



L'inquinamento atmosferico e la valutazione della qualità dell'aria



**Scuola di Specializzazione in
VALUTAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO CHIMICO
A.A. 2023-2024**



οἶον ἢ ψυχὴ, φησὶν, ἢ ἡμετέρα ἀήρ οὖσα συγκρατεῖ ἡμᾶς, καὶ ὅλον τὸν κόσμον πνεῦμα καὶ ἀήρ περιέχει.

Come l'anima nostra – egli dice – che è aria, ci tiene insieme [οἶον ἢ ψυχὴ, φησὶν, ἢ ἡμετέρα ἀήρ οὖσα συγκρατεῖ ἡμᾶς], così il soffio e l'aria abbracciano tutto il mondo [καὶ ὅλον τὸν κόσμον πνεῦμα καὶ ἀήρ περιέχει].

Anassimene da Mileto
586-528 a.C.

Di bue novenne appresentommi un otre,
Che imprigionava i tempestosi venti:
Poiché de' venti dispensier supremo
Fu da Giove nomato; ed a sua voglia
Stringer lor puote, o rallentare il freno



LE FLE FLANCA CHE AN RUMI CONNOSTA,
FANNA TUTTO RIBOR L'ORIENTE,
VELANO I VENTI D'ORIANO IN TUA MENTE.
POMPEIO, C.A. 1708.
La Divina Commedia. — Top. 27.

Dolce color d'oriental zaffiro,
Che s'accoglieva nel sereno aspetto
Del mezzo puro infino al primo giro
Agli occhi miei ricominciò diletto
Tosto ch'io uscì fuor dell'aura morta
Che m'avea rattristato gli occhi e 'l petto

La scienza dei gas

Legge di Boyle (1662) – Il Chimico Scettico

$PV = \text{costante}$

Legge di Charles (l'aeronauta) o Gay-Lussac (il professore)
(1787/1802)

$V/T = \text{costante}$

Legge di Dalton (1807)

$P = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$

L'equazione di stato dei gas perfetti Clapeyron (1834)

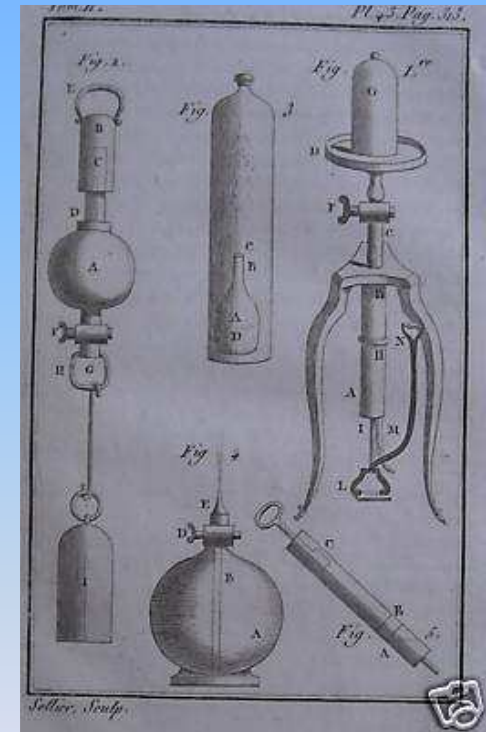
$PV = nRT$

Scoperta dell'ossigeno

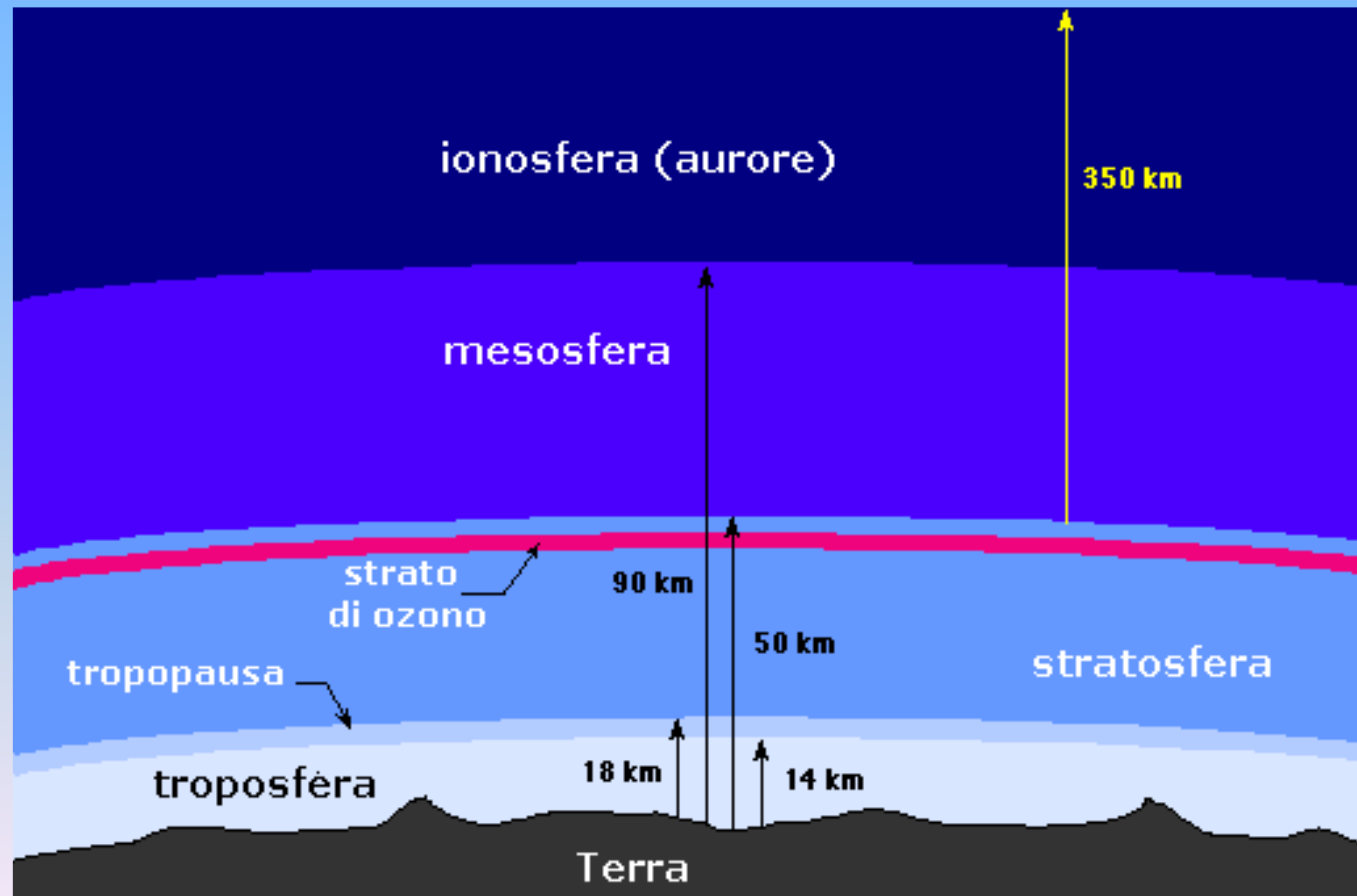
K. W Scheele 1771; A.L Lavoisier 1774

Scoperta dell'azoto

Rutherford 1773



L'atmosfera e la distribuzione degli inquinanti



Caratteristiche fisiche

1 atmosfera corrisponde a

kPa	101.325
Bar	1.01325
Torr	760
μmHg	760000
psi	14.696

La temperatura

- $T/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273.15 = 5/9 (T/^{\circ}\text{F} - 32)$
- $0^{\circ}\text{C} = 273.15 \text{ K} = 32^{\circ}\text{F}$
- $100^{\circ}\text{C} = 373.15 \text{ K} = 212^{\circ}\text{F}$

Conversione massa/volume

$$X \text{ in mg/m}^3 = (X \text{ in ppm}) \cdot (\text{PM grammi}) / V_m$$

$$X \text{ in ppm} = (X \text{ in mg/m}^3) \cdot V_m / (\text{PM grammi})$$

Con V_m volume molare

$$V_m = 24.45 \text{ (T=25}^{\circ}\text{C, 1 atm)}$$

$$V_m = 24.04 \text{ (T=20}^{\circ}\text{C, 1 atm)}$$

$$\text{Es. 1 ppm di benzene} = 3.24 \text{ mg/m}^3 \text{ (T=20}^{\circ}\text{C, 1 atm)}$$

La standardizzazione

- **Qualità dell'aria**

Per gli inquinanti gassosi il volume deve essere standardizzato alla temperatura di **293 °K** e alla pressione atmosferica di **101,3 kPa**. Per il particolato e le sostanze in esso contenute da analizzare (ad esempio il piombo), il volume di campionamento si riferisce alle **condizioni ambiente** in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni (all. VI D.Lgs 155/2010)

- **Emissioni in atmosfera**

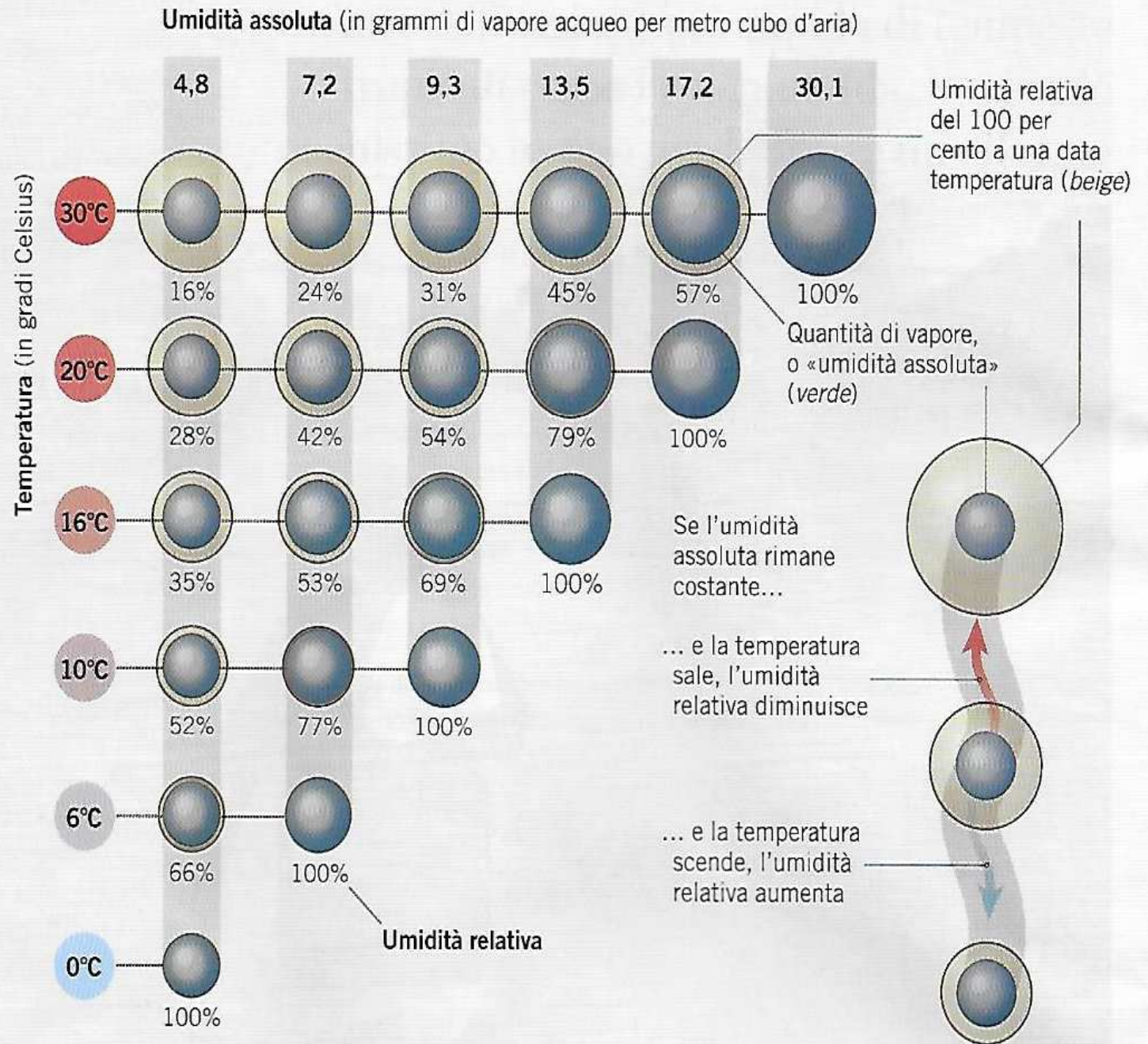
I valori limite di emissione e il tenore volumetrico dell'ossigeno di riferimento si riferiscono al volume di effluente gassoso rapportato alle condizioni **normali** (T= 273.15 °K, P 101,3 Kpa) previa detrazione del tenore volumetrico di vapore acqueo (**secche**).

correzione per ossigeno:

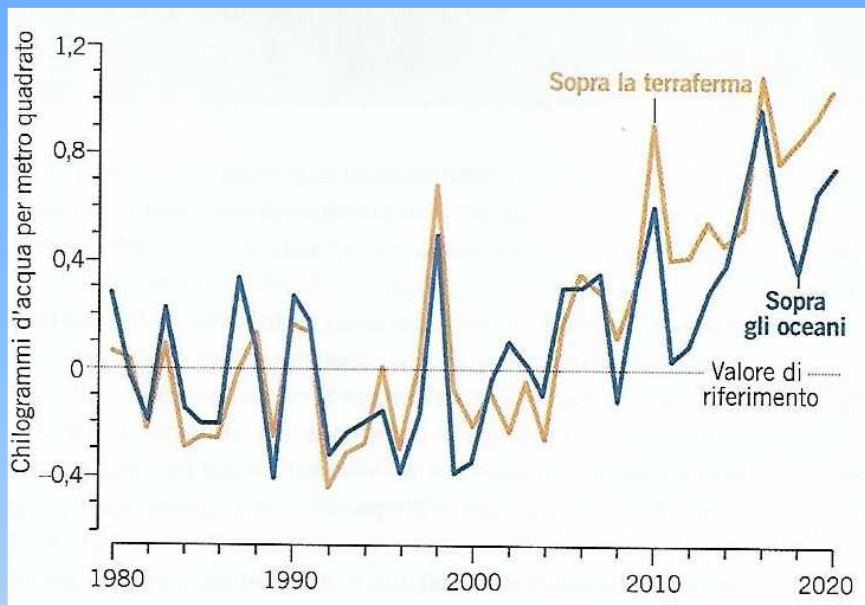
$$E = \frac{21 - O_{2(\text{riferimento})}}{21 - O_{2(\text{misurato})}} * E_{\text{misurata}}$$

Che cos'è l'umidità? È relativa

La sensazione che l'aria sia appiccicosa o secca in un dato giorno è una questione di umidità relativa. Se l'aria ha una temperatura di zero gradi, il vapore acqueo può raggiungere una concentrazione massima dello 0,6 per cento circa. A 30 gradi l'aria può contenere molto più vapore, fino al 4,2 per cento circa. Quando l'aria a una certa temperatura contiene la massima quantità di vapore possibile, la sua umidità relativa è del 100 per cento.

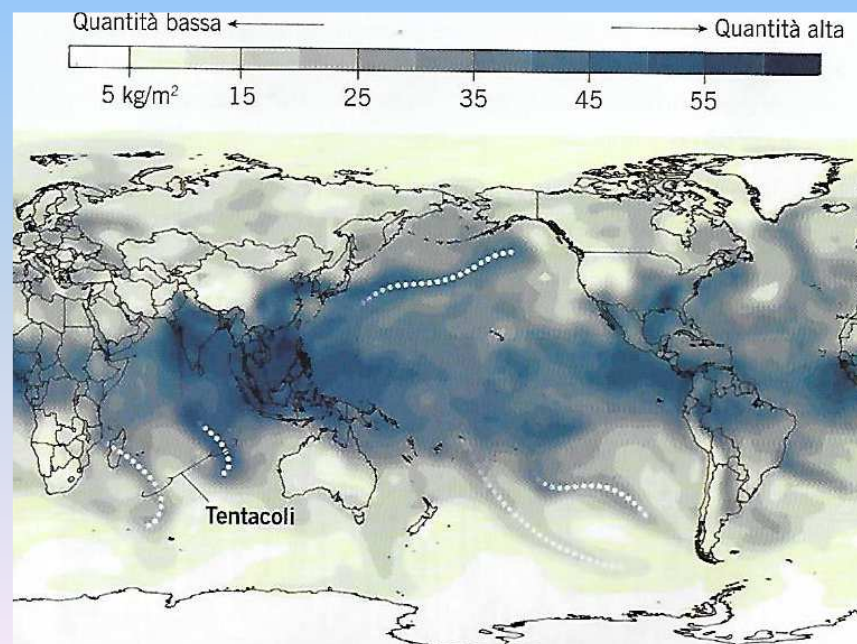


Aumento del vapor acqueo

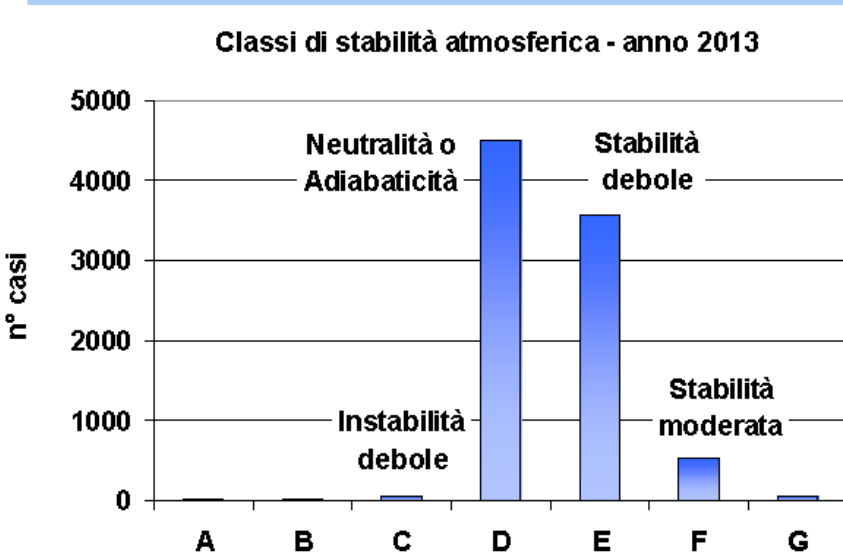
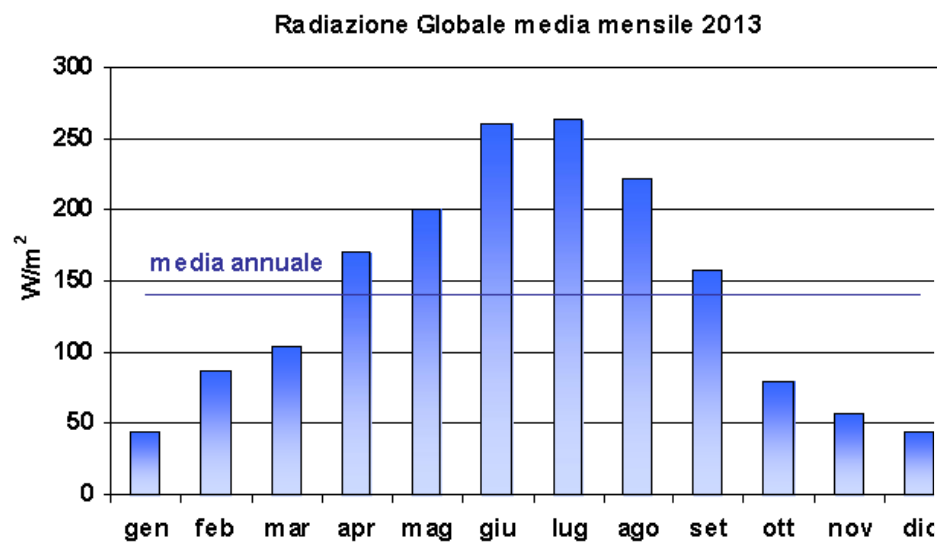
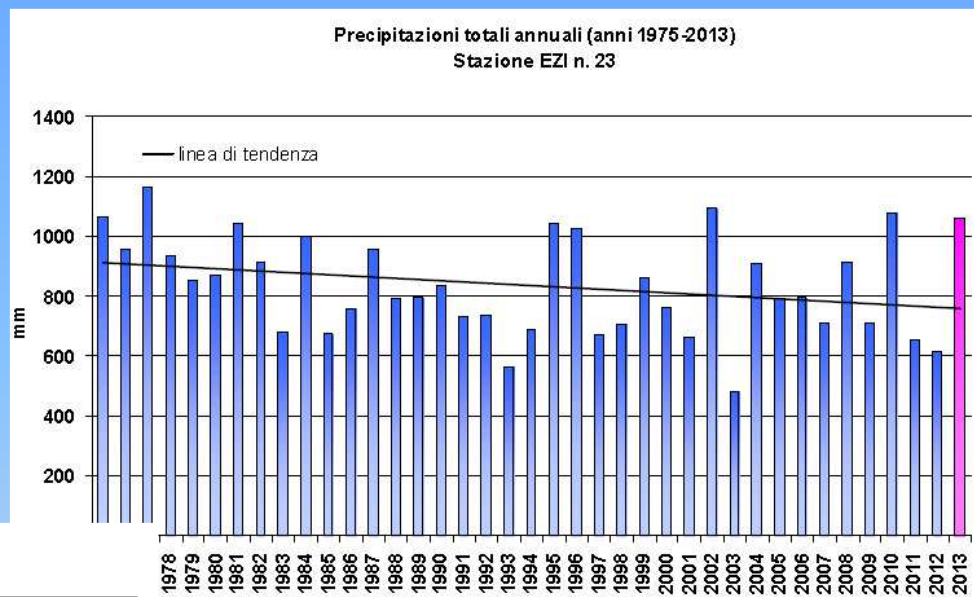
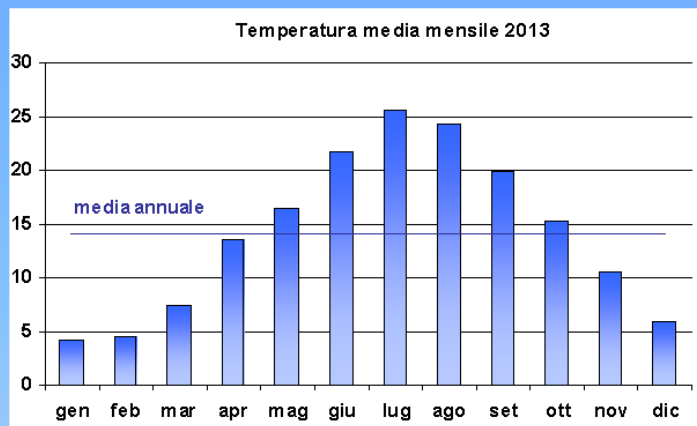


Negli ultimi anni la quantità d'acqua è aumentata sia sopra gli oceani sia sopra la terra ferma. Come valore di riferimento si è preso il 1980.

Il vapore acqueo atmosferico non è distribuito in modo uniforme, è più concentrato all'equatore e meno ai poli, ma le tempeste possono spingere l'umidità verso latitudini più alte (Tentacoli)



I parametri meteo



Classi di Pasquill

Velocità del vento a 10 m dal p.c. (m/s)	Radiazione solare Incidente (GIORNO)			Copertura nuvolosa (NOTTE)	
	Forte	Moderata	Debole	≥ 50 %	< 50%
calma	—	--	--	—	G
< 2	A	A - B	B	E	F
2 - 3	A - B	B	C	E	F
3 - 5	B	B - C	C	D	E
5 - 6	C	C - D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

7 classi: A,B,C,D,E,F (diurne)

A + instabile, F + stabile

Dipendono:

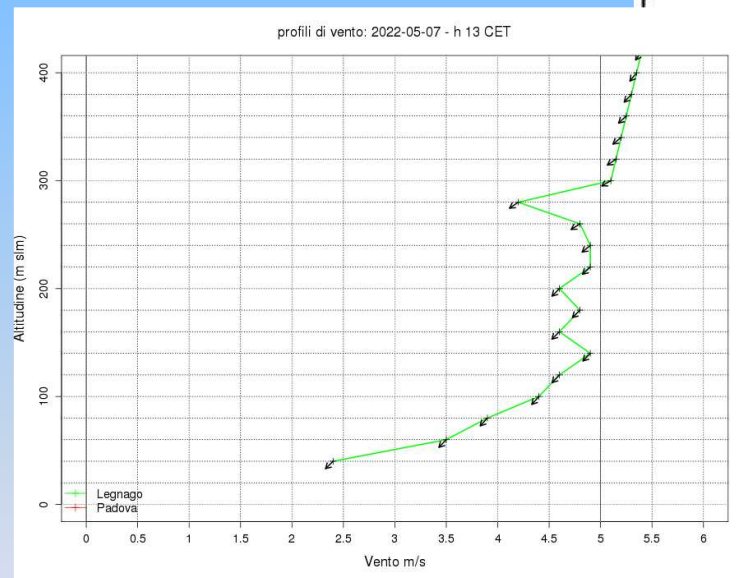
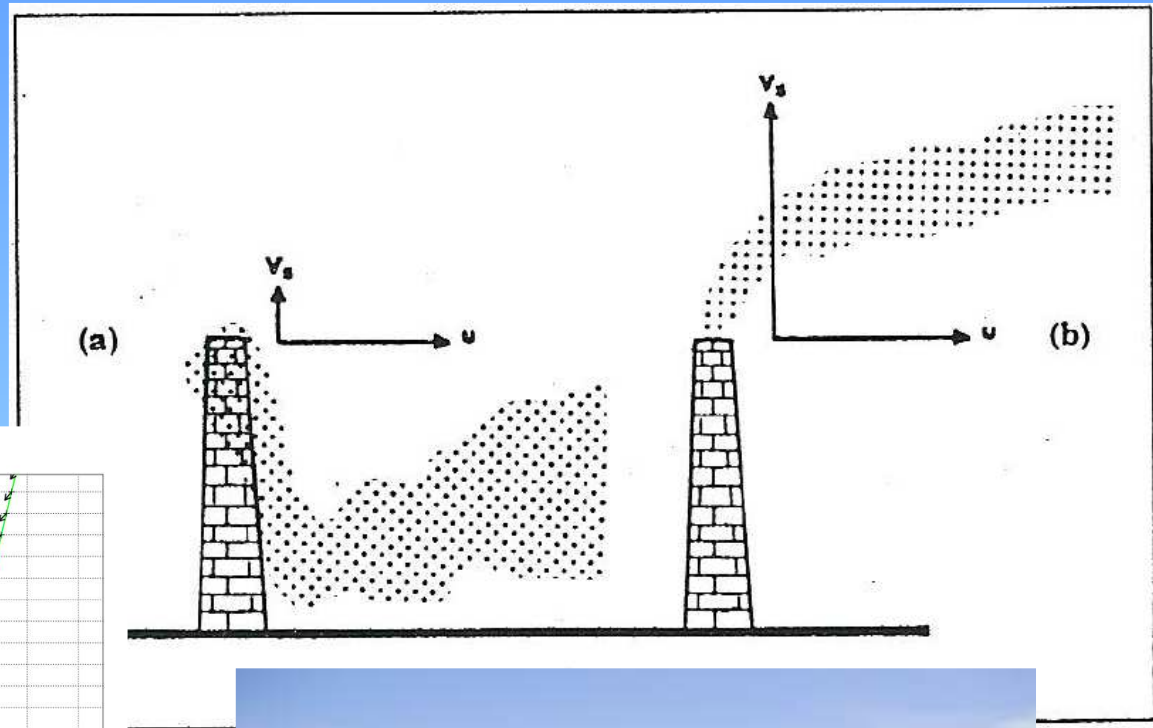
5 classi di vento

3 classi di insolazione

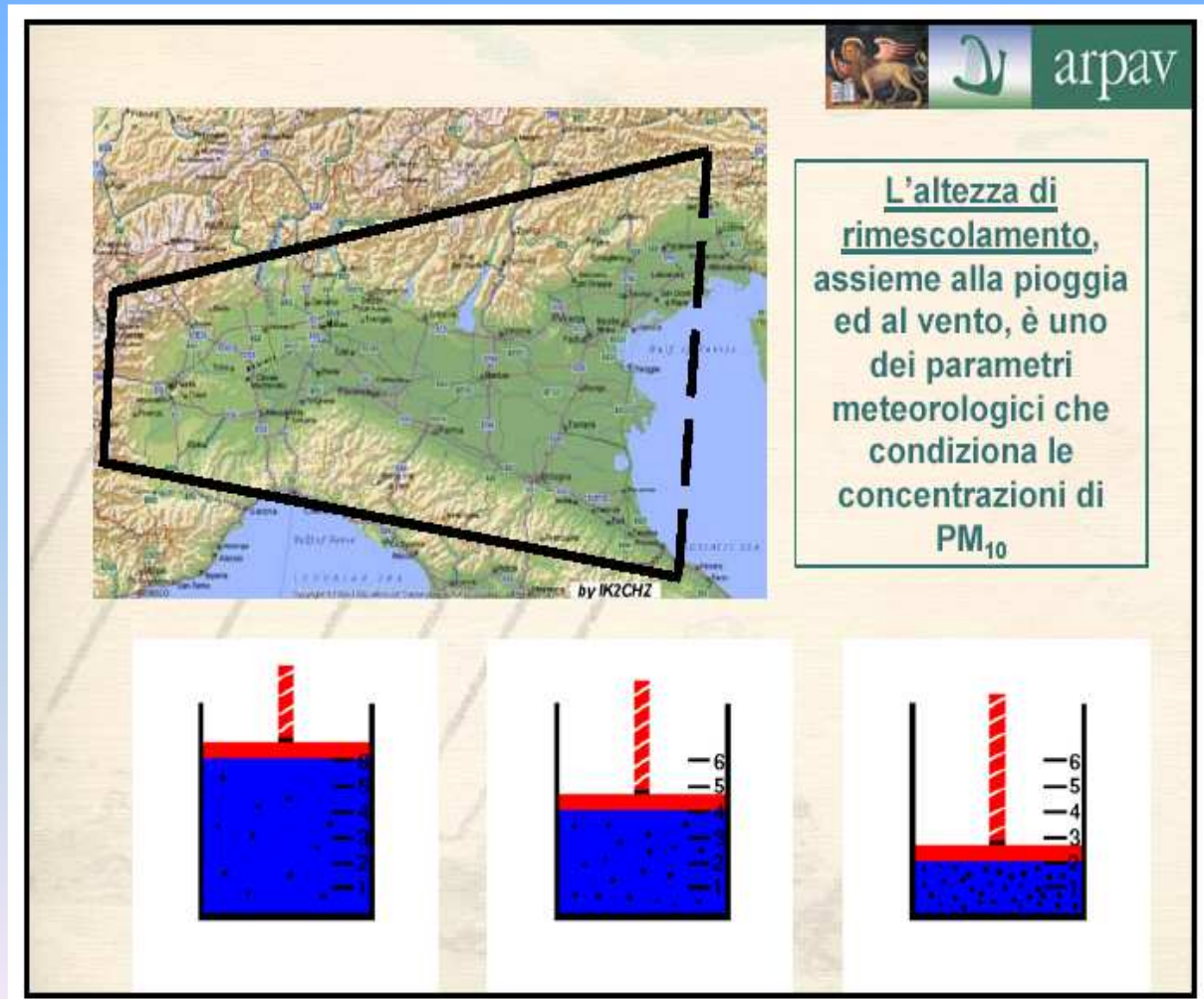
2 classi di nuvolosità notturna

Grado di stabilità	Categoria di Pasquill	Gradiente termico verticale (°C/100m)
Instabilità forte	A	< -1.9
Instabilità moderata	B	Da -1.9 a -1.7
Instabilità debole	C	Da -1.7 a -1.5
Neutralità	D	Da -1.5 a -0.5
Stabilità debole	E	Da -0.5 a +1.5
Stabilità moderata	F	Da +1.5 a +4
Stabilità forte	G	> +4

Il Vento



L'effetto pistone



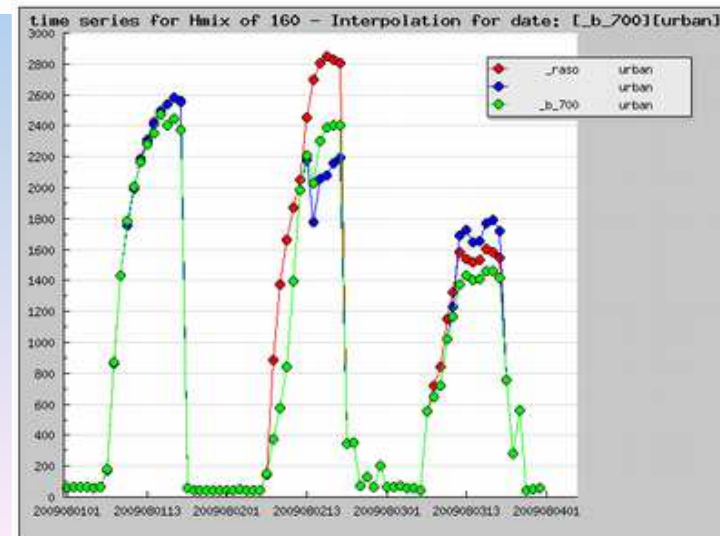
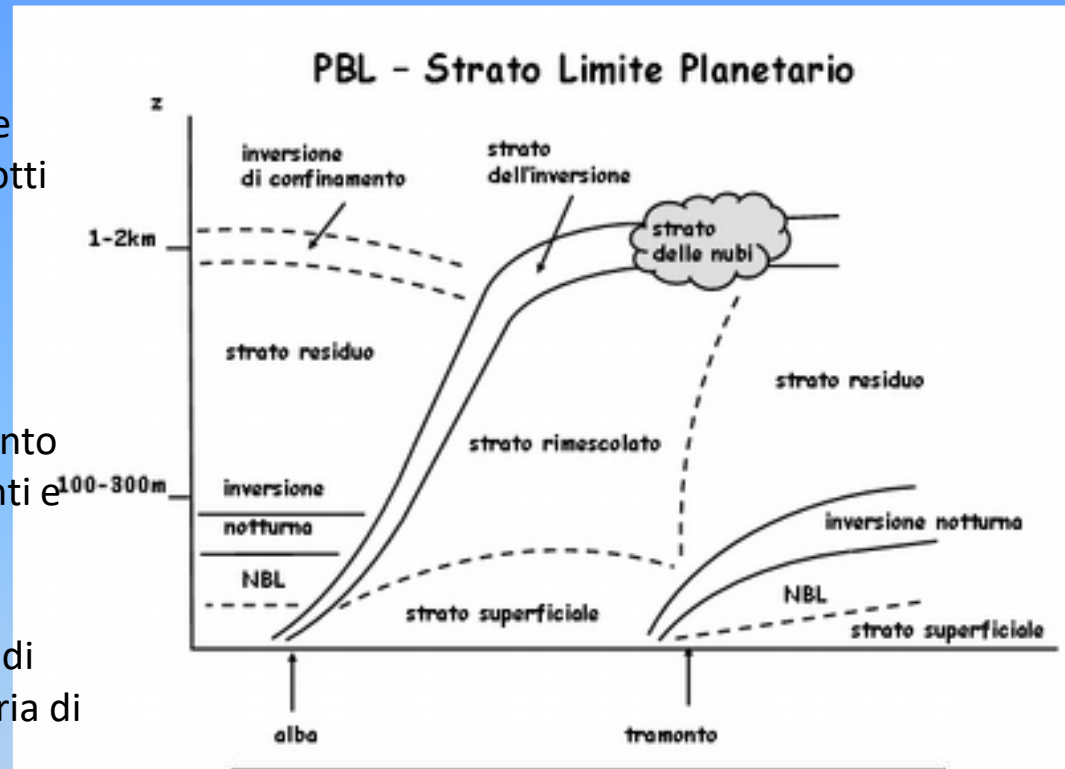
PBL

IPBL si estende entro i **primi 2-3 Km** dell'atmosfera influenzati dalla superficie terrestre e risponde ai cambiamenti indotti dalla superficie terrestre in breve tempo (circa un'ora)

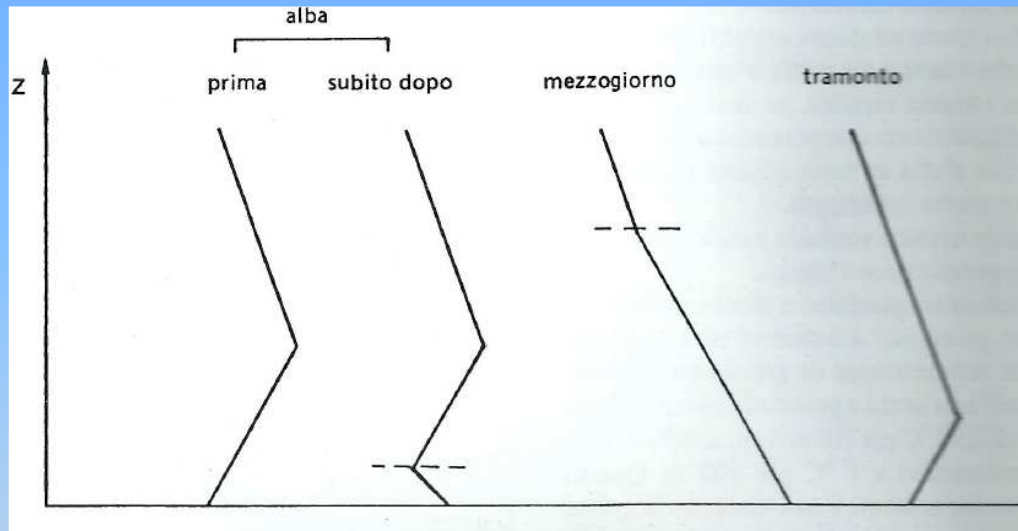
L'interazione fra atmosfera e superficie può avvenire attraverso: attrito meccanico, evaporazione e traspirazione, trasferimento di calore, emissione di sostanze inquinanti e variazioni della circolazione atmosferica dovuta alla conformazione del terreno.

PBL convettivo lo strato limite in condizioni di forte insolazione che causano vortici d'aria di natura aumento della produzione di turbolenza, forte rimescolamento dell'atmosfera. Il profilo in un PBL convettivo ben rimescolato è **adiabatico (1°C ogni 100m)**.

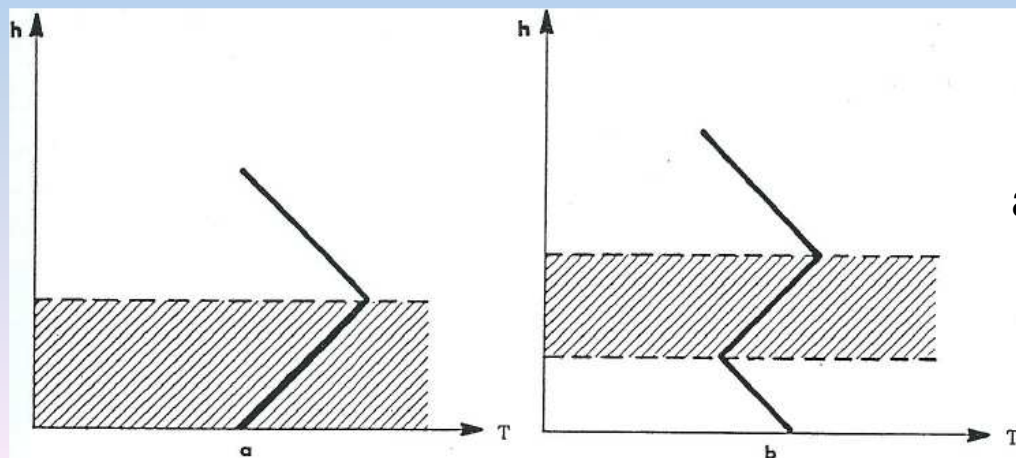
Il PBL stabilmente stratificato è in genere la parte inferiore di una inversione superficiale di temperatura (ovvero la superficie terrestre è più fredda dell'aria che sta appena al di sopra di essa).



