

## A proposito di ... Polveri Atmosferiche

a cura di:

Arpav  
Area Tecnico-Scientifica  
Osservatorio Aria  
Tel. +39 049 823 93 03



### ARPAV

Agenzia Regionale  
per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale  
del Veneto

Direzione Generale:  
Piazzale Stazione 1  
35131 Padova  
Italy  
Tel. +39 049 823 93 01  
Fax +39 049 660 966  
e-mail: [info@arpa.veneto.it](mailto:info@arpa.veneto.it)  
[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)

## A proposito di ... Polveri Atmosferiche



Agenzia Regionale  
per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale  
del Veneto

Area Tecnico-Scientifica  
Osservatorio Aria

## A.R.P.A.V.

Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e la Protezione Ambientale del Veneto

### Direttore Generale

Paolo Cadrobbi

### Direttore Area Tecnico-Scientifica

Carlo Terrabujo

### Progetto e realizzazione a cura di Osservatorio Regionale Aria

Laura Susanetti

Alessandro Benassi

### Coordinamento editoriale

Paola Giannachi

In collaborazione con il

### Dipartimento per il Sistema Informativo e l'Educazione Ambientale

dell'Area Ricerca e Informazione

## ● Il fenomeno delle polveri

Gli abitanti delle grandi città hanno recentemente sentito parlare dell'inquinamento atmosferico causato dalle cosiddette "**polveri atmosferiche**".

È ormai noto che l'aria dei grandi centri urbani è interessata dalla presenza di molteplici inquinanti. Tra questi le **polveri** presentano un crescente interesse per i possibili effetti sanitari sulla popolazione: in molte aree urbane i blocchi del traffico possono essere decisi in relazione al fenomeno delle polveri.

L'interesse suscitato dalle **polveri atmosferiche** trae origine storicamente dallo studio di fenomeni acuti di smog, nel corso dei quali le **polveri**, in combinazione con il biossido di zolfo, hanno determinato il verificarsi di pesanti effetti sanitari.

Tra gli avvenimenti più eclatanti si ricordano gli episodi di inquinamento atmosferico manifestatisi negli anni '50 e '60 nella città di Londra, che fecero registrare un eccesso di ricoveri ospedalieri per problemi respiratori nella popolazione.



Per comprendere con maggiore chiarezza i problemi ambientali e sanitari derivanti dall'inquinamento da **polveri atmosferiche** cerchiamo di capire:

- Cosa sono e quali caratteristiche dimensionali e chimiche rendono le polveri atmosferiche pericolose per la salute umana
- Quali sono le principali sorgenti di emissione delle polveri nell'atmosfera
- Come agiscono sull'organismo umano e come danneggiano l'ambiente
- Con quali misure è possibile contenere la loro presenza nell'aria che respiriamo.



## ● Cosa sono le polveri atmosferiche

Con il termine di **polveri atmosferiche**, o di materiale particellare, si intende una miscela di particelle solide e liquide, sospese in aria, che varia per caratteristiche dimensionali, composizione e provenienza.

Parte delle particelle che costituiscono le **polveri atmosferiche** sono emesse come tali da diverse sorgenti naturali ed antropiche (cd. "**particelle primarie**"); parte invece derivano da una serie di reazioni chimiche e fisiche che avvengono nell'atmosfera (cd. "**particelle secondarie**").

A seconda del processo di formazione, le particelle che compongono le **polveri atmosferiche** possono variare sia in termini dimensionali sia di composizione chimica.

Diversi sono anche i meccanismi di rimozione cui le polveri vanno incontro: meccanismi che le "allontanano" dall'ambiente atmosferico facendole ricadere al suolo o verso l'ambiente idrico (fiumi, laghi, mari, ...).

Tra i meccanismi di rimozione delle polveri dall'atmosfera si ricordano la deposizione secca al suolo, sulla vegetazione o sulle acque e la deposizione umida ad opera delle nubi e della pioggia.

## ● Polveri totali, inalabili o respirabili ?

Le **polveri atmosferiche** sono definite con i nomi più diversi, tra i quali i più usati sono: **PTS (polveri totali sospese)** e **PM** (dall'inglese "**particulate matter**").

Le **polveri totali sospese (PTS)** sono un insieme molto eterogeneo di particelle solide e liquide che, a causa delle ridotte dimensioni, restano in sospensione nell'aria.

Esistono diversi sistemi di classificazione del materiale particellare.

