

# Introduzione al concetto di Inquinamento

P. Scordino

ARPA Piemonte

19 luglio 2018



# Sommario

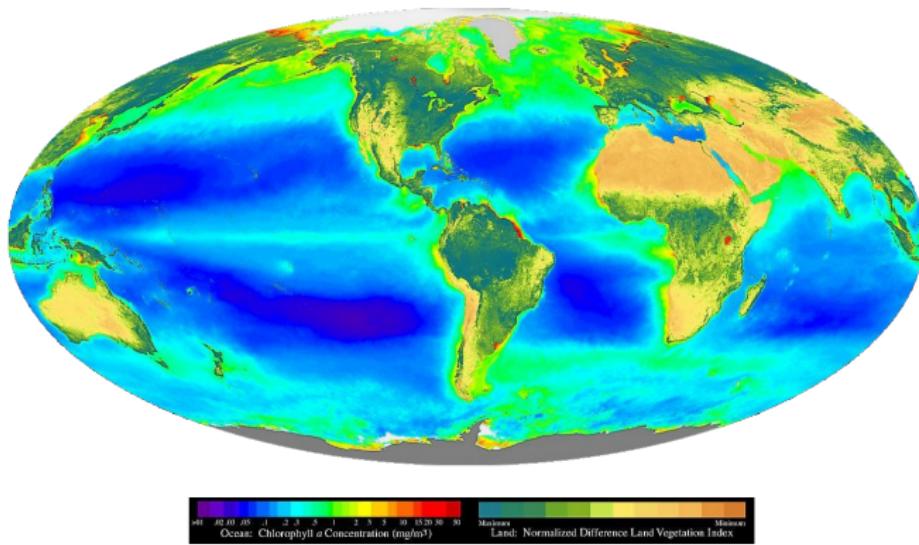
## Argomenti trattati

- ▶ **L'ambiente**
- ▶ **Il rapporto Uomo-Ambiente**
- ▶ **Il concetto di inquinamento**
- ▶ **L'inquinamento atmosferico**
- ▶ **L'inquinamento da pesticidi/erbicidi**

# L'ambiente

La **biosfera** conosciuta anche come ecosfera è costituita da tutti gli **ecosistemi** presenti sulla terra. Puo essere considerata come la zona vitale, è un **sistema chiuso** e largamente **autoregolato**.

## BIOSFERA



# L'ecosistema

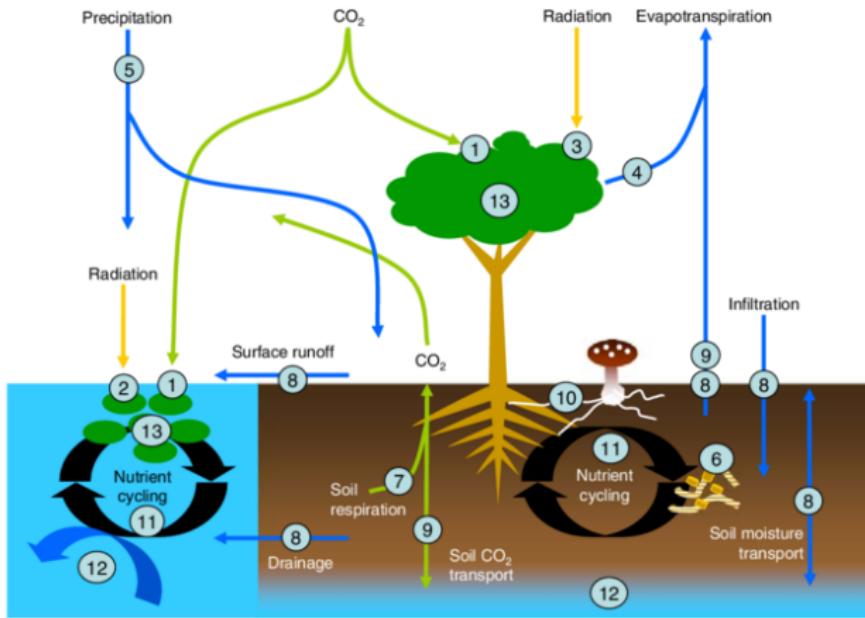
L'ecosistema è l'unità ecologica fondamentale, formata da una comunità di organismi viventi in una determinata area (**biocenosi**) e dallo specifico ambiente fisico (**biotopo**), con il quale gli organismi sono legati da complesse interazioni e scambi di energia e di materia. Un ecosistema comprende diversi **habitat** e differenti **nicchie ecologiche**.

L'habitat è il luogo fisico dove un animale o una pianta vivono normalmente, in genere caratterizzato da una forma vegetale o da un aspetto fisico dominante.

La nicchia ecologica è il ruolo ecologico, o "funzione", che ogni specie occupa all'interno di un habitat, cioè è uno spazio che include tutti gli aspetti dell'esistenza di quella specie. Per esempio, una nicchia ecologica è definita dalle esigenze alimentari, dalle abitudini di vita e dalle interazioni della specie considerata con altre specie, oltre che dalle condizioni climatiche e chimico-fisiche.

# Schema semplificato di ecosistema

## Schema



# L'uomo e la biosfera

La **comunità umana** vive nella biosfera e della biosfera, fa parte integrante. Gli uomini primitivi facevano una vita di continuo spostamento (nomadismo), vivevano di caccia e dei frutti della natura. La mobilità era funzione delle esigenze alimentari per la sopravvivenza e per la conservazione e lo sviluppo della specie.

## Rapporto Uomo - Ambiente



# L'uomo e la biosfera

Le prime società che hanno sviluppato l'agricoltura e l'allevamento del bestiame, hanno prodotto delle trasformazioni.

La scelta delle specie vegetali da coltivare e delle specie animali da allevare ha comportato aspetti di selezione. La simbiosi fra l'uomo e le specie scelte consiste nel fatto che quest'ultime ricevono protezione, cura e nutrimento, a loro volta esse forniscono all'uomo le risorse necessarie per la sua vita e per il suo sviluppo.

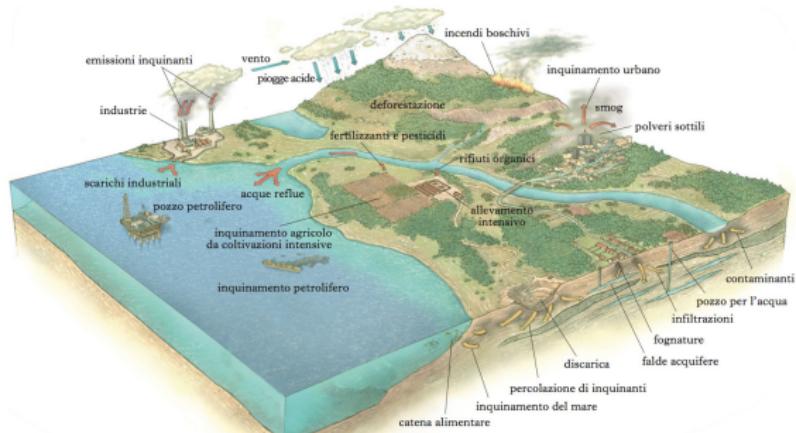
Quando l'uomo interviene nei processi di riproduzione e di sviluppo dei vegetali, attraverso la selezione delle sementi, gli incroci, ecc. aumenta la produttività dell'agricoltura ma attua un processo di asservimento della Natura.

Lo stesso succede allevando gli animali oppure modificando il territorio costruendo strade, canali, ecc.

# Concetto di inquinamento

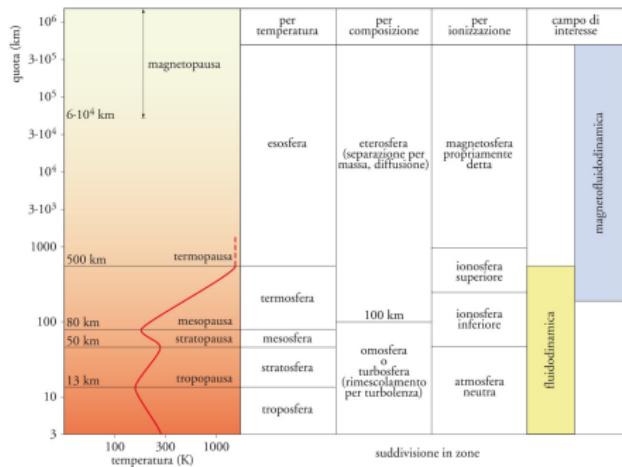
Si definisce **inquinamento** ogni modifica della biosfera, dovuta all'introduzione nella stessa di una o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente.