L'inversione termica

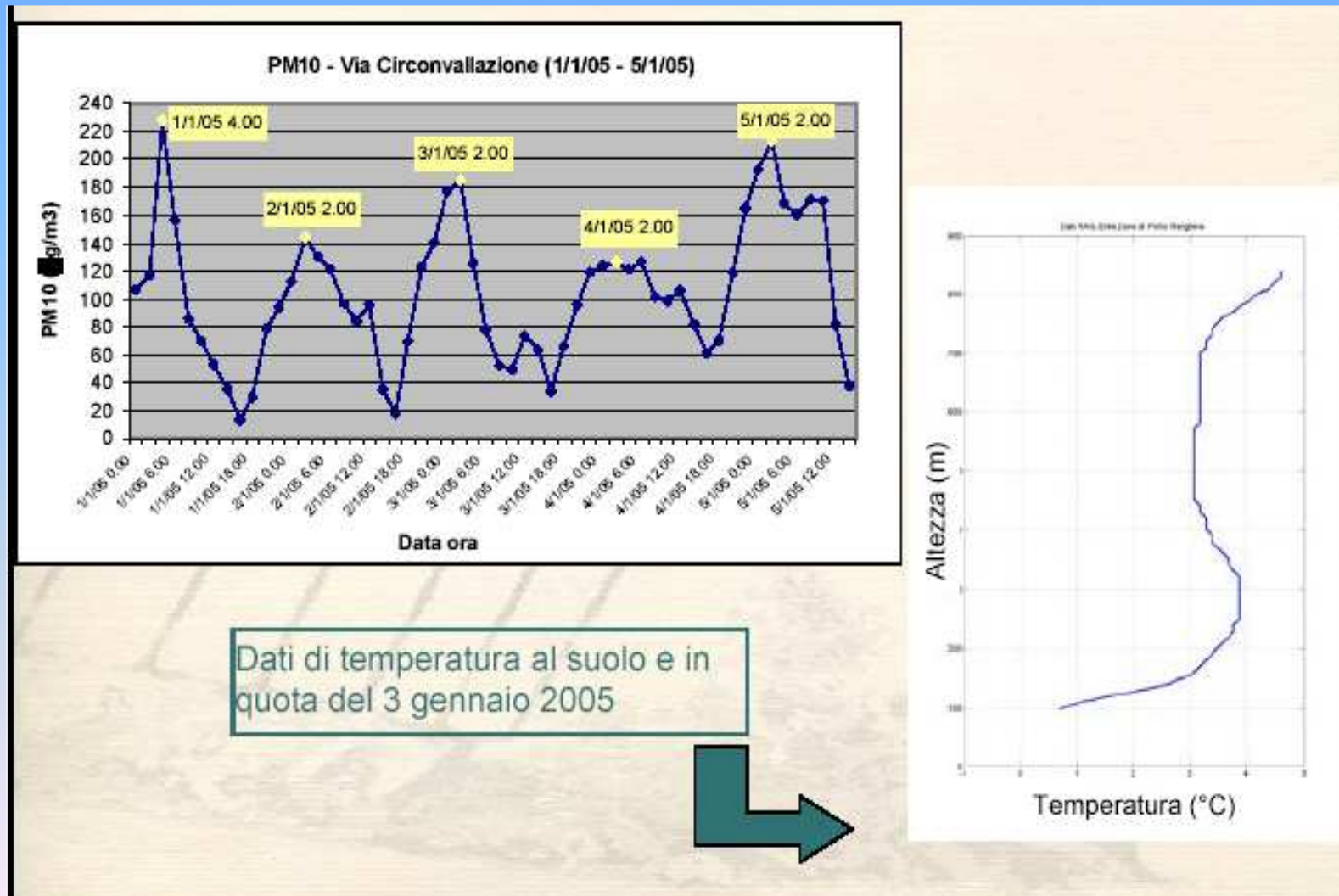


Gradiente termico
in funzione
dell'ora giorno

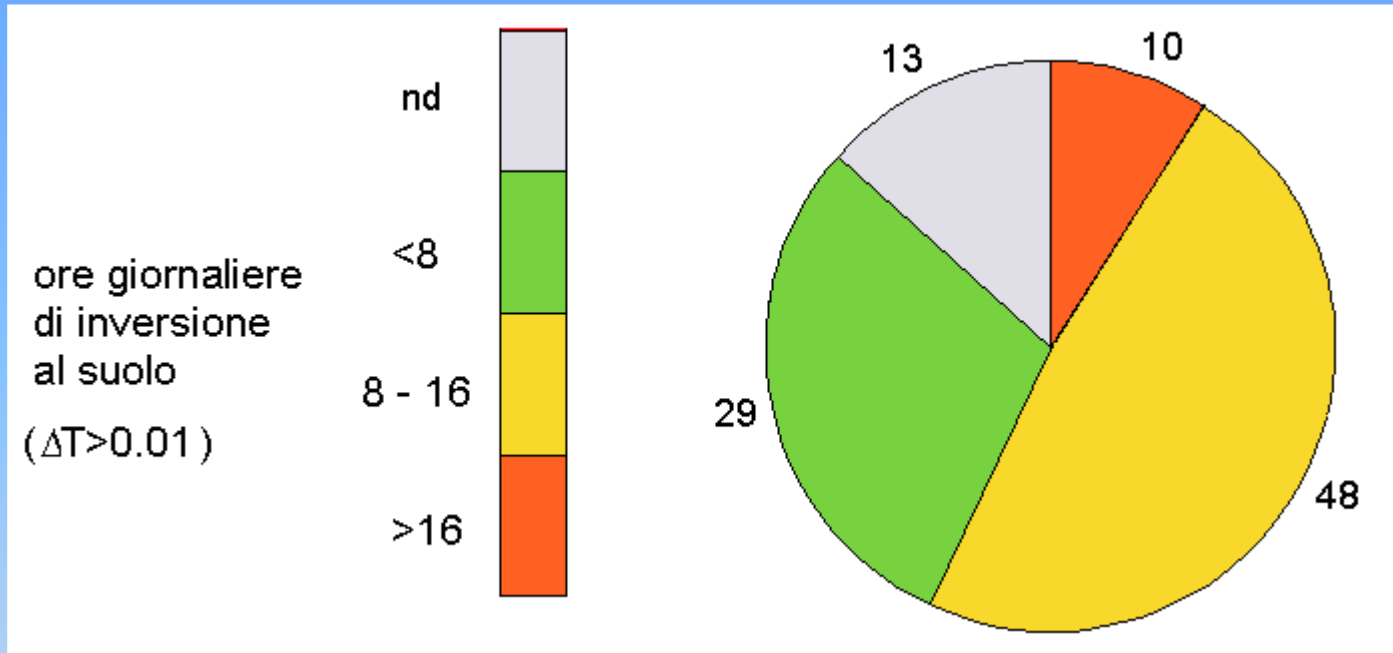


a) Inversione al suolo
b) inversione in quota

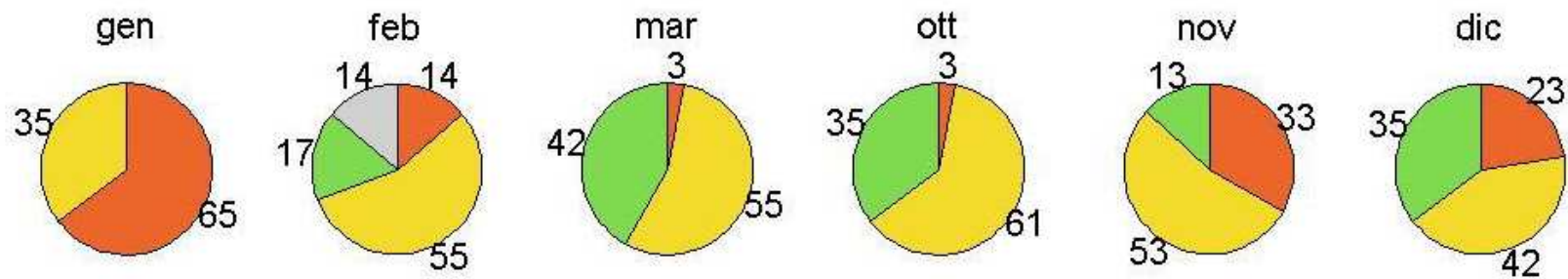
Verifica dell'inversione



% inversioni termiche



2020



Perché preoccuparci?

- Buco dell'ozono:
- Piogge Acide
- Effetto Serra
- Aumento dei POPs
- Inquinamento troposferico
- Aumento delle allergie respiratorie

Buco dell'ozono

(Frank Sherwood Rowland, Paul Crutzen, Mario Molina)

L'Ozono è una forma allotropica dell'ossigeno



L'Ozono è continuamente formato nell'alta atmosfera da processi come:

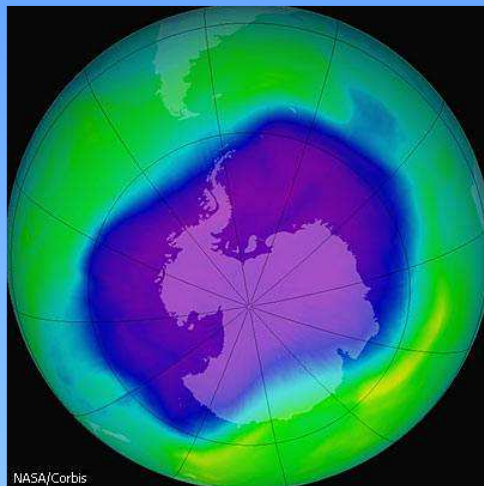


E continuamente distrutto da processi come



Se quest'ultima reazione non avviene perché l'ozono è distrutto da un'altra sostanza, la luce ($h\nu$) ad alta energia, come i raggi ultravioletti, può passare liberamente, attraverso l'atmosfera.

Buco dell'ozono



Le sostanze che distruggono l'ozono sono principalmente i clorofluorocarburi usati come:

- ✓ Propellenti per aerosol
- ✓ Liquidi refrigeranti
- ✓ Schiume isolanti
- ✓ Solventi

Dal 1985 sono stati banditi attraverso la convenzione di Vienna e nel 1987 attraverso gli accordi di Montreal (1989);

GLI EFFETTI che il buco dell'ozono produce sono:
modificazioni chimiche negli organismi viventi;
nell'uomo è responsabile di melanoma;
nell'ambiente della distruzione di fitoplancton.

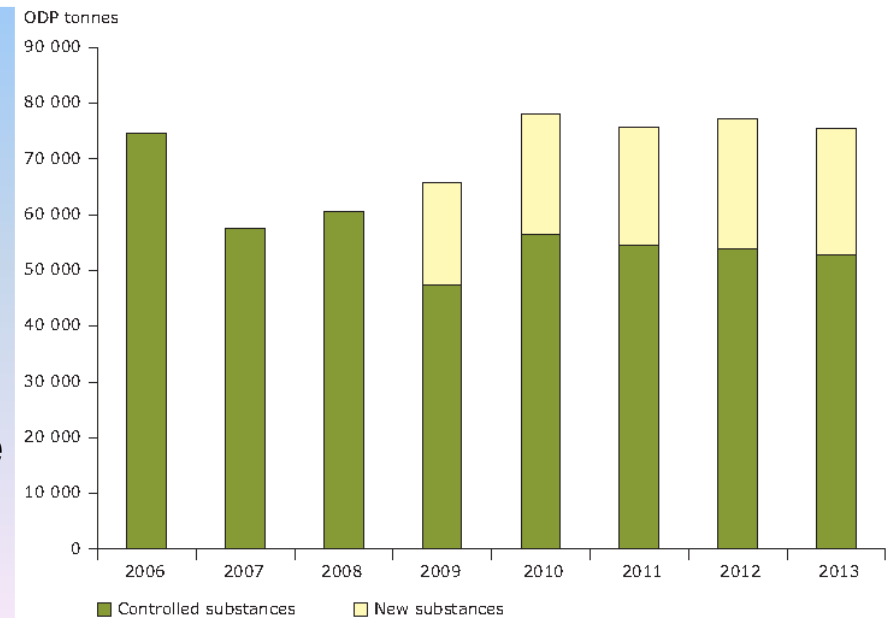
L'UE vs Sostanze Ozono-distruttrici

200 substances, including chlorofluorocarbons (CFCs), halons, hydrofluorocarbons (HCFCs), hydrobromofluorocarbons (HBFCs), carbon tetrachloride (CTC), trichloroethane (TCA), hydrochloromethane (BCM) and methylbromide (MB).

	Production	Import	Export	Destruction *
CFCs	C	C	C	1 048.754
Halons	C	1 002.926	366.630	64.436
Other CFCs	C	-	-	C
CTC	33 951.228	C	C	4 439.419
TCA	C	C	C	C
HCFCs	6 797.581	104.483	C	35.233
HBFCs	C	C	C	-
BCM	-	C	-	-
MB	-	C	C	C
Total controlled substances	52 739.483	4 024.957	3 083.512	5 623.573
Halon-1202	-	C	0.004	-
MC	C	202.439	C	-
EB	C	9.873	C	-
TFIM	-	C	C	-
n-PB	C	101.432	C	-
Total new substances	22 798.421	313.796	304.429	-

European Union (EU) these so-called 'controlled substances' are regulated by **Regulation (EC) 1005/2009** (ODS Regulation)

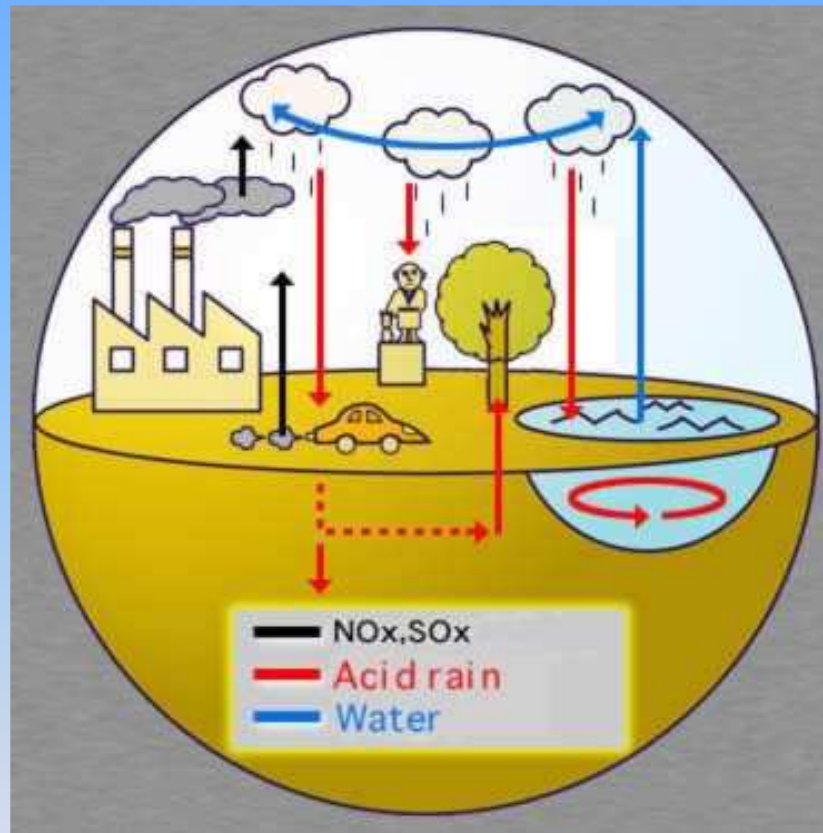
The ODS Regulation also extends to halon-1202, methylchloride (MC), ethylbromide (EB), trifluoroiodomethane (TFIM) and n-propyl bromide (n-PB), which are together referred to as 'new substances'



PIOGGE ACIDE

SUGLI ECOSISTEMI

- ✓ **Modificazione della composizione chimica del suolo**
- ✓ **Danni alla vegetazione (“brucia le foglie”)**
- ✓ **Danni agli organismi animali**



SUI MATERIALI

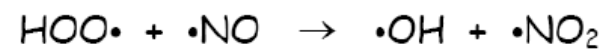
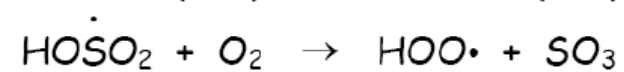
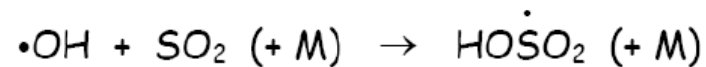
Corrosione della pietra calcarea: l'acido solforico presente nelle piogge acide trasforma il carbonato di calcio in solfato di calcio (gesso), un materiale solubile meno resistente della pietra
Attacco anche a cemento armato, mattoni e metalli.

SULLA SALUTE UMANA

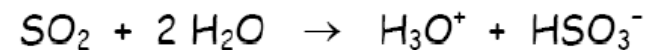
Di norma non pericolo diretto: pericolo se ci si nutre di pesci che vivono in zone soggette al fenomeno (possibile accumulo al loro interno di metalli tossici liberati dal suolo dalle piogge acide)

Reazione del SO₂

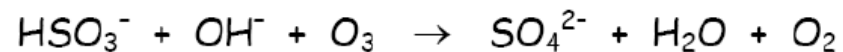
Il destino finale è l'ossidazione ad SO₃ e la formazione di acido solforico:



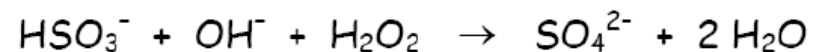
Reazioni in fase acquosa:



seguita da

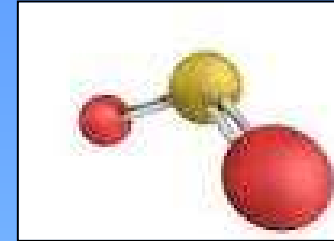


o da



BIOSSIDO DI ZOLFO SO₂

gas incolore dall'odore pungente e irritante

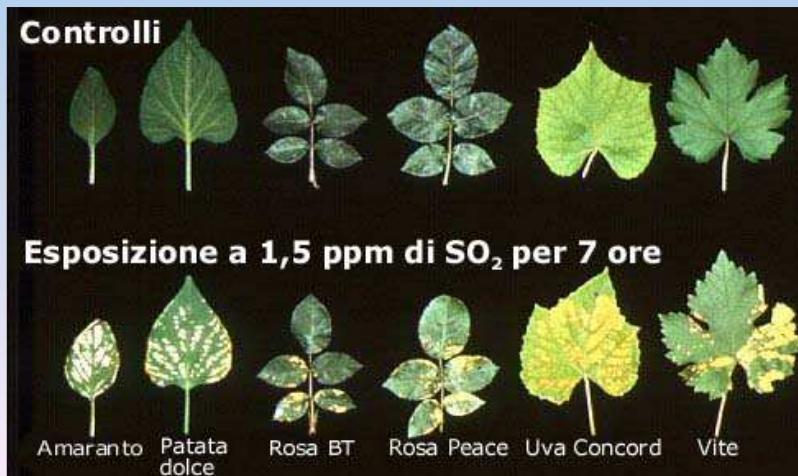


FONTI

- ✓ Origine naturale (attività vulcaniche)
- ✓ Impianti fissi di combustione (produzione di energia, riscaldamento, ...)
- ✓ Alcuni particolari processi industriali (settore metallurgico)

EFFETTI

- ✓ All'origine delle piogge acide
- ✓ E' una sostanza irritante per occhi, gola e tratto superiore delle vie respiratorie
- ✓ Provoca rallentamento nella crescita delle piante
- ✓ Effetto corrosivo dell'acido solforico su alcuni materiali, come i metalli e le sostanze contenenti carbonati che vengono convertiti a solfati, creando danni anche al patrimonio monumentale delle città.



OSSIDI DI AZOTO NO_x



FONTI

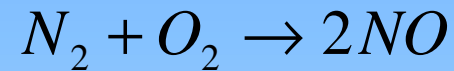
- ✓ Gli ossidi di azoto (NO, N₂O, NO₂) sono generati dai processi di combustione, qualunque sia il combustibile utilizzato,
- ✓ I fumi di scarico degli autoveicoli contribuiscono fortemente all'inquinamento da NO; la quantità di emissioni dipende dalle caratteristiche del motore e dalla modalità del suo utilizzo (velocità, accelerazione)

EFFETTI

- ✓ Ha effetto tossico sugli occhi, sulle mucose e sui polmoni
- ✓ In condizioni di forte irraggiamento solare, provoca delle reazioni fotochimiche secondarie che creano altre sostanze inquinanti ("smog fotochimico"): in particolare è un precursore dell'ozono troposferico
- ✓ E' una delle cause della formazione delle cosiddette "piogge acide",

Gli ossidi di azoto: perché si formano

- Presenza di azoto nei combustibili
- Formazione termica dall'azoto atmosferico



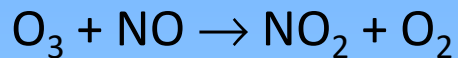
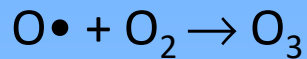
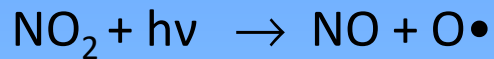
$$NO_x = A \times \exp\left(-\frac{B}{T}\right) \times N_2 \times (O_2)^{0.5} \times t$$

- A e B costanti
- T temperatura della fiamma
- t tempo di residenza alla temperatura T

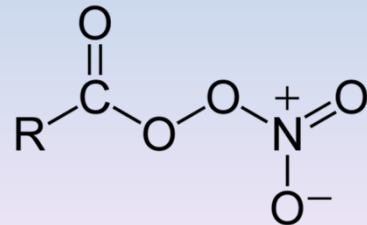


Gli ossidi di azoto: reazioni

Smog fotochimico:

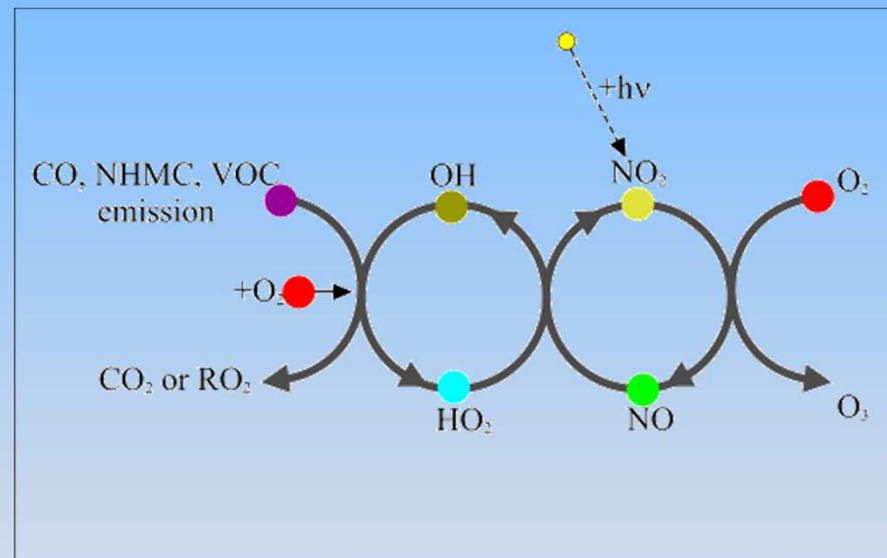
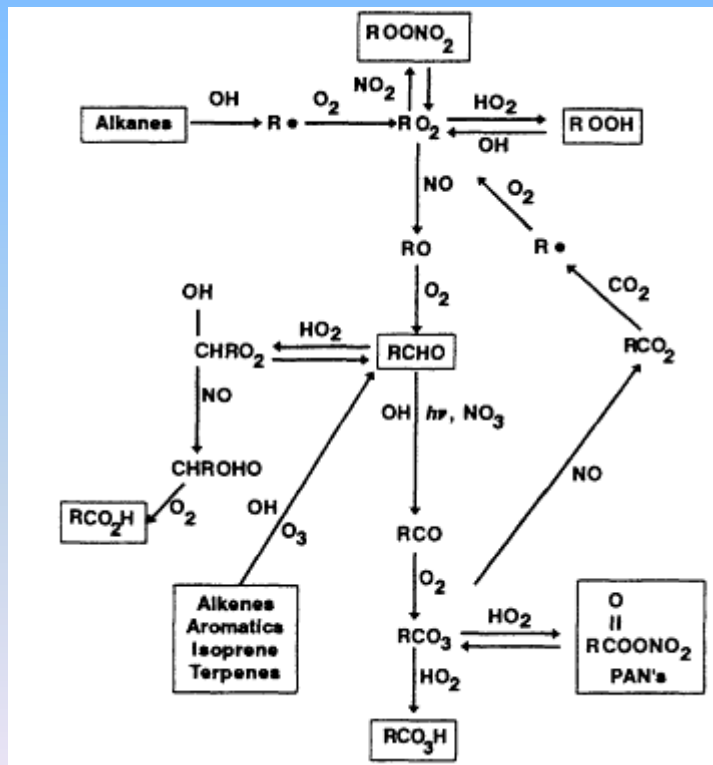
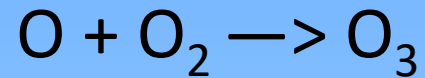
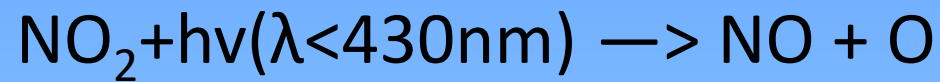


- 1) Idrocarburi sono ossidati
- 2) I radicali ottenuti ossidano NO a NO_2
- 3) Quando NO è vicino a zero aumenta la concentrazione di O_3
- 4) Compaiono inquinanti secondari: aldeidi, perossialchili etc
- 5) Si formano i perossiacetilnitrati (PAN)



LE REAZIONI SONO PROMOSSE DALLA RADIAZIONE UV

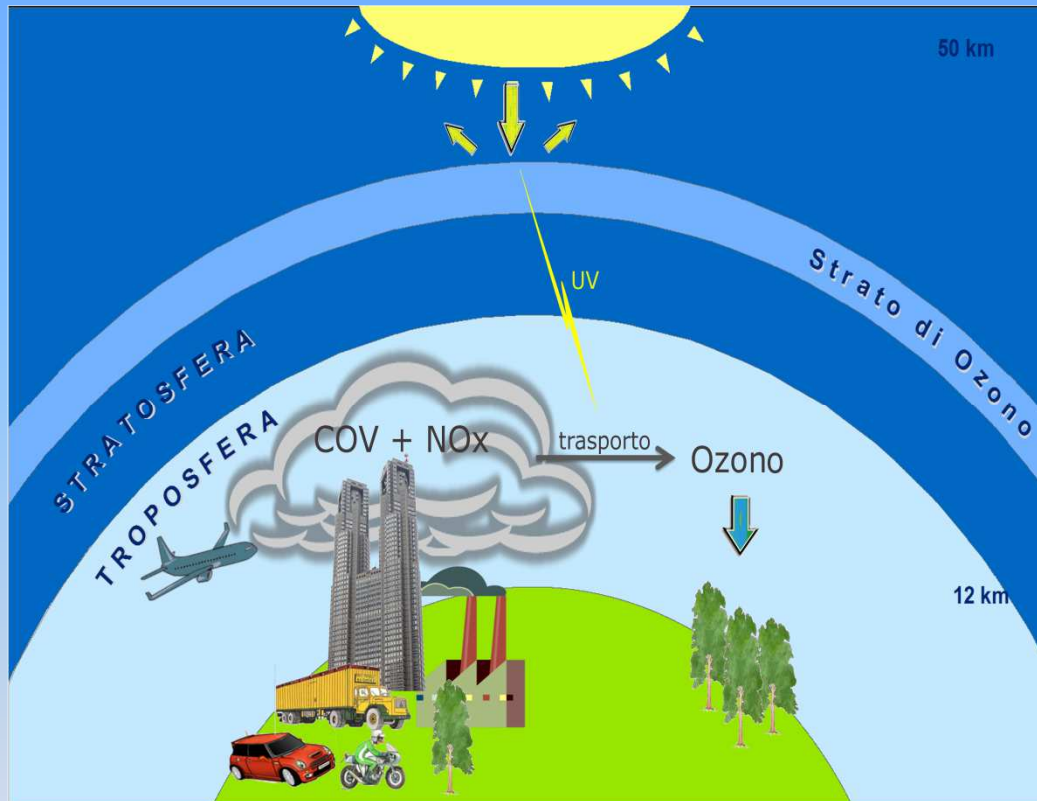
Formazione dell' Ozono



Ozonoprecursori

etano	1-butene	isoprene	etilbenzene
etilene	<i>trans</i> -2-butene	<i>n</i> -esano	<i>m</i> - + <i>p</i> -xilene
acetilene	<i>cis</i> -2-butene	isoesano	<i>o</i> -xilene
propano	1,3-butadiene	<i>n</i> -eptano	1,2,4-trimetilbenzene
propene	<i>n</i> -pentano	<i>n</i> -ottano	1,2,3- trimetilbenzene
<i>n</i> -butano	isopentano	isottano	1,3,5- trimetilbenzene
isobutano	1-pentene	benzene	formaldeide
	2-pentene	toluene	idrocarburi non metanici totali

OZONO

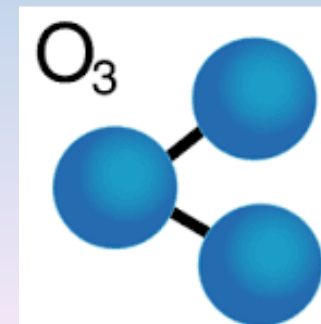


EFFETTI

- ✓ Irritazioni all'apparato respiratorio e alle mucose
- ✓ Deterioramento dei materiali
- ✓ Riduzione visibilità

FONTI

- ✓ Deriva dalle reazioni fotochimiche di inquinanti primari (l'ozono è un inquinante secondario)
- ✓ Le concentrazioni di ozono sono influenzate da diverse variabili meteorologiche come l'intensità della radiazione solare, la temperatura, la direzione e la velocità del vento: ecco perchè si osservano delle sistematiche variazioni stagionali nei valori di ozono.



MONOSSIDO DI CARBONIO

FONTI

- ✓ Deriva dalla combustione incompleta dei combustibili fossili e si trova in quantità maggiori nei pressi delle zone più trafficate



EFFETTI

- ✓ Si lega all'emoglobina, rendendo difficoltoso il trasporto di ossigeno. Causa quindi mal di testa, fatica e problemi respiratori.
- ✓ In dosi eccessive e in seguito a un'esposizione prolungata, può essere fonte di avvelenamento.

Benzene

Benzene deriva da processi di combustione
(anche nelle sigarette)

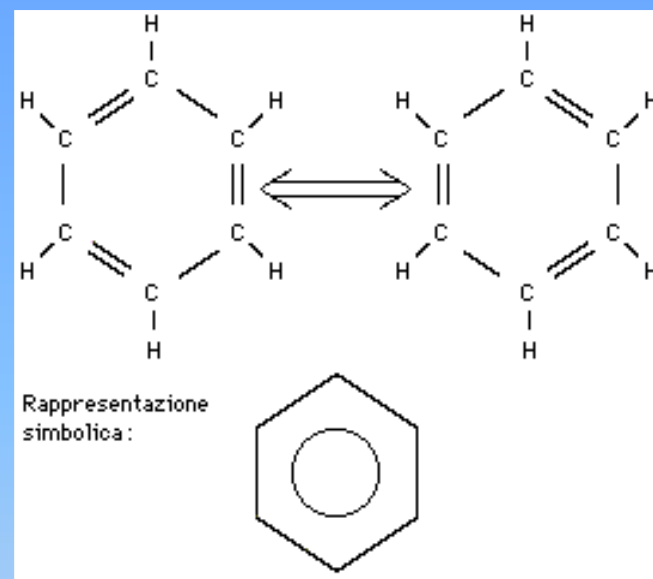
80% deriva da traffico dalla combustione e
dall'evaporazione

99% del benzene è assunto per via respiratoria

Metodo d'analisi: UNI EN 14662-1:2005

Qualità dell'aria ambiente - Metodo
normalizzato per la misurazione delle
concentrazioni di benzene - Parte 1:
Campionamento per pompaggio seguito da
desorbimento termico e gascromatografia

Limite D.Lgs 155/2010 $5\mu\text{g}/\text{m}^3$



Aumento dei POPs



Stockholm Convention
on Persistent Organic
Pollutants

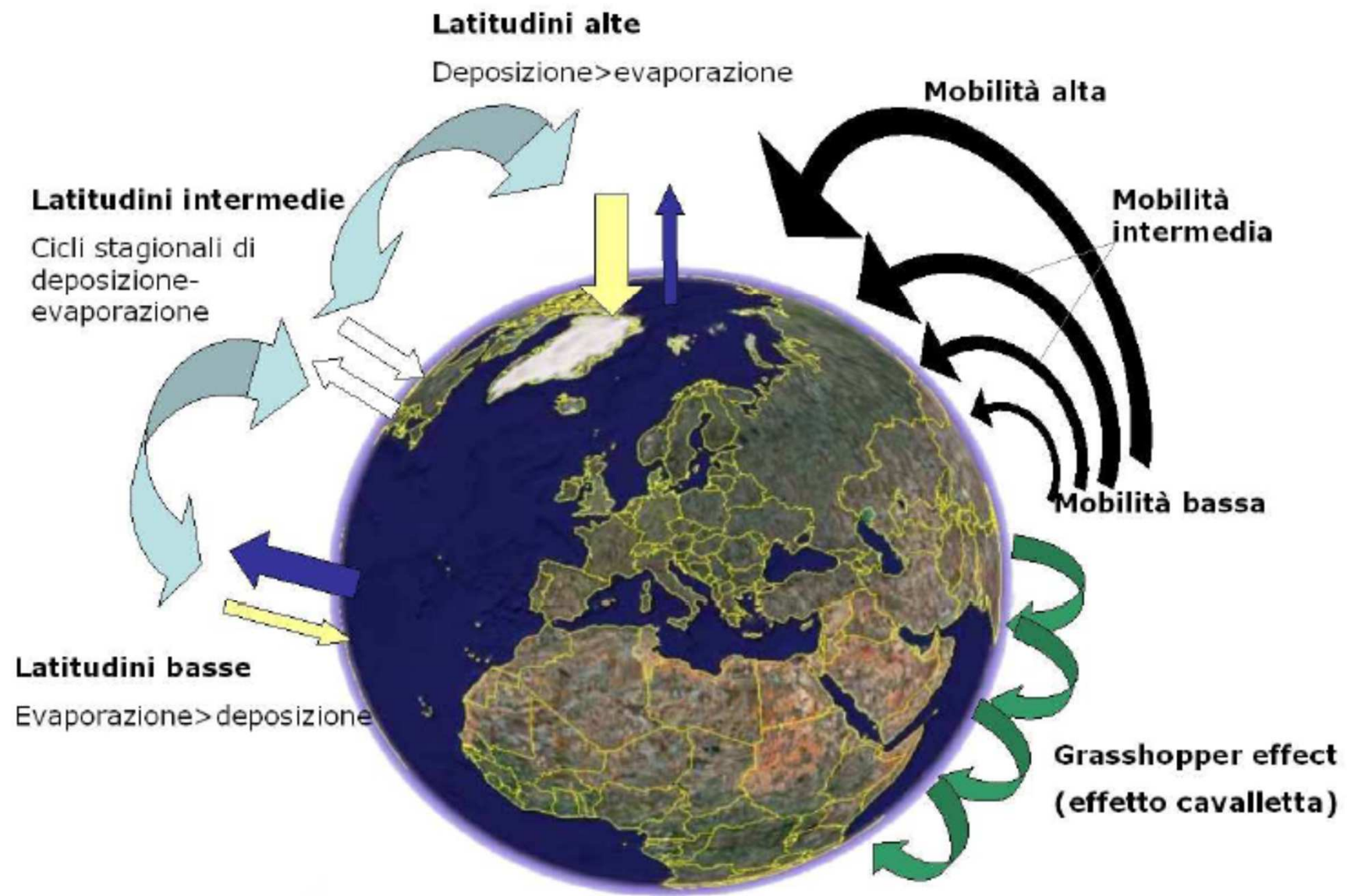
Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants is an international environmental treaty, signed in 2001 and effective from May 2004, that aims to eliminate or restrict the production and use of [persistent organic pollutants](#) (POPs).

Pesticides: aldrin, chlordane, DDT, dieldrin, endrin, heptachlor, hexachlorobenzene, mirex, toxaphene;

Industrial chemicals: hexachlorobenzene, polychlorinated biphenyls (PCBs); and

By-products: hexachlorobenzene; polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans (PCDD/PCDF), and PCBs.

<http://chm.pops.int/Convention/ThePOPs/ListingofPOPs/tabid/2509/Default.aspx>



Effetto serra

Sostanza	GWF
Carbon dioxide (CO ₂)	1
Methane (CH ₄)	21
Nitrous oxide (N ₂ O)	310
Hydrofluorocarbons (HFCs)	8500 (CFC-12)
Perfluorocarbons (PFCs)	93-12100
Sulphur hexafluoride (SF ₆)	23900

Per meglio definire l'apporto che ogni determinato gas serra fornisce al fenomeno del riscaldamento globale, si è concepito il **potenziale di riscaldamento globale** (Global Warming Potential, **GWP**). Questo valore rappresenta il rapporto fra il riscaldamento globale causato in un determinato periodo di tempo (di solito 100 anni) da una particolare sostanza ed il riscaldamento provocato dal biossido di carbonio nella stessa quantità.

ANIDRIDE CARBONICA



EFFETTI

- ✓ E' uno dei "gas serra"
- ✓ L'aria fossile contenuta nei ghiacciai antartici indica che il contenuto di CO2 è variato negli ultimi 420 mila anni tra un minimo di 190 ppmv (parti per milione in volume) durante le ere glaciali e un massimo di 300 ppmv durante i periodi caldi. Nel solo ultimo secolo, invece, siamo passati da 280 a 380 ppmv, valore mai raggiunto in precedenza. Tale incremento è dovuto all'attività antropica, in particolare a quella legata all'utilizzo dei combustibili fossili che rilasciano in atmosfera grandi quantità di anidride carbonica, non più compensata dall'assorbimento da parte delle piante, anche a causa della riduzione delle superfici forestali.

FONTI

Produzione naturale :

- ✓ Nel ciclo di respirazione degli esseri viventi
- ✓ Nei processi di fermentazione, prodotti da alcuni batteri
- ✓ Durante le eruzioni vulcaniche

Produzione artificiale:

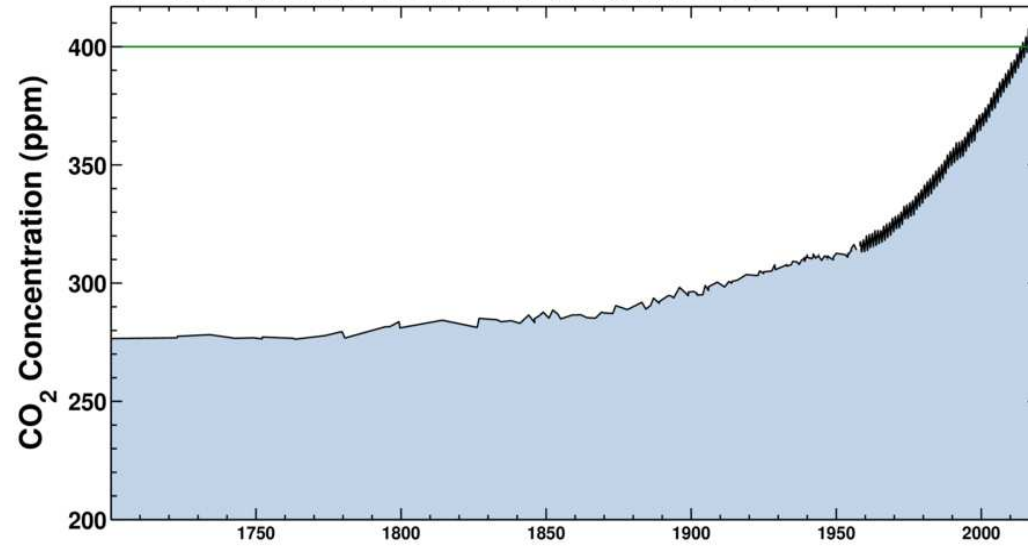
- ✓ Tutti i processi di trasformazione che utilizzano un combustibile

ANIDRIDE CARBONICA

Latest CO₂ reading
April 03, 2018

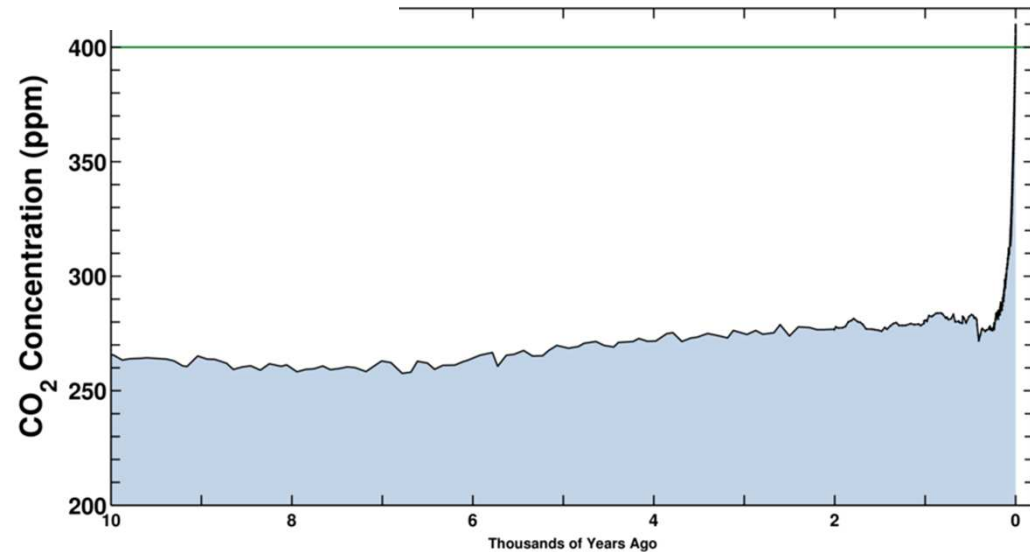
409.20 ppm

Ice-core data before 1958. Mauna Loa data after 1958.



