



Effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute

Ennio Cadum

***Dip.to Epidemiologia e salute
Ambientale***

ARPA Piemonte



Struttura della presentazione:

- 1. Mappe della situazione globale, europea, Italiana**
- 2. Metodi di studio degli effetti dell'inquinamento atmosferico**
- 3. Risultati dei principali studi storici sui rischi per la salute umana**
- 4. Aggiornamento sulle evidenze recenti**
- 5. Identificazione delle componenti più pericolose**
- 6. Quantificazione di impatto italiana, piemontese, torinese**

Diapositiva 2

EC1

Ennio Cadum; 09/02/2017



Struttura della presentazione:

- 1. Mappe della situazione globale, europea, Italiana**
- 2. Metodi di studio degli effetti dell'inquinamento atmosferico**
- 3. Risultati dei principali studi storici sui rischi per la salute umana**
- 4. Aggiornamento sulle evidenze recenti**
- 5. Identificazione delle componenti più pericolose**
- 6. Quantificazione di impatto italiana, piemontese, torinese**

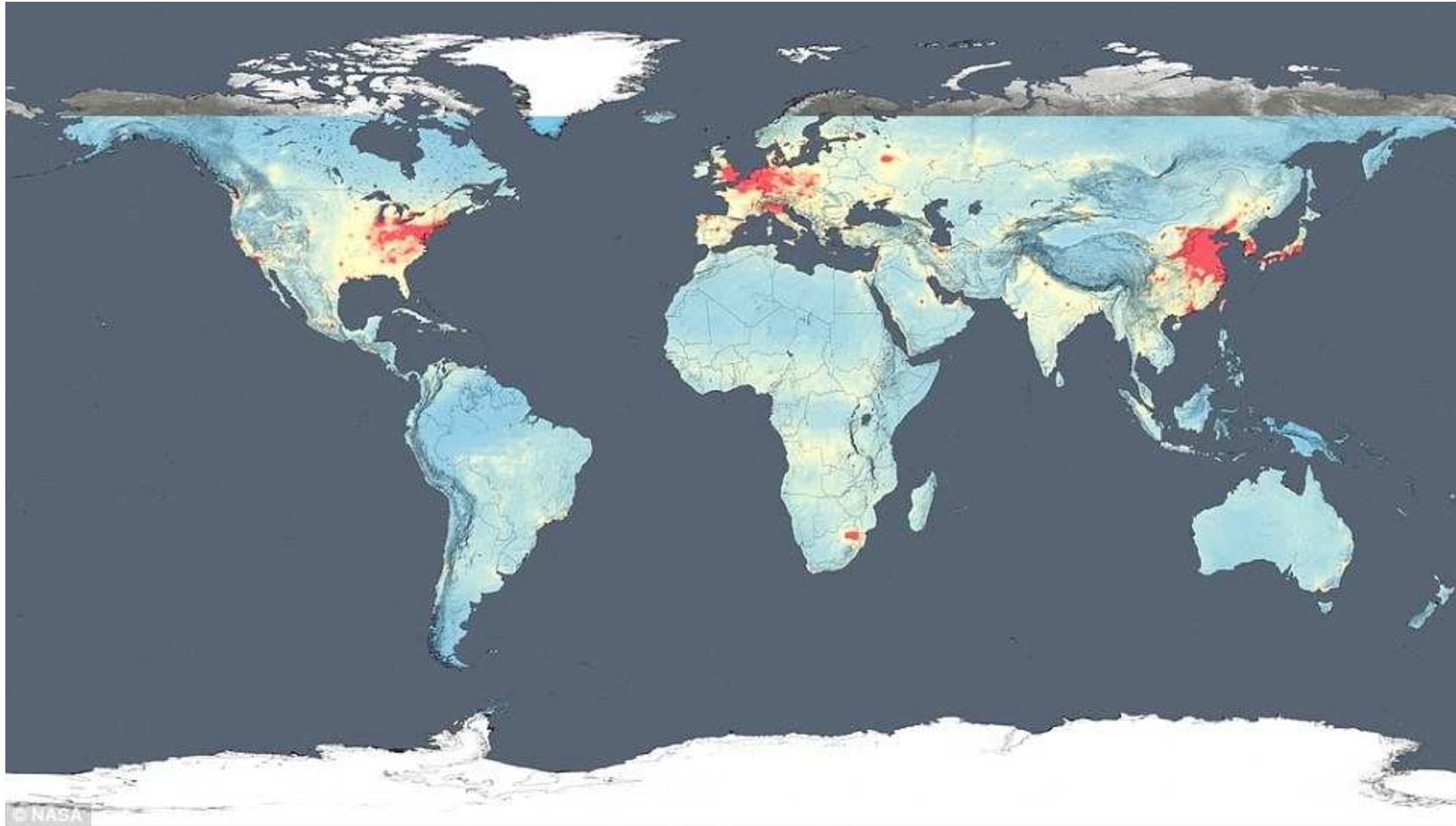
Diapositiva 3

EC1

Ennio Cadum; 09/02/2017

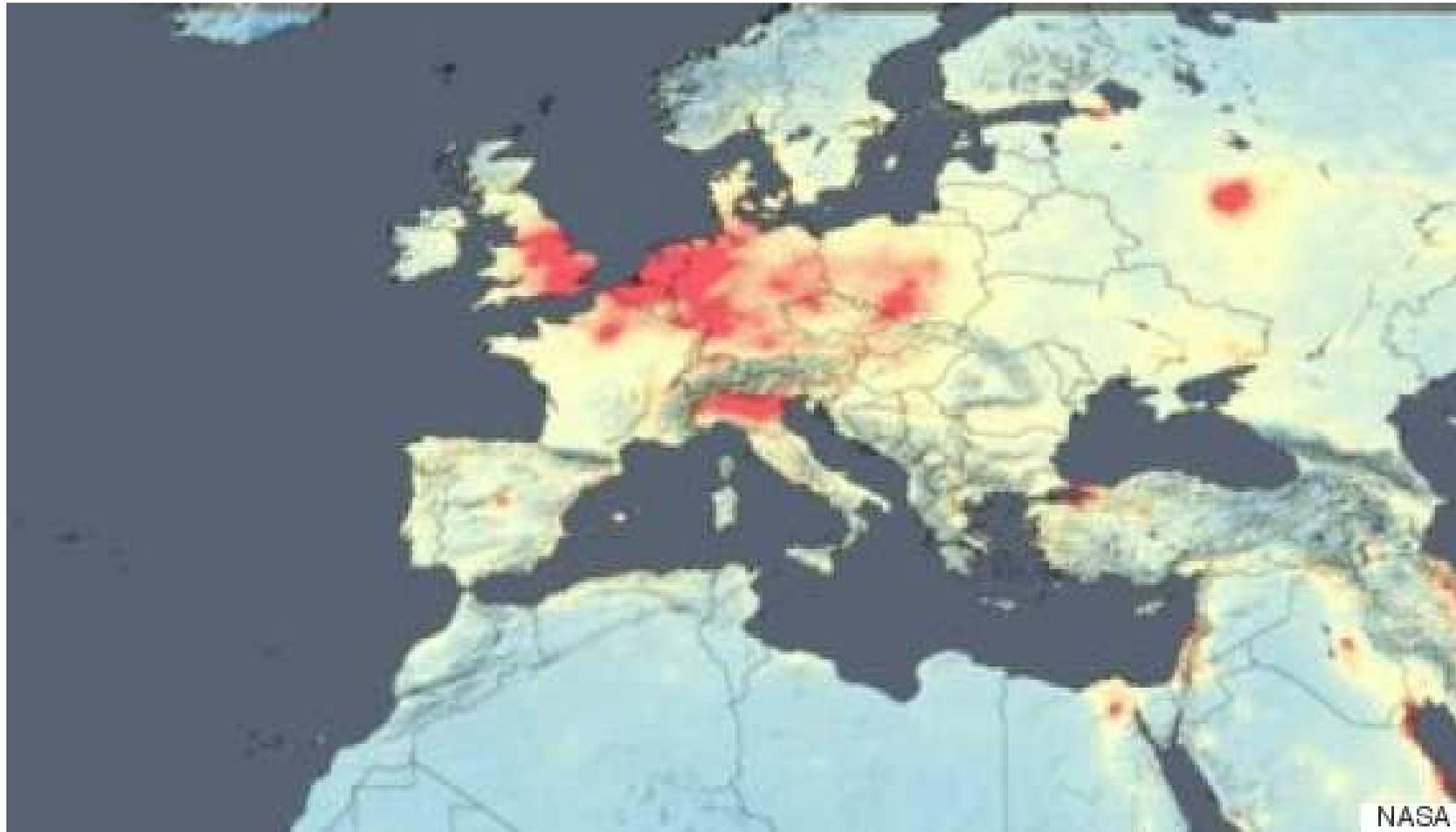


Mappa NASA 2014 dell'inquinamento atmosferico globale – NO₂



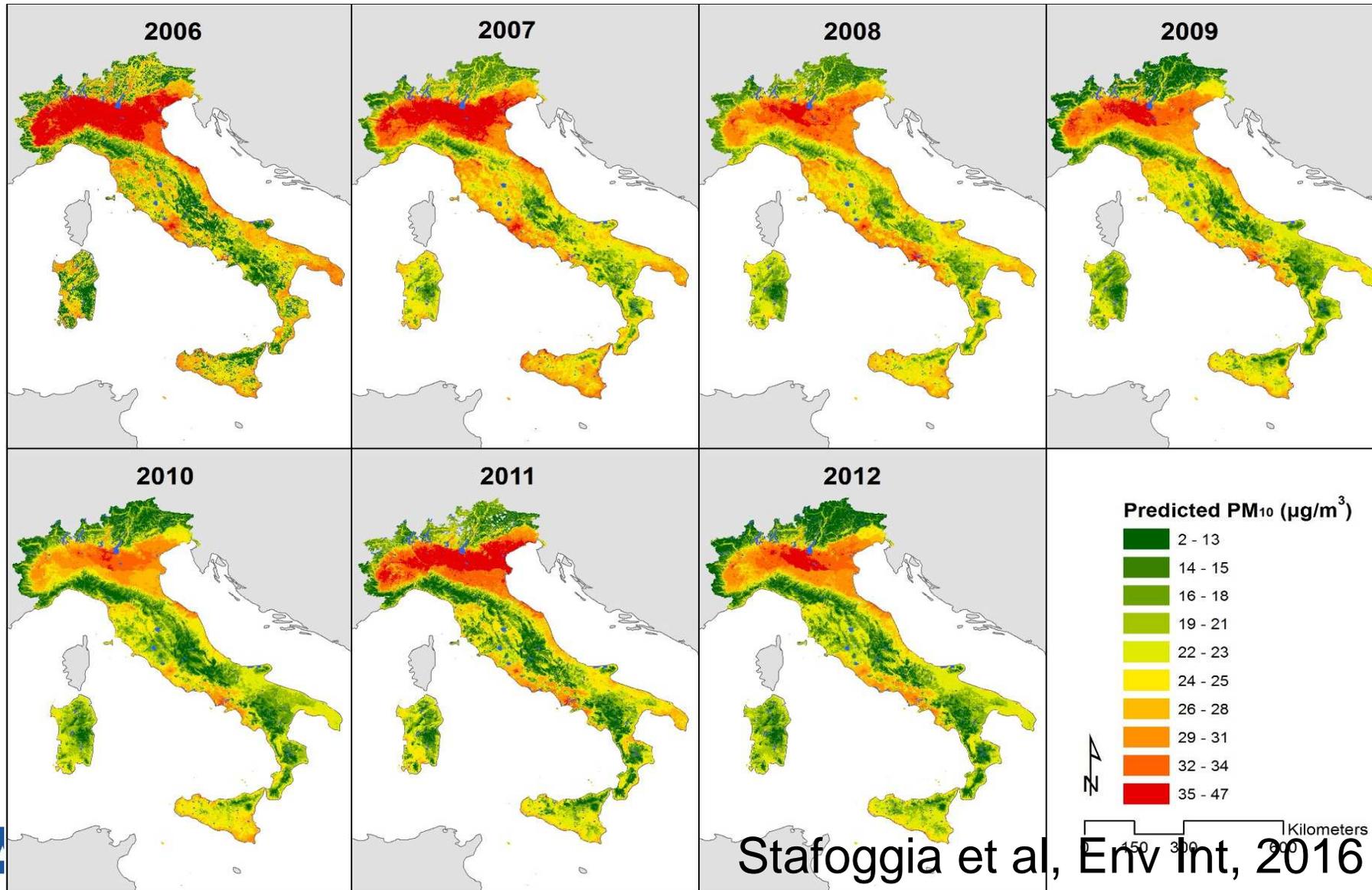


NO₂ in Europa (NASA 2014)



INQUINAMENTO ATMOSFERICO IN ITALIA, 2006-2012

Mappa del PM₁₀ in Italia ad alta risoluzione spazio-temporale con uso dei dati satellitari (1 Km grid)



Northern Italy – march 2005

Latitude: 44
Longitude: 10
