

# Gas Acidi, gas corrosivi – NO<sub>x</sub> – SO<sub>x</sub> – HCl

Approfondiamo la tematica dei gas acidi: sostanze aeriformi a pH acido che risultano dannose, inquinanti e spesso corrosive

## Cosa sono i Gas Acidi – NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, HCl?

Con il termine generico “gas acidi” si tende ad identificare una famiglia di sostanze aeriformi a pH acido che sono dannose, inquinanti e spesso corrosive. A questa categoria di gas appartengono, ad esempio, gli ossidi di azoto, gli ossidi di zolfo e i gas clorati citati nel titolo.

### Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)

La sigla NO<sub>x</sub> identifica in modo generico l'intera famiglia chimica degli ossidi di azoto, tipicamente prodotti durante processi di [combustione](#) con utilizzo di ossigeno (camino a legna, caldaia alimentata a metano, motore Diesel o benzina, centrali termoelettriche).



Questi inquinanti sono sempre presenti come miscela di differenti composti specifici, fra i quali:

- Monossido di azoto (NO)
- Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)
- Triossido di diazoto (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
- Altri

Con riferimento alle normative che regolano le emissioni in atmosfera, usualmente si usa il termine generico NO<sub>x</sub> per indicare la somma pesata del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>).

L'ossido di azoto (NO) è un gas incolore, insapore ed inodore che può essere chiamato anche ossido nitrico. E' un sottoprodotto dei processi di [combustione](#) ad alta temperatura. A contatto con l'atmosfera viene ossidato dall'ossigeno e più rapidamente dall'ozono (O<sub>3</sub>) trasformandosi in biossido di azoto.

Il biossido di azoto è un gas tossico di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente e con grande potere irritante; è un forte ossidante, molto reattivo e quindi altamente corrosivo.



Esiste nelle due forme  $N_2O_4$  ([forma dimera](#)) e  $NO_2$ . Il colore rossastro, spesso visibile nei [fumi di combustione](#), è legato alla presenza della forma  $NO_2$  (che è quella prevalente).

Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello [smog fotochimico](#): esso rappresenta infatti un elemento intermedio funzionale alla produzione di una serie di composti secondari pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso, gli alchilnitriti, i perossiacetilnitriti ed altri. Si stima che la famiglia degli ossidi di azoto contribuisca per circa il 30% alla formazione delle [piogge acide](#). Da notare che gli  $NO_x$  vengono per lo più emessi da sorgenti al suolo, legate spesso a processi di combustione, e sono solo parzialmente solubili in acqua, il che influenza notevolmente il trasporto e gli effetti a distanza.

Una delle reazioni che tipicamente conduce alla generazione di  $NO_x$ , ovvero di ossidi di azoto, è la combustione. La quantità di  $NO_x$ , o meglio la concentrazione di tali composti all'interno del flusso emissivo a valle della reazione, dipende da vari fattori tra i quali:

- Il combustibile utilizzato ([approfondimento gas acidi - combustione biomassa](#));
- L'intervallo di temperatura della reazione;
- Il comburente e la sua disponibilità;
- La tipologia di tecnologia di combustione;
- Le condizioni ambientali

## Ossidi di zolfo ( $SO_x$ )

La sigla ( $SO_x$ ) individua, similmente a quanto sopra, la famiglia degli ossidi di zolfo.

$SO_2$  gas: anidride solforosa, detta anche biossido di zolfo, è un gas incolore, irritante, non infiammabile, molto solubile in acqua e dall'odore pungente; essendo più pesante dell'aria tende a depositarsi in strati nelle zone più basse. È uno degli inquinanti più diffusi ed è tra i più aggressivi e pericolosi. Tipicamente è emesso da sorgenti antropogeniche: deriva dall'ossidazione dello zolfo nei processi di [ossidazione termica](#) dei combustibili che contengono questo elemento sia come impurezza (combustibili fossili) sia come costituente fondamentale.



- SO<sub>3</sub> gas: anidride solforica o triossido di zolfo - inquinante aeriforme derivante dall'ossidazione della precedente anidride solforosa che, reagendo con l'acqua (sia in fase liquida che in fase vapore), origina acido solforico. Quest'ultimo è in gran parte responsabile del fenomeno delle piogge acide. Dato che il suo processo di formazione è molto lento e che la sua reattività all'acqua molto elevata, la concentrazione del triossido di zolfo solitamente varia fra l'1 e il 5% della concentrazione del biossido di zolfo.

In genere gli ossidi di zolfo sono presenti in maggiore concentrazione quando vengono utilizzati combustibili quali carbone, lignite o altri [combustibili fossili](#), ma possono derivare anche da cicli industriali chimici specifici.