409.20 ppm

58. Mauna Loa data after 1958.



Polveri: le fonti



**emissioni prodotte dal traffico
veicolare
emissioni prodotte da altri
macchinari e veicoli
(attrezzature agricole, treni, navi...)
processi di combustione di carbone
ed oli (centrali
termoelettriche, riscaldamenti
civili), legno, rifiuti,...
processi industriali (cementifici,
fonderie, miniere,...)
combustione di residui agricoli**

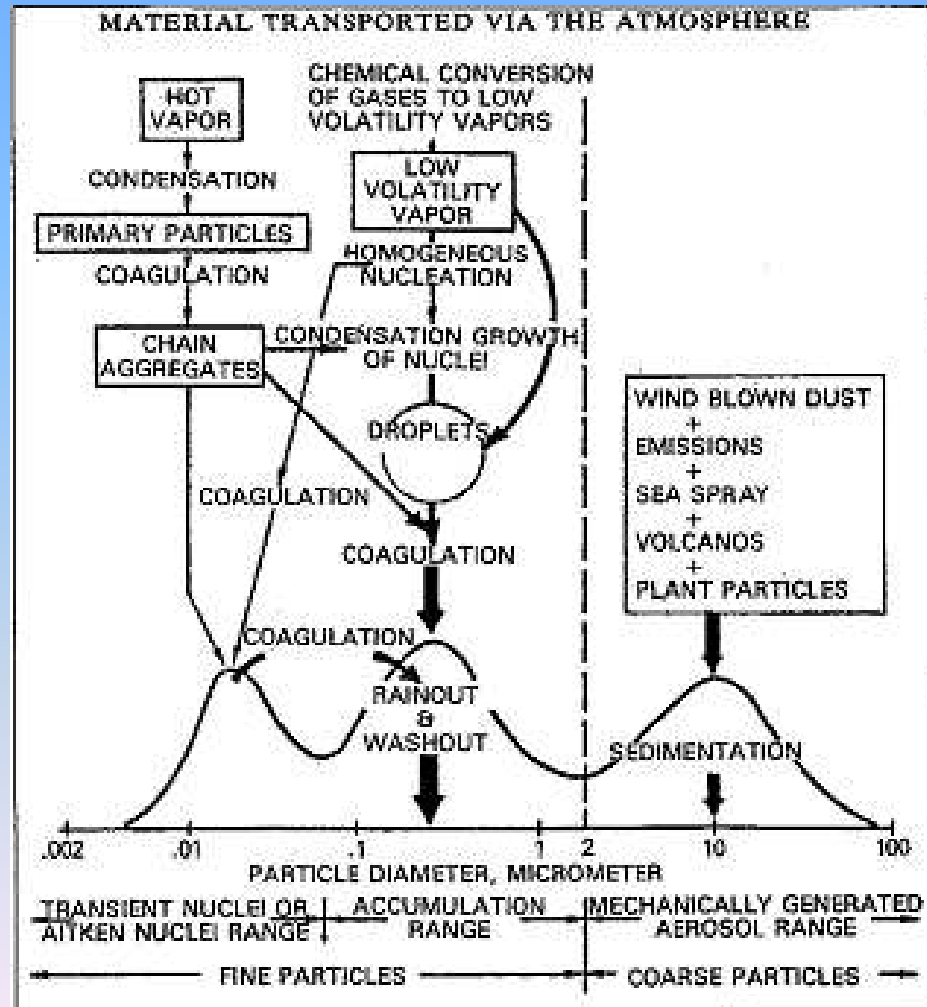


**aerosol marino (sali, ...)
suolo risollevato e
trasportato dal vento
aerosol biogenico (spore,
pollini, frammenti vegetali,**

**)
emissioni vulcaniche incendi
boschivi**



Le polveri in ambiente: formazione



Diametro
Aerodinamico

velocità di
sedimentazione

0.1 μm

10^{-6} m/sec

1.0 μm

10^{-4} m/sec

10 μm

10^{-2} m/sec

50 μm

0.27 m/sec

100 μm

0.70 m/sec

Diam. (μm)

Time to Fall 1 km

0.02

228 y

0.1

36 y

1.0

328 d

10

3.6 d

100

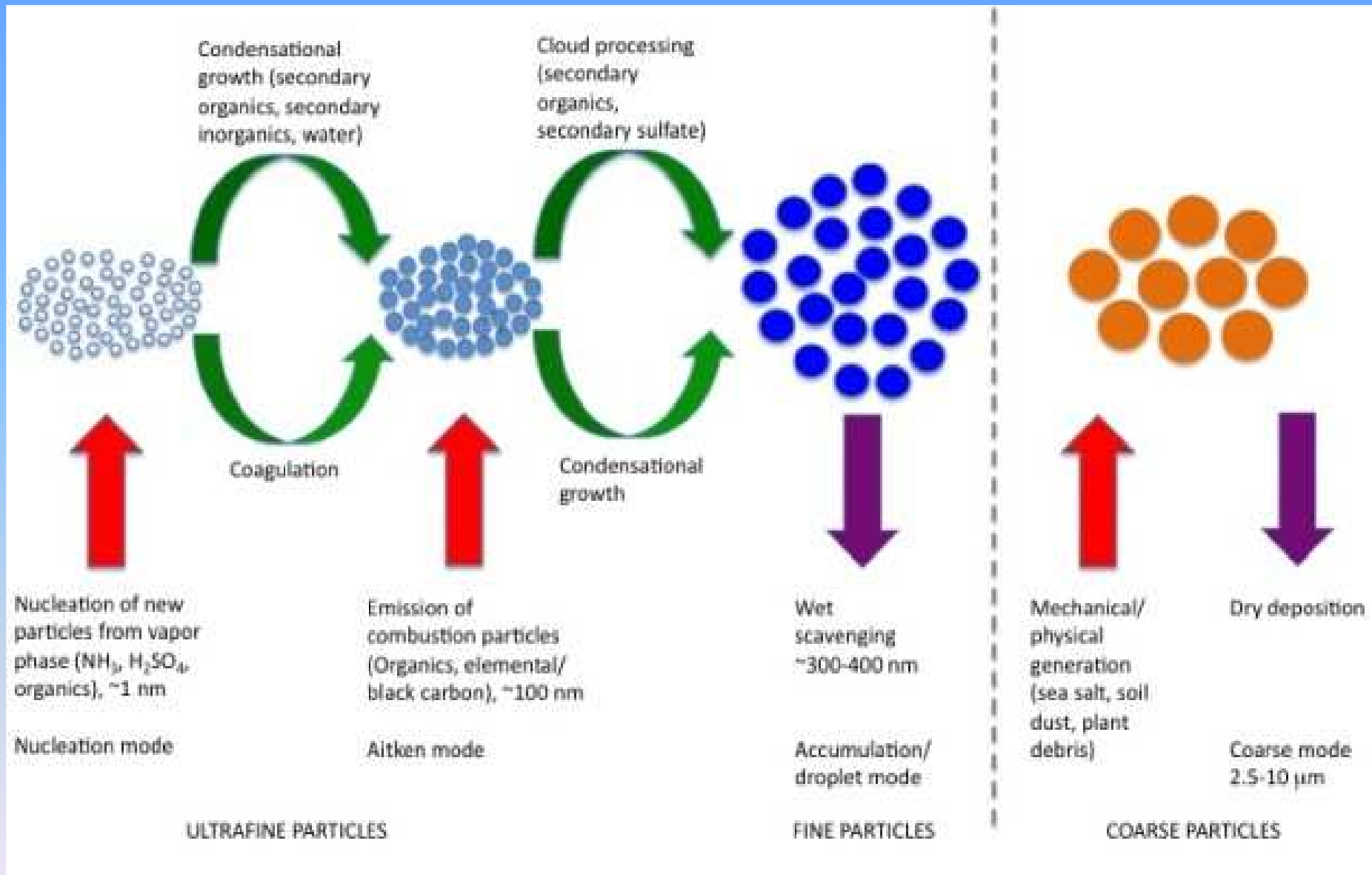
1.1 h

1000

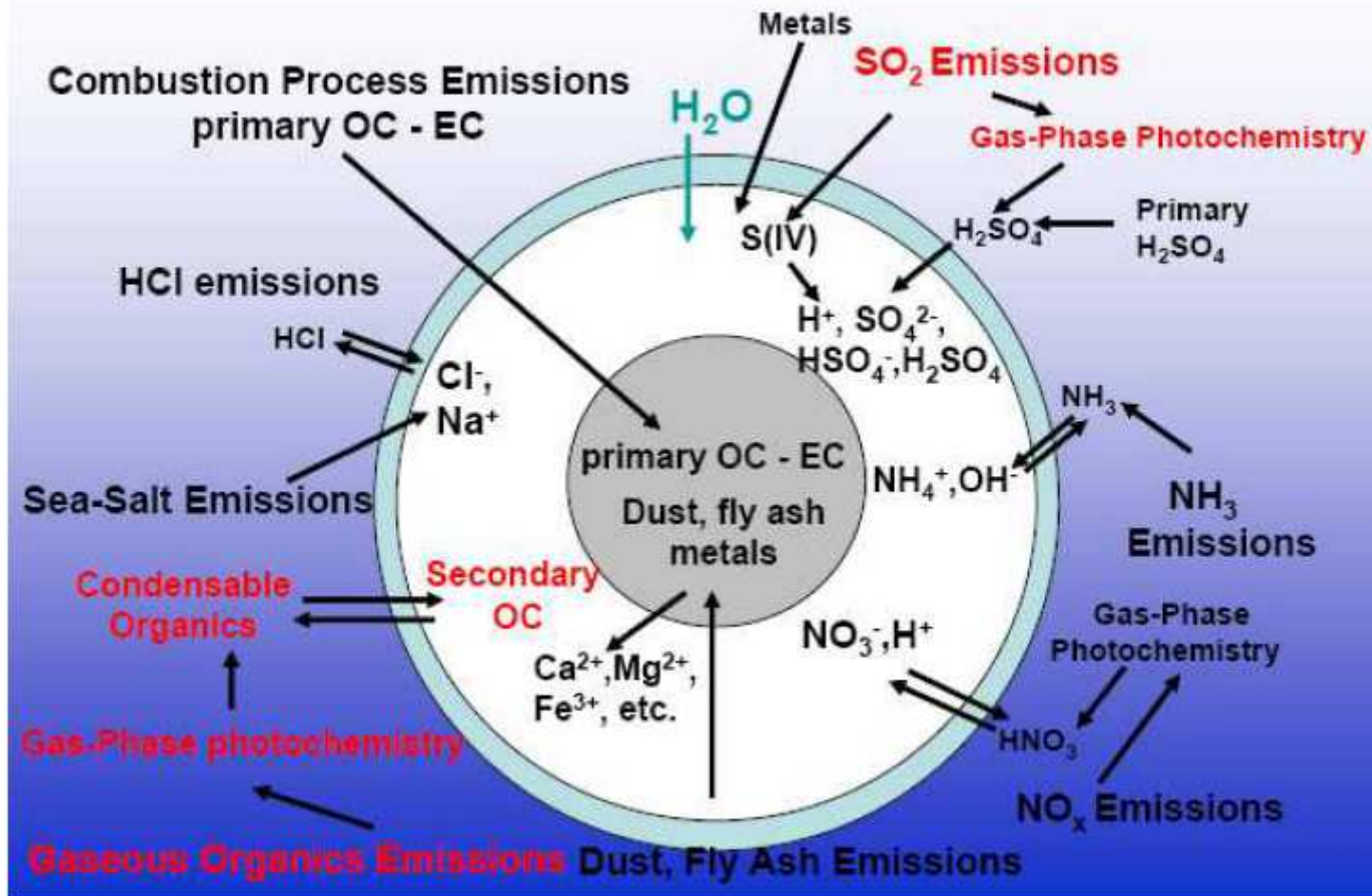
4 m

5000

1.8 m

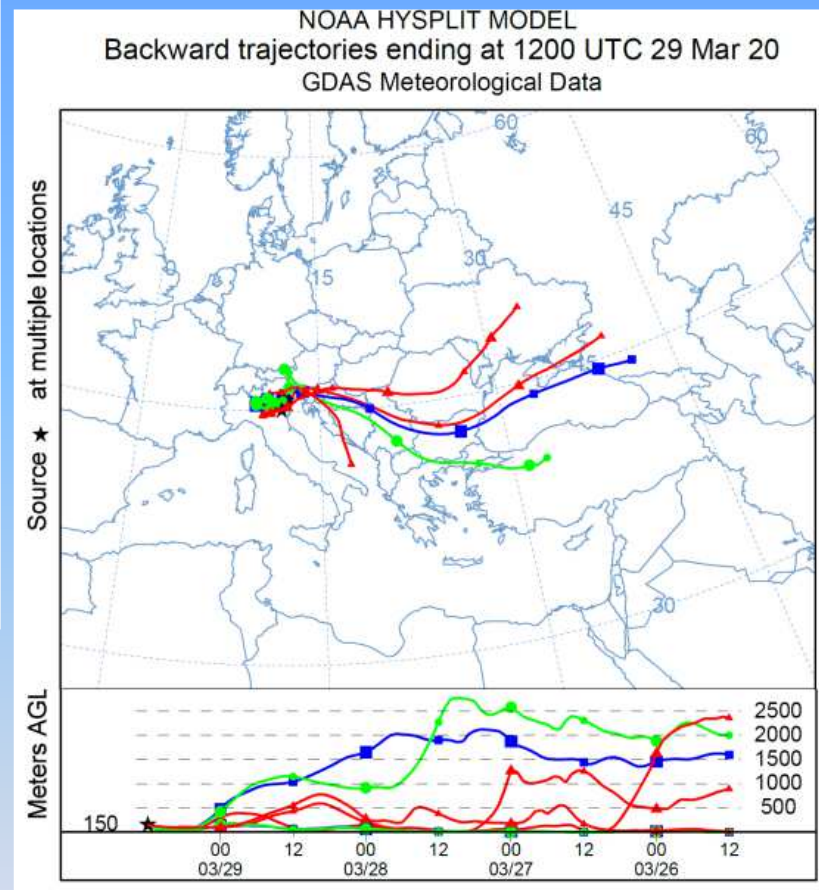
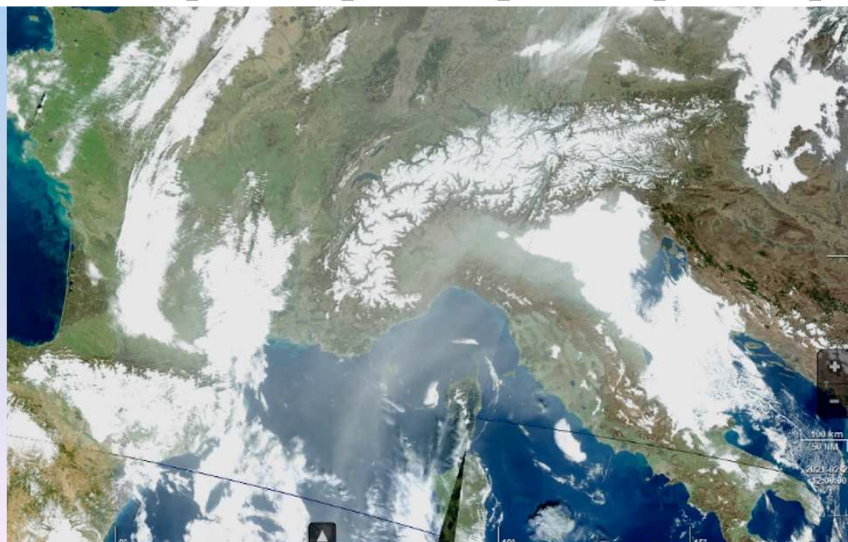
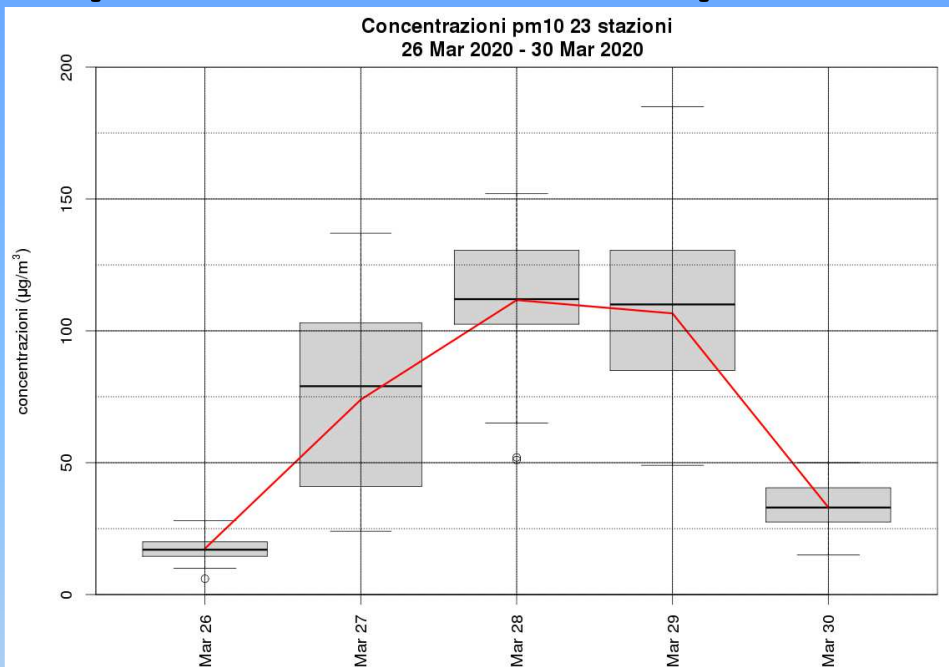


Chemical composition



Rielaborazione da: Spyros N. Pandis, Anthony S. Wexler and John H. Seinfeld. 1995

Episodi di trasporto a lunga distanza



2 episodi:
29 marzo 2020 – dalla zona del Caspio
25 febbraio 2022 – dal Sahara

Le polveri: inventario 2019

Macrosettori emissivi (Nomenclatura SNAP97)

M01-Produzione energia e trasform. combustibili

M02-Combustione non industriale

M03-Combustione nell'industria

M04-Processi produttivi

M05-Estrazione e distribuzione combustibili

M06-Us o di solventi

M07-Trasporto su strada

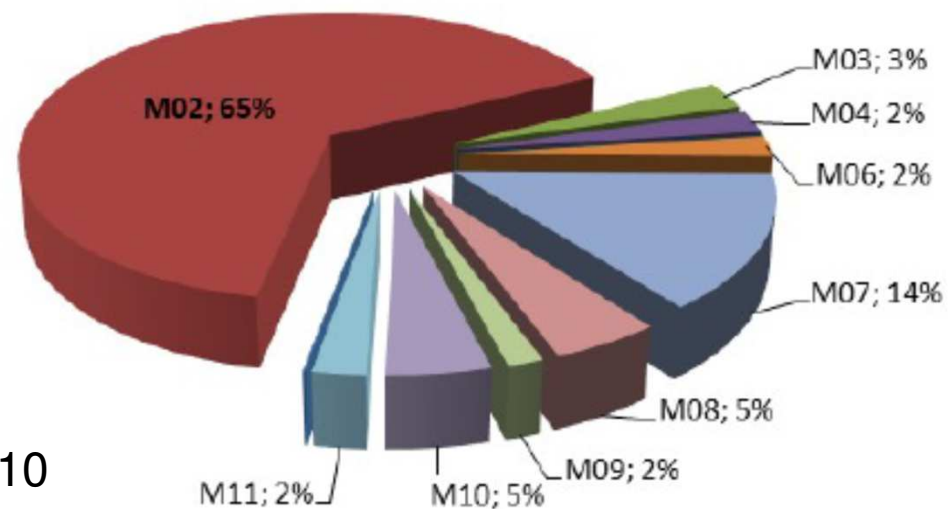
M08-Altre sorgenti mobili e macchinari

M09-Trattamento e smaltimento rifiuti

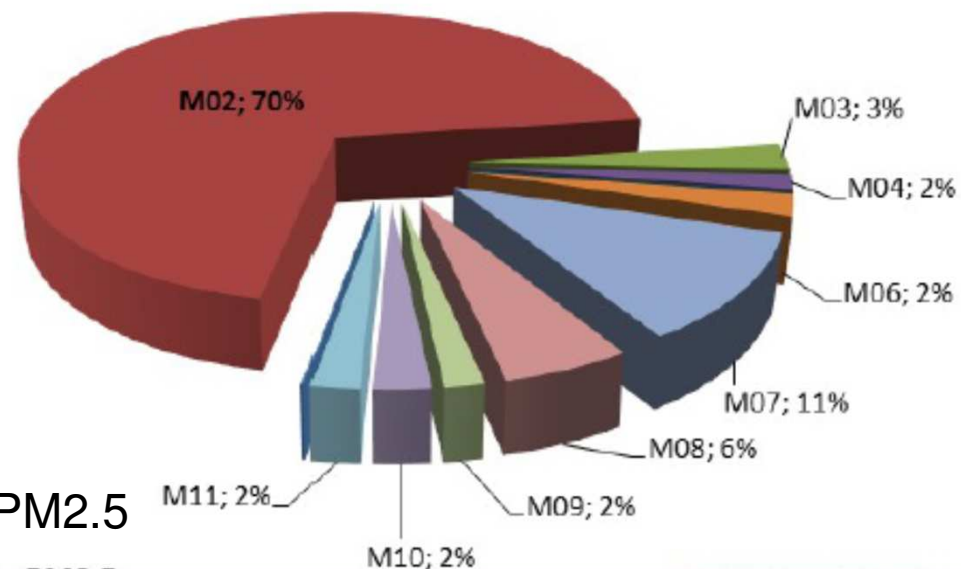
M10-Agricoltura

M11-Altre sorgenti e assorbimenti

PM10



PM2.5



Principali norme oggi in vigore: Qualità dell'aria

D.Lgs n. 155/2010

Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Il decreto Legislativo recepisce anche

la direttiva **2004/107/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 dicembre 2004, concernente **l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente;**

Inquinante	Finalità della protezione	Tipologia	Periodo di mediazione	Concentrazione	referimento
Biossido di zolfo (SO ₂)	Salute umana	Valore limite	1 h	350 µg/m ³ , da non superare più di 24 volte per anno civile	UNI EN 14212: 2012
	Salute umana	Valore limite	24 h	125 µg/m ³ , da non superare più di 3 volte per anno civile	
	Salute umana	Soglia di allarme	Superamento per 3 h consecutive	500 µg/m ³	
	Vegetazione	Livello critico	Anno civile	20 µg/m ³	
Biossido di azoto (NO ₂)	Salute umana	Valore limite	1 h	200 µg/m ³ , da non superare più di 18 volte per anno civile	UNI EN 14211: 2012
	Salute umana	Valore limite	Anno civile	40 µg/m ³	
	Salute umana	Soglia di allarme	Superamento per 3 h consecutive	400 µg/m ³	
Ossidi di azoto (NO _x)	Vegetazione	Livello critico	Anno civile	30 µg/m ³	
Benzene	Salute umana	Valore limite	Anno civile	5.0 µg/m ³	UNI EN 14662: 2012
Benzo(a)pirene (BaP)	Salute umana	Valore obiettivo	Anno civile	1.0 ng/m ³	UNI EN 15549: 2008
Monossido di carbonio (CO)	Salute umana	Valore limite	Media massima giornaliera calcolata su 8 h	10 mg/m ³	UNI EN 14626: 2012
PM ₁₀	Salute umana	Valore limite	24 h	50 µg/m ³ , da non superare più di 35 volte per anno civile	UNI EN 12341: 2014
	Salute umana	Valore limite	Anno civile	40 µg/m ³	
PM _{2,5}	Salute umana	Valore limite	Anno civile	25 µg/m ³ *	UNI EN 12341: 2014
Ozono (O ₃)	Salute umana	Soglia di informazione	Superamento per 3 h consecutive	180 µg/m ³	UNI EN 14625: 2012
	Salute umana	Soglia di allarme	Superamento per 3 h consecutive	240 µg/m ³	
	Salute umana	Valore obiettivo	Media massima giornaliera calcolata su 8 h	120 µg/m ³ , da non superare più di 25 volte per anno civile	
	Salute umana	Obiettivo a lungo termine	Media massima giornaliera calcolata su 8 h	120 µg/m ³	
	Vegetazione	Valore obiettivo	1 ora cumulativa da maggio a luglio	18.000 µg/m ³ ·h	
	Vegetazione	Obiettivo a lungo termine	1 ora cumulativa da maggio a luglio	6.000 µg/m ³ ·h	
Arsenico (As)	Salute umana	Valore obiettivo	Anno civile	6.0 ng/m ³	UNI EN 14902: 2005
Cadmio (Cd)	Salute umana	Valore obiettivo	Anno civile	5.0 ng/m ³	
Nichel (Ni)	Salute umana	Valore obiettivo	Anno civile	20.0 ng/m ³	
Piombo (Pb)	Salute umana	Valore limite	Anno civile	0.5 µg/m ³	

Aggiornamenti normativi

DM Ambiente 26.01.2017 *Recepimento della Direttiva UE 2015/1480 che modifica vari allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio recanti le disposizioni relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.*

DM 30.03.2017 *Procedure di garanzia di qualità delle misure dell'aria ambiente, effettuate nelle stazioni di reti di misura*

DM Ambiente 5 maggio 2015: *Metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria*

DM 13 Marzo 2013: *Individuazione stazioni di calcolo esposizione media PM_{2,5}*

DM 22 febbraio 2013: *Formato per la trasmissione del progetto di adeguamento della rete di misura ai fini della valutazione della qualità dell'aria*

D. Lgs 24 Dicembre 2012 n.250: *Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo n. 155*

Aggiornamenti normativi

DM 22 Novembre 2012:

Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria previste dall'articolo 6, comma 1, e dall'articolo 8, commi 6 e 7 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155

- Stazioni di fondo in siti rurali per la misurazione della concentrazione di massa totale e per speciazione chimica del PM_{2.5}
- Stazioni di misurazione per la verifica della costanza dei rapporti tra il benzo(a)pirene e gli altri ipa di rilevanza tossicologica
- Stazioni per la misurazione indicativa delle concentrazioni di arsenico, cadmio, nichel, mercurio, benzo(a)pirene ed altri ipa di rilevanza tossicologica e per la misurazione indicativa della relativa deposizione totale
- Stazioni per la misurazione della concentrazione di massa totale e per speciazione chimica del PM₁₀ e del PM_{2.5} su base annuale
- Stazioni di fondo i siti rurali per la misurazione dell'ozono
- Stazioni di misurazione dei precursori dell'ozono

Condizioni preliminari per le misurazioni

Macroposizionamento:

L'area di rappresentatività delle stazioni di misurazione deve essere:

- a) tale da rappresentare la qualità dell'aria su un tratto di strada di almeno 100 m in caso di stazioni di traffico, ove tecnicamente fattibile, per la valutazione dei livelli degli inquinanti di cui all'articolo 1, comma 2, eccetto arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici;
- b) pari ad almeno 200 m² in caso di stazioni di traffico, per la valutazione dei livelli di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici;
- c) pari ad almeno 250 m x 250 m, ove tecnicamente fattibile, in caso di stazioni industriali;
- d) pari ad alcuni km² in caso di stazioni di fondo in siti urbani.



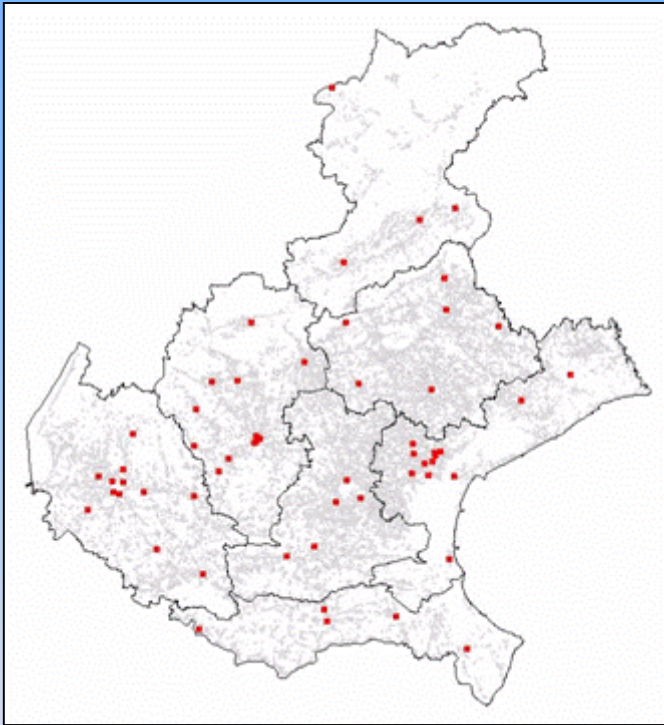
Microposizionamento

- a) assenza di fonti di interferenza;
- b) protezione rispetto all'esterno;
- c) possibilità di accesso;
- d) disponibilità di energia elettrica e di connessioni telefoniche;
- e) impatto visivo sull'ambiente esterno;
- f) sicurezza della popolazione e degli addetti;
- g) opportunità di effettuare il campionamento di altri inquinanti nello stesso sito fisso di campionamento;
- h) conformità agli strumenti di pianificazione territoriale.



Stazioni di Monitoraggio in Veneto

La legge ci dice anche **DOVE** posizionare le **CENTRALINE/STAZIONI** di rilevamento che permettono la misurazione degli inquinanti e come classificarle.



QUANTITA' DI STAZIONI

- 40 stazioni di misura fisse.
- 10 laboratori mobili.

TIPI DI STAZIONE

- Traffico
- Industriale
- Fondo urbano
- Fondo rurale



A seconda del luogo in cui vengono posizionate e delle informazioni che voglio ottenere












Sul sito internet www.arpa.veneto.it e dalla APP ARPAV "qualita' dell'aria" si possono seguire i dati in diretta misurati dalle centraline fisse.

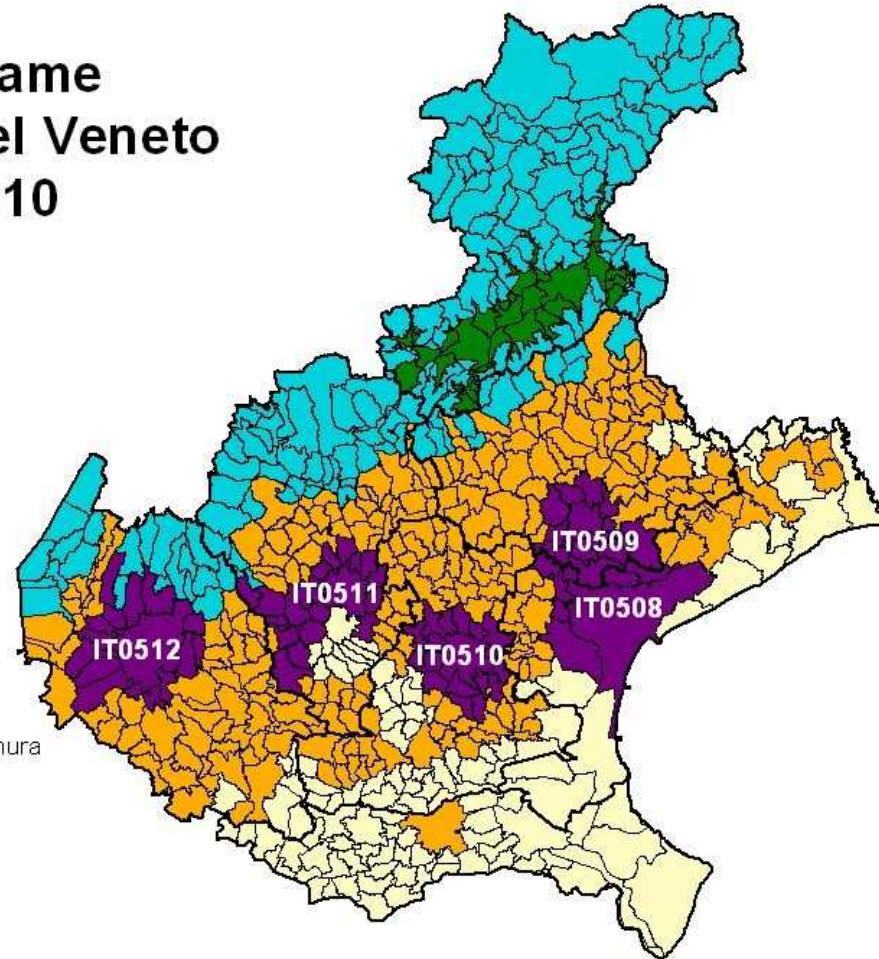
Zonizzazione

Progetto di riesame della zonizzazione del Veneto D. Lgs. 155/2010

Legenda:

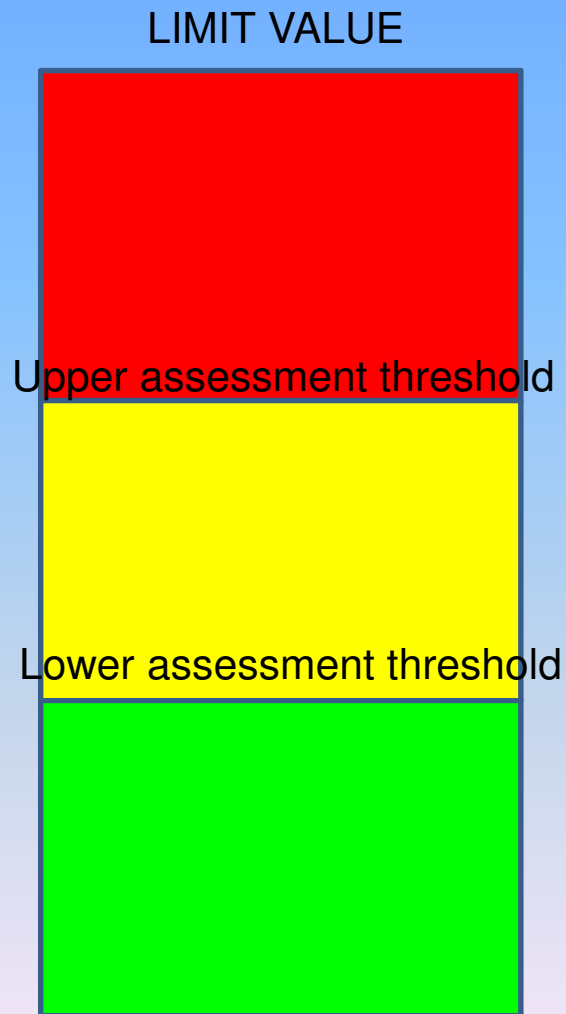
Zonizzazione

-  IT0508 Agglomerato Venezia
-  IT0509 Agglomerato Treviso
-  IT0510 Agglomerato Padova
-  IT0511 Agglomerato Vicenza
-  IT0512 Agglomerato Verona
-  IT0513 Pianura e Capoluogo bassa pianura
-  IT0514 Bassa pianura e colli
-  IT0515 Prealpi e Alpi
-  IT0516 Valbelluna
-  Confini Provinciali
-  Confini Comunali



Scala 1: 1.200.000

Threshold limit



In all zones and agglomerations where the level of pollutants exceeds the upper assessment threshold established for those pollutants, fixed measurements shall be used to assess the ambient air quality

‘upper assessment threshold’ shall mean a level below which a combination of fixed measurements and modelling techniques and/or indicative measurements may be used to assess ambient air quality;

‘lower assessment threshold’ shall mean a level below which modelling or objective-estimation techniques alone may be used to assess ambient air quality;

Le polveri: definizioni

PM10: il materiale particolato che penetra attraverso un ingresso dimensionale selettivo conforme al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM10 (norma **UNI EN 12341: 2001**), con un'efficienza di penetrazione del 50 per cento per materiale particolato di un diametro aerodinamico di 10 μm ; (D.Lgs 155/2010)

PM2,5: il materiale particolato che penetra attraverso un ingresso dimensionale selettivo conforme al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM2,5 (norma **UNI EN 14907:2005**), con un'efficienza di penetrazione del 50 per cento per materiale particolato di un diametro aerodinamico di 2,5 μm ; (D.Lgs 155/2010).

Entrambe le misurazioni oggi si eseguono con la norma **UNI EN 12341:2023**

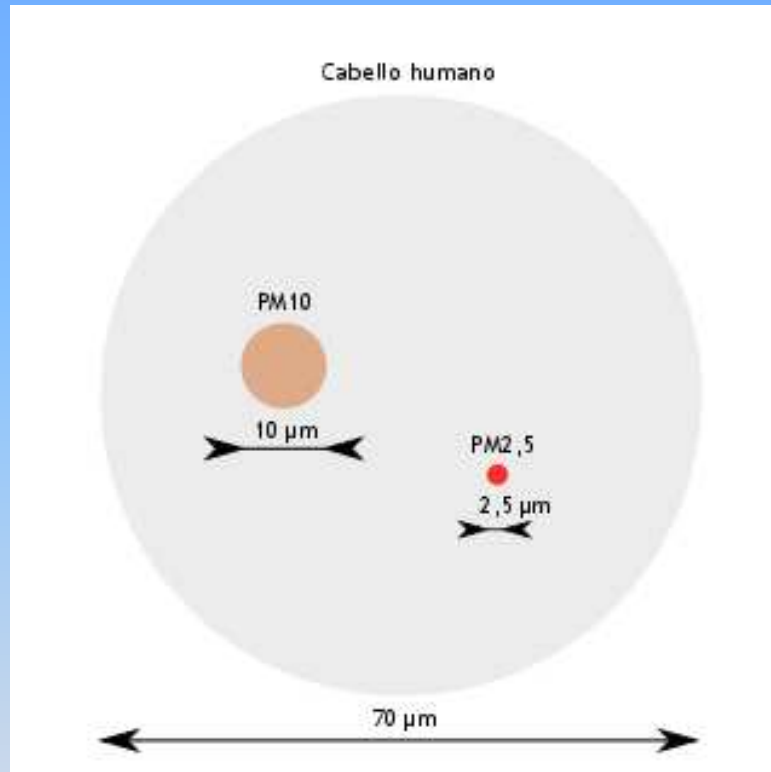
Le definizioni della UNI EN 481:1994

CONVENZIONE	Definizione delle particelle
INALABILE	Inalate attraverso naso e bocca
EXTRATORACICA	Non penetrano oltre la laringe
TORACICA	Penetrano oltre la laringe
TRACHEOBRONCHIALE	Penetrano oltre la laringe ma non giungono alle vie respiratorie non ciliate
RESPIRABILE	Penetrano nelle vie respiratorie non ciliate

Tutte le convenzioni sovrastimano l'effetto di assorbimento in quanto una parte non trascurabile delle particelle con bassi valori di diametro sono solitamente rimesse nella fase dell'espiazione: per particelle con valori di diametro aerodinamico di $1\mu\text{m}$ si stima che la deposizione sia circa il 20%

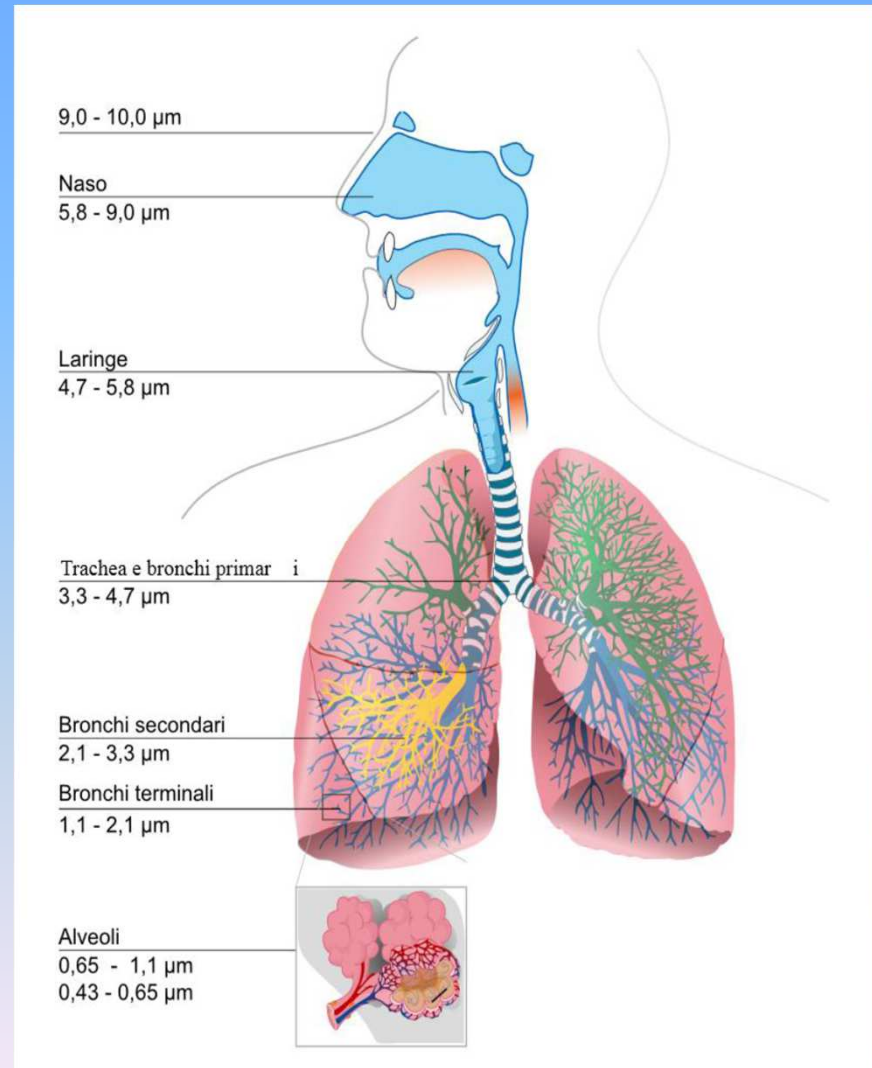


Filtro Uomo



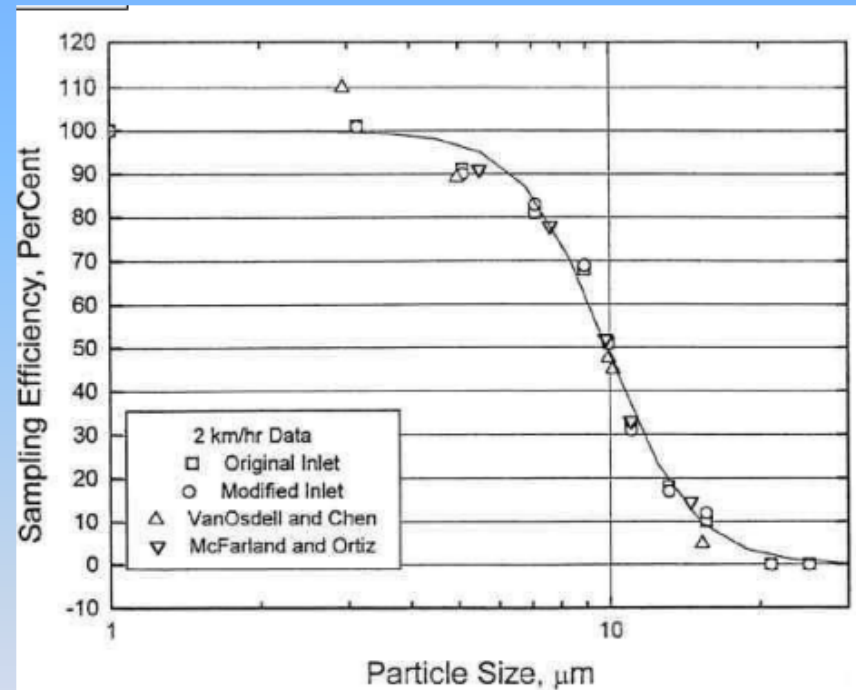
PM10: polveri **inalabili**: penetrano nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe)

PM2.5: polveri **respirabili**: penetrano nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea agli alveoli polmonari)



Curva di efficienza

la curva di efficienza del campionamento del PM_{10} ricalca esattamente la convenzione toracica.



