materie plastiche vengono lavorate con procedimenti chimici e trasformate nelle materie prime di origine.

## ESERCIZIO TRE

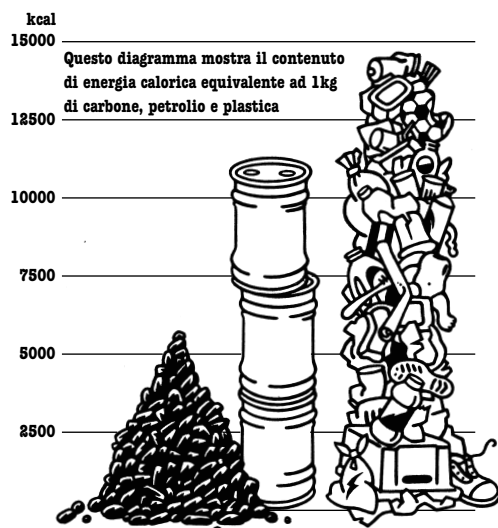
- 1 In un diagramma di flusso, rappresentate questi cicli di lavorazione distinguendo chiaramente le varie fasi e l'utilità dei quattro prodotti risultanti.
- 2 Quali altri fattori è necessario considerare prima di decidere se le tecniche di questo tipo sono effettivamente vantaggiose? Pensate ai costi.

## Energia dai rifiuti

Il riutilizzo ed il riciclo non sono le uniche possibilità di gestione dei rifiuti. I rifiuti di plastica hanno un elevato valore calorifico, paragonabile a quello del carbone e del petrolio, che può essere emesso in modo sicuro e pulito tramite la combustione, per generare calore e/o alimentazione elettrica.

Esistono tre tipi principali di impianti per il recupero dell'energia dai rifiuti di plastica: la combustione dei rifiuti domestici in inceneritori municipali o la combustione della plastica come combustibile, solitamente in combinazione con combustibili fossili tradizionali in impianti di produzione o di generazione elettrica. Gli imballi di plastica, pre-suddivisi, per esempio, sono stati impiegati efficacemente come sostituto del carbone in processi ad energia intensiva, come quello per la produzione del cemento. Nell'incenerimento dei rifiuti misti, l'8% del contenuto di plastica produce il 30% dell'energia emessa.

Uno dei problemi spesso associati alla combustione è il livello di emissioni di diossina. La diossina è un termine generico che indica una famiglia di



sostanze chimiche comprendenti 75 diossine e 135 composti correlati chiamati furani. Solo pochissimi di questi sono tossici, anche se il loro grado di tossicità è molto variabile.

Le diossine si formano dove sono presenti carbone, ossigeno, idrogeno, cloro e calore e sono il sotto-prodotto indesiderato di numerosi tipi di processi di combustione e produzione. Sono presenti anche in natura in caso di incendi di foreste, vulcani e vasche di compostaggio.

Le emissioni di diossina derivanti dalla combustione dei rifiuti sono state attentamente monitorate e si è intrapresa un'attiva ricerca per ridurle, in modo da essere conformi anche alle più severe norme di sicurezza. Con le nuove normative europee, entro il 2005 la combustione dei rifiuti municipali e ospedalieri contribuirà di soli 11 grammi all'anno (o dello 0,3%) sulle emissioni totali di diossina.

In Europa, al posto dei combustibili fossili, vengono bruciate ogni anno 2,6 milioni di tonnellate di rifiuti di plastica, per la produzione di energia termica e/o elettricità. Questo avviene in impianti di incenerimento a norma o cementifici dove le emissioni sono continuamente controllate.

Nel riciclo è ovviamente necessario che la domanda corrisponda all'offerta. Non avrebbe senso infatti raccogliere materiale il cui riciclo non potesse essere prodotto e commercializzato in modo accettabile sotto l'aspetto ambientale ed economico. E' inoltre necessario considerare altre tecniche di lavorazione dei rifiuti.

Cosa è più opportuno fare?

- Riciclare la plastica sotto forma di materiale?
- Riciclarla sotto forma di sostanze chimiche?
- Produrre tramite combustione l'energia che contengono?

## ESERCIZIO QUATTRO

**1** Su un cartellone, riassumete le seguenti informazioni. **2,6 tonnellate di rifiuti domestici contengono lo stesso valore energetico di 1 tonnellata di carbon fossile. Aumentando del 10% la quantità di rifiuti bruciati, sarebbe possibile risparmiare 2 milioni di tonnellate di carbone.**

La Svezia recupera già energia dal 33% della plastica presente nei materiali di rifiuto domestici. In Danimarca, il 56% della plastica presente nei materiali di rifiuto domestici viene recuperato per la produzione di energia. In Svizzera viene recuperato il 55%.

L'incenerimento dei rifiuti in Europa sarebbe in grado di soddisfare il 5% del fabbisogno energetico domestico, dimezzando l'importazione di carbone.

**2** Questa tabella mostra i dati relativi al trattamento dei rifiuti di plastica in Europa.

Quantità (000 ton)	1994	1995	1996	1997
Totale rifiuti di plastica	17.505	<input type="text"/>	16.871	17.454
Quantità di rifiuti riciclata meccanicamente	1.057	1.222	<input type="text"/>	1.440
Quantità di rifiuti riciclata chimicamente	51	99	251	334
Recupero di energia	2.348	2.698	2.496	2.575
Plastica totale recuperata	<input type="text"/>	4.019	4.067	4.349
% rifiuti recuperati	20%	25%	24%	<input type="text"/>

**Completate la tabella calcolando i dati mancanti nelle caselle vuote.**

La risposta è, forse, utilizzare tutte queste tecniche, e decidere la combinazione migliore. La tecnica scelta dipende dalle circostanze specifiche. Per esempio: Da quale settore provengono i rifiuti? Come vengono raccolti? Quale tecnica di smistamento e separazione è disponibile? C'è richiesta di prodotti riciclati, sostanze chimiche o combustibili alternativi? Si possono effettuare studi per valutare l'impatto ambientale della tecnica di recupero o smaltimento scelta. Di fatto, tali studi si possono svolgere per l'intero ciclo vitale del prodotto di plastica e tale indagine può aiutare a scegliere il materiale migliore già nella fase di progettazione.

### Materie degradabili

Esistono particolari tipi di materie plastiche degradabili, ancora poco utilizzate che si decompongono grazie all'effetto della luce o dei batteri. Queste materie non rappresentano tuttavia una facile soluzione al problema della gestione dei rifiuti, perché possono impiegare parecchi anni per degradarsi completamente e rappresentano quindi la perdita di una preziosa risorsa che potrebbe essere invece recuperata ad una seconda vita.

La loro utilità si limita infatti al ruolo che svolgono nel trattamento di materiali

contaminati negli ospedali, nei particolari tipi di suture che si dissolvono nei fluidi del nostro corpo e nella distribuzione controllata di dosi di fertilizzante in agricoltura.

### Discarica

In Europa, i rifiuti che non vengono eliminati per combustione con recupero energetico, vengono ancora eliminati mediante discarica. L'industria della plastica cerca di massimizzare la combinazione di più tecniche di recupero per ridurre al minimo il ricorso alle discariche.

In passato, i rifiuti venivano interrati prevalentemente in cave, in particolare in cave di argilla; pratica, questa, che consentiva di recuperare l'uso del terreno ed eliminare "inestetismi" nel paesaggio.

Le aree di interrimento dei rifiuti contengono materie organiche in misura solitamente superiore al 50% della massa totale dei rifiuti. Per questa ragione, queste aree si comportano come giganteschi mucchi di concime e sono caratterizzate dalla lenta decomposizione, mediante azione batterica, di sostanze quali carta, cibo e fibre naturali.

Le aree moderne possono contenere diversi milioni di tonnellate di rifiuti, che aumentano al ritmo di 1000 tonnellate al giorno.

L'interrimento dei rifiuti dà origine a due sottoprodotti, un liquido e un gas.

Il liquido è abbastanza simile alle acque nere delle fogne e, per evitare che penetri nel terreno e si infiltri nelle acque utilizzate per il rifornimento idrico, è necessario rivestire le pareti e il fondo delle cave con plastica o argilla.

Il gas è una miscela esplosiva e pericolosa di ossido di carbonio e metano, deve essere tenuto sotto controllo e potrebbe contribuire all'effetto serra. Questo gas viene oggi spesso raccolto e utilizzato per la produzione di energia elettrica e calore.

Oggi è unanimemente riconosciuto che le discariche non rappresentano una scelta di gestione dei rifiuti a lungo termine. Per stimolare i produttori a progettare prodotti che massimizzano l'uso delle risorse in tutto il ciclo vitale e per rendere più attraenti le tecniche di recupero, si stanno aumentando i costi dello smaltimento nelle discariche.

In questa scheda abbiamo accennato ai tre principali metodi per la gestione dei rifiuti in plastica:

- **Riciclo meccanico e chimico**
- **Combustione con recupero di energia**
- **Eliminazione e trattamento**

In Europa, l'uso dei diversi procedimenti varia molto da regione a regione e dipende anche da fattori esterni che contribuiscono a favore o a sfavore di un metodo piuttosto che un altro. Ad esempio, la fluttuazione dei prezzi del petrolio sul mercato mondiale ha notevoli conseguenze sul valore delle materie plastiche recuperate e quindi sulla convenienza del riciclo.