## Schema



# Inquinamento atmosferico

## Struttura dell'atmosfera



La troposfera, considerando le masse d'aria in movimento, può essere suddivisa in:

- ▶ Troposfera libera.
- ▶ Strato limite planetario 50 – 1000 m (PBL)

# Inquinamento atmosferico

## Inversione termica

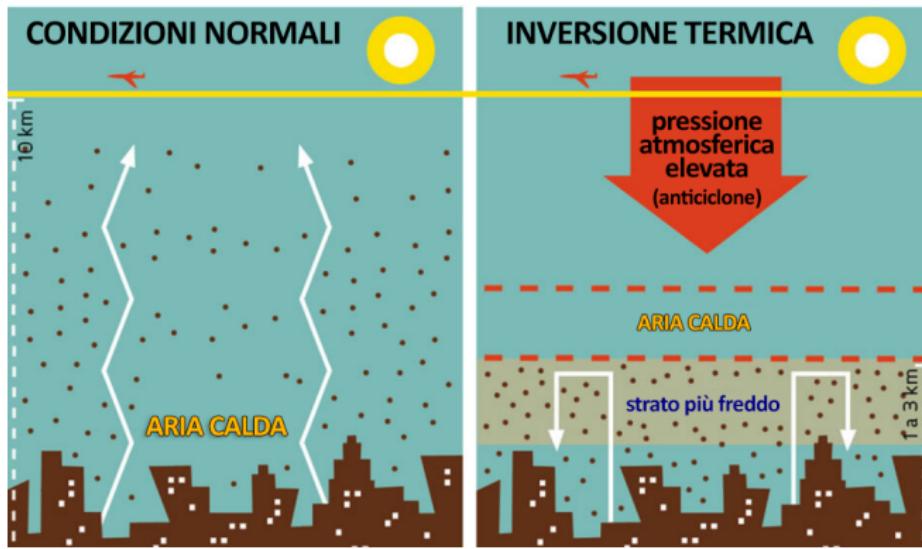
Foto dalla alta valle del Po alle ore 17.50 del 5 Agosto 2005



# Inquinamento atmosferico

## Inversione termica

Rappresentazione del fenomeno dell'inversione termica



# Inquinamento atmosferico

## Composizione chimica dell'atmosfera

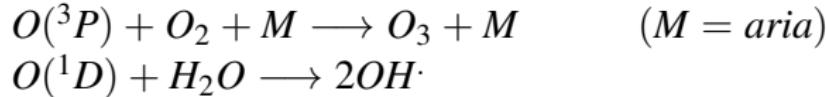
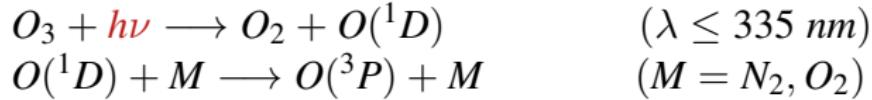
Gas	Volume mixing ratio	
	(percent)	(ppmv)
<b>Fixed gases</b>		
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	78.08	780 000
Oxygen (O <sub>2</sub> )	20.95	209 500
Argon (Ar)	0.93	9 300
Neon (Ne)	0.0015	15
Helium (He)	0.0005	5
Krypton (Kr)	0.0001	1
Xenon (Xe)	0.000005	0.05
<b>Variable gases</b>		
Water vapor (H <sub>2</sub> O)	0.00001–4.0	0.1–40 000
Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> )	0.0375	375
Methane (CH <sub>4</sub> )	0.00017	1.8
Ozone (O <sub>3</sub> )	0.000003–0.001	0.03–10

# Inquinamento atmosferico

## La chimica della troposfera

La chimica dell'atmosfera è guidata da una specie chimica chiamata spazzino atmosferico: **Il radicale ossidrile.**

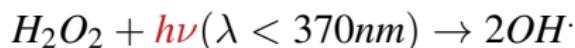
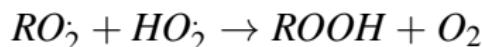
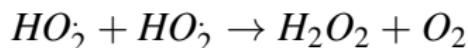
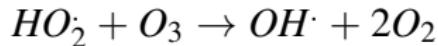
In bassa troposfera e in assenza di ossidi di azoto e composti organici, sia di origine naturale che antropica, avvengono le seguenti reazioni chimiche di fotolisi dell'ozono:



# Inquinamento atmosferico

## La chimica della troposfera

In atmosfera povera di  $NO_x$  ma con la presenza di  $VOC_s$  (Composti organici volatili) di origine naturale le reazioni chimiche che avvengono sono le seguenti:

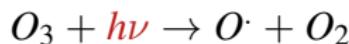
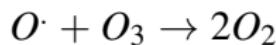
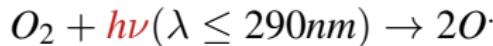


I perossidi organici formatisi si depositano sulle superfici o si disciolgono nell'aerosol acquoso. L'acqua ossigenata, invece, fotolizza dando altri radicali ossidrili.

# Inquinamento atmosferico

## La chimica della troposfera

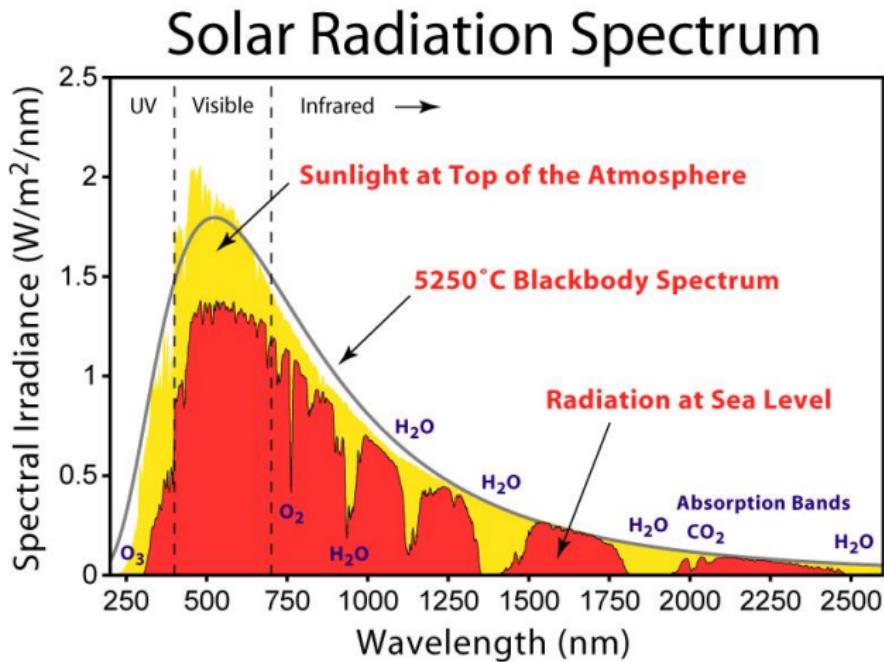
In Stratosfera l'ozono si forma attraverso il ciclo di Chapman:



Il ciclo di Chapman è stato disturbato da specie chimiche persistenti di origine antropica che arrivate in stratosfera sono state fotolizzate ed il loro prodotto ha perturbato il ciclo.

# Inquinamento atmosferico

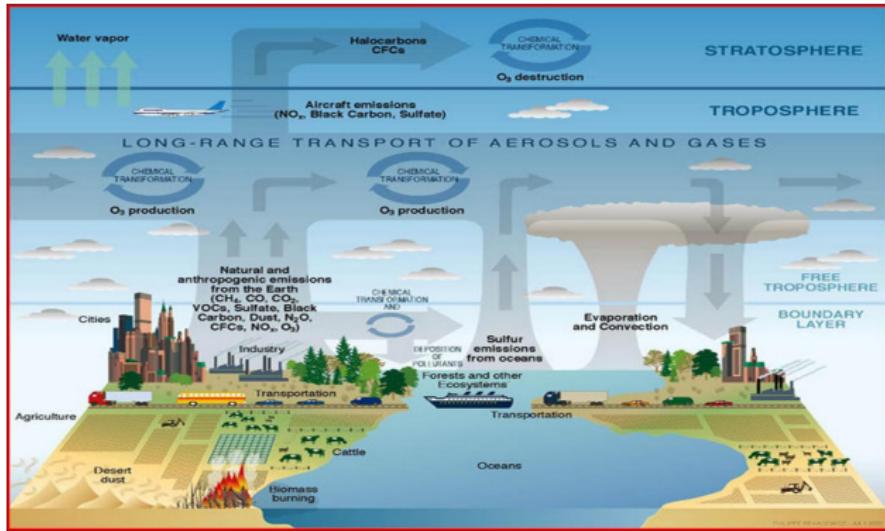
## Assorbimento dello spettro solare dall'atmosfera



# Inquinamento atmosferico

L'introduzione di sostanze di origine antropica, ma anche naturale, oltre una certa soglia provoca lo squilibrio dei naturali cicli chimici.

## Inquinamento atmosferico



# Inquinamento atmosferico

**Le sostanze inquinanti possono essere classificate in diversi modi:**

- ▶ Se secondo la loro origine.
  - Naturale (incendi boschivi, eruzioni vulcaniche, emissioni *VOC<sub>s</sub>* dalla vegetazione ecc...).
  - Antropica (attività industriali, traffico veicolare, riscaldamento civile e industriale ecc...).
- ▶ Se secondo la classe chimica di appartenenza.
  - Sostanze organiche volatili (questa classe è numerosa e può essere suddivisa ulteriormente...).
  - Metalli pesanti.
  - Ossidi inorganici.
- ▶ Se secondo il loro comportamento/evoluzione in atmosfera.
  - Primari (emessi direttamente dalle sorgenti senza subire trasformazioni chimiche in atmosfera).
  - Secondari (originano da trasformazioni chimiche in atmosfera con la fondamentale partecipazione di precursori).

# L'inquinamento atmosferico

## Inquinamento tipico primaverile - estivo

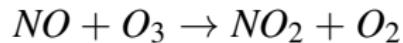
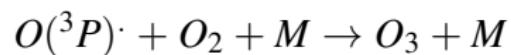
Nell'inquinamento tipico primaverile estivo la fa da padrone l'ozono troposferico:

- ▶ L'ozono è un inquinante di tipo secondario.
- ▶ Per la sua formazione necessita di precursori quali:  $VOC_s$ ,  $NO_x$  e radiazione solare.
- ▶ E' un forte ossidante tossico per la salute e dannoso per i materiali plastici.

# L'inquinamento atmosferico

## Inquinamento tipico primaverile - estivo

La formazione fotochimica dell'ozono troposferico è influenzata pesantemente dalla presenza di  $NO_x$  e  $VOC_s$ . Le reazioni chimiche principali sono le seguenti:



La presenza di  $VOC_s$  rende il ciclo di fotolisi dell'  $NO_2$  instabile con formazione netta di ozono.

