

La Settimana dell'Ambiente Veneto

Convegno: Polveri fini e strategie di riduzione

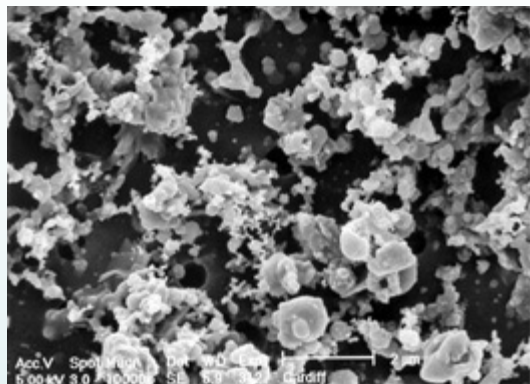
PM10 e PM2.5: DEFINIZIONI, EFFETTI SULLA SALUTE, LEGISLAZIONE COMUNITARIA E NAZIONALE

Erika Baraldo

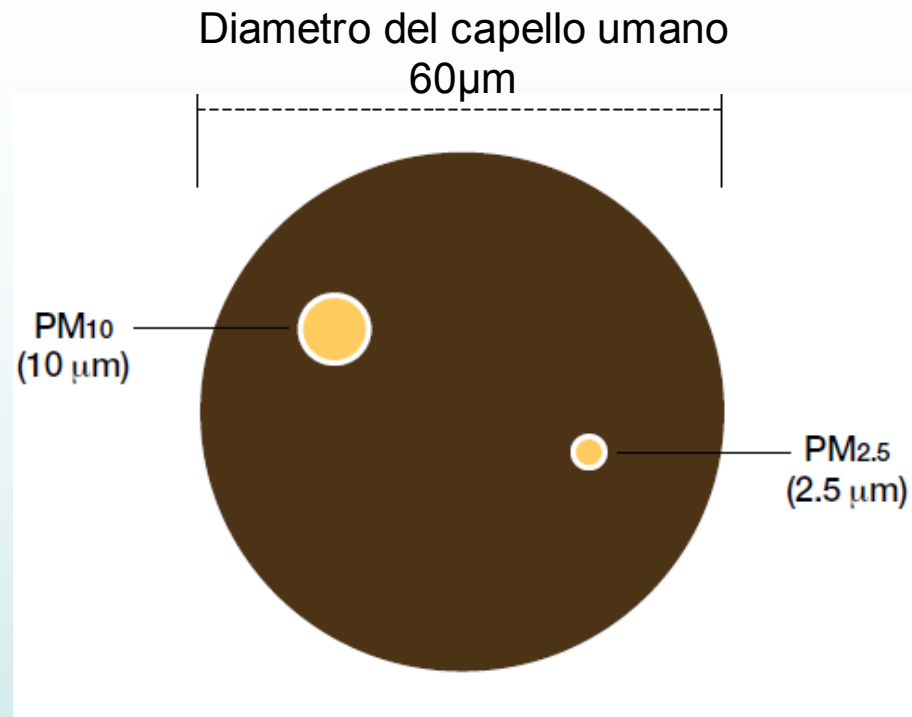
ARPAV – Servizio Osservatorio Regionale Aria

- **Tutto il Veneto nella morsa del PM10.** Ufficio Stampa Legambiente Veneto, 08/02/2011
- **Smog, è allarme Pm 10.** Il mattino di Padova, 24/01/2012
- **E' pronta l'ordinanza anti Pm 10.** La Tribuna di Treviso, 30/01/2012
- **Vicenza, pm10 inarrestabili.** Il giornale di Vicenza, 09/02/2011
- **Smog fuori controllo: già superati i 35 giorni di superamento dei livelli di Pm10.** Il Gazzettino di Venezia e Mestre, 28/04/2010
- **Smog: a Belluno e Feltre pm10 alle stelle da una settimana.** Corriere delle Alpi, 02/02/2010
- **«Le centraline fiutano Pm10».** L'Arena di Verona, 06/12/2011
- **Salute a rischio a causa delle polveri sottili.** Rovigooggi.it, 05/04/2012

Quale informazione sulle POLVERI FINI?



PM_x: dall'inglese *Particulate Matter*, o materiale particolato, seguito dal numero che indica il diametro massimo delle particelle. Consiste in una miscela di particelle solide e liquide con dimensioni comprese tra 0,005 μm e 50-150 μm ; è costituito da una miscela di elementi e composti quali carbonio, piombo, nichel, nitrati, solfati, composti organici, frammenti di suolo, ecc.



PM₁₀: il materiale particolato che penetra attraverso un ingresso dimensionale selettivo conforme al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM₁₀, con un'efficienza di penetrazione del 50 per cento per materiale particolato di un diametro aerodinamico di 10 μm .

PM_{2.5}: il materiale particolato che penetra attraverso un ingresso dimensionale selettivo conforme al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM_{2.5}, con un'efficienza di penetrazione del 50 per cento per materiale particolato di un diametro aerodinamico di 2.5 μm .

