

# L'Inquinamento Atmosferico

## In sintesi

Una semplice carrellata dei principali e più comuni inquinanti atmosferici, ognuno con la propria origine e i propri effetti caratteristici su uomo e ambiente. Alla fine un quadro generale della situazione nel Mantovano.

## 1 Un po' di Diritto

Il Dlgs 152/06 è il testo che disciplina in generale tutte le norme relative all' Ambiente. Esso è diviso in 5 punti relativi rispettivamente a: impatto ambientale, tutela del suolo e delle risorse idriche, gestione dei rifiuti, tutela dell' aria e tutela contro i danni dell'ambiente.

Gli articoli che vanno dal 267 al 318 trattano appunto di tutto ciò che riguarda aria e atmosfera, inquinamento, emissioni e norme relative ad impianti industriali.

## Le Polveri Sottili

Particolato, pulviscolo atmosferico e polveri sottili sono termini che identificano comunemente l'insieme di particelle di varia natura, solide o liquide, sospese in aria con un diametro che va da pochi miliardesimi di metro a mezzo millimetro.



Il duomo di Milano tra smog e polveri sottili

### Come si formano?

Principalmente possiamo distinguere due tipologie diverse di sorgenti: sorgenti naturali e sorgenti antropiche (ovvero legate alla figura umana).

Nel primo gruppo troviamo terra, acqua e sale marino alzati dal vento (il cosiddetto aerosol marino), polveri prodotte da incendi o eruzioni

vulcaniche, polveri dovute all'erosione delle rocce e polveri composte da pollini e spore.

Nel secondo gruppo troviamo le emissioni dovute alla combustione dei motori in generale, dovute al riscaldamento domestico e alle attività industriali, dovute alle lavorazioni meccaniche di cementifici e cantieri. In generale, negli impianti di combustione non dotati di tecnologie specifiche, pare accertato che il diametro delle polveri sia tanto minore quanto maggiore è la temperatura di esercizio.

Il rapporto fra fattori naturali ed antropici è molto differente a seconda dei luoghi. È stato stimato che in generale le sorgenti naturali contribuiscono per il 94% del totale lasciando al fattore umano meno del 6%. Tuttavia queste proporzioni cambiano notevolmente nelle aree urbane dove sono senza dubbio il traffico stradale e il riscaldamento, nonché eventuali impianti industriali a costituire l'apporto preponderante. Infatti secondo i dati dell'APAT (l'agenzia per la protezione dell'ambiente) riferiti al 2003, la produzione di polveri sottili in Italia deriverebbe per il 49% dai trasporti, per il 27% dall'industria, per l'11% dal settore residenziale e terziario, per il 9% dal settore agricoltura e foreste, per il 4% dalla produzione di energia.

## Classificazione

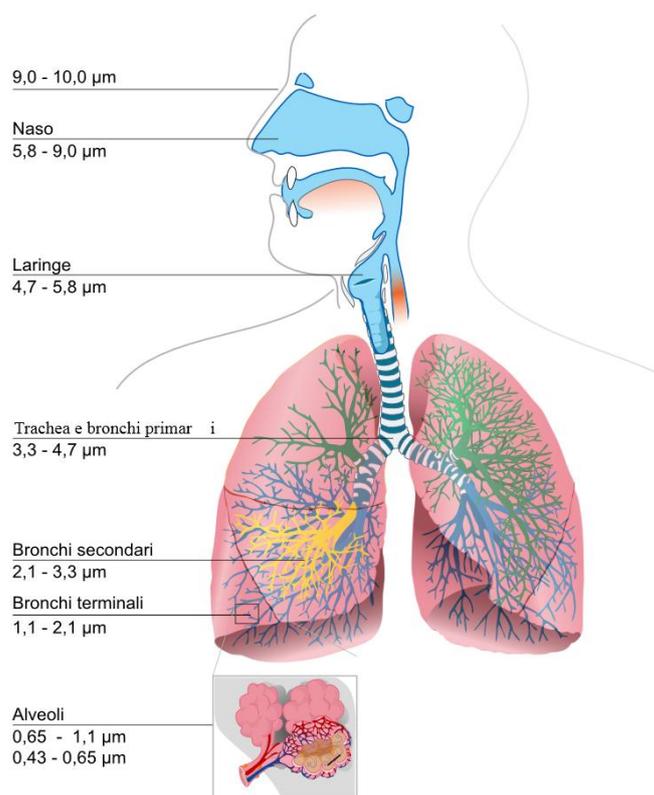
Possiamo dividere le polveri sospese in aria in base a due criteri differenti: secondo composizione e provenienza o secondo dimensioni e comportamento nel sistema respiratorio.

