

## La chimica sostenibile

### I principi della Green chemistry



Artfully Photographer/Shutterstock

#### 1. Rischi e vantaggi della chimica

Nell'immaginario collettivo, la **chimica** è spesso percepita come qualcosa di dannoso e pericoloso. La diffusione della chimica, purtroppo, non è sempre stata gestita in modo responsabile; per questo, si sono verificati alcuni terribili incidenti in impianti chimici, molti inquinanti sono stati rilasciati nell'ambiente e le risorse sono state spesso sfruttate in modo incontrollato.

Considerare la chimica soltanto come negativa, però, non è corretto. Grazie alla chimica, abbiamo a disposizione farmaci per curarci, fertilizzanti per aumentare la produzione agricola, detersivi per migliorare le condizioni igieniche e materie plastiche per ogni genere di applicazione.

Come ogni scienza e attività umana, la chimica può portare vantaggi e rischi. Scienziati e cittadini hanno il compito di studiare e agire in modo da massimizzarne gli aspetti positivi e limitarne la pericolosità. Proprio con questo obiettivo nasce la Green Chemistry.

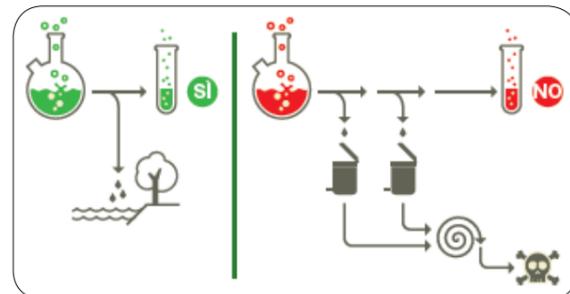
#### 2. I principi della Green Chemistry

La **Green Chemistry** non è una branca della chimica, ma è una nuova visione di questa disciplina basata su principi che hanno come scopo lo sviluppo responsabile e sostenibile. Si tratta di un approccio trasversale che coinvolge tutti i settori e che ha permesso di rimettere a fuoco gli obiettivi primari della ricerca e dell'industria chimica.

La Green Chemistry è stata teorizzata ufficialmente nel 1998 dai chimici Paul Anastas e John Warner, che hanno avuto il merito di stilare i dodici principi fondanti.

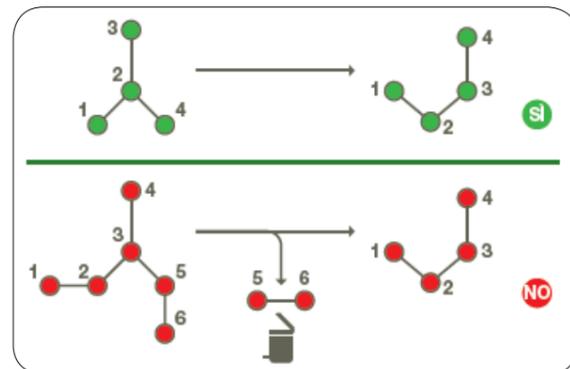
**1) Prevenzione:** è meglio prevenire a monte la produzione di rifiuti e scarti, piuttosto che trattarli e bonificarli una volta creati (**Figura A**).

**Figura A** Prevenire rifiuti pericolosi.



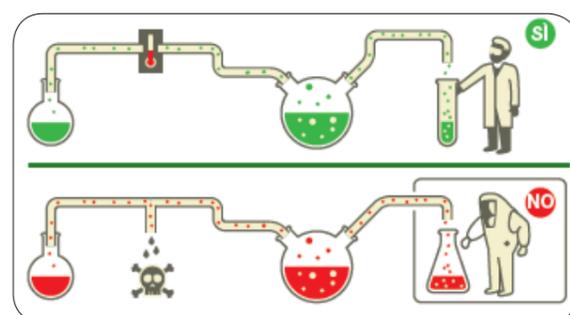
**2) Economia atomica:** le reazioni chimiche di sintesi devono essere progettate cercando di massimizzare l'incorporazione di tutti gli atomi dei reagenti iniziali nei prodotti finali di interesse (**Figura B**).

**Figura B** Fare economia di atomi.



**3) Sintesi chimiche meno pericolose:** dove possibile, i metodi di sintesi devono essere progettati utilizzando e generando sostanze poco o per nulla tossiche per l'uomo e l'ambiente (**Figura C**).

