



Inquinamento dell'aria e salute umana

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**

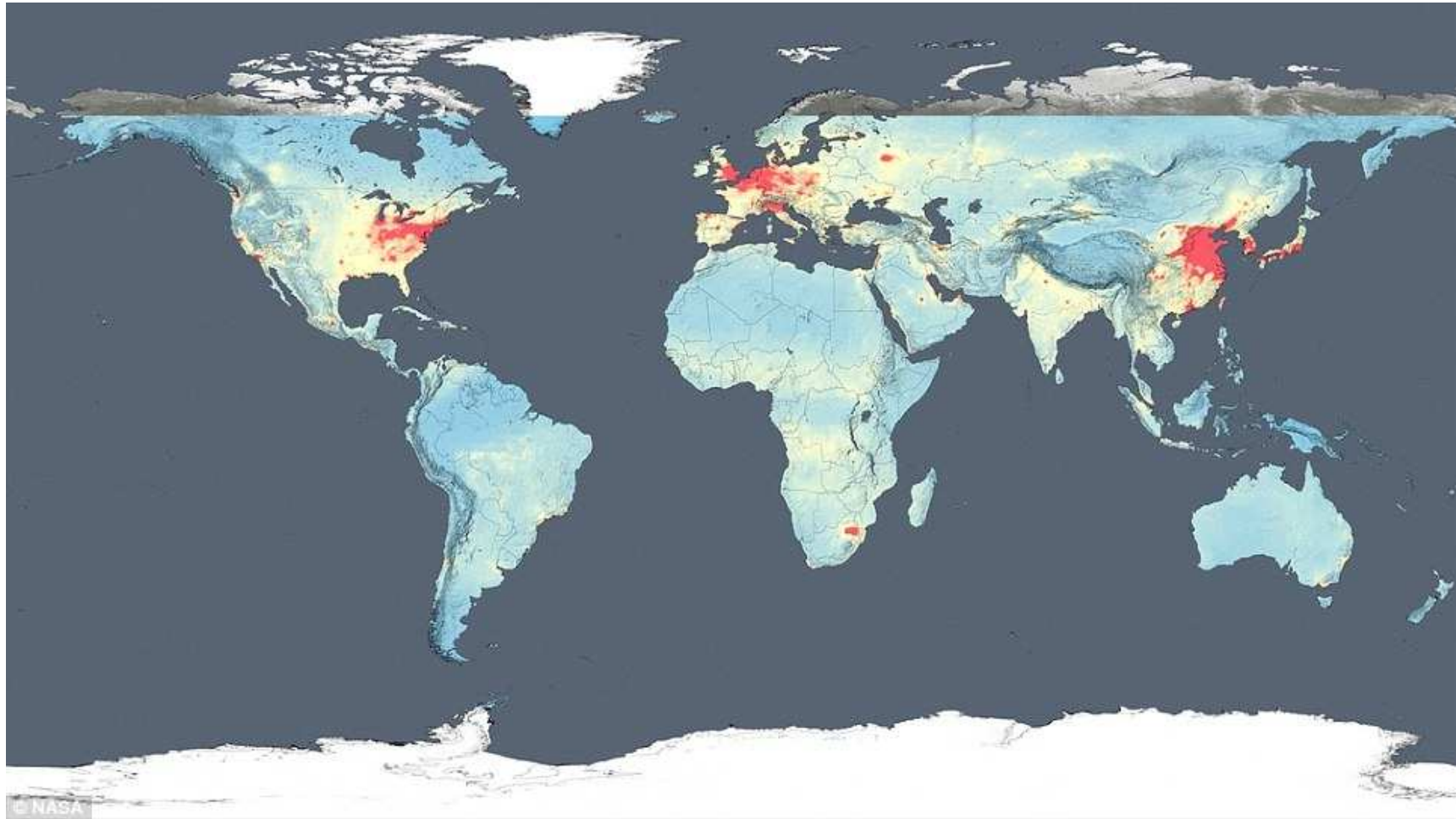


Struttura della presentazione:

- 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**

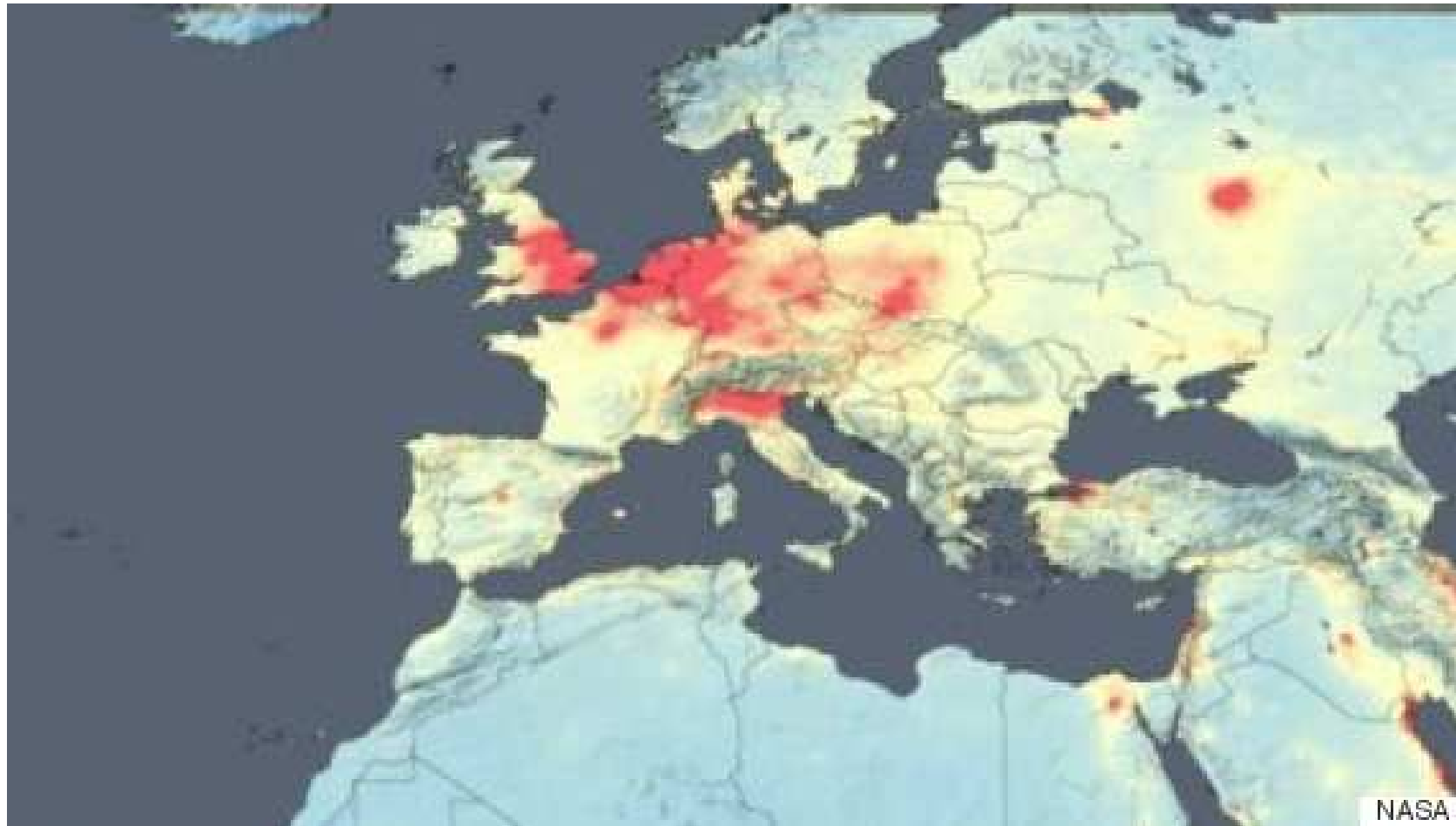


Mappa NASA 2014 dell'inquinamento atmosferico globale – NO₂

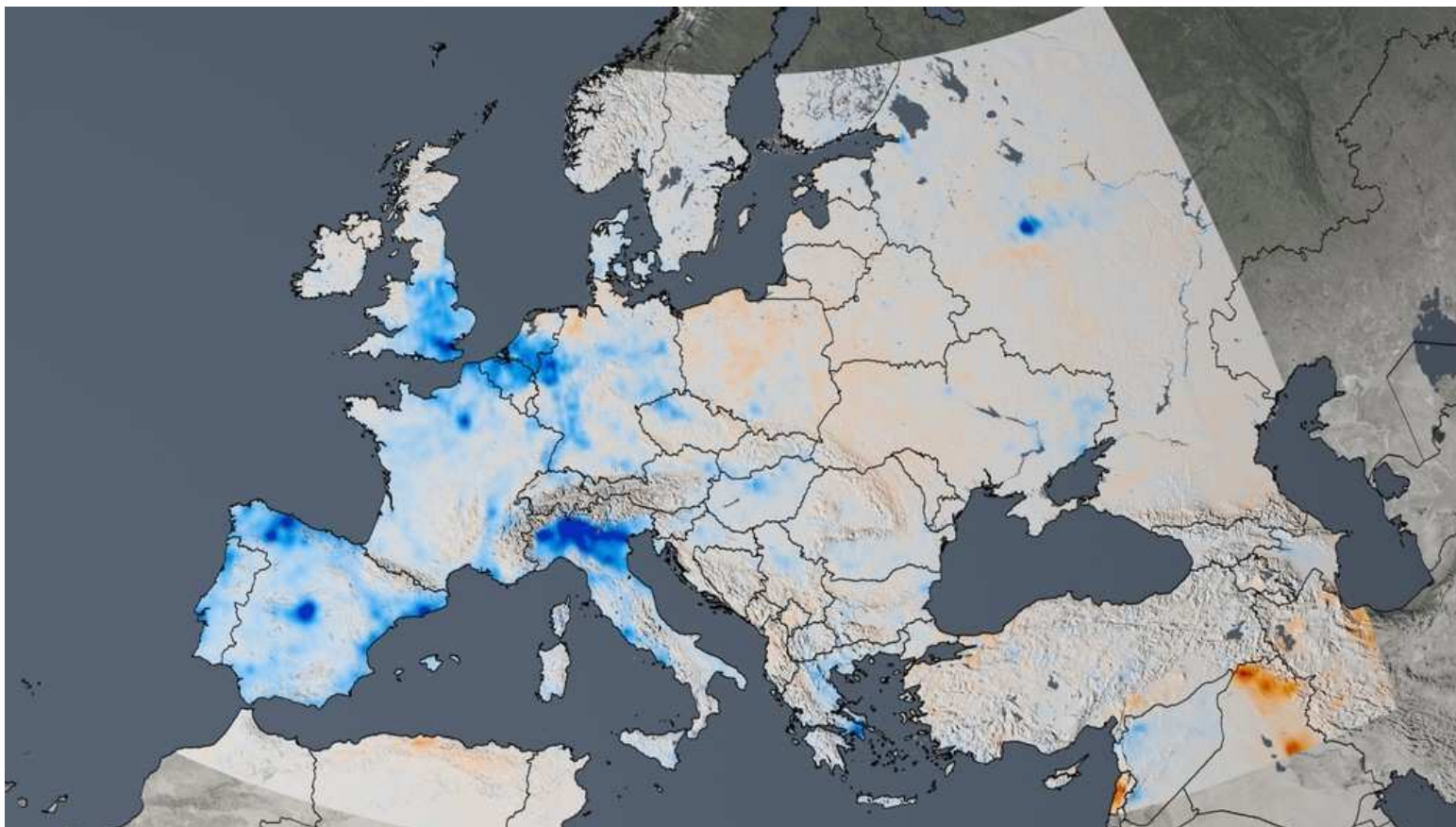




NO₂ in Europa (NASA 2014)



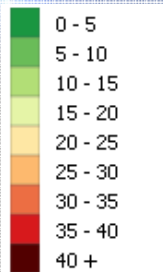
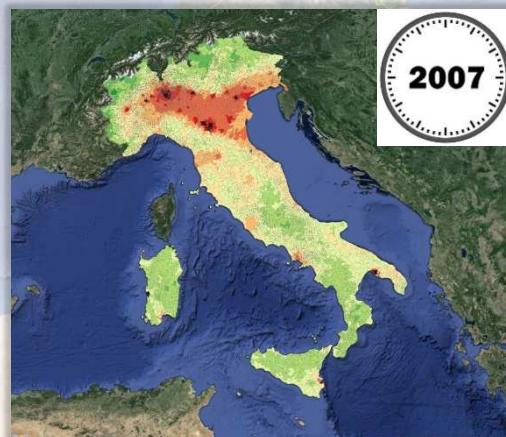
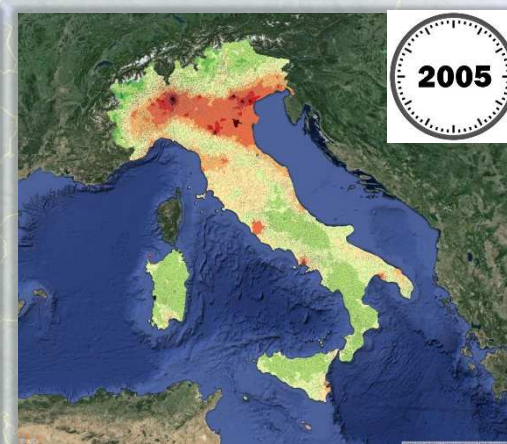
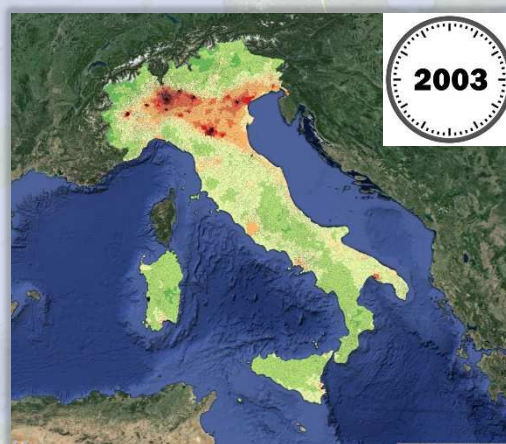
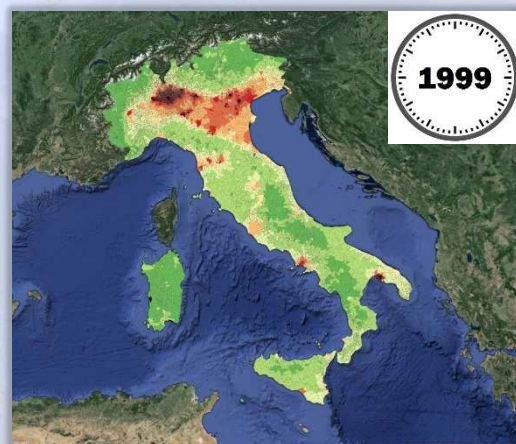
Andamenti NO2 in Europa (NASA 2014)



Map showing changes in NO2 levels from 2005-2014, blue denoting decreased emissions and red increased emissions (Image: NASA's Goddard Space Flight Center)



