

## La chimica verde

Pietro Greco

*L'industria chimica non significa solo inquinamento. È anche un settore produttivo che informa di sé l'economia e la nostra stessa vita sociale*

Il 2011 è l'Anno Internazionale della Chimica. Verde. Per volontà delle Nazioni Unite, infatti, quest'anno dovrà essere occasione per approfondire il discorso su quella che – con la fisica e la biologia – costituisce storicamente uno dei tre grandi pilastri disciplinari delle scienze naturali. L'unica che ha il medesimo nome di un'industria. Esiste, infatti, l'"industria chimica". Ma non esiste l'industria fisica o l'industria biologica. Non è una questione puramente nominale. Per molto tempo (per troppo tempo, dicono alcuni) la scienza chimica è stata e, per certi versi, si è identificata con l'industria chimica. Per di più con un'industria che ha avuto un così alto impatto ambientale da essere considerata l'emblema stesso della *pollution*, dell'inquinamento prodotto dalle attività umane. Quando Rachel Carson, nel 1962, ha scritto *Primavera silenziosa* – il libro che secondo alcuni ha dato una decisiva accelerazione alla formazione di una coscienza ecologica di massa – era l'"industria chimica" che metteva in discussione, colpevole di produrre le sostanze che impedivano agli uccelli di nascere e di rendere, appunto, sempre più silenziose le primavere nelle sconfinate campagne americane.

L'industria chimica è salita ancora sul banco degli imputati a causa di una serie di incidenti – Seveso (Italia), 1976, diossina; Love Canal (Usa), 1978, rilascio di diossina; Bhopal (India), 1984, rilascio di isocianato di metile – con conseguenze così gravi, spesso così tragiche, che non solo hanno colpito l'attenzione dei mass media e l'immaginario delle persone, ma che hanno portato alcuni studiosi a definire la nostra come "la società del rischio" e che hanno, infine, prodotto le prime grandi serie di "leggi ambientali" a tutela della sicurezza dell'uomo e dell'integrità. Grazie anche a queste leggi, oggi la chimica non genera più "emergenze ambientali" come in passato. Tuttavia, essa fornisce ancora oggi un contributo importante ai problemi strutturali dell'impatto umano sull'ambiente. Negli Stati Uniti, secondo l'Epa,

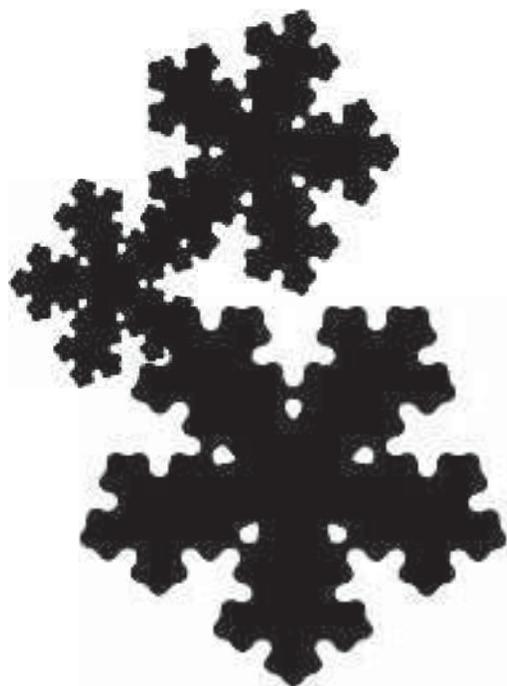
negli ultimi venti anni sono state prodotte 278 milioni di tonnellate di rifiuti pericolosi, collocati in 24.000 siti. Una parte rilevante di questa enorme quantità di rifiuti deriva da industrie chimiche.