Misura del PM_{10} $PM_{2.5}$

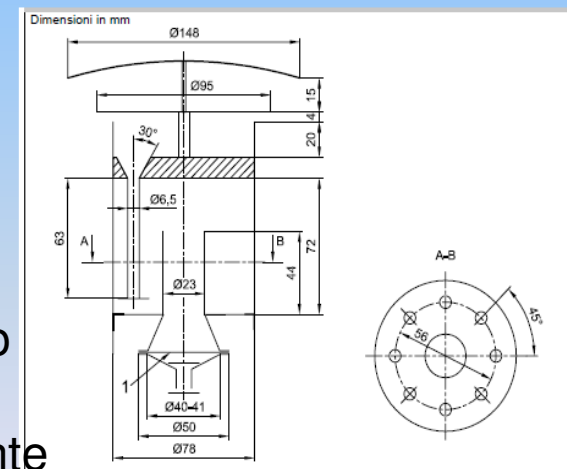
UNI EN 12341:2001 Qualità dell'aria - Determinazione del particolato in sospensione PM_{10} - Metodo di riferimento e procedimento per prove in campo atte a dimostrare l'equivalenza dei metodi di misurazione rispetto al metodo di riferimento

UNI EN 14907:2005 Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato di misurazione gravimetrico per la determinazione della frazione massica $PM_{2,5}$ del particolato in sospensione

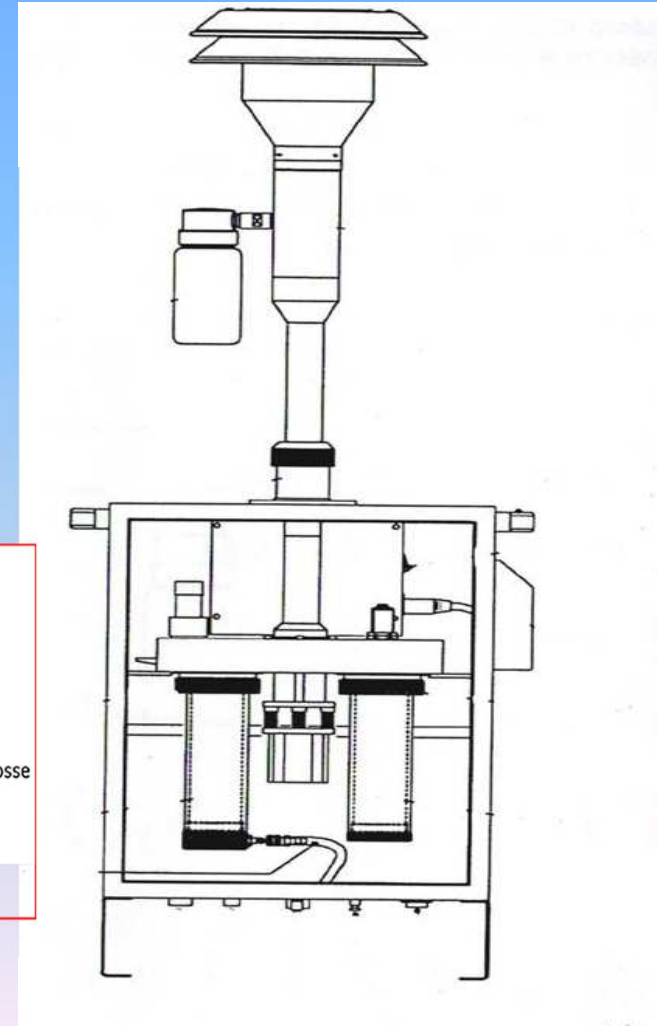
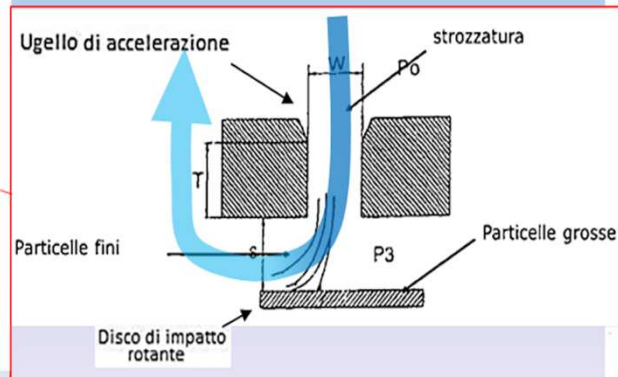
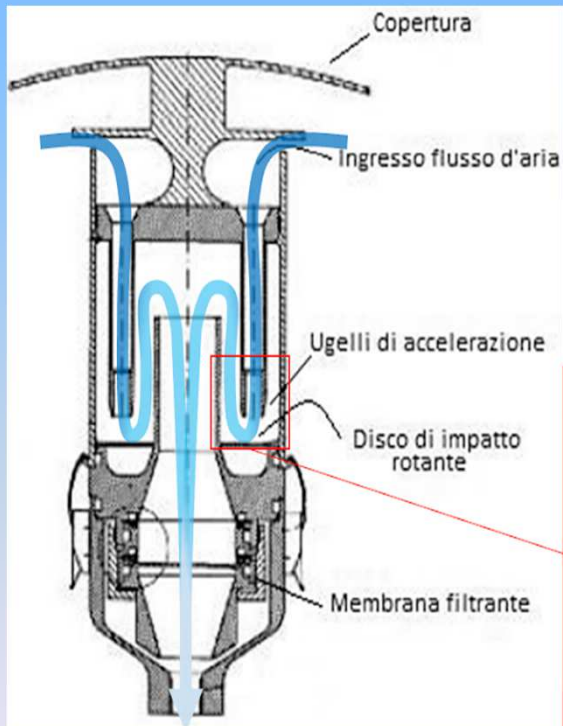
UNI EN 12341:2014 → **UNI EN 12341:2023**

UNI EN 16450:2017: Aria ambiente - Sistemi di misura automatici per la misurazione della concentrazione del particolato (PM_{10} ; $PM_{2,5}$)

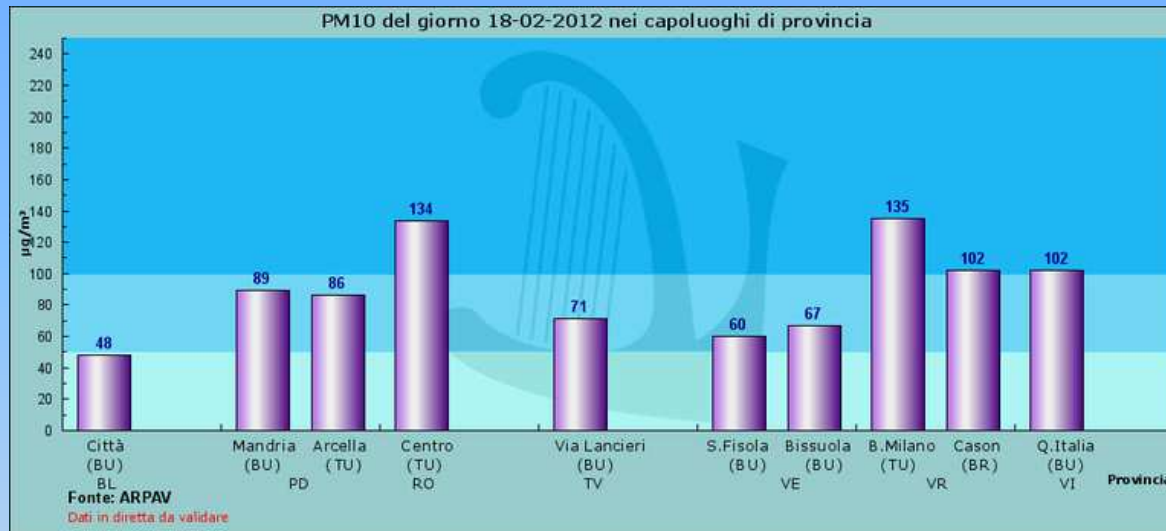
metodi di riferimento della Direttiva 2008/50/CE per la misurazione delle concentrazioni in massa del particolato non vengono generalmente utilizzati per le operazioni di routine nelle reti di monitoraggio. Queste reti generalmente applicano sistemi di misurazione automatici (AMS) come quelli basati sull'impiego di microbilance ad oscillazione, di attenuazione dei raggi β o di metodi ottici in situ.



Il metodo ufficiale



PM₁₀ PM_{2.5} : gli strumenti



Tecniche di misura:

- Gravimetrico
- Attenuazione radiazione β
- Nefelometria ortogonale





DATI VALIDATI

- concentrazione media giornaliera di **PM10**;
- valore massimo orario di **Biossido di azoto**;
- valore massimo delle medie su 8 ore di **Ozono**.

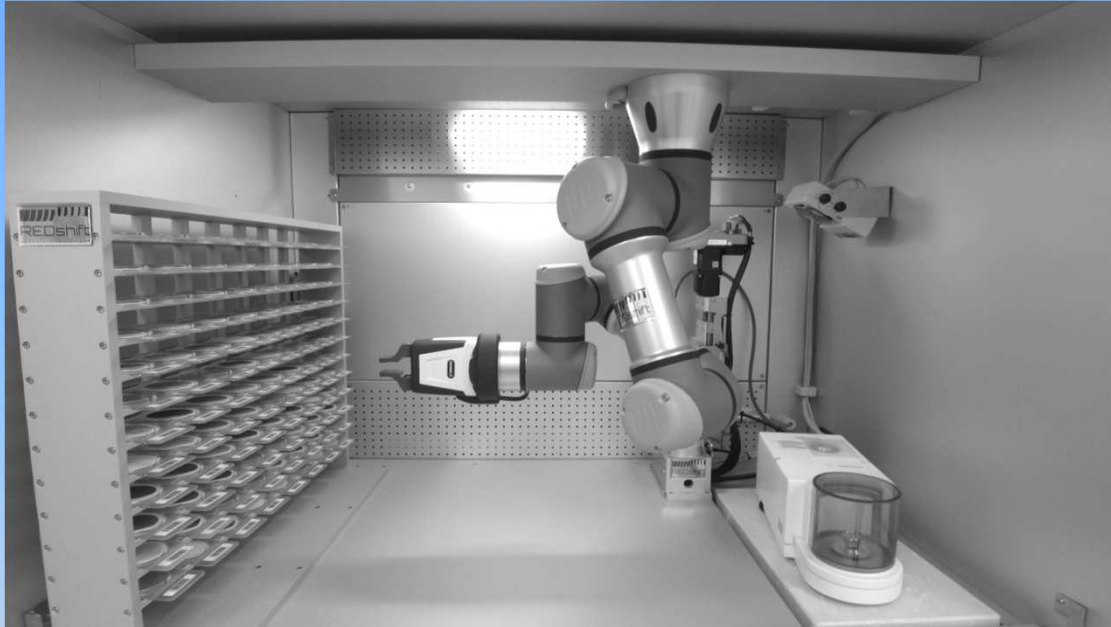
Classi di giudizio IQA

- buona
- accettabile
- mediocre
- scadente
- pessima

PADOVA

IQA	Ubicazione	Tipo stazione	NO ₂			PM10		O ₃		SO ₂				CO		
			max ora			media giorn.		max ora		max giorn. media mob. 8h	max ora				max giorn. media mob. 8h	
			conc. (µg/m ³)	ora	sup.	conc. (µg/m ³)	sup.	conc. (µg/m ³)	ora		conc. (µg/m ³)	conc. (µg/m ³)	ora	sup.	conc. (mg/m ³)	sup.
-	Monselice	Fondo Urbano	43	1	-	78	22	37	9							
-	PD - Granze	Industriale Urbano				83	26									
○ scadente	PD - Mandria	Fondo Urbano	49	19	-	83	23	18	13	12				0.7	-	
-	PD - Arcella	Traffico Urbano	56	18	-	80	25				< 3		-	0.8	-	
○ mediocre	Este	Industriale Suburbano	27	1	-	61	21	38	9	36	< 3		-			
○ mediocre	Parco Colli Euganei	Fondo Rurale	33	21	-	71	14	34	3	31						
-	Alta Padovana	Fondo Rurale	51	1	-	M	-	33	13	24				0.7	-	
○ scadente	Aps1	Industriale Urbano	47	1	-	82	24	15	13	10	< 3		-	0.8	-	
○ scadente	Aps2	Industriale Urbano	45	19	-	81	24	17	13	12	< 3		-	0.9	-	

PM₁₀ PM_{2.5} gravimetria UNI EN 12341



Stanza Climatizzata a 20 ± 0.2 °C $50 \pm 1\%$ UR

Cabine climatizzate

2 Sistemi di pesatura robotizzati 98 posizioni

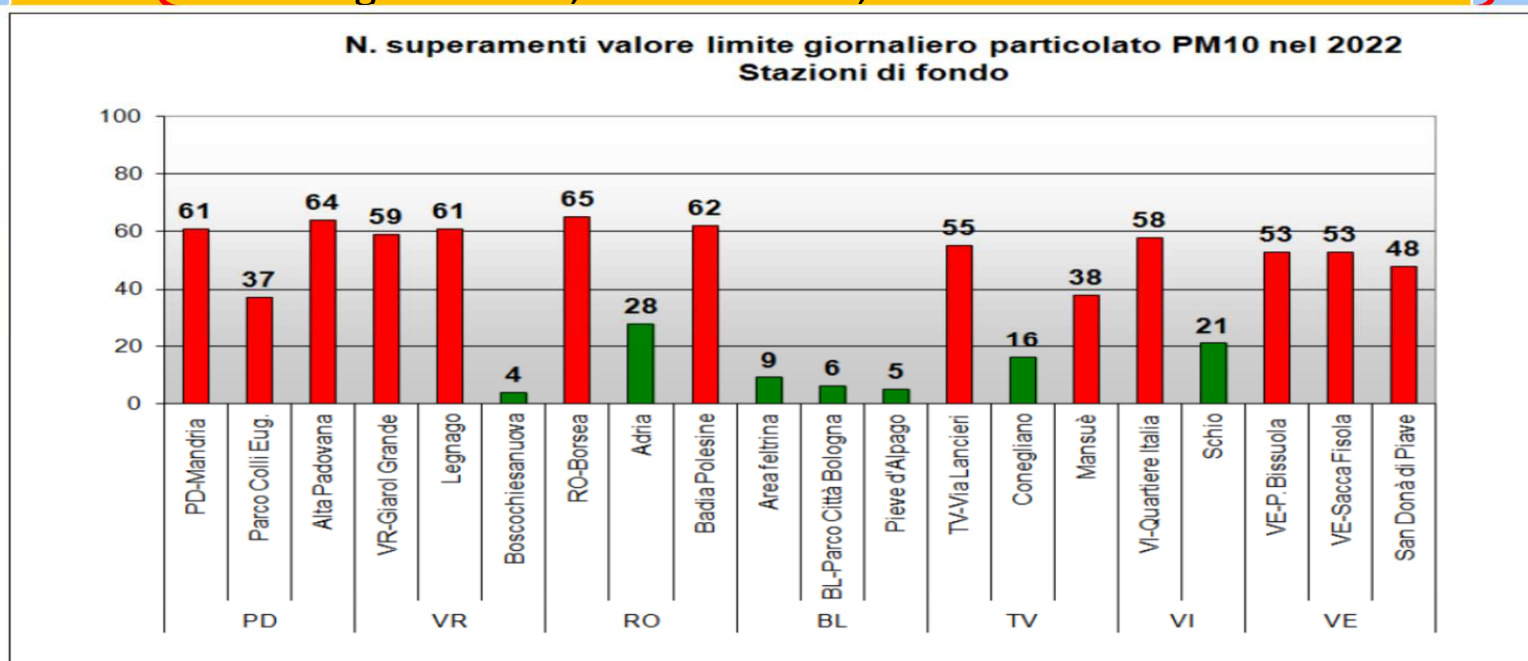
1 Sonda primaria per il controllo 24h/24 di T e UR



PM₁₀ PM_{2.5} : i limiti

	PM ₁₀ annuale µg/mc	PM ₁₀ giornaliero µg/mc	PM _{2.5} annuale µg/mc
Limite	40	50 (da non superare più di 35 volte)	25*
SVS	28	35 (da non superare più di 35 volte)	17
SVI	20	25 (da non superare più di 35 volte)	12

* Valore target al 2010, limite al 2015, si abbassa a 20 nel 2020

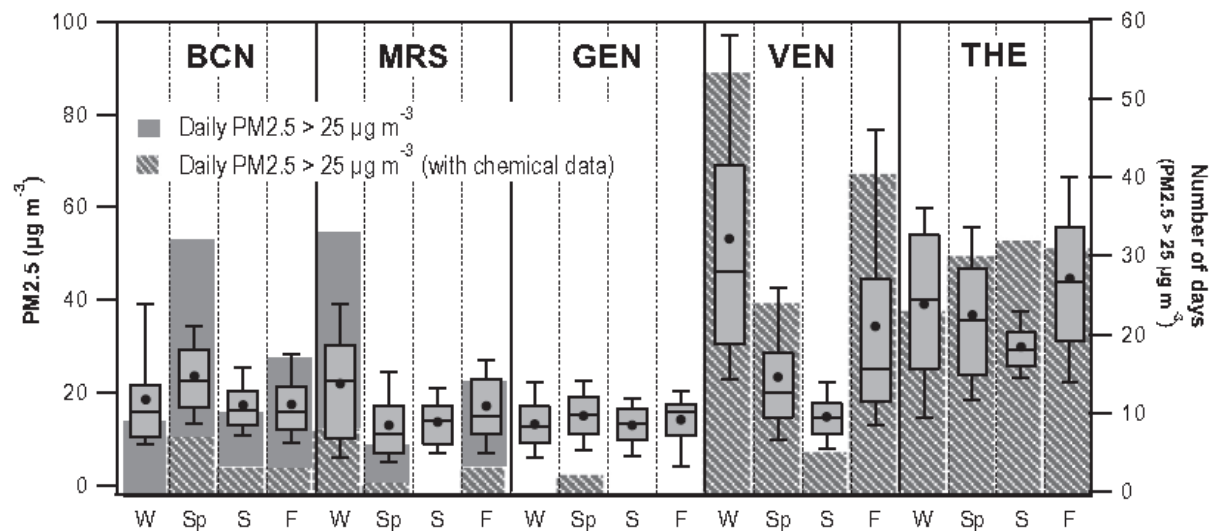
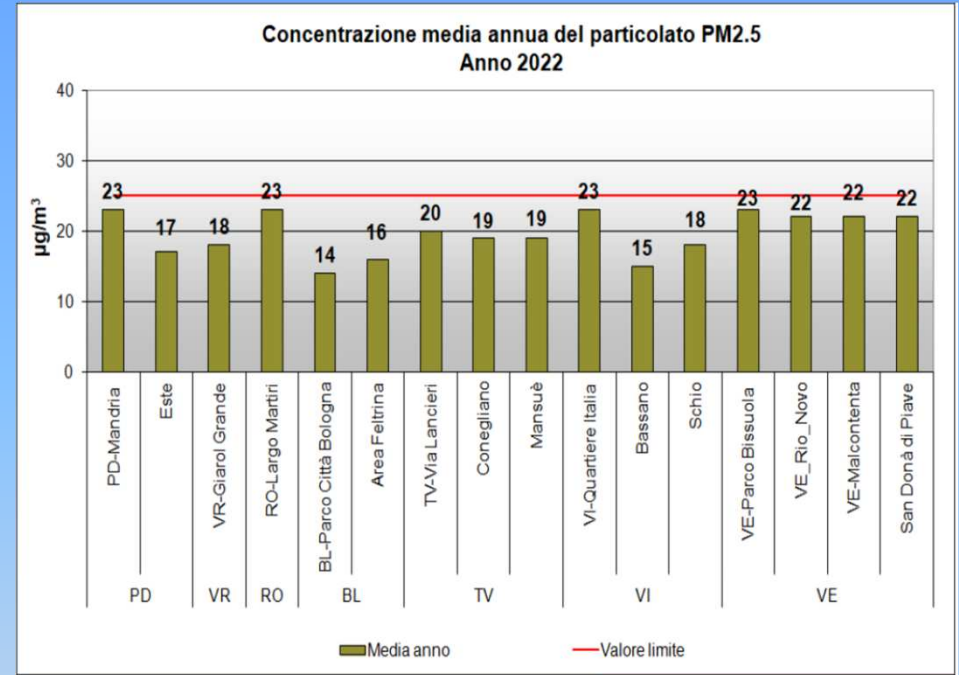
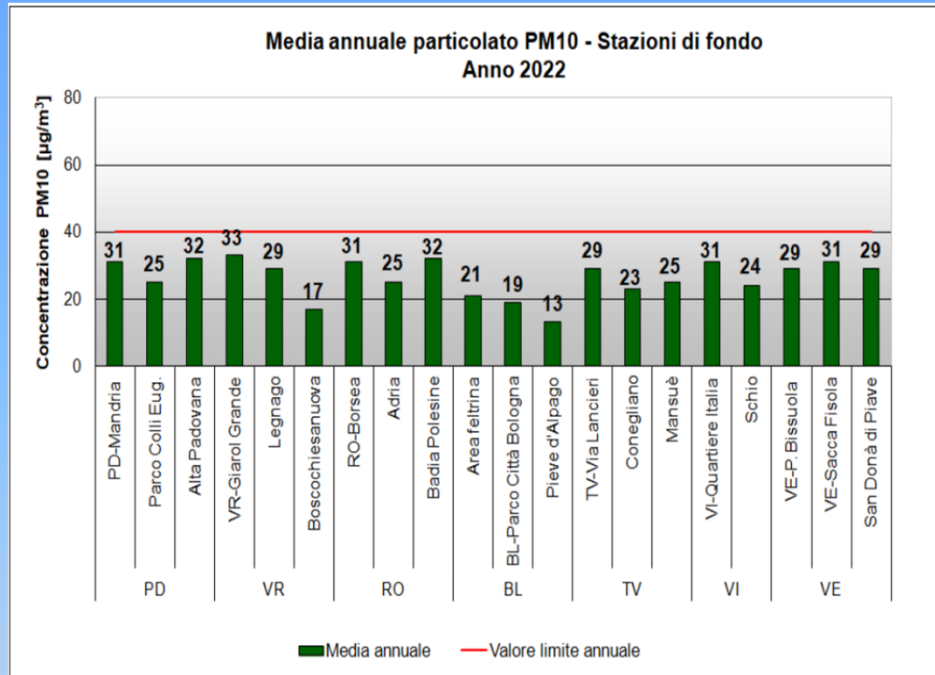


?

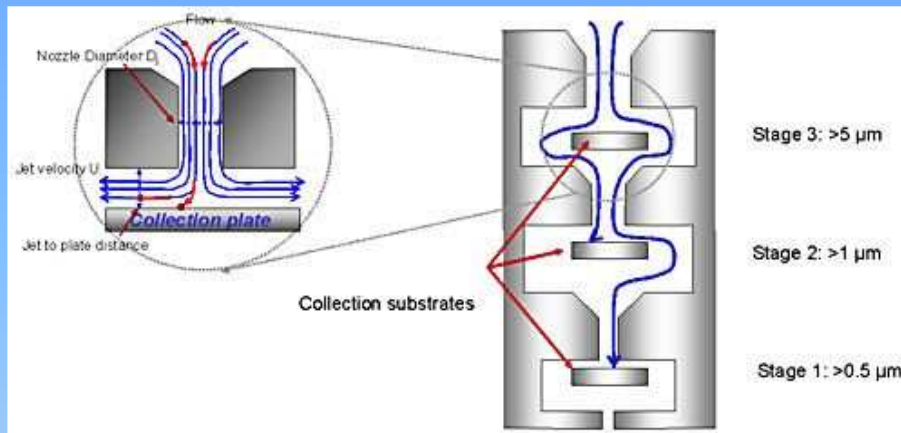
I limiti

Pollutante	Averaging period	AQG WHO	D.Lgs 155/2010	Proposta Nuova Direttiva	Comments
PM ₁₀	1 day	45µg/m ³	50 µg/m ³ (35 sup)	45 µg/m ³ (18 sup)	99th percentile (3-4 exceedance days per year). Updated 2021 guideline
	Calendar year	15µg/m ³	40 µg/m ³	20 µg/m ³	
PM _{2.5}	1 day	15µg/m ³	-----	25µg/m ³ (18 sup)	99th percentile (3-4 exceedance days per year). Updated 2021 guideline
	Calendar year	5µg/m ³	25µg/m ³	10 µg/m ³	

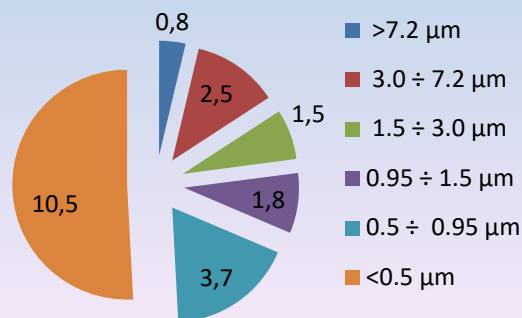
PM₁₀ PM_{2.5} : i valori



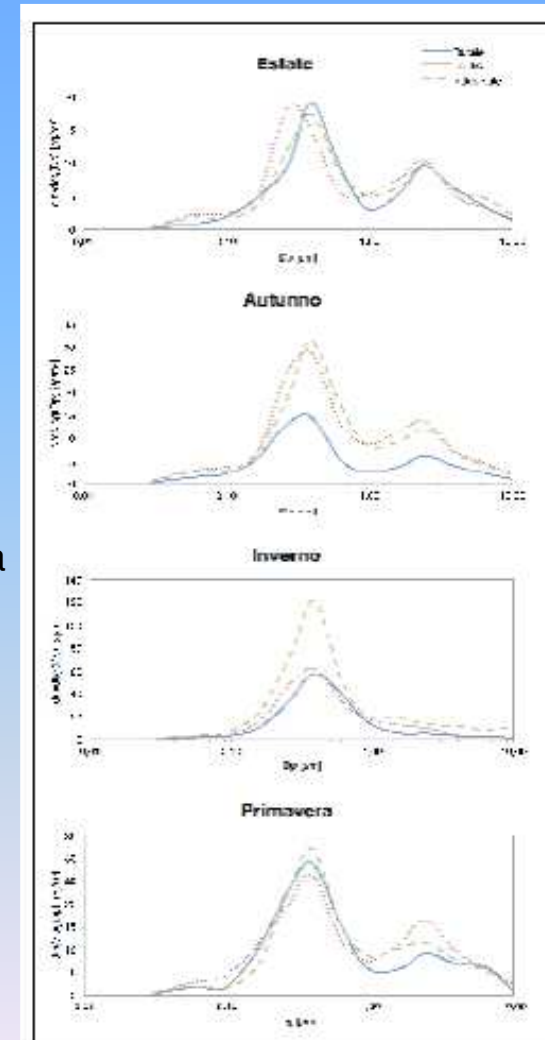
Le frazioni granulometriche



divisione granulometrica del particolato di Belluno 2012/2013 espressa in μg

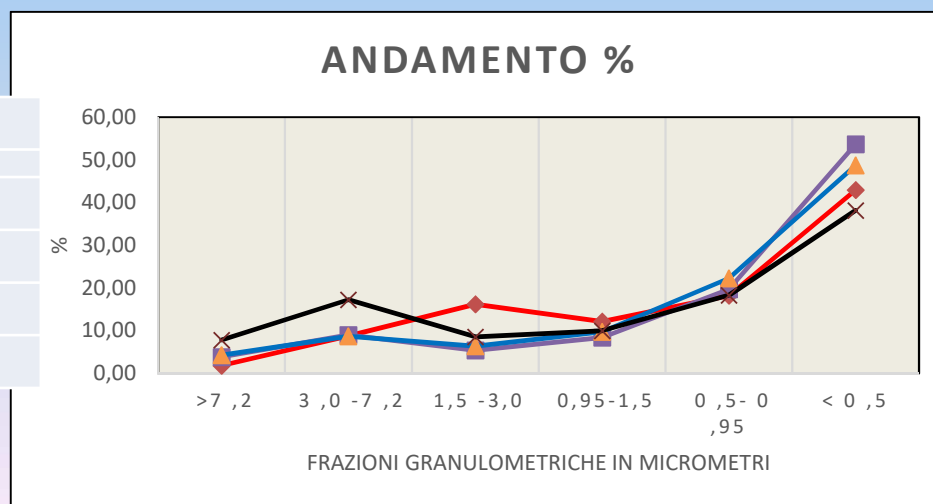
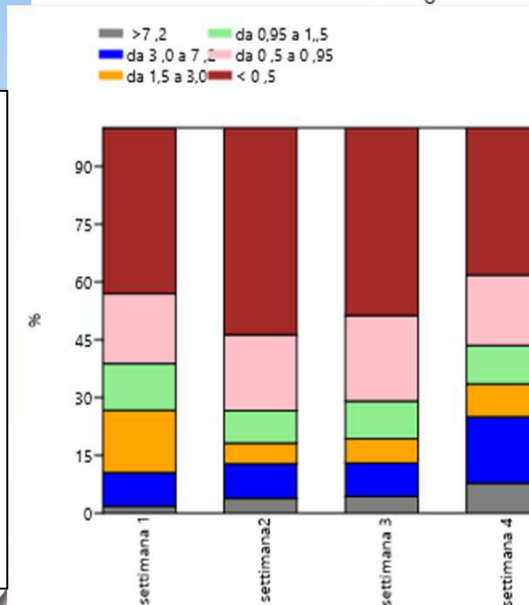
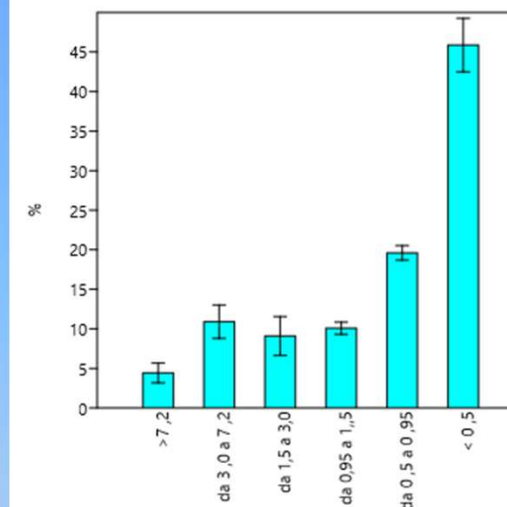


L'analisi della distribuzione dimensionale del particolato rileva una bimodalità con il primo massimo compreso tra $0,300$ a $0,400 \mu\text{m}$, corrispondente alla frazione fine, ed un secondo a $1,2 \mu\text{m}$, corrispondente alla frazione grossolana, che si conserva in autunno e primavera, con intensità differenti, per scomparire in inverno dove si assiste ad una distribuzione monomodale a $0,4 \mu\text{m}$.



La distribuzione di massa

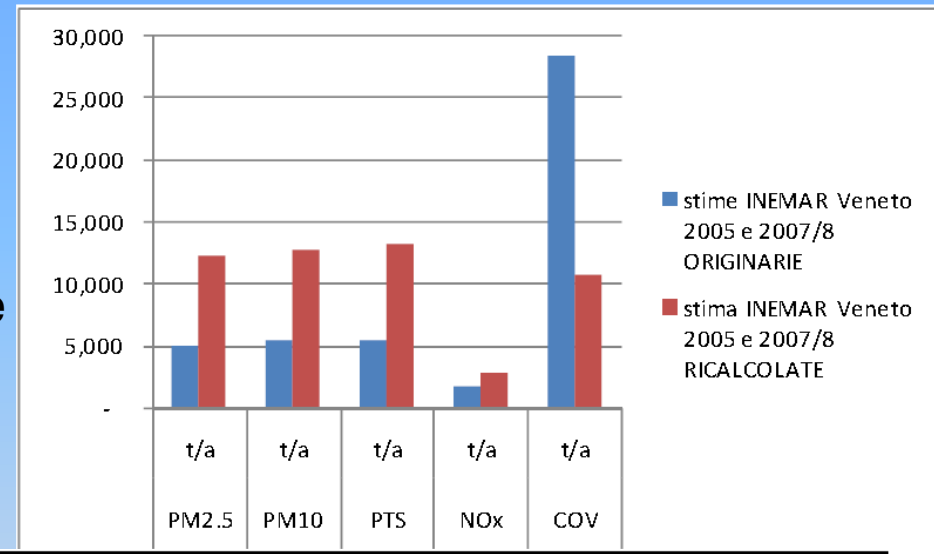
- La percentuale più alta del particolato è sub-micronica maggiore del 65%
- si intravede una bimodalità della distribuzione
- La frazione grossolana aumenta percentualmente nella settimana primaverile
- La frazione più sottile <0.5 micrometri è la frazione dominante e risulta maggiore nelle settimane invernali



campionamento	PM10 tot µg/m ³
dal 12/12 al 16/12	13,4
dal 10/01 al 14/01	35,5
dal 09/02 al 13/02	51,8
dal 22/04 al 26/04	10,2

Le polveri: una sorpresa?

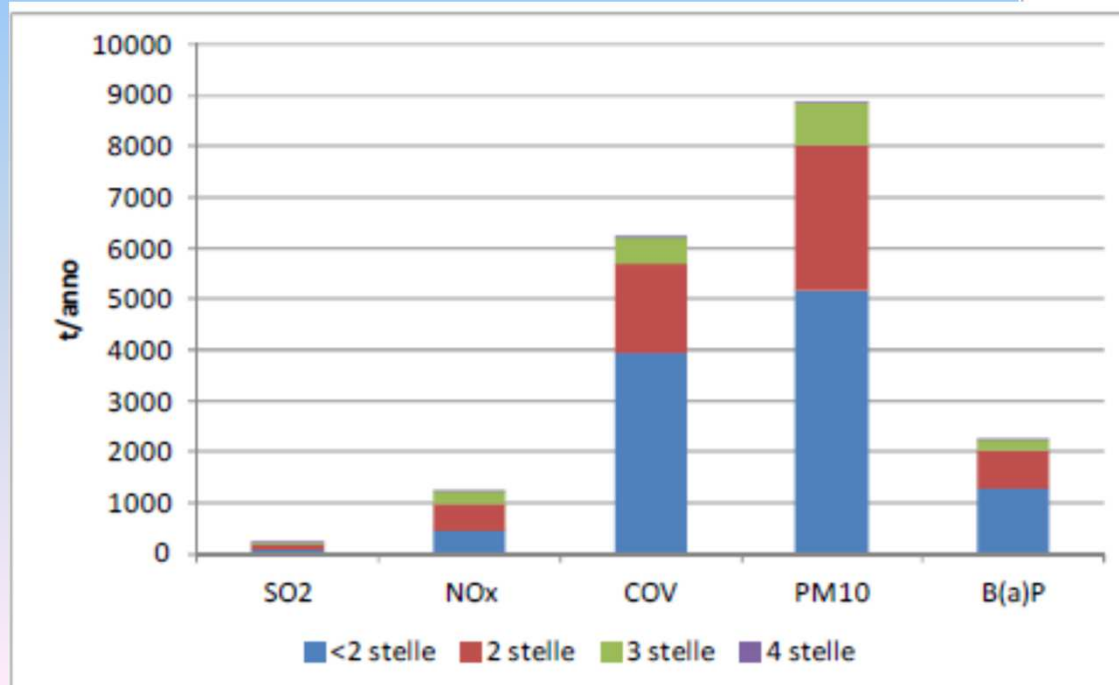
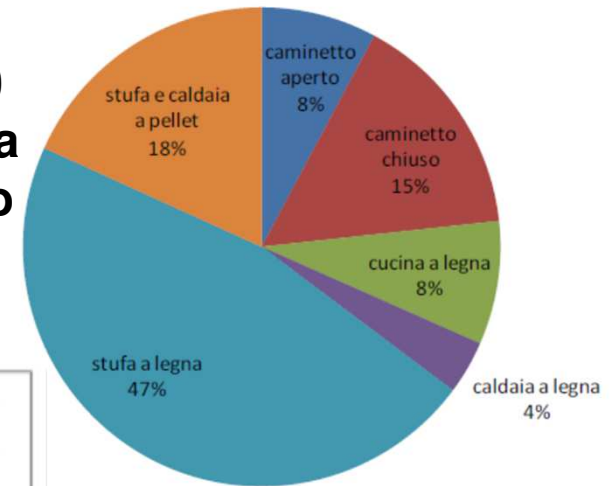
Il bilancio regionale delle emissioni in atmosfera di PM è fortemente influenzato dal Macrosettore 2, ed in particolare dal contributo della combustione in ambito residenziale delle biomasse legnose, che da sole contribuiscono al 99% delle emissioni di PM in questo Macrosettore.