Heading: 2
Altitude: 11



Italy (17/03/2005 @ 10.45)
Haze in northern Italy



Struttura della presentazione:

1. Mappe della situazione globale, europea, Italiana
2. **Metodi di studio degli effetti dell'inquinamento atmosferico**
3. Risultati dei principali studi storici sui rischi per la salute umana
4. Aggiornamento sulle evidenze recenti
5. Identificazione delle componenti più pericolose
6. Quantificazione di impatto italiana, piemontese, torinese

Diapositiva 8

EC1

Ennio Cadum; 09/02/2017



Gli effetti sulla salute dell'inquinamento possono essere

Acuti – effetti a breve termine

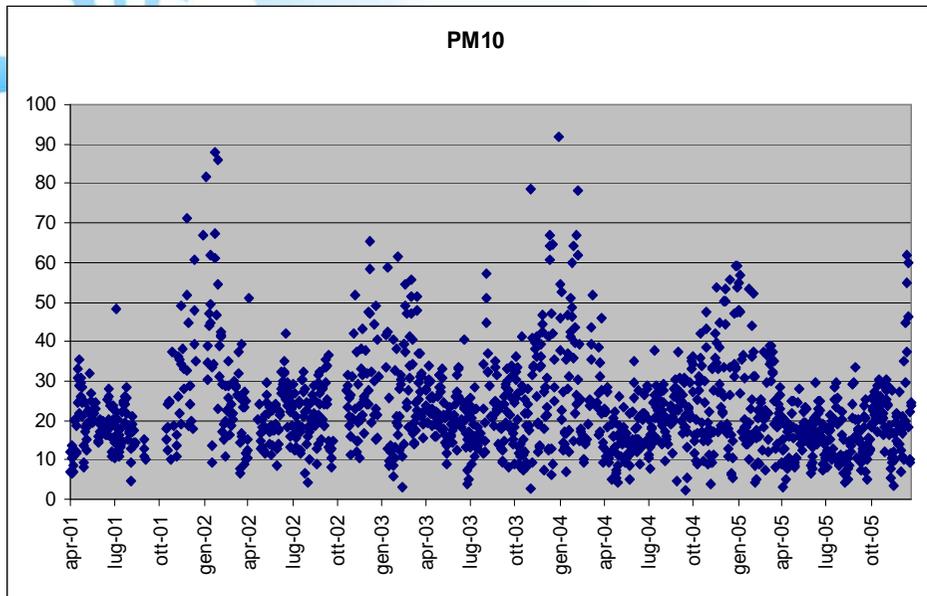
- ✓ legati a rapide variazioni dell'esposizione:
(incrementi della concentrazione giornaliera degli inquinanti),
- ✓ con latenza breve (0 – 5 giorni dall'esposizione)

Studi di serie temporali o case crossover

Cronici – effetti a lungo termine

- associati ad esposizioni prolungate nel tempo
(medie annuali dell'inquinante)
- che si manifestano a lunga distanza dall'esposizione
(da 1 a 10+ anni)

Studi di follow-up (coorte)



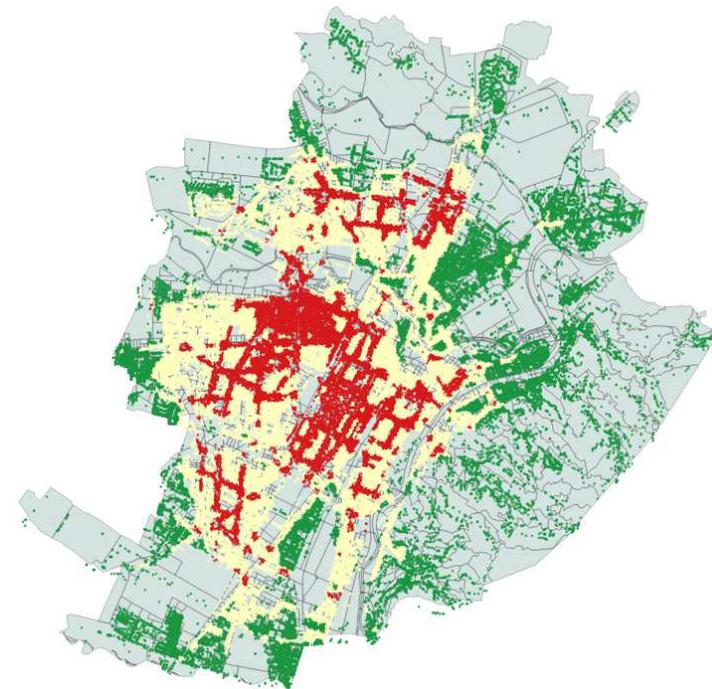
Effetti Acuti:

Differenze temporali

Effetti cronici:

Differenze spaziali

Esempio: Torino NO2



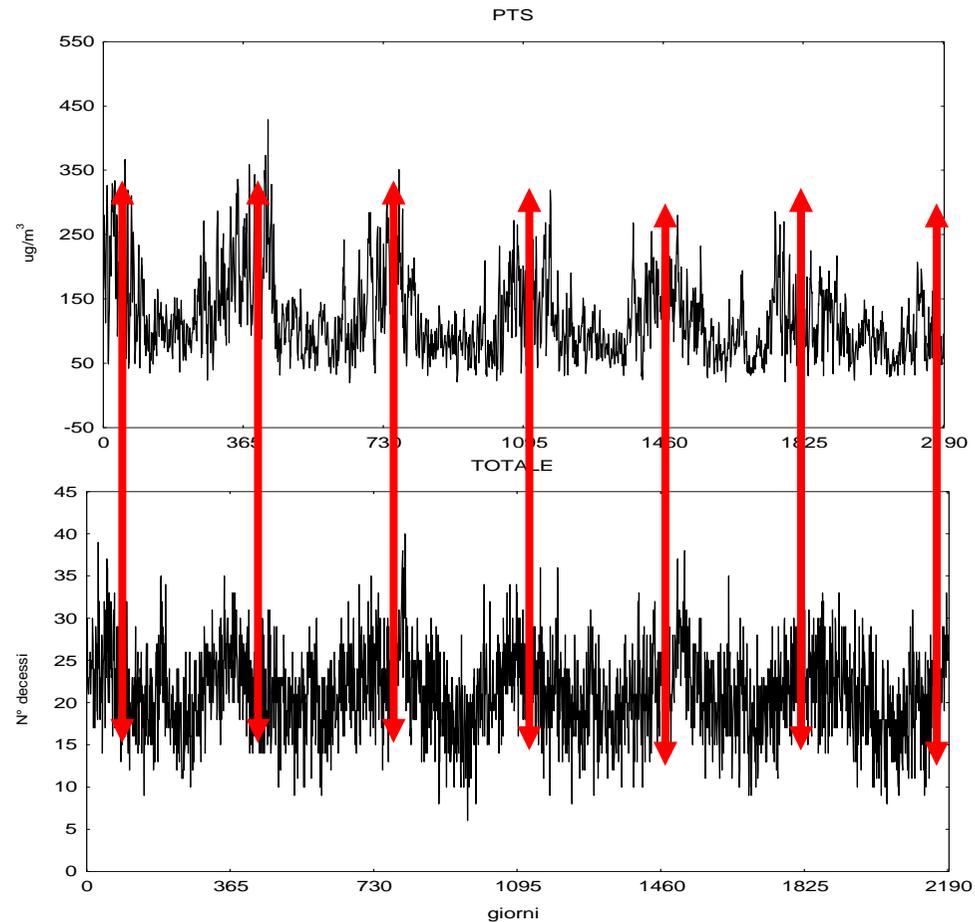


Metodi: le analisi di serie temporali

Es: Torino, particolato totale e mortalità totale, studio APHEA2

Andamento
Particolato totale
sospeso

Andamento
Mortalità totale







Struttura della presentazione:

1. Mappe della situazione globale, europea, Italiana
2. Metodi di studio degli effetti dell'inquinamento atmosferico
3. **Risultati dei principali studi storici sui rischi per la salute umana**
4. Aggiornamento sulle evidenze recenti
5. Identificazione delle componenti più pericolose
6. Quantificazione di impatto italiana, piemontese, torinese

Diapositiva 13

EC1

Ennio Cadum; 09/02/2017



L'evoluzione delle ricerche su inquinamento atmosferico e mortalità/morbosità giornaliera

- Anni '50-'70 la scoperta
- Anni '80 tutto risolto...?
- Anni '90 singole città
- Anni '00 multi città
- Anni '10 la complessità



L'evoluzione indicatori di polveri e mortalità/morbosità giornaliera

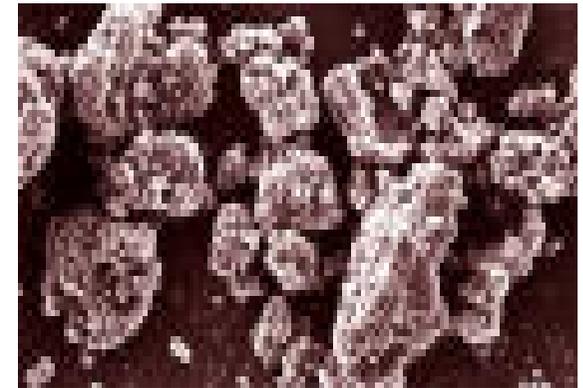
- Anni '50-'70 Black smoke
- Anni '80 TSP
- Anni '90 PM10
- Anni '00 PM2.5, ultrafini
- Anni '10 PM components



Particolato - definizioni

Una mistura complessa di particelle solide e liquide, materiale organico, solfati, nitrati, altri sali, metalli, materiali biologici (pollini, spore)

- PM 10 -- particelle inalabili
- PM2.5 -- particelle fini
- PM10-PM2.5 -- particelle coarse
- PM < 100 nm -- particelle ultrafini





Conta la dimensione? La Massa? Il Numero? O Cosa?

Massa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Diametro (μ)	Numero (per ml)	Superficie (μ^2/ml)
10	2	1.2	24
10	0.5	153	120
10	0.02	2,400,000	3016