Nel primo caso abbiamo:

- Aerosol: particelle liquide o solide sospese di diametro minore di 1  $\mu\text{m}$ .
- Foschie: goccioline di liquido di diametro < 2  $\mu\text{m}$ .
- Esalazioni: particelle solide di diametro < 1  $\mu\text{m}$ , in genere prodotte da processi industriali.
- Fumi: particelle solide disperse di diametro < 2  $\mu\text{m}$ , trasportate da prodotti della combustione.
- Polveri: particelle solide di diametro variabile tra 0,25 e 500  $\mu\text{m}$ .
- Sabbie: particelle solide di diametro > 500  $\mu\text{m}$ .

Nel secondo caso abbiamo:

- Particolato grossolano: particolato di dimensioni superiori ai 10  $\mu\text{m}$ , non in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore.
- PM10: particolato formato da particelle inferiori a 10  $\mu\text{m}$  in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (naso e laringe).
- PM2,5: particolato fine con diametro inferiore a 2,5  $\mu\text{m}$ , è definita polvere toracica, in grado cioè di penetrare profondamente nei polmoni.



**i vari livelli dell'apparato respiratorio dove le polveri si depositano**

- Per dimensioni ancora inferiori (particolato ultrafine, UFP o UP) si parla di polvere respirabile, cioè in grado di penetrare profondamente nei polmoni fino agli alveoli.
- **Effetti sulla salute**

Il particolato ha effetti diversi sulla salute umana ed animale a seconda dell'origine (naturale, antropica ecc.) e delle dimensioni delle polveri. In taluni casi (si pensi all'aerosol marino), l'effetto può addirittura essere benefico.

Tra i disturbi attribuiti al particolato fine e ultrafine (PM10 e soprattutto PM2,5), oltre a eritemi e infiammazioni della laringe, vi sono patologie acute e croniche a carico dell'apparato respiratorio (asma, bronchiti, enfisema, allergia, tumori) e cardiocircolatorio (aggravamento dei sintomi cardiaci nei soggetti predisposti).

Il meccanismo dettagliato con cui il particolato interferisce con gli organismi non è ancora chiarito completamente, è noto però che al diminuire delle dimensioni la possibilità di interazione biologica aumenta, in quanto le più piccole particelle possono raggiungere laringe, trachea, polmoni e alveoli, e qui rilasciare parte delle sostanze inquinanti che trasporta (ad esempio idrocarburi incombusti, ossidi di zolfo e azoto).

### Effetti sull'ambiente

Il pulviscolo ha effetti nella propagazione e nell'assorbimento delle radiazioni solari, sulla visibilità atmosferica e nei processi di condensazione del vapore acqueo (favorendo smog e nebbie).

L'aumento dell'inquinamento ha causato negli ultimi anni la formazione di un fenomeno noto come oscuramento globale, che consiste in una graduale riduzione dell'intensità dell'irraggiamento diretto sulla superficie terrestre, risultante in un lieve raffreddamento della superficie terrestre. Tale fenomeno, che varia a seconda delle aree coinvolte, è stato osservato a partire dagli anni cinquanta ed ha fino ad ora compensato (e dunque attenuato) parzialmente gli effetti del riscaldamento globale, in termini difficilmente quantificabili. La diminuzione dell'emissione di particolato in atmosfera in aree come l'Europa sta riducendo tale fenomeno.



vista dal satellite della pianura Padana e della grande nuvola di smog

## Piogge Acide

### Che cosa sono?

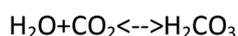
Il fenomeno della deposizione acida consiste nella ricaduta dall'atmosfera sul suolo di particelle acide mediante precipitazioni (piogge, neve, nebbie, rugiade...)

