



# La Valutazione Integrata dell'Impatto dell'Inquinamento atmosferico sull'Ambiente e sulla Salute in Italia

**ENNIO CADUM**

**Studi precedenti e approccio VIAS**

**Roma, 4 giugno 2015**

**La valutazione di impatto (Health impact Assessment, HIA) assume per valida una stima del rischio relativo (FCR, Funzione Concentrazione-rRsposta) derivante da altri e precedenti studi e la applica al profilo di esposizione della popolazione in studio ricavando il numero di soggetti deceduti o malati causati dall'esposizione in studio**

***Questo tipo di valutazioni sono utili per quantificare la proporzione (quota) di malattia attribuibile all'esposizione :***

***Stima del carico di malattia  
che la popolazione non sperimenterebbe  
(non dovrebbe sperimentare)  
se non fosse esposta oltre un livello  
predefinito (o livello Controfattuale)***

**•porre le basi conoscitive per lo sviluppo di procedure concordate e conformi**

**•per orientare le scelte di priorità di intervento sulla base di quantificazioni scientifiche oggettive che derivano dallo stato delle conoscenze disponibili sull'argomento**

## Valutazione d'impatto

### Calcolo del numero di casi attribuibili a un determinato inquinante

$E$ , ovvero il numero dei casi attribuibili a una concentrazione di inquinanti atmosferici oltre un determinato livello di riferimento, è dato dalla seguente equazione:

$$E = A * B_0 * C/10 * P$$

Dove:

$A$  è la proporzione dell'effetto sanitario attribuibile all'inquinamento dell'aria, che può essere calcolata come segue:

$$A = \frac{(RR-1)}{RR}$$

$B_0$  è il tasso di mortalità (morbosità) che si osserverebbe al livello di concentrazione di riferimento dell'inquinante e può essere calcolato nel modo seguente:

$$B_0 = \frac{B}{[1 + (RR-1) * (C/10)]}$$

dove  $B$  è il tasso di mortalità (morbosità) osservato, alla concentrazione osservata dell'inquinante, ottenuto dalle statistiche sanitarie disponibili;

$C$  è la variazione di concentrazione (cioè la differenza tra la concentrazione osservata e quella di riferimento), ottenuta dalle reti di monitoraggio di ogni città;

$P$  è la popolazione esposta, ottenuta dai dati di censimento.



**L'appropriatezza di ogni valutazione di impatto dipende in sintesi da:**

***estrapolabilità della relazione dose-risposta dalla/e popolazione/i in cui è stata studiata in origine a quella oggetto della valutazione;***

***validità dei dati sulla distribuzione dei livelli di esposizione;***

## ***Assumono inoltre importanza:***

- ***scenari alternativi***
- ***soglie controfattuali diverse***
- ***confronto tra risultati ottenuti con modelli diversi***

## *I valori controfattuali possibili*

25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : Commissione Europea

20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : Parlamento Europeo

15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : US EPA

10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : OMS AQG

Valori proposti  
come limite  
per il PM 2.5

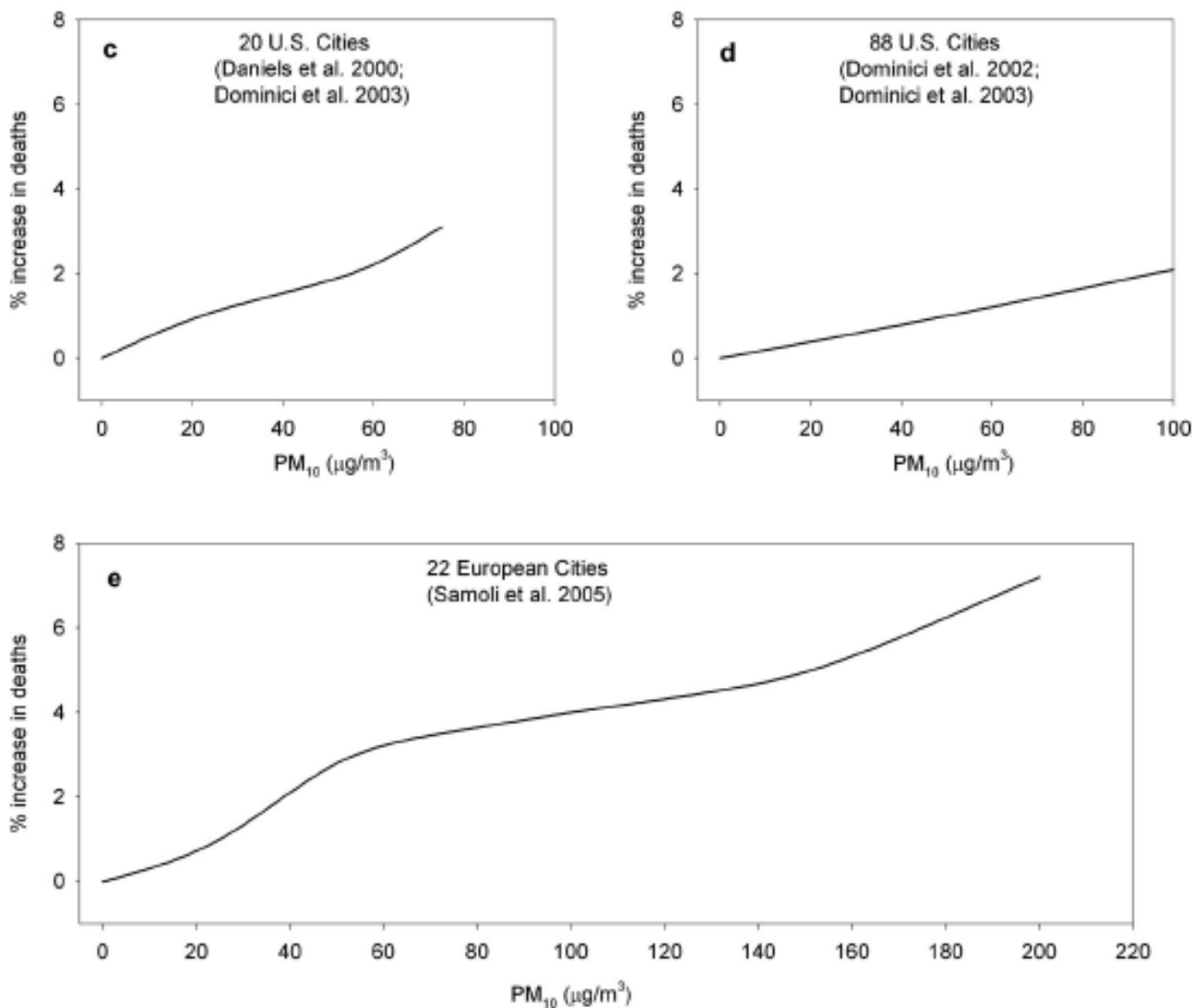
[www.apheis.net](http://www.apheis.net)

