



Ferruccio Trifirò

ETICA E CHIMICA: LE CONVENZIONI INTERNAZIONALI. LA DUALITÀ DELLA CHIMICA

Diverse sono le convenzioni internazionali, legate all'ONU, che coinvolgono la chimica e sono quelle per le quali si è trovato maggiore accordo. Ci sono convenzioni sul commercio dei prodotti chimici, su aspetti etici, come quella sulla distruzione delle armi chimiche, sulla sicurezza nell'uso dei prodotti chimici e sull'alterazione della troposfera e della stratosfera. Alla base di tutte le convenzioni esaminate ci sono principi etici, criteri di condotta mondiali, e la consapevolezza della gran parte dei Paesi di vivere sullo stesso pianeta, ossia di muoversi sulla stessa barca.

Non si può fare a meno, pur ribadendo la grande utilità per l'umanità dei prodotti chimici, che occorre sempre valutare il pericolo ed il rischio delle sostanze che utilizziamo. Il pericolo chimico [1] è la possibilità che hanno le sostanze chimiche di produrre danni alle persone, agli animali e all'ambiente ed è possibile evidenziare i seguenti molteplici effetti negativi: minare la sicurezza delle persone, delle apparecchiature e degli ambienti che le contengono per le loro proprietà chimico-fisiche; minare la sicurezza e la salute delle persone a causa delle proprietà tossiche a breve termine (corrosione, irritazione sensibilizzazione); danneggiare la salute delle persone per le proprietà tossiche a breve, medio e lungo termine e provocare danni all'ambiente. Di conseguenza il pericolo può essere dovuto ai seguenti fattori: a proprietà intrinseche delle sostanze; ad un loro uso non corretto o prolungato; al loro particolare stato fisico (aerosol, nanoparticelle, gas asfissianti e gas corrosivi); alla presenza di altre sostanze incompatibili eventualmente messe a contatto (per esempio,

acqua, ossigeno, grassi ecc.); alla reattività con se stesse (polimerizzazione o disproporzionamento); alla formazione di perossidi a seguito di lunghi tempi di immagazzinamento. Questi pericoli si incontrano nella produzione, nella trasformazione, nella manipolazione, nel trasporto, nell'uso, nell'immagazzinamento, nella messa in discarica, nel trattamento dei rifiuti di sostanze o delle loro miscele. Ma per definire i danni che può produrre una sostanza chimica, non è sufficiente individuare il pericolo, ma occorre valutare il rischio, che è il prodotto delle quantità utilizzate per la probabilità che possa avvenire un evento che provochi danni all'uomo e all'ambiente.

Le aree di maggior rischio per un cattivo uso della chimica sono le seguenti: l'uso *criminale* nella produzione e nell'uso di armi chimiche che possono essere sintetizzate con le stesse sostanze con le quali si ottengono prodotti utili; un uso *dispersivo dei prodotti chimici* come diserbanti, pesticidi, insetticidi, detersivi, carburanti, se utilizzati senza controllo del loro effetto sull'ambiente, in particolare in seguito a ecces-

so di impiego ed ignoranza della loro tossicità; *il destino dei prodotti chimici a fine vita* (rifiuti urbani, industriali, ospedalieri) non distrutti o non collocati in maniera adeguata; *l'uso di processi non ottimizzati e non ben controllati* soprattutto quando si impiegano sostanze tossiche e nocive in cicli di produzione con il loro rilascio volontario o involontario nell'ambiente; *l'uso di prodotti non controllati* che contengono sostanze tossiche che non sono state sufficientemente testate, alle quali ci sta pensando, per l'Europa, la nuova direttiva Reach.

Allo scopo di abbassare il rischio si sono creati codici di condotta, norme di comportamento nei posti di lavoro, scelte volontarie di abbattimento delle emissioni da parte delle industrie, come il "responsible care", legislazioni nazionali ed europee e convenzioni internazionali. I principi etici che sono alla base delle convenzioni internazionali sono molto emblematici e nascono dalla presa di coscienza di far parte dello stesso pianeta, ossia di vivere sulla stessa barca, coscienza che per molte altre attività umane non sembra essere presente.

