

# La chimica è pericolosa?



## Prima di preoccuparsi è bene quantificare *il rischio*

Il pericolo è stato sempre alla base della non simpatia verso la chimica da parte dei media e dei cittadini ed è quindi stato interessante sapere che idea hanno del pericolo chimico alcuni studenti universitari, le cui risposte sono state pubblicate nel numero precedente. Non si può nascondere che il pericolo è insito nella produzione e nell'utilizzo di prodotti chimici di sintesi, ma anche di quelli naturali.

Ma c'è un equivoco di fondo, quando si parla di pericolo. Pochi sanno, tranne gli esperti, che questo non è sufficiente per valutare gli effetti negativi della chimica su uomo, animali e ambiente, infatti è necessario quantificare anche il rischio. La conoscenza o l'individuazione del pericolo è solo un campanello di allarme, quello che deve preoccupare è il rischio, ossia che il pericolo si concretizzi in un evento dannoso: il rischio è per definizione il prodotto della probabilità che tale evento dannoso accada per la grandezza delle sue conseguenze negative (magnitudo) e si può, e si deve ridurre, con misure di prevenzione, che agiscono riducendo la probabilità, e di protezione, che agiscono riducendo la magnitudo. Il pericolo chimico, dovuto alle trasformazioni chimiche ed all'uso di prodotti di sintesi e naturali è attribuibile ai seguenti motivi:

- 1) alle proprietà intrinseche di pericolo (tossicità, ecotossicità, infiammabilità e reattività);
- 2) alla presenza di reazioni chimiche molto esotermiche;
- 3) al cambiamento delle proprietà intrinseche di pericolo dovuto alle reazioni chimiche;
- 4) alle trasformazioni chimiche durante il loro uso in apparecchiature malfunzionanti e con metodologie non ottimizzate;
- 5) alla combustione incontrollata o alla degradazione dei prodotti dopo il loro abbandono nell'ambiente.

La magnitudo è direttamente collegata alle quantità in gioco, quindi diminuendo le quantità di sostanze trattate diminuisce il rischio per tutti i tipi di pericolo sopra individuati, malgrado la tossicità ed anche la reattività possano essere letali, anche a basse quantità.

Le proprietà intrinseche di pericolo sono la tossicità acuta e a lungo termine, l'infiammabilità di polveri, liquidi e gas, l'ecotossicità in tutti gli ambienti (acqua, aria, suolo e sedimenti) e la reattività ed instabilità, queste ultime responsabili dell'insorgere di reazioni chimiche laddove non dovrebbero avvenire, come nell'immagazzinamento, nella movimentazione, nel trasporto o in operazioni fisiche diverse. Il rischio per i prodotti tossici è che possano facilmente venire a contatto durante il loro ciclo di vita con persone ed animali (per inalazione, ingestione e contatto con la pelle e con gli occhi), per gli ecotossici che vengano immessi nell'ambiente senza pretrattamento e per gli infiammabili che vengano a contatto con l'aria e con inneschi accidentali. Per prodotti reattivi ed instabili la probabilità che possa avvenire un evento che inneschi reazioni indesiderate può essere sempre significativa (shock termici e meccanici, impurezze, presenza di ossigeno ed umidità), ma si può e si deve abbassare il rischio giocando sulla presenza di inibitori e sulle diminuzioni delle quantità utilizzate, anche se un'eccezione sono i fuochi d'artificio, che anche in piccole dosi sono ad alto rischio, per il tipo di persone con cui vengono a contatto.

Il rischio, quindi, connesso ad un prodotto chimico che possieda una o tutte queste quattro proprietà intrinseche di pericolo dipende dalla sua tipologia d'uso e dal suo ciclo di vita e destino finale. Per esempio, un detersivo non può assolutamente essere tossico, ecotossico, infiammabile e reattivo, perché il rischio è sempre alto, vista la sua tipologia d'uso, mentre un adesivo può essere anche ecotossico ed infiammabile, un biocida per trattamenti di legname in speciali camere attrezzate e per usi non in interni di edifici, può essere tossico ed infine un prodotto chimico utilizzato in un laboratorio di ricerca, in piccole quantità, da persone esperte, in laboratori e con dispositivi adatti, può possedere anche tutte le quattro proprietà di pericolo, pur mantenendo basso il rischio. Il pericolo per forte esotermicità delle reazioni, è dovuto al fatto, che il calore di reazione nel caso che non fosse opportunamente asportato, ad esempio per malfunzionamenti impiantistici, può essere responsabile dell'aumento della temperatura, con evaporazione dei reagenti o di intermedi, prodotti e solventi, con relativo aumento della pressione ed eventuale esplosione e/o innesco di una seconda reazione esotermica che

aumenta l'innalzamento di temperatura ed aggrava le conseguenze dell'evento. Il rischio deriva dalla difficoltà di asportare il calore di reazione, soprattutto nelle grandi apparecchiature, nella possibile rottura dei refrigeranti e dell'agitatore e dall'insorgere di condizioni anomale di reazione, come, per esempio, il ritardo della partenza dopo l'introduzione dei reagenti, con il loro accumulo temporaneo, evento frequente, per esempio, nella sintesi del reattivo di Grignard. Per reazioni industriali la forte esotermicità di una reazione, non può essere accettata, per l'elevato rischio, e quindi occorre diminuire il calore di reazione, intervenendo nella condotta della reazione stessa, mentre può essere ammessa per prove di laboratorio o in apparecchiature di piccole dimensioni.