Progetto MED HISS - PM2.5



US Dept of State Geographer
© 2015 Google
Image Landsat
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

Google earth



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



Gli effetti sulla salute dell'inquinamento possono essere

Acuti – effetti a breve termine

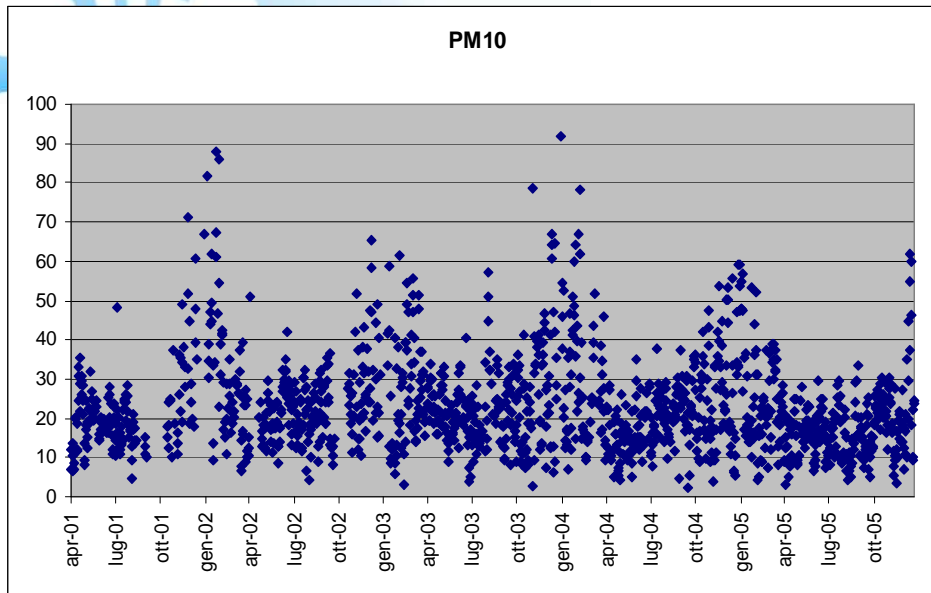
- ✓ legati a rapide variazioni dell'esposizione:
(incrementi della concentrazione giornaliera degli inquinanti),
- ✓ con latenza breve (0 – 5 giorni dall'esposizione)