# L'inquinamento atmosferico

## Inquinamento tipico autunno - invernale

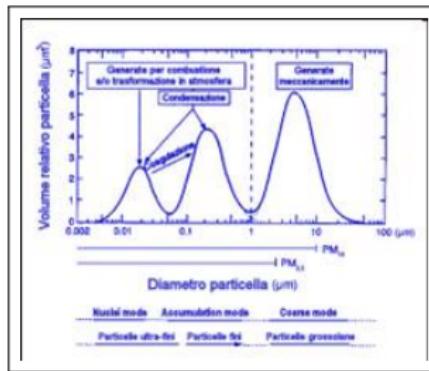
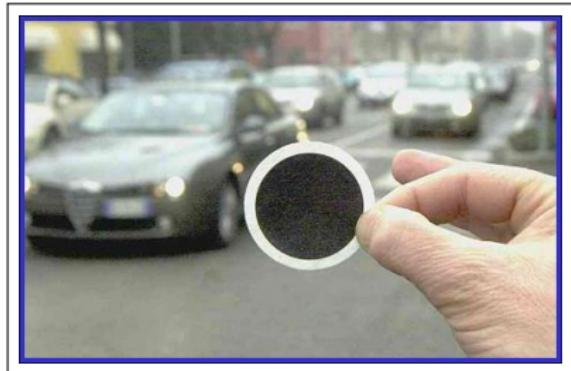
Nell'inquinamento tipico autunno - invernale i principali inquinanti incriminati sono gli aerosol atmosferici e il biossido di azoto ( $NO_2$ ). Le caratteristiche principali degli aerosol sono le seguenti:

- ▶ Sono inquinanti sia di origine primaria che secondaria.
- ▶ Sono eterogenei nella loro composizione e forma/grandezza.
- ▶ La loro tossicità varia a seconda della composizione chimico-fisica.
- ▶ Sono classificabili/campionabili secondo il loro diametro aerodinamico.

# L'inquinamento atmosferico

Inquinamento tipico autunno - invernale

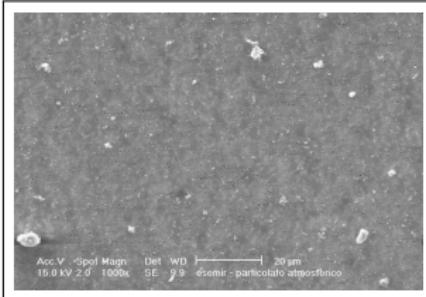
## Il Particolato Atmosferico PM10 e PM2.5



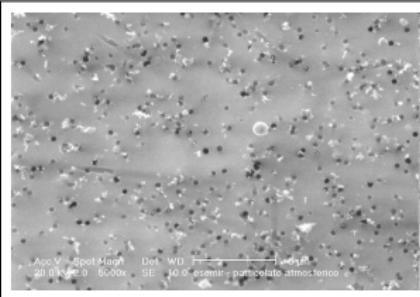
# L'inquinamento atmosferico

Inquinamento tipico autunno - invernale

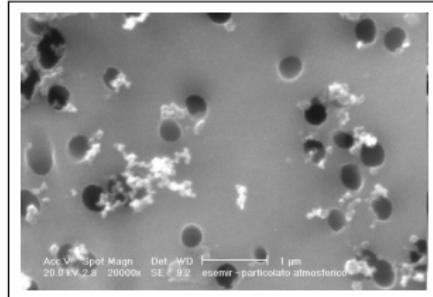
## Il Particolato Atmosferico (PM) - Uno sguardo al microscopio:



PM10



PM2.5

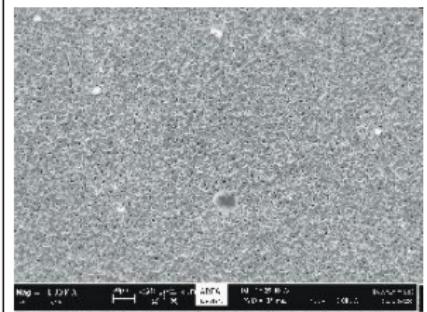


PM1

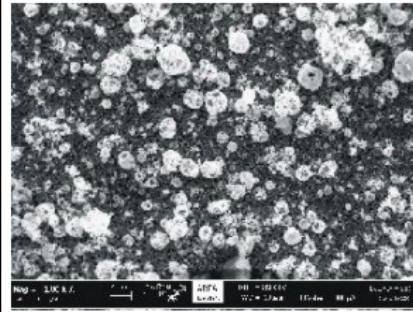
# L'inquinamento atmosferico

Inquinamento tipico autunno - invernale

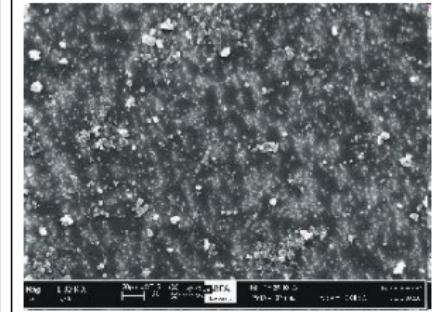
## Il Particolato Atmosferico (PM) - Uno sguardo al microscopio rispetto ad alcune sorgenti:



metano



legna



gasolio

# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

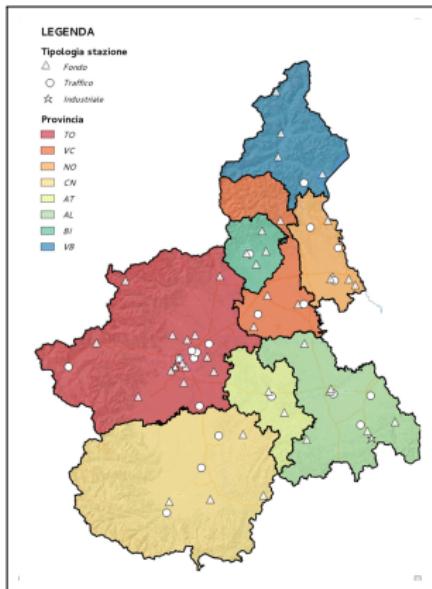
Il monitoraggio degli inquinanti presenti in atmosfera si effettua utilizzando dalle più classiche alle più moderne tecniche di chimica analitica.

ARPA Piemonte gestisce, dal punto di vista tecnico scientifico, numerose stazioni di rilevamento degli inquinanti che contengono al loro interno gli strumenti atti alla quantificazione di ogni inquinante.



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

Arpa Piemonte dispone di 58 stazioni fisse di cui 4 private gestite da ARPA e 5 laboratori mobili.



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

**I principali inquinanti chimici monitorati sono i seguenti:**

- ▶ Monossido di carbonio ( $CO$ ).
- ▶ Ossidi di azoto ( $NO$  -  $NO_2$ ).
- ▶ Biossido di zolfo ( $SO_2$ ).
- ▶ Ozono ( $O_3$ ).
- ▶ Materiale particolato  $PM10$  e  $PM2.5$ .
  - Metalli pesanti ( $As$ ,  $Cd$ ,  $Ni$ ,  $Pb$ ).
  - Idrocarburi policiclici aromatici (*Benzo[a]pirene*).
- ▶ Idrocarburi aromatici ( $BTX$ ).

# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Monossido di carbonio - *CO*

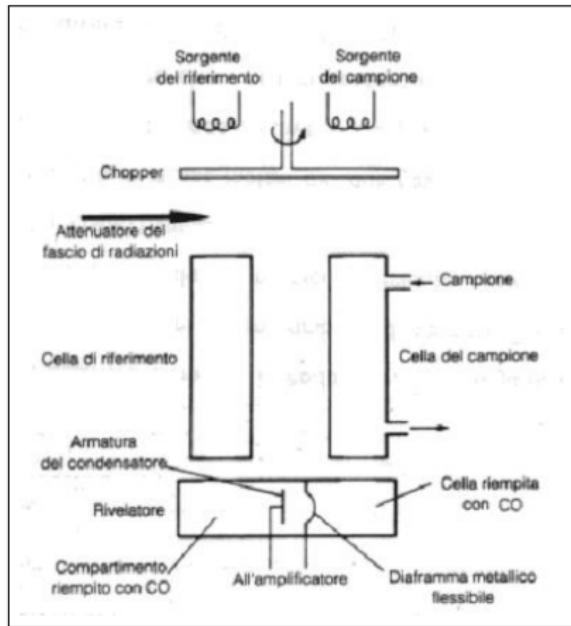
Gas tossico che si forma durante la combustione incompleta dei combustibili usati negli autoveicoli e in generale in qualsiasi processo combustivo in difetto di ossigeno.

Il valore limite è di  $10 \text{ mg/m}^3$  come media massima giornaliera su 8 ore calcolata ogni ora sulla base delle otto ore precedenti.

Il suo monitoraggio viene effettuato utilizzando la tecnica di assorbimento IR non dispersivo. Una sorgente di radiazione IR policromatica viene fatta passare attraverso il campione e una cella di riferimento contenente un gas che non assorbe nell'IR. Un rivelatore a valle misura la differenza di riscaldamento che producono.

# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Schema strumentale per il monitoraggio del CO



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Biossido di zolfo - $SO_2$

Si forma per combustione di materiali contenenti zolfo, quali i combustibili fossili come il carbone, nafta e gasolio. Nell'aria si combina facilmente con l'acqua atmosferica dando inizialmente acido solforoso e successivamente, per ossidazione lenta, acido solforico.

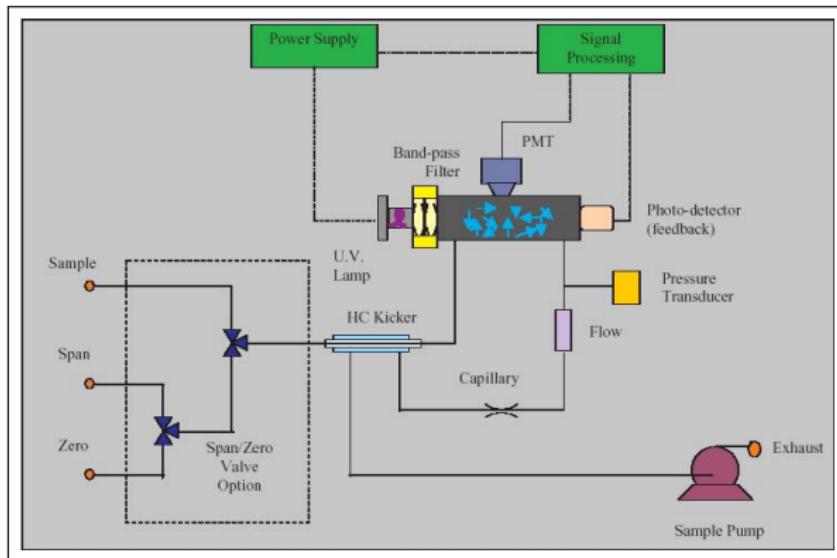
I valori limite dell'  $SO_2$  sono diversi:

- ▶  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come valore limite orario da non superare più di 18 volte l'anno.
- ▶  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come valore limite giornaliero da non superare più di 3 volte l'anno.
- ▶  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  soglia di allarme - media oraria per tre ore consecutive.