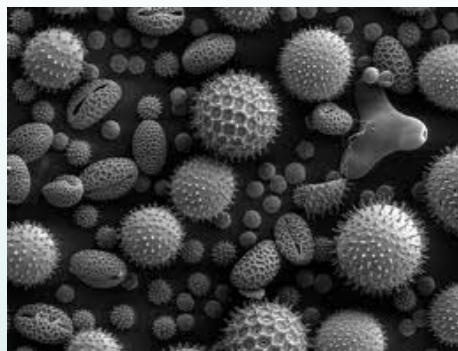
Principali fonti emissive di particolato

PM_x = INQUINANTE PRIMARIO + SECONDARIO

emesso direttamente in atmosfera

Sorgenti naturali

- aerosol marino
- incendi
- microrganismi
- pollini e spore
- erosione di rocce
- eruzioni vulcaniche



formato in atmosfera come risultato di reazioni chimiche con altri composti



Sorgenti antropiche

- emissioni della combustione dei motori (veicoli, aeroplani, navi)
- emissioni del riscaldamento domestico (in particolare gasolio, carbone e legna)
- residui dell'usura del manto stradale, dei freni e delle gomme delle vetture
- emissioni di impianti industriali
- lavorazioni agricole
- inceneritori e centrali elettriche

Costituiscono
un'elevata
frazione del
PM totale



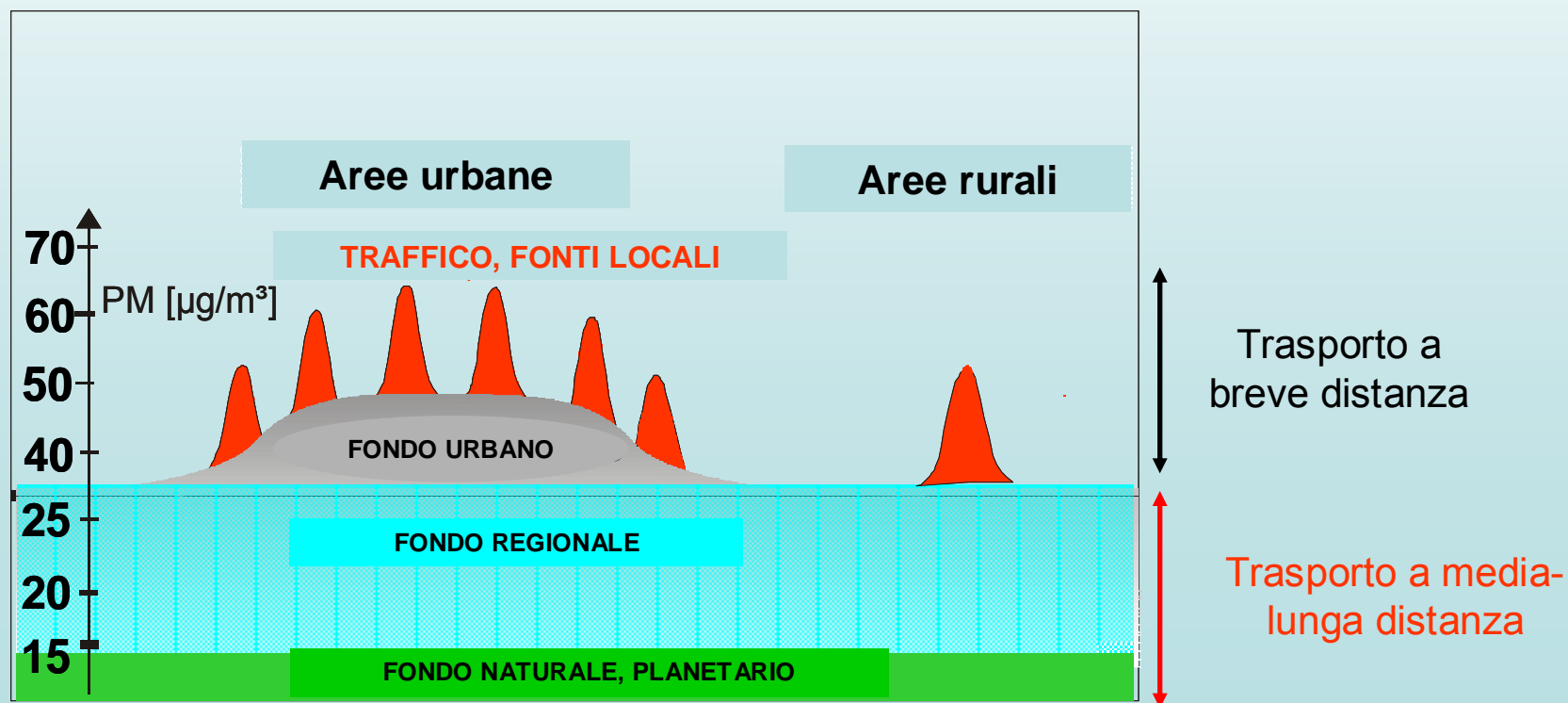
Tempo di permanenza

Varia da pochi minuti a diversi giorni in funzione delle dimensioni del particolato e dello strato atmosferico interessato. Il particolato può essere trasportato anche a lunghe distanze (inquinamento transfrontaliero).