## ESERCIZIO CINQUE

**1** In una tabella, indicate i vantaggi e gli svantaggi di

- riciclo
- produzione di energia mediante combustione

**Prendete in considerazione: costi di trasporto, emissioni, effetti sulle altre risorse, uso del terreno.**



scheda

# rifiuti



**Persone, comunità, aziende, tutti noi contribuiamo a creare grandi quantità di rifiuti che devono essere smaltiti.**

In media, ognuno di noi ogni anno produce le seguenti quantità di rifiuti:

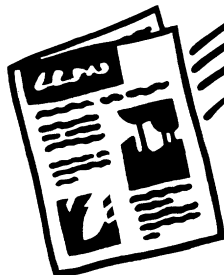
**164** bottiglie di vetro



**22** lattine



**130** quotidiani o riviste



**110** bottiglie di plastica



**150kg** di rifiuti vegetali e alimentari



raccolti, i rifiuti possono essere riutilizzati, riciclati o recuperati per produrre energia. Alla fine dovrebbero essere messi in discarica per uno smaltimento sicuro. Comunque, quando buttiamo via le cose in modo irresponsabile impediamo una ragionevole gestione dei rifiuti e la possibilità di recupero: tali oggetti sono destinati a diventare rifiuti.

Molti rifiuti solitamente sono costituiti da imballi gettati via senza alcuna cura per l'ambiente e che finiscono in luoghi pubblici, causando gravi conseguenze sociali, ambientali e economiche, oltre a rappresentare uno spreco di risorse.

In un mondo ideale i rifiuti non esisterebbero, perché le persone si comporterebbero in modo tale da non danneggiare l'ambiente che le circonda. Uno dei passi più importanti per la soluzione del problema dei rifiuti è cercare di far comprendere che siamo tutti, e non sono solo le aziende, responsabili della creazione di rifiuti.

Nella scheda 6 abbiamo visto alcuni modi per gestire i rifiuti di plastica. Come trattato nella scheda 4, la plastica è frequentemente utilizzata per gli imballi di diversi prodotti, perché è leggera, pulita e conveniente. Di conseguenza, i rifiuti domestici contengono, fra molti altri materiali, una percentuale di plastica.

Si sta cercando sempre più di gestire tali rifiuti per ridurre al minimo l'impatto ambientale e incrementare il riciclaggio. Una volta



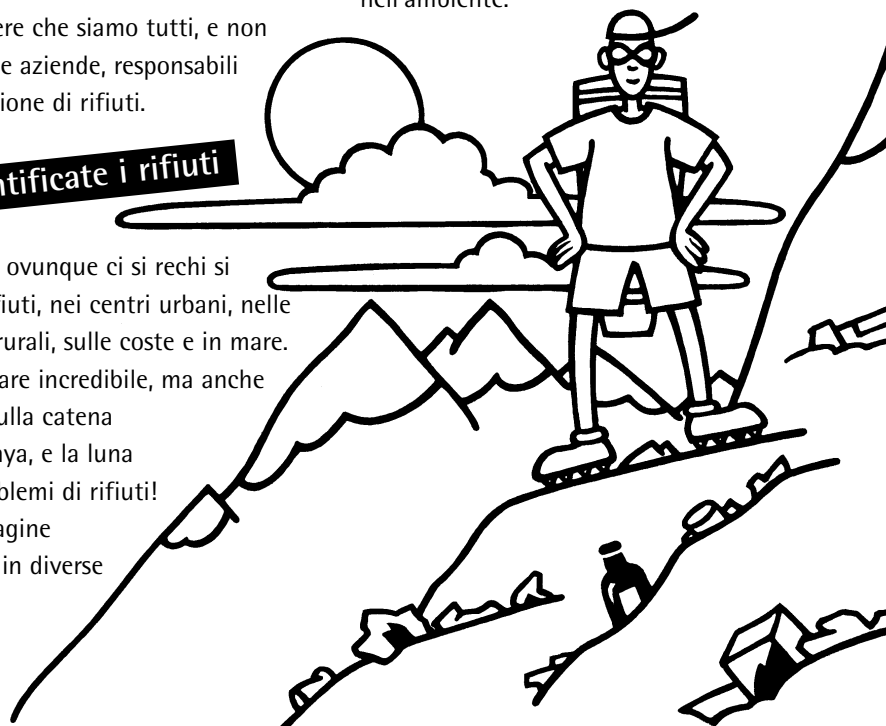
città europee ha rilevato che i cinque generi di rifiuti più comuni sono: mozziconi di sigarette, fiammiferi usati, pezzi di carta, carte di caramelle e pezzi di plastica.

Per controllare se il nostro atteggiamento nei confronti dei rifiuti sta migliorando, o viceversa peggiorando, si misurano costantemente i rifiuti lasciati nell'ambiente.

## Identificate i rifiuti

Purtroppo, ovunque ci si rechi si trovano rifiuti, nei centri urbani, nelle comunità rurali, sulle coste e in mare. Può sembrare incredibile, ma anche l'Everest, sulla catena dell'Himalaya, e la luna hanno problemi di rifiuti!

Un'indagine effettuata in diverse



## ATTIVITÀ 1

**In classe, individuate almeno 10 zone diverse di 50 metri ciascuna vicino alla vostra scuola o nel luogo in cui abitate. Raccogliete, fate un elenco e classificate tutti i generi di rifiuti trovati, per esempio bottiglie, sacchetti, mozziconi di sigaretta, ecc.**

- ▲ Quali sono i generi più comunemente trovati?
- ▲ Quali potrebbero costituire un pericolo per persone o animali? Spiegare perché.
- ▲ Quali potrebbero essere difficili o costosi da rimuovere?
- ▲ Quali potrebbero essere riciclati o utilizzati in modo produttivo?
- ▲ Servendovi dell'apposito indice sotto esemplificato, quale grado da A a D darestes all'area che avete ispezionato?

In base all'indice le città ed i centri minori possono essere considerati tutt'uno. Se sono stati ispezionati dieci luoghi e ciascuno ha ottenuto un punteggio A (o 5), la città avrebbe un punteggio di 50/50 o 100%, ma se ogni luogo ottenesse solo 1, l'indice di pulizia sarebbe 10/50 o 20%.

Servitevi del punteggio che la classe ha calcolato per i dieci luoghi dell'Attività 1, per calcolare un indice di pulizia generale per il vostro quartiere.

creano lo stesso impatto ovunque ci rechiamo?

Coastwatch Europe coordina il monitoraggio dei rifiuti e dell'inquinamento delle coste. I risultati di una recente indagine effettuata in circa 10.000 località dimostrano che in ogni zona si trovano oltre sessanta generi di rifiuti costituiti da imballi, fra cui lattine, cartoni, sacchetti e bottiglie. Oltre ad altri rifiuti come mozziconi di sigarette, fiammiferi, giornali e agenti inquinanti fra cui anche acque nere, oli e catrame.

## Cause e Conseguenze dei rifiuti

Quasi tutti noi ricordiamo almeno un episodio in cui, a causa del nostro comportamento, abbiamo creato rifiuti. Il modo in cui agiamo in ambienti diversi determina i tipi di rifiuti prodotti e il luogo in cui saranno presenti.

Per esempio, i rifiuti che si trovano sulle spiagge hanno svariate origini. I turisti che fanno i picnic sulla spiaggia introducono una grande quantità di rifiuti, come giornali, cibo in scatola, contenitori per bevande e sigarette. Se questi rifiuti vengono riportati a casa, dopo l'uso, o messi in un bidone, non si crea spazzatura; ma questo non avviene di frequente, forse anche perché non ci sono bidoni a sufficienza.

Tuttavia, non tutti i rifiuti sulle coste provengono dal comportamento irresponsabile delle persone nel luogo in questione. Persino le isole disabitate sono inquinate da materiali portati a riva dalle correnti degli oceani che

Uno dei modi per misurare i rifiuti è tramite l'utilizzo di un apposito indice. Servendosi di una scala a cinque punti, si misurano i rifiuti trovati in 50 metri

di strada, sentiero, spiaggia o parco.

Anche se probabilmente vi accorgete dei rifiuti più nella vostra zona che altrove, quando visitate altri ambienti non potete fare a meno di notare il problema. Di fatto, i rifiuti nelle località di vacanza e al mare attraggono maggiormente l'attenzione. Forse perché nei luoghi che scegliamo per le vacanze ci aspettiamo di godere del mare o del panorama della natura, dimenticandoci che le nostre azioni



(Fonte: Tidy Britain Group, Regno Unito)

### Grado A Valutazione 5/5

Completamente libera da ogni genere di rifiuto

### Grado A- Valutazione 4/5

Sembra libera da rifiuti, ma a un'ispezione attenta ha 5, o meno, generi di rifiuti di piccole dimensioni

### Grado B Valutazione 3/5

Generi di rifiuti di piccole dimensioni, come pezzi di carta, tappi di bottiglie, ecc.

### Grado C Valutazione 2/5

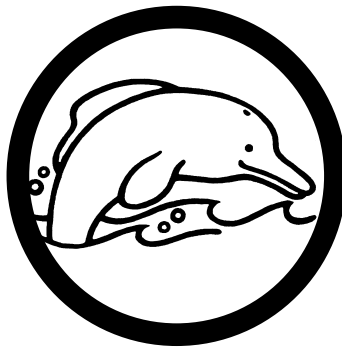
Rifiuti chiaramente visibili, mozziconi di sigarette, carta, lattine, sacchetti pieni di spazzatura

### Grado D Valutazione 1/5

Abbondanti rifiuti visibili, anche di grosse dimensioni, come vecchi elettrodomestici, materassi usati

non conoscono confini. I rifiuti possono provenire da altre spiagge o dallo scarico in mare casuale, ma illegale, di rifiuti fra cui imballi per alimenti e bottiglie.