Il suo monitoraggio viene effettuato utilizzando la tecnica fluorimetrica, sfruttando la caratteristica dell'  $SO_2$  di emettere, se irradiata con una radiazione monocromatica opportuna, una radiazione a lunghezza d'onda diversa da quella di incidenza.

# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Schema strumentale per il monitoraggio del $SO_2$



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Idrocarburi aromatici - BTX

Gli Idrocarburi aromatici sono una classe chimica di composti caratterizzati dalla presenza di un anello benzenico.

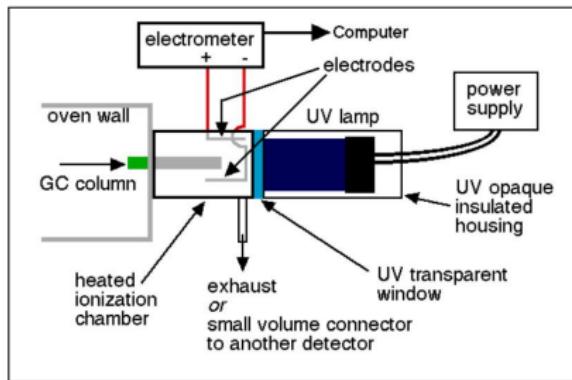
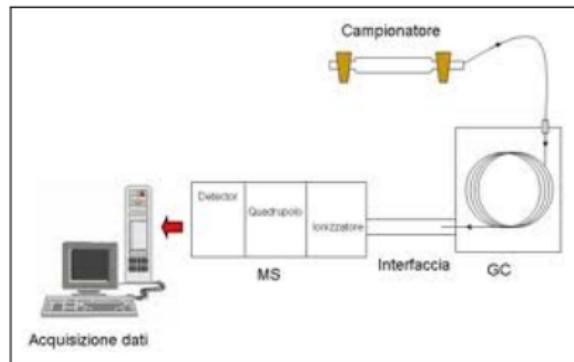
La loro concentrazione in atmosfera è direttamente correlabile al traffico veicolare: infatti il benzene è un componente importante delle benzine.

Il valore limite è di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media annuale.

Il suo monitoraggio viene effettuato utilizzando la tecnica gascromatografica con rivelatore PID a fotoionizzazione.

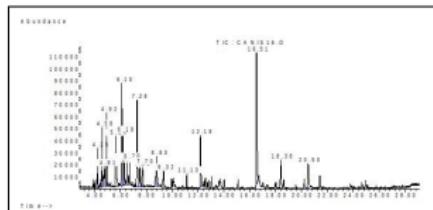
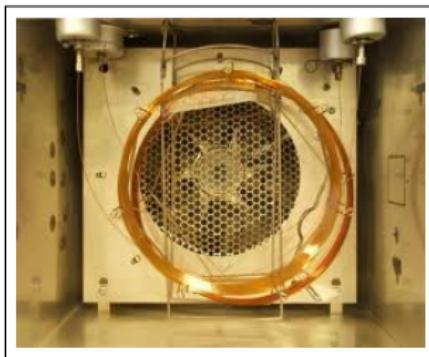
# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Schema strumentale per il monitoraggio degli idrocarburi BTX



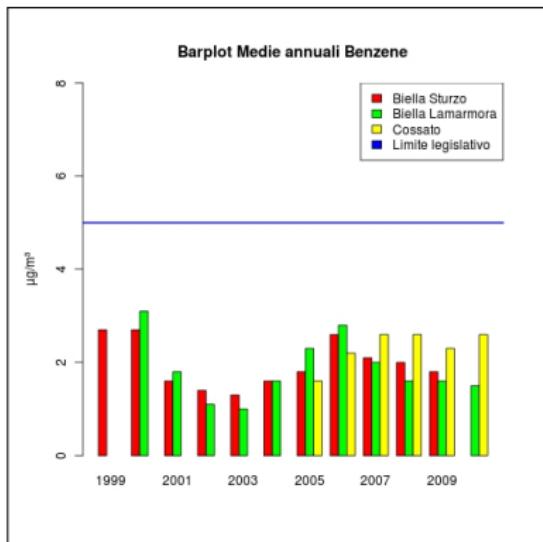
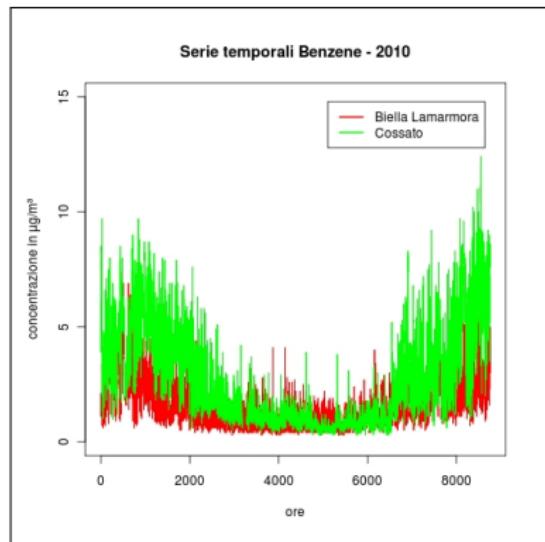
# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## **Strumenti e colonna per il monitoraggio degli BTX**



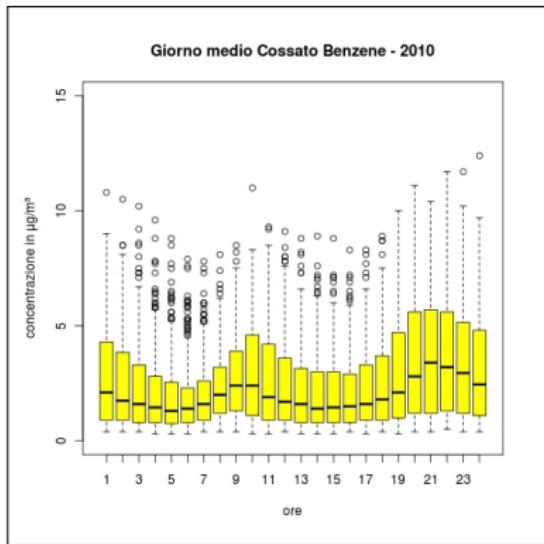
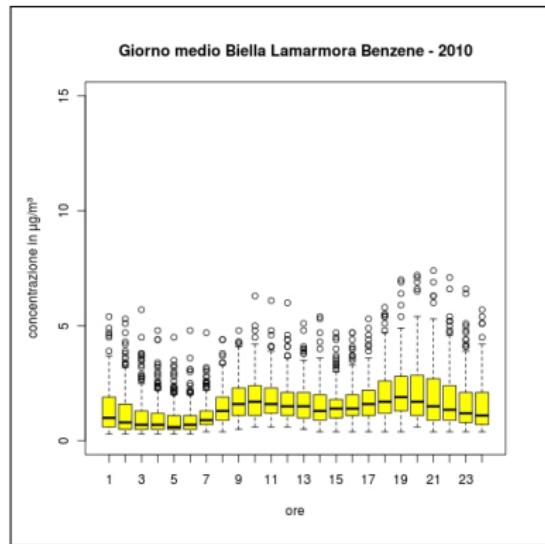
# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Alcuni dati sugli idrocarburi aromatici - BTX



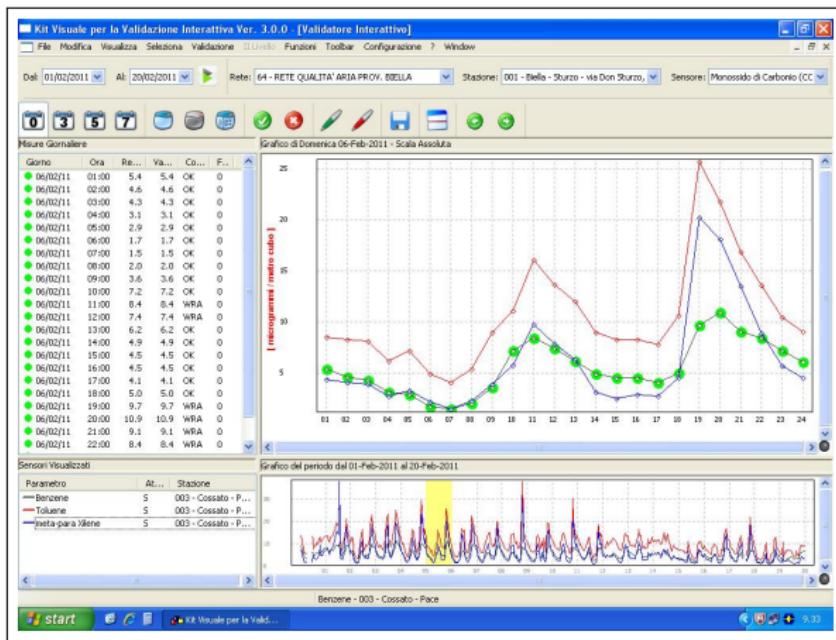
# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Alcuni dati sugli idrocarburi aromatici - BTX



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Alcuni dati sugli idrocarburi aromatici - BTX



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Ozono - $O_3$

L'ozono è un gas pungente che non ha sorgenti dirette significative, ma si produce all'interno di un ciclo di reazioni fotochimiche.