Modalità di rimozione

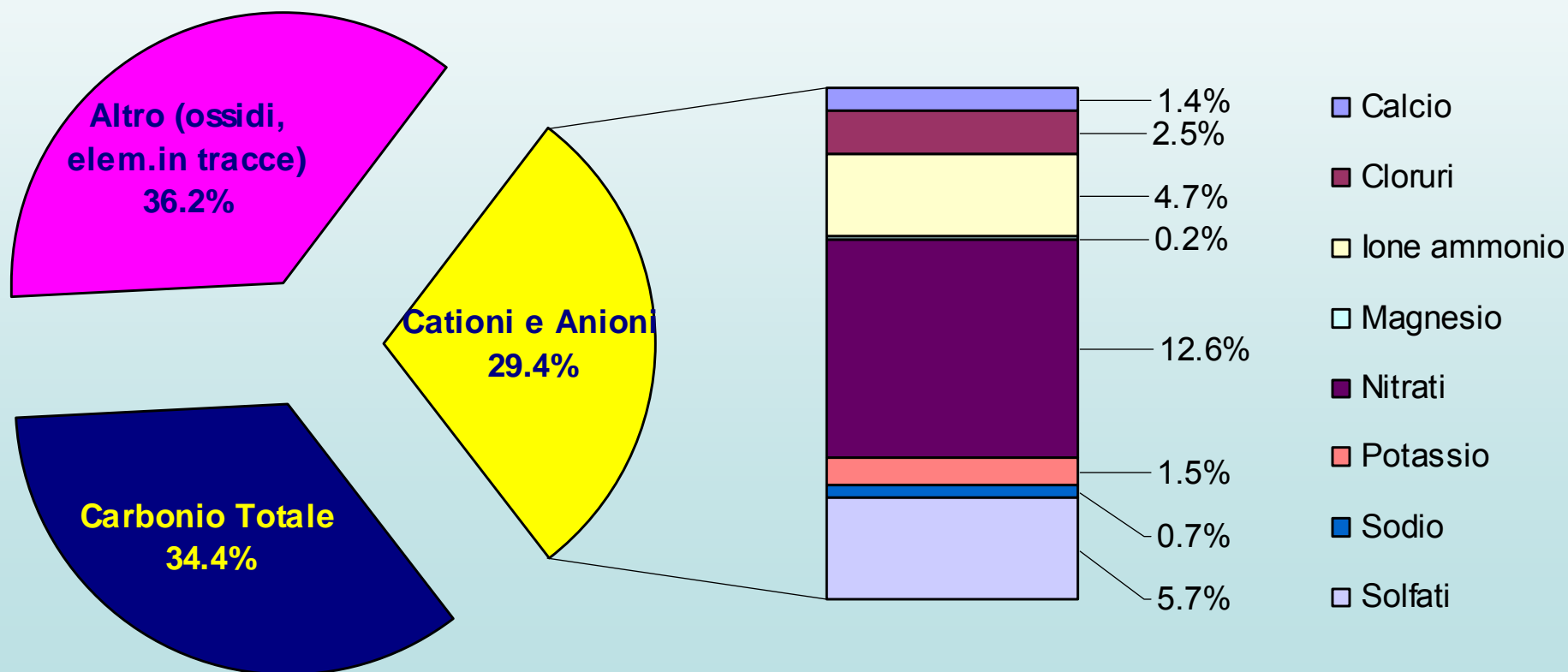
Può avvenire per via secca mediante la sedimentazione gravitazionale delle particelle e la coagulazione con altre particelle, oppure per via umida mediante le precipitazioni.

Distribuzione areale



Specifiche analisi di laboratorio sul particolato depositato su filtro possono fornire informazioni utili ad indagarne la possibile provenienza ed i processi che stanno alla base della sua formazione in atmosfera.

Il PM_x risulta costituito da **cationi ed anioni inorganici solubili**, da una **frazione carboniosa** e da **altri composti** (ossidi, elementi in tracce, componente residua).



Valori medi percentuali rilevati durante il periodo invernale in un sito di pianura

- **Nitrato, solfato, ammonio** sono alla base della componente secondaria dell'aerosol (frazione di composti adsorbiti sul particolato che si formano in atmosfera in seguito a processi fisico-chimici a partire da precursori gassosi). Lo ione nitrato è predominante nel periodo invernale mentre il solfato, la cui formazione è connessa all'attività fotochimica, è generalmente più abbondante durante i mesi estivi.
- **Calcio e magnesio** sono solitamente legati alla componente geologica e pedologica del territorio.
- **Cloruro e sodio**, di solito presenti nei mesi invernali, possono essere messi in relazione con lo spargimento di sale sul fondo stradale.
- La **componente carboniosa** prevale in inverno e indica la presenza di composti organici, precedentemente emessi come gas, condensati sul particolato. Tale processo è originato da fenomeni di combustione da fonti antropiche (traffico, industria, riscaldamento) e naturali (incendi). Può essere distinta in:
 - **carbonio elementare** (EC): inquinante primario emesso direttamente dai processi di combustione, ha una struttura grafitica;
 - **carbonio organico** (OC): composto da idrocarburi, acidi organici, aldeidi, chetoni, ecc. che possono essere di origine primaria e/o secondaria. I primari vengono emessi dai processi di combustione, i secondari si formano per condensazione di sostanze volatili, per adsorbimento di specie gassose sulle particelle e per reazioni chimiche durante gli episodi di smog fotochimico.