Fonte: Donaldson K et al. *Occup Environ Med* 2001;58:211-216

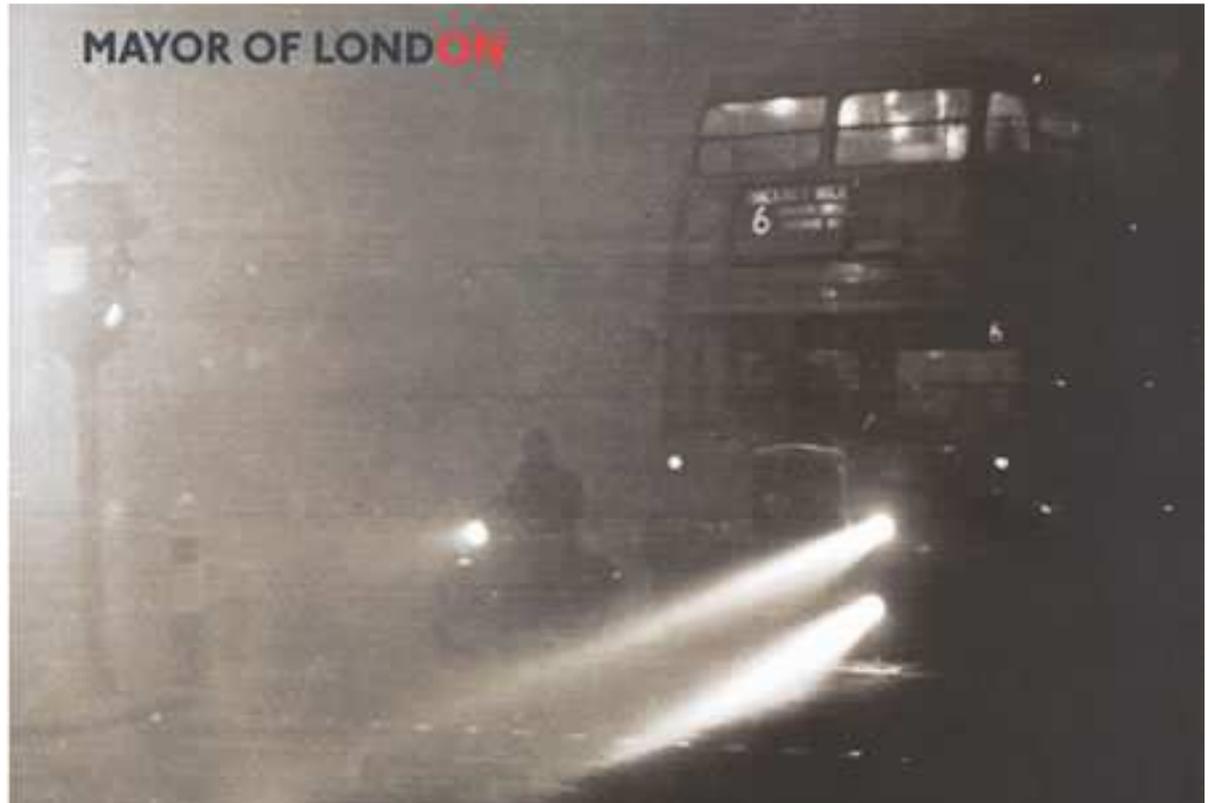


Un episodio storico

Il grande smog di Londra del Dicembre 1952



London Smog 1952



50 years on

The struggle for air quality in London
since the great smog of December 1952





London Smog 1952

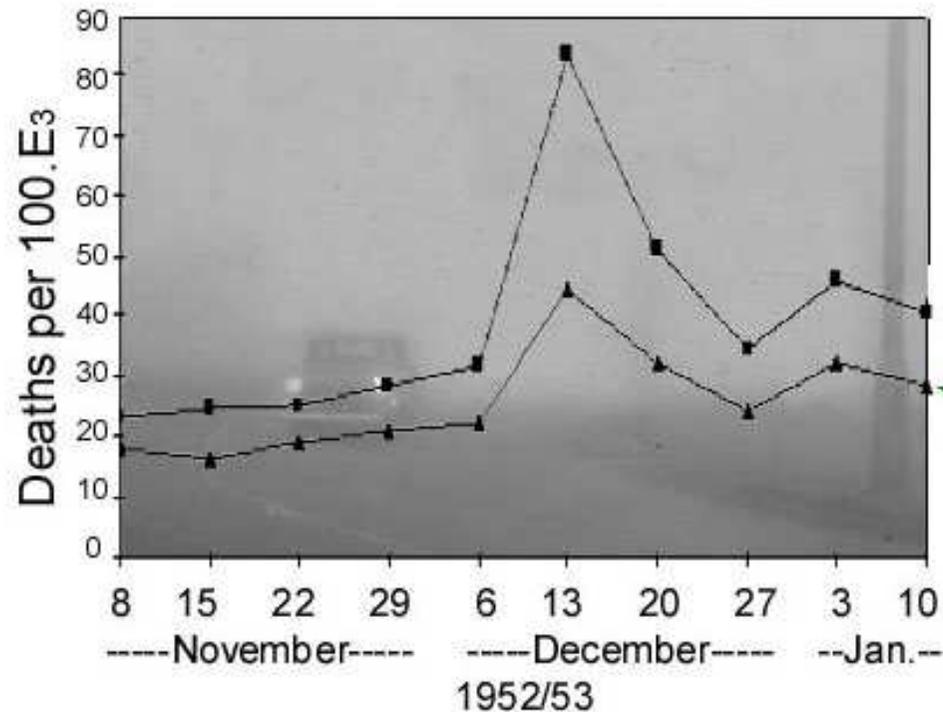




London Smog 1952

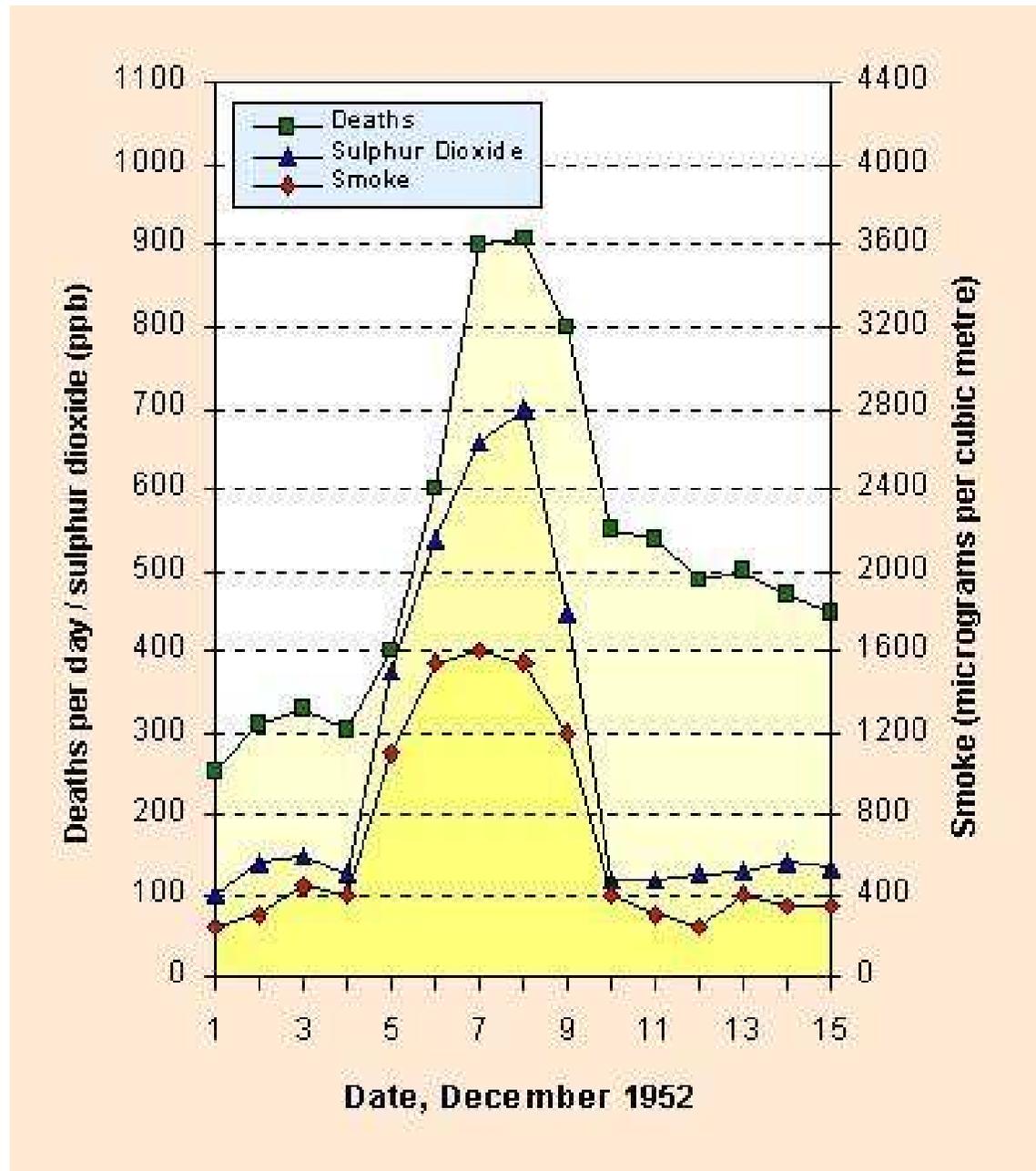


Death rates in London Administrative County and the Outer Ring





London Smog 1952





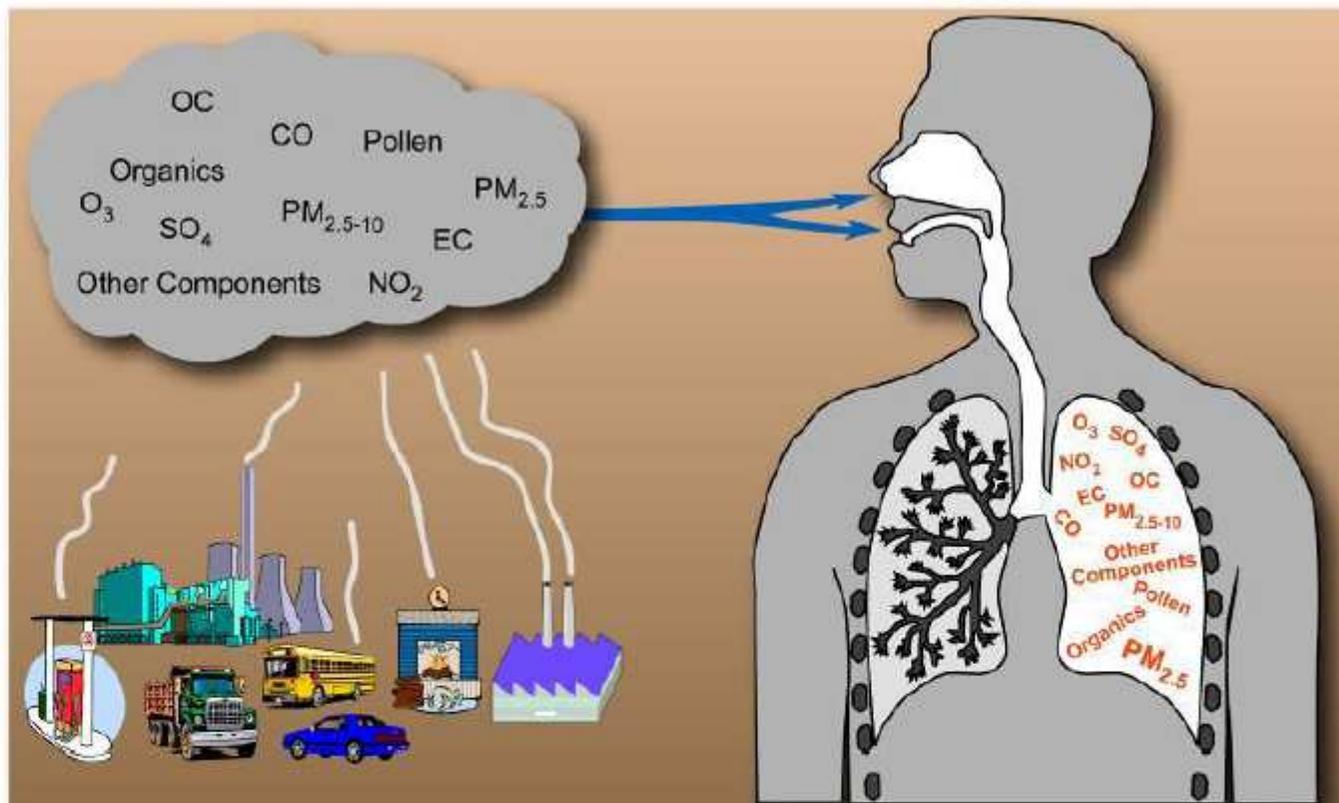
Pechino, 2005

Record Level

11-5-2005 AFP photo

QI > 300 - dangerous





- *Respirazione in un individuo adulto al minuto*
 - a riposo: dai 6 ai 9 litri di aria
 - attività fisica moderata: ca. 60 litri
 - attività fisica intensa: ca. 130 litri

Similitudini tra particolato atmosferico e particolato da fumo di tabacco

Effetti- fumo di tabacco	Effetti- inquinamento atmosferico
Patologie respiratorie -BPCO -Asma -Polmoniti	Patologie respiratorie -BPCO -Asma -Polmoniti
Patologie cardiovascolari -Infarto -Ictus -Aritmie cardiache -Aterosclerosi	Patologie cardiovascolari -Infarto -Ictus -Aritmie cardiache -Aterosclerosi
- Basso peso alla nascita	- <i>Basso peso alla nascita</i>
- Mortalità infantile	- <i>Mortalità infantile</i>
-Tumore del polmone	-Tumore del polmone
- Tumore del rene	- (?)
- Tumore della vescica	- <i>Tumore della vescica</i>
- Leucemia	- <i>Leucemia</i>



Aggiornamenti recenti:

Nel 2016 pubblicazione di due studi (di cui 1 italiano a Roma, che lega l'esposizione a particolato atmosferico ad un ritardo cognitivo : i bambini che studiano nelle zone più inquinate hanno un ritardo nell'apprendimento rispetto ai bambini che vivono in aree meno inquinate

Nel Gennaio 2017 pubblicazione, su Lancet e su Science, di 3 studi fondamentali che legano l'esposizione a particolato al Morbo di Alzheimer, dimostrando che una parte dei casi è dovuta all'esposizione a particolato (presumibilmente ad alcuni metalli contenuti nelle polveri)

In entrambi i casi si tratta di indicazioni che il particolato è in grado di raggiungere il cervello e di esplicare un'azione tossica e degenerativa sulle cellule cerebrali



Living near major roads and the incidence of dementia, Parkinson's disease, and multiple sclerosis: a population-based cohort study

Hong Chen, PhD  , Jeffrey C Kwong, MD, Ray Copes, MD, Karen Tu, MD, Paul J Villeneuve, PhD, Aaron van Donkelaar, PhD, Perry Hystad, PhD, Prof Randall V Martin, PhD, Brian J Murray, MD, Barry Jessiman, MSc, Andrew S Wilton, MSc, Alexander Kopp, BA, Richard T Burnett, PhD

THE LANCET

Gennaio 2017



Effetti a breve termine Progetto EPIAIR



Promosso dal Centro nazionale per la prevenzione e il controllo delle malattie (CCM), 2001-2005 (EPIAIR 1) e 2006-2010 (EPIAIR 2)

Titolo “Inquinamento Atmosferico e Salute: Sorveglianza Epidemiologica ed Interventi di Prevenzione”

Obiettivo generale: definire i criteri e le modalità per una sorveglianza epidemiologica dei danni dell'inquinamento atmosferico nelle città italiane.