4

Una pioggia viene definita acida quando il pH è minore di 5. L'acidità solitamente è dovuta al 70% dalla presenza di anidride solforica, che reagisce con

l'acqua per dare acido solforico e dal 30% di ossidi di azoto. Di solito, il pH delle piogge oscilla fra il 5 e il 7,

poiché l'acqua reagisce con l'anidride carbonica per dare acido carbonico secondo la seguente reazione:



Se nell'atmosfera sono presenti ulteriori molecole acide, il pH si abbassa ulteriormente.

Il gas più importante che innesca il processo di acidificazione è il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>).

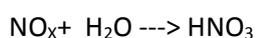
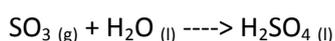
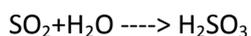
Tuttavia, anche gli ossidi di azoto che si ossidano per dare acido nitrico sono di crescente importanza.

L'ammissione di biossido di zolfo proviene dalla combustione di combustibili fossili e dall'industria (principalmente), dai vulcani e dagli incendi.

I principali fenomeni naturali che contribuiscono all'immissione di gas nell'atmosfera sono i vulcani (la principale fonte è il solfuro di dimetile). A volte l'acido nitrico è prodotto da fenomeni legati all'attività elettrica nell'atmosfera. Inoltre, depositi acidi sono stati individuati nei ghiacci perenni. I suoli delle foreste di conifere sono molto acidi a causa dello spargimento degli aghi.

Le attività umane che immettono zolfo e azoto sono: la produzione di elettricità, le fabbriche, i veicoli a motore e le centrali elettriche a carbone.

### Qualche reazione



fumi industriali

**Storia** Già nel XVII secolo John Evelyn osservò i primi effetti corrosivi delle deposizioni acide. Nel 1852, Robert Angus Smith mostrò la relazione tra piogge acide e inquinamento. Nel 1872 coniò il termine “piogge acide” ma solo nel 1960 cominciarono i primi studi.

### **Effetti sull'uomo e sulle infrastrutture**

è avanzata una diretta correlazione tra persone che vivono nelle aree soggette alle piogge acide e i danni alla loro salute

Le piogge acide danneggiano gli edifici e i monumenti storici, soprattutto quelli in calcare o marmo, per conseguenza della seguente reazione:



La pioggia acida aumenta anche il tasso di ossidazione di bronzo e rame.

### **Effetti sull'ambiente**

Le piogge acide danneggiano le piante ad alto fusto; l'effetto sulle colture alimentari è ridotto al minimo grazie ai fertilizzanti oppure a particolari soluzioni tampone. Le piogge danneggiano l'integrità di alcune piante, rendendole meno tolleranti al freddo.

I suoli possono essere danneggiati seriamente dal fenomeno di acidificazione: alcuni microbi non tollerano gli abbassamenti di pH e ciò riduce l'efficienza dei raccolti.

Inoltre, l'acidificazione mobilita gli ioni idronio e ciò comporta la mobilitazione di sostanze tossiche o la privazione di nutrienti essenziali.

L'abbassamento del pH impedisce alle uova dei pesci di schiudersi e a volte uccide anche i pesci adulti.

Aumenta, inoltre, la concentrazione di alluminio e danneggia gli animali che si cibano di pesce. Inoltre, diminuisce la biodiversità



**alberi danneggiati dall'azione delle piogge acide**

# Ozono

## Cos'è?

L'ozono (simbolo  $O_3$ ) è un gas dal caratteristico odore agliaceo, le cui molecole sono formate da tre atomi di ossigeno. La sua scoperta è dovuta a Friedrich Schönbein durante esperimenti di ossidazione lenta del fosforo bianco e di elettrolisi dell'acqua.

È un gas instabile (gassoso, a 20 °C ha un tempo di dimezzamento di tre giorni, in soluzione acquosa di 20 minuti), ed allo stato liquido è esplosivo.

6

Ha un odore pungente caratteristico - lo stesso che accompagna talvolta i temporali, dovuto proprio all'ozono prodotto dalle scariche dei fulmini ed è fortemente irritante per le mucose.