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)

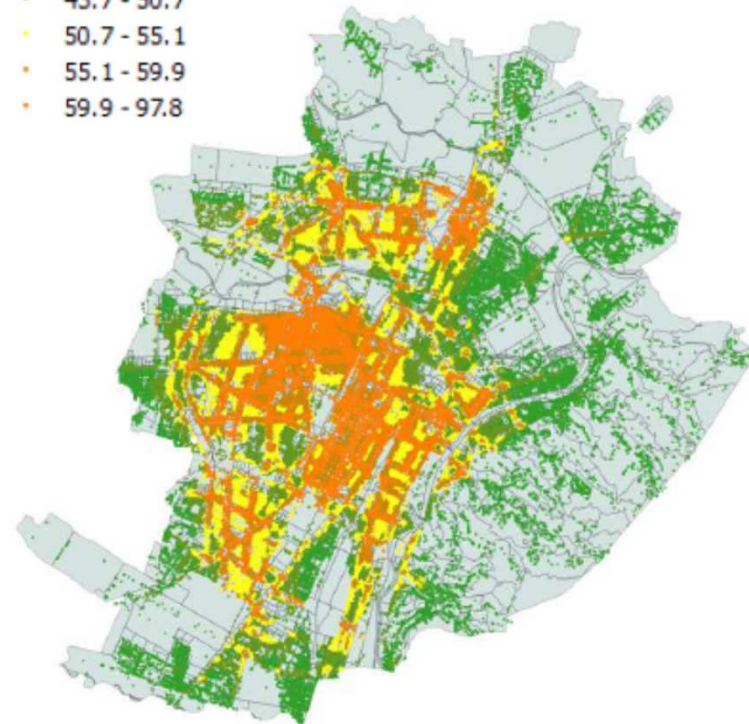
Studi di follow-up (coorte)



Effetti Acuti:

Differenze temporali

- 7.3 - 43.7
- 43.7 - 50.7
- 50.7 - 55.1
- 55.1 - 59.9
- 59.9 - 97.8



Effetti cronici:

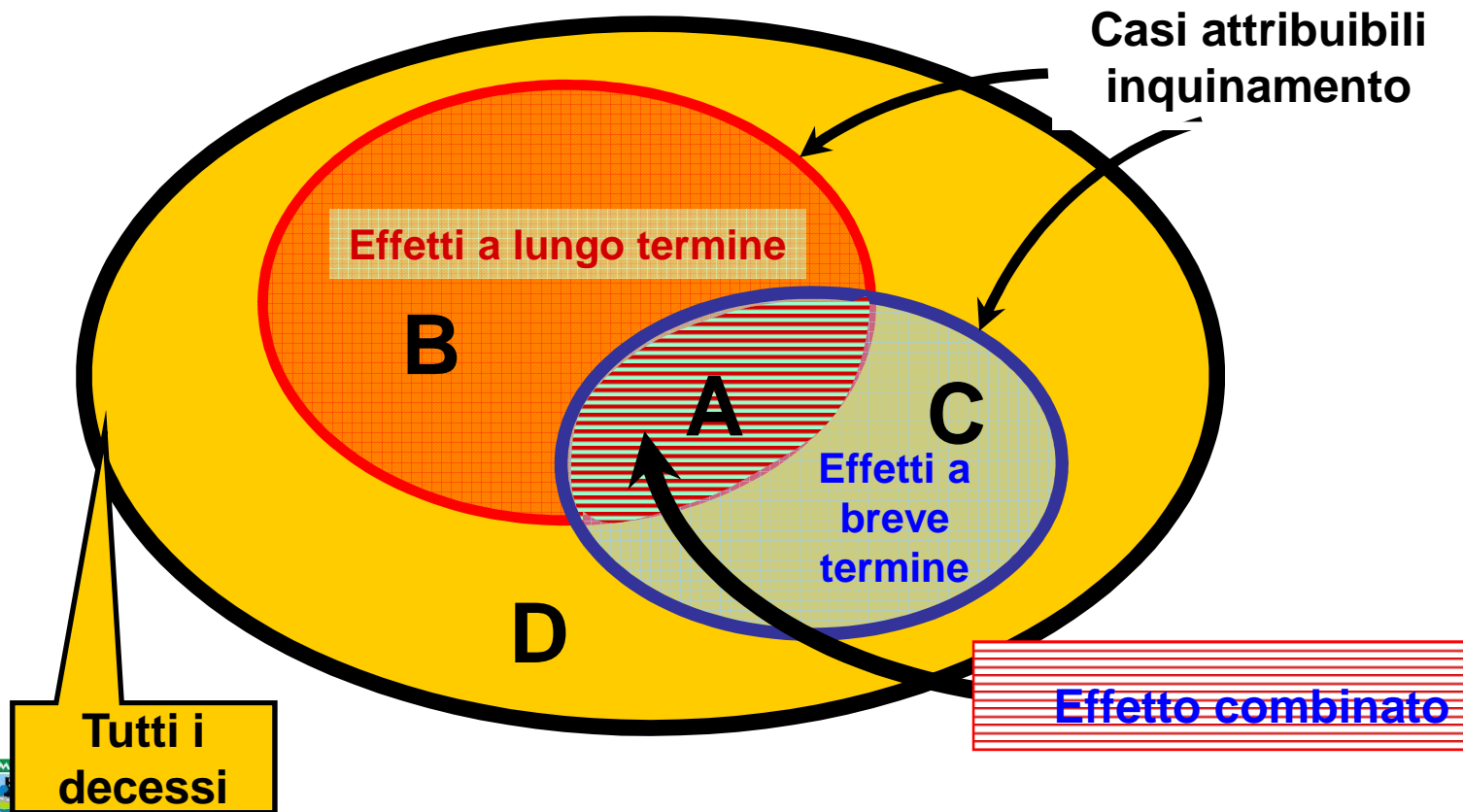
Differenze spaziali

Esempio: Torino NO₂



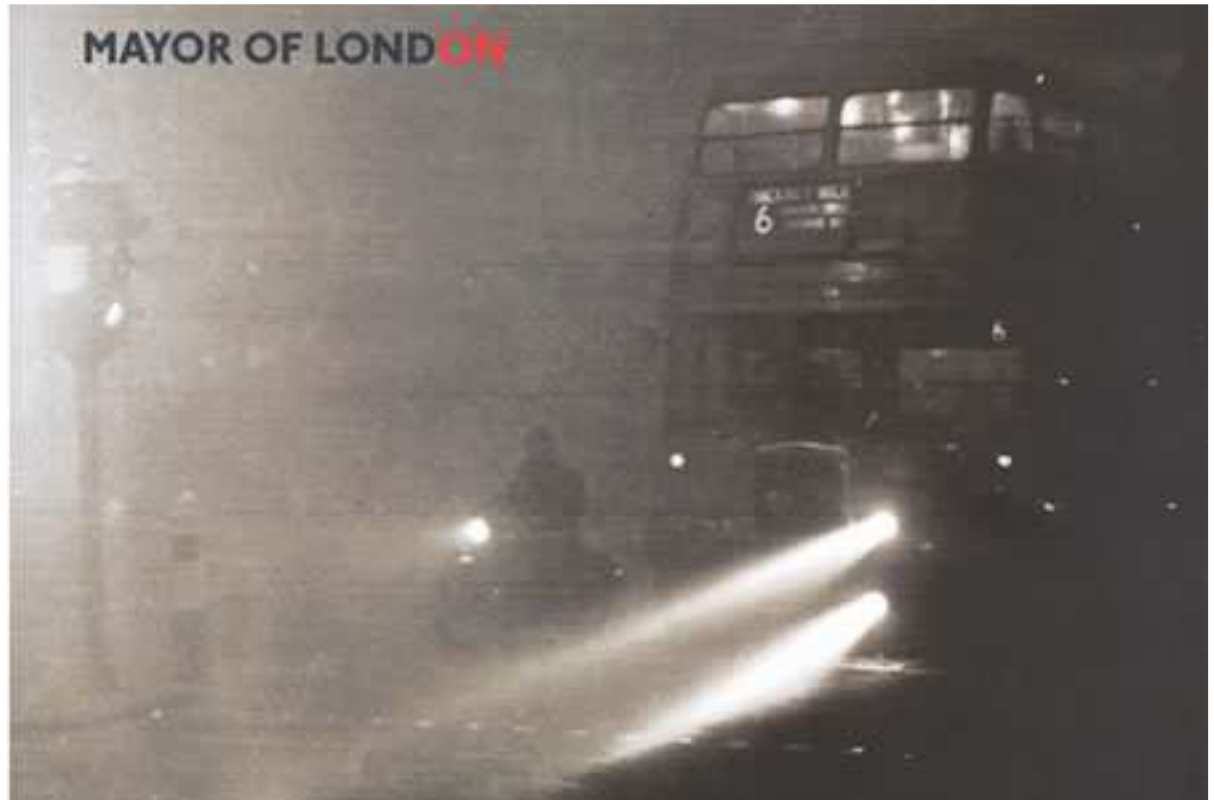
Effetti a lungo e a breve termine

(Künzli et al, Am J Epidemiol 2001)