Le convenzioni internazionali

Le convenzioni internazionali nel settore chimico che sono quelle universalmente più accettate dalle diverse Nazioni, sono una testimonianza della dualità della chimica. I principi etici che ne sono alla base sono molto chiari. Attività chimiche realizzate in regioni di un singolo Paese possono avere effetti negativi devastanti su altre parti del pianeta. Queste convenzioni internazionali, che hanno l'obiettivo di non danneggiare la salute umana e degli animali e l'ambiente e che coinvolgono la chimica, possono essere suddivise nelle seguenti sottoclassi: convenzioni sul commercio chimico (Rotterdam, Basilea e Stoccolma); convenzioni sulla sicurezza nell'uso dei prodotti chimici (sistema GHS); convenzioni sull'etica (distruzione delle armi chimiche); convenzioni sul controllo dell'atmosfera (Montreal e Kyoto). Queste convenzioni mettono sotto controllo le sostanze chimiche lungo tutto il loro ciclo di vita, dalla produzione alla messa in discarica, e si basano su codici di condotta ed etici a livello mondiale (Tab. 1).

Tab. 1

La convenzione di Basilea sul commercio dei rifiuti tossici
La convenzione di Stoccolma sul bando dei POP
La convenzione di Rotterdam sul commercio informato (PIC)
Il protocollo di Montreal sui gas che alterano la stratosfera
Il protocollo di Kyoto sul bando dei gas serra
Il sistema GHS sull'etichettatura dei prodotti chimici
La convenzione di Parigi sulle armi chimiche



Convenzione di Basilea

La convenzione di Basilea [2], sul controllo del movimento e della collocazione oltre frontiera di rifiuti tossici e di rifiuti che contengono sostanze tossiche, è coordinata da parte dell'UNEP, quindi dalle Nazioni Unite. La convenzione, firmata

nel 1989 ed entrata in vigore nel 1992, è stata sottoscritta da 170 Paesi. L'obiettivo principale è la regolamentazione dell'import/export (movimento oltre frontiera) di rifiuti tossici, ma ci sono anche altri tre obiettivi: minimizzare la generazione di rifiuti tossici (sia in quantità che pericolosità), obbligare a trattare i rifiuti tossici ed altri rifiuti il più vicino possibile dove sono stati generati, in una maniera ambientalmente accettabile, e ridurre al minimo il trasporto transnazionale di rifiuti tossici. In particolare la convenzione vuole evitare il trasporto di rifiuti tossici dai Paesi sviluppati a quelli meno sviluppati, per lasciare definitivamente alle spalle eventi come le navi dei veleni (Katrin B, il Pellicano).

In ottemperanza della convenzione, i rifiuti tossici possono essere trasportati oltre frontiera solo qualora il Paese esportatore, gli eventuali Paesi di transito e il Paese importatore abbiano dato la propria autorizzazione scritta e se sussiste la prova che nel Paese d'importazione possano essere riciclati o smaltiti in modo ecocompatibile.

La convenzione nel corso degli anni ha messo a punto dei manuali per i Paesi in via di sviluppo per gestire i rifiuti in maniera ambientalmente accettabile e per collocare in discarica in maniera adeguata i diversi tipi di rifiuti. I rifiuti più noti sono PCB, POP, mercurio, amianto, rifiuti ospedalieri, elettronici, elettrici e quelli delle batterie a piombo.

Convenzione di Stoccolma sui POP



La convenzione di Stoccolma [3] riguarda i "Persistent Organic Pollutants" (POP), ossia gli inquinanti stabili nell'ambiente, che sono tossici, che rimangono nell'ambiente per lungo tempo inalterati, si bioaccumulano nei tessuti grassi degli uomini ed animali e che emigrano facilmente a lunga distanza, soprattutto dai Paesi caldi a quelli freddi. La

convenzione, che ha l'obiettivo di garantire l'eliminazione in condizioni di sicurezza e la diminuzione della produzione e dell'uso di tali sostanze, è gestita dall'UNEP, è stata firmata nel 2001 ed è entrata in forza nel 2004 con 12 sostanze; altre 10 sono state aggiunte successivamente ed è attualmente ratificata da 179 Paesi. I POP sono sostanze chimiche che migrano da casa nostra al grasso delle foche dell'artico ed attraverso il latte materno vengono assorbiti dai bambini esquimesi.