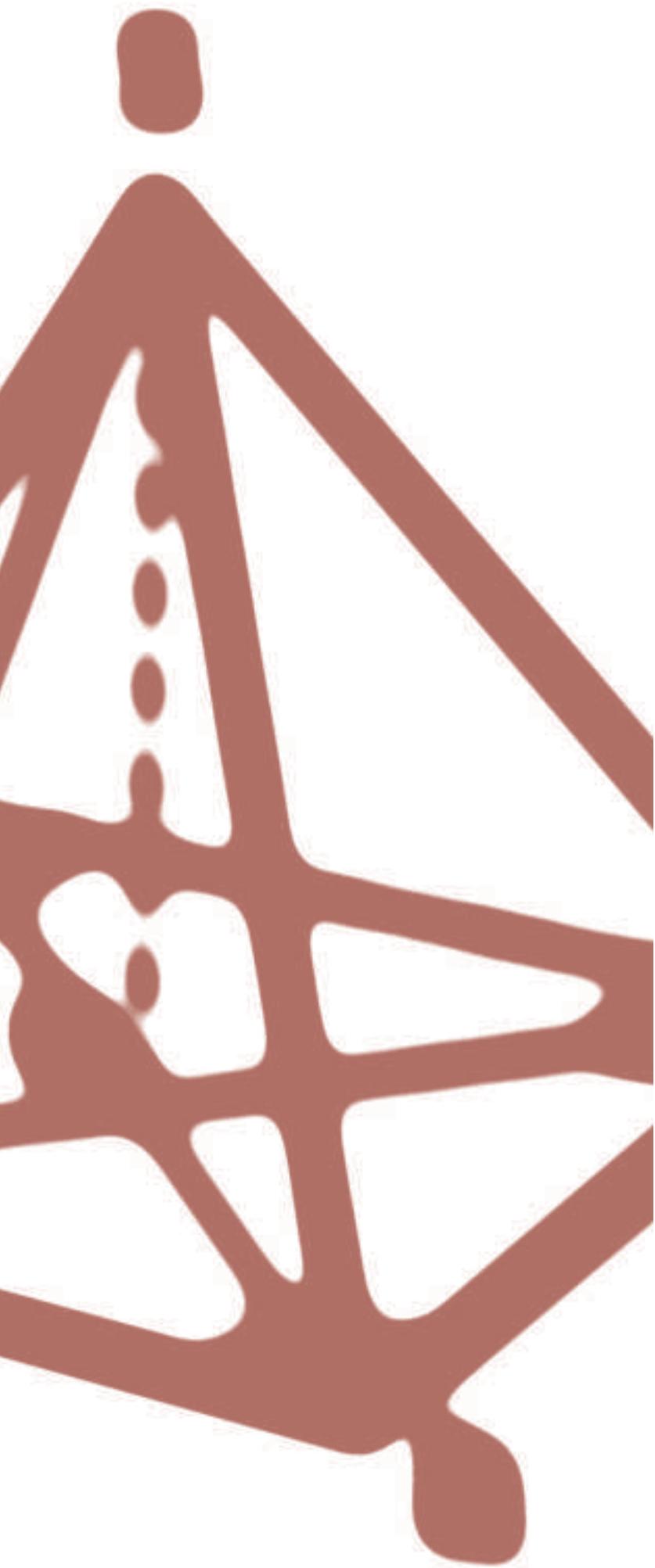
Ogni anno in Italia vengono prodotti più di 50 milioni di tonnellate di rifiuti pericolosi, tra cui anche rifiuti tossici e nocivi. Molti sono prodotti dall'industria chimica. Molti sono smaltiti in maniera illegale e dispersi sul territorio.

Naturalmente, l'industria chimica non è stata e non è solo *pollution*, inquinamento. Al contrario, è un'industria che informa di sé l'economia – la Royal Society di Londra calcola che il 20% del Prodotto interno lordo del Regno Unito sia dovuto alla chimica – e la stessa vita sociale: la plastica (prodotto di sintesi) ha segnato un'epoca; la pillola anticoncezionale ha accompagnato e, secondo alcuni, ha consentito la più grande rivoluzione del XX secolo: la rivoluzione femminile. Naturalmente, la scienza chimica non è stata e non è omologata all'industria chimica.

E nello sforzo, in atto, di riconquistare una totale autonomia, i chimici (intesi come scienziati) non devono perdere i loro contatti con il sistema produttivo. Al contrario, la chimica (intesa come scienza) deve porsi sempre più il problema di cambiare la chimica (intesa come industria). Mettendo a punto prodotti e processi che facciano il bene generale dell'intera umanità e non solo il bene locale dell'impresa. Come sostiene Paul Anastas, docente della Yale University, prossimo direttore di ricerca dell'Environmental Protection Agency (Epa) e "teorico della chimica verde", occorre che i chimici mettano a punto una chimica applicata a basso impatto ambientale: «più efficace, più efficiente e più elegante». Ovvero, semplicemente, che facciano una chimica migliore.

Come? L'obiettivo della "chimica verde", sostiene Paul Anastas fin dal 1991, non deve essere solo quello di rendere più "puliti" i processi e i prodotti attuali, ma ridisegnare il sistema produttivo chimico dalle fonda-





menta. In modo che l'intero ciclo di produzione – dalla sintesi alla gestione dei rifiuti – sia più sicuro, più ecologico e più efficiente da un punto di vista energetico. In generale, significa sintetizzare prodotti a partire da materia prima rinnovabile ed eliminare del tutto la generazione di rifiuti tossici e nocivi.

Più in dettaglio, Paul Anastas e il suo collega John Warner hanno redatto una *road map* che la scienza chimica dovrebbe seguire per aiutare l'industria chimica a diventare ecologicamente sostenibile. Sono i «dodici principi della chimica verde»:

1. *Waste Prevention*. Prevenire la produzione di rifiuti. Piuttosto che impegnarsi nel trattare in maniera più sicura i rifiuti prodotti, i chimici devono impegnarsi nell'immaginare "cicli di produzione" in grado di prevenire la generazione di rifiuti.