Mentre alcuni rifiuti si decompongono col tempo, molti resistono, se non vengono raccolti e portati via. Oltre al fatto che sono sgradevoli da vedere e che rovinano l'ambiente, possono anche:



**\* causare infortuni alle persone:**

per esempio le lattine arrugginite ed i vetri rotti possono nascondersi sotto la sabbia o nel sottobosco, provocando ferite a chi vi cammina sopra accidentalmente;

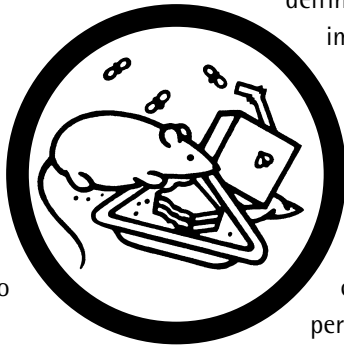


**\* uccidere o ferire animali:**

per esempio, un innocuo sacchetto di plastica, gettato via con noncuranza, può essere scambiato per una medusa dalle testuggini, che se ne nutrono, e causare la loro morte. Le reti per la pesca danneggiate, scartate dai pescatori, possono trasformarsi in trappole mortali per i delfini che vi restano impigliati;

**\* costituire un pericolo per la salute:**

spesso insetti e parassiti si annidano negli imballi per alimenti e nel materiale sanitario, causando la diffusione di malattie;



**\* essere costosi**

da rimuovere, per esempio a Milano pulire una strada costa circa 70.000 lire per ogni chilometro.

**Cosa si può fare per risolvere**

**il problema dei rifiuti?**

I rifiuti sono una responsabilità della società e in tutta Europa esistono strutture legislative che assistono le autorità locali nelle azioni contro aziende o individui che non rispettano le norme di smaltimento rifiuti. Le autorità locali sollecitano inoltre le persone a prendersi cura dei luoghi in cui vivono, forniscono strumenti per lo smaltimento e organizzano la raccolta dei rifiuti. Ovviamente è molto più economico gestire i rifiuti smaltiti in modo responsabile, piuttosto che raccogliergli sotto forma di spazzatura lasciata nell' ambiente.

**ATTIVITÀ 3**

**Scoprite quali sono i programmi attivi nel vostro paese. Chi li organizza e come funzionano?**

In tutta Europa sono state realizzate campagne per incrementare la consapevolezza delle persone relativamente ai rifiuti. I programmi variano dall'utilizzo annuale di scuole, club sportivi e organizzazioni volontarie per rimuovere i rifiuti da strade, spiagge e parchi. Per esempio, un'organizzazione non governativa italiana effettua regolarmente la pulizia di spiagge, boschi e parchi con l'aiuto di volontari e studenti.



**ATTIVITÀ 2**

**Considerate i tipi di rifiuti che si trovano in ambienti diversi: rurale, urbano, costiero.**

- ▲ Chi è responsabile di tali rifiuti in ogni ambiente?
- ▲ Pensate che la quantità dei rifiuti sia aumentata negli ultimi anni?
- ▲ Considerate ogni ambiente: quali misure si potrebbero adottare per ridurre i rifiuti?
- ▲ Individuate i rifiuti biodegradabili. Ritenete che la biodegradabilità sia la risposta adatta a proteggere l'ambiente o che, al contrario, incoraggi le persone a produrre più rifiuti?

▲ Prendete in considerazione le conseguenze dei vari tipi di rifiuti trovati in ciascun ambiente.





## Cosa potete fare per aiutare?

Avete la coscienza completamente pulita? Quando è stata l'ultima volta che avete buttato via, e non in un bidone per rifiuti, una carta di caramella o il sacchetto delle patatine, la gomma da masticare o una lattina? Ora che sapete qualcosa di più sulle conseguenze delle vostre azioni,

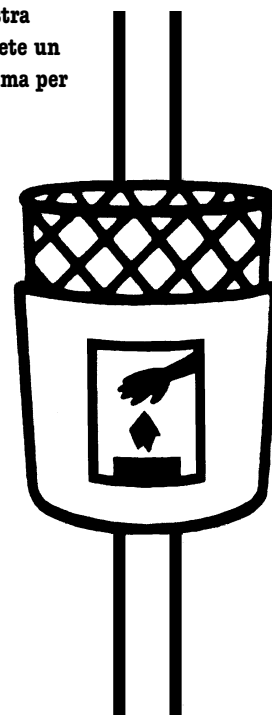


## ATTIVITÀ 4

**In classe, discutete il problema dei rifiuti nella vostra zona. Riflettete sulle cause e le conseguenze. Scegliete un aspetto del problema e mettete a punto un programma per affrontarlo. Per esempio, si potrebbe organizzare una campagna di informazione nell'ambito della vostra scuola, o sollecitare le autorità locali a collocare un maggior numero di bidoni in un luogo specifico.**

**Accertatevi che il vostro programma comprenda i seguenti aspetti:**

- ▲ Chi è necessario coinvolgere nel programma?
- ▲ Quali organizzazioni, autorità potrebbero essere d'aiuto o fornire consigli?
- ▲ A quali organizzazioni dovrete rivolgervi?
- ▲ Come potreste realizzare il programma?
- ▲ Come controllereste l'andamento?
- ▲ Come e quando ne misurereste il successo o il fallimento?



vi fermerete a riflettere prima di dare il vostro contributo al problema dei rifiuti?

Se da un lato è importante che lo smaltimento dei rifiuti sia ben organizzato, dall'altro rappresenta

solo una parte della soluzione. Al giorno d'oggi dobbiamo tutti svolgere il nostro ruolo per modificare i comportamenti, in modo che un giorno i rifiuti non costituiranno più un problema.



# acqua per la vita



**Viviamo su di un pianeta blu, che ha due terzi della superficie coperti dall'acqua, ma quasi tutta l'acqua della terra è troppo salata e buona solo per andare in barca.**

## Un problema da risolvere

Solo il 3,5 per cento di tutta l'acqua di superficie del pianeta è dolce e per la maggior parte è ghiacciata nelle calotte polari. Esclusivamente lo 0,01 per cento – soltanto una goccia per ogni secchio – si trova in uno stato adatto all'uso diretto da parte dell'uomo nei corsi d'acqua, nei fiumi, nei laghi e nelle falde freatiche.

Tra il 1950 e il 1990 la domanda globale di acqua è triplicata e continua a crescere. Se questa tendenza non cambia, entro 30 anni la domanda d'acqua potrebbe superare l'offerta. Quella che piove dal cielo non basterà per soddisfare i nostri bisogni.

Ma ci serve più acqua già adesso. Le Nazioni Unite hanno dichiarato l'acqua

un diritto dell'umanità, il che significa dare a tutti la possibilità di avere una quantità d'acqua sufficiente, a prezzi accessibili, sicura e di disporre di adeguate condizioni igienico – sanitarie. Sono purtroppo un miliardo le persone che non hanno accesso ad abbastanza acqua potabile e oltre due miliardi mancano dei servizi igienico – sanitari più elementari.

Ogni giorno 10.000 bambini muoiono di colera e altre malattie trasmesse mediante l'acqua. L'ottanta per cento di tutte le malattie e un terzo di tutte le morti nei paesi in via di sviluppo sono provocate dall'acqua inquinata. Bilarzia, tifo, salmonella, escherichia coli, epatite, parassiti intestinali sono tutte potenziali cause di morte. Si possono trovare nei fiumi e nei corsi d'acqua da cui molti dei poveri del mondo dipendono per l'approvvigionamento idrico.

Sono molte le necessità per le quali è determinante disporre di acqua pura. Agli agricoltori l'acqua serve per i raccolti.

Alle famiglie serve per cucinare e lavare. In alcune regioni dell'Africa, le donne e i bambini impiegano fino a tre ore al giorno per andare a piedi alle sorgenti d'acqua e aspettare il proprio turno nella speranza di riempire una pentola.

Ma l'acqua è un problema anche in Europa. In media ogni anno ciascun abitante dell'Unione Europea ha a disposizione oltre 3.000 metri cubi di acqua. In realtà si consuma solo il 20 per cento circa dell'acqua disponibile, ma ci sono ancora delle zone in cui l'acqua scarseggia. Per esempio nei paesi dell'Europa meridionale la siccità stagionale è fra le più gravi fonti di problemi ambientali, sociali ed economici. In altri paesi i sistemi di distribuzione dell'acqua sono antiquati, le tubazioni hanno delle falle e di conseguenza perdono acqua.



## ESERCIZIO 1

- 1** Quanta acqua pensate di usare in media ogni giorno? Pensate a cosa vi serve l'acqua ed elencate dei sistemi nei quali potreste usare l'acqua in modo più efficiente.
- 2** Individuate tre stati europei in cui secondo voi d'estate manca l'acqua.
- 3** Riuscite a scoprire il nome dello stato europeo che si serve di acqua dissalata per soddisfare quasi la metà del suo fabbisogno di acqua potabile?

Il problema della carenza d'acqua sembra destinato ad aggravarsi in conseguenza ai cambiamenti climatici. Molti scienziati concordano sul fatto che l'aumento della temperatura globale entro la fine del secolo potrà essere compreso fra 1,4°C e 5,8°C. E' probabile che si verifichino più di frequente inondazioni e temporali ma anche che aumenti la siccità e i periodi molto caldi, con ripercussioni sulla produzione agricola, la disponibilità di acqua e la situazione sanitaria.