Altamente velenoso per gli esseri viventi, è comunque un gas essenziale alla vita sulla Terra per via della sua capacità di assorbire la luce ultravioletta del sole. I gas Freon e i CFC sono stati banditi poiché provocano la distruzione dello strato d'ozono.

## Effetti sull'uomo

I principali organi che risentono degli effetti dell' $O_3$  sono le vie respiratorie che subiscono infiammazioni e alterazioni di permeabilità. Queste mutamenti comportano una riduzione della funzione polmonare e quindi la possibile comparsa di edema polmonare, un peggioramento delle condizioni cliniche del soggetto se affetto da malattie croniche e una maggior frequenza di crisi asmatiche.

Nonostante ciò, la mancanza di ozono nell'alta atmosfera permetterebbe ai raggi UV-B di raggiungere in gran quantità la superficie terrestre, danneggiando le molecole del DNA e RNA e favorendo lo sviluppo di melanomi e del cancro della pelle. Altra conseguenza dell'eccesso di raggi UV-B è il sorgere della cecità a causa di danni irreversibili alla retina dell'occhio.

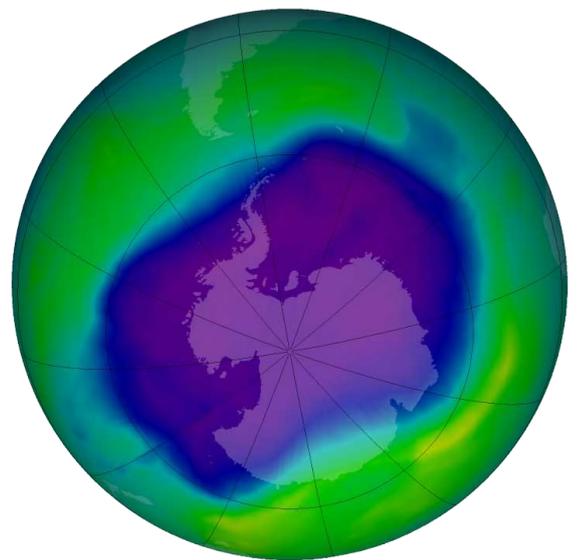
## Effetti sull'ambiente

Per quanto riguarda la vegetazione, l'ozono provoca una riduzione nella crescita delle piante e, a concentrazioni elevate, clorosi e necrosi delle foglie.

L'ozono causa anche ingenti danni a materiali e monumenti, provocando un notevole danno al patrimonio artistico ed importanti perdite economiche.

Per la sua reattività attacca e rende più fragili anche le gomme naturali e artificiali.

I tessuti vengono indeboliti ed i colori perdono la loro brillantezza, in particolare le fibre di cellulosa,



la macchia viola indica il famoso "buco" nello strato di ozono sopra il polo sud

essendo molto sensibili all'ossidazione.

L'ozono arreca anche danni alle vernici, specialmente per l'azione sinergica con il biossido di zolfo.

Si deve comunque osservare che parecchi danni attribuiti all'ozono sono in realtà provocati dagli ossidanti fotochimici in genere, dei quali l'ozono è solo un rappresentante.

## Ossidi di Carbonio

7

Anidride Carbonica ( $\text{CO}_2$ ) e Monossido di Carbonio ( $\text{CO}$ ) sono composti simili dal punto di vista strutturale, sono entrambi formati da carbonio e ossigeno, ma presentano diversa origine e un diverso modo di interagire con l'uomo e l'ambiente.

### Cosa sono?

L'anidride carbonica viene prodotta sia naturalmente (attraverso la respirazione degli esseri viventi e attraverso processi di combustione presenti in natura) sia attraverso alcune attività umane relative alla combustione (processi industriali, motori di veicoli, impianti di riscaldamento,...).

Il monossido di carbonio trae la sua origine prettamente da processi riconducibili all'uomo: viene infatti emesso principalmente dai processi di combustione, particolarmente dagli scarichi di veicoli con motori a idrocarburi, a causa di una combustione incompleta. Le concentrazioni maggiori si trovano generalmente nei pressi delle strade. Il monossido ha un tempo di persistenza in atmosfera di circa un mese e viene rimosso mediante reazioni fotochimiche. invece è considerato altamente tossico in quanto avendo affinità con l'emoglobina impedisce l'ossigenazione dei tessuti.