[www.euro.who.int/Document/E90038.pdf](http://www.euro.who.int/Document/E90038.pdf)

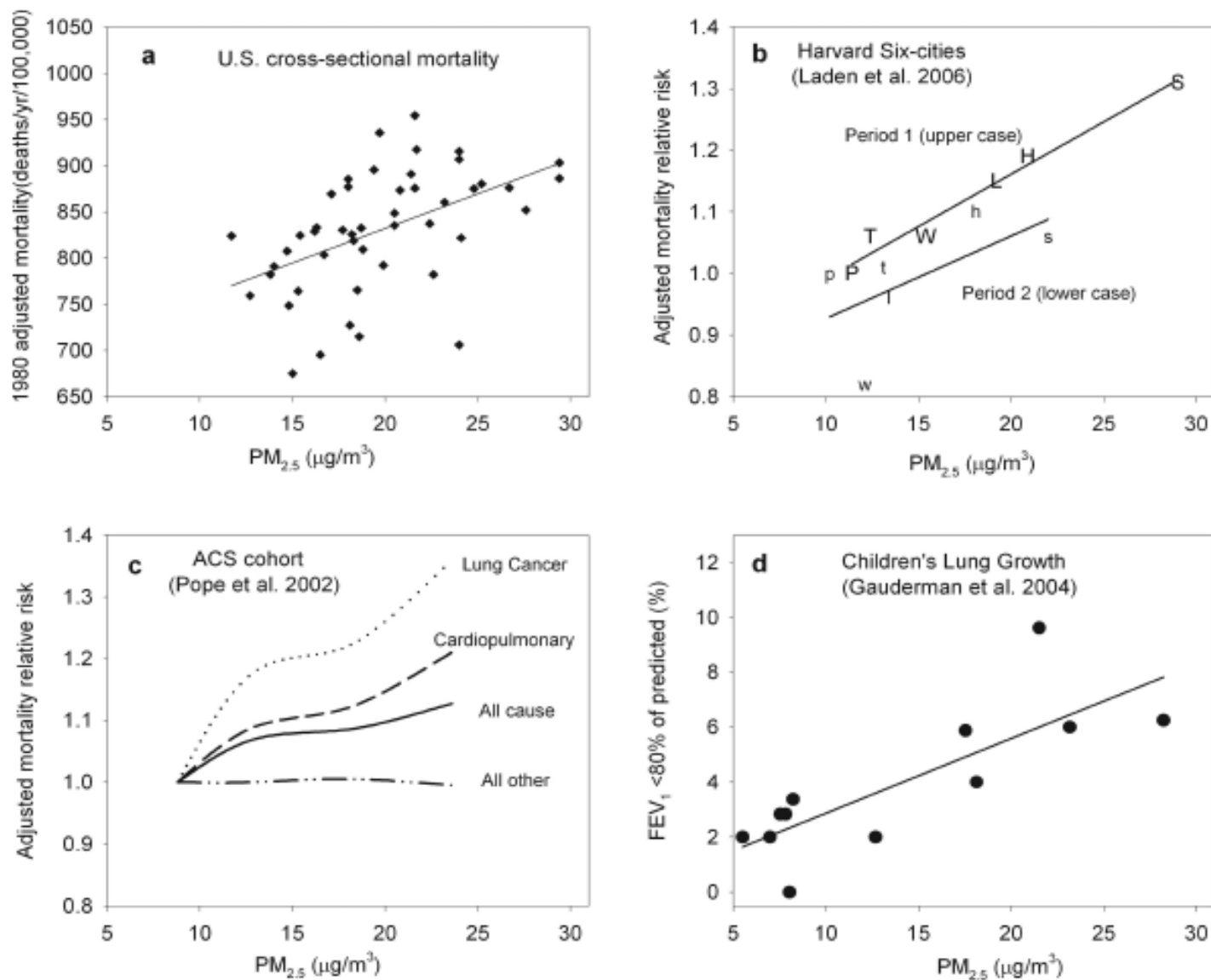
*Ballester F, Medina S, Boldo E, et al. Reducing ambient levels of fine particulate could substantially improve health: a mortality impact assessment for 26 European cities. J Epidemiol Community Health 2008;62:98-105*