Dobbiamo imparare a usare l'acqua di cui disponiamo con maggiore attenzione e in modo più ragionevole. Il mondo diventa sempre più consapevole dell'esigenza di comportamenti più responsabili per andare in aiuto di coloro che ne hanno bisogno e, al tempo stesso, per preservare il mondo per le generazioni future: cioè quello che è conosciuto come "sviluppo sostenibile". Con questa definizione si intende un comportamento tale da non limitare in alcun modo le opzioni economiche,

sociali e ambientali di cui disponiamo ora e in futuro. L'impegno a promuovere lo sviluppo sostenibile ha ricevuto un ulteriore impulso al Summit Mondiale sullo Sviluppo Sostenibile tenutosi a Johannesburg in Sud Africa nel 2002, nel corso del quale i leader mondiali si sono incontrati per discutere sulla protezione dell'ambiente e sul modo di affrontare le cause di povertà in tutto il pianeta. La scarsità e l'uso non oculato delle risorse idriche sono state individuate come due delle minacce più gravi allo sviluppo sostenibile. A conclusione del Summit, tutti i capi di governo si sono impegnati a dimezzare il numero di persone che non hanno accesso all'acqua pulita o a adeguate condizioni igienico - sanitarie entro il 2015.

Ci sono molti modi di "distribuire" l'acqua ai consumatori. Qualunque sia la soluzione adottata, lo scopo è di rendere disponibili adeguate quantità di acqua sicura per il consumo dell'uomo.

La plastica ha un ruolo determinante nella salvaguardia e nella distribuzione dell'acqua in modo economico e affidabile alla popolazione mondiale in continua crescita. In molte regioni del mondo in cui l'acqua scarseggia, gli impianti di conservazione e irrigazione aiutano a conservare l'acqua e a distribuirla tanto per uso domestico che industriale o per l'agricoltura. In molte di queste applicazioni la plastica è il materiale migliore in termini di redditività dei costi, facilità di trasporto e assemblaggio, flessibilità e durata.

*"Tutte le persone, a prescindere dal loro grado di sviluppo e dalla situazione sociale e economica, hanno il diritto di avere accesso all'acqua potabile in quantità e di una qualità congrua rispettivamente alle loro esigenze elementari."*

**Fonte:** Conferenza delle Nazioni Unite a Mar del Plata, 1977

**Uso di acqua estratta** (cioè prelevata da fiumi, serbatoi, canali, ecc.) in Europa:

**18%** – distribuzione acqua per uso domestico

**30%** – agricoltura (principalmente irrigazione)

**14%** – industria, esclusa l'acqua da raffreddamento

**38%** – energia (idroelettrica, acqua da raffreddamento) e usi non definiti



## Proteggere e distribuire acqua pura

In gran parte del nostro pianeta l'inquinamento dell'acqua, lo smaltimento inadeguato dei rifiuti e la non corretta gestione delle risorse idriche provocano gravi danni alla salute pubblica. Le malattie connesse all'acqua come la malaria, il colera, il tifo e la schistosomiasi colpiscono o uccidono milioni di persone ogni anno. L'ideale sarebbe innanzitutto evitare di inquinare le riserve idriche. Ma il trattamento degli scarichi per pulire le sorgenti d'acqua è costoso e nemmeno i fiumi europei hanno l'acqua potabile ...per ora!

Esistono altri sistemi per disporre di acqua pura. Nelle remote aree montane, come il Nepal, spesso di acqua ce n'è molta. Ma la mancanza di igiene e di servizi igienico - sanitari può inquinare gravemente i corsi d'acqua o i fiumi nei centri abitati. Una soluzione potrebbe essere quella di incanalare l'acqua pulita nelle tubazioni più a monte utilizzando il flusso a gravità. Le tubazioni di plastica sono l'ideale in questi casi. Sono leggere, flessibili, facili da trasportare ma molto resistenti una volta installate.

**WaterAid** è riuscita ad aiutare 7 milioni di persone ad accedere all'acqua pulita nei paesi in via di sviluppo, in parte proprio grazie alle tubazioni di plastica.

Nelle zone pianeggianti i problemi sono spesso più difficili. Ci sono più persone a contendersi la stessa acqua, che è spesso sporca e pericolosa. Una soluzione potrebbe essere quella di trivellare fino alla falda acquifera sottostante. Usando pompe a mano e tubazioni di plastica, gli abitanti dei villaggi spesso riescono a trovare l'acqua pulita, ma l'operazione di trivellazione può risultare costosa e, se viene estratta troppa acqua, finisce per inquinarsi la falda stessa.

La plastica aiuta anche a purificare l'acqua e ad eliminare i batteri e i parassiti che causano malattie. E' bastato un semplice filtro di nylon per sconfiggere la dracunculosi che rende zoppe le sue vittime lasciandole incapaci di lavorare, andare a scuola, crescere i figli o occuparsi dei raccolti.

Il verme entra attraverso il sistema digerente e poi si diffonde in tutto il corpo arrivando fino alla superficie della pelle. Quando una persona infetta entra in acqua, il verme rilascia milioni di larve. Chi beve l'acqua si infetta a sua volta e il ciclo ricomincia.

La soluzione consiste nel filtrare i parassiti dall'acqua. Una volta lo si faceva con del tessuto in mussola ma ora con uno speciale tessuto in monofilamento di nylon è più facile da disinfectare e meno costoso. Con il filtraggio si è riusciti a ridurre i casi di infezione del 95 per cento.

## ESERCIZIO 2

- 1 Dove è meglio attingere l'acqua per incanalarla nelle tubazioni? Un po' più a monte? In una pozza d'acqua profonda? Da una sorgente a monte del villaggio? Spiegate perché.
- 2 L'acqua inquinata può contenere batteri, virus e parassiti. Fate un esempio di ciascun tipo di inquinante e spiegate come ci si può ammalare a causa dei microrganismi presenti nell'acqua.
- 3 La dracunculosi è un parassita. Spiegate di che parassita si tratta. Quali sono i parassiti e quali non lo sono tra i seguenti organismi?  
mosca, pulce, ratti, forfora, tenia, salmonella
- 4 Con il filtraggio dell'acqua ci si protegge da batteri e virus? Spiegate perché.

## Acqua per vivere:

### Come evitare gli sprechi d'acqua quando la si distribuisce e la si usa per l'irrigazione

#### Perdita d'acqua

Nella maggioranza dei paesi la dispersione dell'acqua nelle reti di distribuzione rimane troppo alta.

Una volta, quando per costruire le reti di distribuzione dell'acqua si usavano i materiali tradizionali, con il tempo si aprivano delle falle nelle tubazioni della rete idrica che provocavano la perdita dell'acqua.

In alcuni stati europei a causa di tubazioni molto vecchie la dispersione può arrivare anche al 30 per cento e il costo dell'acqua sprecata si valuta in oltre 9 miliardi di euro all'anno considerando solo la perdita dell'acqua pulita.

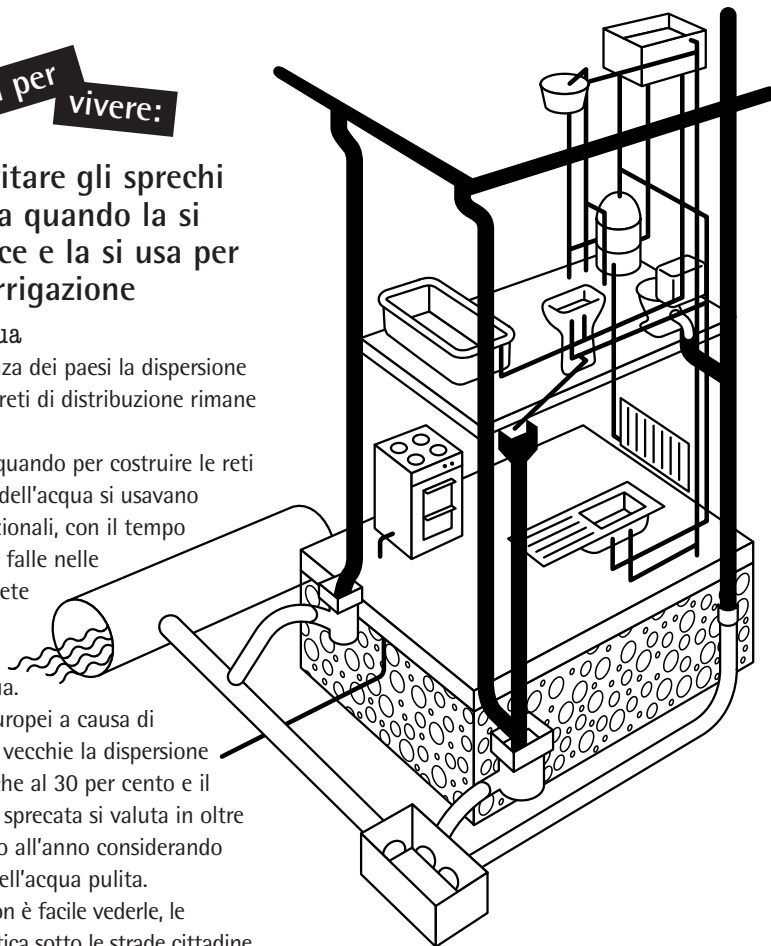
Anche se non è facile vederle, le tubazioni di plastica sotto le strade cittadine o dentro casa hanno un ruolo determinante nella distribuzione di acqua potabile e per altri usi domestici. In Europa oggi, nell'edilizia abitativa moderna si usano spesso tubazioni di plastica ad alta resistenza per la distribuzione di gas e acqua.