Gli effetti di anidride e monossido interessano sfere diverse: la prima agisce principalmente sul clima, e quindi sull'ambiente; il secondo, particolarmente tossico, agisce sull'uomo e sugli esseri viventi.

### $\text{CO}_2$ : effetti sul clima

L'anidride carbonica è un gas fondamentale per la vita sulla terra: è una sostanza fondamentale nei processi vitali delle piante e degli altri esseri viventi e la presenza dell'atmosfera terrestre è dovuta proprio al suo effetto serra naturale. Un'eccessiva produzione da parte dell'uomo e delle sue attività di  $\text{CO}_2$  ha però intensificato quest'ultima caratteristica, creando così una situazione di surriscaldamento globale.

### $\text{CO}$ : effetti sull'uomo e sugli esseri viventi

Il monossido di carbonio ha la capacità di unirsi all'emoglobina del sangue formando la carbossiemoglobina ( $\text{COHb}$ ). In questo modo il  $\text{CO}$  occupa il posto normalmente occupato dall'ossigeno, così da ridurre la

capacità del sangue di trasporto dell'ossigeno e di conseguenza la quantità di ossigeno che il sangue lascia nei tessuti.

L'inalazione del monossido può causare mal di testa, fatica e problemi respiratori. Il limite massimo previsto per legge in Italia è di  $10 \text{ mg/m}^3$  in una media di 8 ore. Sopra i  $500 \text{ mg/m}^3$  può essere letale.



strutture atomiche dell'anidride carbonica e del monossido di carbonio

8

## Che aria respira Mantova?

Secondo i tecnici dell'agenzia per la protezione ambientale rispetto agli anni passati si può rilevare una netta tendenza al miglioramento.

I nodi riscontrati tuttavia continuano a chiamarsi ozono e polveri sottili: nel primo caso i limiti per la protezione della salute umana sono stati superati per 88 volte in città, nel secondo caso si è andati oltre le soglie di legge fino a 83 volte in dodici mesi.

### I rilievi dell' ARPA

ARPA (Agenzia ambientale della Regione), che raccoglie i dati con le centraline sparse in giro per la provincia, ha introdotto alcuni miglioramenti tecnici e di campionamento: più precisi i rilievi comune per comune e l'individuazione delle cause d'inquinamento, il tutto dovendo sempre prestare grande attenzione alle condizioni metereologi in quanto nei periodi ventosi e piovosi l'inquinamento si abbassa mentre d'estate indicatori (in testa l'ozono) schizzano verso l'alto.

Inquinanti

Nel mantovano sei sono le tipologie di sostanze indagate da ARPA:

- Biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ) derivante da impianti di riscaldamento e dalla combustione di prodotti di origine fossile come gasolio, carbone, oli, ecc.
- Biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ) causato anch'esso da impianti di riscaldamento, dal traffico, da industrie specializzate nelle sintesi di ossigeno e azoto.
- Monossido di carbonio (CO) dovuto principalmente al traffico
- Idrocarburi non metanici dovuto anch'esso al traffico e all' industria in generale.
- Polveri sottili
- Ozono, visto però come inquinante secondario cioè non emesso direttamente.

Nei primi quattro casi le soglie previste dalla legge sono sempre state rispettate con una maggiore attenzione nei periodi invernali, quando il ristagno atmosferico porta i valori a ridosso della soglia di allarme.

### Pericolo Ozono

Tre le soglie di riferimento:

- Sforare i  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  non più di 25 giorni all'anno (ed è questo l'obiettivo)
- A  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  c'è una linea d'allerta intermedia
- A  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  scatta l'allarme.