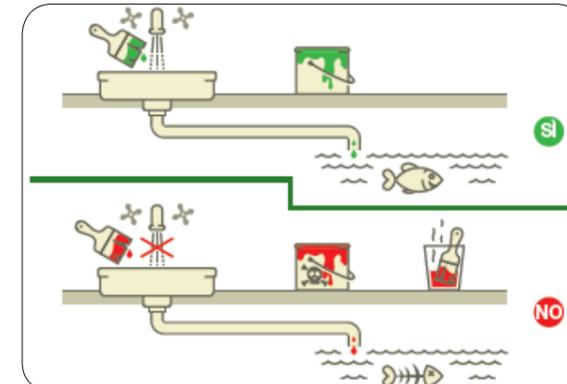
**Figura C** Usare sostanze non tossiche.



**4) Progettazione di prodotti chimici più sicuri:** si deve cercare di progettare prodotti chimici funzionali al loro utilizzo, minimizzando la tossicità.

**5) Solventi e additivi più sicuri:** l'uso di sostanze ausiliarie, come solventi e agenti di separazione, deve essere evitato o limitato il più possibile; se usati, devono essere innocui (**Figura D**).

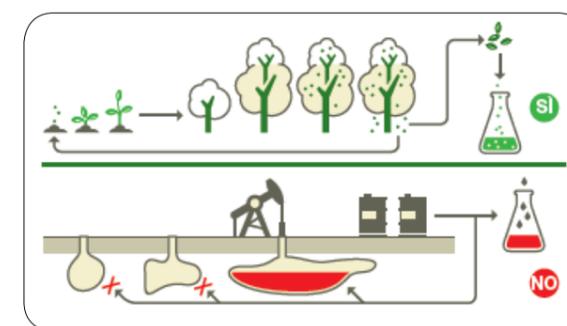
**Figura D** Usare solventi e additivi non tossici.



**6) Efficienza energetica:** la richiesta energetica per i processi chimici deve essere valutata tenendo conto del suo impatto ambientale ed economico e minimizzata.

**7) Utilizzo di materie prime rinnovabili:** le materie prime devono essere rinnovabili per quanto fattibile dal punto di vista tecnico ed economico (**Figura E**).

**Figura E** Privilegiare le materie prime rinnovabili.



**8) Ridurre i derivati:** si deve minimizzare o eliminare, se possibile, la produzione di derivati non necessari poiché richiedono ulteriori reagenti, aumentano i costi e possono produrre scarti. Si tratta di ridurre i passaggi sintetici da fare per arrivare al prodotto desiderato.

**9) Catalisi:** i catalizzatori possono facilitare una reazione in diversi modi, per esempio accelerandola o incrementandone la resa.

**10) Degradazione:** i prodotti chimici che si progettano devono potersi decomporre facilmente alla fine del loro ciclo di vita, in modo da rimanere innocui e da non persistere nell'ambiente.

**11) Analisi in tempo reale per prevenire l'inquinamento:** si devono sviluppare metodologie di monitoraggio e controllo durante un processo chimico per prevenire la formazione di sostanze pericolose nel corso della lavorazione negli impianti chimici.

**12) Sicurezza:** si devono scegliere sostanze e formulazioni che permettano di minimizzare il rischio di incidenti. L'attenzione alla sicurezza non riguarda solo le sostanze chimiche in quanto tali, ma anche la loro gestione nella filiera di produzione: è infatti importante aumentare anche la sicurezza dei lavoratori e delle comunità che vivono in prossimità di impianti chimici.

#### 3. Il futuro della chimica

Applicare i principi della chimica sostenibile non significa quindi chiudere impianti o limitarne l'attività. Lo scopo è garantire la crescita produttiva delle industrie chimiche, riducendo ogni tipo di costo, primo fra tutti quello ambientale. Per realizzare questo obiettivo è la chimica che deve andare in soccorso a sé stessa, impiegando reagenti alternativi, cercando tecnologie più efficienti e privilegiando trasformazioni più sicure. Solo così questa sfida può trasformarsi in un'occasione di rilancio per la ricerca e l'industria.

#### FISSA I CONCETTI IMPORTANTI

- 1** La Green Chemistry è stata teorizzata ufficialmente
  - A negli anni Quaranta del secolo scorso.
  - B nel 1968.
  - C nel 1998.
  - D nel 2008.
- 2** La progettazione di reazioni con lo stesso numero di atomi nei reagenti e nei prodotti rispetta il principio di
  - A efficienza energetica.
  - B economia atomica.
  - C degradazione.
  - D sicurezza.
- 3** Nella Green Chemistry le materie prime utilizzate devono essere per quanto possibile
  - A economiche.
  - B facilmente reperibili.
  - C rinnovabili.
  - D riciclate.
- 4** Per realizzare i suoi obiettivi, la Green Chemistry deve
  - A impiegare reagenti alternativi.
  - B cercare tecnologie più efficienti.
  - C privilegiare trasformazioni più sicure.
  - D tutte le precedenti.