Le particelle di PMx intrappolano **microinquinanti** dannosi per la salute umana.

Una maggiore superficie specifica (PM_{2.5}) aumenta l'assorbimento sul particolato delle sostanze tossiche quali gli **idrocarburi policiclici aromatici** ed i **metalli pesanti**.

IPA

Idrocarburi Policiclici Aromatici
-Benzo[a]pirene -

Vengono prodotti dalla combustione incompleta di materiale organico e derivano dall'uso di olio combustibile, gas, carbone e legno nella produzione di energia.

Fonti

Le principali fonti di origine antropica sono rappresentate dalle emissioni veicolari, dagli impianti termici, dalle centrali termoelettriche e dagli inceneritori.

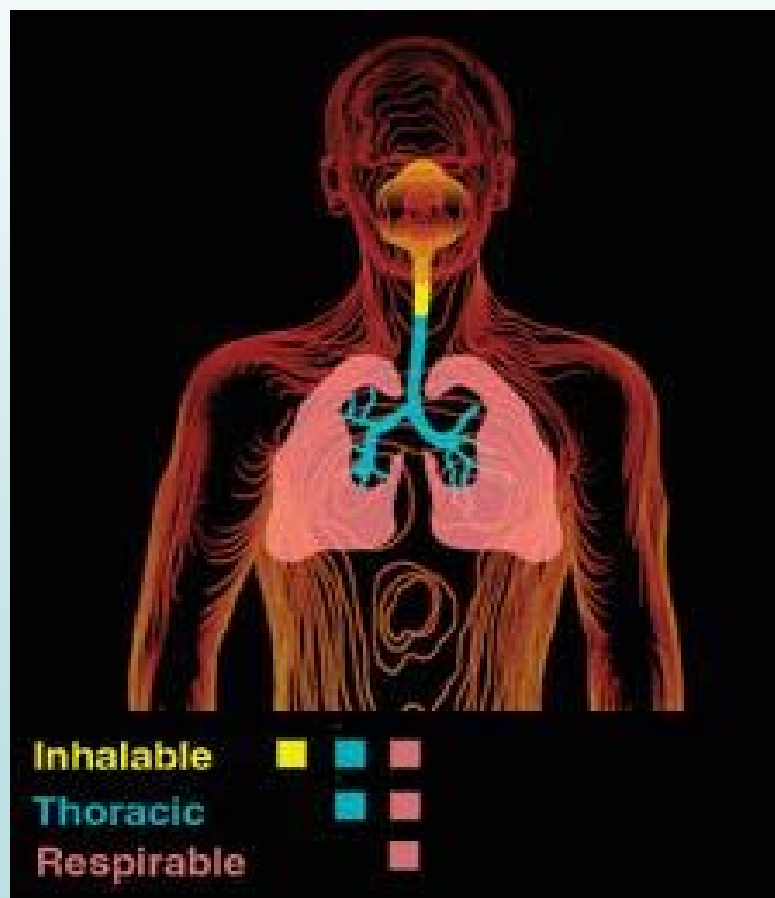
Metalli pesanti

Piombo, Arsenico, Nichel, Cadmio, Mercurio

Fonti

Le fonti antropiche responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli sono principalmente l'attività mineraria, le fonderie e le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola. Per il piombo, le fonti antropiche derivano dalla combustione del carbone e dell'olio combustibile, dai processi di estrazione e lavorazione dei minerali che lo contengono, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti.

Le **polveri totali** vengono generalmente distinte in tre classi dimensionali corrispondenti alla capacità di penetrazione nelle vie respiratorie, da cui dipende l'intensità degli effetti nocivi.



PM10 - frazione inalabile

Particolato formato da particelle con diametro $< 10 \mu\text{m}$, in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (naso, faringe e laringe).

PM2.5 - frazione toracica

Particolato formato da particelle con diametro $< 2.5 \mu\text{m}$, in grado di penetrare nel tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi, bronchioli).