London Smog 1952



MAYOR OF LONDON

50 years on

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





London Smog 1952

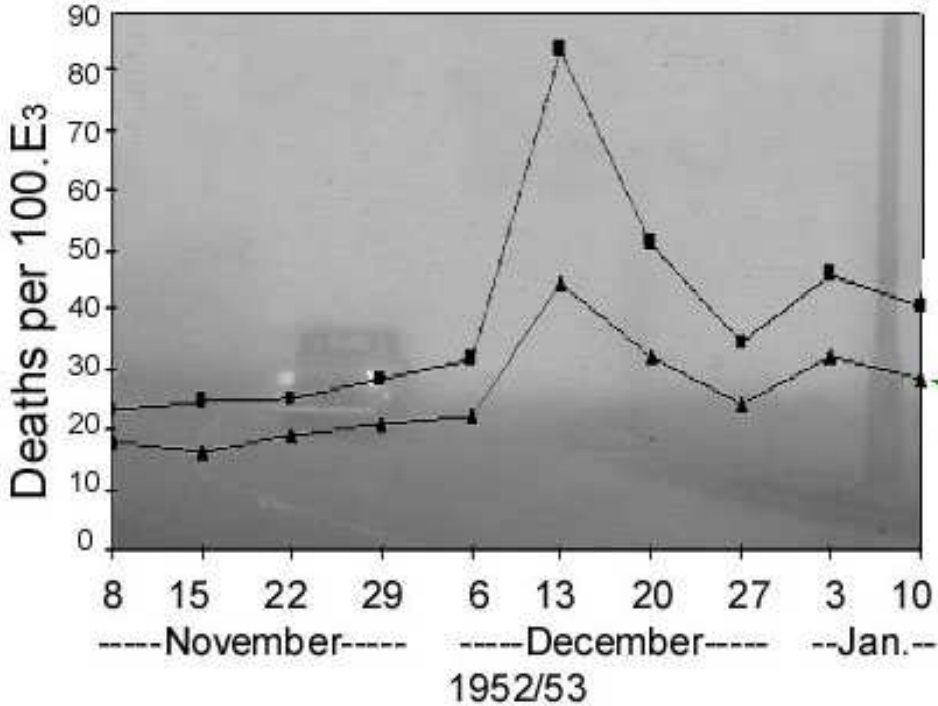




London Smog 1952

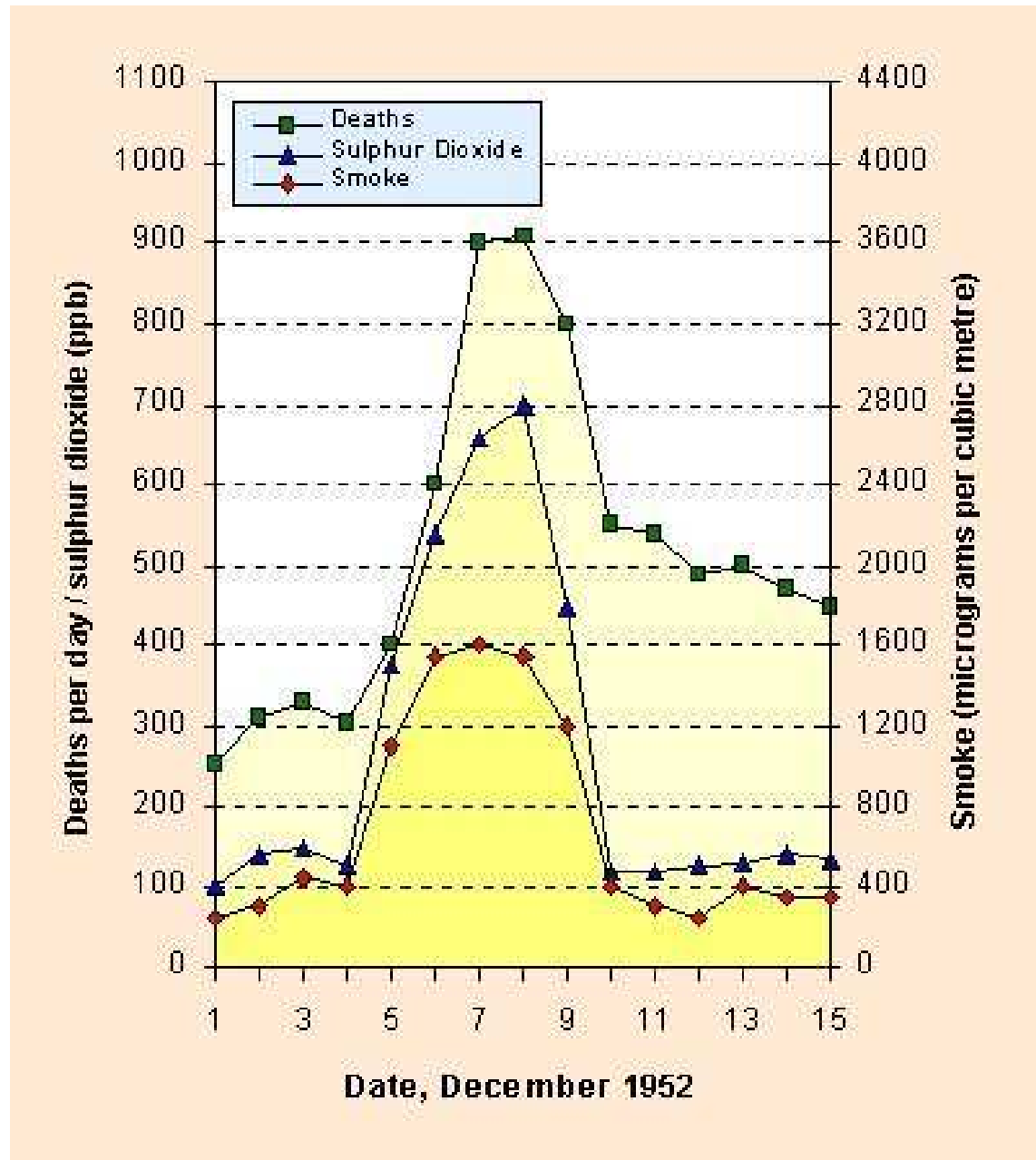


Death rates in London Administrative County and the Outer Ring





London Smog 1952





Pechino, 2005

Record Level

11-5-2005 AFP photo

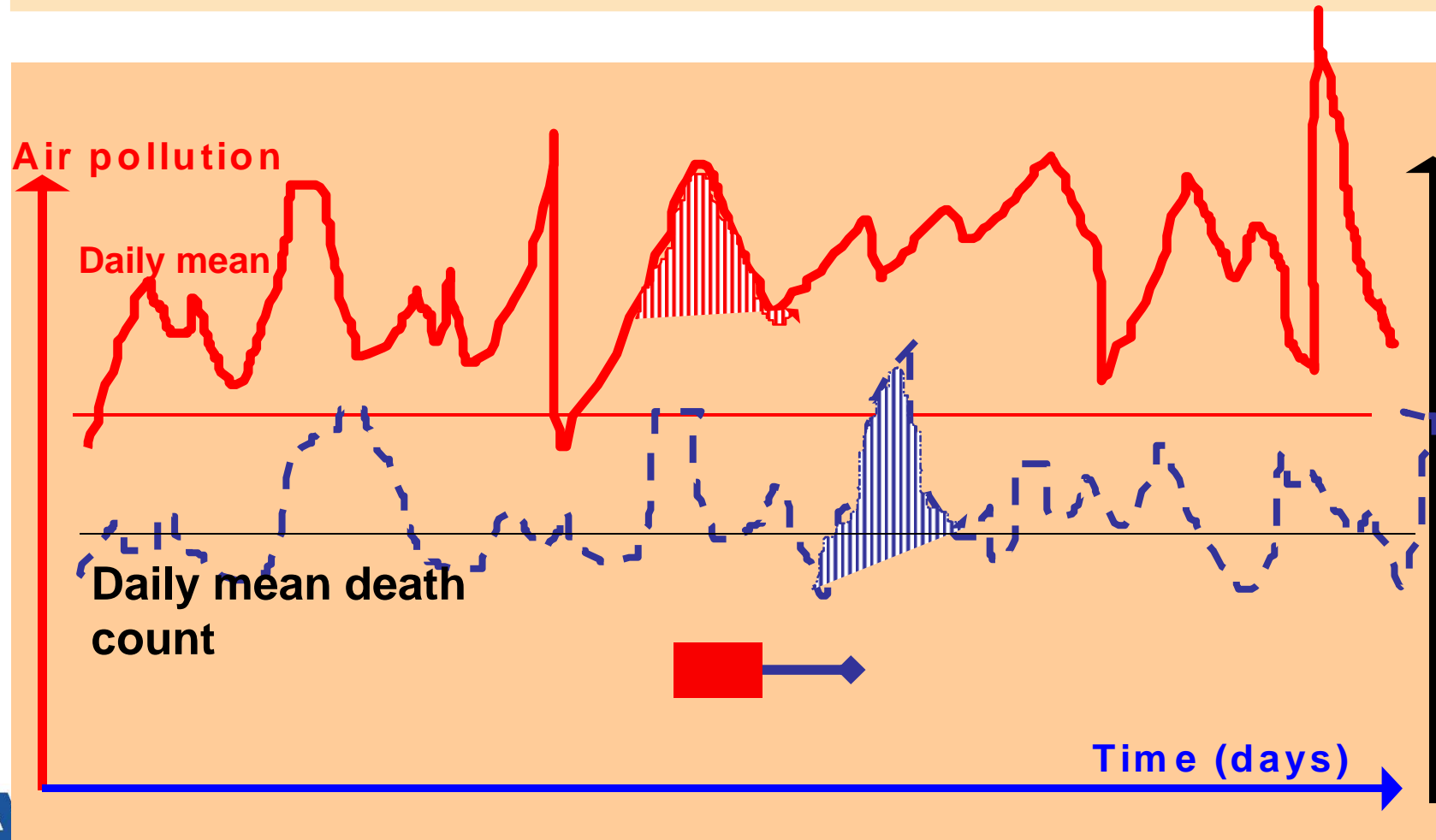
QI > 300 - dangerous





Effetti Acuti

Effetti a breve termine: metodi

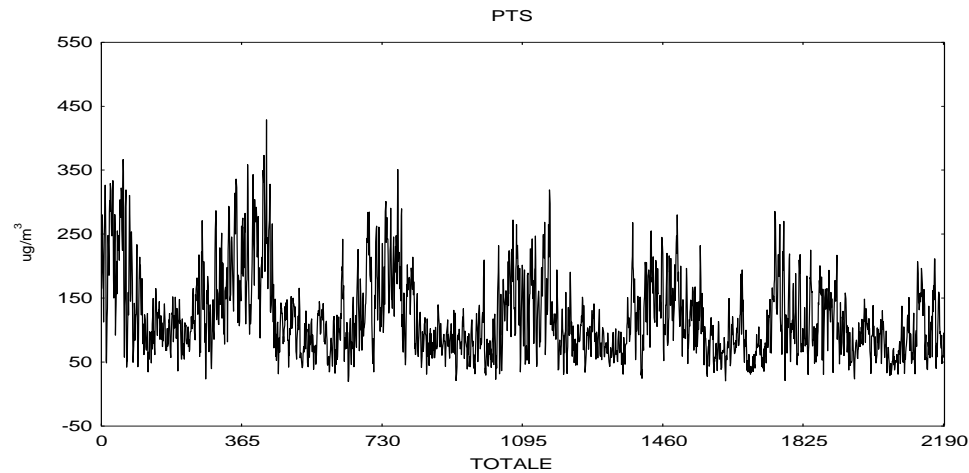




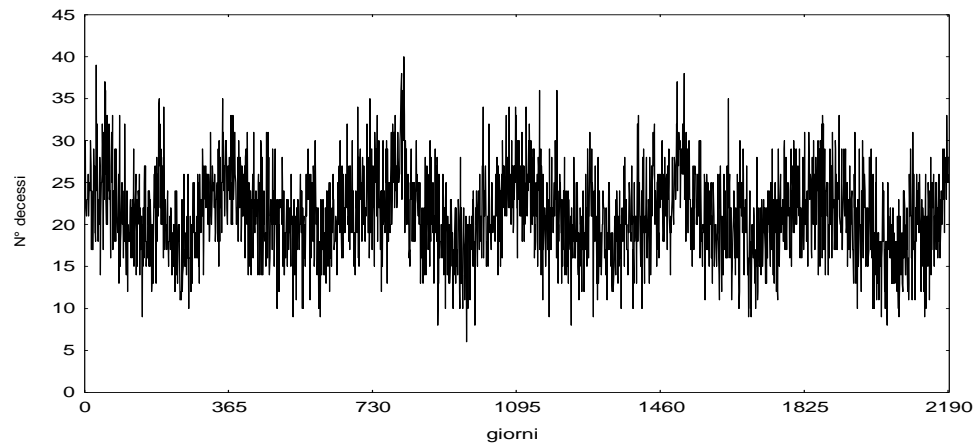
Metodi: le analisi di serie temporali

Es: Torino, particolato totale e mortalità totale, 1991-1996, 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