Il pericolo per reazione chimica è la formazione di intermedi, prodotti e sottoprodotti più pericolosi dei reagenti ed il rischio è la loro non previa identificazione soprattutto, se formati per variazioni accidentali delle condizioni di reazione. Un esempio emblematico di questi eventi è stato l'incidente di Seveso la cui gravità fu determinata dalla formazione di sottoprodotti tossici, le diossine, per variazione delle condizioni di reazione. Per impianti industriali, per diminuire il rischio per reazione chimica, deve assolutamente essere verificata l'eventuale formazione di sostanze pericolose, anche in condizioni diverse da quelle di lavoro usuale.

Il pericolo per un non corretto funzionamento delle apparecchiature di trasformazione durante l'uso è dovuto alla formazione di prodotti e sottoprodotti che possono avere una o più delle quattro proprietà intrinseche di pericolo, esempi di questa tipologia sono l'utilizzo dei combustibili e dei carburanti. Il rischio è il non buon funzionamento delle apparecchiature di trasformazione e dei dispositivi di abbattimento delle emissioni tossiche. Esempi abbastanza comuni di questi eventi sono l'utilizzo di stufe difettose con emissione di CO o di autoveicoli con motore sul quale non è stato effettuato il controllo dei gas alle emissioni (motore non ottimizzato e catalizzatore disattivato) con fuoriuscita di NOx, CO, idrocarburi e particolato.

Il pericolo per combustione non controllata è lo sviluppo di gas tossici come CO e NOx e la formazione di molecole fortemente tossiche come diossine e poliaromatici, mentre quello di dispersione nell'ambiente può essere esemplificato con il caso dell'immissione in acqua di sali di mercurio e formazione per reazioni biochimiche di composti mercurio-organici altamente tossici, esempio storico è stato il tonno al mercurio individuato in Giappone molti anni fa. Un'altro esempio ben noto è la dispersione di petrolio nell'ambiente per incidenti nel trasporto. Tutti questi eventi sono sempre ad alto rischio, perché è pressoché impossibile controllarli ed abbattere o raccogliere le loro emissioni tossiche: esempi emblematici sono anche la recente combustione dolosa di rifiuti urbani in Campania a cielo aperto e gli incendi boschivi.

In conclusione non si può nascondere il pericolo chimico e compito dei chimici e degli ingegneri è intervenire abbassando il rischio, e quindi la probabilità, che si abbiano effetti negativi sulle persone, l'ambiente ed i beni, diminuendo le quantità trattate, anche realizzando processi continui o semibatch, intervenendo sulla condotta delle reazioni, sintetizzando in situ intermedi e reagenti tossici e trasformandoli immediatamente, sulla tipologia delle apparecchiature utilizzate, sui sistemi di controllo d'impianto, migliorando la sicurezza complessiva, e sull'analisi di tutto il ciclo di vita dei prodotti. Se alla fine di tutti questi interventi di processo ed ingegneristici, il rischio è ancora alto, è compito dei chimici scegliere materie prime o vie di sintesi meno pericolose od infine, nel caso di prodotti tossici, eliminarli dal mercato per le tipologie d'uso ad elevato rischio, come è stato fatto per molti pesticidi, per il piombotetraetile, antidetonante storico dei motori a benzina, e per i PCB (policlorobifenili), isolanti di largo uso per i trasformatori.

Conseguenza estrema di una non corretta percezione da parte dei media e della popolazione dei concetti di pericolo e di rischio è la diffusa contrarietà nell'utilizzare gli inceneritori per la distruzione di rifiuti urbani, con la scelta alternativa, umiliante per un paese moderno, di inviarli in Germania per treno a 1.500 km di distanza per distruggerli, o scomodare San Gennaro... utile per interventi più impegnativi. Infine un ricordo va al chimico Raffaele Rozzi, morto per salvare due colleghi in un impianto di biodiesel.



**Raffaele Rozzi**, laureato in Chimica industriale nell'a.a. 1996/1997 a Bologna, nato il 17/8/1971 a Ravenna e morto eroicamente a Bilbao il 6/9/2007 in un impianto di produzione di biodiesel. La sciagura è avvenuta durante la messa a punto di un depuratore di un impianto di biodiesel quando un compagno di lavoro si è sentito male per esalazione da monossido di carbonio all'interno di una vasca piena di rifiuti organici e fango. Il padre, anche lui dipendente della ditta, si è lanciato nella vasca per soccorrerlo accusando a sua volta un malore: a questo punto è intervenuto Rozzi che ha portato fuori dalla vasca i colleghi, salvandoli, ma una volta all'esterno il Rozzi è stramazato al suolo senza vita. Che il suo sacrificio possa servire ad aumentare la cultura della sicurezza nelle lauree in Chimica e nell'industria chimica.