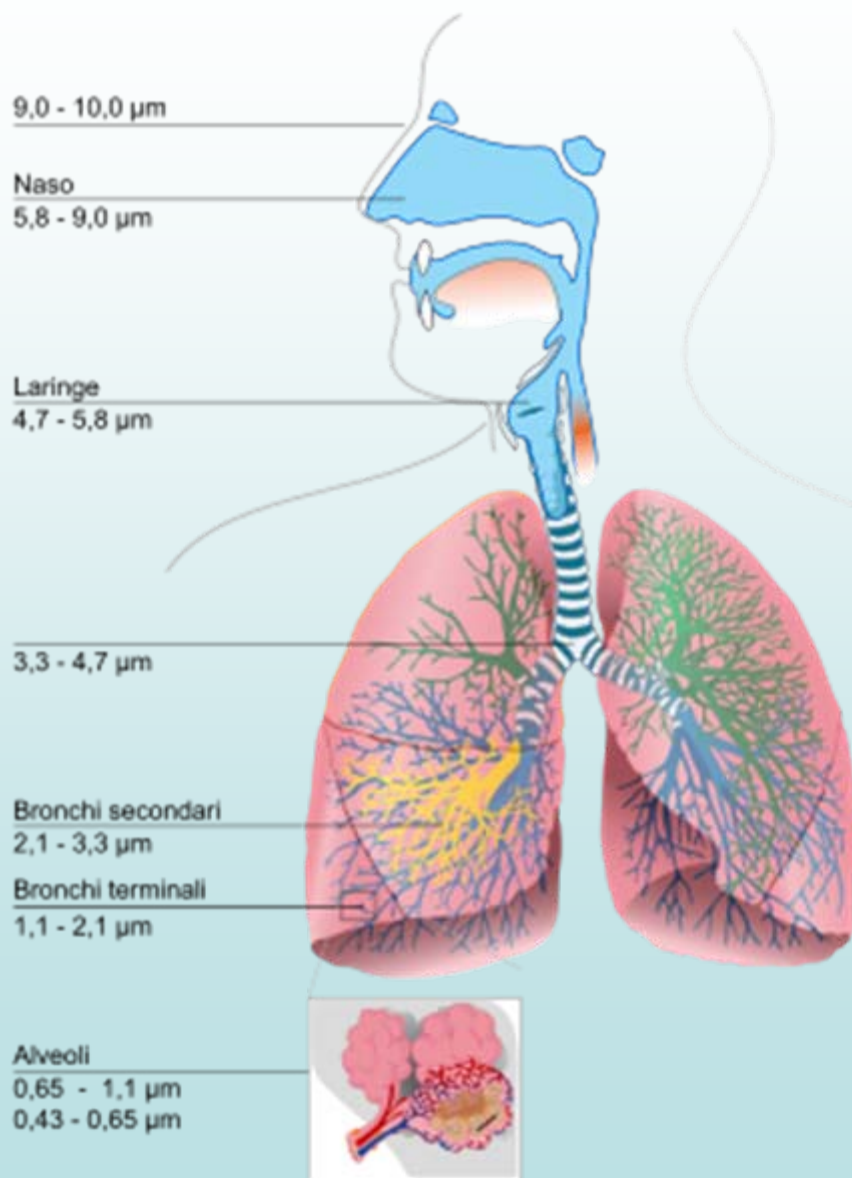
PM0.1 - frazione respirabile

Particolato ultrafine formato da particelle con diametro $< 0.1 \mu\text{m}$, in grado di penetrare profondamente nei polmoni fino agli alveoli.

	Effetti a breve termine	Effetti a lungo termine
Definizione	gli effetti osservabili a pochi giorni di distanza dai picchi di inquinamento	gli effetti osservabili dopo esposizioni di lunga durata e a distanza di anni dall'inizio dell'esposizione
Tipologie	<ul style="list-style-type: none">• insorgenza di sintomi acuti (dispnea, tosse, respiro sibilante, produzione di catarro, infezioni respiratorie)• variazioni della funzione polmonare• aggravamento di patologie cardiovascolari e respiratorie• ospedalizzazioni per patologie cardiovascolari e respiratorie• mortalità respiratoria, cardiovascolare	<ul style="list-style-type: none">• aumento di incidenza e prevalenza di malattie respiratorie croniche (asma, BPCO) e malattie cardiovascolari croniche• variazioni permanenti nella funzione respiratoria• problemi di crescita del feto (basso peso alla nascita, ritardo della crescita intrauterina)• tumore polmonare• mortalità respiratoria, cardiovascolare

Soggetti maggiormente sensibili agli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico

- soggetti che presentano maggiore suscettibilità per fattori genetici innati o per uno sviluppo incompleto delle funzioni fisiologiche (bambini)
- soggetti che presentano maggiore suscettibilità perché affetti da malattie cardiovascolari, respiratorie (asma, BPCO, polmonite) o diabete, che comportano alterazioni funzionali tali da favorire un danno maggiore per esposizione agli inquinanti atmosferici
- soggetti esposti ad altre sostanze tossiche (es. in ambiente di lavoro), i cui effetti potrebbero sommarsi o interagire con quelli degli inquinanti atmosferici
- soggetti esposti ad alte concentrazioni di inquinanti atmosferici, perché residenti in zone con alta densità di traffico o per motivi lavorativi (per esempio, vigili urbani, autisti di mezzi pubblici)
- soggetti sovrappeso od obesi hanno un aumentato rischio di diabete (oltre a ipertensione arteriosa, ipercolesterolemia, riduzione della capacità polmonare totale) e conseguentemente di mortalità



PMx

- irritante
- mutageno
- genotossico
- cancerogeno

IPA

- genotossico
- cancerogeno
- azione sinergica con PMx

PMx

Veicola nell'organismo altri microinquinanti, come metalli e IPA. Può causare danni respiratori, danni al DNA, processi infiammatori associati a infarto del miocardio e aritmie.