I regolatori hanno scelto di distinguere le diverse classi di **polveri** a seconda della **dimensione del diametro** delle particelle (misurato in micrometri o  $\mu\text{m}$ ) e di quantificarne la presenza in aria in termini di **concentrazione** (espressa in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ovvero microgrammi di particelle in sospensione per metro cubo di aria ambiente).

Il **diametro** delle particelle può variare da un valore minimo di  $0,005 \mu\text{m}$  fino ad un massimo di  $100 \mu\text{m}$ . All'interno di quest'intervallo si definiscono:

- **grossolane** le particelle con diametro compreso tra  $2,5$  e  $30 \mu\text{m}$  (paragonabile a quello di un capello umano, che è compreso tra  $50$ - $100 \mu\text{m}$ )
- **fini** le particelle con diametro inferiore a  $2,5 \mu\text{m}$ .

1000 micrometri (mm)  
=  
1 millimetro (mm)

Le **polveri grossolane** si originano a seguito di combustioni incontrollate e per processi meccanici di erosione e disgregazione dei suoli. Pollini e spore fanno parte di questa classe dimensionale.

Le **polveri fini** derivano dalle emissioni prodotte dal traffico veicolare, dalle attività industriali, dagli impianti di produzione di energia elettrica nonché a seguito di combustioni di residui agricoli.

Studi epidemiologici, condotti in diverse città americane ed europee nel corso degli ultimi vent'anni, hanno mostrato che esiste una notevole correlazione fra la presenza di **polveri fini** ed il numero di patologie dell'apparato respiratorio, di malattie cardiovascolari e di episodi di mortalità riscontrati in una determinata area geografica.

**L'epidemiologia studia le associazioni tra livelli di un determinato inquinante (ad es. le particelle fini) e le risposte sanitarie, espresse in termini di riduzione della funzione respiratoria, aumento dei ricoveri ospedalieri ed incremento della mortalità.**

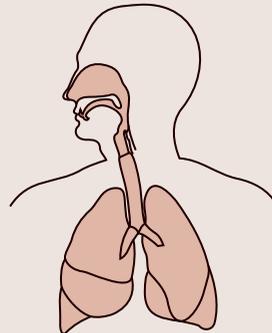
Oltre alle **PTS**, la legislazione italiana in materia di inquinamento atmosferico regola la presenza in aria delle **polveri PM<sub>10</sub>**, aventi diametro inferiore a 10 µm e comprendenti un sottogruppo di **polveri** più sottili denominate **PM<sub>2,5</sub>**, aventi diametro inferiore a 2,5 µm.

Nonostante tra **PM<sub>10</sub>** e **PM<sub>2,5</sub>** vi sia una certa sovrapposizione dimensionale, le due classi sono generalmente ben distinte sia in termini di sorgenti di emissione e di processi di formazione, sia per quanto riguarda la composizione chimica ed il comportamento nell'atmosfera. Le **polveri PM<sub>10</sub>** sono comunque costituite per circa il 60% dalla frazione più sottile denominata **PM<sub>2,5</sub>**.

Tanto inferiore è la dimensione delle particelle, tanto maggiore è la loro capacità di penetrare nei polmoni e di produrre effetti dannosi sulla salute umana. Per questo motivo le **polveri PM<sub>10</sub>** e **PM<sub>2,5</sub>** **presentano un interesse sanitario sicuramente superiore rispetto alle PTS.**

Le **polveri PM<sub>10</sub>** sono denominate anche **polveri inalabili**, in quanto sono in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe).

Le **polveri PM<sub>2,5</sub>** sono invece denominate **polveri respirabili** in quanto sono in grado di penetrare nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea sino agli alveoli polmonari).



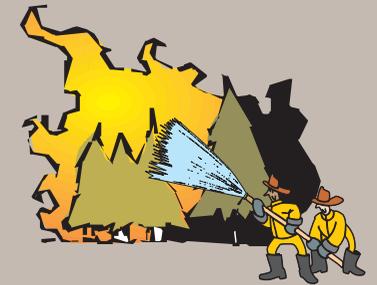
## ● Le sorgenti di emissione delle polveri

Le **polveri PM<sub>10</sub>** e **PM<sub>2,5</sub>** sono prodotte da un'ampia varietà di sorgenti sia naturali sia antropiche.