Le sostanze POP dovrebbero essere fatte scomparire dalla faccia della terra. Fra i POP ci sono sostanze organoalogenate (pesticidi), bromoorganiche (additivi antifiamma), policlorobifenili (isolanti industriali), diossine e furani (emissioni da impianti di combustione) e sottoprodotti alogeno-derivati. La convenzione definisce le sostanze POP, nonché le norme relative alla produzione, importazione ed esportazione. È proibita la produzione di questi POP, salvo alcune deroghe, il loro uso e immagazzinamento ed è messo sotto controllo anche il trattamento dei rifiuti che li contengono e gli impianti dove si possono formare,

in particolare le diossine ed i furani ed i territori inquinati nel passato da queste sostanze. I POP sono tutte sostanze tossiche: possono, infatti, essere cancerogeni, o provocare allergia e ipersensibilità, o danneggiare il sistema riproduttivo, immunitario o il sistema endocrino. La dualità della chimica in questa convenzione è evidenziata dal fatto che sono sostanze molto utili e che, se usate a bassa concentrazione, limitandone le emissioni potrebbero presentare basso rischio per gli utilizzatori. Ma il problema è che sono sostanze persistenti, rimangono molti anni nell'ambiente, prima di degradarsi evaporano e si muovono a lunga distanza attraverso l'aria e l'acqua e si bioaccumulano nei tessuti dei pesci, degli uccelli predatori, degli orsi, delle foche e degli uomini dell'artico e dell'antartico.

La dualità della chimica è ben evidente nella storia dell'uso del DDT. Molti hanno dimenticato che il DDT ha salvato nel passato milioni di vite umane dalla malaria e recentemente il suo uso è stato di nuovo autorizzato nel Mali, dove le cavallette avevano distrutto tutti i raccolti, e per l'uso contro la malaria in Africa. Il DDT è stato la prima sostanza ad essere criminalizzata nel famoso libro del 1962 (La primavera silenziosa) e quando è stata firmata la convenzione POP è stato condannato anche dal presidente dell'UNEP, per poi essere di nuovo consigliato da parte dell'OMS per sconfiggere la malaria in alcuni Paesi africani. Il trattato, adesso, permette la produzione e l'uso del DDT per il controllo dei vettori delle malattie, in particolare della malaria, in quanto, ancora oggi, questa malattia uccide un milione di persone ogni anno, soprattutto bambini. L'utilizzo del DDT deve però avvenire nel rispetto delle condizioni del trattato e sotto specifiche raccomandazioni dell'OMS. L'uso sanitario è di gran lunga minore di quello effettuato un tempo in agricoltura e mancano valide alternative in certe situazioni.

Altre sostanze incluse nella lista e autorizzate solo per alcuni specifici usi sono l'acido perfluorottanico sulfonato e il perfluorottano sulfonilfluoruro. Questi composti sono utilizzati in parti elettriche ed elettroniche, fluidi idraulici, schiume antincendio, tessili e materiali fotografici. Le esenzioni dall'interdizione sono solo nell'uso nell'elettronica. Infine ci sono diversi progetti da parte del comitato che gestisce la convenzione di aiuto alle economie in via di sviluppo ed in transizione per sviluppare alternative all'uso e alla produzione di POP.

Convenzione di Rotterdam

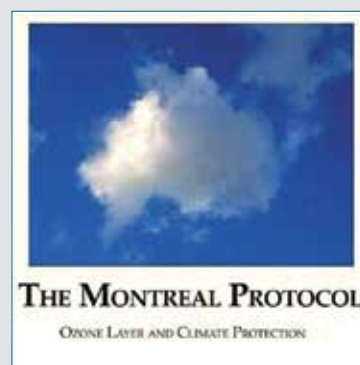


La Convenzione di Rotterdam [4] sul Prior Informed Consensus (PIC) è basata sul principio del previo assenso informato per vendere alcuni prodotti chimici ai Paesi in via di sviluppo ed opera sotto l'egida congiunta di UNEP e FAO. La convenzione, firmata nel 1998 da 73 Paesi e ratificata successivamente da 138, è entrata in vigore nel 2004 (recentemente

affidata all'ECHA per la sua gestione in Europa) ed obbliga i produttori ad informare i governi importatori sulla tossicità di queste sostanze, fornire loro tutte le conoscenze utili per un loro uso sicuro ed anche le informazioni sugli eventuali prodotti alternativi. Nell'elenco dei prodotti PIC sono elencati 32 fitofarmaci e 7 prodotti industriali (fra cui l'amianto e il piombo tetraetile) da bandire o da vendere sotto stretto controllo. Si sta in questi giorni decidendo di aggiungere altre 5 sostanze chimiche ed un pesticida. La convenzione è nata dopo che la FAO aveva emesso un codice di condotta per la vendita di pesticidi. Le sostanze presenti nella convenzione sono prodotti chimici vietati o strettamente regolamentati e preparati antiparassitari estremamente pericolosi. È possibile autorizzare l'importazione soltanto a determinate condizioni specifiche, inoltre le parti esportatrici dovrebbero assistere le parti importatrici che lo richiedano affinché possano ottenere dati supplementari e potenziare le loro capacità di gestione dei prodotti chimici nel corso del loro ciclo di vita. La convenzione è finalizzata a promuovere la condivisione delle responsabilità e la collaborazione tra le parti interessate agli scambi internazionali di prodotti chimici pericolosi con l'obiettivo di proteggere la salute umana e l'ambiente contro i danni potenziali causati da questi prodotti e di contribuire a farne un uso compatibile con l'ambiente. A decorrere dal 1° marzo 2014 si applicherà il Regolamento (UE) n. 649/2012 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 4 luglio 2012 del codice di etica del commercio internazionale di prodotti chimici dell'UNEP.