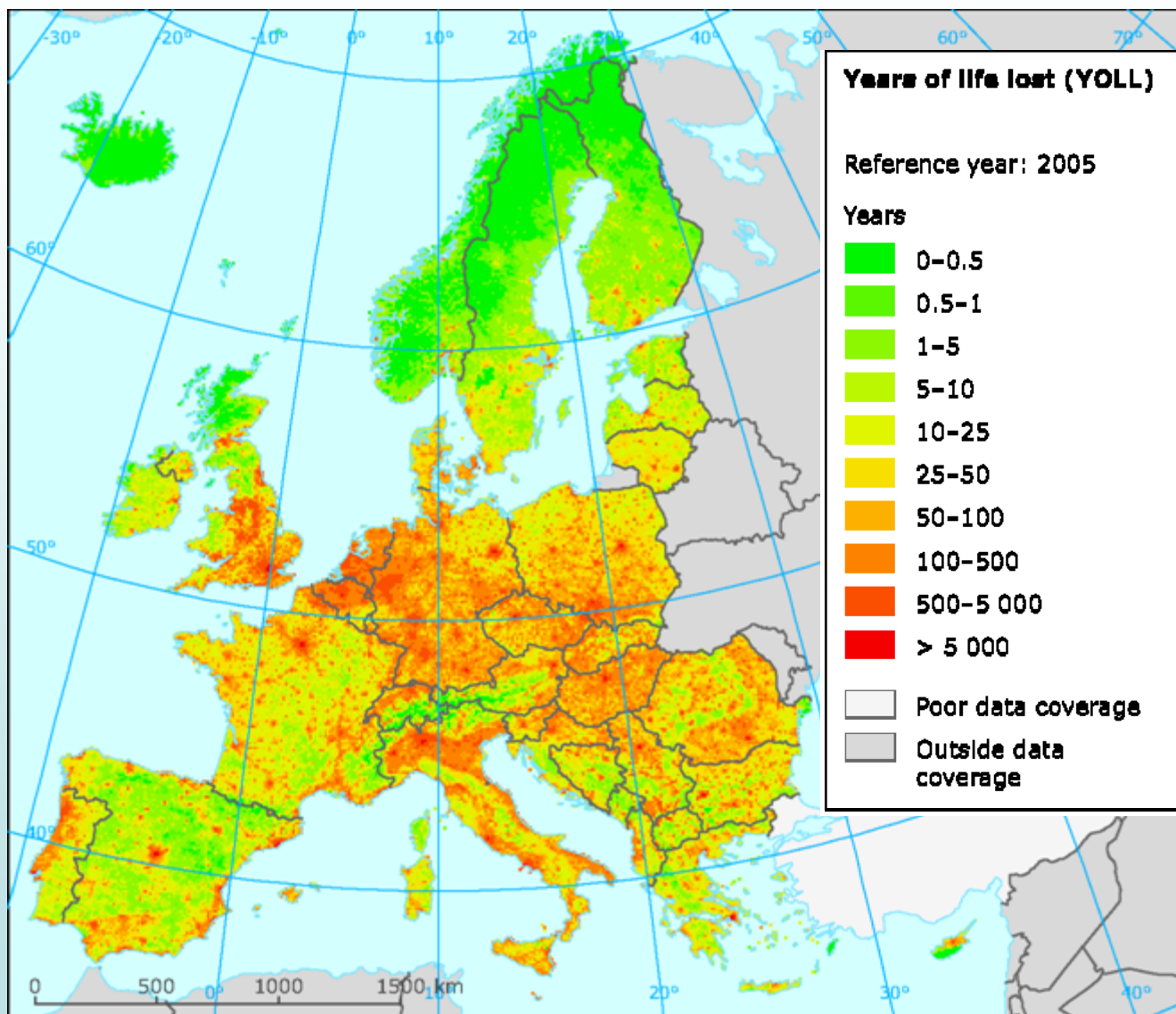
PM0.1 e PM2.5

Producono radicali liberi, causando danni alle membrane lipidiche, alle proteine e al DNA. I radicali liberi causano infiammazioni polmonari, possono danneggiare lo sviluppo polmonare e causare la BPCO (broncopneumopatia cronico ostruttiva), l'asma e la fibrosi cistica.

Nei bambini

Il PMx aggrava l'asma, aumenta i sintomi, l'uso di farmaci, i ricoveri e le visite al pronto soccorso per asma e riduce la funzionalità polmonare. Anche lo sviluppo polmonare ne risente.

Un indicatore degli effetti sulla salute del PM2.5



L'inquinamento da PM2.5 può essere associato ad approssimativamente 500'000 morti premature nel 2005, che corrispondono a circa 5 milioni di anni di vita persi (years of life lost, YOLL).

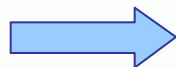
Concentrazioni medie annuali

	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Basis for the selected level
Interim target-1 (IT-1)	70	35	These levels are associated with about a 15% higher long-term mortality risk relative to the AQG level.
Interim target-2 (IT-2)	50	25	In addition to other health benefits, these levels lower the risk of premature mortality by approximately 6% [2–11%] relative to the IT-1 level.
Interim target-3 (IT-3)	30	15	In addition to other health benefits, these levels reduce the mortality risk by approximately 6% [2–11%] relative to the IT-2 level.
Air quality guideline (AQG)	20	10	These are the lowest levels at which total, cardiopulmonary and lung cancer mortality have been shown to increase with more than 95% confidence in response to long-term exposure to PM _{2.5} .