2. *Atom Economy*. Economia dell'atomo. Significa progettare metodi di sintesi chimica in cui gli intermedi di reazione siano il più possibile incorporati nel prodotto finale.

3. *Safer Synthesis*. Sintesi più sicura. Significa progettare metodi di sintesi chimica che non genera sostanze tossiche.

4. *Safer Products*. Prodotti più sicuri. Significa progettare prodotti di sintesi che non siano tossici o comunque pericolosi.

5. *Safer Auxiliaries*. Ausiliari più sicuri. Significa sia rendere minimo l'uso di solventi e di altre sostanze ausiliarie pericolose, sia mettere a punto nuovi processi in cui è previsto l'uso di solventi e altre sostanze del tutto innocui.

6. *Energy Efficiency*. Efficienza energetica. Significa rendere minimo il consumo di energia nel corso delle reazioni chimiche. E, possibilmente, progettare reazioni che avvengano a temperatura e pressione ambiente.

7. *Renewable Feedstocks*. Usare biomasse o, comunque, materia prima rinnovabile. La biosfera è una formidabile fabbrica chimica. Possiamo non solo imparare a fare "come fa la natura", ma anche utilizzare direttamente le sostanze naturali, soprattutto se e perché rinnovabili. Si eviteranno così problemi di "depletion", ovvero di esaurimento dei capitali della natura.



8. *Derivative Reduction*. Riduzione dei derivati. Significa mettere a punto reazioni chimiche “più corte”, ovvero con un minor numero di sostanze intermedie, che spesso diventano rifiuti.

9. *Catalysis*. Catalisi. Incrementare l’uso di reagenti catalitici invece che dei reagenti stechiometrici. Significa, in pratica, imparare a usare di più sostanze che in piccola quantità riescono ad accelerare le reazioni chimiche, in-



### La chimica verde deve avere la capacità di ridisegnare l'intero ciclo di produzione

vece che sostanze che partecipano alla reazione stessa.

10. *Degradability*. Degradabilità. Significa mettere a punto reazioni in cui il prodotto finale (ma anche gli intermedi) sia degradabile, in modo che, anche se finisce come rifiuto in discarica, esso si trasformi in composti innocui e facilmente assimilabili dall’ambiente. È quello che succede con il passaggio dai sacchetti di plastica in poliolefine di sintesi ai sacchetti biodegradabili. Occorre, tuttavia, fare attenzione a fenomeni come l’eutrofizzazione: ovvero di impatto sui sistemi ecologici dovuto a immissione eccessiva di nutrienti.

11. *Pollution prevention*. Prevenzione dell’inquinamento. Significa sviluppare metodi per il monitoraggio e il controllo in tempo reale dei processi chimici che producono comunque sostanze pericolose.

12. *Accident prevention*. Prevenzione degli incidenti. Significa mettere a punto processi e pratiche capaci di an-

nullare o, almeno, rendere davvero minimo il rischio di incidenti a impianti come quelli di Seveso, Leva Canal e Bophal. I “dodici principi della chimica verde” proposti da Paul Anastas and John Warner all’inizio degli anni ’90 e successivamente integrati si prestano ad almeno tre considerazioni. La prima è quella proposta dalla rivista *Nature*, quando, proponendo un servizio sull’argomento, ha titolato *It’s not easy being green*, ovvero non è poi così facile diventare verdi. Anche se in questi venti anni l’industria chimica in Europa e in America ha fatto registrare indubbi progressi, è anche vero che, da un lato, i progressi sono inferiori a quanto sperato dai due chimici e, dall’altro, molti dei processi e delle pratiche più a rischio sono state trasferite nei paesi a economia emergente o ancora in via di sviluppo. La seconda considerazione è se la rivoluzione culturale proposta da Paul Anastas and John Warner abbia almeno attecchito nei centri di ricerca. In parte sì. Oggi in molti laboratori si fa ricerca nell’ottica proposta dai due americani. E i progressi scientifici verso la chimica verde – si pensi alle “macchine molecolari” che cercano di “fare come la natura” e trasformare l’energia solare rinnovabile – sono molti. Occorrerebbe, tuttavia, che le nuove conoscenze sviluppate dalle Università trovassero il modo di trasferirsi rapidamente alle imprese industriali. La terza considerazione è se quei dodici principi, anche se applicati integralmente, trasformerebbero davvero quella chimica in un’industria verde. Molti ritengono che l’applicazione dei dodici principi è condizione necessaria, ma non sufficiente, per il *greening* dell’industria chimica. Che per avere un sistema produttivo integralmente ecologico occorre modificarne nel profondo il modello. Ma questo è un problema squisitamente politico.