La motivazione principale per la quale sono state messe al bando o sotto controllo queste sostanze è, oltre la loro pericolosità intrinseca, il loro uso da parte di non chimici, motivo per cui possono essere ancora vendute ai Paesi in via di sviluppo, ma con l'obbligo di istruire per gestire il loro uso a basso rischio. La dualità della chimica in questa convenzione è evidenziata dal fatto che i pesticidi presenti in questa convenzione, se usati in maniera rigorosa ed appropriata, possono aiutare a proteggere gli alimenti dagli eccessivi danni di malattie provocate da insetti, giocare un ruolo importante nella protezione degli alimenti durante il trasporto su lunghe distanze e nel loro immagazzinamento, come per il grano, ma l'aspetto negativo è che possono fare ammalare contadini e consumatori e provocare danni all'ambiente, Per questo occorre essere consci della loro pericolosità, controllare la quantità distribuita e coprirsi durante l'uso.

Protocollo di Montreal



Il protocollo di Montreal [5] ha per oggetto la messa al bando di alcuni gas che distruggono lo strato di ozono presente nella stratosfera (Tab. 2). Queste sostanze da eliminare contengono cloro, fluoro o bromo e formano nella stratosfera radicali che distruggono l'ozono con reazioni a catena (bastano pochi radicali). L'ozono ha la proprietà di ridurre

Tab. 2 - Gas che distruggono l'ozono stratosferico	
CFC (refrigeranti)	CFCl ₃ , CF ₂ Cl ₂ , C ₂ F ₃ Cl ₃ , C ₂ F ₄ Cl ₂ , C ₂ F ₅ Cl
Halons (gas estinguenti)	CF ₂ BrCl, CF ₃ Br, C ₂ F ₄ Br ₂
solvente per pulire	CCl ₄ e CCl ₃ CH ₃
fumigante in agricoltura	CH ₃ Br

le radiazioni UV che se arrivano sulla terra causano il cancro; Crutzen, Molina, Rowland hanno preso il premio Nobel nel 1996 per avere scoperto questo effetto e individuato le sostanze che lo provocano. Il protocollo di Montreal è entrato in vigore il 1° gennaio 1989 e fino ad oggi 197 nazioni, praticamente tutte, hanno ratificato la convenzione. L'ex segretario dell'ONU Kofi Annan ebbe a dichiarare in proposito che "si tratta di un esempio di eccezionale cooperazione internazionale: probabilmente l'accordo tra nazioni più di successo". Il protocollo ha avuto un grande successo, infatti, attualmente il 98% di queste sostanze è stato eliminato dal mercato, ma disgraziatamente, e questo evidenzia l'importanza della convenzione, lo strato di ozono nelle zone non polari sarà ripristinato ai valori del 1980 solo nel 2030-2040, nelle zone dell'antartico nel 2045 e nell'artico nel 2060. Si calcola che l'eliminazione di questi gas abbia già evitato la morte per cancro a decine di milioni di persone nel mondo.

La dualità della chimica in questo protocollo è evidenziata dal fatto che tutti i gas che distruggono lo strato di ozono sono non tossici, non corrosivi, non infiammabili e stabili; erano, quindi, ideali per gli usi ai quali erano destinati. Tuttavia questi gas sono così stabili che arrivano inalterati a 10-50 km dalla crosta terrestre e distruggono l'ozono stratosferico. Un altro aspetto della dualità della chimica è evidenziato dal fatto che l'ozono, che è utile nella stratosfera ed è anche utilizzato in campo ortopedico come antinfiammatorio, è invece negativo nella troposfera in quanto reagisce con le sostanze organiche presenti, formando sostanze tossiche. Inoltre l'ozono è corrosivo e irritante per le vie respiratorie, quindi è da tenere sotto controllo nel suo utilizzo in reazioni chimiche e per questo è consigliato utilizzare ossidanti alternativi.