Concentrazioni su 24h

	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Basis for the selected level
Interim target-1 (IT-1)	150	75	Based on published risk coefficients from multi-centre studies and meta-analyses (about 5% increase of short-term mortality over the AQG value).
Interim target-2 (IT-2)	100	50	Based on published risk coefficients from multi-centre studies and meta-analyses (about 2.5% increase of short-term mortality over the AQG value).
Interim target-3 (IT-3)*	75	37.5	Based on published risk coefficients from multi-centre studies and meta-analyses (about 1.2% increase in short-term mortality over the AQG value).
Air quality guideline (AQG)	50	25	Based on relationship between 24-hour and annual PM levels.

1996/62/CE



D. Lgs. 351/1999 - Valutazione e gestione della qualità dell'aria

Direttiva MADRE

Direttive FIGLIE

1999/30/CE

2000/69/CE

2002/3/CE

2004/107/CE

2008/50/CE



- Biossido di zolfo;
- Ossidi di azoto;
- **PM10**;
- Piombo.

- Monossido di carbonio;
- Benzene.

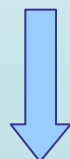
- Ozono.

Microinquinanti su PM10:

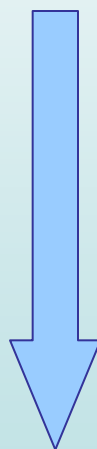
- Benzo(a)pirene;
- Arsenico;
- Cadmio;
- Nichel;
- Mercurio.

- Fornisce nuovi obiettivi di qualità e scadenze per gli inquinanti delle prime 3 direttive figlie;
- Introduce la valutazione dei livelli del **PM2.5**.

Recepimento delle direttive europee da parte dell'Italia



**D.M.
60/2002**



**D. Lgs.
183/2004**



**D. Lgs.
152/2007**



**D. Lgs.
155/2010**

La legislazione mira a raggiungere **obiettivi significativi a lungo termine**.

→ **Riduzione progressiva dell'inquinamento.**

Viene stabilito un valore limite da raggiungere entro una data prefissata, con **traguardi intermedi** decrescenti (valore limite + margine di tolleranza), oppure un valore obiettivo da perseguire nel lungo periodo.

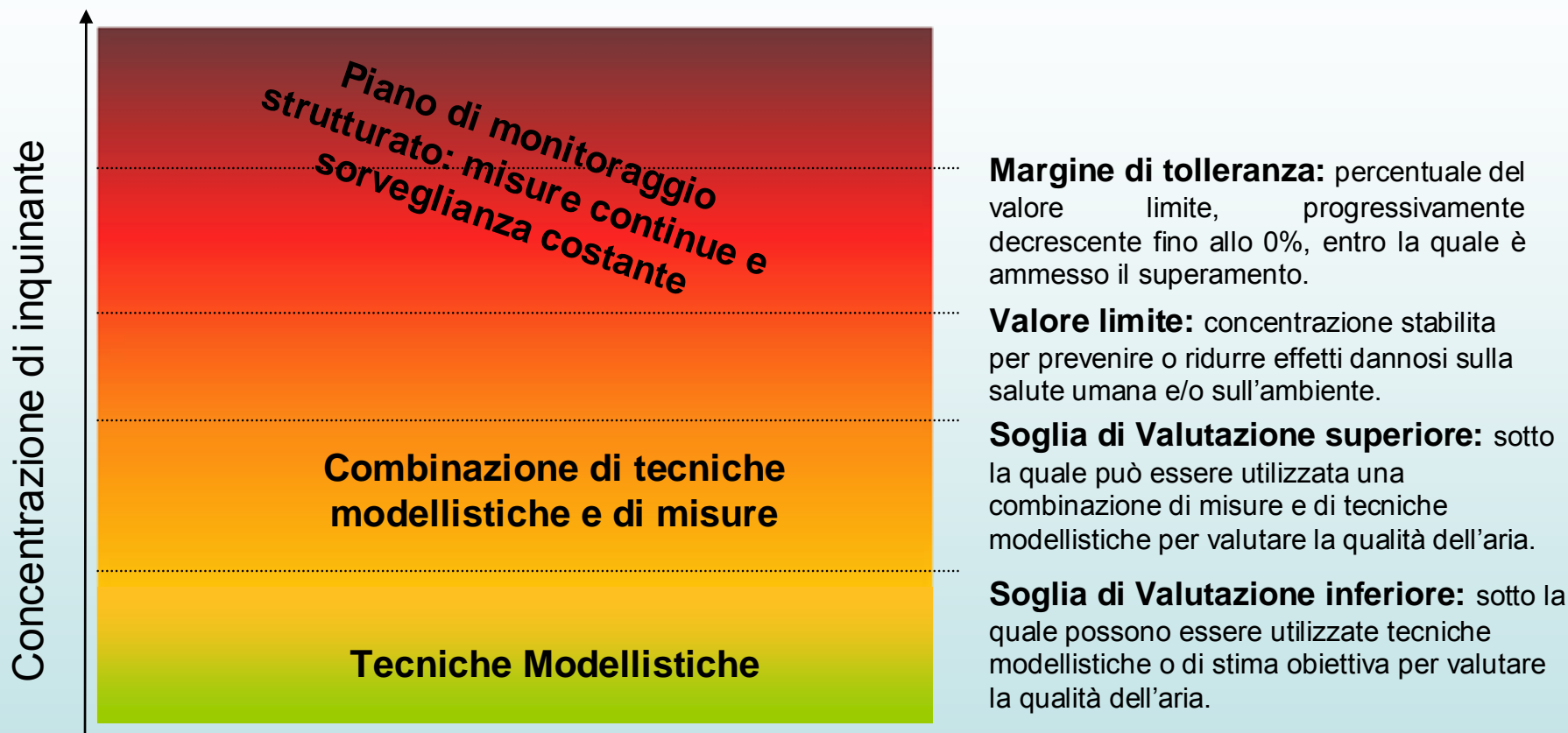
→ **Riduzione mirata dell'inquinamento.**