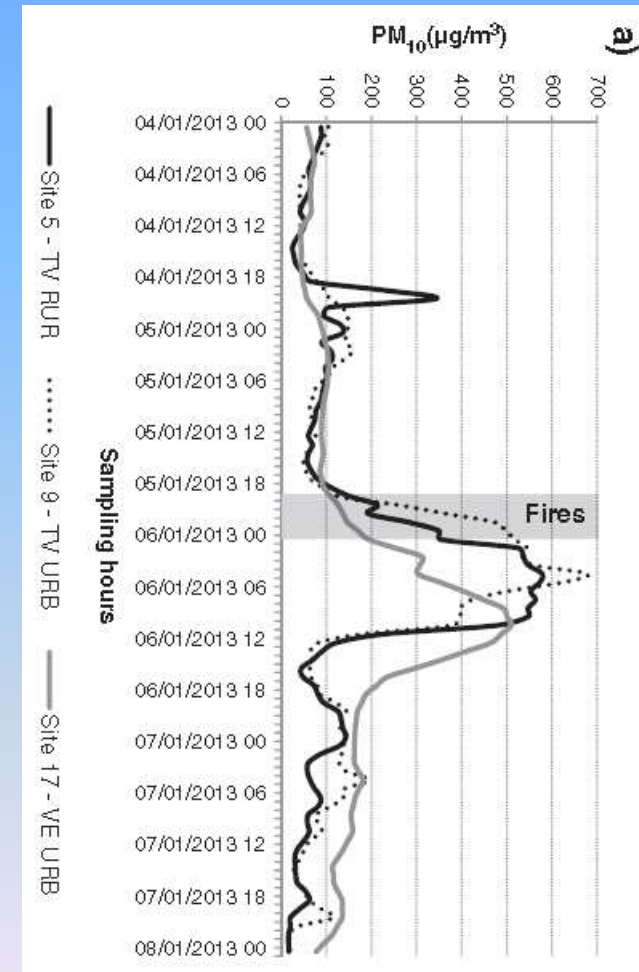
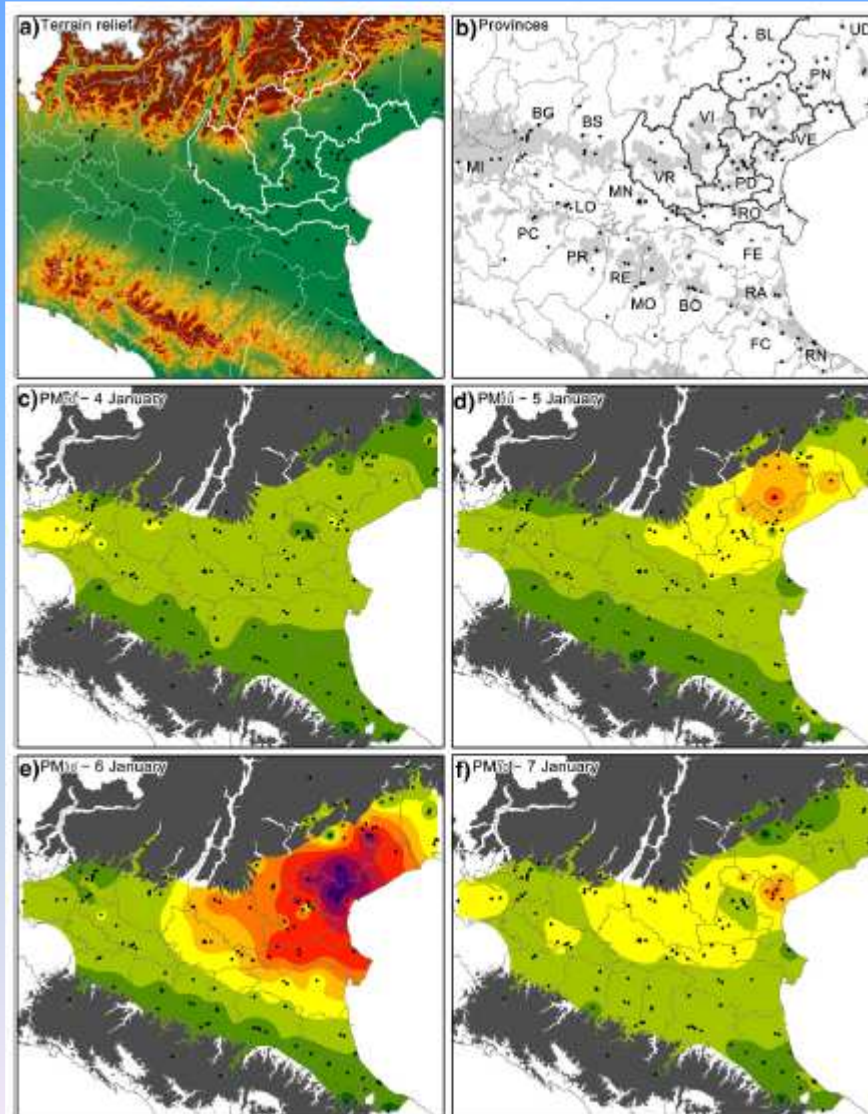
FE INEMAR 7/2011	CH4	CO	COV	N2O	NH3	NOx	PM10	SO2
	g/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ
Caminetto aperto	320	5000	1000	14	10	100	860	13
Stufa tradizionale	320	5000	300	14	10	100	480	13
Caminetto chiuso	320	4000	500	14	10	100	380	13
Stufa moderna	320	4000	300	14	10	100	380	13
Stufa maiolica	320	4000	300	14	10	100	380	13
Caldaia innovativa	320	4000	300	14	10	100	380	13
Stufa automatica pellet/cippato	320	150	15	14	10	100	76	13

Il riscaldamento a legna

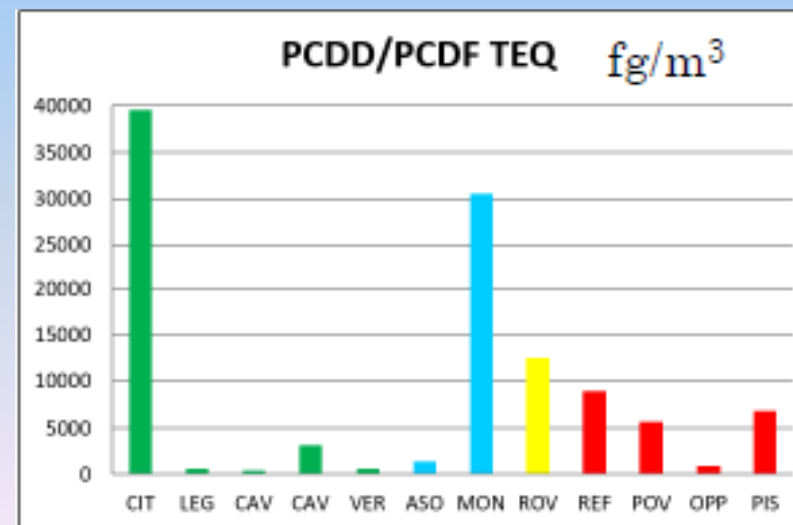
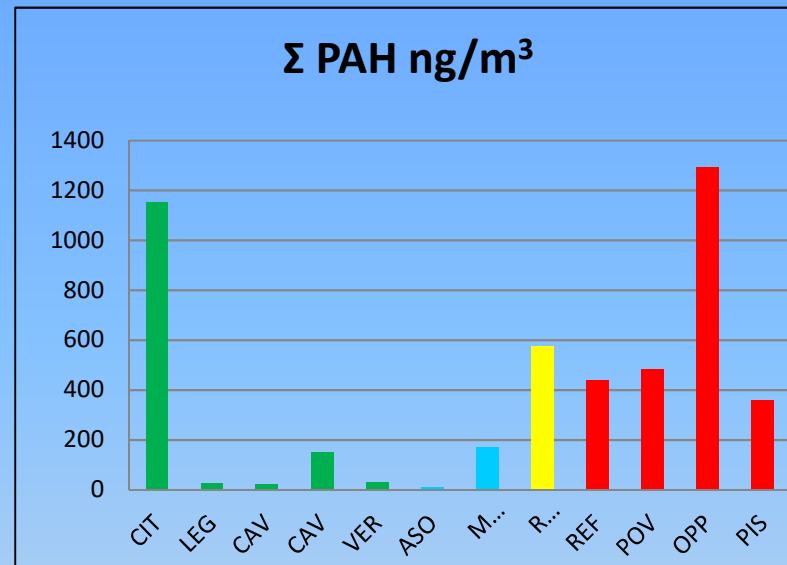
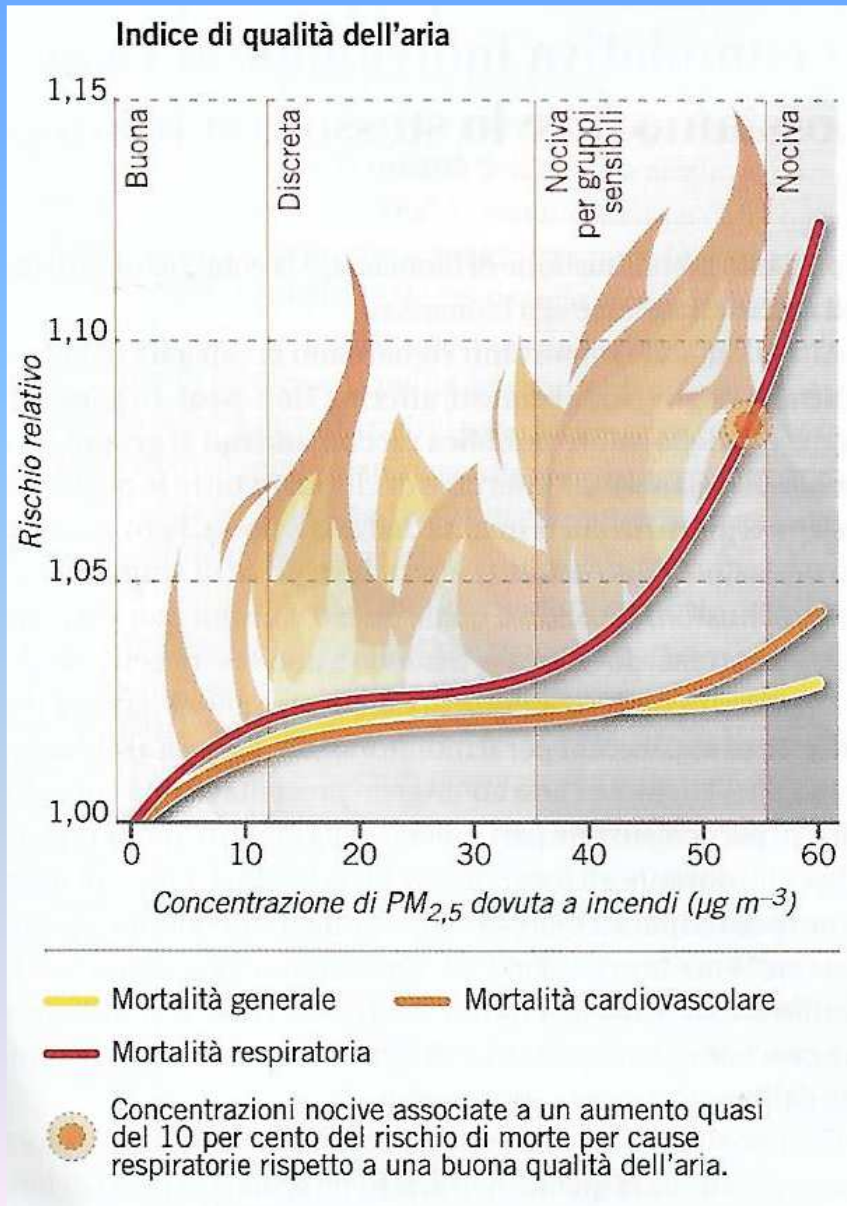
In Veneto si stima che siano presenti circa 700'000 impianti a biomassa legnosa, di cui circa 145'000 a pellet, e quasi 100'000 caminetti aperti. Il consumo stimato per il 2019 è pari a circa 1'260'000 t di legna da ardere e 215'000 t di pellet.



Un esperimento a scala regionale

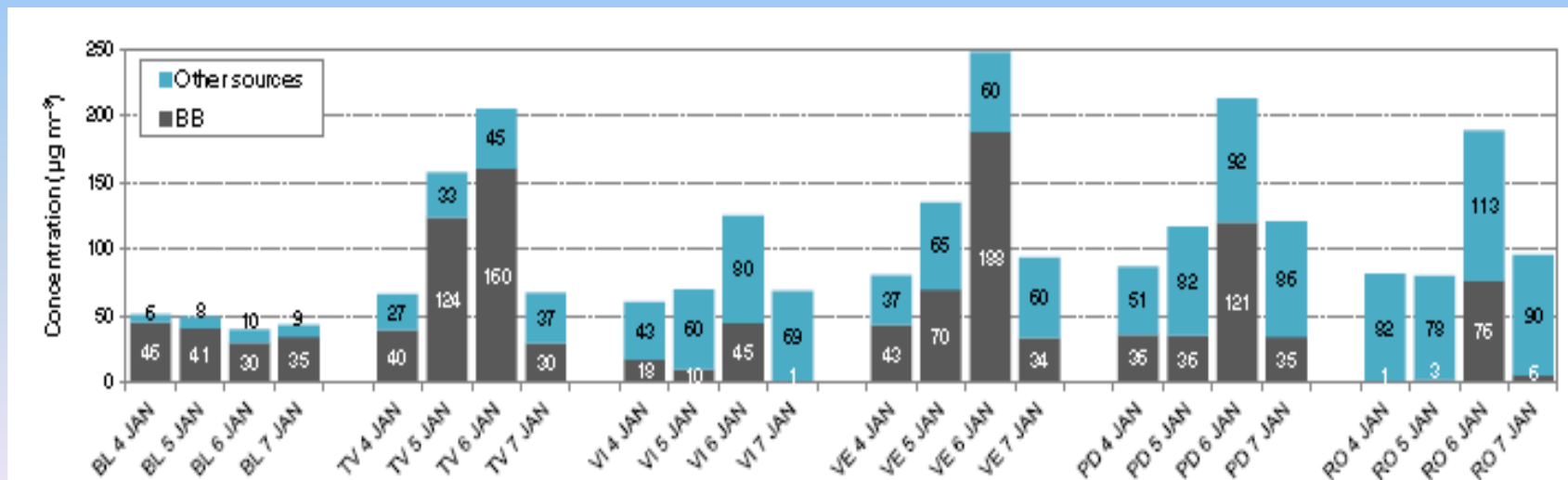


Rischio Incendi



Primario/secondario

The concentrations of typical biomass burning tracers significantly increased at all sites of the Po Valley on January 6th, but a significant simultaneous increase in secondary inorganic components has been detected. Emissions of primary soot particles and byproducts of wood combustion during the event probably acted as condensation nuclei for secondary processes. That is why the episode contributed to raising of PM_x levels both directly and indirectly, by providing condensation nuclei for the formation of ammonium nitrate and ammonium sulfate aerosols.





Metodi di laboratorio

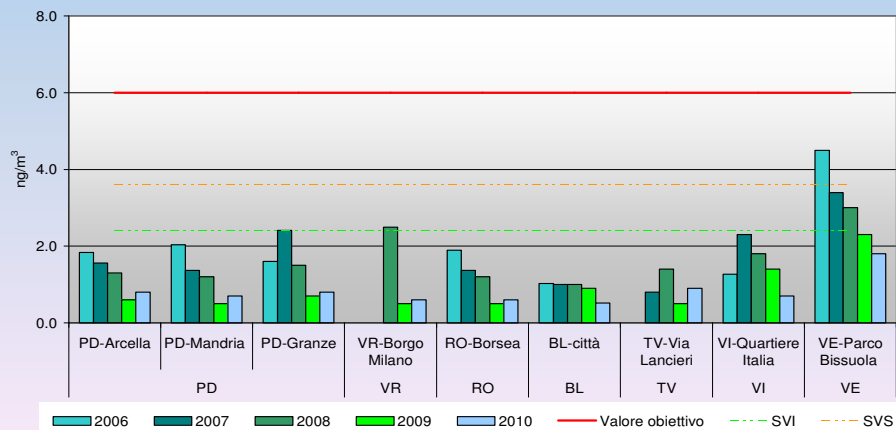
inquinante	metodo	Tecnica analitica
PM ₁₀	UNI EN12341:2014	Gravimetrica
PM _{2.5}	UNI EN12341:2014	Gravimetrica
Benzene	EN14662:2005 (1,2,4,5) UNI EN 14662:3-2015	GC-FID
As, Cd, Ni, Pb	UNI EN14902:2005	ICP-MS or FAAS
B(a)P	ISO 16362:2005* UNI EN 15549:2008	GC-MS or HPLC fluorescenza
EC/OC	UNI EN 16909:2017	Trasmittanza termo ottica
IONI in PM	UNI EN 16913: 2017	Cromatografia ionica

A Member State may also use any other methods which it can demonstrate give results equivalent to the above method.

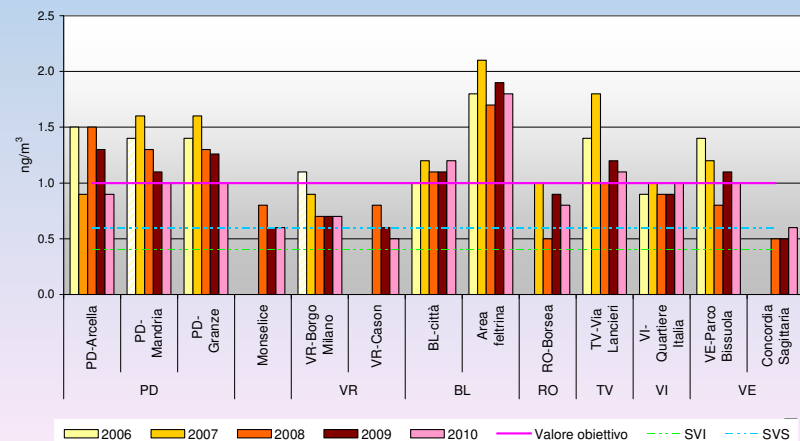
Cosa si determina nel particolato

Inquinante	Nome limite	Valore
Pb	Limite annuale per la protezione della salute umana	0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
BaP	Valore obiettivo	1.0 ng/m^3
Ni	Valore obiettivo	20.0 ng/m^3
As	Valore obiettivo	6.0 ng/m^3
Cd	Valore obiettivo	5.0 ng/m^3

Confronto medie annuali Arsenico
Periodo 2006-2010



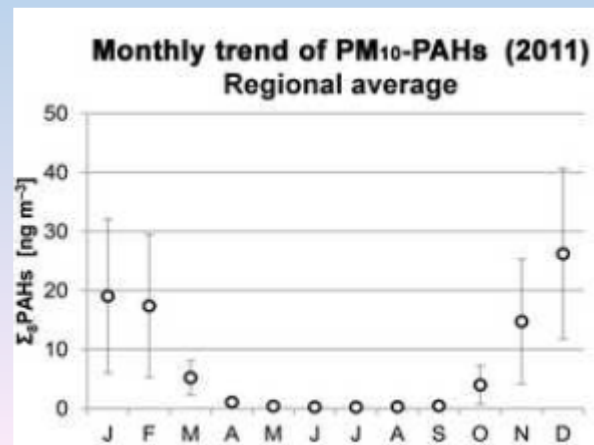
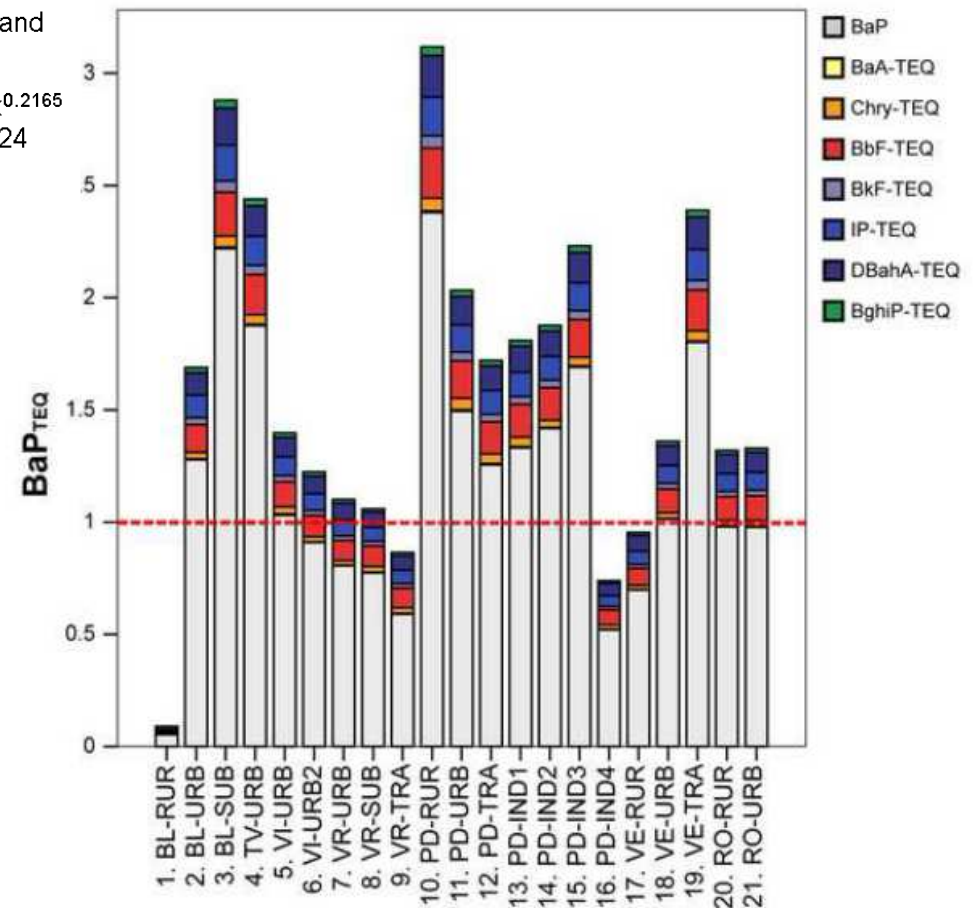
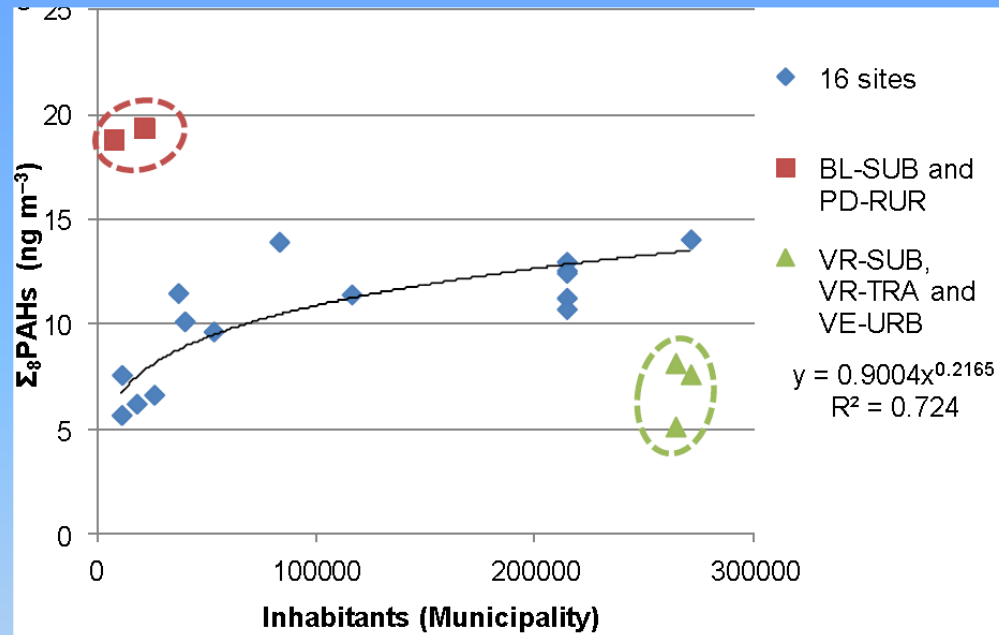
Andamento medie annuali di benzo(a)pirene - Periodo 2006-2010



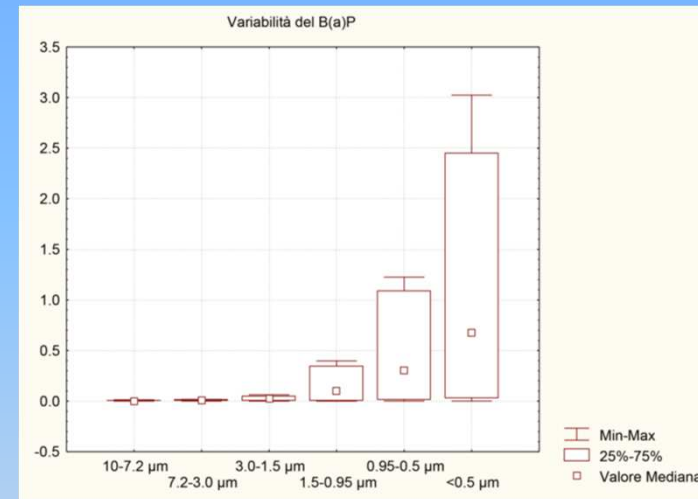
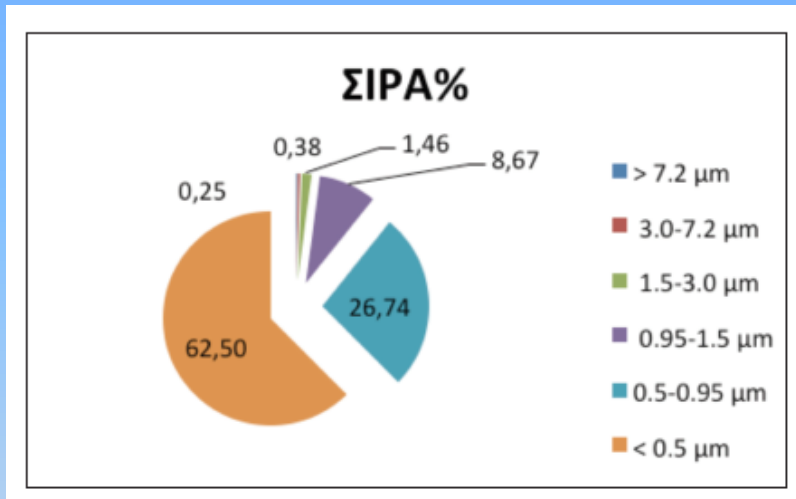
Caratterizzazione del PM

- HPLC per la determinazione degli IPA in particolare del B(a)P
UNI EN 15549:2008
- ICP-MS o GAAS: per i metalli As, Ni, Cd, Pb; UNI EN 14902:2005
- Non ci sono limiti per il Hg, la percentuale più alta di questo metallo si trova in forma gassosa
- Cromatografia ionica per la determinazione degli ioni solubili in acqua PM_{2.5};
- Carbonio organico e carbonio elementare su PM_{2.5}
- Analisi di specie marker es. Levoglucosano

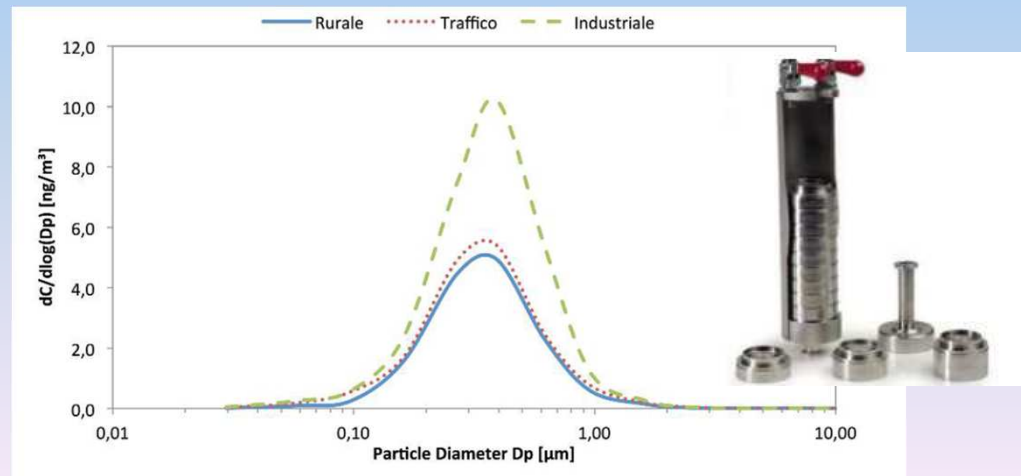
Gli IPA 2011



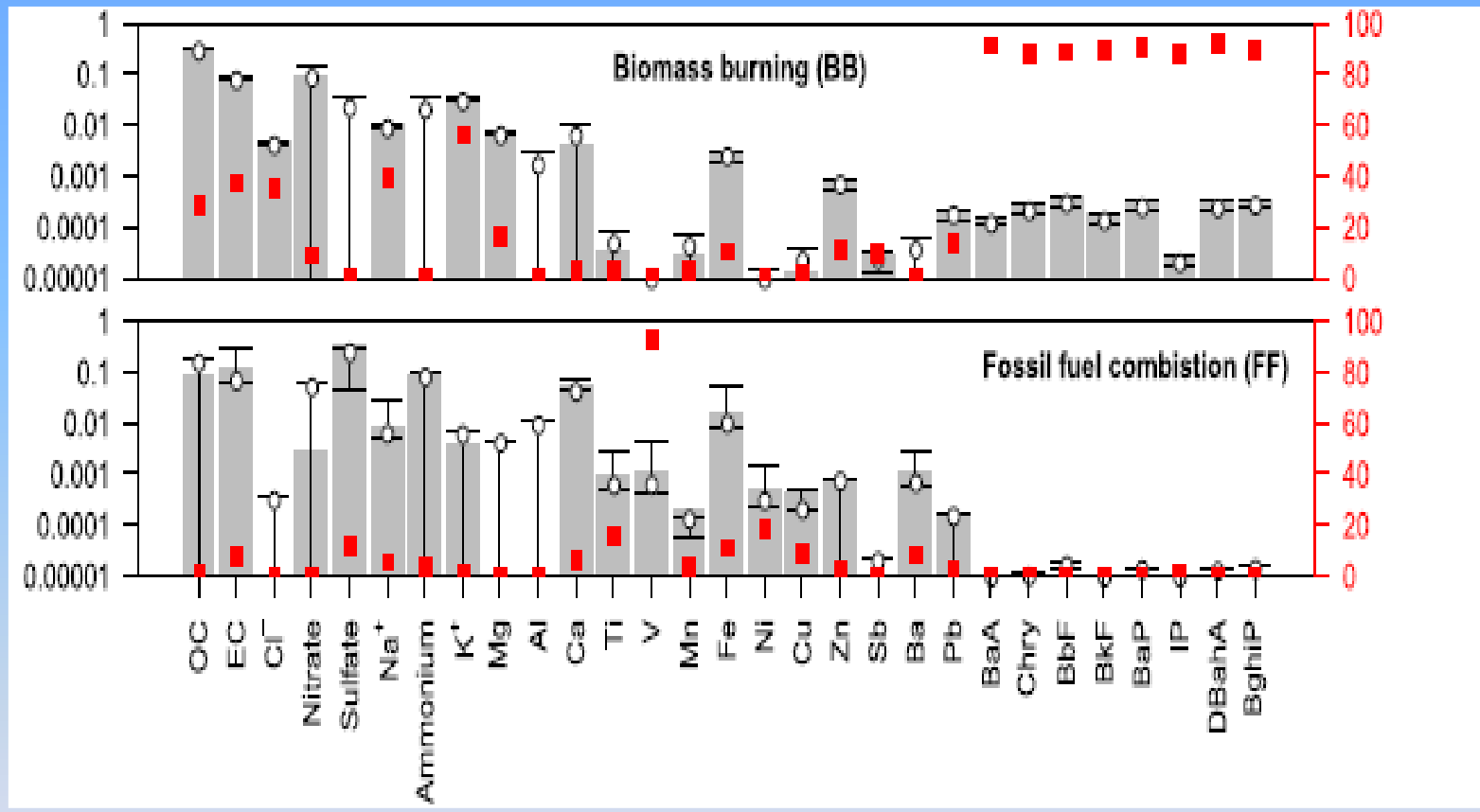
Ipa distribuzione dimensionale



La distribuzione dimensionale della concentrazione degli IPA analizzati è monomodale, centrata su 0,4 μm



Fraction of PM_{2.5} (µg µg⁻¹)



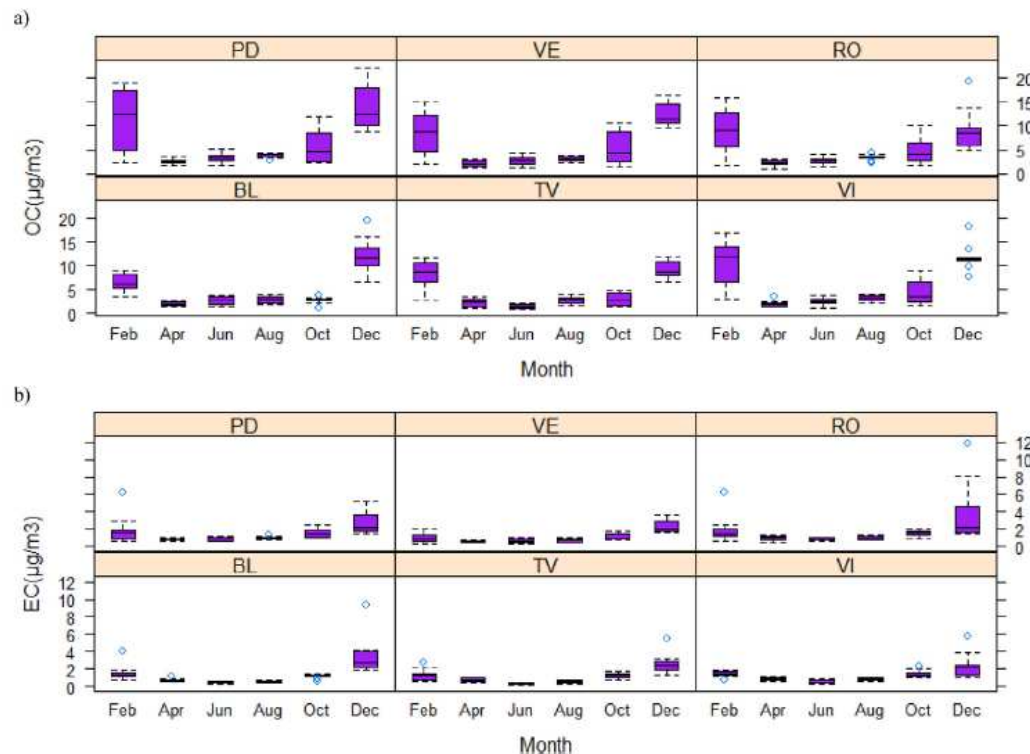
Percent of species sum (%)

EC/OC Alcuni dati

City	OC	EC
Helsinki	3	1.2
Budapest	6.8	3.3
Amsterdam	3.9-6.7	1.7-1.9
Barcelona	3.6-6.9	1.5-2.6
Birmingham		
Winter	3.7	1.2
Spring	2.8	0.6
Oslo	1.7	1
Athens	3.5	1.6
Paris	2.2	1.8
London/Oxford	1.4	1.3
Rome	3.7	2.3
Munich	2.7	0.5

OC EC in Veneto su
PM2.5 2012/2013

Month	OC ($\mu\text{g m}^{-3}$)	EC ($\mu\text{g m}^{-3}$)	OC/EC
February	9.1	1.5	6.8
April	2.2	0.8	3.0
June	2.6	0.6	4.4
August	3.2	0.8	4.5
October	4.4	1.3	3.5
December	11.4	2.9	5.1
Annual	5.5	1.3	4.5



Province

Province	OC $\mu\text{g m}^{-3}$	EC $\mu\text{g m}^{-3}$	OC/EC
Belluno	4.9	1.3	4.4
Treviso	4.5	1.1	4.5
Vicenza	5.8	1.3	4.6
Padova	6.8	1.5	4.7
Venice	5.7	1.1	5.4
RO	5.2	1.7	3.7
Provinces	5.5	1.3	4.5

POC-SOC

$$OC_{sec} = OC_{tot} - POC$$

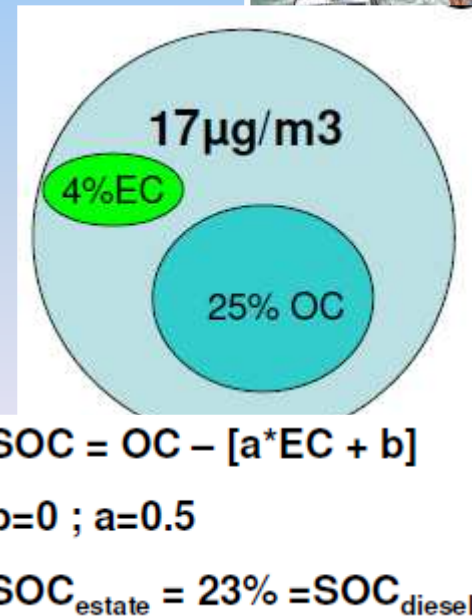
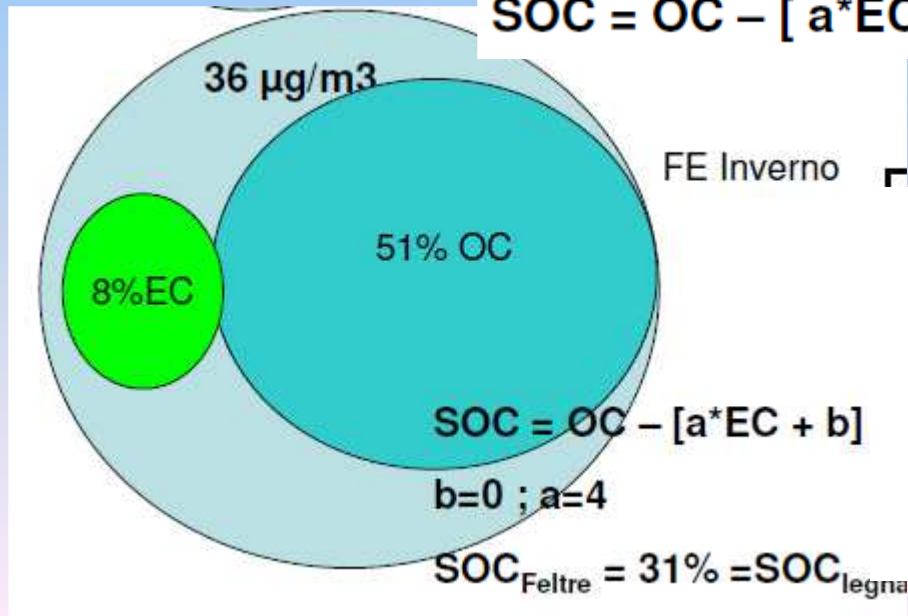
$$POC = \sum_i a_i * EC_i + b$$

Dove a è il rapporto di ciascuna sorgente tra il POC ed EC, b è il carbonio non dovuto alla combustione e biogenico o di risospensione



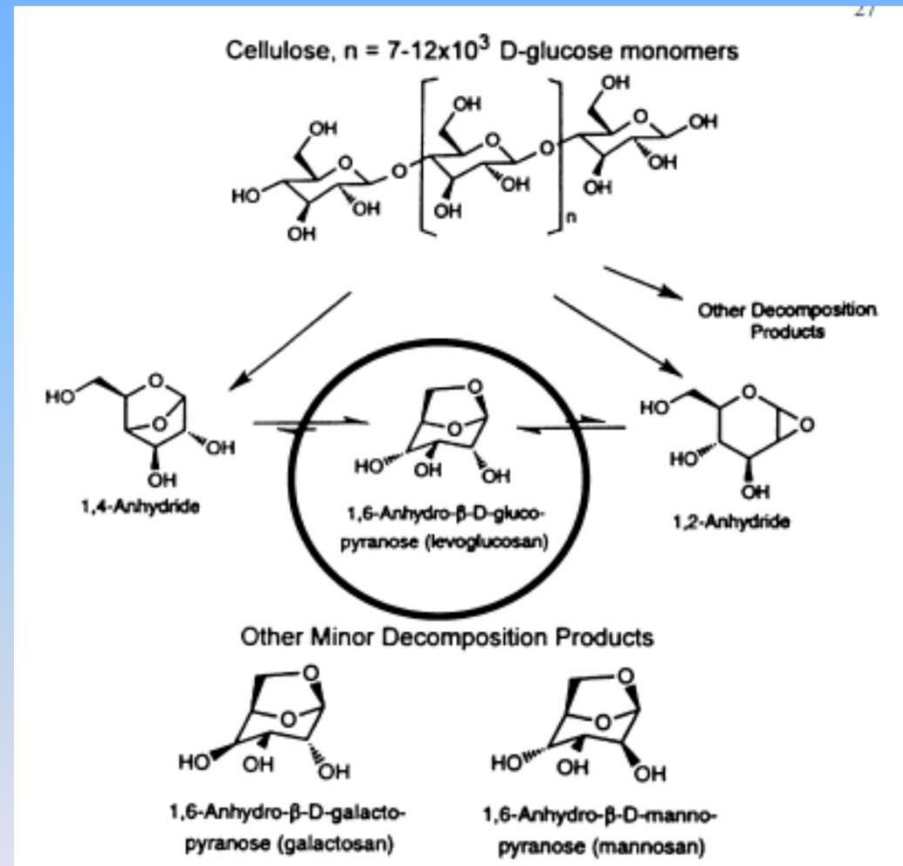
$$TC = SOC + POC + EC$$

$$SOC = OC - [a * EC + b]$$



Un marker specifico per la legna

Si è trovato che il levoglucosano è il maggior costituente della decomposizione per pirolisi della cellulosa al di sopra dei 300°C ed è uno dei più importanti intermedi nella combustione del legno



COV: definizioni

OMS

Descrizione	Abbreviazione	Intervallo di ebollizione
		(°C)
Composti organici molto volatili (gassosi)	VVOC	da < 50-100
Composti organici volatili	VOC	da 50- 240-260
Composti organici semivolatili	SVOC	da 240- 380-400
Composti organici associati al particolato	POM	>380

152

ii) composto organico: qualsiasi composto contenente almeno l'elemento carbonio e uno o più degli elementi seguenti: idrogeno, alogeni, ossigeno, zolfo, fosforo, silicio o azoto, ad eccezione degli ossidi di carbonio e dei carbonati e bicarbonati inorganici;

Il) composto organico volatile (COV): qualsiasi composto organico che abbia a 293,15 K una pressione di vapore di 0,01 kPa o superiore, oppure che abbia una volatilità corrispondente in condizioni particolari di uso. Ai fini della parte quinta del presente decreto, è considerata come COV la frazione di creosoto che alla temperatura di 293,15 K ha una pressione di vapore superiore a 0,01 kPa;

155

pp) composti organici volatili: tutti i composti organici diversi dal metano provenienti da fonti antropogeniche e biogeniche, i quali possono produrre ossidanti fotochimici reagendo con gli ossidi di azoto in presenza di luce solare;

Le fonti

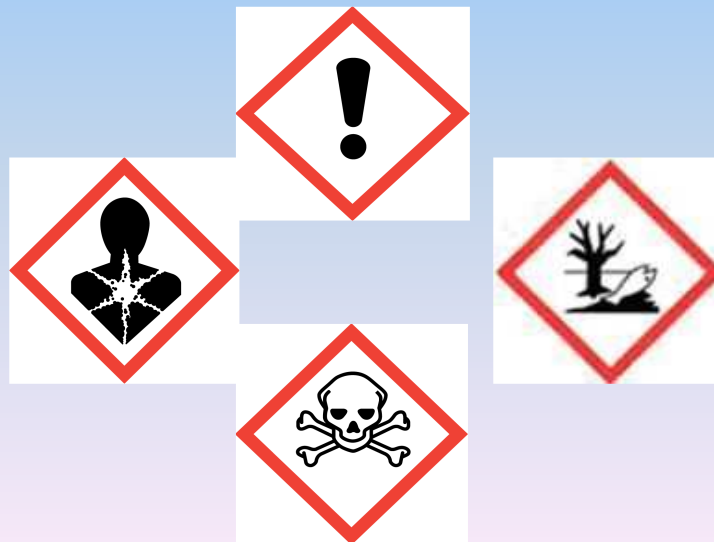
- Prodotti per la pulizia a cera (cere liquide e in aerosol per pavimenti e mobili), [prodotti per la pulizia](#) dei bagni, dei vetri, dei forni, paste abrasive, detergenti per stoviglie, deodoranti solidi e spray.
- [Pitture e prodotti associati](#): pitture ad olio, uretaniche, acriliche, vernici a spirito per gommalacca, mordente e coloranti per legno, diluenti, detergenti per pennelli, sverniciatori.
- [Pesticidi](#), insetticidi e disinfettanti.
- Colle e adesivi.
- Prodotti per la persona e cosmetici.
- Prodotti per l'auto.
- [Mobili](#) e [tessuti](#).
- Materiali da costruzione.
- [Stampanti](#) e [fotocopiatrici](#).
- [Fumo di tabacco](#).
- Emissioni industriali, emissioni da [automobili](#).



Effetti

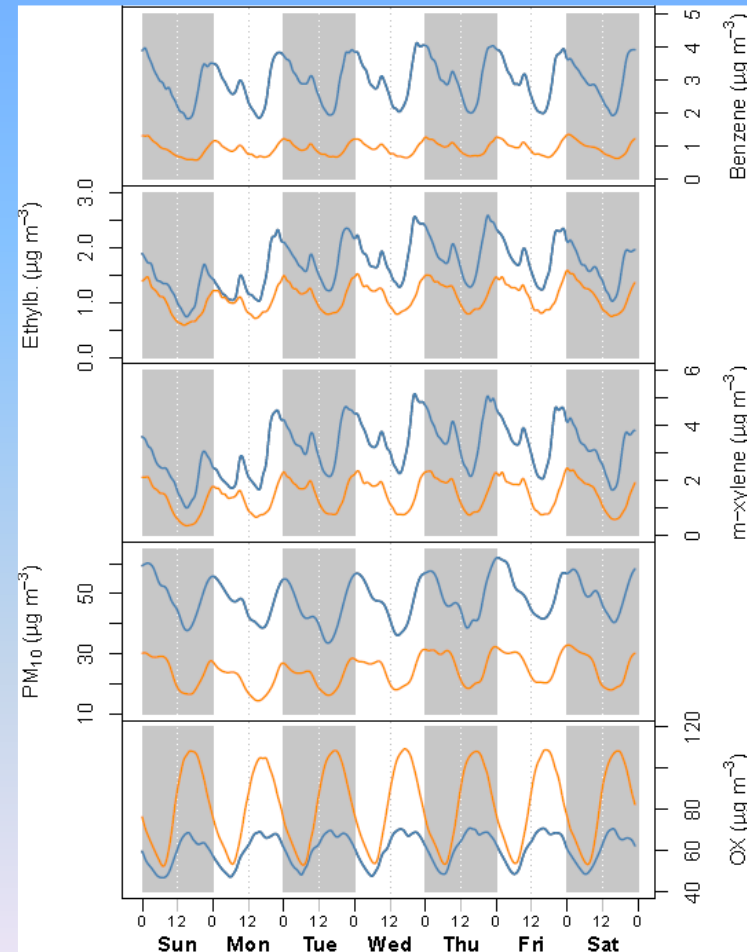
L'esposizione ai VOC può provocare effetti sia acuti che cronici. Secondo le concentrazioni, gli effetti acuti possono includere irritazioni agli occhi, al naso e alla gola, mal di testa, nausea, vertigini, asma. Per esposizioni ad alte concentrazioni molti di questi composti chimici possono causare effetti cronici come danni ai reni, al fegato, al sistema nervoso centrale, fino a provocare il cancro (nel caso particolare del benzene e della formaldeide).