EPIAIR 2



E' il più grande studio degli effetti a breve termine mai condotto finora in Italia

In Europa ha un paragone solo con studio analogo in Francia

E' il primo studio ad aver valutato gli effetti del PM 2.5 in Italia

Coordinato da ARPA Piemonte



VENETO:
Treviso
Mestre-VE
Padova
Rovigo

Emilia Romagna:
Piacenza,
Parma,
Reggio Emilia,
Modena,
Bologna,
Rimini,
Ferrara

Le 25 città di EpiAir - 2



Mortalità per cause naturali – 25 città 2006-2010

Incrementi percentuali di rischio (%) e intervalli di confidenza al 95% (L, U) per variazioni di 10 unità dell'inquinante

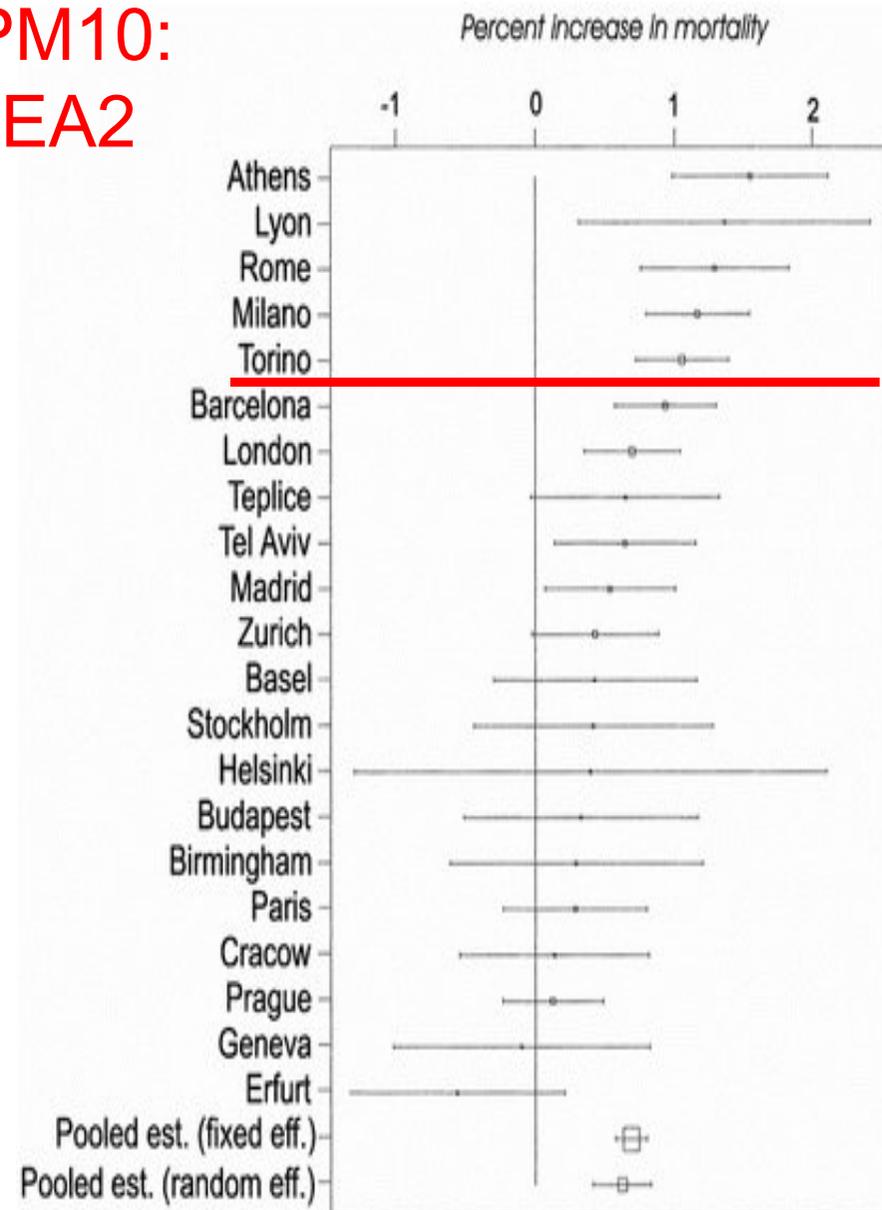
EPIAIR 2 - Mortalità e 4 inquinanti, 25 città						
	Mortalità naturale 35+					
	lag	%	L	U	I²	P-HET
PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0-1	0,47	0,12	0,83	17	0,219
	2-5	0,25	-0,05	0,55	0	0,601
	0-5	0,44	0,06	0,83	5	0,392
PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0-1	0,55	0,10	1,00	9	0,351
	2-5	0,53	-0,07	1,13	23	0,206
	0-5	0,78	0,12	1,46	14	0,305
NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0-1	0,44	-0,05	0,94	23	0,145
	2-5	0,77	0,37	1,17	0	0,532
	0-5	1,08	0,60	1,56	0	0,464
O3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)(aprile-set)	0-1	0,24	-0,16	0,63	1	0,452
	2-5	0,43	-0,08	0,95	12	0,298
	0-5	0,53	-0,04	1,10	5	0,396



Effetti sulla mortalità del PM10: risultati dello studio APHEA2

Katsouyanni K et al
Apha2 project:
Particles and mortality
EPIDEMIOLOGY
September 2001,
Vol. 12 No. 5

**Aumento di Rischio x
incrementi di 10 mg/m³ :
RE: 0.41 (0.2-0.6)**



Inquinamento outdoor – Effetti

In sintesi :
Effetti consolidati del particolato atmosferico

Effetti acuti (esposizione di breve periodo):

- Aumento della mortalità
- Aumento della morbidità (cardiovascolare e respiratoria)

Effetti cronici (esposizione di lungo periodo):

- Riduzione della speranza di vita
- Aumento del rischio di Ca polmone

Inquinamento outdoor – Effetti

In sintesi :
Effetti consolidati dell'inquinamento atmosferico
nelle popolazione pediatrica

Effetti acuti (esposizione di breve periodo):

- Aumento di sintomi respiratori
- Aumento di malattie respiratorie
- Esacerbazioni dell'asma

Effetti cronici (esposizione di lungo periodo):

- Alterazioni della lung function growth
- Malattie respiratorie croniche

Effetti a lungo termine

Le stime di rischio sugli effetti a lungo termine (che presentano impatti 10 volte maggiori degli effetti a breve termine) sono state derivate da vari studi di coorte americani e soprattutto europei, che consentono di avere stime di rischio più aggiornate e più vicine.

STUDI DI COORTE

Filleul et al, 2005 ⁶
PAARC
 Francia, 7 città
 14 284 soggetti
 RR 1.07 (1.03-1.10)^c

Beelen et al, 2009 ⁷
NLCS
 Olanda, 204 comuni
 120 852 soggetti
 RR 1.06 (0.97-1.16)

Næss et al, 2007 ⁸
Oslo-cohort
 Norvegia, città-specifico
 143 842 soggetti
 ♂ RR 1.44 (1.32-1.58)^d
 ♀ RR 1.41 (1.27-1.57)^d

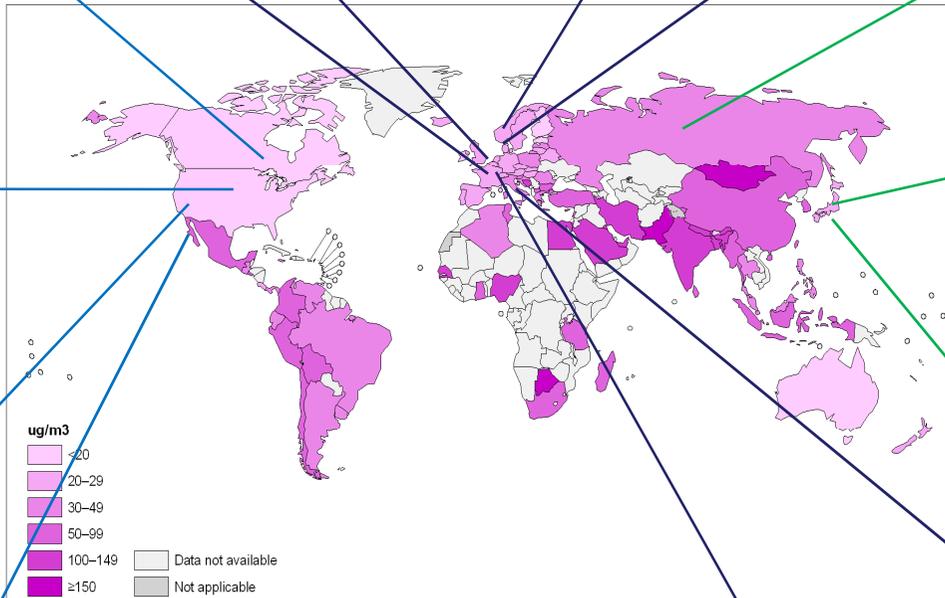
Raaschou-Nielsen et al, 2011 ⁹
DDCH
 Danimarca, 2 città
 57 053 soggetti
 RR 1.09 (0.79-1.51)^e

Finkelstein et al, 2003 ²
Ontario
 Canada, Città-specifico
 5 228 soggetti
 RR 1.14 (1.07-1.20)^a

Exposure to particulate matter with an aerodynamic diameter of 10 µm or less (PM10) in countries, 2003–2010

Cao et al, 2011 ¹⁰
CNHS
 Cina, 31 città
 70 947 soggetti
 RR 1.003 (0.999-1.006)^f

Pope et al, 2002 ⁴
ACS
 U.S.A., 51 aree metropolitane
 292 223 soggetti
 RR 1.06 (1.02-1.11)



Yorifuji et al, 2010 ¹¹
Shizuoka elderly cohort
 Giappone, 74 comuni
 13 444 soggetti
 RR 1.02 (0.96-1.08)^g

Laden et al, 2006 ³
Six cities
 U.S.A., 6 città
 8 096 soggetti
 RR 1.16 (1.07-1.26)

Katanoda et al, 2011 ¹²
Three-prefecture
 Giappone, 6 aree
 63 520 soggetti
 RR 1.23 (1.09-1.38)^h

Abbey et al, 1999 ⁵
AHSMOG
 U.S.A., 3 aree della California
 6 338 soggetti
 ♂ RR 1.11 (0.98-1.26)^b
 ♀ RR 0.94 (0.84-1.04)^b

Fonte: World Health Organization.

http://gamapserver.who.int/mapLibrary/Files/Maps/Global_pm10_countries_2003_2010.png



WHO 2011. All rights reserved.

