

INQUINAMENTO DA GAS SOLFOROSI  
Principali cause ed effetti collaterali sulla salute  
dott. Sergio Landini

Pino a non molto tempo fà gli ossidi di zolfo  $SO_x$  ( $SO_2$  anidride solforosa e  $SO_3$  anidride solforica) e l'idrogeno solforato,  $H_2S$ , erano scarsi nell'atmosfera e quindi si trascuravano dal punto di vista ecologico. Oggi purtroppo sono diventati meritevoli del più attento studio grazie alle loro proprietà di sostanze inquinanti.

Cosa assai importante da sottolineare è che solo circa un terzo dello zolfo contenuto nell'atmosfera, in tutto il mondo, è il risultato dell'azione dell'uomo. Gli altri due terzi provengono da fonti naturali (tipico esempio i vulcani). Questo accade sia per l'anidride solforosa che per l'idrogeno solforato. La natura produce i due terzi dell'inquinamento da zolfo, ma esso è distribuito abbastanza equamente, mentre il terzo dovuto all'uomo è concentrata su aree urbane relativamente ristrette.

E' evidente che l'azione dell'uomo si esplica in varie forme: trasporti, combustione in impianti fissi, processi industriali, smaltimento di rifiuti solidi, centrali elettriche. Lo zolfo è infatti un'impurità comune dei combustibili fossili, carbone e petrolio. Entrambi furono formati da materiali una volta viventi che contenevano, oltre che carboidrati ricchi in carbonio, sostanze proteiche contenenti zolfo. Lo zolfo resiste al processo di fossilizzazione dei materiali originali e compare nei combustibili che ne derivano come elemento o come composto.

Un esempio assai valido è la distribuzione delle emissioni di ossi-  
di di zolfo, negli USA, dovuta al tipo di fonte fissa: dei 24,4 milioni di  
tonnellate di  $SO_x$  prodotti, 16,8 provengono dalle centrali elettriche, 5,1  
da impianti industriali, 2,5 da impianti di riscaldamento. I 16,8 milioni  
di tonnellate provenienti da centrali elettriche sono responsabili di oltre  
la metà del totale inquinamento da  $SO_x$  (33,2 milioni di tonnellate)<sup>1</sup>.

Da quanto visto sopra ritorna subito agli occhi la solita triste  
realtà: produrre energia equivale ad inquinare l'atmosfera. In questo conte-  
sto si inserisce anche l'inquinamento dovuto ad emissione di idrogeno solfo-  
rato, notevole controindicazione allo sfruttamento dell'energia geotermica.

Non bisogna dimenticare l'importanza essenziale che, nel determina-  
re la gravità degli episodi di inquinamento, compete alla situazione geogra-  
fica del luogo ove i gas vengono emessi, al regime dei venti e alla possibi-  
lità che prolungate inversioni termiche a bassa quota abbiano a verificarsi  
nella zona. E' noto che l'aria calda tende a salire perchè possiede una densi-  
tà minore, ossia perchè è più leggera, di quella fredda. Se però a poca  
distanza dal suolo si viene a formare uno strato di aria calda, l'aria che

sta in basso, più fredda, resta come prigioniera sotto una coltre e le sostanze velenose eventualmente emesse da sorgenti di inquinamento si concentrano a mano a mano che il tempo passa, raggiungendo a volte limiti molto pericolosi e causando, come vedremo in due esempi assai significativi, vere e proprie catastrofi.

Donora, Pennsylvania, USA, 26-10-1948: questa città, che si trova all'interno della valle del fiume Monongahela, una vallata a forma di ferro di cavallo, fu colpita da una inversione termica. I vapori di  $H_2S$  emessi da una acciaieria, da un impianto per la produzione di acido solforico e da una zincheria restarono imbottigliati sopra la città. L'anidride solforosa raggiunse la concentrazione di 2 parti per milione (1 parte per milione, p.p.m., corrisponde a 1 milligrammo di  $SO_2$  in un litro di aria). Il 43% della popolazione si ammalò e 20 persone morirono quasi tutte il terzo giorno dello smog. Vittime furono soprattutto persone di età avanzata. Si stabilì che le morti andavano attribuite agli "aerosol solforosi": l'inquinamento atmosferico, del tutto sopportabile in condizioni normali, era stato reso mortale dalla presenza della nebbia e della inversione termica. In particolari condizioni di umidità infatti la  $SO_2$  viene assorbita da queste goccioline di acqua (aerosol) e l'inversione termica trattiene al suolo l'aria umida e tossica.<sup>2</sup>