Le persone più predisposte ad ammalarsi sono quelle con problemi respiratori, i bambini, gli anziani e i soggetti sensibili ai composti chimici.



Andamento dei VOC

Generally, CO, NO, NO₂, NO_x and BTEX show typical patterns for urban areas: two daily peaks mainly corresponding to the hours with heaviest vehicular traffic (7-9 am and 6-8 pm). The morning and evening modes are divided by a minimum, which is assumed to be the result of: (i) lower emissions (less traffic); (ii) larger availability of ozone driving the daylight photolysis of NO_x and oxidation of CO and BTEX and (iii) enhanced atmospheric dispersion potential



— Cold semester
— Warm semester 33

La diffusione

Per la legge di Fick: la portata di campionamento Q è funzione di un coefficiente di diffusione (D) proprio di ogni composto e della geometria del campionatore (K); K è una funzione della superficie di diffusione (S) e della distanza (l) da questa alla superficie di adsorbimento ($K= S/l$)
 $Q=D \cdot K$

Portata Q alla temperatura k :

$$Q_k = Q_{298} \cdot (K/298)^{1,5}$$

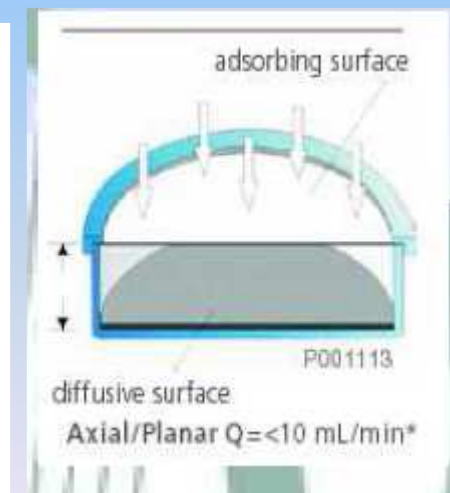
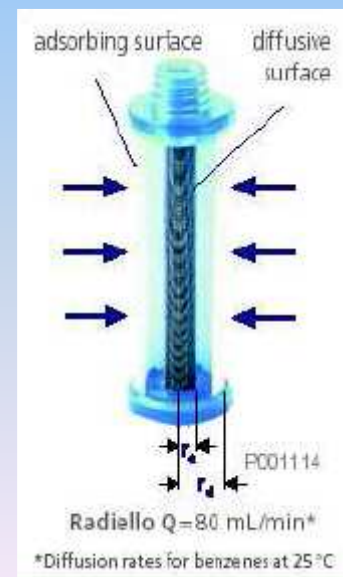
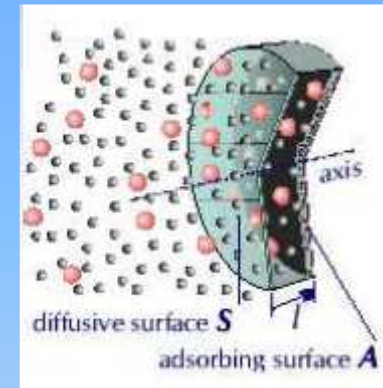
La portata è invariante con UR 15-90%

Concentrazione C :

$$C = (m [\mu\text{g}] / Q_k [\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}] \cdot t [\text{min}]) \cdot 106$$

m = massa trovata in μg

t = tempo di esposizione in minuti

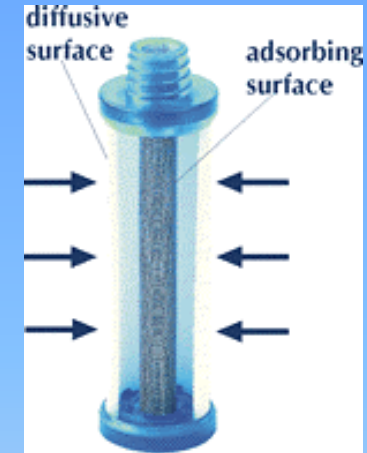


Passive sampling

Section of radiello. Diffusive and adsorbing surfaces are cylindrical and coaxial: a large diffusive surface faces, at a fixed distance, the small surface of a little concentric cartridge.



Outdoor Shelter for
Environmental/Ambient Air sampling



Radiello can be used to sample...

- VOCs – over 70 different volatile organic compounds, BTEX – benzene, toluene, ethylbenzene, o-xylene, m,p-xylene,
- O₃ – ozone
- Aldehydes – acetaldehyde, acrolein, benzaldehyde, butanal, hexanal, formaldehyde, glutaric aldehyde, isopentenal, pentenal, and propanal
- NH₃ – ammonia
- HCl and HF – hydrochloric acid and hydrofluoric acid
- NO₂ and SO₂ – nitrogen and sulfur dioxides
- H₂S – hydrogen sulfide
- Phenols – phenol, methylphenol, and dimethylphenol

Canister: semplicità di campionamento

Le aziende:

- Entech
- Restech

La tipologia dei canister

- Elettrolucidati
- Rivestiti con uno strato di silice fusa compatta per ridurre i siti attivi (Silonite; Siltek)

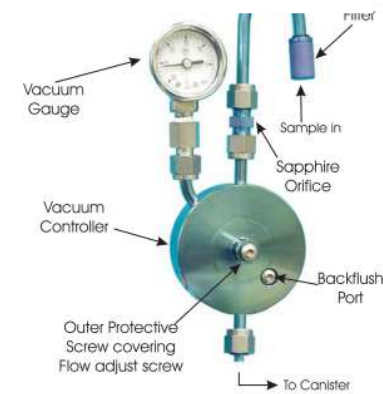
I volumi: 400ml, 3l, 3.2l, 6l

La pressione massima: 50 psi

La pressione minima: 5 psi.....

Gli accessori:

- Filtro antipolvere
- Riduttore di flusso

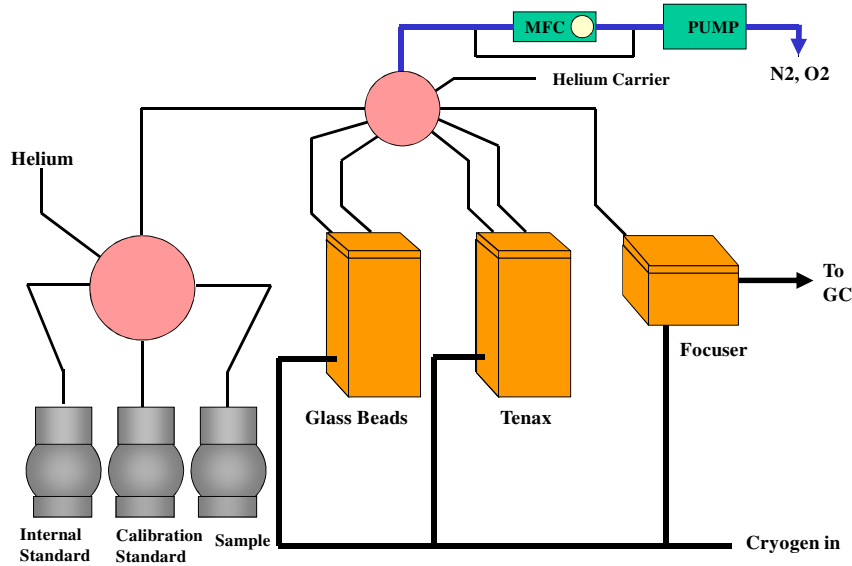


Sostanze riconosciute

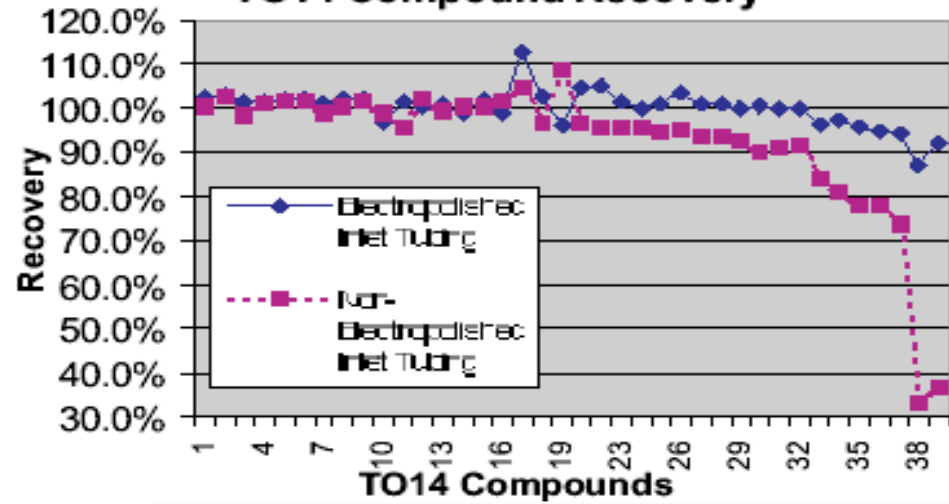
1,1,2,2-Tetracloroetano	Clorobenzene
1,1,1-Tricloroetano	Cloroformio
1,1,2-Tricloroetano	Clorometano
1,1-Dicloroetilene	Cloruro di benzile
1,2,4-Triclorobenzene	Cloruro di etile
1,2,4-Trimetilbenzene	Cloruro di metilene
1,2-Diclorobenzene	Cloruro di vinile
1,2-Dicloroetano	Diclorodifluorometano
1,2-Dicloropropano	Diclorotetrafluoroetano
1,3,5-Trimetilbenzene	Etilbenzene
1,3-Butadiene	Isoottano
1,3-Diclorobenzene	m,p-Xilene
1,3-Dicloropropilene cis	Metiletilchetone
1,3-Dicloropropilene trans	Metilisobutilchetone
1,3-Esaclorobutadiene	n-Esano
Acetato di vinile	o-Xilene
Acetonitrile	Percloroetilene
Acrilonitrile	Stirene
Benzene	Tetracloruro di carbonio
Bromuro di etile	Toluene
Bromuro di metile	Tricloroetilene
	Triclorofluorometano
	Trifluorotricloroetano

EPA TO15

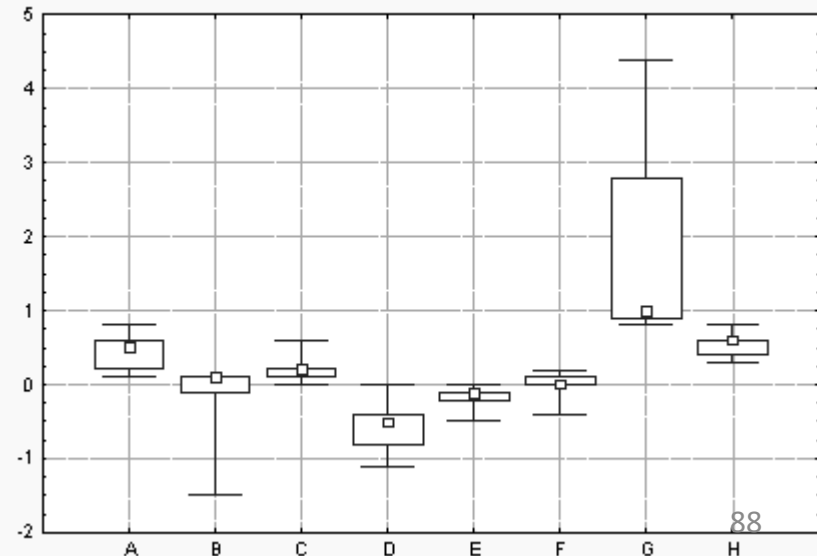
7100 Water and CO2 Management Techniques



Inlet Electropolishing Effects on TO14 Compound Recovery



Zscore round 3



Deposition

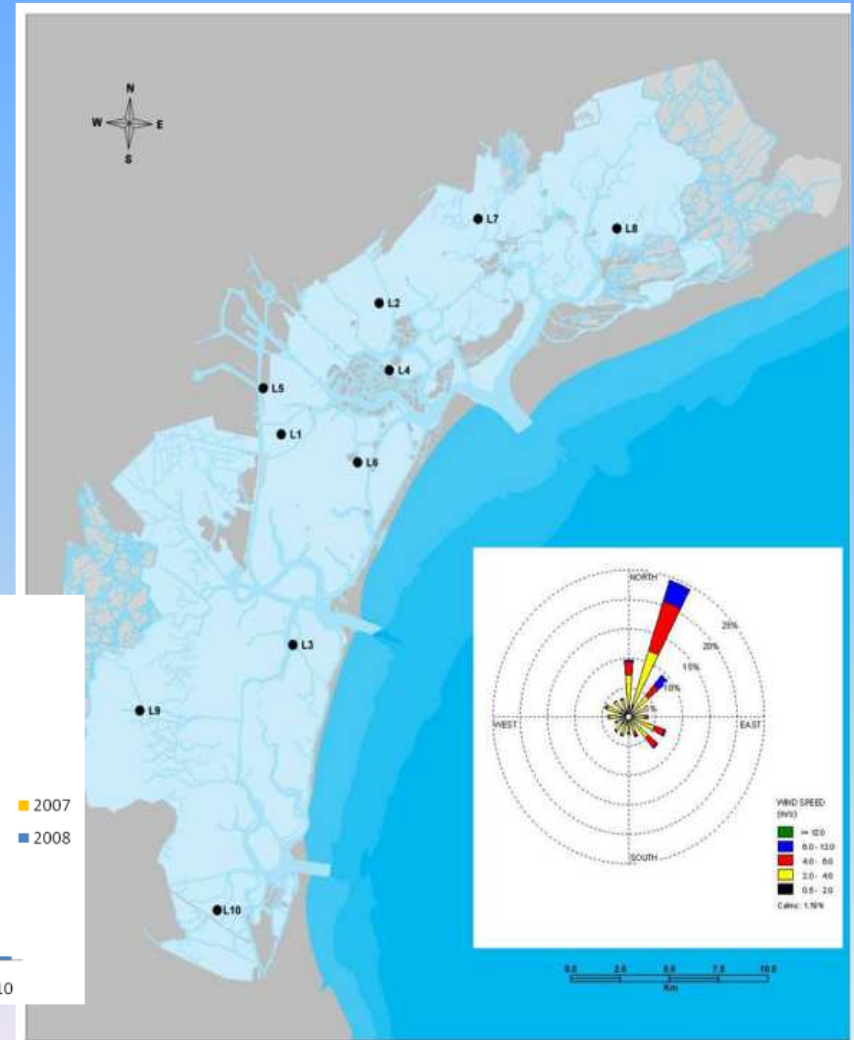
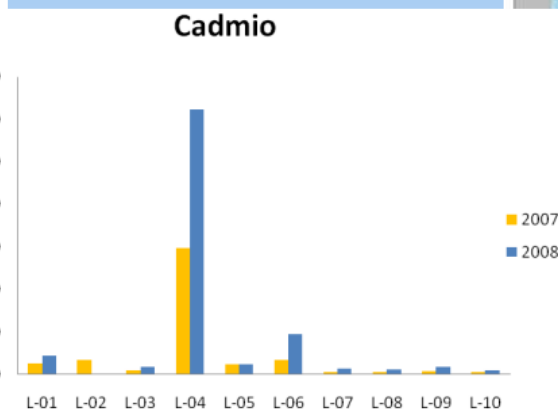
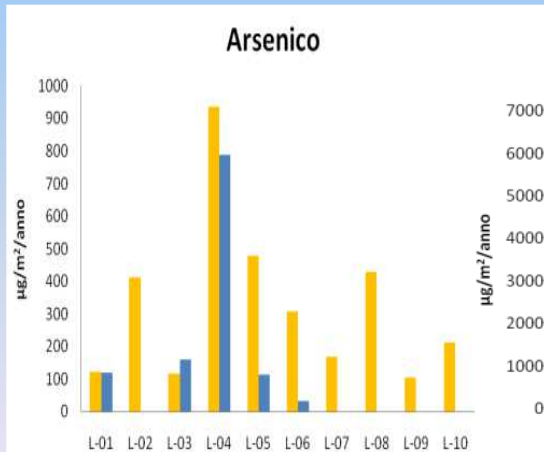
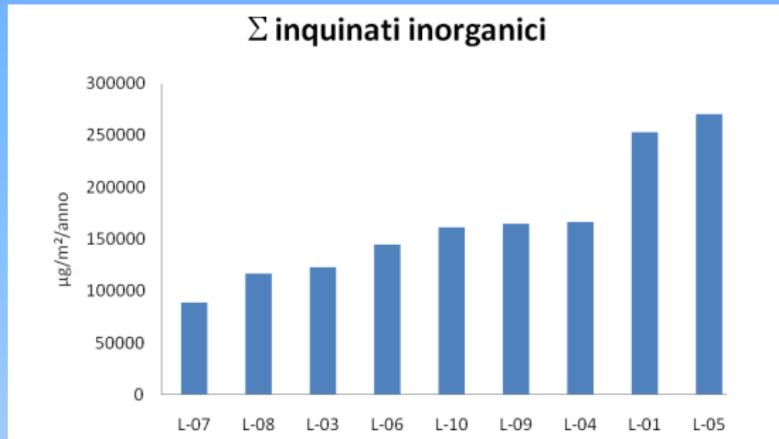
The Sixth Community Environment Action Programme establishes the need to reduce pollution... to improve the monitoring and assessment of air quality including the **deposition** of pollutants...

Bulk samplers are polymer structures formed of a cylindrical container and a protection ring to avoid damage by birds and animals. The structure is clamped to a 60 mm pole. A Pyrex bottle with a funnel properly silanised (treated with dimethyldichlorosilane 5% in toluene) for dioxin or PE bottle for metals is placed in the support. Bulk sampling is extensively used, since these samplers are easier to operate than wet and dry ones, and can also be located at sites with no electrical power supply

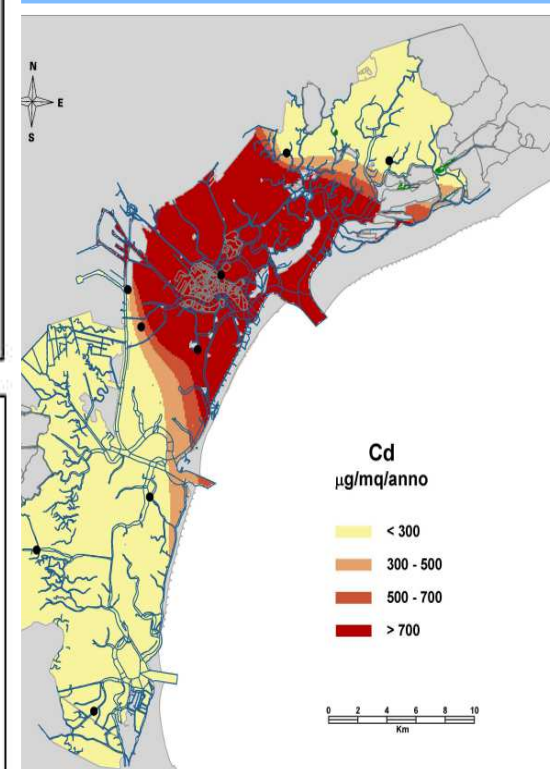
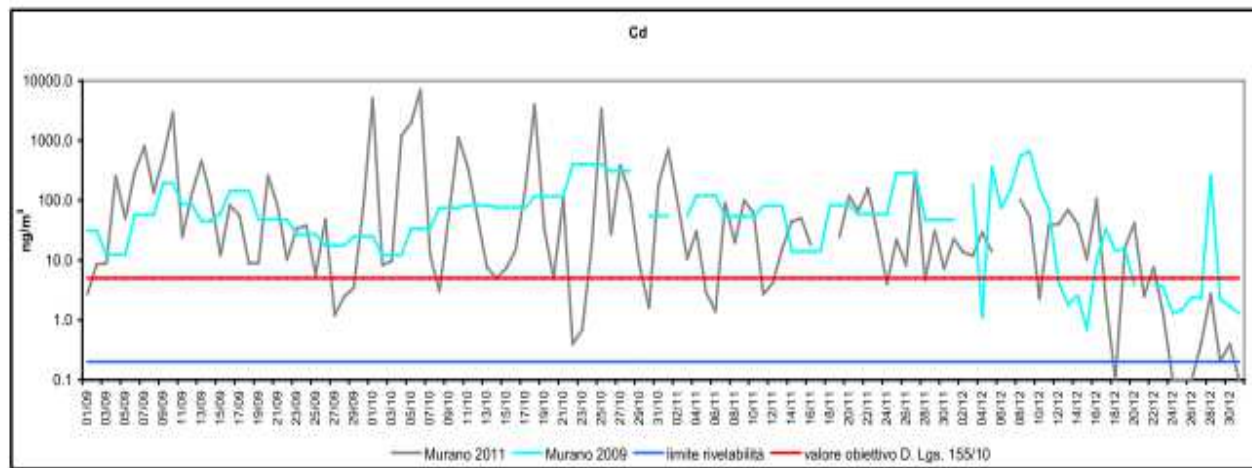
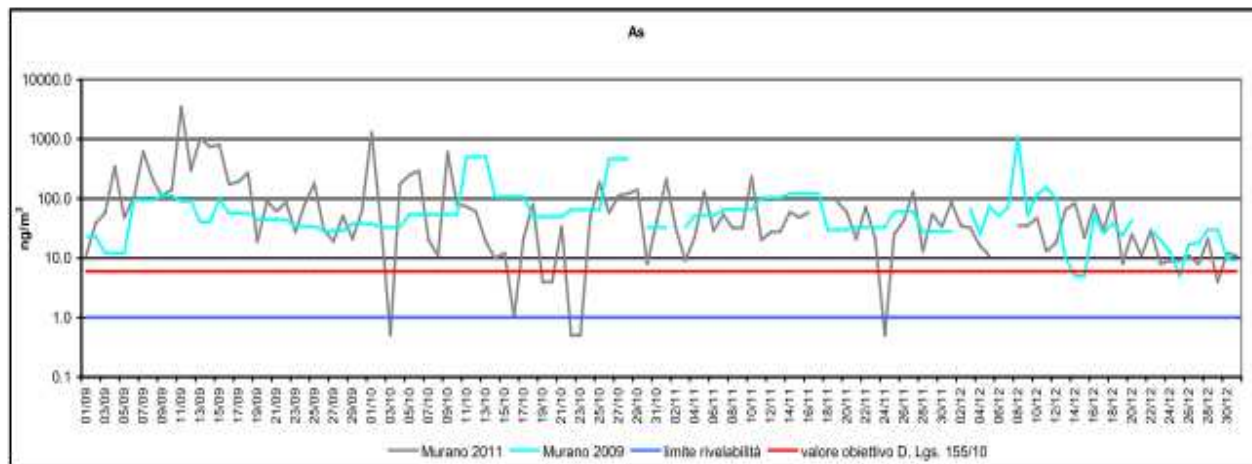


UNI EN 15853: 2010 Standard method for the determination of **mercury** deposition
UNI EN 15841:2010 Standard method for the determination of **As, Cd, Pb Ni** deposition
UNI EN 15980:2011 Standard method for **PAH** deposition

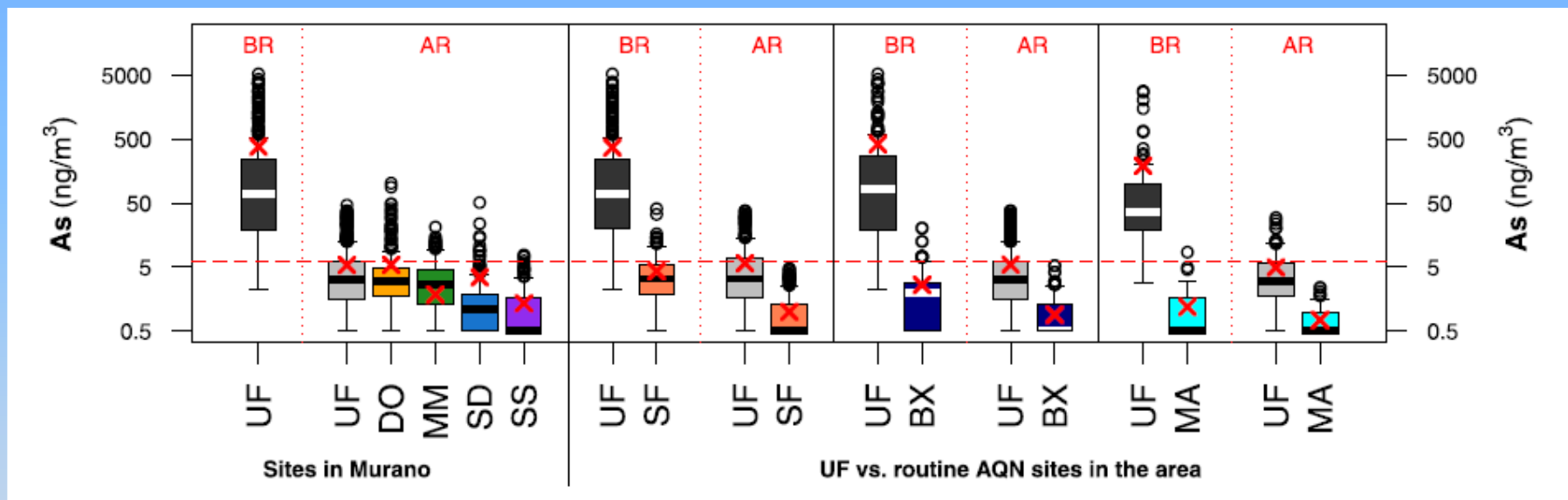
Metalli Pesanti in laguna



Cd, As distribuzione



L'Autorizzazione REACH



Alto volume: Diossine

In caso di incendio i processi di combustione sia controllati (inceneritori), sia incontrollati (incendi) sono indicati come una delle più rilevanti fonti di emissione di PCDD/F, qualora ci siano i precursori (fonti di carbonio e di cloro).

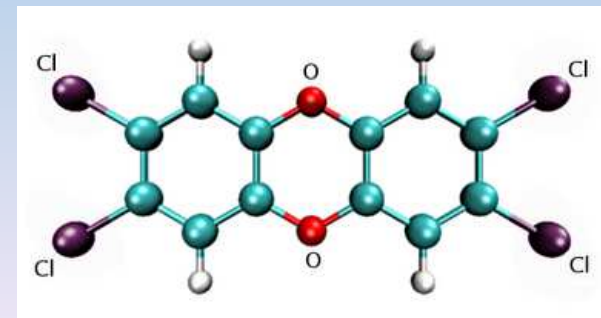
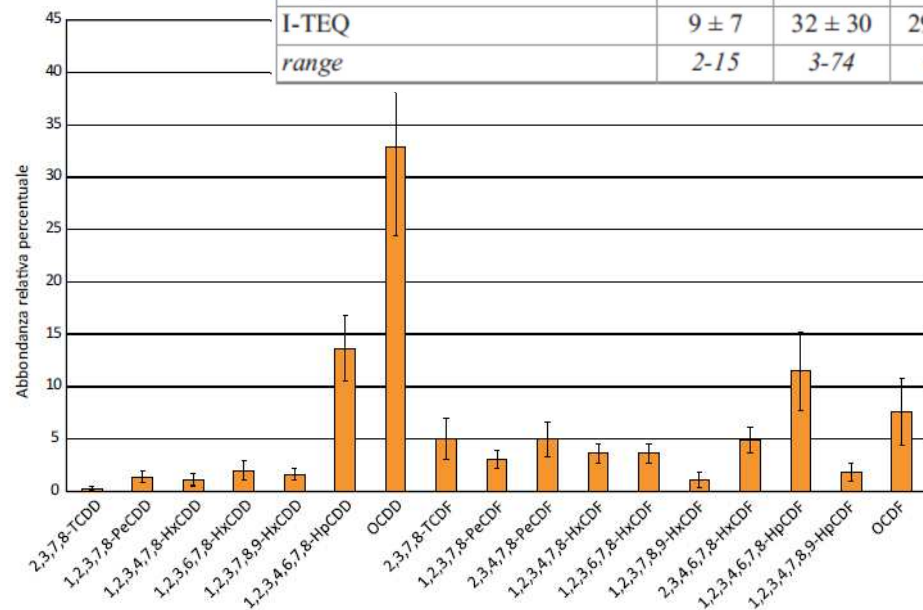
In caso di evento incidentale - in quasi tutti i processi industriali in cui si fa uso di cloro, le diossine possono rappresentare degli indesiderati prodotti di scarto, o altri settori industriali con produzione di pesticidi, coloranti, solventi clorurati...



Le diossine: concentrazioni in Veneto

	Punti di campionamento						
	Belluno	Padova	Rovigo	Treviso	Venezia	Verona	Vicenza
Concentrazione [fg m⁻³]							
Σ Diossine/furani	197 ± 137	479 ± 408	382 ± 324	404 ± 327	618 ± 602	432 ± 419	354 ± 249
<i>range</i>	34 – 361	53 – 753	62 – 436	54 – 605	63 – 1420	72 – 432	62 – 548
Σ PCB-Dioxin like	2230 ± 1280	5160 ± 2050	6580 ± 2100	4250 ± 1730	4440 ± 1650	2840 ± 1000	5040 ± 1330
<i>range</i>	1210 – 3700	2640 – 7700	4270 – 8700	2860 – 6550	2250 – 6610	1520 – 4120	4090 – 7040

	Punti di campionamento						
	Belluno	Padova	Rovigo	Treviso	Venezia	Verona	Vicenza
Tossicità equivalente [fg m⁻³]							
WHO-TEQ 2005	10 ± 6	32 ± 29	29 ± 26	27 ± 22	41 ± 40	25 ± 22	23 ± 16
<i>range</i>	4-15	6-74	8-71	6-56	7-95	5-60	7-46
I-TEQ	9 ± 7	32 ± 30	29 ± 28	26 ± 23	41 ± 40	25 ± 23	23 ± 17
<i>range</i>	2-15	3-74	4-73	3-57	5-95	3-61	5-46



Immissioni

Due campagne giugno
2019/ottobre 2019

Montagnana, Altavilla, Arzignano,
Vicenza e Padova.

PFAS < LOQ=0.01 ng/m³) a

Trissino

I campagna

Somma PFAS 0.16 ng/m³ (PFHpA
PFOA)

cC6O4 a 0.35 ng/m³

HFPO-DA a 0.68 ng/m³

II campagna

Somma PFAS 0.2 ng/m³ (PFBA e
PFOA),

cC6O4 a 0.17 ng/m³

HFPO-DA a 0.30 ng/m³ .

Dioxins and Furans Method TO-9A

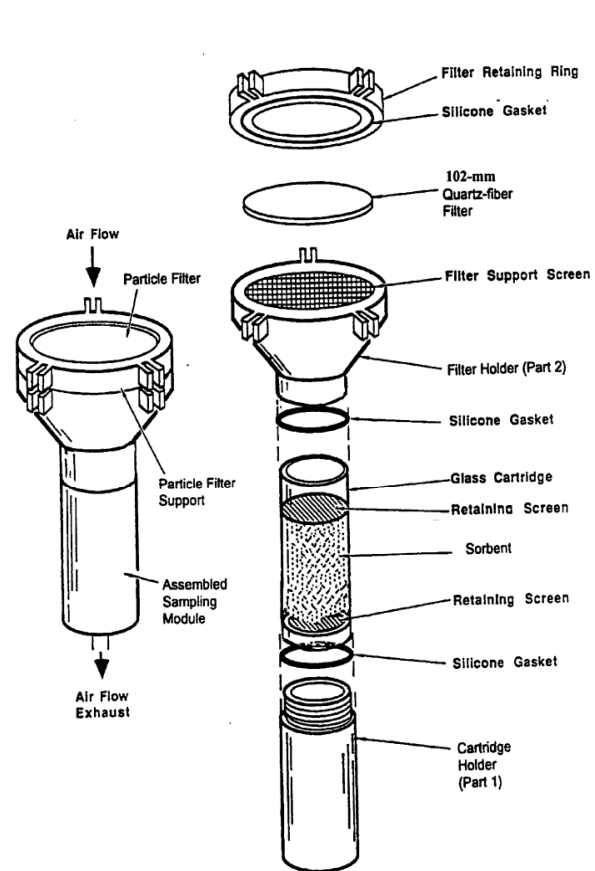


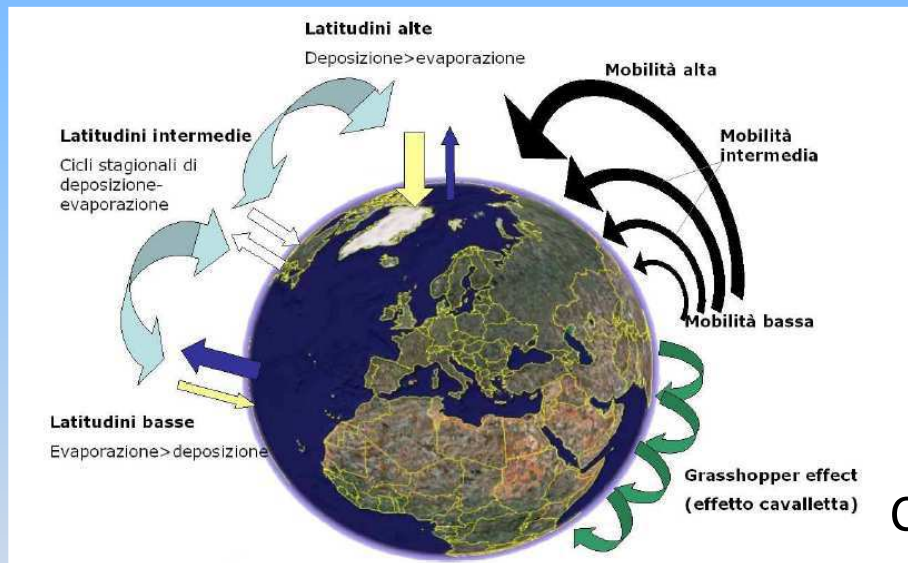
Figure 3a. Typical absorbent cartridge assembly for sampling dioxin/furans.

Nel mondo

Le concentrazioni medie di PFOA in campioni d'aria raccolti in area urbana sono comprese nell'intervallo $0.00154 \div 0.152 \text{ ng/m}^3$

Concentrazioni medie più elevate, $0.101 \div 0.552 \text{ ng/m}^3$, con valori massimi pari a 0.919 e 0.828 ng/m^3 sono state misurate rispettivamente a Oyamazaki, Giappone, e Hazelrigg, Regno Unito, attribuendone in quest'ultimo caso i valori alle emissioni di un impianto di produzione di fluoropolimeri posizionato 20 km sottovento rispetto a comunità semirurali.

Concentrazioni di PFOA molto maggiori, $70 \div 170 \text{ ng/m}^3$ sono state misurate in 6 dei 28 campioni d'aria raccolti al perimetro dello stabilimento di produzione di fluoropolimeri DuPont Washington Works, vicino Parkersburg, West Virginia (US).



Altri metodi

PFAS	Molecular formula
PFOA	$C_8HF_{15}O_2$
PFHxA	$C_6HF_{11}O_2$
4:2 FTOH	$C_6H_5F_9O$
6:2 FTOH	$C_8H_5F_{13}O$
PFDA	$C_{10}HF_{19}O_2$
10:2 FTOH	$C_{12}H_5F_{21}O$
7:2 sFTOH	$C_9H_5F_{15}O$
PFHpA	$C_7HF_{13}O_2$
PFTeDA	$C_{14}HF_{27}O_2$
PFPeA	$C_5HF_9O_2$
PFNA	$C_9HF_{17}O_2$
PFDoA	$C_{12}HF_{23}O_2$
PFHxDA	$C_{16}HF_{31}O_2$
5:2 sFTOH	$C_7H_5F_{11}O$
PFTrDA	$C_{13}HF_{25}O_2$
PFUdA	$C_{11}HF_{21}O_2$
N-MeFOSA-M	$C_9H_4F_{17}NO_2S$
N-EtFOSA-M	$C_{10}H_6F_{17}NO_2S$
N-MeFOSE-M	$C_{11}H_8F_{17}NO_3S$
PFODA	$C_{18}HF_{35}O_2$
8:2 FTOH	$C_{10}H_5F_{17}O$

TD:

Sorbent tubes: Universal tubes (C3-AAXX-5266)
 TD instrument: TD100-xr™ (Markes International)
 Flow path: 180°C
 Tube desorption: 300°C (8 minutes) at 75 mL/min
 Focusing trap: 'Air Toxics' (U-T15ATA-2S)
 Trap low: 25°C
 Trap desorption: 300°C (4 minutes)
 Trap outlet split flow: 6 mL/min

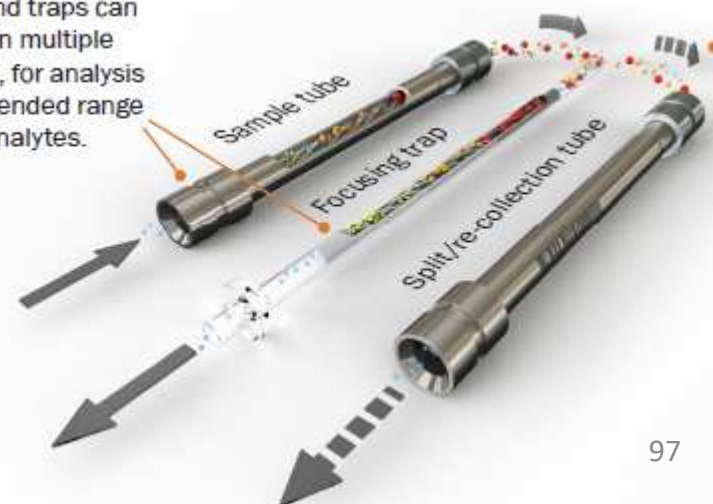
GC:

Column: DB-VRX (Agilent Technologies)
 60 m x 0.25 mm x 1.4 µm
 Column flow: 1.2 mL/min, helium
 Oven: 35°C (5 min), 10°C/min, 230°C (15 min)

Quadrupole MS:

Scan mode: m/z 35-350

Tubes and traps can contain multiple sorbents, for analysis of an extended range of analytes.



L'olfattometria

il metodo sensoriale definito olfattometria dinamica è normato da EN 13725:2022). Rappresenta il metodo ufficiale per la determinazione della concentrazione di odore in campioni gassosi. L'olfattometro è l'apparato nel quale un campione di gas odorigeno è diluito con gas neutro secondo un rapporto definito e presentato ad una commissione di valutatori. Si definisce Unità di Odore (1 UO) la quantità di odorante che, fatta evaporare in 1 m³ di aria neutra, in condizioni standard, ed analizzata mediante metodo olfattometrico, produce in un panel una risposta fisiologica (soglia di percezione) equivalente a quella generata da una quantità di *n*-butanolo, pari a 123 µg/m³ (che produce una concentrazione pari a 40 ppb).

COMPOSTI	SOGLIA OLFATTIVA mg/m ³
acido solfidrico	0,257
propano	4.897,8
acetaldeide	0,34
isobutano	489,8
2 butene	12
butano	489,8
tiometanolo	0,0005
etanolo	54,95
acetone	34,7
isopentano	95,5
alcol isopropilico	25,7
pentano	95,5
dimetilsolfuro	0,0059
acetato di metile	19
propanolo	6,02
MEK	2,34

Analisi degli Odori: tecniche

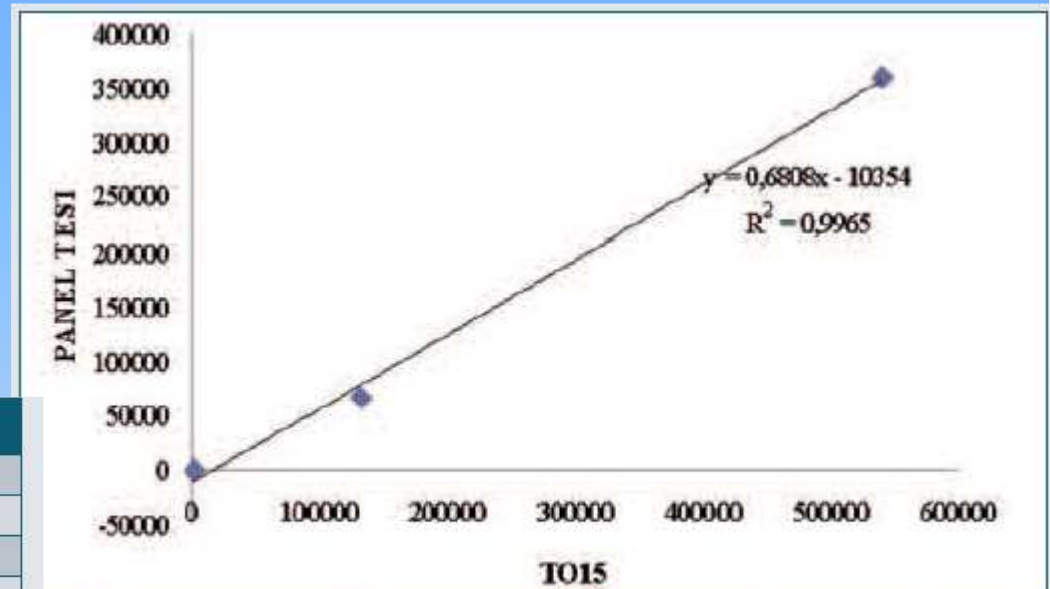


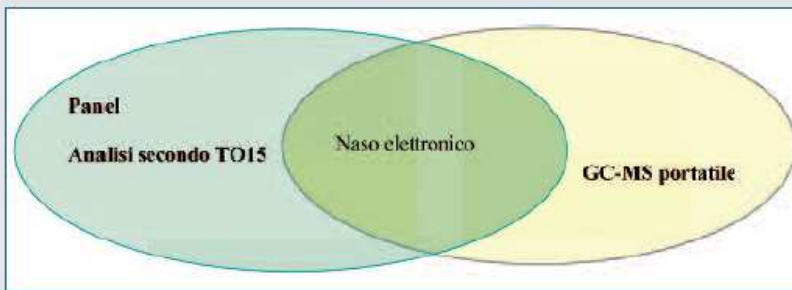
Fig. 1 - In ascissa è riportata la sommatoria delle sostanze ritrovate con il metodo PA TO15 moltiplicate per il fattore che tiene conto della soglia olfattiva, in ordinata il valore odorigeno degli stessi campioni esaminati mediante N 13725:2003

	SENSIBILITÀ ¹	MISURA EFFETTO OLFATTIVO ²	SELETTIVITÀ ³	TEMPO DI ANALISI
Analisi TO15	Buona	Scarsa	Buona	Medio
GC MS portatile	Media	Scarsa	Buona	Buono
Panel	Buona	Buona	Nulla	Medio
Naso elettronico	Buona	Buona	Nulla	Buono

¹Sensibilità: capacità d'individuare composti a bassissima concentrazione

²Misura effetto olfattivo: capacità di rilevare composti responsabili dell'effetto odorigeno od osmogeno

³Selettività: facoltà di discriminare i singoli analiti



Odori: norme tecniche

EN 16841-1:2016 describes the grid method for the determination of the level of odour exposure in ambient air within a defined assessment area. The method relies on qualified human panel members to determine the distribution of the frequency of odour exposure over a sufficiently long period (6 or 12 months) to be representative of the meteorological conditions of that location. The sources of the odorant under study may be located within or outside the assessment area.