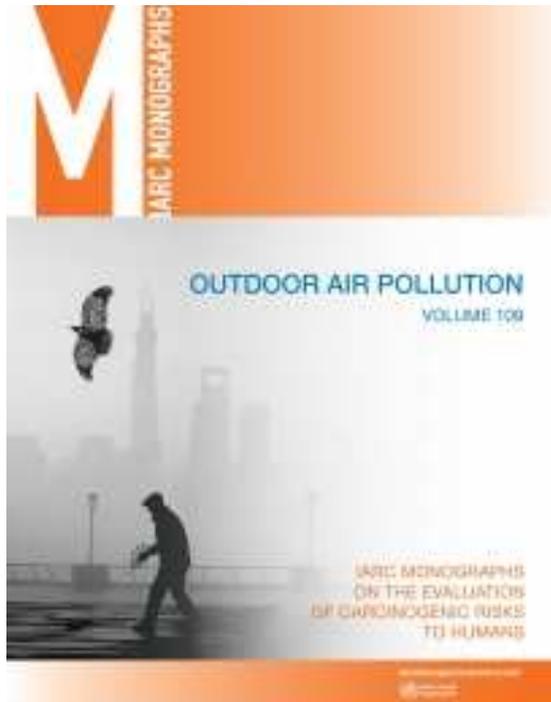
- Stato socioeconomico
- BMI
- Stili di vita
- Malattie croniche

ESCAPE
 Europa
 Coorti multiple
 RR 1.06 (1,04-1.08)

MED HISS
 Italia
 128.000 soggetti
 RR 1.04 (1,02-1.08)



ESCAPE conferma i risultati di studi precedenti



- **L’Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro ha classificato l’inquinamento atmosferico come “cancerogeno per l’uomo” (Gruppo 1; IARC ottobre 2013), per il tumore al polmone**

Inquinamento outdoor – Effetti

In sintesi :
Effetti consolidati del particolato atmosferico

Effetti acuti (esposizione di breve periodo):

- Aumento della mortalità
- Aumento della morbilità (cardiovascolare e respiratoria)

Effetti cronici (esposizione di lungo periodo):

- Riduzione della speranza di vita
- Aumento del rischio di Ca polmone



Struttura della presentazione:

1. Mappe della situazione globale, europea, Italiana
2. Metodi di studio degli effetti dell'inquinamento atmosferico
3. Risultati dei principali studi storici sui rischi per la salute umana
4. Aggiornamento sulle evidenze recenti
5. **Identificazione delle componenti più pericolose**
6. Quantificazione di impatto italiana, piemontese, torinese

Diapositiva 39

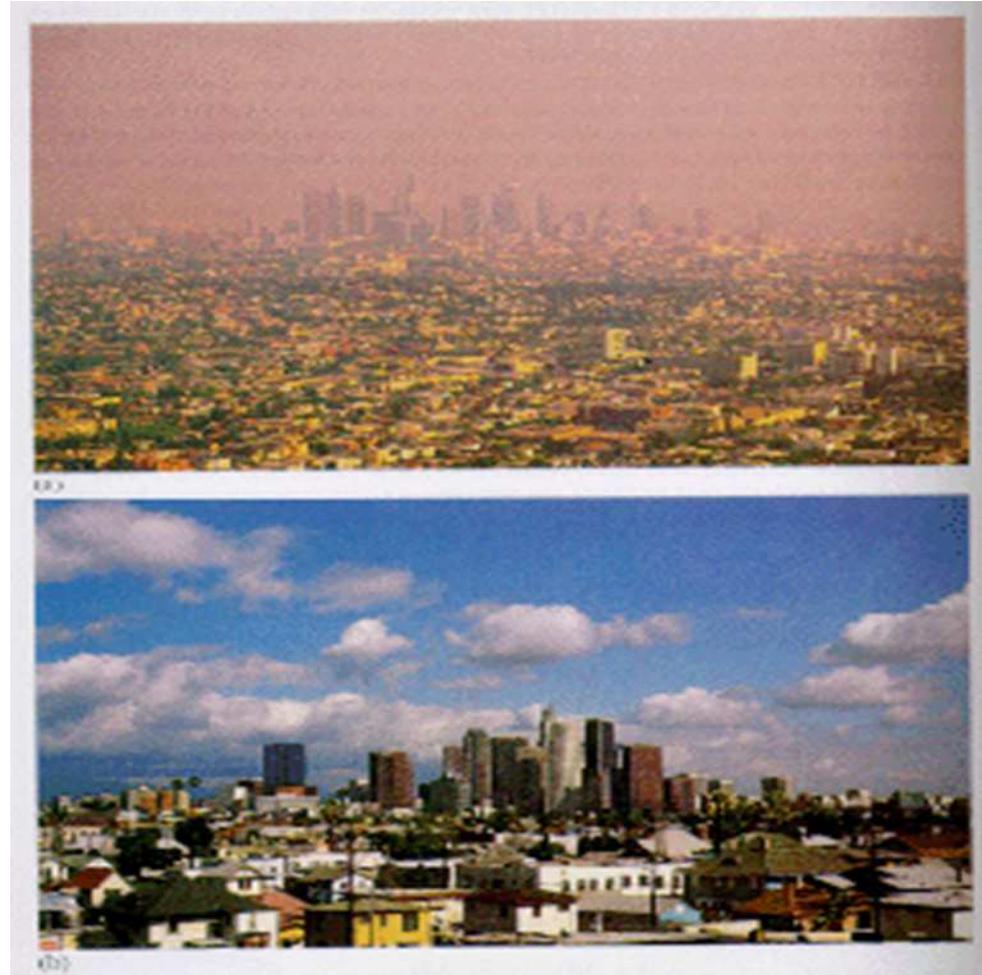
EC1

Ennio Cadum; 09/02/2017



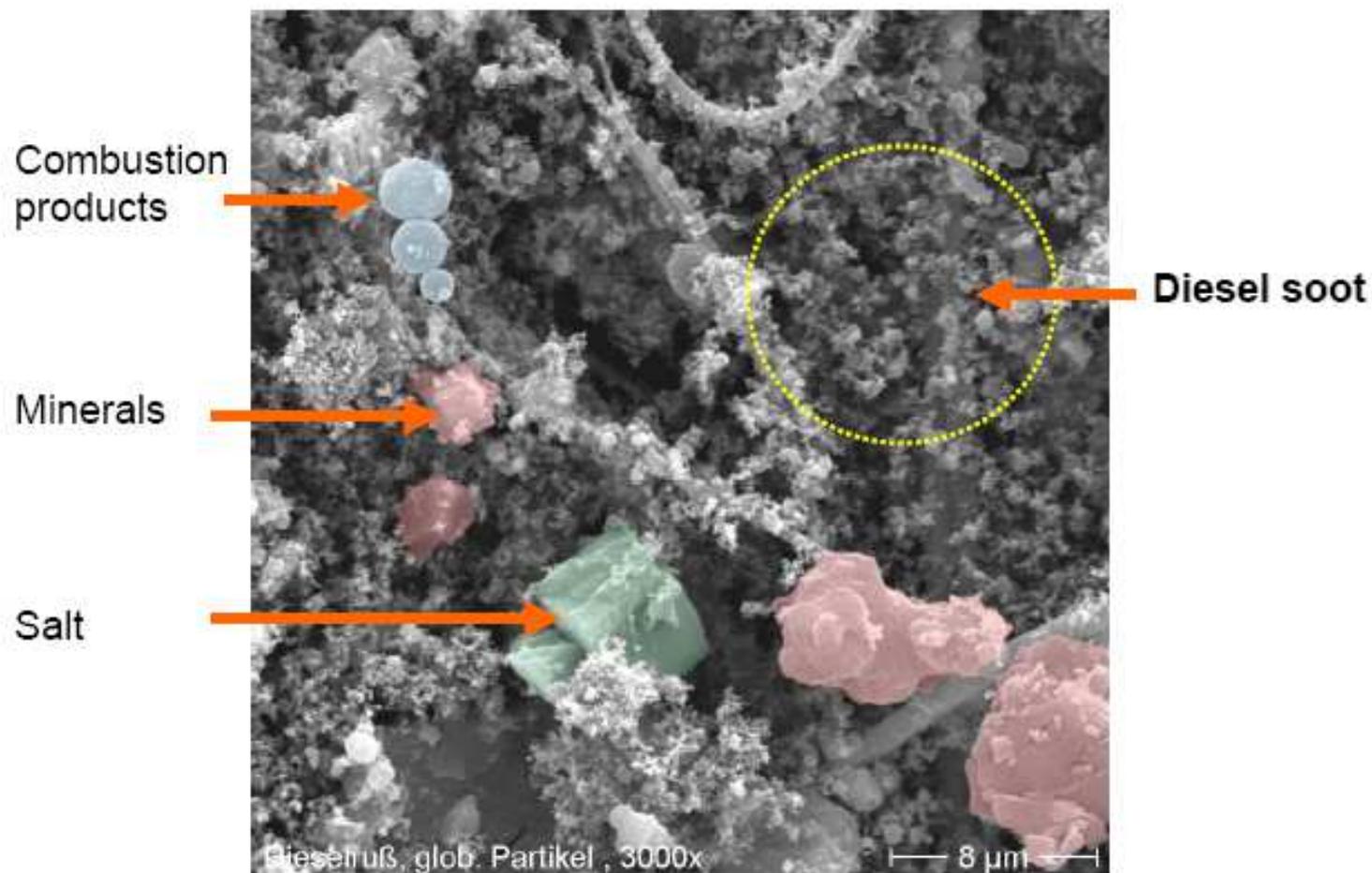
Cosa c'è nello smog?