Mentre le particelle più grossolane derivano principalmente dal suolo e da altri materiali, le particelle più fini sono prodotte, in misura prevalente, dalla combustione di combustibili fossili utilizzati nei trasporti, **nell'industria e nella produzione di energia.**

Le più importanti sorgenti naturali sono così individuate:

- aerosol marino (sali, ...)
- suolo risollevato e trasportato dal vento
- aerosol biogenico (spore, pollini, frammenti vegetali, ...)
- emissioni vulcaniche
- incendi boschivi



Le più rilevanti sorgenti antropiche sono:

- emissioni prodotte dal traffico veicolare
- emissioni prodotte da altri macchinari e veicoli (attrezzature edili/agricole, aeroplani, treni, navi, ...)

- processi di combustione di carbone ed oli (centrali termoelettriche, riscaldamenti civili, legno, rifiuti, ...)
- processi industriali (cementifici, fonderie, miniere, ...)
- combustione di residui agricoli



## ● Come avviene l'esposizione alle polveri

Una volta emesse, le **polveri PM<sub>10</sub>** possono rimanere in sospensione nell'aria per circa **12 ore**, mentre le particelle aventi diametro pari ad 1 µm rimangono in circolazione per circa un mese. Questa è una delle caratteristiche che rende le **polveri inalabili e respirabili** particolarmente insidiose per la salute dell'uomo.

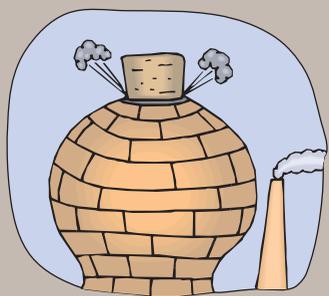
Gli elevati livelli di **PM<sub>10</sub>** che si manifestano di frequente nell'aria delle **grandi città**, possono incrementare il numero e la gravità degli attacchi di asma, causare od aggravare bronchiti ed altre malattie dei polmoni e ridurre la capacità dell'organismo di combattere le infezioni. Le persone maggiormente vulnerabili sono i bambini, gli anziani e chiunque svolga intensa attività fisica all'aperto, nonché le persone sofferenti di asma e bronchiti.



Le **fonti urbane** di emissione delle **polveri PM<sub>10</sub>** sono principalmente due:

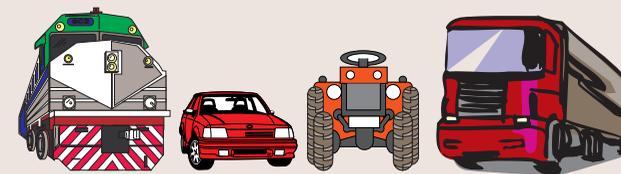
- i **trasporti su gomma**
- gli **impianti di riscaldamento civili**

Sono invece sempre meno presenti, all'interno delle aree urbane, **fonti di inquinamento industriali**. Gli inquinanti emessi da camini di altezza elevata possono tuttavia essere trasportati dagli agenti meteorologici anche su grandi distanze. Parte dell'inquinamento "di fondo" riscontrato in una determinata città può dunque provenire da un'industria situata a diversi km di distanza dal centro urbano.



### Trasporti su gomma.

Tutti i mezzi di trasporto emettono **polveri fini**. In ogni caso i veicoli diesel, sia leggeri sia pesanti, emettono un quantitativo di **polveri**, per km percorso, maggiore rispetto ai veicoli a benzina, riconosciuti comunque responsabili della produzione di piccole quantità di questo inquinante. Le emissioni sono in parte attribuibili anche all'usura di freni e pneumatici e al risollevarsi di polvere presente sulla carreggiata.



### Riscaldamenti civili.

Possono emettere **polveri** in particolare gli impianti alimentati a gasolio, olio combustibile, carbone o legname. Sembrano invece trascurabili le emissioni di **polveri** dagli impianti alimentati a metano.

## ● Effetti sulla salute umana e sull'ambiente

Le **polveri PM<sub>10</sub>** possono costituire un serio pericolo per la salute umana.

- Un'esposizione di breve periodo può irritare i polmoni e causare broncocostrizione, tosse e mancanza di respiro.
- Le sostanze che si dissolvono dal materiale particolato possono causare danni alle cellule.
- Un'esposizione di lungo periodo a basse concentrazioni può indurre il cancro.



Le particelle che si depositano **nel tratto respiratorio superiore o extratoracico** (cavità nasali, faringe e laringe) possono causare effetti irritativi quali secchezza ed infiammazione di naso e gola.

Le particelle che si depositano nel **tratto tracheobronchiale** (trachea, bronchi e bronchioli più grandi) possono invece provocare costrizioni bronchiali, aggravare malattie respiratorie croniche (asma, bronchite, enfisema) ed eventualmente indurre neoplasie.