Poza Rica, Messico, 23-11-1950: in questa località si trovava una 4 raffineria di petrolio che produceva zolfo da gas naturale. Uno degli addetti all'impianto commise un errore ed un intero serbatoio di idrogeno solforato (il più tossico fra i gas solforosi) venne scaricato nell'atmosfera. 22 persone morirono e 320 furono ricoverate in ospedale.<sup>2</sup>

Cerchiamo di esaminare più attentamente gli effetti tossicologici sull'uomo degli ossidi di zolfo e dell'idrogeno solforato.

TABELLA 1:

EFFETTI DI  $SO_x$  SULL'UOMO<sup>3</sup>

Concentrazione (p.p.m.)	EFFETTO
3-5	Quantità minima rilevabile all'odore
8-12	Quantità minima che produce immediata irritazione alla gola.
20	Quantità minima che produce immediata irritazione agli occhi e tosse; massima dose tollerata per esposizioni prolungate
50-100	Massima dose tollerata per brevi esposizioni.
400-500	Danni anche per brevi esposizioni.

5

Come si può osservare dalla tabella il principale effetto degli inquinamenti da  $SO_x$  sembra essere l'irritazione dell'apparato respiratorio. Osservazioni di laboratorio mostrano che gran parte degli individui soffrono di tale irritazione a concentrazioni di  $SO_2$  di 5p.p.m. Alcuni individui cominciano addirittura ad accusare irritazione per 1-2 P.p.m. e, in qualche caso, hanno avuto attacchi di forti spasmi bronchiali dopo esposizione a  $SO_2$  di 4-10 p.p.m.. Un sintomo dell'irritazione negli esseri umani è un restringimento delle vie respiratorie con corrispondente aumento di resistenza al passaggio dell'aria durante la respirazione. Nonostante le alte concentrazioni di  $SO_2$  necessarie per produrre effetti nocivi nella popolazione adulta sana, molte autorità sanitarie considerano  $SO_2$  l'inquinante dell'aria di per sé più pericoloso per la salute. La ragione di ciò sta nella sua azione su alcuni settori della popolazione, in particolare i vecchi, e coloro che soffrono di malattie croniche degli apparati respiratorio e cardiovascolare. Tali individui sono molto sensibili ad una prolungata esposizione a  $SO_2$  alle concentrazioni caratteristiche di alcuni casi di inquinamento. Uno studio condotto per tre mesi a Chicago USA su 51 persone (età media 57 anni) tutte affette da bronchite cronica, mostrò che appena la concentrazione di  $SO_2$  nell'atmosfera cresceva da 0,1 a 0,2 p.p.m., i soggetti accusavano aumento di tosse e difficoltà di respirazione.

34-5-6

L'idrogeno solforato è normalmente assai noto per il suo caratteristico odore di uova marce; ma non è altrettanto noto per il fatto che esso è velenoso quanto l'acido cianidrico e quattro volte più tossico dell'ossido di carbonio. Secondo i dati dell'American Standards Association la massima concentrazione di sicurezza equivale a 10 p.p.m.. Sebbene all'inizio la suddetta concentrazione può essere benissimo riconosciuta dal caratteristico odore, l'idrogeno solforato può paralizzare parzialmente i nervi olfattivi fino al punto in cui la presenza di questo gas non viene più avvertita. Quindi il nauseabondo lezzo non costituisce un valido campanello di allarme.

Gli effetti tossici variano ovviamente in funzione della concentrazione e della esposizione. In tabella 2 possiamo vedere che a basse concentrazioni si ha irritazione delle mucose delle vie respiratorie e della cornea (congiuntivite). Chiaramente l'aumento della concentrazione ha un effetto sistematico con avvelenamenti acuti fino alle estreme conseguenze.

Abbiamo esaminato i rischi da inquinamento di  $SO_x$  e  $H_2S$ . Gli esempi proposti in questa sede al riguardo non sono gli unici che possono essere presi in considerazione. Confido tuttavia di aver posto in evidenza i maggiori pericoli derivanti da questo tipo di inquinamento purtuttavia ritenendo necessario un contributo interdisciplinare ed intersettoriale mirante a salvaguardare non solo l'ambiente ma al tempo stesso le risorse e l'energia.