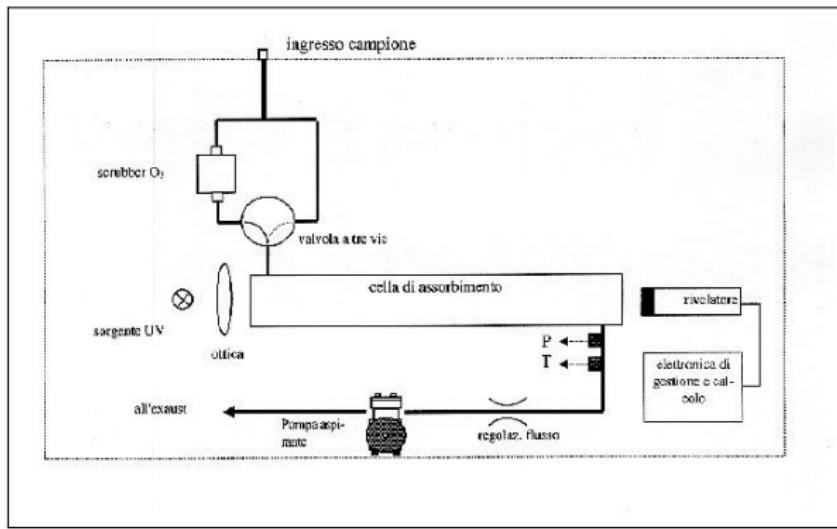
I valori limite sono i seguenti:

- ▶  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come valore bersaglio da non superare più di 25 volte l'anno (max media mobile su 8 ore).
- ▶  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come soglia di informazione (media oraria).
- ▶  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come soglia di allarme per tre ore consecutive (media oraria).

Il suo monitoraggio viene effettuato utilizzando la tecnica spettrofotometrica.

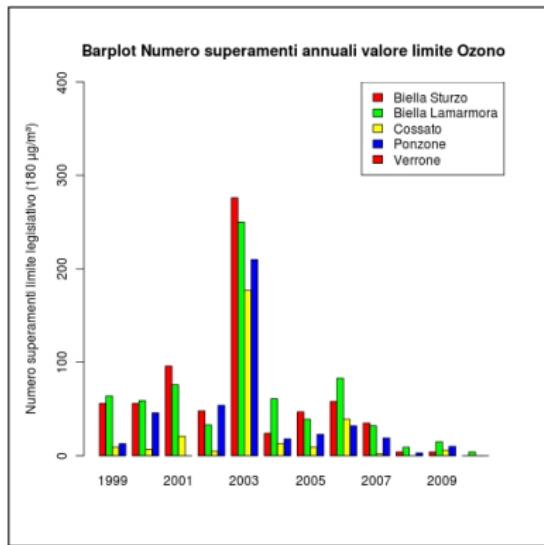
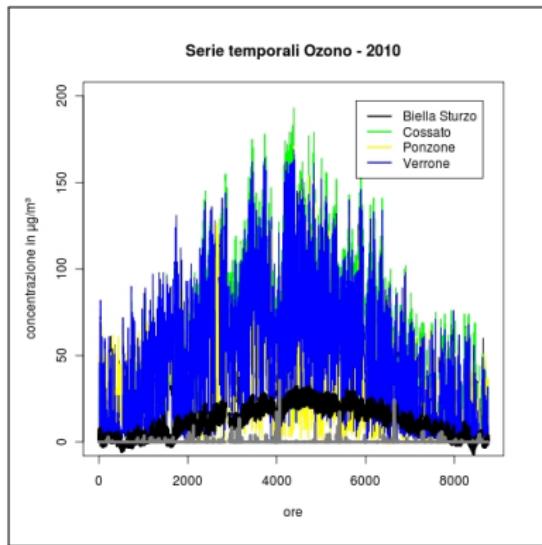
# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Schema strumentale per il monitoraggio dell'Ozono - $O_3$



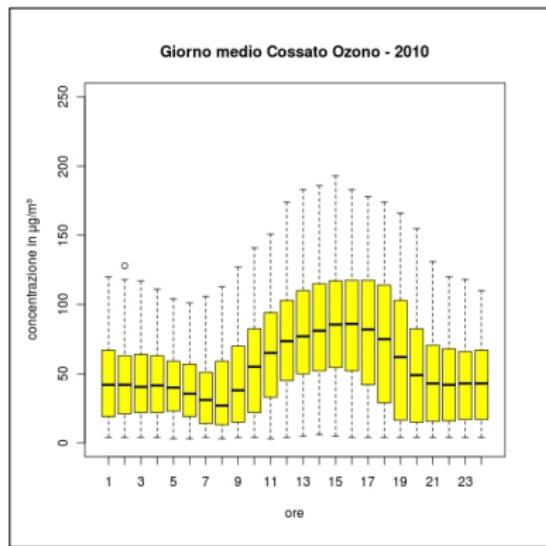
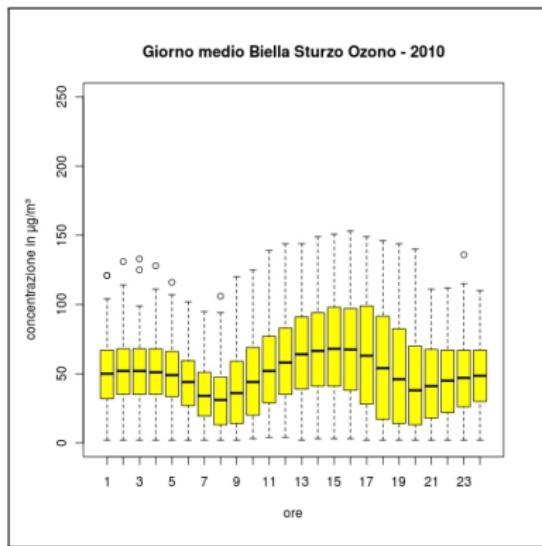
# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Alcuni dati sull'Ozono - $O_3$



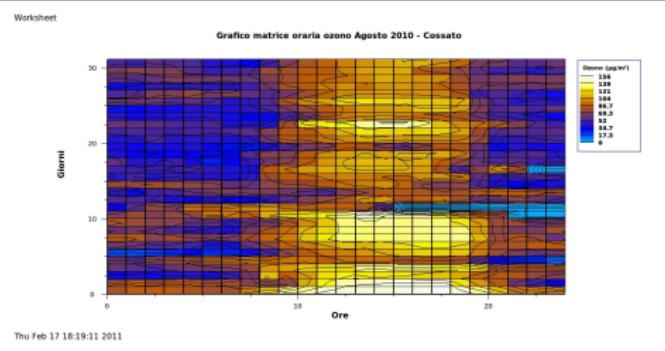
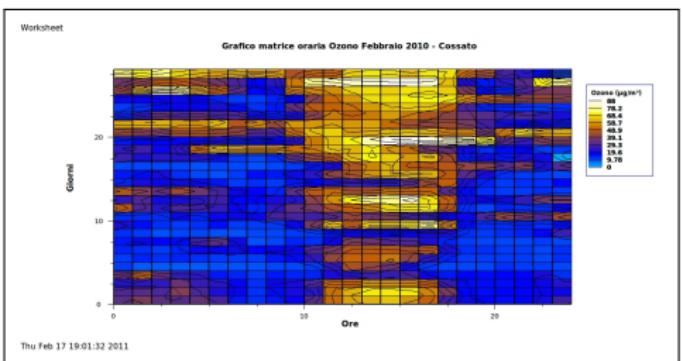
# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Alcuni dati sull'Ozono - $O_3$



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Alcuni dati sull'Ozono - $O_3$



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Biossidi di azoto - $NO_x$

Gli  $NO_x$  comprendono principalmente gli  $NO$  e gli  $NO_2$  sono composti che si formano nei processi di combustione ad alta temperatura e sono i principali attori nella formazione del particolato e dello smog fotochimico.

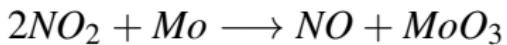
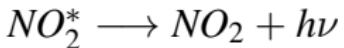
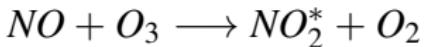
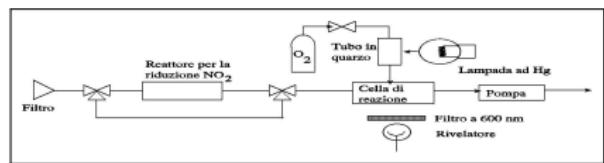
I valori limite sono:

- ▶  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come valore limite orario da non superare più di 18 volte l'anno.
- ▶  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come valore limite annuale.
- ▶  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  soglia di allarme - media oraria per tre ore consecutive.

Il loro monitoraggio viene effettuato utilizzando la tecnica per chemiluminescenza.