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

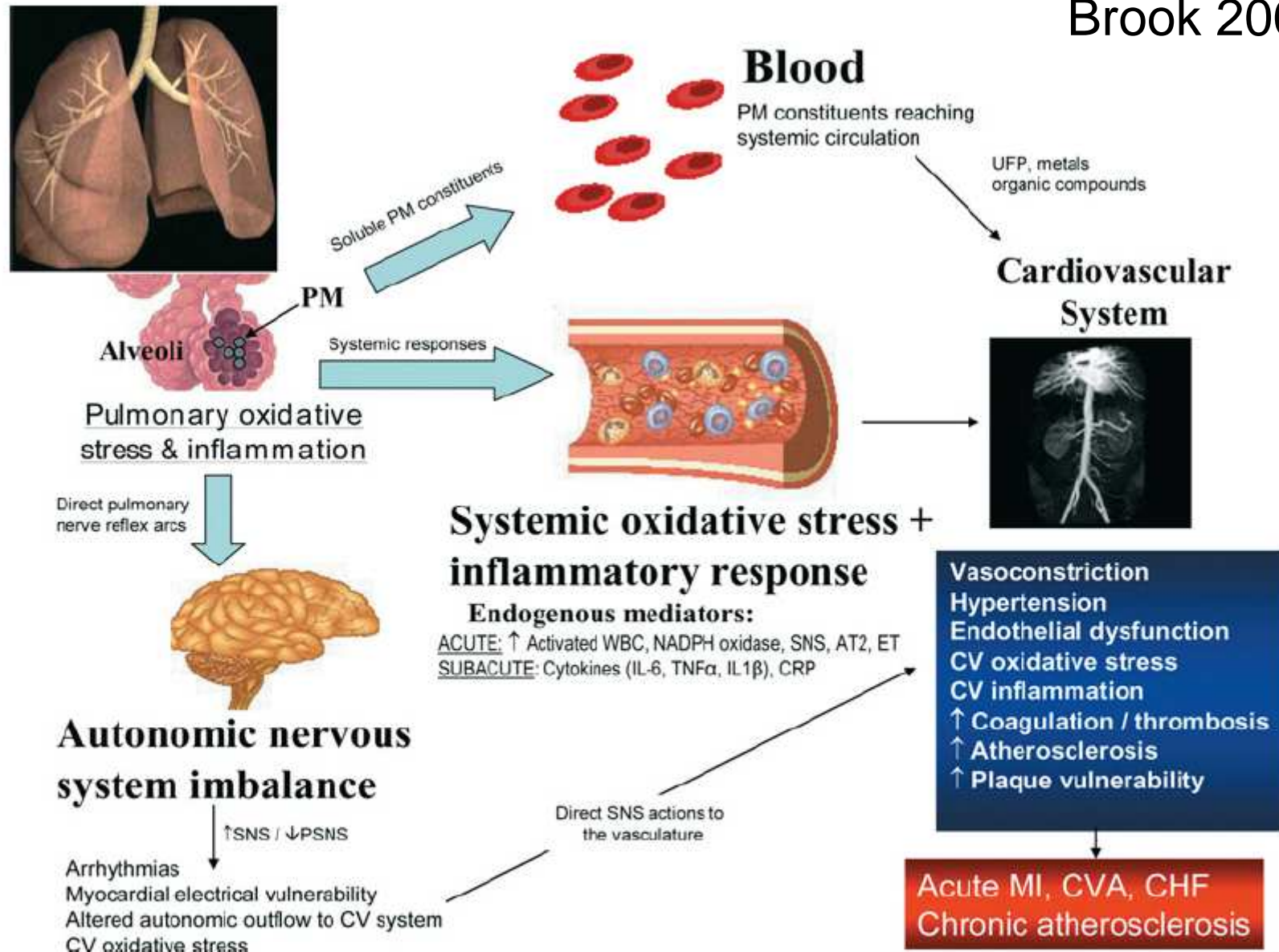


Figure 2 Broad biological pathways whereby PM may cause CV events

AT2, angiotensin II; CVA, cerebrovascular accident; CHF, congestive heart failure; ET, endothelins; MI, myocardial infarction; ROS, reactive oxygen species; UFP, ultra-fine particles; WBC, white blood cells.



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

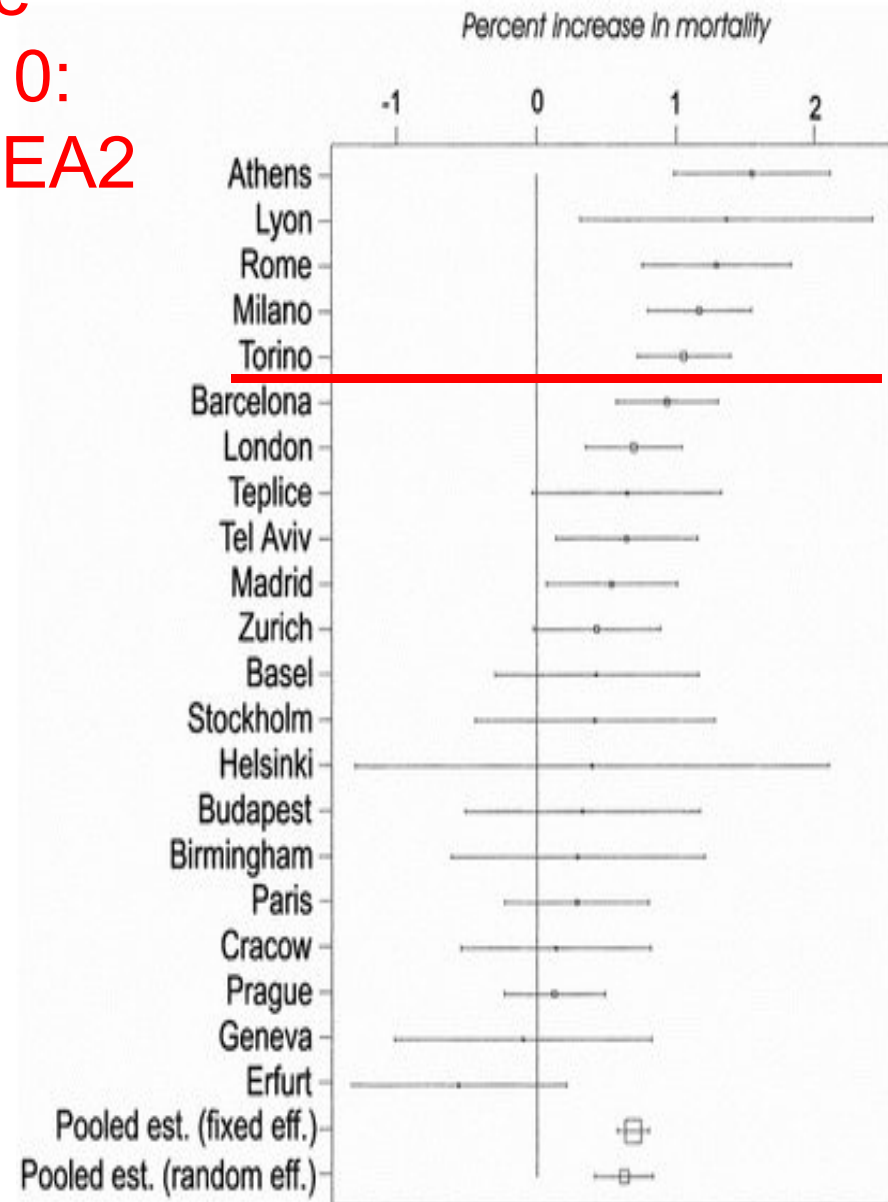


Effetti a breve termine sulla mortalità del PM10: risultati dello studio APHEA2

Katsouyanni K et al

Aphea2 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)





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	I ²	P-HET
PM10 (µg/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 (µg/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 (µg/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 (µg/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

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

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

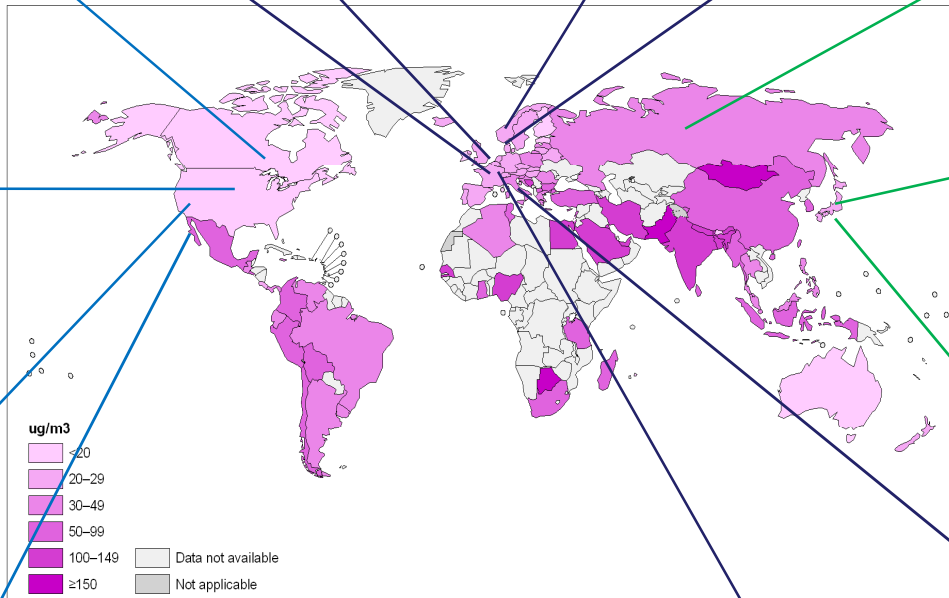
Raaschou-Nielsen et al, 2011
DDCH
 Danimarca, 2 città
 57 053 soggetti
 RR 1.09 (0.79-1.51)^e

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

- 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)

Fonte: World Health Organization.

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



WHO 2011. All rights reserved.