- Particolato (carbone e metalli)
- Ossidi di azoto
- Potassio
- Ossidi di carbonio
- Sostanze chimiche tossiche





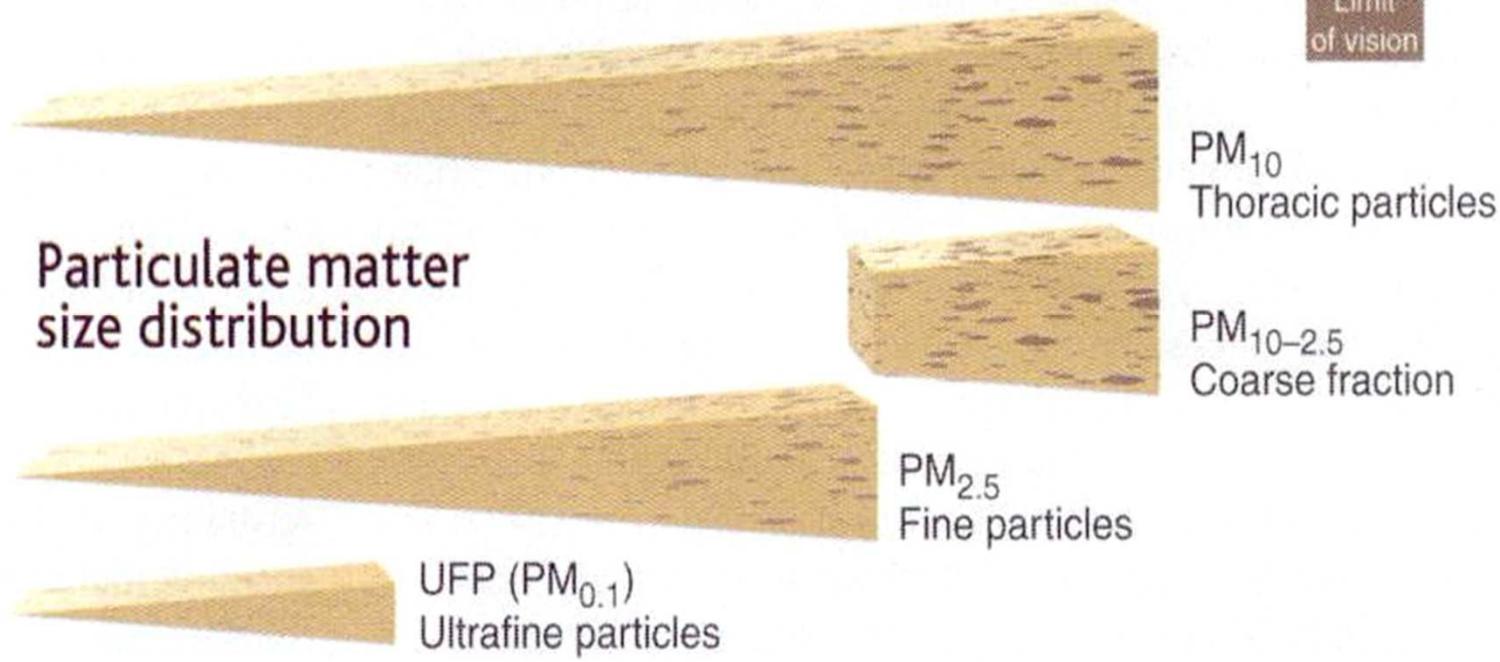
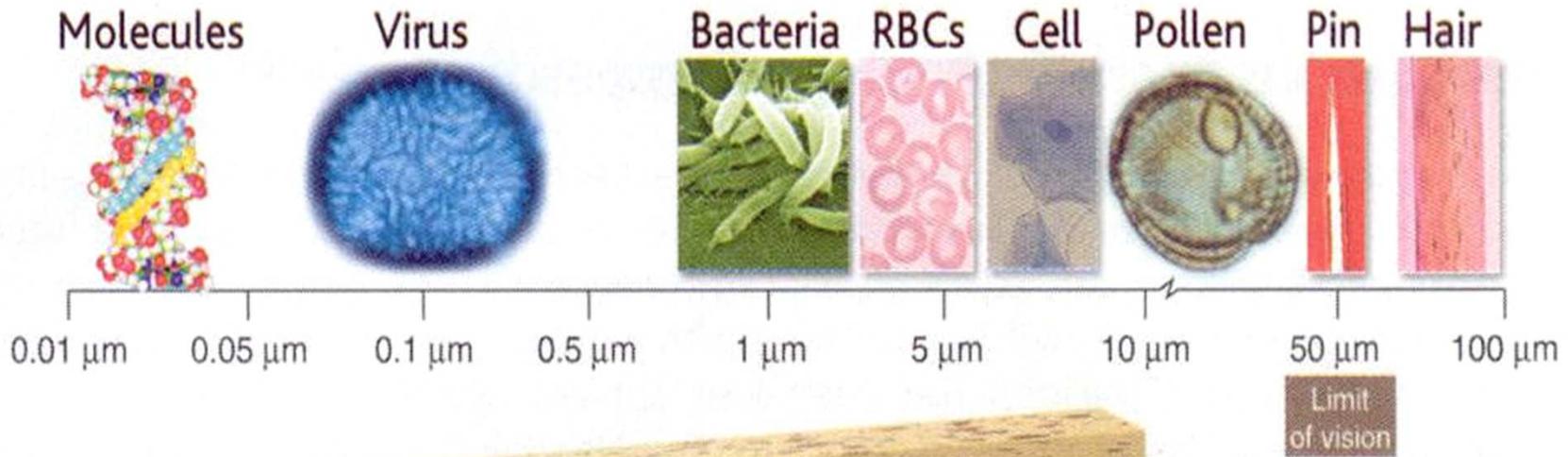
PM10 al microscopio



Dieselfuß, glob. Partikel, 3000x

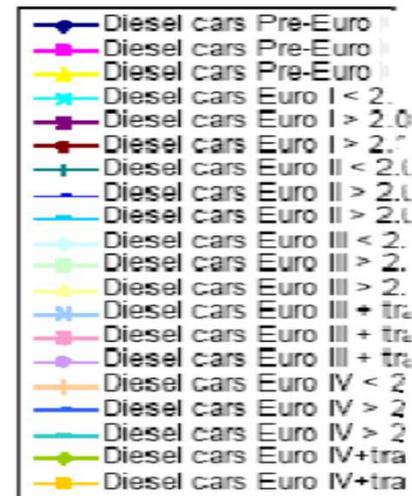
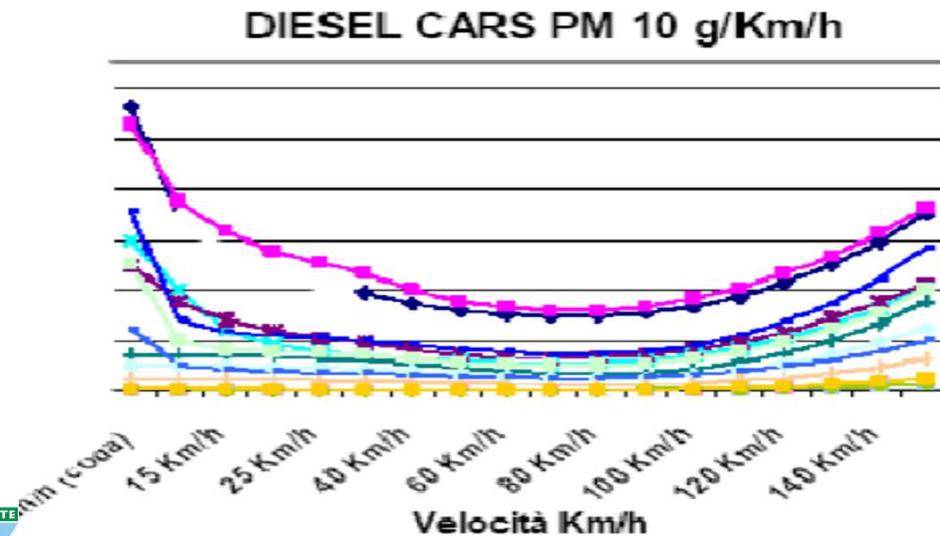
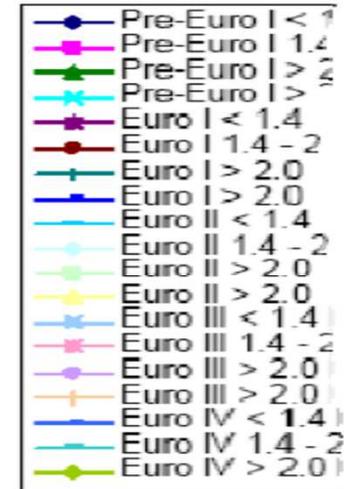
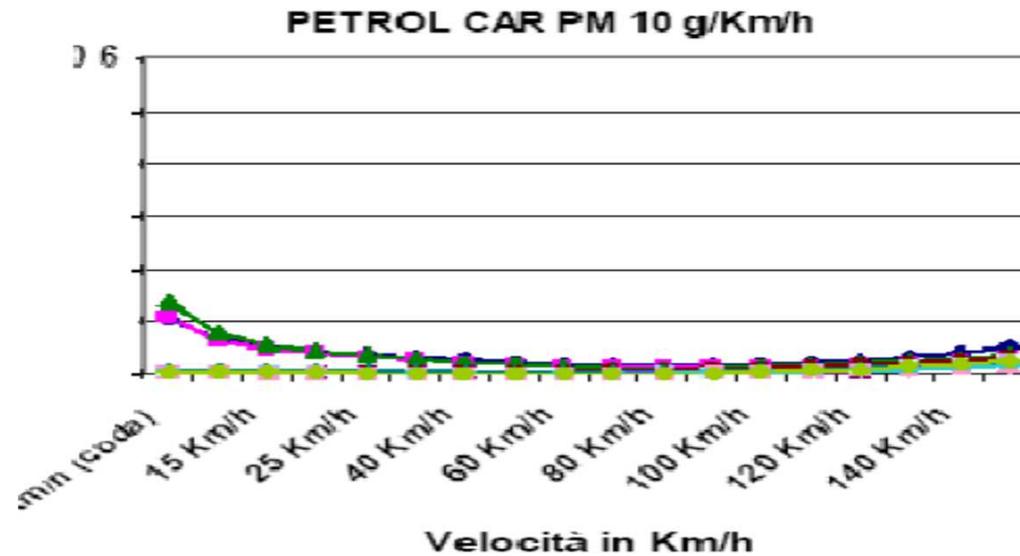
8 µm

Source: Umweltbundesamt, Wien



Science 307:1857-1861, News Focus, March 2005

Quali emissioni sono più pericolose?