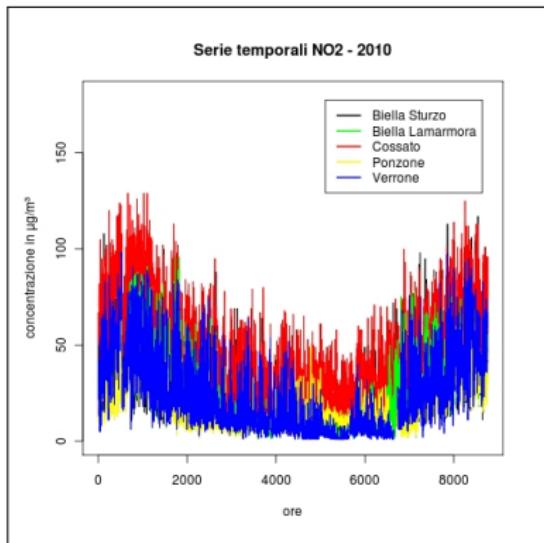
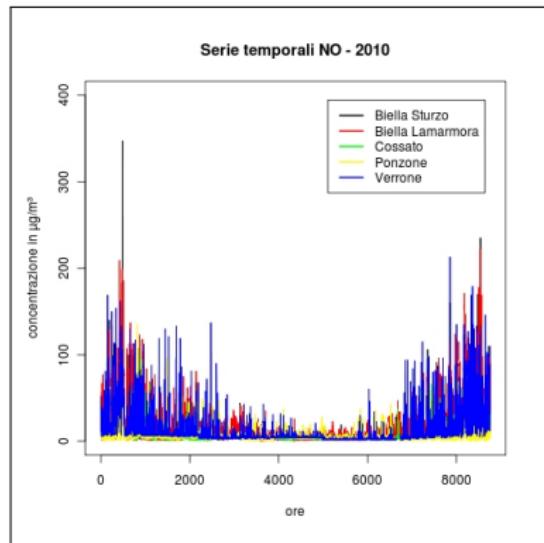
# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Schema strumentale per il monitoraggio degli $NO_x$



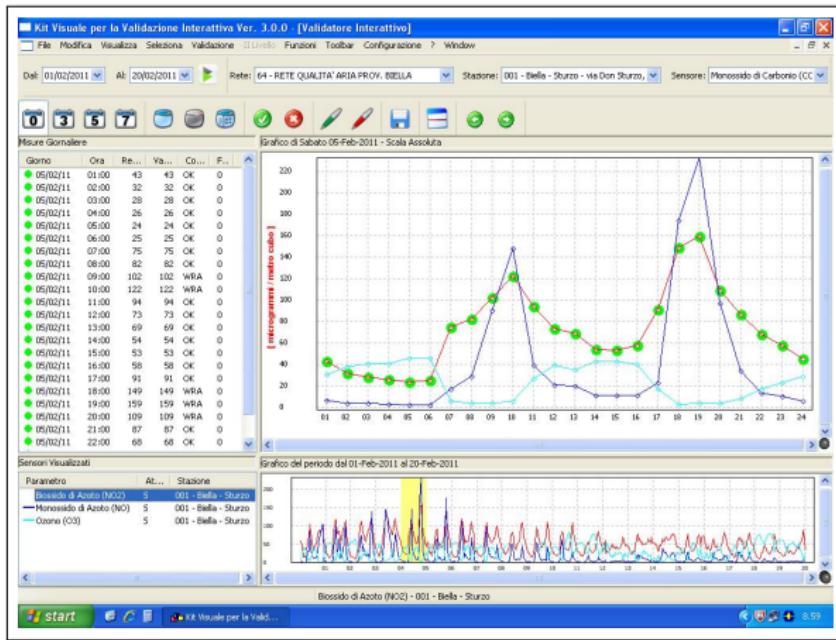
# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Alcuni dati sugli ossidi di azoto - $NO_x$



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Alcuni dati sugli ossidi di azoto - $NO_x$



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Particolato atmosferico - *PM*

Il particolato atmosferico è una sospensione complessa di particelle solide, liquide o miste in equilibrio con la fase gassosa. Le sorgenti sono sia primarie che secondarie e le principali sono il traffico veicolare , gli impianti di riscaldamento sia civili che industriali. Il particolato con diametro aerodinamico inferiore a  $10 \mu m$  è di particolare interesse tossicologico. I valori limite per il PM10 sono:

- ▶  $50 \mu g/m^3$  come valore limite giornaliero (media giornaliera).
- ▶  $40 \mu g/m^3$  come valore limite annuale.
- ▶ 35 numero massimo di superamenti del limite giornaliero in un anno.

# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

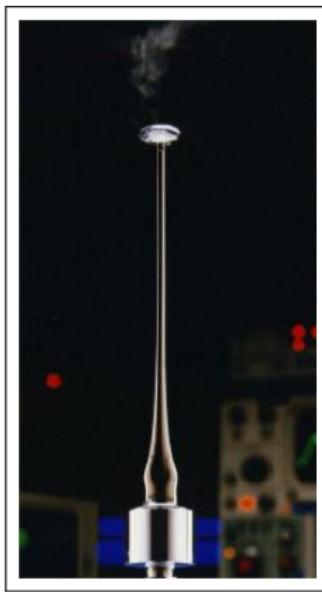
## Particolato atmosferico - *PM*

Il suo monitoraggio viene effettuato in diversi modi:

- ▶ Tecniche in continuo.
  - TEOM - microbilancia a smorzamento di oscillazione.
  - Attenuazione raggi  $\beta$ .
  - Scattering radiazione elettromagnetica.
- ▶ Tecnica discontinua - gravimetrica (metodo ufficiale).

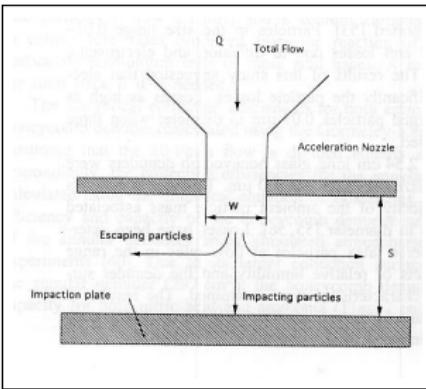
# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

**Strumenti per il monitoraggio in continuo del particolato atmosferico - *PM***



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Strumenti per il monitoraggio gravimetrico del particolato atmosferico - PM



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## La speciazione del particolato atmosferico - PM

Successivamente al campionamento e alla determinazione gravimetrica del PM, i campioni vengono trattati e analizzati per determinare il loro contenuto in metalli, IPA e diversi altri componenti chimici.



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## La speciazione del particolato atmosferico - *PM*

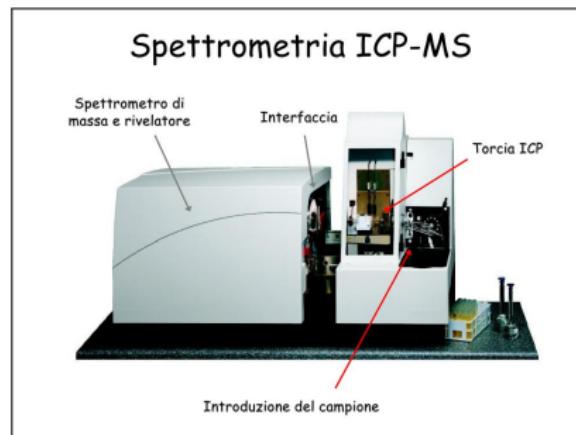
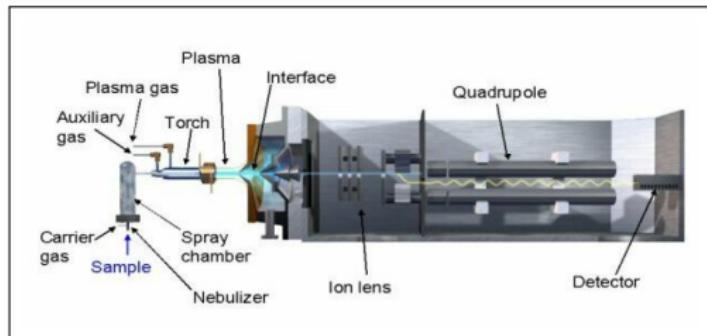
La speciazione chimica del particolato atmosferico si effettua con diverse tecniche di chimica analitica previo adeguato trattamento del campione:

- ▶ Metalli pesanti (ICP/MS, ICP/AES).
- ▶ Idrocarburi policiclici aromatici (GC/MS, HPLC).
- ▶ Anioni e cationi (CI)
- ▶ Sostanze organiche (CG/MS, HPLC).

# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## La speciazione del particolato atmosferico $PM$ - Determinazione dei metalli

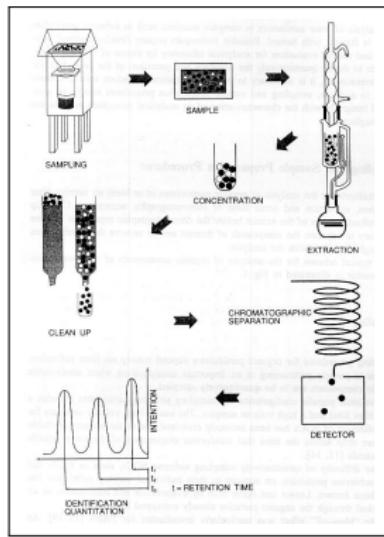
Spettrometria di massa al plasma accoppiato induttivamente - ICP/MS



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## La speciazione del particolato atmosferico *PM* - Determinazione delle Sostanze organiche

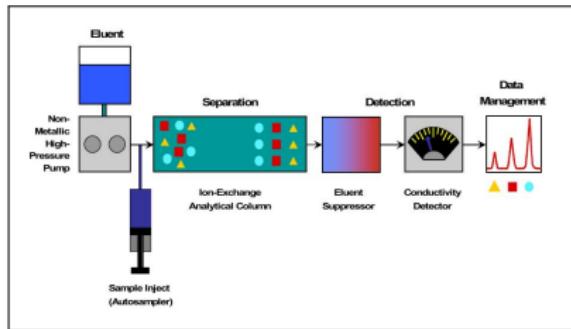
Gascromatografia accoppiata alla spettrometria di massa - GC/MS



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

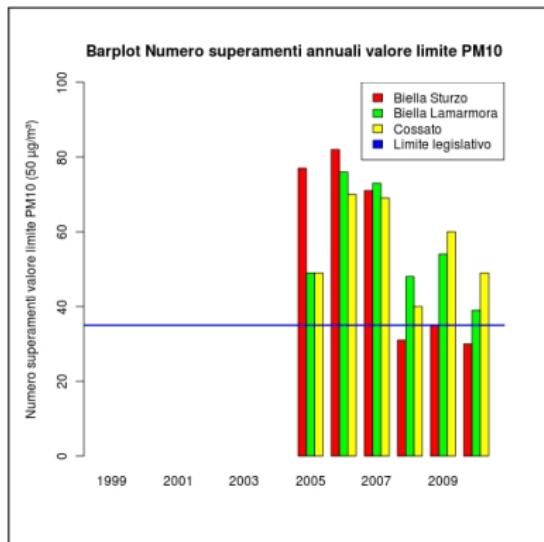
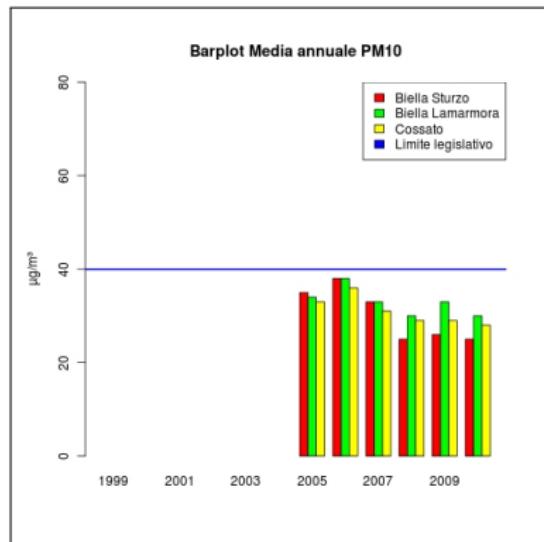
## La speciazione del particolato atmosferico *PM* - Determinazione dei cationi e anioni