Convenzione sui cambiamenti climatici e Protocollo di Kyoto



La convenzione sui cambiamenti climatici [6] gestita dall'ONU con il protocollo di Kyoto è l'unico trattato che è stato quasi un fallimento, come trattato universale. Il protocollo di Kyoto, sottoscritto nel 1997 da più di 160 Paesi è entrato in vigore nel 2005. Il protocollo riguarda le emissioni di gas serra ritenute responsabili del riscaldamento globale del pianeta, sarebbe dovuto terminare nel 2012, ma è in atto una seconda fase, che andrà dal 2013 al 2020, alla quale appartengono nazioni diverse dalla prima fase. I gas serra sono: CO₂,

CH₄, N₂O, HCF (idrofluorocarburi), PCF (perfluorometano ed esafluoroetano), SF₆ (isolante elettrico in applicazioni di alto voltaggio). Durante la prima fase 37 nazioni industrializzate avrebbero dovuto in media ridurre le emissioni di gas serra del 5% (l'Europa dell'8%) rispetto ai livelli del 1990, mentre durante questo secondo periodo la riduzione dovrà essere del 18% rispetto al 1990. Il ruolo del protocollo di Kyoto come della convenzione sui cambiamenti climatici è anche quello di assistere le nazioni a fare fronte agli effetti negativi dei cambiamenti climatici e di aiutare i Paesi in via di sviluppo a mettere a punto tecnologie con minori effetti negativi sul clima. Le emissioni di sostanze che hanno effetto serra si presentano in diverse attività umane: produzione di elettricità, trasporti e riscaldamento domestico (CO₂); emissioni fugitive in miniere di carbone, in estrazione di petrolio e di gas naturale (CH₄); emissioni nell'industria (CO₂, N₂O, SF₆); emissioni in agricoltura e allevamento animali (CH₄); emissioni nella distruzione di rifiuti (CO₂, CH₄). La causa del fallimento è stato il fatto che di fronte all'attuale crisi economica, molti governi non si sono sentiti di far accettare al mondo produttivo nuovi limiti "imposti" alle emissioni di gas serra, pur nella consapevolezza della gravità del problema climatico, per il timore che ciò introducesse nuovi costi e riducesse la competitività. Quindi è necessario, per adesso, un approccio differente, che ottenga risultati migliori attraverso l'efficienza energetica, l'innovazione tecnologica, l'utilizzo delle fonti rinnovabili e, infine, il cambiamento degli stili di vita.

Convenzione sulla sicurezza dei prodotti chimici: il GHS



Il GHS (Global Harmonized System) [7], il sistema globale armonizzato sulla classificazione, etichettatura e trasporto delle sostanze chimiche, è stato sviluppato a livello mondiale per minimizzare le differenze fra i sistemi di etichettatura e di clas-

sificazione delle sostanze e delle miscele. La convenzione è stata approvata sotto l'egida dell'ONU nel dicembre 2002, ultima revisione nel 2010, ed è applicata per adesso da 67 Paesi. Sono state identificate 10 classi di pericolo per la salute, 16 per il pericolo fisico, 2 per l'ambiente ed una per i gas che influenzano l'ozono stratosferico. Le identificazioni di pericolo devono essere riportate sulle etichette dei prodotti e sulle schede di sicurezza. Le indicazioni di pericolo sono identificate da un pittogramma, dalla lettera H (hazard) seguita da un numero che sostituirà le attuali frasi R, da un'avvertenza indicata con le parole "pericolo" o "attenzione" e ci sono anche consigli di prudenza P (precautionary) che sostituiranno le attuali frasi S (safety). La nuova legislazione diventerà obbligatoria nel 2015 ed il suo obiettivo è quello di migliorare la comunicazione relativa ai rischi per i lavoratori, i consumatori, i servizi di emergenza e nei trasporti. Ci si augura che il GHS possa diventare uno strumento per i Paesi in via di sviluppo per aumentare la sicurezza nell'uso dei prodotti chimici.