Struttura della presentazione:

1. Mappe della situazione globale, europea, Italiana
2. Metodi di studio degli effetti dell'inquinamento atmosferico
3. Risultati dei principali studi storici sui rischi per la salute umana
4. Aggiornamento sulle evidenze recenti
5. Identificazione delle componenti più pericolose
6. **Quantificazione di impatto italiana, piemontese, torinese**

Diapositiva 44

EC1

Ennio Cadum; 09/02/2017



Italy

Environmental Burden of Disease, Italy

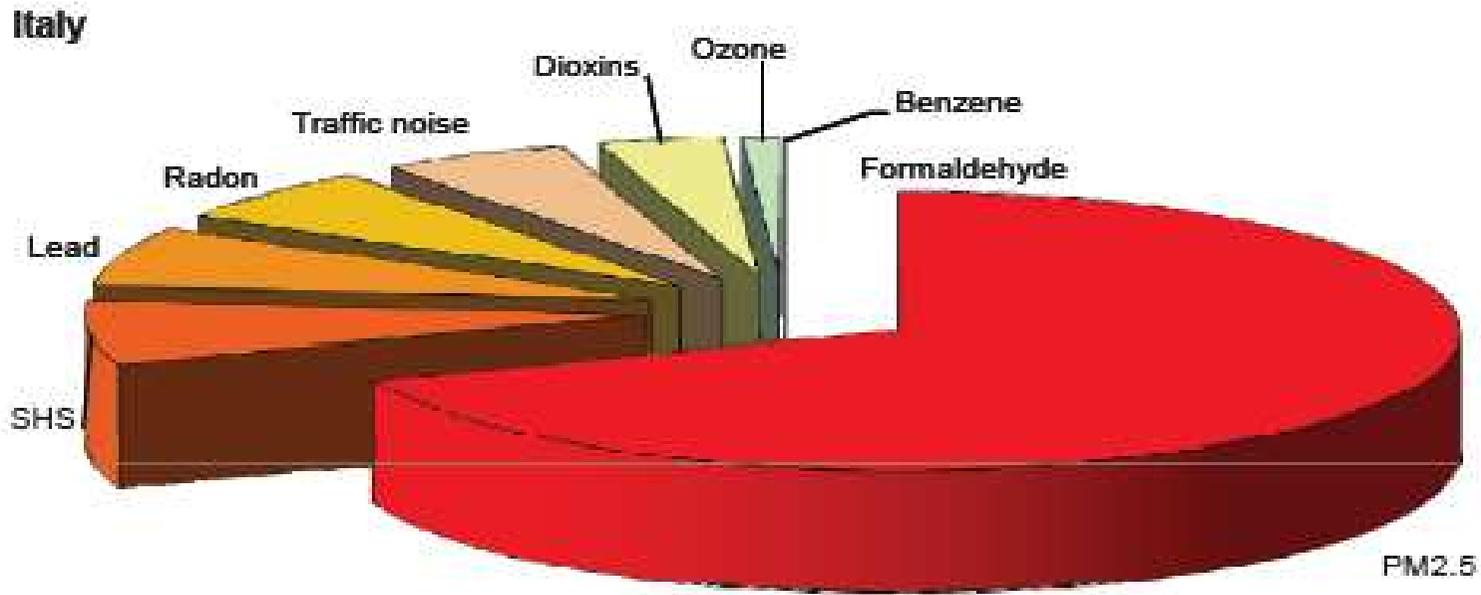


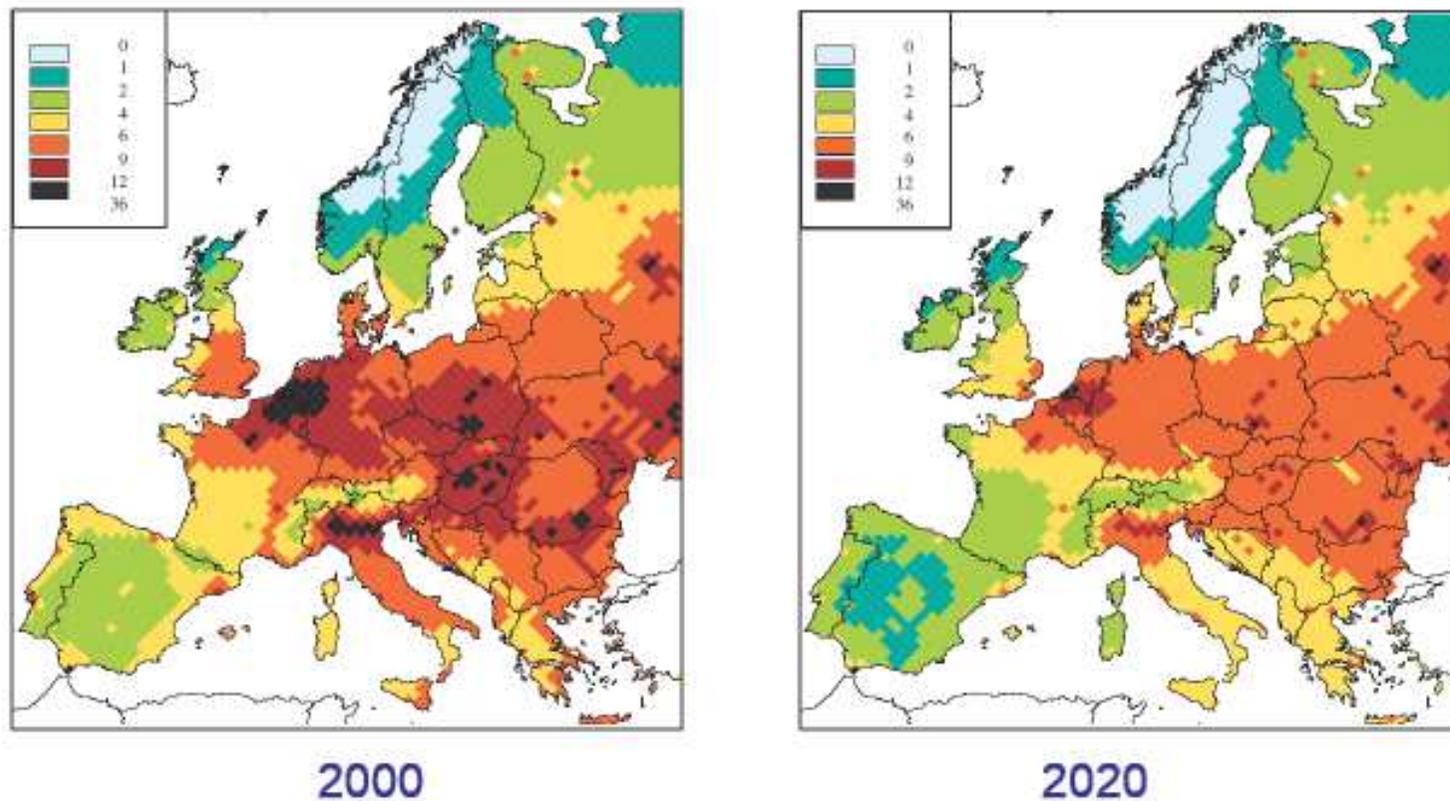
FIGURE A-5. Relative contribution of the nine targeted stressors on the non-discounted environmental burden of disease in Italy.

Le stime di impatto in Italia

Le stime di impatto in Italia sono state diverse, e hanno riguardato città o esiti complessivi di studi:

- WHO ECEH Roma, 13 città italiane, 2006
- ARPA Piemonte, 6 città piemontesi, 2002
- ARPA Piemonte, Torino e Novara, 2010
- Valle d'Aosta (effetti della chiusura del traforo del M. Bianco)
- MISA 2 EPIAIR (effetti a breve termine)
- VIIAS (effetti a lungo termine)
- MED HISS (effetti a lungo termine)

CAFE - Months of years of life lost due to current PM2.5 levels (Bertollini, WHO, 2005)



Loss of life expectancy in months



Il progetto VIAS

www.vias.it

Nel 2005, in Italia, **34.552** decessi sono risultati attribuibili a livelli di concentrazione di $PM_{2.5} > 10 \text{ ug/m}^3$

L'inquinamento accorcia mediamente la vita di ciascun italiano di 10 mesi (14 per chi vive al Nord)

Sono stati studiati scenari di riduzione delle emissioni attraverso politiche di contenimento e il solo rispetto dei limiti di legge salverebbe 11.000 vite all'anno.



Metodi per la Valutazione Integrata dell'Impatto Ambientale e Sanitario dell'inquinamento atmosferico



Progetto MED HISS

Riduzione della speranza di vita in Italia – 2010 (in mesi)

		Riduzione vita media (mesi)	
	Italia	9,2	
Area Geografica	Nord	11,6	
	Centro	8,0	
	Sud	5,3	
Macroarea	Urbano	12,6	
	Rurale	9,0	
Genere	Uomini	8,5	
	Donne	10,0	

Relativo al PM 2.5
Livello Controfattuale: 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



2001-2005



2006-2010



<https://www.londonair.org.uk/london/asp/airpollutionhealth.asp>

Azioni che si possono prendere

Quando i valori di inquinamento aumentano, occorre limitare l'esposizione all'inquinamento. Questo non significa stare in casa, mentre **è ragionevole ridurre l'attività fisica all'aperto**

Le persone molto anziane e coloro che sono affetti da gravi patologie cardiache e polmonari dovrebbero invece evitare di uscire nei giorni ad inquinamento elevatissimo

Chi è affetto da asma potrebbe avere bisogno di dosi di farmaci inalatori superiori al normale, in accordo con il proprio medico curante

Chi è affetto da malattie cardiache e circolatorie invece non deve modificare il dosaggio dei farmaci a seconda della qualità dell'aria

Gli atleti, anche non asmatici, potrebbero notare che le loro performances sono meno buone nei giorni di alto inquinamento, soprattutto di ozono; questo non significa che sono in pericolo ma che è consigliabile limitare l'attività in tali giorni



Grazie per l'attenzione

Ennio Cadum
Dip.to Epidemiologia e Salute Ambientale
Arpa Piemonte