EN 16841-2:2016 describes the plume method for determining the extent of recognisable odours from a specific source using direct observations in the field by human panel members under specific meteorological conditions (i.e. specific wind direction, wind speed and boundary layer turbulence) The results are typically used to determine a plausible extent of potential exposure to recognisable odours or to estimate the total emission rate using reverse dispersion modelling.

Standard	Title
EN 13725:2003	Air quality - Determination of odour concentration by dynamic olfactometry
EN 16841-1:2016	Ambient air - Determination of odour in ambient air by using field inspection - Part 1: Grid method
EN 16841-2:2016	Ambient air - Determination of odour in ambient air by using field inspection - Part 2: Plume method

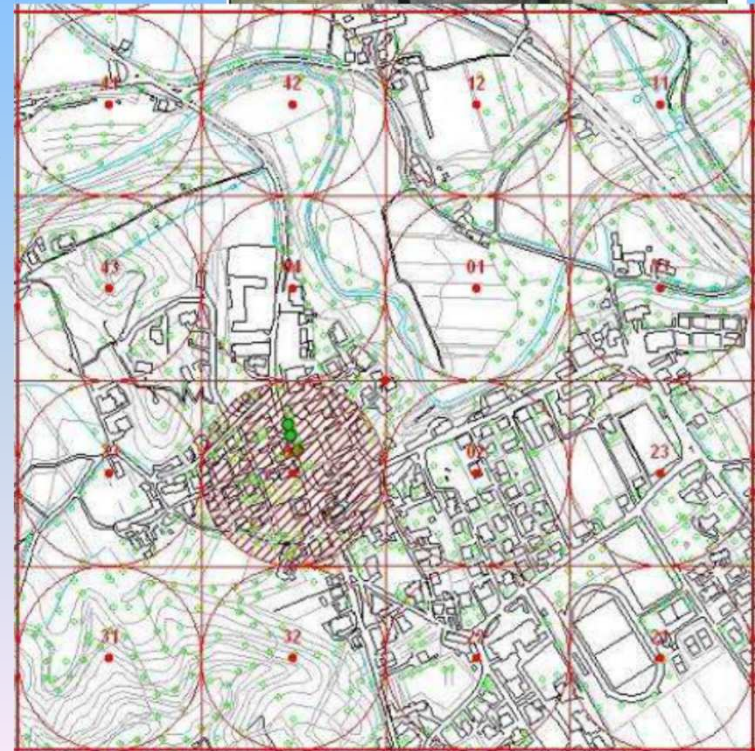
Biomonitoraggio

- le tecniche di bioindicazione che stimano le alterazioni morfologiche, fisiologiche o genetiche a livello di organismi o le modificazioni nella composizione delle comunità animali o vegetali, indotte dalle variazioni ambientali;
- le tecniche di bioaccumulo che si avvalgono di organismi in grado di assorbire ed accumulare, con alto livello di tolleranza, sostanze più o meno tossiche (es. metallipesanti) le cui concentrazioni vengono misurate.



Licheni come bioindicatori

- Assenza di cuticola: contatto diretto con l'atmosfera
- Attivi tutto l'anno in particolare dopo ogni pioggia
- Dipendono dall'aria per il nutrimento
- Assenza di sistemi di regolazione degli scambi
- Riproduzione mediante strutture aerodiffuse (soradi, isisidi, spore).
- Contatto diretto con gli inquinanti
- Crescita lenta





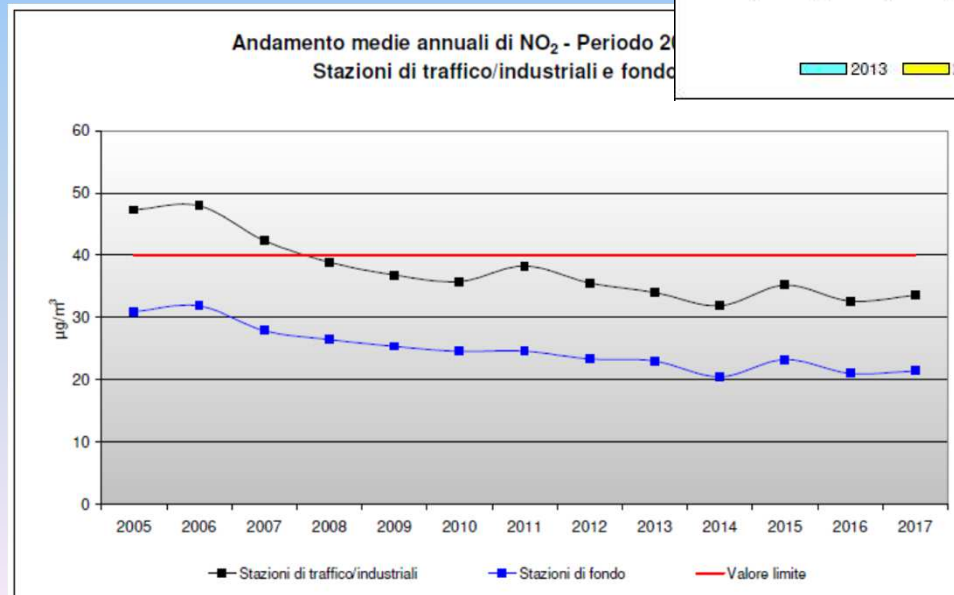
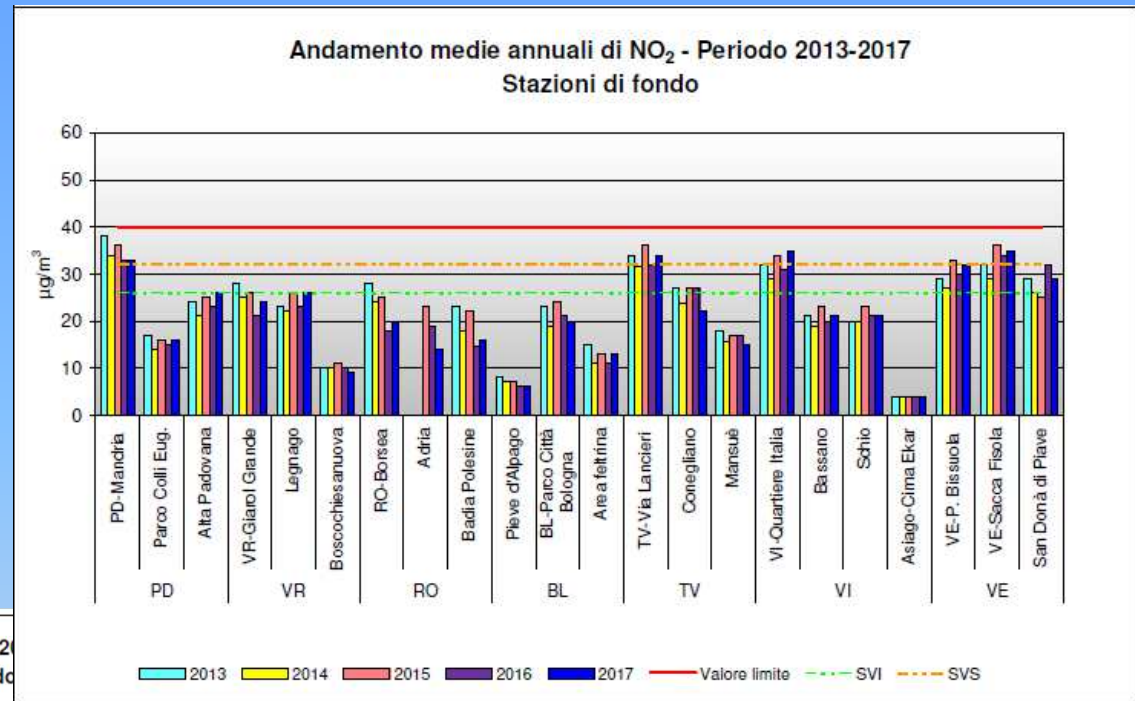
Metodi strumentazione automatica

inquinante	metodo	Tecnica analitica
SO ₂	UNI EN 14212:2012	Ultraviolet fluorescence
NO ₂	UNI EN 14211:2012	chemiluminescence
CO	UNI EN14626:2012	non-dispersive IR spectroscopy
O ₃	UNI EN14625:2012	Ultraviolet photometry

A Member State may also use any other methods which it can demonstrate give results equivalent to the above method.

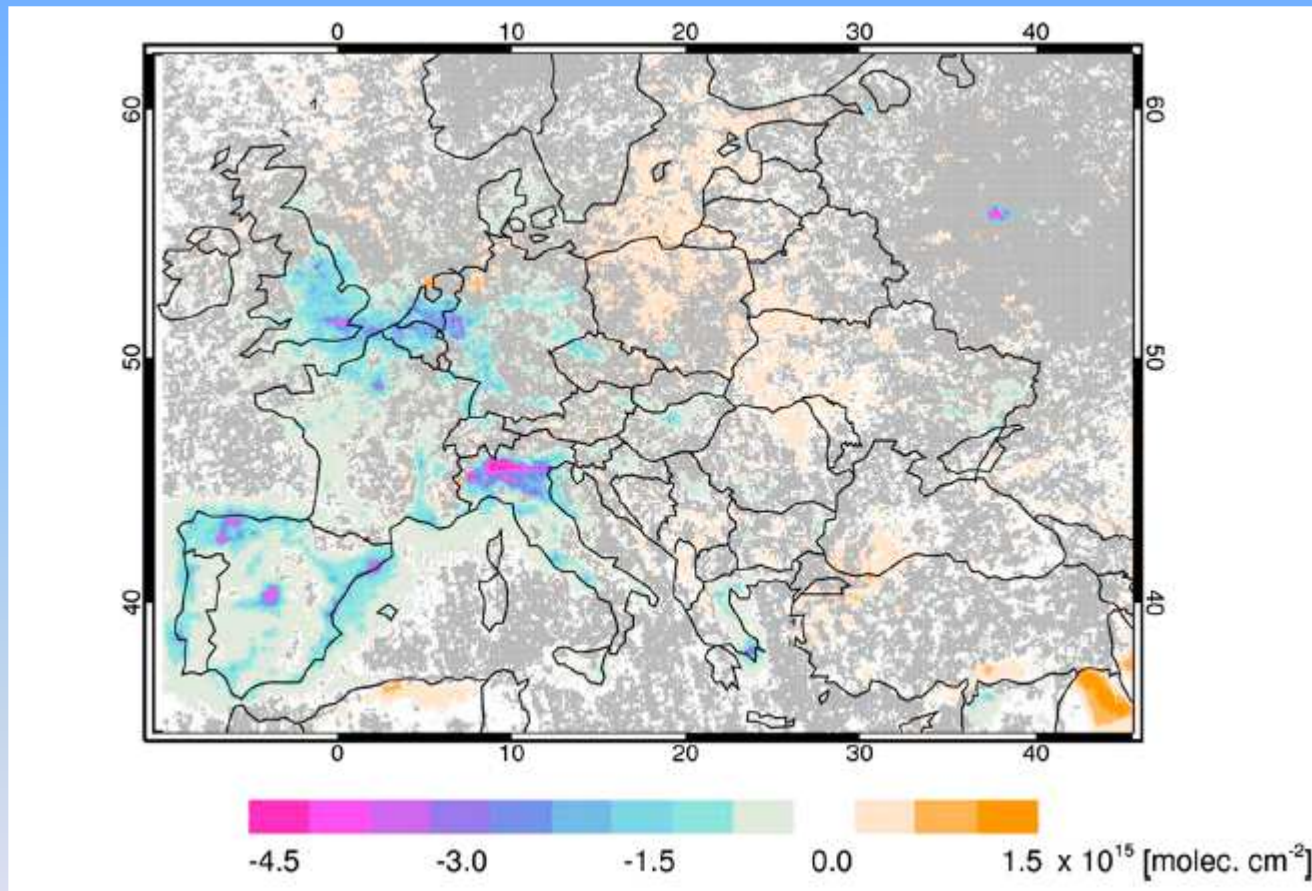
Ossidi di azoto

nessuna stazione ha superato il limite di legge negli ultimi 5 anni. Nel 2017 12 stazioni su 22 sono in aumento; 6 stazioni su 22 sono in diminuzione; 4 sono rimaste stabili rispetto al 2016 .



Dal 2007 in poi si osserva una progressiva riduzione delle concentrazioni medie di NO₂. Si può osservare che esiste una differenza costante negli anni tra il livello concentrazione del biossido di azoto delle stazioni di fondo e quello di traffico/industriali

NO_x gli sviluppi 2005-2014



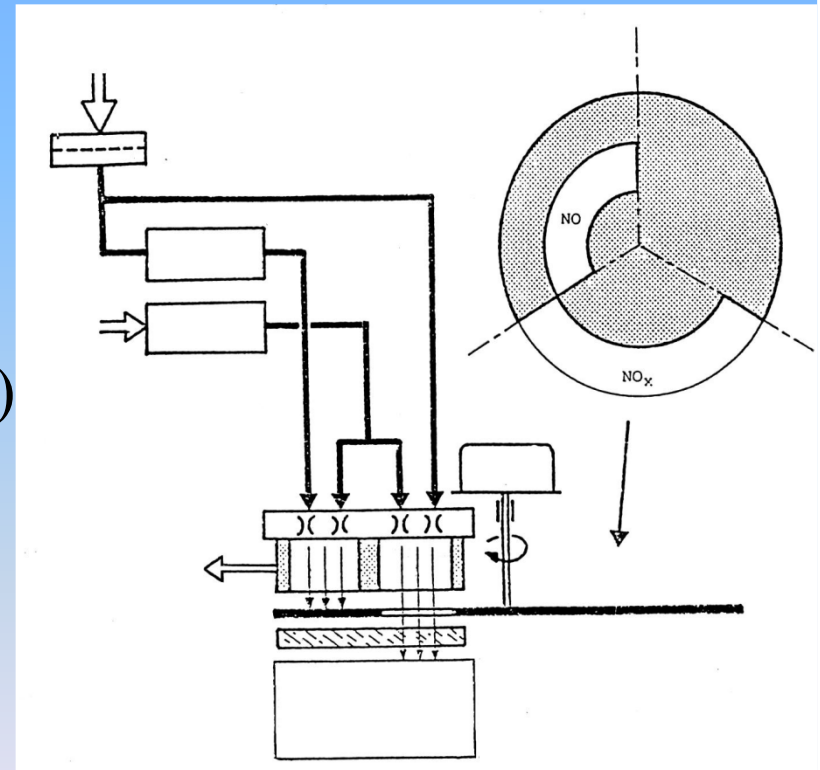
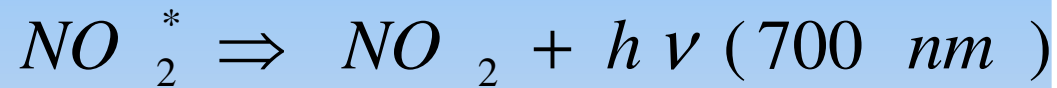
The Ozone Monitoring Instrument (OMI) on the NASA Aura satellite has provided observations of several key air pollutants since late 2004, a period with significant changes in NO_x levels for most world regions and cities

Tecniche di misura NO_x

Qualità dell'aria UNI EN 14211:2005

Emissione in atmosfera UNI EN 14792:2006

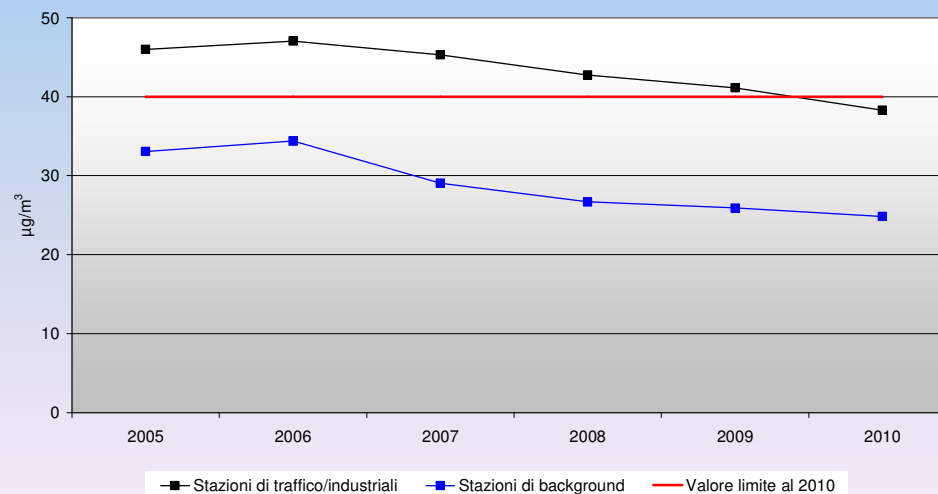
Principio della chemiluminescenza:



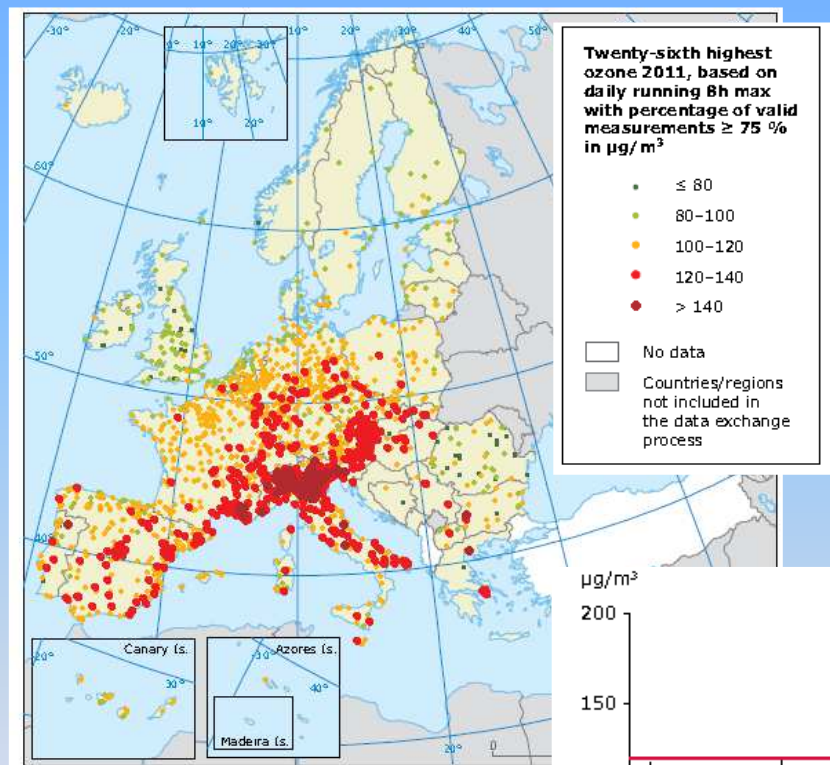
Qualità dell'aria NO_x

NO ₂	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	400 µg/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 µg/m ³ da non superare più di <u>18</u> volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³

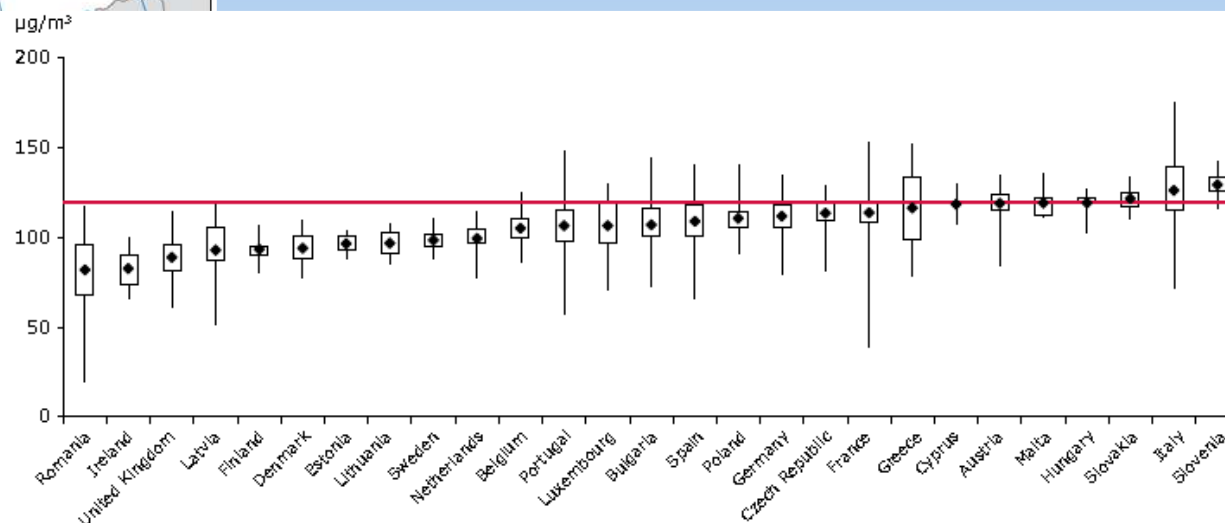
Andamento medie annuali di NO₂ - Periodo 2005-2010
Stazioni di traffico/industriali e fondo



Ozono in Europa

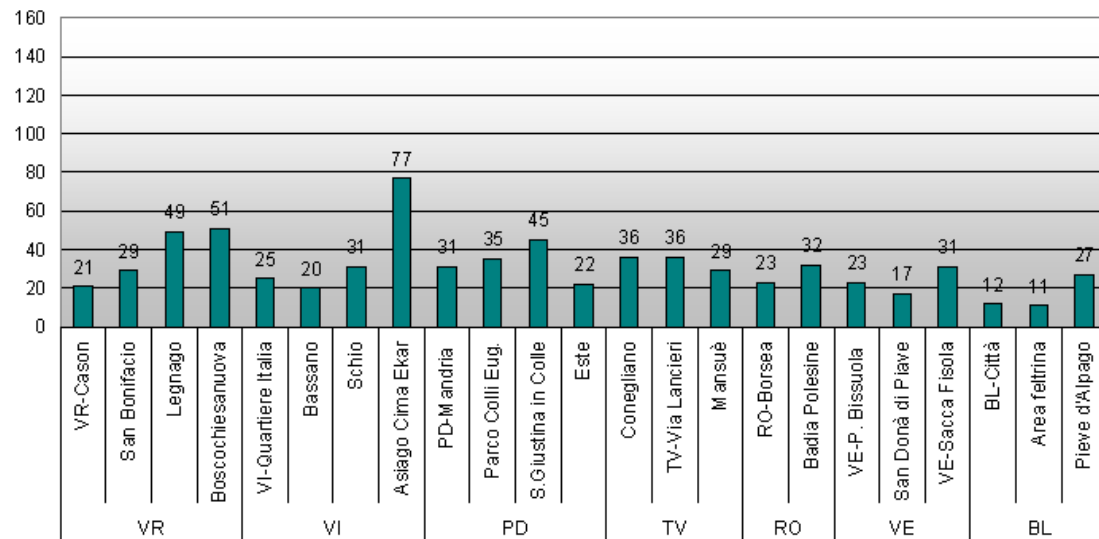


The graph is based on the 93.15 percentile of maximum daily 8-hour mean concentration values corresponding to the 26th highest daily maximum of the running 8-h mean for each Member State; the boxes present the range of concentrations at all stations types (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) officially reported by the EU Member States and how the concentrations relate to the target value set by EU legislation (marked by the red line).

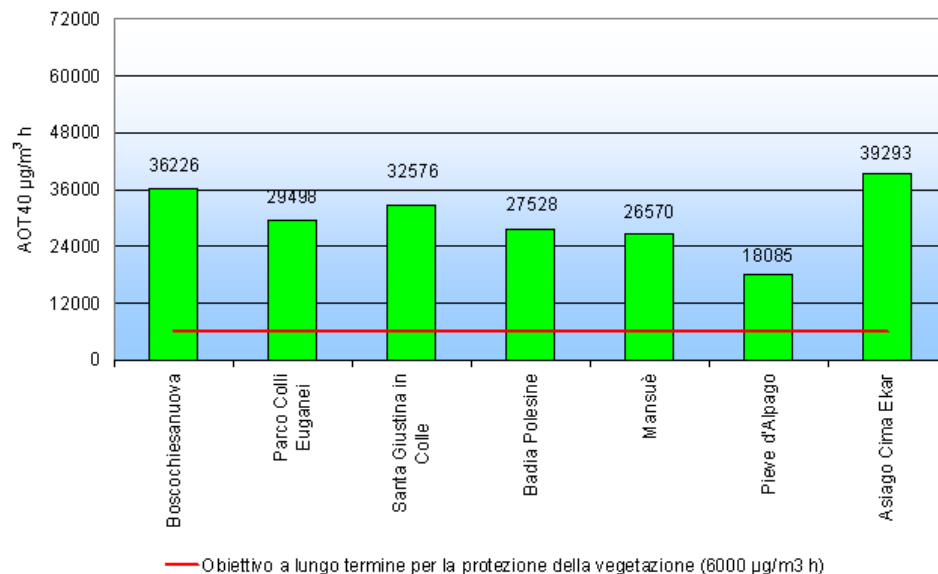


le concentrazioni medie di fondo dell'ozono su scala regionale sono ancora troppo elevate rispetto agli standard imposti dalla Comunità Europea.

Ozono - N. giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

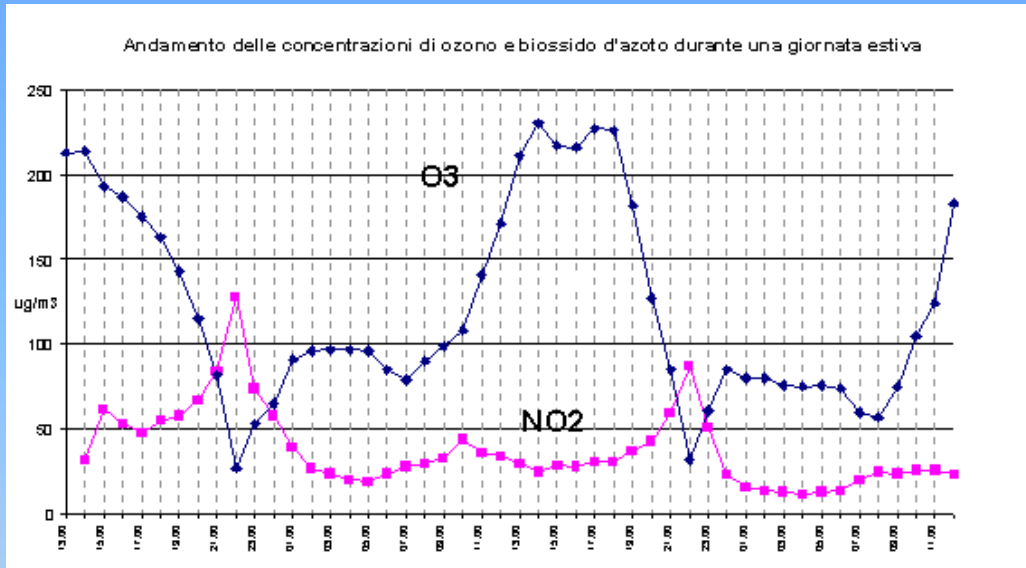


Ozono - Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione (da maggio a luglio 2014)

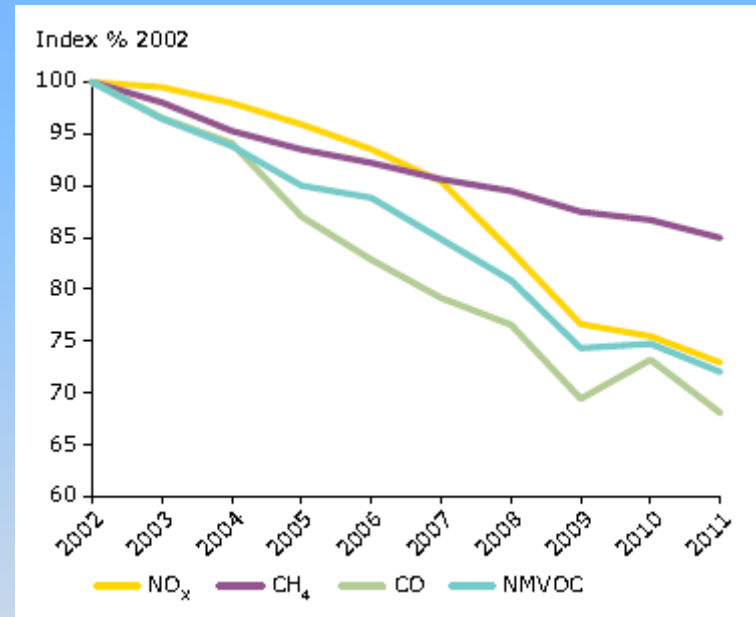


L'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione è stabilito in $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$, elaborato come AOT40 (Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 ppb); tale parametro si calcola utilizzando la somma delle concentrazioni orarie eccedenti i 40 ppb

Cosa fare?



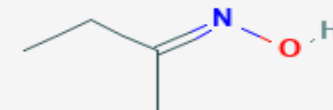
Trend degli ozonoprecursori



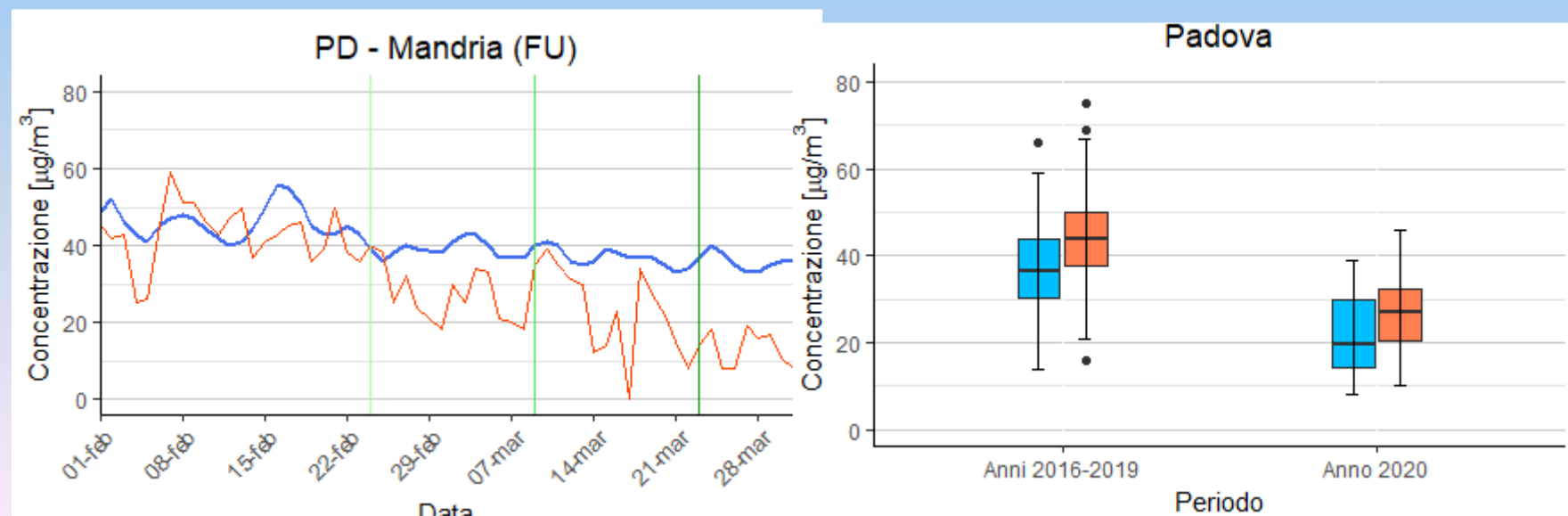
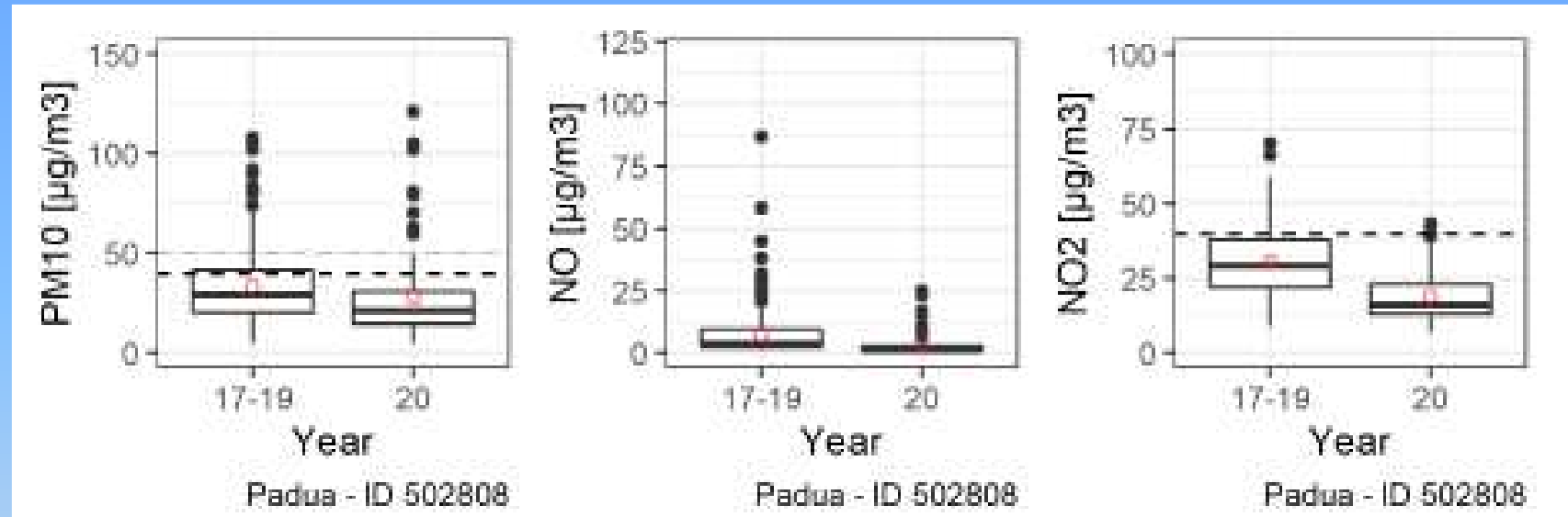
Boiling Range (degrees F)	Criteria	MIR Value [Effective Date*]
280-290	Aromatic Content (?98%)	7.37
320-350	Aromatic Content (?98%)	7.51
355-420	Aromatic Content (?98%)	8.07
450-535	Aromatic Content (?98%)	5.00

MIR= Maximum Incremental Reactivity = grammi di Ozono formato/grammi di COV emesso

Metano MIR=0.01; Methyl Ethyl Ketoxime MIR= 22.04



Effetto COVID



Effetto Covid Polveri

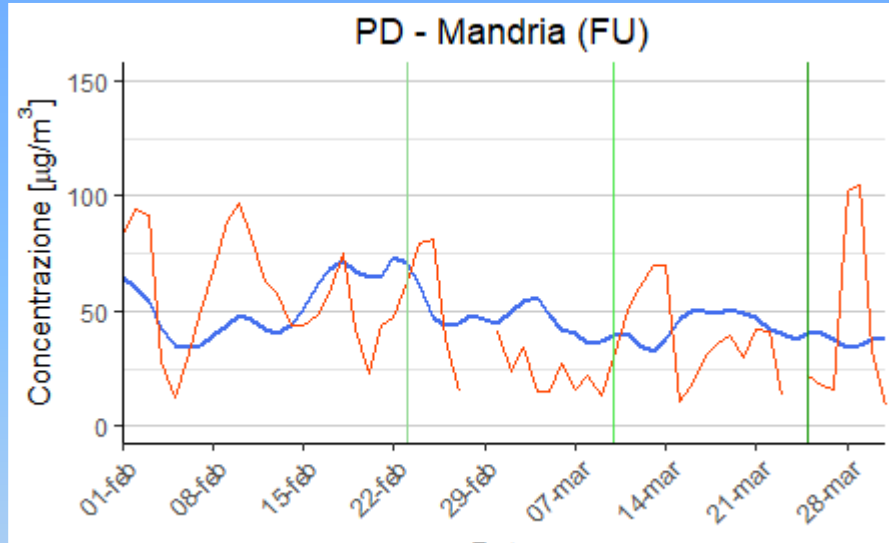
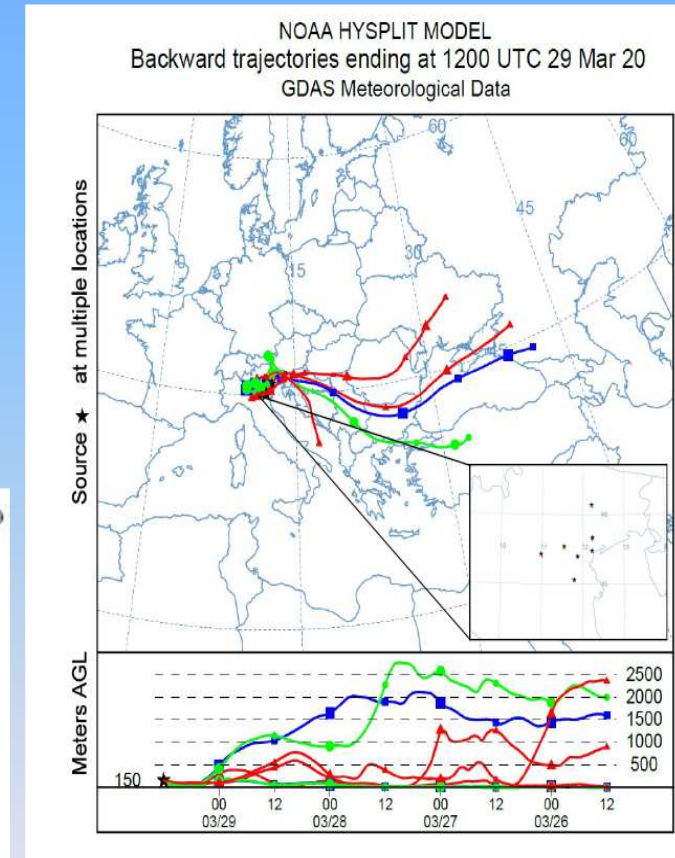


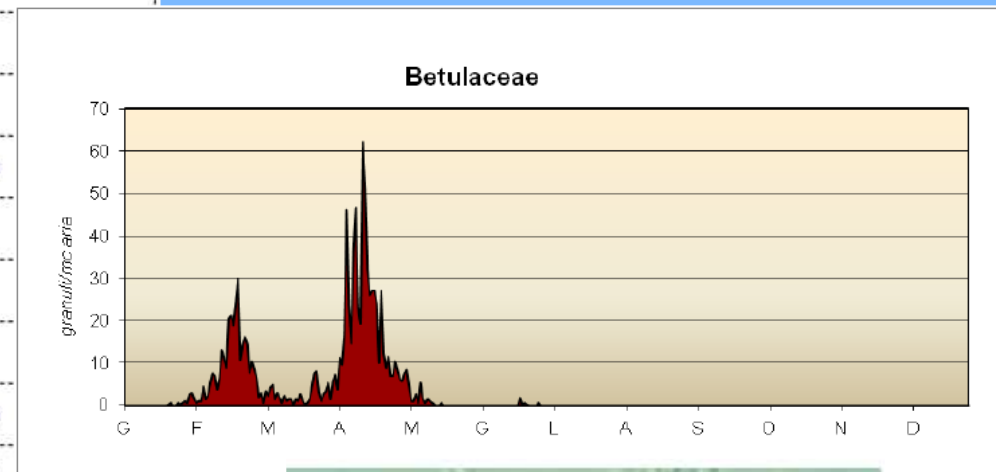
Tabella 1.3: Mediana concentrazioni giornaliere di PM10 del mese di MARZO - Stazioni di fondo

	Mediana concentrazione Quadiennio 2016-19 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Mediana concentrazione Anno 2020 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Differenza % 2020 vs 2016-2019
Belluno	17	13	-24%
Padova	39	30	-23%
Rovigo	32	23	-28%
Treviso	34	23	-32%
Venezia	32	25	-22%
Vicenza	39	27	-31%
Verona	31	23	-26%



I Pollini

Tipi di particelle	Dimensioni in micron
fumi	0.001 - 0.1
nuclei di condensazione	0.1 - 20
polveri	0.1 - alcuni mm
virus	0.015 - 0.45
batteri	0.3 - 10
spore fungine	1.0 - 100
alghe	0.5 - alcuni mm
frammenti di licheni	1.0 - alcuni mm
protozoi	2.0 - alcuni mm
spore di Briofite	6.0 - 30
spore di Pteridofite	20 - 60
pollini	10 - 100
frammenti vegetali e animali, semi, insetti	> 100



ROS: Reactive Oxygen Species

Potenziale ossidativo del particolato: la ricerca di un modo per valutare le specie che sviluppano in vivo reazioni ossidanti:

I ROS sviluppano nei Mitocondri e nel Reticolo endoplasmatico reagendo con l'Ossigeno per formare anione superossido O_2^-

Si utilizzano:

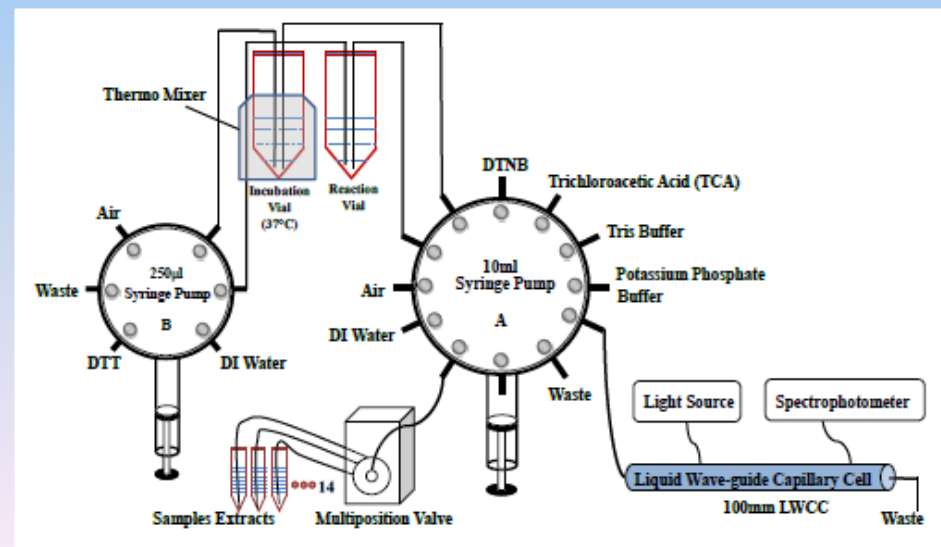
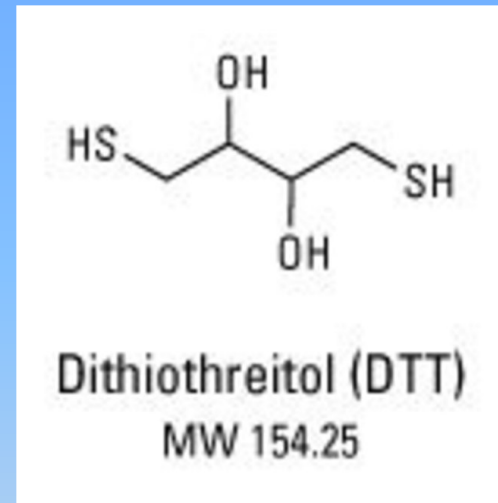
- metodi con cellule
- Metodi chimici acellulari

Con DDT Ditioteritolo

Si ferma la reazione con tricloroacetico e si fa reagire con acido ditiobisnitrobenzoico
Forma 2-nitro-5-thiobenzoic acido (TNB),
lettura a 412 nm

Con Acido Ascorbico

Buffer fosfato di potassio 37°C lettura 265 nm
Per la taratura si usano dei chinoni
(fenantrochinone, naftochinone)

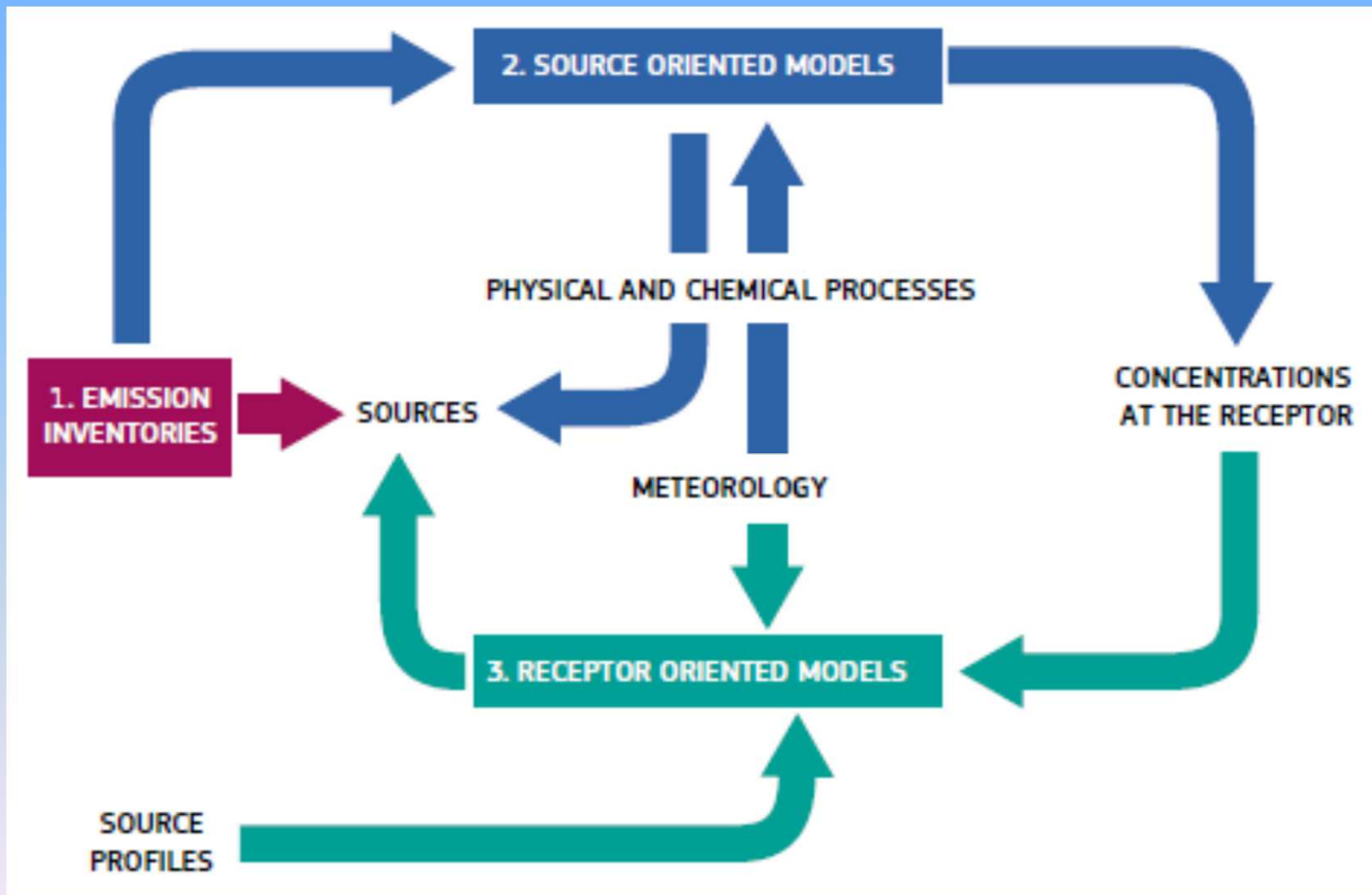


Modellistica

In generale, i modelli sono un utile strumento per:

- ottenere campi di concentrazione anche nelle aree all'interno delle zone ove non esistano stazioni di misurazione
- comprendere le relazioni tra emissioni e immissioni, discriminare i contributi delle diverse sorgenti alle concentrazioni in una determinata area (source apportionment), e determinare i contributi transfrontalieri e quelli derivanti da fenomeni di trasporto su larga scala (per esempio, le polveri sahariane);
- integrare e combinare le misurazioni effettuate tramite le stazioni di misurazione in siti fissi, in modo tale da ridurre il numero,
- valutare la qualità dell'aria nelle zone in cui non sono presenti stazioni di misurazione;
- prevedere la qualità dell'aria sulla base di scenari ipotetici di emissione o in funzione di variazioni delle condizioni meteorologiche;
- valutare l'efficacia delle misure di contenimento delle emissioni in atmosfera.

Modelli predittivi e diagnostici



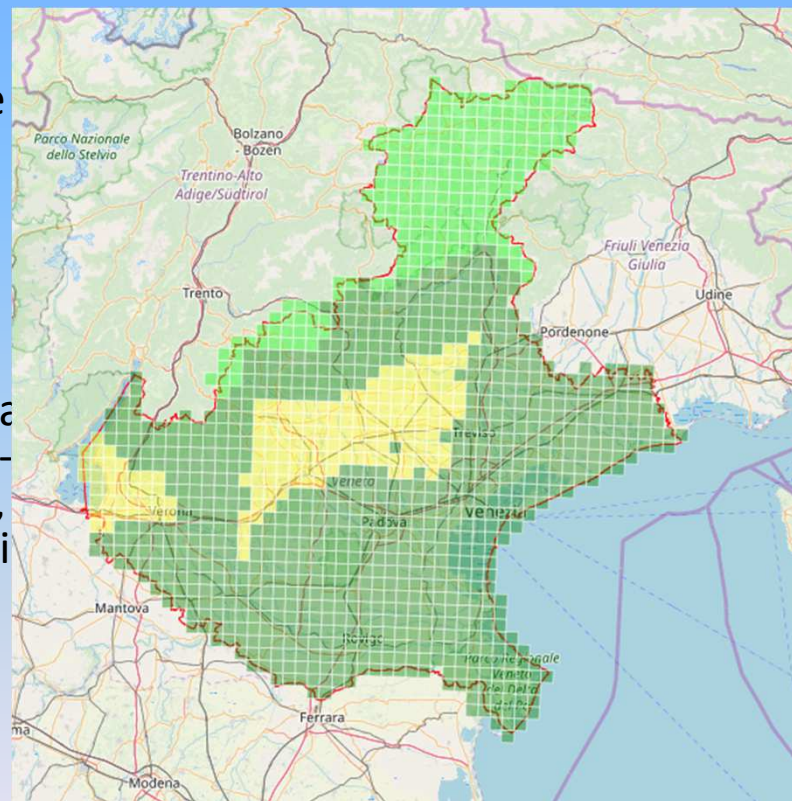
Camx previsionale

Comprehensive Atmospheric Model with eXtensions

I modelli deterministici di dispersione degli inquinanti in atmosfera permettono di ricostruire le concentrazioni in aria ambiente a partire dalle emissioni dei diversi inquinanti, o dei loro precursori, e dalle condizioni meteorologiche.

Questo avviene mediante l'integrazione numerica delle equazioni che governano i processi chimico-fisici (trasporto e dispersione, reazioni di Ox/Red, rimozione per deposizione) a cui sono soggetti gli inquinanti emessi.

In particolare i modelli fotochimici euleriani calcolano le concentrazioni dei principali inquinanti gassosi e in forma di aerosol su un dominio tridimensionale con griglia orizzontale regolare e fissa

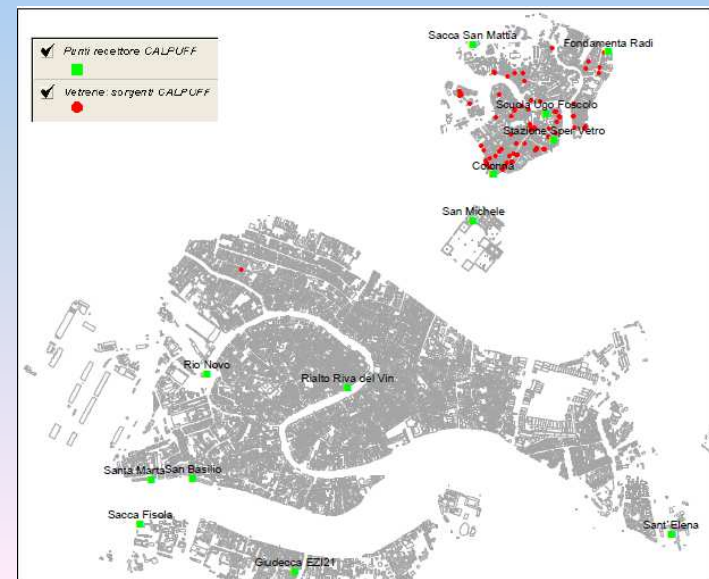
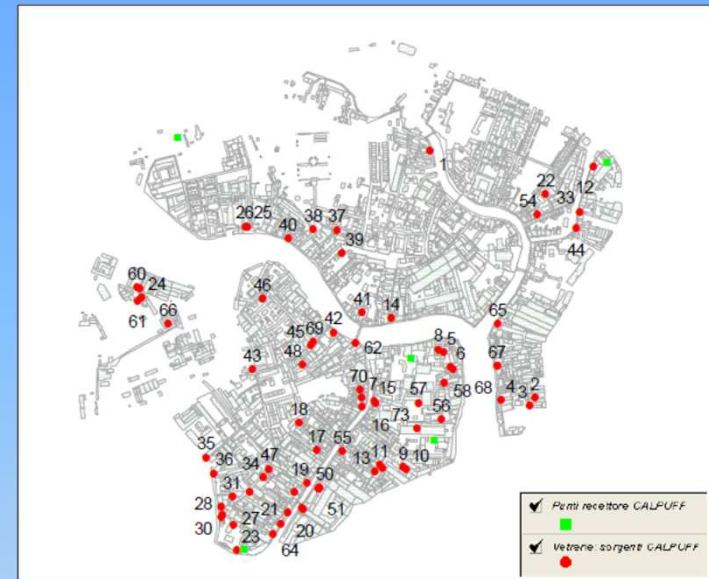
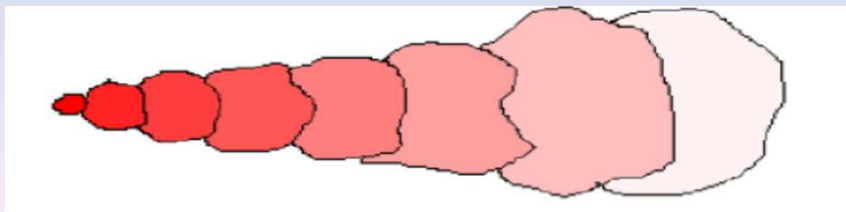


Metalli: le vetrerie artistiche

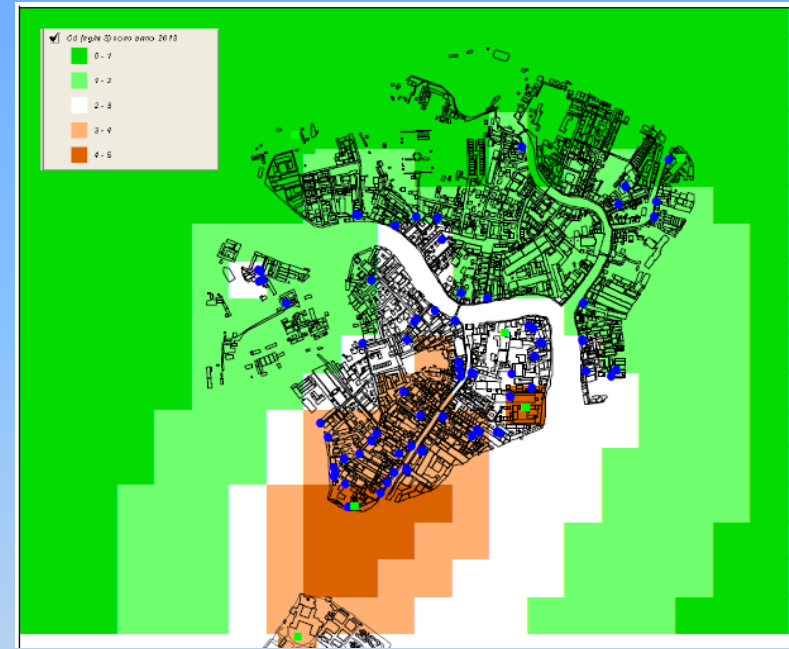
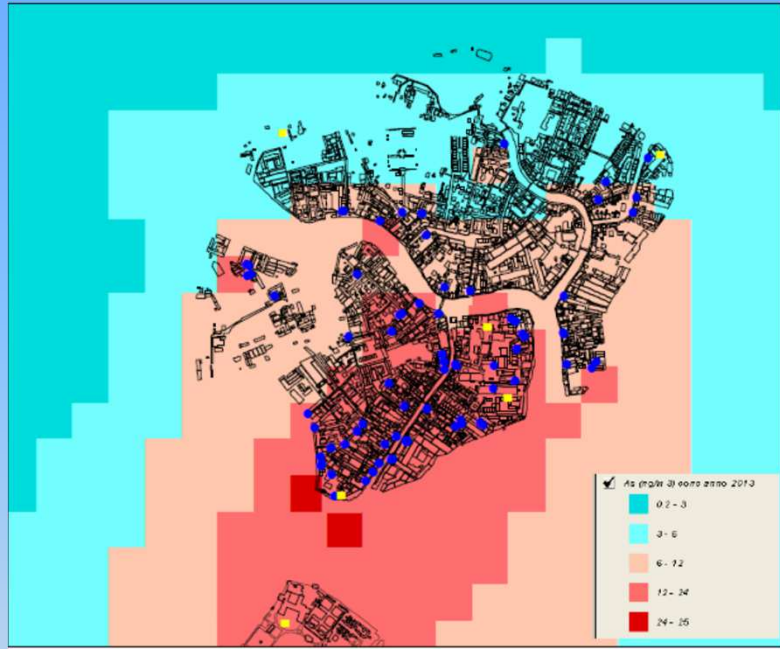
Le simulazioni sono state condotte utilizzando il modello di dispersione non stazionario CALPUFF in catena al preprocessore meteorologico CALMET

CALPUFF è indicato dalla US-EPA come modello di riferimento per applicazioni che coinvolgono il trasporto di inquinanti su lunghe distanze, oppure per applicazioni in campo vicino quando sono importanti effetti non stazionari come variabilità delle condizioni meteorologiche, calme di vento, discontinuità terra-mare,

Non esiste un limite al numero di sorgenti e recettori, l'utente dovrà quindi specificare in ingresso il numero di: sorgenti, recettori, puff, specie considerate, celle della griglia, numero di strati verticali ecc.ecc. - La distanza tra sorgente e recettore può variare da 10m a 100km.



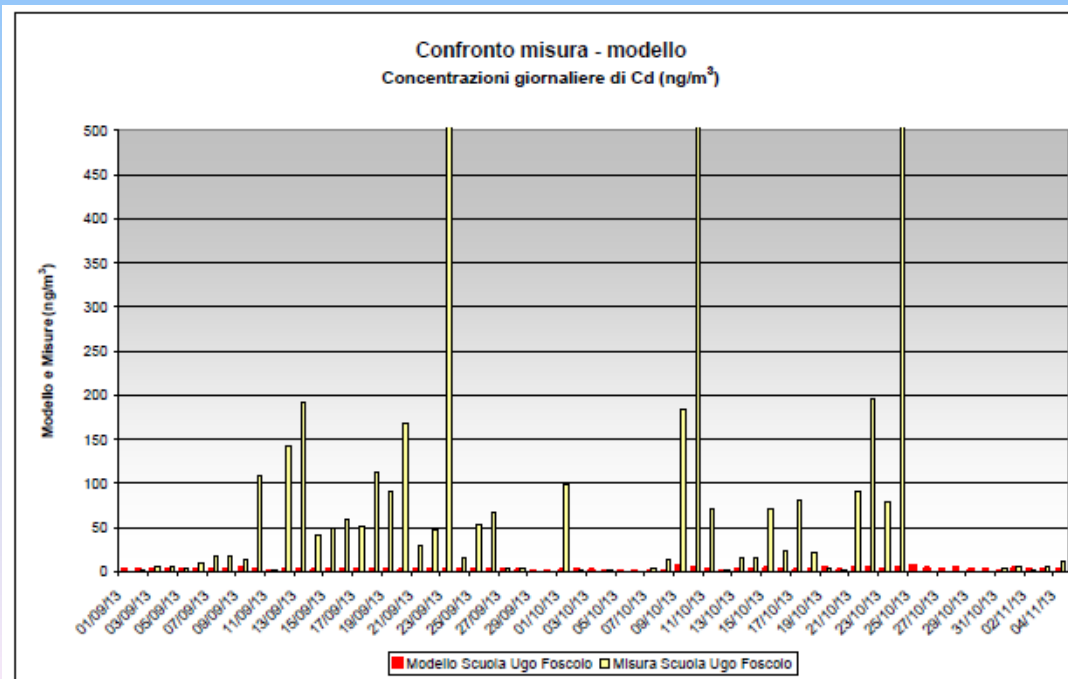
Risultati delle Simulazioni



Le mappe delle concentrazioni annuali stimate dal modello per Arsenico e Cadmio rilevano che, secondo le stime modellistiche, qualora tutte le vetrerie emettano in contemporanea, al massimo delle concentrazioni autorizzate per i camini fusori, il rispetto del valore obiettivo di 6.0 ng/m³ per la media annua di Arsenico non verrebbe rispettato per gran parte dell'isola di Murano (la parte centrale e meridionale) e per una piccola parte Nord centrale di Venezia. Il valore obiettivo di 5.0 ng/m³ per la media annua di Cadmio potrebbe essere uguagliato per la parte meridionale dell'isola di Murano.

Confronto modello misure

	Misure		Modello	
	18 dicembre 2013 - 16 gennaio 2014		18 dicembre - 31 dicembre 2013	
	As	Cd	As	Cd
	$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{giorno}$	$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{giorno}$	$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{giorno}$	$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{giorno}$
Murano - Scuola Ugo Foscolo	10.8	6.6	0.39	0.08
Murano - F.ta Radi	<2.1	1.3	0.05	0.01
Murano - Sacca San Mattia	<2.1	0.2	0.27	0.05
Murano - Colonna	8.4	6.5	0.14	0.03
Mazzorbo - F.ta S. Caterina	<2.1	<0.2	0.003	0.001

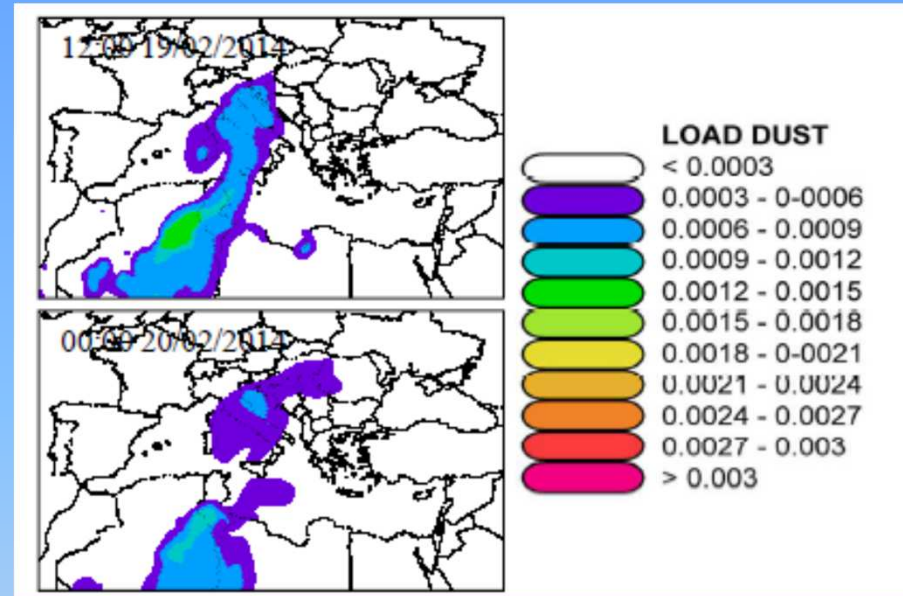
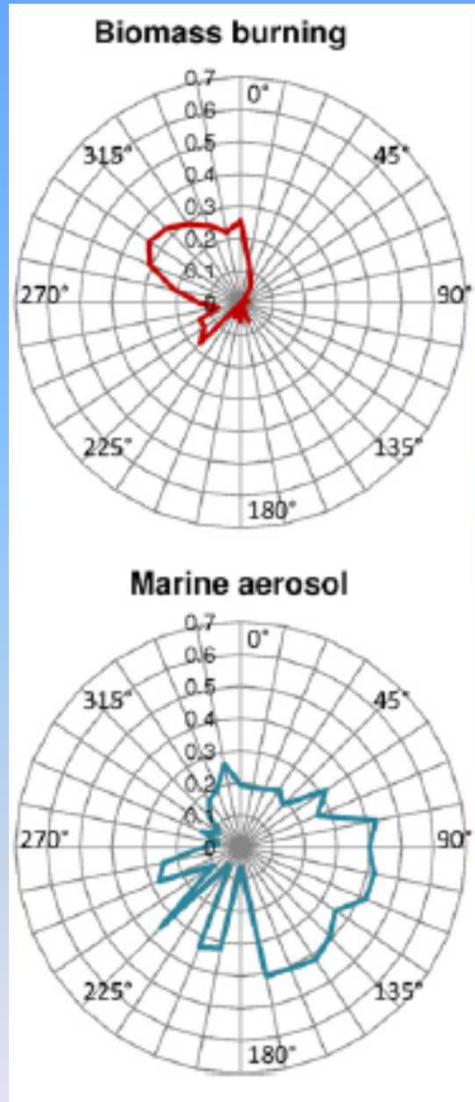


Modelli source apportionment

Type	Examples
Exploratory methods	Enrichment factor, tracer method, incremental approach
Chemical Mass Balance	EPA CMB 8.2
Eigenvector-based models	PCA, UNMIX
Factor analysis without constraints	FA, APCFA
Positive matrix factorization	PMF2, EPA PMF v3
Hybrid trajectory-based models	CPF, PSCF
Hybrid expanded models	PMF solved with ME-2, COPREM

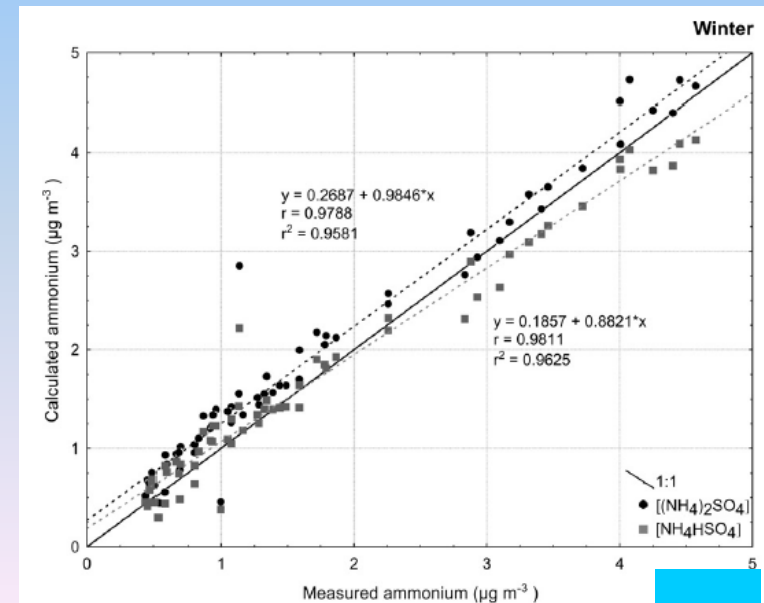
marine salt	industrial emissions
crustal material	secondary ammonium sulphate
road dust	secondary ammonium nitrate
gasoline vehicle exhaust	biomass burning / wood burning
diesel vehicle exhaust	maritime transport
power plants	secondary organic aerosol

Risultati



Conditional Probability Function

$$CPF = \frac{m_{\Delta\theta}}{n_{\Delta\theta}}$$



I limiti in ambiente di lavoro

Allegato XLIII del D.Lgs 9 aprile 2008 n.81

Nome agente	EINECS	CAS	Valore limite di esposizione professionale		Osservazioni	Misure transitorie
			mg/m ³ (3)	ppm(4)		
Benzene	200-753-7	71-43-2	3,25(5)	1(5)	Pelle(6)	Sino al 31 Dicembre 2001 il valore limite è di 3 ppm (=9,75 mg/m ³)
Cloruro di vinile monomero	200-831	75-01-4	7,77(5)	3(5)	--	--
Polveri di legno	--	--	5,00(5)(7)	--	--	--

Allegato XXXVIII del D.Lgs 9 aprile 2008 n.81

ACGIH:

American Congress of Governmental Industrial Hygienists

- Valore limite soglia-media ponderata nel tempo (**TLV-TWA**):

Concentrazione media ponderata nel tempo su una giornata lavorativa convenzionale di 8 ore su 40 ore lavorative settimanali, alla quale si ritiene che quasi tutti i lavoratori possono essere ripetutamente esposti, giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza effetti negativi.

- Valore limite di soglia-limite per breve tempo di esposizione (**TLV-STEL**):

Una concentrazione di TWA di 15 minuti che non deve essere superata in qualsiasi momento durante la giornata lavorativa anche se il TWA sulle otto ore non supera il valore TLV-TWA

- Valore limite di soglia – Ceiling (**TLV-C**):

Concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento della esposizione lavorativa

DNEL-PNEC

(derived-predicted no effect level-concentration)

Indicatori di esposizione globale, al di sotto non sono attesi effetti negativi per la salute o per l'ambiente

Se vi sono diverse vie di esposizione vanno calcolati differenti DNEL

DNEL è il valore al di sopra del quale gli esseri umani non dovrebbero essere esposti

Il calcolo di esposizione deve tenere conto di tutte le esposizioni non solo di quelle professionali

Le informazioni per i DNEL e/o PNEC sono riassunte nella voce 8.1 della SDS

$$DNEL = \frac{NOAEL}{\sum_i A_i}$$

Per esposizioni non Soglia (cancerogeni, genotossici, teratogeni) si calcola

DMEL

Derived minimal effect level



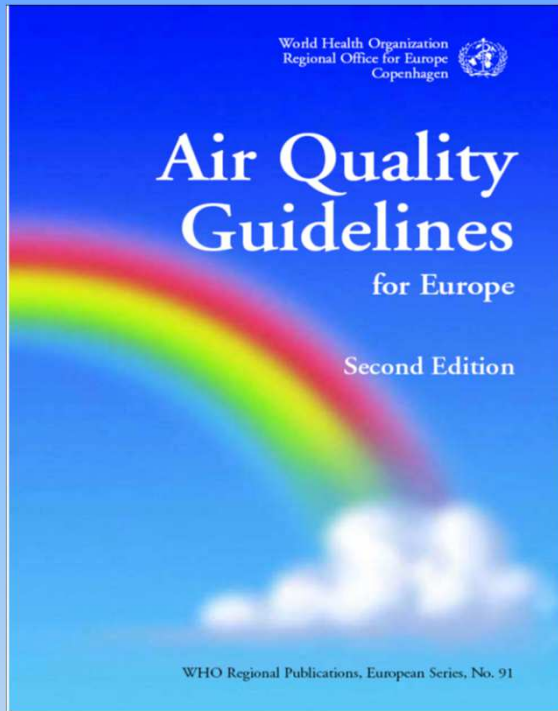
Exposure pattern	DNEL/DMEL (appropriate unit)
	Workers
	General population ³
Acute – inhalation, systemic effects ¹	worker-DNEL acute for inhalation route-systemic General population-DNEL acute for inhalation route-systemic
Acute – dermal, local effects ²	worker-DNEL acute for dermal route-local General population-DNEL acute for dermal route-local
Acute – inhalation, local effects ²	worker-DNEL acute for inhalation route-local General population-DNEL acute for inhalation route-local
Long-term – dermal, systemic effects ¹	worker-DNEL long-term for dermal route-systemic General population-DNEL long-term for dermal route-systemic
Long-term – inhalation, systemic effects ¹	worker-DNEL long-term for inhalation route-systemic General population-DNEL long-term for inhalation route-systemic
Long-term – oral, systemic effects ¹	Not relevant General population-DNEL long-term for oral route-systemic
Long-term – dermal, local effects ²	worker-DNEL long-term for dermal route-local General population-DNEL long-term for dermal route-local
Long-term – inhalation, local effects ²	worker-DNEL long-term for inhalation route-local General population-DNEL long-term for inhalation route-local

¹ Units for systemic exposure are mg/m³ for inhalation, and mg/kg bw for oral and dermal exposure

² Units for local effects are mg/m³ for inhalation; and for dermal exposure: mg/cm² skin, mg/person/day (e.g., calculated based on the deposited amount per cm² times the actually exposed body area), or a measure of concentration (% or ppm)

³ General population includes consumers and humans via the environment. In rare cases it may also be relevant to derive a DNEL for specific subpopulations, such as children.

WHO

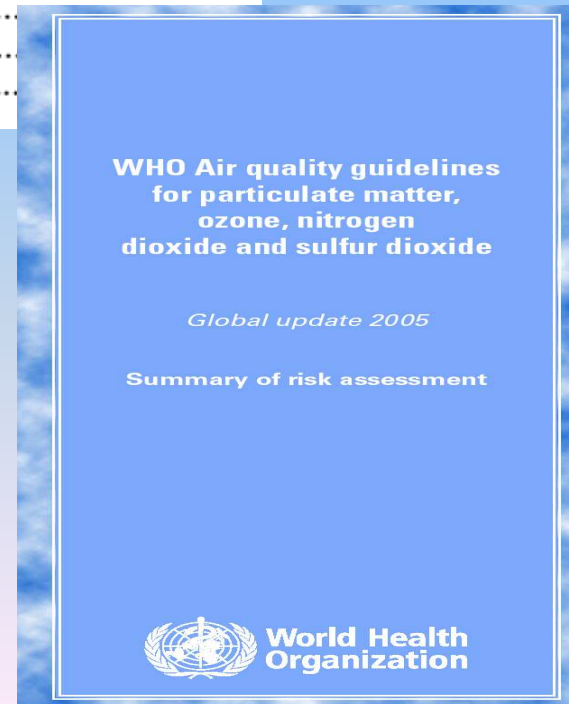


5.1	Acrylonitrile
5.2	Benzene
5.3	Butadiene
5.4	Carbon disulfide
5.5	Carbon monoxide
5.6	1,2-Dichloroethane
5.7	Dichloromethane
5.8	Formaldehyde
5.9	Polycyclic aromatic hydrocarbons
5.10	Polychlorinated biphenyls
5.11	Polychlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans ..
5.12	Styrene
5.13	Tetrachloroethylene
5.14	Toluene
5.15	Trichloroethylene
5.16	Vinyl chloride

6.1	Arsenic
6.2	Asbestos
6.3	Cadmium
6.4	Chromium
6.5	Fluoride
6.6	Hydrogen sulfide
6.7	Lead
6.8	Manganese
6.9	Mercury
6.10	Nickel
6.11	Platinum
6.12	Vanadium

7.1	Nitrogen dioxide
7.2	Ozone and other photochemical oxidants
7.3	Particulate matter
7.4	Sulfur dioxide

8.1	Environmental tobacco smoke ..
8.2	Man-made vitreous fibres
8.3	Radon



CONFERENZA STATO-REGIONI accordo 27 settembre 2001

1. La qualità dell'aria "indoor" (IAQ)

L'espressione "ambiente "indoor"" è riferita agli ambienti confinati di vita e di lavoro non industriali (per quelli industriali vige una specifica normativa restrittiva), ed in particolare, a quelli adibiti a dimora, svago, lavoro e trasporto. Secondo questo criterio, il termine "ambiente "indoor"" comprende: le abitazioni, gli uffici pubblici e privati, le strutture comunitarie (ospedali, scuole, caserme, alberghi, banche, ecc.), i locali destinati ad attività ricreative e/o sociali (cinema, bar, ristoranti, negozi, strutture sportive, ecc.) ed infine i mezzi di trasporto pubblici e/o privati (auto, treno, aereo, nave, ecc.).

Inquinanti chimici: Ossidi di azoto; Ossidi di zolfo; monossido di carbonio, particolato, ozono, amianto, composti organici volatili, formaldeide, IPA, fumo di tabacco, fumo di legna, fibre minerali sintetiche, antiparassitari

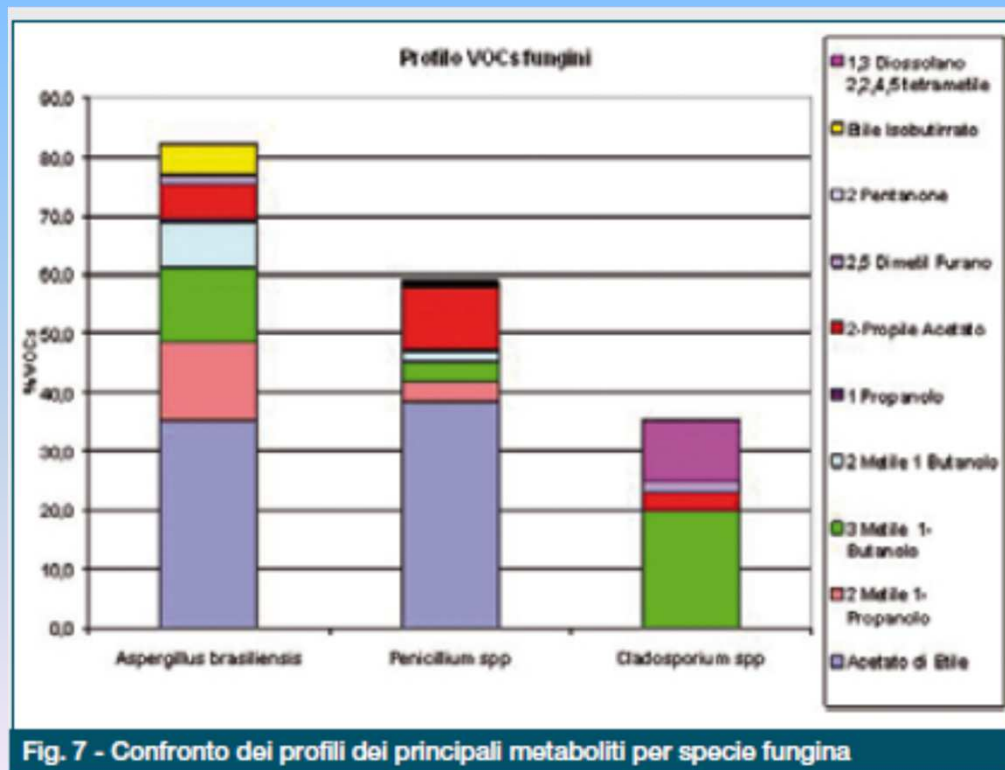
**HOME
SWEET HOME**



Altra documentazione indoor

ACCORDO 18 novembre 2010

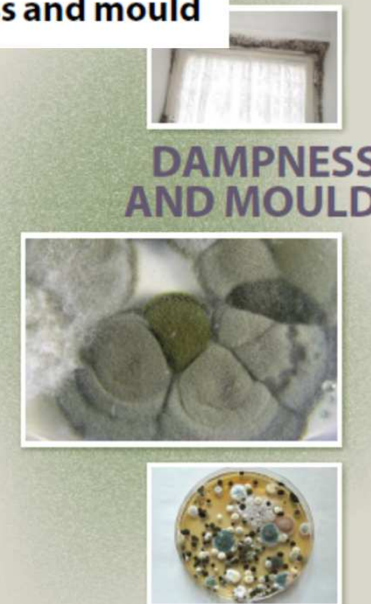
Accordo, ai sensi dell'articolo 9 del decreto legislativo 27 agosto 1997, n. 281, tra Governo, regioni, province autonome di Trento e Bolzano, province, comuni e comunita' montane concernente «Linee di indirizzo per la prevenzione nelle scuole dei fattori di rischio indoor per allergie ed asma». (Repertorio atti n. 124/CU). (11A00177)



WHO guidelines
for indoor air quality:
dampness and mould



EUROPE



Modalità di campionamento indoor

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

ISSN 1123-3117

Rapporti ISTISAN
13/4

Strategie di monitoraggio
dei composti organici volatili (COV) in ambiente *indoor*

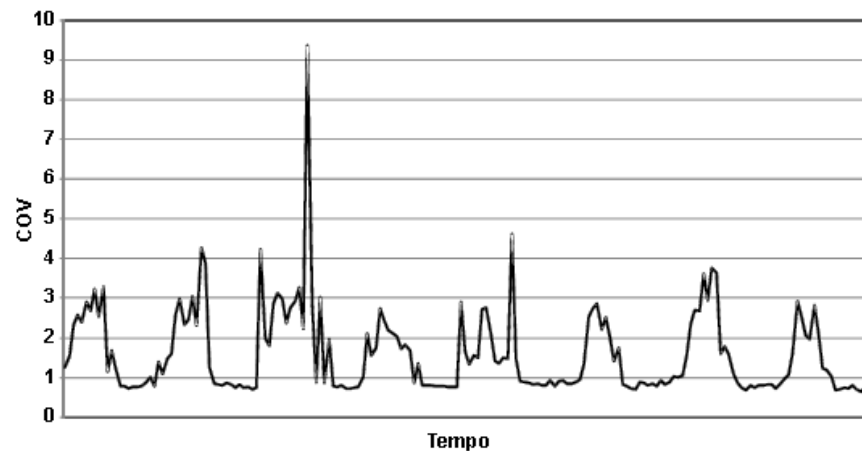


Figura 5. Esempio di profilo emissivo di COV rilevato mediante rivelatore a fotoionizzazione (PID)

Gruppo di lavoro ISS

Rapporti ISTISAN Inquinamento Indoor	
Rapporti ISTISAN 13/4	Strategie di monitoraggio dei Composti Organici Volatili (COV) in ambiente <i>indoor</i>
Rapporti ISTISAN 13/37	Strategie di monitoraggio dell'inquinamento di origine biologica dell'aria in ambiente <i>indoor</i>
Rapporti ISTISAN 13/39	Workshop. Problematiche relative all'inquinamento <i>indoor</i> : attuale situazione in Italia. Istituto Superiore di Sanità. Roma, 25 giugno 2012. Atti
Rapporti ISTISAN 15/4	Workshop. La qualità dell'aria indoor: attuale situazione nazionale e comunitaria. L'esperienza del Gruppo di Studio Nazionale Inquinamento <i>Indoor</i> . Istituto Superiore di Sanità. Roma, 28 maggio 2014. Atti
Rapporti ISTISAN 15/5	Strategie di monitoraggio per determinare la concentrazione di fibre di amianto e fibre artificiali vetrose aerodisperse in ambiente <i>indoor</i>
Rapporti ISTISAN 15/25	Parametri microclimatici e inquinamento <i>indoor</i>
Rapporti ISTISAN 16/15	Presenza di CO ₂ e H ₂ S in ambienti <i>indoor</i> : conoscenze attuali e letteratura scientifica in materia
Rapporti ISTISAN 16/16	Strategie di monitoraggio del materiale particolato PM ₁₀ e PM _{2,5} in ambiente <i>indoor</i> : caratterizzazione dei microinquinanti organici e inorganici
Vademecum: L'aria nella nostra casa: come migliorarla?	