HRAPIE – OMS (2013)

Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project

New emerging risks to health from air pollution – results from the survey of experts

By: Susann Henschel and Gabrielle Chan

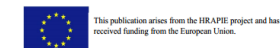


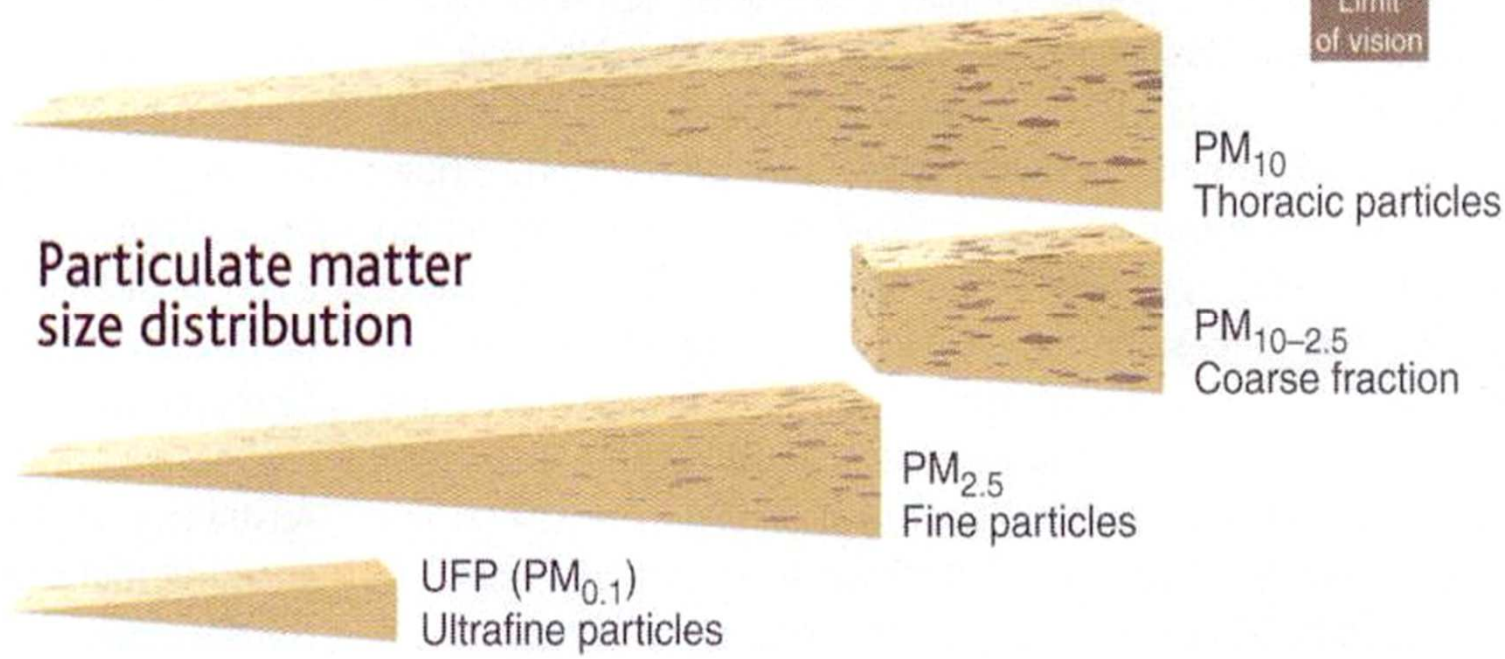
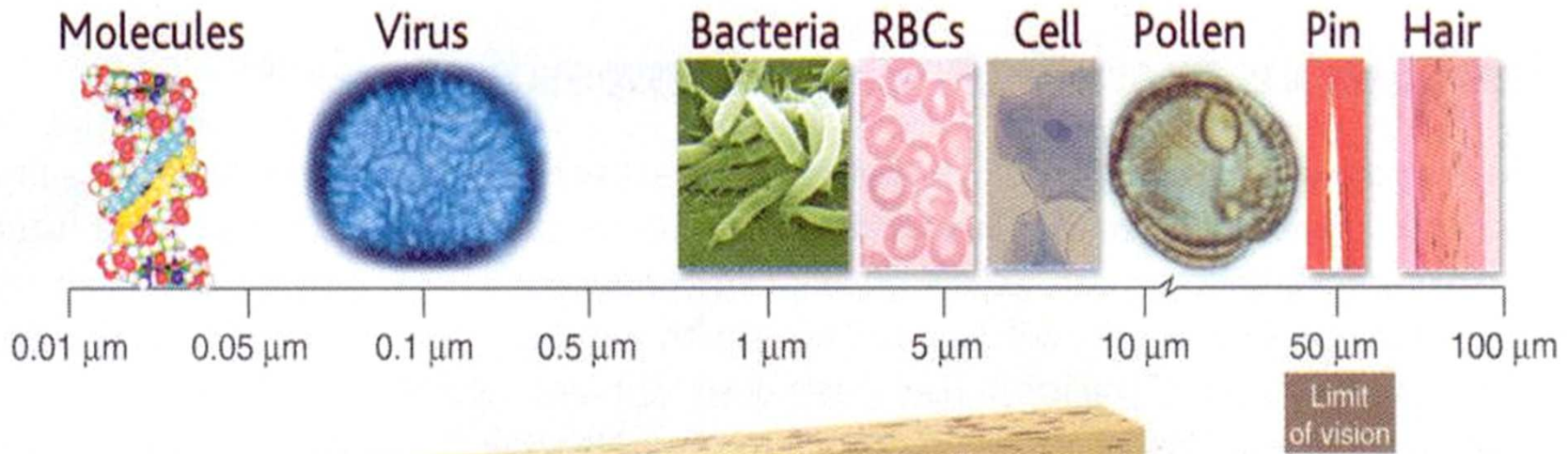
Table 1. CRFs recommended by the HRAPIE project

Pollutant metric	Health outcome	Group	RR (95% CI) per 10 µg/m ³	Range of concentration	Source of background health data	Source of CRF	Comments
PM _{2.5} , annual mean	Mortality, all-cause (natural), age 30+ years	A*	1.062 (1.040–1.083)	All	European mortality database (MDB) (WHO, 2013c), rates for deaths from all natural causes (International Classification of Diseases, tenth revision (ICD-10) chapters I–XVIII, codes A–R) in each of the 53 countries of the WHO European Region, latest available data	Meta-analysis of 13 cohort studies with results: Hoek et al. (2013)	
PM _{2.5} , annual mean	Mortality, cerebrovascular disease (includes stroke), ischaemic heart disease, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and trachea, bronchus and lung cancer, age 30+ years	A	Global Burden of Disease (GBD) 2010 study (IHME, 2013), supra-linear exponential decay saturation model (age-specific), linearized by the PM _{2.5} expected in 2020 under the current legislation scenario	All	European detailed mortality database (WHO, 2013d), ICD-10 codes cerebrovascular: I60–I63, I65–I67, I69.0–I69.3; ischaemic heart disease: I20–I25; COPD: J40–J44, J47; trachea, bronchus and lung cancer: C33–C34, D02.1–D02.2, D38.1	CRFs used in the GBD 2010 study	An alternative to all-cause mortality Both age-specific and all-age estimates to be calculated to assess the potential effect of age stratification
PM ₁₀ , annual mean	Postneonatal (age 1–12 months) infant mortality, all-cause	B*	1.04 (1.02, 1.07)	All	European Health for All database (WHO, 2013e) and United Nations projections	Woodruff, Grillo and Schoendorf (1997), based on 4 million infants in the United States	More recent analysis (Woodruff, Darrow and Parker, 2008) based on 3.5 million infants in the United States gives RR = 1.18 (1.06, 1.31) for respiratory postneonatal infant mortality; the older analysis is recommended as a source of RR due to unavailability of cause-specific postneonatal mortality data



Struttura della presentazione:

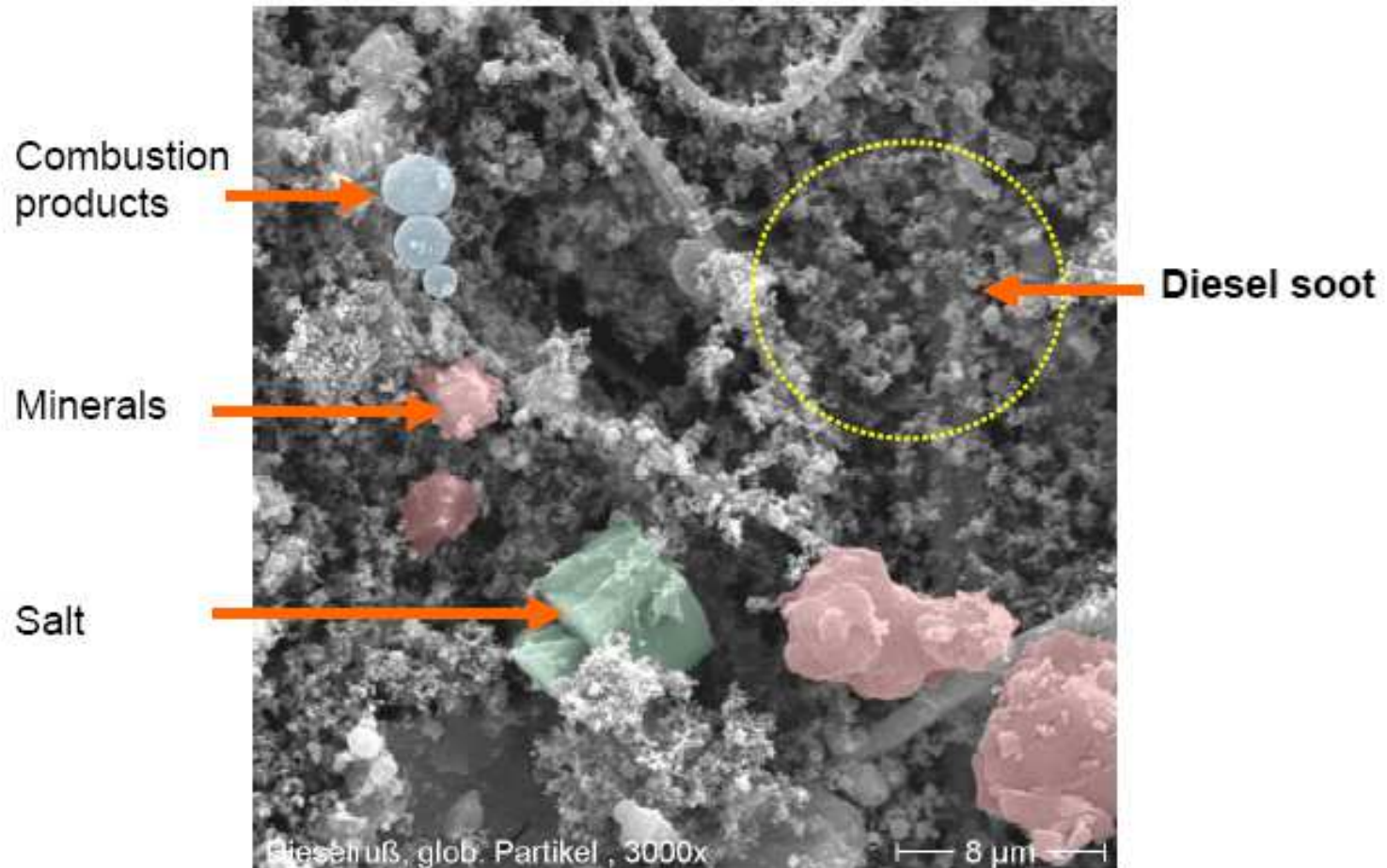
1. Mappe della situazione globale, europea, Italiana
2. Metodi di studio degli effetti dell'inquinamento atmosferico
3. Risultati dei principali studi storici sui rischi per la salute umana
4. Aggiornamento sulle evidenze recenti
5. **Identificazione delle componenti più pericolose**
6. Quantificazione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



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



PM10 at microscopic level



Source: Umweltbundesamt, Wien



Componenti più pericolose del particolato

Metalli:

cadmio, mercurio, cromo e piombo in particolare

Composti organici volatili (VOC):

Provengono da vernici, solventi, prodotti per la pulizia e da alcuni carburanti maggiormente volatili (benzina e gas naturale).

benzene(C₆H₆). Il benzene è un cancerogeno, mentre altri contribuiscono, fra le tante conseguenze, all'effetto serra.

Altri VOC:

idrocarburi sia composti contenenti ossigeno o/e alogeni: aldeidi, eteri, alcoli, esteri, alogenuri alchilici.



Struttura della presentazione:

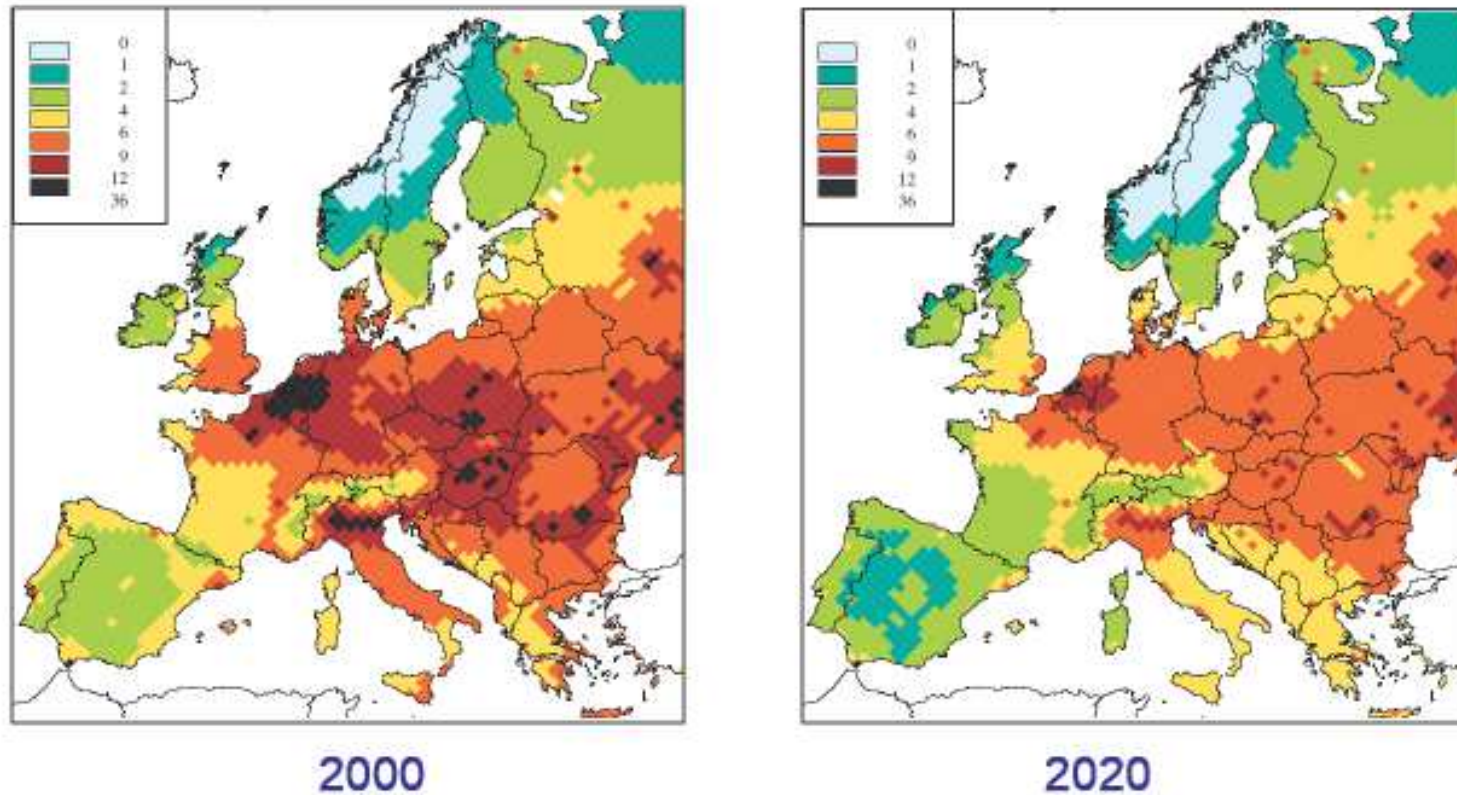
- 1. Mappe della situazione globale, europea, Italiana**
- 2. Metodi di studio degli effetti dell'inquinamento atmosferico**
- 3. Risultati dei principali studi storici sui rischi per la salute umana**
- 4. Aggiornamento sulle evidenze recenti**
- 5. Identificazione delle componenti più pericolose**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

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



Mortalità per cause naturali attribuibile a PM_{2.5} per macro area – Progetto VIAS (2005)

Area geografica	Popolazione >30aa	Numero di casi osservati	Numero di casi attribuibili		
			N	95%CI	
ITALIA	40,077,488	525,750	32,815	19,634	40,969
NORD	18,847,023	248,313	22,441	13,451	27,984
CENTRO	8,858,531	118,876	5,544	3,326	6,913
SUD E ISOLE	12,371,934	158,561	4,830	2,856	6,073
NON URBANO	25,826,119	344,014	13,401	7,923	16,853
URBANO	14,251,369	181,736	19,414	11,711	24,116



Riduzione della speranza di vita in Italia – 2010 Progetto MED HISS (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 µg/m³



Riduzione della speranza di vita in Piemonte – 2010 Progetto MED HISS (in mesi)

	Riduzione vita media (mesi)	
Piemonte Regione	9,6	
Prov. Torino	9,1	
Prov. Vercelli	9,6	
Prov. Novara	13,2	
Prov. Cuneo	7,4	
Prov. Asti	12,0	
Prov. Alessandria	12,2	
Prov. Biella	8,0	
Prov. Verbano-Cusio- Ossola	5,9	

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



2001-2005



2006-2010



Grazie per l'attenzione

**Ennio Cadum
Dip.to Epidemiologia e Salute Ambientale
Arpa Piemonte**