Le tubazioni in plastica durano a lungo, sono flessibili e plasmabili e quindi meno soggette a rotture e facili da produrre e assemblare. Sono molto resistenti e di conseguenza si possono usare nelle condizioni più estreme, essenziali per assicurare la distribuzione dell'acqua in centri urbani grandi e piccoli. La plastica è inoltre leggera ed economica, tutte prerogative queste che ne fanno il materiale ideale per un utilizzo diffuso anche nei paesi in via di sviluppo.

#### Irrigazione

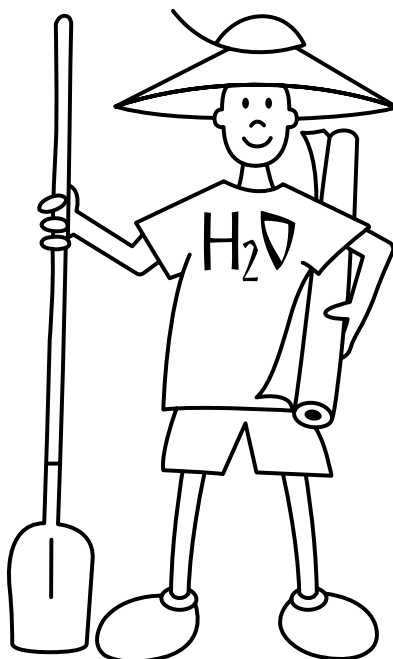
Per l'agricoltura è fondamentale l'acqua e non sempre piove quando serve agli agricoltori. Se si aggiunge il fatto che l'agricoltura è praticata prevalentemente nei paesi con una piovosità scarsa o non affidabile, l'irrigazione diventa di vitale importanza.

Gli impianti di irrigazione servono per convogliare l'acqua ai raccolti da un fiume, da una diga o mediante trivellazione. La prima forma di irrigazione risale a migliaia di anni fa lungo il Nilo ed era effettuata con semplici secchi e un meccanismo a leva chiamato shadouf.



Oggi l'agricoltura assorbe la maggior parte dell'acqua presente nel mondo intero. Tra il 70 e l'80 per cento dell'acqua attinta nel mondo serve per irrigare i campi. I metodi tradizionali di irrigazione sono però causa di enormi sprechi. Si valuta che solo il 40 per cento circa dell'acqua destinata all'irrigazione arriva dove serve.

Una soluzione è rappresentata dall'irrigazione a goccia che consiste



nella lenta erogazione dell'acqua mediante tubazioni di plastica posate direttamente sul terreno. I tradizionali impianti di irrigazione a pioggia spruzzano l'acqua in grande quantità in aria e sulle piante ma molta va perduta a causa dell'evaporazione. Invece i sistemi di erogazione con micro-irrigazione portano lentamente l'acqua fino al terreno e alle radici delle piante. Si valuta in circa il 70 per cento il risparmio d'acqua.

L'irrigazione a goccia è in uso in California, Israele, Spagna e Sud Africa – tutte zone dove l'acqua è cara e scarsa. Nei paesi in via di sviluppo con una soluzione simile ma più economica, basata su secchi e tubazioni in superficie, si possono conseguire risultati analoghi.

Sono state dissotterrate tubazioni vecchie di 75 anni ancora in condizioni eccellenti. Una copertura di plastica può servire per evitare la dispersione dell'acqua dal terreno. In Cina gli agricoltori usano la plastica per rivestire i solchi in cui è piantato il riso. Il rivestimento dura cinque anni e evita la dispersione dell'acqua in una zona desertica tra la Mongolia e il deserto di Badain Jaran.

## ESERCIZIO 3

- 1** La plastica è flessibile e plasmabile. Spiegate perché tutto questo costituisce un vantaggio per le tubazioni che trasportano l'acqua. Fate un esempio di materiale poco elastico.
- 2** Fate l'esempio di una coltivazione in Europa che si avvale dell'irrigazione.
- 3** Il termine "evapotraspirazione" indica la perdita d'acqua dalla terra e la traspirazione dalle piante. In che modo le piante e gli alberi perdono acqua e in quale momento dell'anno è più alta la perdita d'acqua causata da questo fenomeno?
- 4** Alcuni agricoltori usano delle strisce di plastica stese sul terreno attorno alle piante. Perché credete che lo facciano?
- 5** Cercate di spiegare perché sono così pochi gli edifici costruiti tenendo presente la conservazione dell'acqua. Cosa ci vuole per cambiare la situazione?

Il rivestimento di plastica dei solchi serve anche per conservare le sostanze nutrienti nel terreno ed offre quindi agli agricoltori un duplice vantaggio.

Sono anni che gli agricoltori usano coperture in plastica per costruire serre temporanee ma oggi la tecnologia ha fatto un ulteriore passo avanti con la creazione di un ambiente controllato progettato ad hoc, dove ogni pianta ha la giusta quantità di luce, acqua e sostanze nutrienti e le mosche e gli insetti dannosi sono tenuti a debita distanza.

La tecnologia e la plastica offrono soluzioni allo spreco dell'acqua in agricoltura.

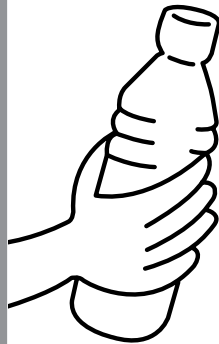
## Soluzioni innovative

Continuano ad evolvere le soluzioni per la distribuzione dell'acqua e la plastica ha un proprio ruolo.

Per esempio gli sviluppi futuri comprendono tra l'altro un distillatore solare progettato da una società come mezzo per produrre acqua pura basandosi sui semplici principi di evaporazione e condensazione.

Il dispositivo viene posizionato sopra una fonte d'acqua, oppure se necessario può addirittura galleggiare sull'acqua,

Negli anni recenti, un modo di risolvere il problema della scarsità d'acqua e di igiene è stata la crescita dell'uso di acqua imbottigliata. Le difficoltà in questo caso sono rappresentate dal confezionamento: come ottenere sicurezza, igiene, praticità e insieme facilità di trasporto? Le bevande imbottigliate adottano spesso confezioni in plastica perché sono:



- leggere ma resistenti (e quindi a maggiore risparmio energetico nel trasporto) e più sicure di altri materiali
- infrangibili
- in grado di resistere alla pressione senza andare in frantumi
- insapore e quindi non incidono sul gusto dei prodotti contenuti
- riciclabili

e una specie di stoppino impregna d'acqua la base porosa. Il sole riscalda l'interno della tenda di plastica e l'acqua evapora lasciandosi dietro le impurità.

A contatto con le pareti di plastica l'aria umida si condensa e l'acqua pura scorre al suolo, dove viene raccolta in una canaletta. I produttori sostengono che l'invenzione può produrre oltre un litro d'acqua al giorno. Ma gli scienziati prevedono la creazione di grandi impianti di distillatori solari in grado di produrre acqua a sufficienza per una famiglia se non addirittura per un villaggio.



Anche le tecnologie innovative che si avvalgono delle materie plastiche usate nelle esplorazioni spaziali potrebbero fornire la soluzione per migliorare la distribuzione dell'acqua dolce. La plastica usata nei sistemi di supporto alle funzioni vitali nell'esplorazione spaziale consente di fornire agli astronauti l'aria e l'acqua più pure possibili e servizi igienico - sanitari migliori che in precedenza.

In orbita si portano solo un migliaio circa di litri d'acqua perché pesa e si consuma molto carburante per portarla nello spazio. Per viaggiare nello spazio bisogna poter riutilizzare e riciclare il rifornimento d'acqua. Sono quindi stati

messi a punto dei sistemi di purificazione individuale dell'acqua per l'uso degli astronauti, basati in gran parte su sistemi filtranti in plastica. Si riesce così a recuperare l'85 - 95 per cento dei rifiuti di acqua e urina. L'acqua è poi trasformata in vapore e, dopo successive fasi di trattamento chimico, meccanico e termico, in sole 8 - 9 ore diventa di nuovo abbastanza pura da essere potabile.

Questa tecnologia è ora in fase di sviluppo a cura di organizzazioni che auspicano di realizzare impianti di purificazione dell'acqua su larga scala per i paesi che ne hanno bisogno.

Le soluzioni al problema dell'acqua esistono, la sfida è rendere le soluzioni accessibili a coloro che ne hanno bisogno. Finora la plastica è stata determinante per dare a milioni di persone la possibilità di avere acqua pulita e continuerà a farlo anche in futuro.

**“I materiali innovativi come la plastica hanno spesso permesso di risolvere i problemi e le difficoltà incontrate nelle missioni spaziali. Ora le stesse tecnologie ci permettono di affrontare i problemi che incontriamo sulla terra”,** dice Pierre Brisson, Capo del Programma di Trasferimento Tecnologico delle attività spaziali dell'ESA (ESA's Technology Transfer Programme).