Vengono stabilite delle soglie di valutazione (inferiori al valore limite) per descriminare se alcuni parametri al di sotto del valore limite debbano continuare a essere monitorati o possano essere valutati con metodi indicativi/modellistici. Ciò permette di **concentrare l'attenzione verso gli inquinanti più critici**.

→ **Riduzione continua dell'inquinamento.**

Al raggiungimento di una scadenza temporale, la Commissione europea di norma emana nuove direttive con **obiettivi più ambiziosi**, al fine di attuare un miglioramento continuo della qualità dell'aria. Inoltre viene sempre posta **particolare attenzione ai nuovi possibili inquinanti da monitorare** (es. microinquinanti - Direttiva 2004/107/CE o PM2.5 - Direttiva 2008/50/CE).

La Legislazione ambientale europea stabilisce diversi target che identificano differenti stati di qualità dell'aria e corrispondono ad adeguate misure di monitoraggio/controllo.



Valore obiettivo: concentrazione di un inquinante nell'aria ambiente stabilita al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti dannosi per la salute umana e dell'ecosistema che deve essere raggiunta entro una data prefissata, anche a lungo termine.

•“...considerando che diversi tipi di particelle possono avere effetti nocivi differenti sulla salute umana; che è stato dimostrato che i rischi per la salute umana associati all'esposizione di particelle originate dall'attività umana sono superiori a quelli associati all'esposizione alle particelle presenti naturalmente nell'aria; (Direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999)”

•“Il materiale particolato sottile (PM2.5) ha impatto molto negativo sulla salute umana. Finora, inoltre, non esiste una soglia identificabile al di sotto della quale il PM2.5 non rappresenti un rischio” (Direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa).

Direttiva 2008/50/CE D. Lgs. 155/2010	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore limite di 24h (da non superare più di 35 volte per anno civile)	50	-
Valore limite annuale	40	25 (al 2015)
Valore obiettivo	-	25 (al 01.01.10)

PM2.5 - Margine di tolleranza

2011: 28
2012: 27
2013: 26
2014: 26
2015: 25

Decisione di
esecuzione
della
Commissione
n. 850 del
12.12.2011

Altri indicatori per il PM2.5 da valutare a livello nazionale

- Indicatore di Esposizione Media (IEM): media su 3 anni di medie annuali in siti di fondo urbano.
- Obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione: calcolato a partire da IEM, deve raggiungere al massimo l'obiettivo di $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ al 2020.
- Obbligo di concentrazione dell'esposizione: $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ al 2015, da confrontare con IEM riferito agli anni 2013, 2014, 2015.

Linee guida WHO-2005 vs Direttiva 2008/50/CE

Concentrazioni medie annuali



	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2.5} (µg/m ³)	Basis for the selected level
Interim target-1 (IT-1)	70	35	These levels are associated with about a 15% higher long-term mortality risk relative to the AQG level.
Interim target-2 (IT-2)	50 40	25	In addition to other health benefits, these levels lower the risk of premature mortality by approximately 6% [2–11%] relative to the IT-1 level.
Interim target-3 (IT-3)	30	15	In addition to other health benefits, these levels reduce the mortality risk by approximately 6% [2–11%] relative to the IT-2 level.
Air quality guideline (AQG)	20	10	These are the lowest levels at which total, cardiopulmonary and lung cancer mortality have been shown to increase with more than 95% confidence in response to long-term exposure to PM _{2.5} .

Concentrazioni su 24h



	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2.5} (µg/m ³)	Basis for the selected level
Interim target-1 (IT-1)	150	75	Based on published risk coefficients from multi-centre studies and meta-analyses (about 5% increase of short-term mortality over the AQG value).
Interim target-2 (IT-2)	100	50	Based on published risk coefficients from multi-centre studies and meta-analyses (about 2.5% increase of short-term mortality over the AQG value).
Interim target-3 (IT-3)*	75	37.5	Based on published risk coefficients from multi-centre studies and meta-analyses (about 1.2% increase in short-term mortality over the AQG value).
Air quality guideline (AQG)	50	30	Based on relationship between 24-hour and annual PM levels.

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**