In generale sono le **particelle con diametro inferiore a 5-6  $\mu\text{m}$  quelle in grado di depositarsi nel tratto polmonare (bronchioli respiratori e alveoli) e di provocare infiammazioni, fibrosi e neoplasie.**

**Ni**

Le **polveri PM<sub>10</sub>** sono costituite da una miscela di sostanze che includono:

**Pb**

- elementi quali il carbonio, il piombo, il nichel;
- composti come i nitrati, i solfati o composti organici;
- miscele complesse come particelle di suolo o gli scarichi dei veicoli diesel.

Le **polveri PM<sub>2,5</sub>** risultano, a loro volta, potenzialmente pericolose per la presenza di un certo numero di sostanze:

- i solfati prodotti dalle emissioni di biossido di zolfo sono di natura acida e possono reagire direttamente con i nostri polmoni;
- diversi studi hanno mostrato la presenza di metalli tossici quali il piombo, il cadmio ed il nichel in concentrazioni maggiori nella frazione **polveri PM<sub>2,5</sub>** rispetto al particolato di dimensioni maggiori.
- le particelle carbonose prodotte durante la combustione della benzina possono veicolare sostanze chimiche cancerogene come il benzo(a)pirene e consentirgli il libero accesso all'interno dei polmoni;

**Il benzo(a)pirene appartiene alla famiglia degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). Questi composti sono stati identificati nei gas di scarico dei motori diesel. Si sospetta che l'effetto sull'uomo, per un'esposizione di lungo periodo, consista nell'insorgenza del carcinoma bronchiale.**

Un altro impatto prodotto sull'ambiente atmosferico dalle **polveri** aerodisperse è la riduzione della visibilità.

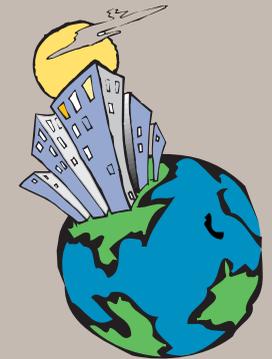
Accumulandosi nell'atmosfera, infatti, le particelle assorbono e deviano la luce.

Tale fenomeno può risultare particolarmente pericoloso in vicinanza di aeroporti o di grandi arterie di traffico quali le autostrade.



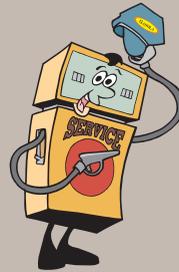
## ● Come limitare i livelli di concentrazione nei centri urbani ?

A partire dagli anni '70, in tutti i paesi industrializzati il numero di veicoli in circolazione è andato incontro ad una crescita costante. Attraverso l'emissione di **polveri fini**, monossido di carbonio, ossidi di azoto e composti organici volatili (come gli idrocarburi), le automobili e gli altri mezzi di trasporto stradali contribuiscono in misura preponderante a determinare una scarsa qualità dell'aria nei centri urbani. La limitazione dei livelli di concentrazione delle polveri nelle nostre città non può che avvenire attraverso la riduzione dell'inquinamento da traffico veicolare e, in particolare quello causato dalle **polveri fini**.



Diverse sono le soluzioni che si possono adottare. Alcune elencate di seguito presentano caratteristiche di innovazione tecnologica, altre di "educazione" ad un uso alternativo del mezzo di trasporto privato.

- **Incentivazione** di forme alternative di mobilità urbana, come il trasporto pubblico, il car-pooling (condivisione del mezzo privato da parte di più passeggeri) e l'uso della bicicletta.
- **Riduzione** delle emissioni per km di strada percorso, attraverso l'impiego di veicoli e di carburanti più puliti.
- **Utilizzo** di mezzi di trasporto elettrici e di auto-veicoli più piccoli e leggeri, in modo da ridurre il consumo di carburante e dunque le emissioni di natura inquinante.
- **Contenimento** delle polveri risollevate dalla carreggiata attraverso un frequente lavaggio delle strade, specie durante i periodi nei quali le concentrazioni in aria sono più elevate e le precipitazioni piovose scarse.
- **Controllo** periodico delle emissioni dallo scarico dell'automobile per monossido di carbonio, ossidi di azoto ed idrocarburi, inquinanti che partecipano alla formazione delle particelle secondarie.



## ● Quando preoccuparsi per le polveri ?

La normativa italiana ha fissato un valore di soglia annuale definito "obiettivo di qualità", al fine di monitorare gli effetti delle **polveri inalabili PM<sub>10</sub>** sull'uomo, per fenomeni di esposizione di lungo periodo e a bassi valori di concentrazione.