## ESERCIZIO 4

**1 Cercate di costruire un distillatore solare. Scavate nel terreno una buca profonda circa 50 cm. e del diametro di un metro. Mettete un catino di plastica al centro e coprite il tutto con uno spesso telo di plastica. Mettete un piccolo peso in mezzo al telo. Lasciate passare una giornata calda e una notte fredda. Osservate quanta acqua si è raccolta nel catino il mattino successivo.**

**2 Pensate all'uso dell'acqua in una casa moderna. Come potrebbero i designer ridurre i consumi d'acqua delle famiglie? Elencate le precauzioni da adottare per conservare l'acqua, cercando di ridurre gli sprechi, riciclandola, raccogliendo l'acqua piovana.**



# Note per l'insegnante

## Scheda 1

1.1 oggi	1.1 in passato	1.2 ragioni per cui viene usata la plastica
matite	legno	minori costi di produzione; comodità: non deve essere temperata, la lunghezza non cambia; produzione di penne a sfera
righelli	legno	economici; più leggibili; più facili da pulire; anche trasparenti
paraurti	acciaio cromato	la plastica non arrugginisce e assorbe gli urti senza danni permanenti
sistemi hi-fi	alluminio	migliore dal punto di vista estetico; possibile creare diverse forme grazie alla plasticità della materia; migliori proprietà acustiche
lenti dei fanali per automobili	vetro	più facili da produrre; meno pericolose in caso di incidenti
bottiglie per bibite	vetro	più leggere e meno pericolose; minori costi di trasporto
maglie e maglioni di fibre miste acriliche	lana	minori costi di produzione; più facili da lavare
capi d'abbigliamento in rayon, poliestere e lycra	seta	più economici e meno delicati; più indossabili
manici di posate	terraglia/corno	maggior disponibilità di materiale; lavabili in lavastoviglie
secchi	ferro	più leggeri, non arrugginiscono, meno rumorosi

### 2.1

Caratteri	Vantaggio
Sicurezza	Nell'auto la plastica assorbe meglio gli impatti e garantisce quindi più protezione agli occupanti; se ammaccata, piegata o rotta, la plastica non presenta bordi seghettati.
Convenienza	La bassa densità delle materie plastiche consente di ridurre il peso dell'automobile, il che si traduce in un minor consumo di carburante.
Stile	La plastica può essere modellata in qualsiasi forma, ed è quindi possibile produrre automobili più aerodinamiche che consentono maggior risparmio di carburante.
Colore	La colorazione delle materie plastiche avviene per miscelazione della resina con pigmenti coloranti. Questi cioè, vengono incorporati nella materia plastica invece che applicati sulla superficie esterna della stessa; in questo modo, si riduce la possibilità che sassi e graffi intacchino la vernice lasciando segni indelebili.
Costi	I tempi e costi di produzione sono minori in quanto la plastica può essere lavorata con più facilità; la plastica può essere più economica del metallo riducendo i costi delle materie prime.

### 2.2

Costo del carburante in automobili senza plastica =  
 $2\,000 \times \text{Lit. } 2\,000 = \text{Lit. } 4\,000\,000$   
 Risparmio del 4% =  $4 \times 4\,000\,000 / 100 = \text{Lit. } 160\,000$

### 4.1

Le prime materie plastiche furono prodotte nel 1862. Tuttavia, il loro uso aumentò molto lentamente fino a questo secolo, quando, verso la metà degli anni '40, la produzione giunse a 2 milioni di tonnellate l'anno. Entro la fine degli anni '60, questa cifra si era raddoppiata e continuò a crescere di circa 3 milioni di tonnellate l'anno fino all'inizio degli anni '70, quando la produzione passò da 42 a 38 milioni di tonnellate. La rapida crescita riprese verso la metà degli anni '70 e continua tuttora.

### 4.2

La crescita economica che caratterizzò il periodo del dopoguerra negli anni '50 provocò un aumento della domanda di materie plastiche.

### 4.3

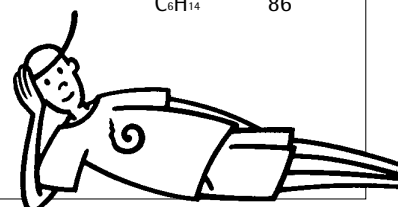
Il prezzo del petrolio venne raddoppiato, il che provocò l'aumento dei prezzi e la conseguente diminuzione nella domanda di prodotti manufatti.

### 4.4

La curva del grafico deve crescere del 3,5% all'anno.

## Scheda 2

1.1	1.2	1.3
A $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	$\text{C}_2\text{H}_4$	28
B $\text{CH}_4$	$\text{CH}_4$	16
C $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\text{C}_4\text{H}_8$	56
D $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$	$\text{C}_4\text{H}_8$	56
E $\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\text{C}_4\text{H}_8$	56
F $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$	$\text{C}_4\text{H}_6$	54
G $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	86



2.1  
La densità dovrebbe avere un valore compreso tra 0,91 e 1,05 g/cm<sup>3</sup>.

2.2  
Una densità compresa tra 1,06 e 1,34 g/cm<sup>3</sup>.

2.3  
Non mischiare materie plastiche diverse di densità simile.  
Utilizzare inchiostro idrosolubile.  
Preferire i colori chiari a quelli scuri.  
Stampare le informazioni direttamente sulla plastica piuttosto che su etichette, oppure utilizzare colle solubili per le etichette.

- 2.4
- il prezzo diminuirà rendendo il procedimento meno conveniente
  - questo aumenterà, provocando un aumento dei costi
  - i costi si alzeranno
  - il procedimento diventerà meno proficuo e la pratica verrà messa a repentaglio

2.5  
L'opinione pubblica comincerà a mettere in dubbio l'utilità del riciclo e perderà rapidamente interesse. Le organizzazioni che si occupano del riciclo perderanno credibilità e sostegno pubblico.

3.2  
E' necessario conoscere i costi di lavorazione dei metodi e i costi di altre materie prime utilizzate (ad esempio, l'idrogeno). Per le sostanze chimiche è necessario anche un contratto di fornitura regolare, che dovrà includere le specifiche del materiale da utilizzare.

4.2  
Le ricerche indicano che l'anidride solforosa, prodotta principalmente da centrali elettriche, è responsabile per circa il 98% dell'acidità nell'atmosfera. Il restante 2% è acido cloridrico. Di questo, lo 0,5% può essere attribuito agli inceneritori municipali di rifiuti domestici. L'incenerimento di PVC contribuisce a meno dello 0,25% di tutti i gas acidi.

4.2  
I dati mancanti sono:

Quantità (000 ton)	1994	1995	1996	1997
Totale rifiuti di plastica	17505	<b>16056</b>	16871	17454
Quantità riciclata meccanicamente	1057	1222	<b>1320</b>	1440
Quantità riciclo chimico	51	99	251	334
Recupero di energia	2348	2698	2496	2575
Plastica totale recuperata	<b>3456</b>	4019	4067	4349
% rifiuti recuperati	20%	25%	24%	<b>25%</b>

## 5 Il riciclo

Il riciclo può separare dei materiali con un certo valore di risorsa da materiali di scarico - come per esempio i metalli quali l'alluminio, il rame, lo stagno, oltre a vetro, carta e plastica.

Il riciclo può ridurre i costi di produzione industriale.

Tutti possono contribuire al riciclo. Ma, se considerate il consumo per andare ad un centro di raccolta e per poter depositare materiali per riciclo, correte il rischio di utilizzare più energia per il carburante di quella risparmiata nel riciclo.

La richiesta di materiali riciclati può non essere sempre costante, a causa della fluttuazione dei prezzi delle materie prime o della mancanza di sbocchi adeguati. Ecco perché esiste una massima quantità di plastica riciclata da incorporare in nuovi prodotti. Spesso, la plastica viene riciclata in applicazioni del tutto diverse, per esempio dalle bottiglie alle fibre.

### Produzione di energia mediante combustione

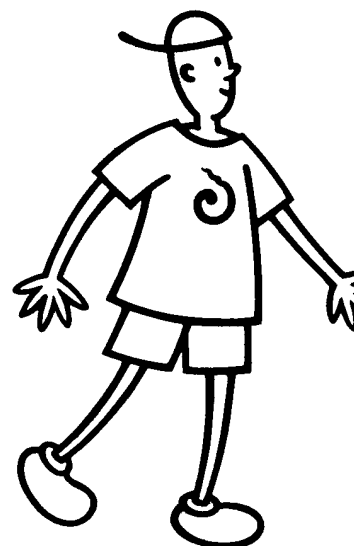
Pratica utile se l'energia emessa viene riutilizzata per il riscaldamento di aree estese (fabbriche, ecc.) o per la produzione di energia elettrica.

Per essere efficace e utile, è necessario che venga effettuata vicino ai centri abitati.

Gli impianti devono tener conto delle severe normative sui livelli di emissione e sul monitoraggio stabiliti dalla legislazione europea.

L'energia dai rifiuti riduce il volume e la massa dei rifiuti che finiscono in discarica.

Usando i rifiuti come energia si risparmia combustibile fossile.



1.4

La sistemazione in ordine crescente (dal più basso al più alto) dei punti di ebollizione sarà: ABFCDEG.

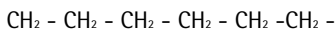
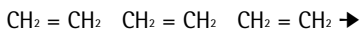
Uno dei fattori che determinano il punto di ebollizione è la massa della molecola. Anche la forma della molecola è importante.

2.1

L'etilene è una piccola molecola contenente un doppio legame carbonio-carbonio. Si tratta di una molecola piana e molto reattiva a causa del doppio legame.

Il polietilene è una molecola lunga costituita da legami singoli di carbonio-carbonio. Non è piana e, poiché non ci sono legami doppi, è molto poco reattiva.