Convenzione sulle armi chimiche



La convenzione sulla proibizione, lo sviluppo, l'immagazzinamento, l'uso delle armi chimiche e sulla loro distruzione è stata proposta nel 1993 a Parigi, firmata nel 1997 da 188 Paesi (non hanno firmato Israele, Siria, Egitto, Corea del Nord, Somalia, Sud Africa e Myanmar). La conven-

zione ha l'obiettivo di eliminare quelle sostanze che possono essere utilizzate per provocare morte o sofferenza agli uomini e agli animali. Ogni nazione che l'ha firmata si impegna a distruggere le armi chimiche che possiede, quelle che ha abbandonato in altre nazioni e gli impianti che posseggono per la loro produzione. Attualmente la convenzione è gestita dall'OPCW con sede all'Aia. Il 31 dicembre 2012 il 78% delle armi chimiche immagazzinate è stato distrutto, in particolare la Russia ne ha distrutto il 70%, gli Stati Uniti l'89%, la Libia il 51% e si prevede che nel 2017 sarà distrutto il 99%. I 70 impianti al mondo, che erano stati dichiarati produrre armi chimiche, sono stati distrutti o convertiti a produzioni pacifiche. La convenzione ha anche l'obbligo di controllare le produzioni chimiche a scopo pacifico, ma che per il loro chimismo o tipo di apparecchiatura potrebbero produrre armi chimiche: a questo scopo sono state realizzate 2.370 ispezioni nelle industrie in 81 Paesi diversi. Il futuro dell'OPCW non può essere, comunque legato solo alla distruzione completa delle armi chimiche immagazzinate, ma anche al controllo del cattivo uso o alla possibilità di un uso duale della produzione chimica. In particolare lo spostamento della produzione chimica dal Nord America e dall'Europa in Asia e Sud America rende questi aspetti negativi della chimica sempre più attuali. Con le nuove tecnologie e con la possibilità di utilizzi da parte di terroristi il pericolo è legato all'utilizzo di chilo-



grammi di sostanze tossiche non più a tonnellate. Esiste il problema che le nuove tecnologie e lo sviluppo scientifico, come la possibilità di utilizzare nanotecnologie, microreattori e sintesi biotecnologiche, possano portare a nuove armi chimiche.

La convenzione sulla proibizione delle armi chimiche, ha avuto una forte ricaduta sulla diffusione della cultura chimica in tutto il mondo e sulla produzione mondiale dei composti chimici. Le armi chimiche, che sono sostanze chimiche di sintesi e presentano tossicità acuta e proprietà fisiche ottimali per la loro facile dispersione nell'ambiente, sono anche tra gli inquinanti più pericolosi che si possono incontrare anche in attività per scopi pacifici in una produzione chimica e in un laboratorio di ricerca. Di qui la necessità di far conoscere la pericolosità delle armi e con esse delle sostanze tossiche, di controllare le industrie chimiche e di predisporre protocolli di analisi delle armi chimiche e dei tossici dispersi attraverso un'organizzazione operativa con poteri sovranazionali come l'OPCW. Le ricadute positive che ha avuto la convenzione sono state molteplici: scambio di informazioni dai Paesi industrializzati ai Paesi meno progrediti; fornitura di strumentazione analitiche ai Paesi più poveri; spinta all'innovazione nell'industria chimica; scambio di informazioni sulla sicurezza dei prodotti chimici; miglioramento della salute del pianeta; spinta a realizzare usi pacifici dei prodotti chimici; capacità di collaborare fra nazioni diverse e la divulgazione di principi etici, collante fra le diverse norme di comportamento.

Tab. 3 - Uso di armi chimiche nel XX secolo

- 1914-1918: oltre 1.300.000 persone sono state colpite da gas tossici durante la prima guerra mondiale, più di 90.000 morirono
- 1935: l'Italia inizia la conquista dell'Abissinia bombardando con aerei utilizzando gas tossici
- 1936: il Giappone invade la Cina usando armi chimiche
- 1963-1967: l'Egitto usa fosgene e gas mostarda in aiuto del Sud dello Yemen durante la guerra civile dello Yemen
- 1980-1988: l'Iraq attacca l'Iran e il Kurdistan usando gas mostarda e agenti nervini
- 1994-1995: un terrorista giapponese usa sarin in un attacco terroristico a Matsumoto nel giugno 1994 e nella metropolitana di Tokyo nel marzo 1995

Bibliografia

- [1] www.ac.infn.it/sicurezza/giornate/slidesbenvenuti.ppt#256,1, RISCHIO CHIMICO
- [2] www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/convention/bc_glance.pdf
- [3] <http://chm.pops.int/default.aspx>
- [4] www.pic.int/
- [5] http://ozone.unep.org/new_site/en/montreal_protocol.php
- [6] http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php
- [7] www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_welcome_e.html
- [8] www.opcw.org/chemical-weapons-convention/