Il primo tetto è stato sfiorato in tutte le centraline (il picco sono le 88 volte di Lunetta), così come il secondo. In nessun caso invece si è andati oltre la linea rossa dei  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

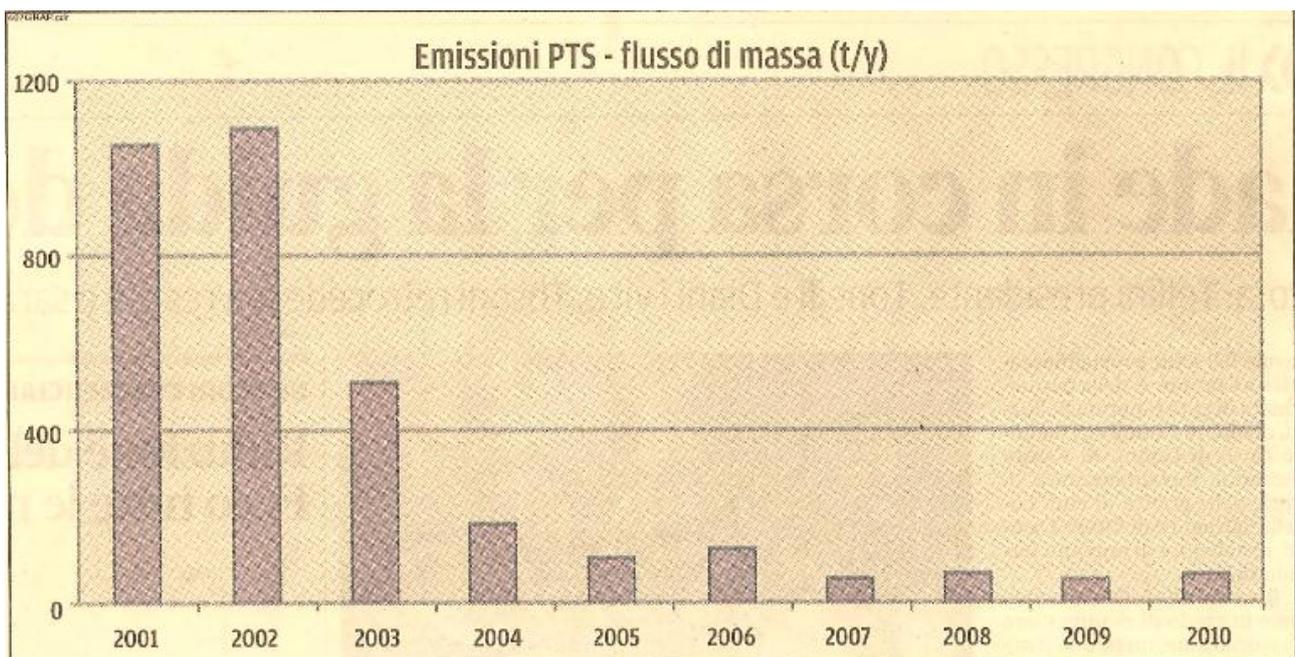
### Pericolo polveri sottili

Della famiglia fanno parte le Pm10 che abbiamo imparato a riconoscere per i blocchi del traffico imposti quando i valori schizzano troppo in alto.

Due i limiti imposti dalla legge:

- Media annua di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , superamento ammesso fino a 35 giorni annui. In via Ariosto, centralina più vicina al petrolchimico, e con i dati peggiori, si è andati oltre la soglia per 83 volte nel 2010 e siamo già oltre quota 70 nel 2011. Anche in tutti gli altri punti di rilevamento il tetto imposto è stato sfiorato.
- Media annuale di  $40 \text{mg}/\text{m}^3$ . È stato rispettato ovunque, ma per un soffio: in via Ariosto si è raggiunta quota  $37 \text{mg}/\text{m}^3$ .

### Il trend



Nonostante l'ozono e polveri sottili siano ben oltre i limiti, l'Arpa definisce in miglioramento la qualità dell'aria: perché? La risposta deriva soprattutto da un'analisi di lungo periodo. I valori dei principali indicatori sono in picchiata rispetto a dieci anni fa: ossido di zolfo ridotto di circa 35 volte, ossido di azoto di circa 15 volte, polveri sottili di circa dieci volte.

**Fonti:** *“L'inquinamento dell'aria”*, Giacomo Elias e Falco Siniscalco, PEG editrice, 1972;

Wikipedia ; *Gazzetta di Mantova*.

10

A cura di Matteo, Marco, Riccardo, Lucrezia e Nicolò - 4ACH