2.2

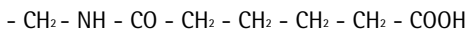
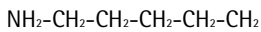


Scheda 3

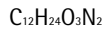
3.1



3.2



3.3



4.1

Il PET è in grado di sopportare temperature molto diverse e può quindi essere utilizzato [a] nel forno microonde e [b] nel freezer senza che la plastica venga danneggiata.

4.2

Impedisce il passaggio di aria e umidità.

4.3

Il polietilene a bassa densità LDPE è più flessibile del polietilene ad alta densità HDPE ed è quindi più utile per articoli che è necessario spremere, piegare o torcere.

4.4

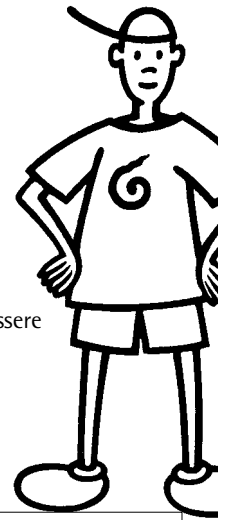
Usi di LDPE

- involucri a pellicola
- rivestimenti per contenitori e cavi elettrici

Usi di HDPE

- giocattoli
- serbatoi della benzina nelle automobili
- tubi

L'HDPE viene utilizzato in prodotti che devono essere abbastanza rigidi, mentre la varietà LDPE viene utilizzata per prodotti più flessibili.



4.5

PVC

Non si deteriora in caso di esposizione agli agenti atmosferici

Non richiede verniciatura con conseguente riduzione dei costi di manutenzione  
Assenza di verniciatura significa un minore impatto ambientale

Riciclabile alla fine del periodo di utilizzo

È ignifugo

Non è facile che si scheggi, ammacchi o crepi

Legno

Esposto agli agenti atmosferici si deteriora nel tempo

Richiede verniciatura periodica

Usualmente non può essere riciclato, riutilizzato, se non come legna da ardere

Brucia

Si può scheggiare, ammaccare o crepare

Alluminio

Può deteriorarsi se esposto agli agenti atmosferici

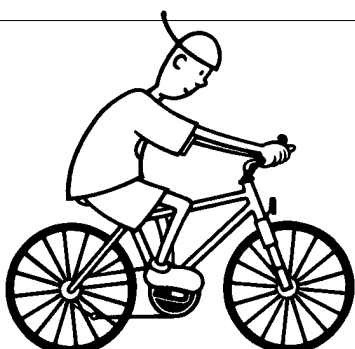
Spesso verniciato per evitare danni causati da agenti atmosferici e per incontrare i gusti del cliente

Riciclabile alla fine del periodo di utilizzo

Non brucia

Non è facile che si scheggi e ammacchi

Il PVC si presta in modo particolare all'aggiunta di diversi componenti per l'ottenimento di composizioni ad hoc atte ad allungare la durata della resistenza agli agenti atmosferici, la durezza, la persistenza del colore, la durata dei serramenti delle finestre e le proprietà ignifughe.



4.6

Un metodo potrebbe essere quello di utilizzare della pellicola per alimenti e altri tipi di involucri come le borse di plastica, i sacchetti di carta, e simili, per verificare l'efficacia delle diverse materie nella conservazione dei biscotti.

Si consiglia di pesare i biscotti all'inizio dell'esperimento e di ripetere la pesatura a intervalli regolari per verificare la variazione della massa. Come termine di paragone e verifica, si consiglia anche di utilizzare un biscotto non protetto da involucri.



## Scheda 4

### 1.1

Le materie plastiche sono utilizzate per l'isolamento di apparecchiature elettriche - ferri da stiro, tostapane, asciugacapelli, radio, impianti stereo - e di accessori elettrici - prese, spine, interruttori, prolunghe e spine multiple.

### 1.2

È possibile verificare l'integrità del prodotto senza dover aprire la confezione.

### 1.3

Il packaging in plastica agisce da barriera contro i micro-organismi, mantenendo perfettamente sterile l'attrezzatura medica. La plastica può tranquillamente essere usata per attrezzature flessibili quali tubi. Strumenti sterili monouso quali siringhe e guanti chirurgici, possono essere prodotti economicamente.

### 1.4

Alcuni piccoli oggetti di plastica, se gettati via come rifiuti, potrebbero essere ingeriti da animali. La Scheda 7 "La Gestione dei Rifiuti" fornisce ulteriori informazioni sull'individuazione dei rifiuti, le loro cause e conseguenze e su come agire in modo più responsabile per ridurre al minimo l'impatto sull'ambiente.

### 1.5

Durante l'uso alcune parti di un'auto si surriscaldano, ma grazie alle proprietà tipiche della plastica, mantengono tuttavia la loro forma ed efficacia. Utilizzati negli imballi per alimenti, certi tipi di plastica si possono trasferire direttamente dal congelatore al forno a microonde.

### 1.6

Le merci giungono intatte a destinazione, sono protette contro le intemperie e in caso di incidenti.

### 2.1

I prodotti alimentari possono spesso deteriorarsi prima di raggiungere il consumatore anche a causa dell'arretratezza e della lentezza dei sistemi di distribuzione vigenti in questi paesi e lo spreco di cibo può arrivare al 70%, paragonato all'1/2% dell'Europa Occidentale.

### 2.2

Protezione del cibo da micro organismi e degli articoli fragili da urti e danni. Le confezioni in vetro nei bagni, dove le persone stanno spesso a piedi nudi, possono diventare pericolose se rotte.

### 2.5

Si può procedere lasciando cadere le uova sode avvolte in polietilene a bolle da diverse altezze utilizzando quantità diverse di polietilene.

### 3.1

Il fatto che il peso delle bottiglie in materia plastica sia inferiore rispetto a quella delle bottiglie in vetro consente di risparmiare carburante.

### 3.2

È necessario conoscere i costi di manifattura, trasporto ed eliminazione delle bottiglie in materia plastica e in vetro.

### 3.3

Sacchetti di plastica...

- sono più resistenti (i manici tendono tuttavia a spezzarsi in caso di peso eccessivo)
- non si stracciano se bagnati
- si adattano meglio alla forma del contenuto (alcuni sacchetti di carta sono tuttavia più rigidi)
- possono essere più facilmente riutilizzati per altri scopi.

### 3.4

È necessario confrontare fra loro solo sacchetti in grado di portare pesi simili.

### 3.5

La massa della confezione aumenterebbe del 300% circa.

### 3.7

<b>A</b> <i>Dalla fabbrica al magazzino del negozio</i>	Con le bottiglie di plastica si hanno minori costi di trasporto (meno carburante) in quanto più leggere. Con la plastica è inoltre possibile produrre bottiglie più grandi riducendo ulteriormente il rapporto prodotti/imballi.
<b>B</b> <i>Dal magazzino agli scaffali del negozio</i>	Lo spostamento di bottiglie fatte con le materie plastiche è meno faticoso: è possibile lavorare più velocemente e, quindi, risparmiare.
<b>C</b> <i>Dagli scaffali alla cassa e da questa alla casa del consumatore</i>	Come al punto precedente. Meno sforzo fisico anche per i consumatori (prodotti più leggeri).

### 3.8

Il metallo sarà più simile al vetro e il cartone alla plastica. Nessuno dei contenitori è pesante quanto il vetro. Nessuna delle plastiche è pesante quanto il metallo.

### 3.9

	Vantaggi	Svantaggi
<i>Plastica</i>	Facile da plasmare	In passato, l'eliminazione dei rifiuti in plastica è stata fatta senza il dovuto impegno
<i>Vetro</i>	Trasparente	Fragile
<i>Metallo</i>	Resistente, solido	Bordi taglienti quando si aprono le confezioni
<i>Cartone</i>	Leggero	Composto di vari materiale

### 3.10

#### Vantaggi

I contenitori in plastica possono essere facilmente prodotti in diverse forme e dimensioni; sono resistenti, flessibili e non pericolosi se spezzati. Facili da decorare e stampare, rappresentano inoltre un'ottima difesa contro i micro organismi e l'esposizione diretta alla luce.

#### Svantaggi

Devono essere fatti ulteriori progressi per migliorare il riciclo ed altri tipi di recupero al termine del ciclo vitale. Generalmente minore percentuale di riciclo rispetto agli altri materiali.

### 4.1

Si può tracciare un grafico relativo alla temperatura rispetto al fattore temporale. Le curve del grafico mostreranno i tassi relativi a cui i vari contenitori disperdono il calore. E' opportuno utilizzare sempre la stessa quantità di liquido ed effettuare le misurazioni iniziali e finali sempre alle stesse temperature. Durante l'esperimento, per ridurre al minimo la dispersione di calore dovuta a convezione, si consiglia di coprire i recipienti utilizzati con coperchi dello stesso materiale.

## Scheda 5

### 1.1

Le persone stanno riscoprendo vecchi usi, come per esempio:

- fare composti con i rifiuti organici della cucina (bucce di verdura, di banana etc.) ed utilizzarli per arricchire la terra del giardino;
- usare i detriti del giardino ridotti in piccoli pezzi (resti di potatura degli alberi, erba tagliata etc.) come strame per trattenere l'umidità nel suolo e per nutrirlo;
- andare a piedi a fare la spesa invece di usare l'auto; servirsi dei mezzi di trasporto pubblici quando possibile e praticabile; usare la bicicletta ragionevolmente quando possibile;
- raccogliere l'acqua piovana e/o l'acqua di scolo per il giardino;
- riutilizzare i sacchetti di plastica per la spesa.