- Il **Decreto del Ministero dell'Ambiente del 25 novembre 1994** identifica le aree urbane per le quali è obbligatorio il monitoraggio annuale delle **polveri PM<sub>10</sub>** e stabilisce che la concentrazione media annuale rilevata in almeno tre differenti siti di monitoraggio, presenti in ciascun ambito urbano, non debba superare l'obiettivo di qualità pari a **40 µg/m<sup>3</sup>**. La definizione dei siti di misura e i limiti relativi saranno comunque aggiornati ai sensi del D.Lgs. 4/8/99.
- Il **Decreto del Ministero dell'Ambiente n° 163 del 21 aprile 1999** individua i criteri ambientali e sanitari in base ai quali i Sindaci possono applicare misure di limitazione della circolazione veicolare al fine di ottenere un concreto miglioramento della qualità dell'aria in ambito urbano. Il superamento dell'obiettivo di qualità per le **polveri PM<sub>10</sub>** in una o più aree del centro urbano può far scattare la misura di limitazione della circolazione per i veicoli ad accensione spontanea (veicoli diesel).

È bene precisare che l'obiettivo di qualità indica un valore di concentrazione medio annuale cui tendere progressivamente nel tempo, attraverso politiche di contenimento da adottare a cura degli organi di governo e di controllo territoriale.

### **PM<sub>10</sub> Obiettivo di qualità annuale pari a 40 µg/m<sup>3</sup>**

Le **polveri respirabili PM<sub>2,5</sub>** costituiscono un parametro inquinante sul quale si intende investire, in termini di azioni di monitoraggio, nei prossimi anni, dal momento che ad oggi non è presente sul territorio regionale alcuna stazione adibita al loro controllo. Sono attualmente in corso di esecuzione una serie di studi a livello europeo ed italiano, finalizzati all'individuazione entro l'anno 2005, dei limiti relativi alle concentrazioni in aria di tale inquinante, secondo i tempi ed i modi indicati dalla **Direttiva Europea 99/30/CE**.

## ● PTS e PM<sub>10</sub> in Veneto

Le PTS sono oggetto di monitoraggio presso tutte le reti provinciali del Veneto. Questo parametro inquinante sta progressivamente perdendo interesse ambientale a favore di altri indici di polverosità atmosferica di maggiore rilevanza sanitaria (in particolare **polveri PM<sub>10</sub>** e **PM<sub>2,5</sub>**).

Nella Regione Veneto vi sono **quattro aree urbane** per le quali, in base al Decreto del Ministero dell'Ambiente del 25 novembre 1994, vige l'obbligo di monitorare la presenza delle **polveri PM<sub>10</sub>** nel corso dell'intero arco annuale:

- Comune di Padova
- Comune di Venezia
- Comune di Verona
- Comune di Vicenza



Attualmente nel Comune di Venezia sono disponibili **stazioni di rilevamento fisse** per il monitoraggio in continuo delle **polveri PM<sub>10</sub>**.

ARPAV, sta completando l'acquisizione delle reti di monitoraggio da parte delle province e dei comuni del Veneto. Per quanto riguarda la dotazione di sistemi di misura delle **polveri inalabili PM<sub>10</sub>**, che si prevede di ultimare a partire dai primi mesi del 2001, è stata recentemente completata la gara per la fornitura di campionatori PM<sub>10</sub> conformi alle specifiche della direttiva CE30/99 con metodo CEM 12341.

## ● Per saperne di più

Di seguito sono elencati i numeri telefonici delle sedi provinciali dell'ARPAV a cui i cittadini possono rivolgersi per chiedere maggiori informazioni sullo stato dell'aria nella propria città o provincia.

### Dipartimenti Provinciali Arpav

BELLUNO	Tel. 0437/935500
PADOVA	Tel. 049/8214260
ROVIGO	Tel. 0425/473207
TREVISO	Tel. 0422/558547
VENEZIA	Tel. 041/5445528
VERONA	Tel. 045/8075913
VICENZA	Tel. 0444/217350



## ● Internet



**Arpav On-Line su Internet**  
all'indirizzo: [www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)

Per la sua facilità di accesso, per l'immediatezza del contatto e per la sua capacità di aggiornamento continuo, l'A.R.P.A.V. ha realizzato per tutti i suoi molteplici pubblici un nuovo e completo Sito Internet. Il tutto in tempo reale, senza barriere, senza code, senza perdite di tempo. Consultabile quando si vuole 24 ore su 24.