La [combustione](#) di [biomassa](#) legnosa, sotto l'aspetto degli inquinanti gassosi, è relativamente innocua. È comunque importante tenere in considerazione l'emissione di gas acidi che usualmente hanno concentrazioni limitate, ma possono variare in modo consistente a seconda dell'effettivo tipo di [biomassa](#) in utilizzo.

## Acido cloridrico (HCl)



Forse uno dei più comuni gas acidi immessi nell'atmosfera, l'acido cloridrico si presenta a temperatura ambiente come un acido gassoso, incolore ma dall'odore fortemente irritante per le vie respiratorie umane. Altamente corrosivo, può essere pericoloso quindi non deve essere inalato e non deve entrare in contatto con la pelle o con le mucose. L'acido cloridrico si ossida facilmente a cloro gassoso:  $4 \text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Il cloro è un gas dal colore verde giallastro, circa due volte e mezzo più pesante dell'aria. Esso ha un [odore](#) soffocante estremamente sgradevole ed è molto velenoso. Il cloro è un elemento così reattivo che, in natura, non si può trovare allo stato puro come cloro gassoso, ma combinato con altri elementi.

## Tabella caratteristiche fisico-chimiche gas acidi

COMPOSTO	FORMULA	MASSA MOLECOLARE (u)	SOLUBILITA' IN ACQUA (g/l)	DENSITA' (g/cm <sup>3</sup> )	ASPETTO
Monossido di azoto	NO	30,01	0,056	1,229 kg·m <sup>-3</sup>	gas incolore
Diossido di azoto	NO <sub>2</sub>	46,01	Solubile	1,45	gas denso rosso-bruno

COMPOSTO	FORMULA	MASSA MOLECOLARE (u)	SOLUBILITA' IN ACQUA (g/l)	DENSITA' (g/cm <sup>3</sup> )	ASPETTO
Biossido di zolfo (anidride solforosa)	SO <sub>2</sub>	64,06	112	2,6288 kg·m <sup>-3</sup>	gas incolore
Triossido di zolfo (anidride solforica)	SO <sub>3</sub>	80,06	Reagisce creando acido solforico	1,97	solido cristallino incolore
Acido Cloridrico	HCl	36,4609	82,3	1,187	gas incolore
Acido Fluoridrico	HF	20,1	100	0,97	gas incolore
Acido Nitrico	HNO <sub>3</sub>	63,01	completa	1,52	liquido da incolore a giallo
Acido Solforico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98,09	completa con reazione esotermica	1,84	liquido incolore

## Tecnologie di trattamento gas acidi

A seconda delle concentrazioni, delle temperature, delle dimensioni del flusso da trattare e di ulteriori parametri possono essere utilizzate differenti [tecnologie](#) per il trattamento delle emissioni contenenti gas acidi. In via di rapida sintesi possiamo citare:

### [Filtri a maniche con additivazione di reagenti neutralizzanti](#)

I [filtri a maniche](#) piatte sono usati con successo anche per l'assorbimento chimico di gas acidi come HF, HCl e SO<sub>2</sub> oltre che per l'adsorbimento di altri composti inquinanti. Generalmente viene impiegato l'idrossido di calcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) di qualità tipica commerciale, che viene additivato nella corrente gassosa prima dell'ingresso nel filtro. Per ottenere un'adeguata osservanza dei limiti di emissione richiesti, l'additivo deve essere dosato in quantità sovra-stechiometrica (da 1,5 a 3 volte).

### DeNOx, SCR o reattori catalitici

Si tratta di impianti che, anche per elevate concentrazioni in ingresso, consentono la denitrificazione, ovvero la conversione degli ossidi di azoto in N<sub>2</sub> (azoto molecolare) e H<sub>2</sub>O (acqua). Tale trasformazione è permessa dall'impiego di un'agente riducente (ammoniaca - NH<sub>3</sub>) e di un apposito catalizzatore, che garantisce un'adeguata cinetica alle reazioni di riduzione degli NO<sub>x</sub>.

### [Scrubber](#)

I più comuni gas acidi emessi a livello industriale sono spesso trattati usando un Venturi Gas [Scrubber](#). Questa apparecchiatura, usando un fluido di lavaggio per trascinare il gas, realizza un perfetto contatto tra fase liquida e gassosa e facilita il trasferimento delle specie acide dal gas al liquido. Per approfondimenti sullo Scrubber ti consigliamo i seguenti contenuti:

- [Scrubber a umido per trattamento odori, COV e vapori inorganici](#)- Quattro realizzazioni nel settore chimico, alimentare, metallurgico e gomma-plastica;
- [Abbattimento COV e CIV: lo scrubber!](#) - Blog di approfondimento tecnico sul funzionamento dello scrubber

Iscriviti alla nostra [newsletter](#) per restare sempre aggiornato sulle novità [Tecnosida](#)®! A presto!