Ci sono inoltre nuove abitudini che devono essere acquisite:

- usare lampadine a lunga durata e basso consumo energetico nelle case;
- usare un'auto sola per più persone per andare al lavoro;
- spegnere luci e riscaldamento quando non vengono usati;
- ottimizzare l'uso degli isolanti nelle case per ridurre la dispersione di calore;
- riciclare i materiali in modo ragionevole e conveniente (es. non guidare per chilometri solo per buttare una o due bottiglie).

Tutte queste azioni prese singolarmente non significano granché, ma considerate nel loro insieme, se vengono messe in atto da un numero sufficiente di persone, possono avere un impatto considerevole.

### 3.1

Le bottiglie hanno un peso inferiore rispetto a qualche anno fa. Migliore design significa impiegare minore materiale senza ridurre la resistenza e la sicurezza. L'uso di minore quantità di materiale significa inoltre ampi risparmi nei costi energetici per i trasporti.

### 4.1

La plastica viene oggi sempre più impiegata nei veicoli perché garantisce vantaggi in termini di design, costi, sicurezza, aerodinamica e ambiente. L'uso della plastica nelle auto, per

della plastica rende le auto più leggere, il che significa risparmio sul consumo di carburante ed emissioni ridotte. Le parti in plastica inoltre richiedono meno vernice e strati protettivi, e portano quindi ad un risparmio di tempo e materiali nella produzione.

Fra il 1974 ed il 1988 il consumo di carburante nelle auto è sceso del 14%. Si è valutato che la plastica ha contribuito almeno per la metà al risparmio di carburante, grazie alla riduzione di peso e all'aerodinamica.

I parafranghi, i coperchi del cofano e del bagagliaio hanno oggi come composizione di base la plastica. I componenti di sicurezza come l'air bag, le cinture di sicurezza e le protezioni sulle fiancate sono stati resi possibili dalla flessibilità della plastica. In futuro i finestrini potranno essere realizzati con componenti in plastica infrangibile.

Oltre che nelle auto la plastica è ampiamente usata per altri mezzi di trasporto. Per esempio, l'interno della carlinga degli aerei è costruito con un tipo di plastica flessibile che consente l'estensione a velocità supersoniche; lo scafo delle barche e il muso dei treni ad alta velocità sono di plastica, stampati in pezzo unico per renderli più aerodinamici.

### 5.1

Si potrebbe usare il termine "rispondente" piuttosto che "intelligente". Questi polimeri rispondono alle condizioni in cui si trovano (es. temperatura, quantità di luce solare che li colpisce).

Il materiale plastico trasparente, per esempio, diventa opaco e riduce la quantità di luce (e calore) che lo attraversa. Le lenti fotocromatiche degli occhiali agiscono già in modo simile, diventando via via più scure.

## Scheda 6

### 1.1

Le materie termoplastiche, al contrario di quelle termoindurenti, possono essere rammollite e riutilizzate come polimeri. Se questi due prodotti venissero mischiati, risulterebbe impossibile separarli. Anche le materie termoplastiche diverse non sono compatibili tra loro quando sono fuse assieme. Sebbene la miscela possa essere stampata in speciali attrezzature di lavorazione, le sue proprietà fisiche sono decisamente meno performanti di quelle della plastica pura singola. Anche in presenza di un'esigua quantità di polimeri diversi, le proprietà del riciclato vengono influenzate negativamente.

La separazione delle materie plastiche aumenta le possibilità di riutilizzo: possono essere lavorate e trasformate nei polimeri originali o disgregate nei loro componenti principali e, qualora tali mezzi di riciclo non fossero ritenuti opportuni, si potrebbero ancora usare come combustibile.

### 1.2

La plastica chiara può essere meglio riutilizzata. Si può infatti creare una materia plastica scura da una chiara mentre il procedimento inverso è, ovviamente, impossibile.

### 1.4

Un buon esempio potrebbe essere una bottiglia di yogurt liquido in cui la bottiglia sia stata prodotta con polietilene ad alta densità (codice 2) e il tappo con polietilene a bassa densità (codice 4). Grazie a questo accorgimento, il tappo rimane più flessibile e può essere facilmente rimosso.

## Scheda 7

1 e 2

L'insegnante può dividere la classe in 5 diversi gruppi di lavoro. Ciascun gruppo si incarica di ispezionare due zone nell'ambito della località individuata (la scuola stessa, le strade intorno alla scuola, un parco locale o area di divertimento). Per questa attività sarà necessaria una certa pianificazione e si dovranno tenere debitamente in considerazione gli aspetti della sicurezza e della salute e la supervisione degli alunni.

Per ogni zona scelta, gli studenti avranno bisogno di:

**A** registrare i tipi di rifiuti presenti (si può studiare una semplice griglia o una lista di controllo per questa attività). Quelli solitamente più comuni sono:

- Lattine per bevande
- Mozziconi di sigarette
- Pezzi di carta
- Gomma da masticare
- Imballi in plastica
- Vetro

**B** effettuare una valutazione dell'area in base ai criteri di Tidy Britain. Per garantire un certo grado di standardizzazione, sarebbe utile che gli studenti e l'insegnante visitassero una zona (per esempio il cortile o la zona davanti alla scuola) ed effettuassero una valutazione collettiva riguardo alla stessa (sulla base dell'apposito indice) in modo da applicare gli stessi criteri a tutte le zone.

**C** quantificare la presenza di rifiuti misurando una zona specifica (per esempio 10 metri per 1 metro) e contando il numero dei vari generi di rifiuti presenti in quell'area, in modo da produrre grafici, ecc. per confrontare le diverse aree.

Al ritorno in classe, si possono confrontare i dati delle diverse zone e gli studenti possono affrontare le domande dell'attività 1. Le risposte dipenderanno naturalmente dalla zona, ma i generi di rifiuti più comunemente rilevati sono di solito: mozziconi di sigarette, fiammiferi usati, pezzetti di carta, carte di caramelle e sacchetti di plastica.

Ogni zona dovrà essere valutata secondo i criteri Tidy Britain.

I rifiuti pericolosi per le persone o gli animali comprendono: vetri rotti, bottiglie di vetro, siringhe usate/materiale per uso medico (rischio di epatite, AIDS, ecc.). A volte vengono buttate via apparecchiature di grandi dimensioni per uso domestico (es. frigoriferi o congelatori); in questo caso non si tratta di veri e propri rifiuti, ma in ogni caso possono rivelarsi pericolosi per i bambini che possono finire intrappolati dentro. Alcuni generi di rifiuti sono difficili/costosi da rimuovere, come ad esempio la gomma da masticare: ogni singolo pezzo deve essere grattato via o spazzato via con un manichetta ad alta pressione. Se vengono raccolti vetro, carta e articoli di plastica, questi possono essere immessi nuovamente nel sistema di gestione rifiuti e molti possono essere recuperati.

Le valutazioni per ogni zona (A, B, C, ecc.) vengono quindi convertite in punteggio numerico (5,4,3, ecc.). I punteggi vengono poi usati per realizzare l'indice di pulizia del quartiere. Se vengono visionati dieci luoghi e ciascuno ha un punteggio A (o 5), il quartiere avrà un punteggio di 50/50 o 100%. Se, tuttavia, ogni luogo ha un punteggio pari a 1, il suo indice di pulizia sarebbe 10/50 o solo 20%.

3

Si può assegnare un ambiente ad ogni gruppo e chiedere di considerare tutti i vari tipi di rifiuti che ci si aspetterebbe di trovare in quel dato ambiente, come ci sono arrivati (chi potrebbe averli portati e lasciati lì e perché), se sono biodegradabili, riciclabili o meno, ecc.

Si può quindi passare a considerare l'accesso alle varie zone e come è cambiato negli ultimi 50 anni. Per esempio, l'aumento del numero di persone che possiedono un'auto e il maggiore tempo libero a disposizione. Si potrebbe anche discutere del controllo dei rifiuti tramite la distribuzione e lo svuotamento di appositi bidoni, l'istituzione di ispezioni e leggi locali.

Le misure atte a ridurre i rifiuti dipenderanno in parte dalla natura dei rifiuti, ma si potrebbe cominciare a parlare degli aspetti più semplici, come la fornitura di bidoni per rifiuti, l'assunzione di personale che svuoti regolarmente i bidoni per evitare il sovrariempimento. Si potrebbe trattare anche la responsabilità individuale, per esempio degli esercizi commerciali e dei ristoranti nello smaltimento dei loro rifiuti, oltre a quella dei proprietari di animali domestici relativamente ai rifiuti animali. Si possono affrontare ed espandere gli effetti dell'inquinamento da rifiuti (vedi sopra), per esempio lenze e reti da pesca in mare e fiumi si impigliano nelle eliche ecc. (le reti da pesca scartate dai motopescherecci a traino intrappolano molti mammiferi marini ecc.). Un semplice sacchetto di plastica può sembrare assolutamente innocuo, ma per una testuggine assomiglia a una medusa e una volta ingerito può causarle un blocco intestinale. Si dovrebbe fare riferimento ad aree specifiche, come per esempio boschi, spiagge e città d'arte dove i turisti sono i maggiori responsabili di un notevole inquinamento. Le persone finiscono per distruggere e rovinare i luoghi che sono andati a visitare.

4

Per maggiori informazioni circa la gestione dei rifiuti in Italia, e dettagli per contattare le organizzazioni che attuano programmi nazionali di smaltimento rifiuti o producono documentazione relativa all'argomento: Punto Informativo APME c/o Parini Associati srl - Via Boccaccio 7 - 20123 Milano.