### Cromatografia ionica - CI



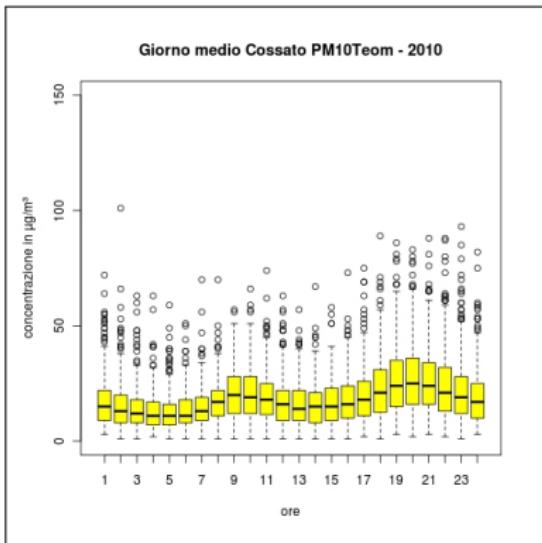
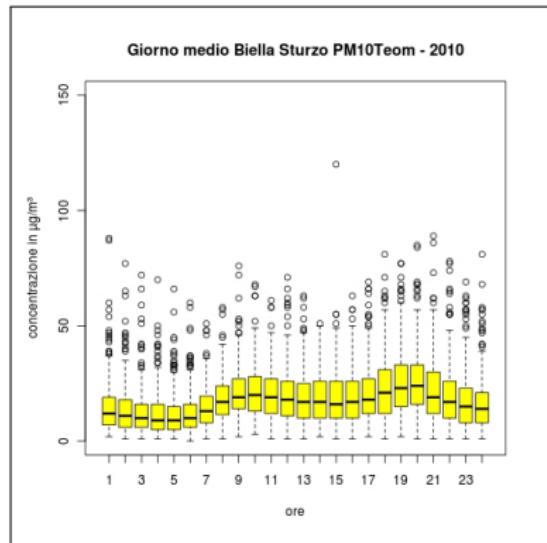
# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Alcuni dati sul particolato atmosferico - PM



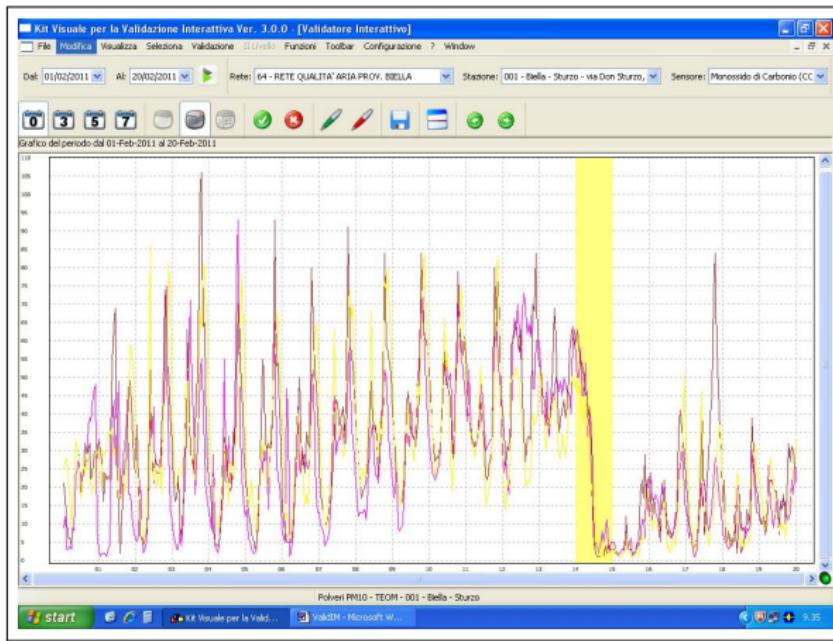
# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Alcuni dati sul particolato atmosferico - *PM*



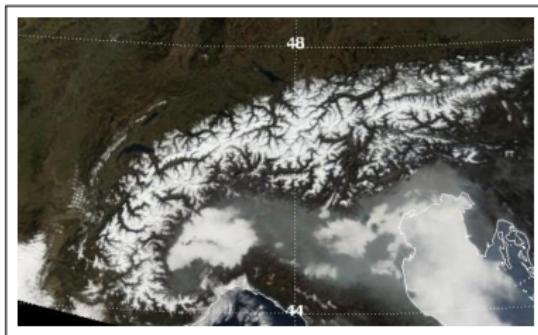
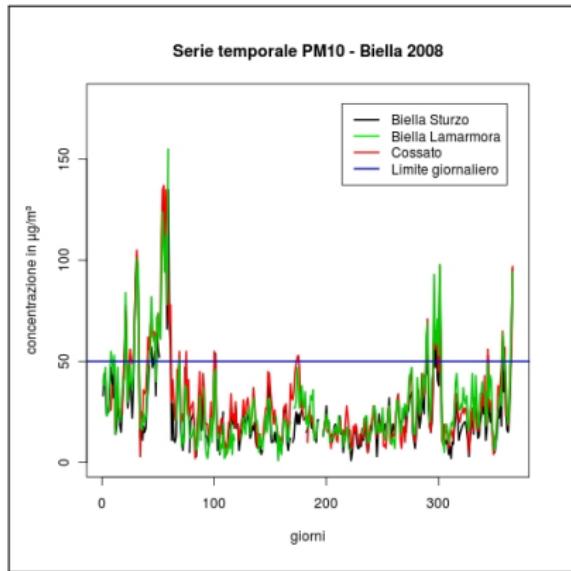
# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Alcuni dati sul particolato atmosferico - PM



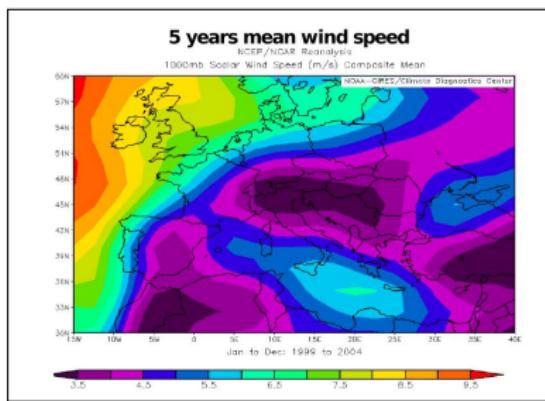
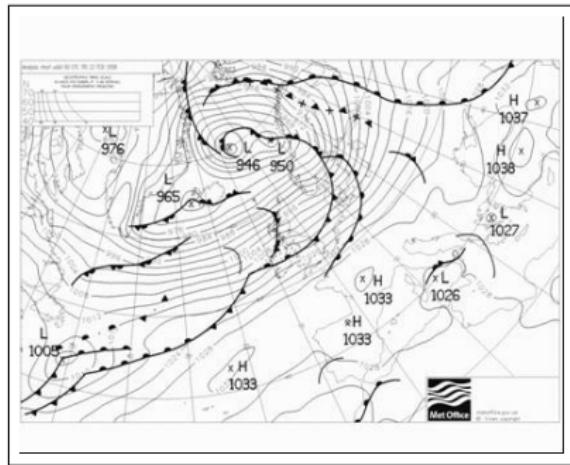
# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Alcuni dati sul particolato atmosferico - *PM*



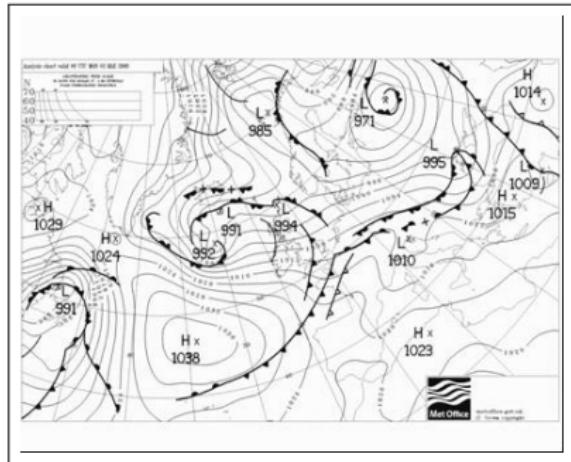
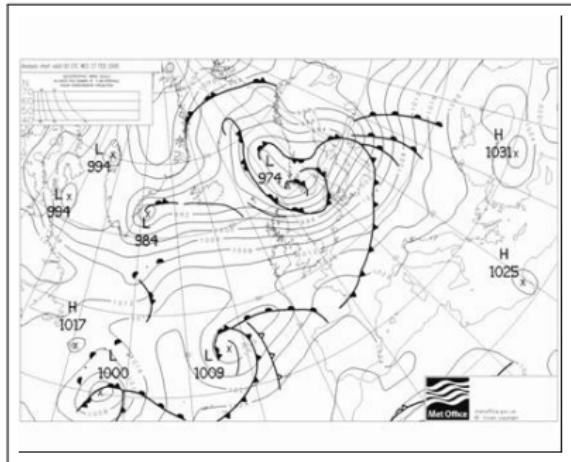
# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Alcuni dati sul particolato atmosferico - PM



# Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

## Alcuni dati sul particolato atmosferico - PM



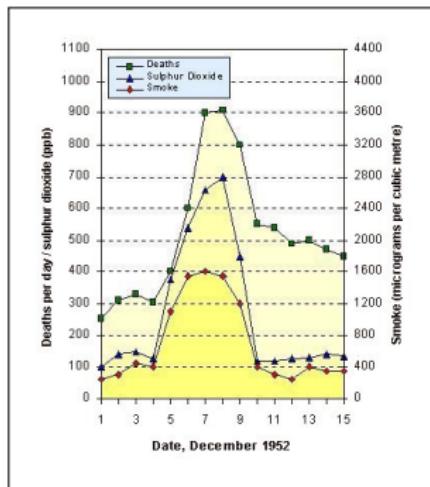
# Effetti dell'inquinamento sulla salute umana

Il monitoraggio degli inquinanti atmosferici ha come fine principale la salvaguardia della salute umana. Alla fine dell'ottocento la sensibilità verso l'inquinamento atmosferico ha iniziato ad aumentare significativamente a seguito di vari episodi eclatanti di morte causata da aria insalubre:

- ▶ 1873/1963 - Londra
  - 1873 - 500 persone morte.
  - 1880 - 1000 persone morte.
  - 1892 - 1000 persone morte.
  - 1948 al 1962 ci furono diversi episodi ma il piú disastroso fú nel dicembre del 1952 (4000 mila morti in 5 giorni) ( $SO_2$ ).
- ▶ 1984 - Disastro di Bhopal piú di 2000 morti e 300000 feriti ( $CH_3CN$ ).
- ▶ 1948 - Cittá di Donora USA 20 morti in 14 ore ( $F$ ,  $S$ ,  $CO$ , metalli pesanti).
- ▶ 1930 - Valle di Meuse diverse migliaia di casi di attacchi polmonari acuti e 60 morti ( $SO_2$ ).
- ▶ 1950 - Messico/Poza Rica 320 persone ospedalizzate e 22 morti in 3 ore ( $H_2S$ ).

# Effetti dell'inquinamento sulla salute umana

Londra - Dicembre 1952



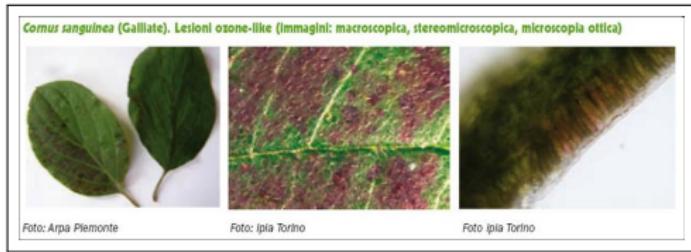
# Effetti dell'inquinamento sulla salute umana

## Cenni di tossicologia degli inquinanti

- ▶ Monossido di carbonio - *CO*
  - Il *CO* si lega all'emoglobina, con una affinità 200 volte superiore all'ossigeno, formando la carbossiemoglobina che impedisce il traspoto di ossigeno ai vari distretti corporei.
- ▶ Biossido di zolfo - *SO<sub>2</sub>*
  - L'*SO<sub>2</sub>* è un gas molto irritante; causa, anche a basse concentrazioni, irritazione alle vie respiratorie. Esposizioni croniche comportano faringiti e affaticamento/disturbi all'apparato respiratorio.
- ▶ Benzene
  - Il benzene è una sostanza classificata cancerogena per l'uomo.
- ▶ Biossido di azoto *NO<sub>2</sub>*.  
Pesticidi L'*NO<sub>2</sub>* è un gas tossico e irritante per le mucose ed è responsabile di patologie a carico del sistema respiratorio.

# Effetti dell'inquinamento sulla salute umana

## Cenni di tossicologia dell'ozono

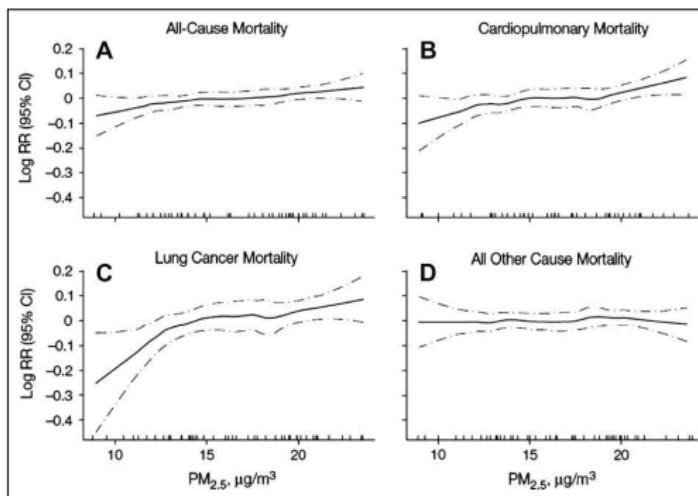


Concentrazioni relativamente basse di ozono provocano effetti quali irritazione alla gola, alle vie respiratorie e bruciore agli occhi; concentrazioni più elevate alterano le funzioni respiratorie.



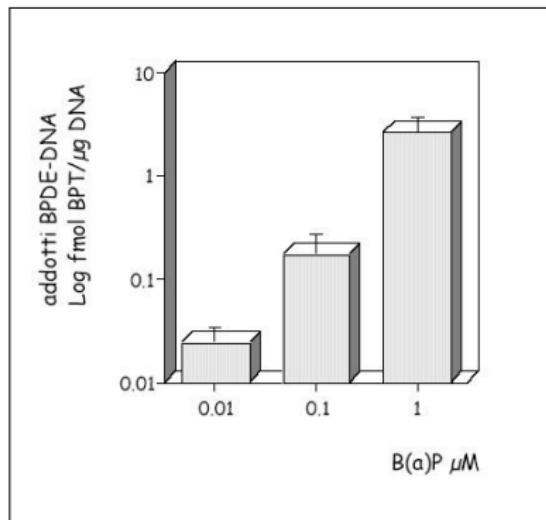
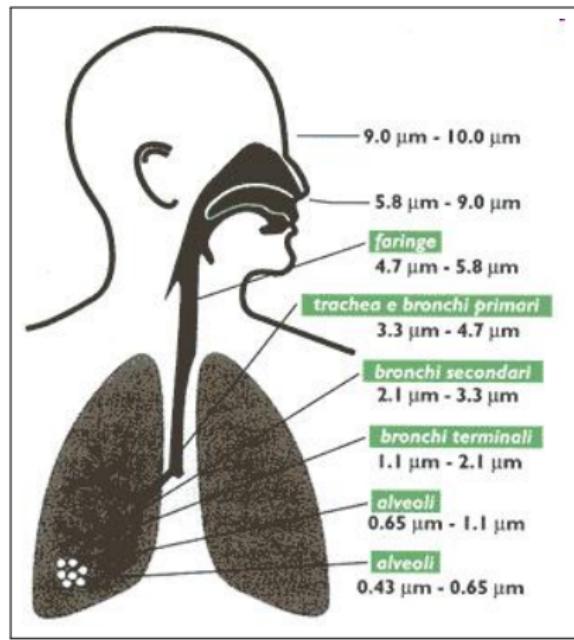
# Effetti dell'inquinamento sulla salute umana

## Cenni di tossicologia del particolato atmosferico



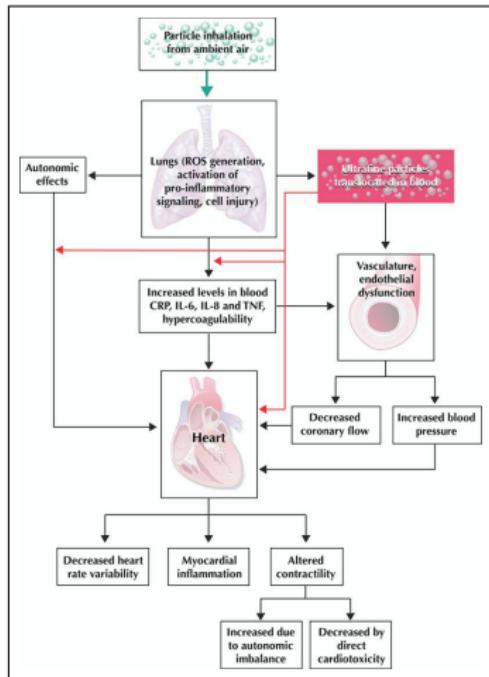
# Effetti dell'inquinamento sulla salute umana

## Cenni di tossicologia del particolato atmosferico



# Effetti dell'inquinamento sulla salute umana

## Cenni di tossicologia del particolato atmosferico



# Cenni sull'inquinamento da fitofarmaci

I **fitofarmaci** denominati anche **prodotti fitosanitari** o **agrofarmaci** sono tutti quei prodotti, di sintesi o naturali, che vengono utilizzati per combattere le principali avversità delle piante quali malattie infettive, fisiopatie, parassiti e fitofagi animali, piante infestanti.



# Classificazione dei fitofarmaci

# Conclusioni

**La Biosfera è un sistema complesso e come tutti i sistemi complessi è molto delicata.**

**È nostro compito preservarla per noi e per i nostri figli.**

**Non dimentichiamoci che i nostri comportamenti sono artefici del nostro destino e del destino della terra.**



# Bibliografia

- ▶ Roger Atkinson - Atmospheric chemistry of  $VOC_s$  and  $NO_x$  - Atmospheric Environment 34 (2000) 2063-2101
- ▶ H.R. Anderson - Air pollution and mortality: A history - Atmospheric Environment 43 (2009) 142-152
- ▶ Z. Boris - Air pollution and Cardiovascular Injury - Journal of American College of Cardiology 52-9 (2008)
- ▶ Pitts - Chemistry of the upper and lower atmosphere - Academic Press 2000
- ▶ Casarett & Doll's - Tossicologia
- ▶ D.lgs 13 agosto 2010 n. 155

Fine



Grazie per l'attenzione!!!