***L'evidenza empirica indica che, per i livelli di particolato analizzati negli studi più robusti, la relazione concentrazione-risposta può essere modellata ragionevolmente come una funzione di tipo lineare.***



**Figure 1.** Selected concentration-response relationships estimated from various multicity daily time series mortality studies (approximate adaptations from original publications rescaled for comparison purposes).



**Figure 2.** Selected concentration-response relationships estimated from various studies of long-term exposure (approximate adaptations from original publications rescaled for comparison purposes).

# Prime stime di impatto in Europa

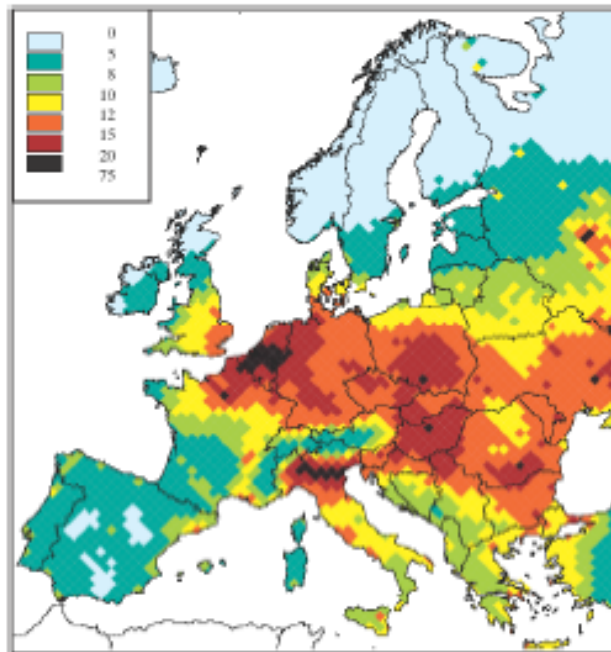
---

- Results presented at the third Conference of Ministries of Health and Environment, London 1999 (Kunzli et al, Lancet 2000).
- Attributable deaths among the adult population, 1996:
  - 31.700 in France
  - 5.600 in Austria
  - 3.300 in Svitzerland
- 1 years of life expectancy is the result of a reduction of  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{PM}_{10}$  for a long term exposure (Brunekreef, Occup Environ Med 1997).

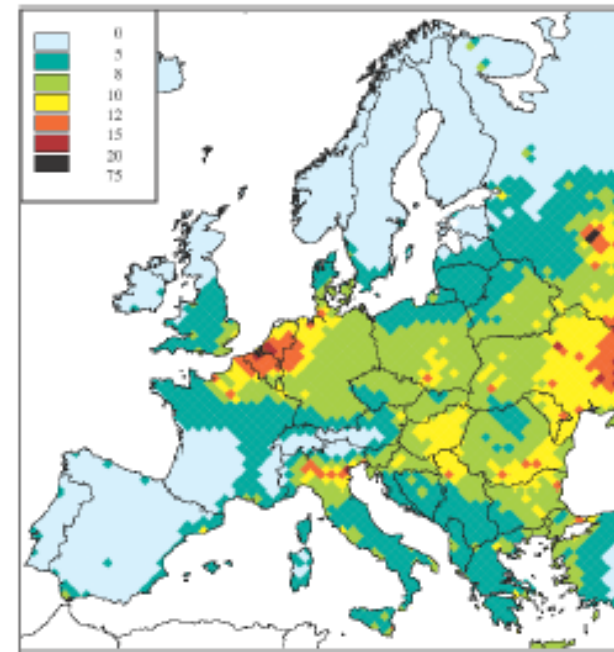
## *Lo studio CAFE (Clean Air for Europe) - 2005*

# Studio CAFE e mesi di vita persi in Europa (2005)

## Concentrazioni PM 2.5



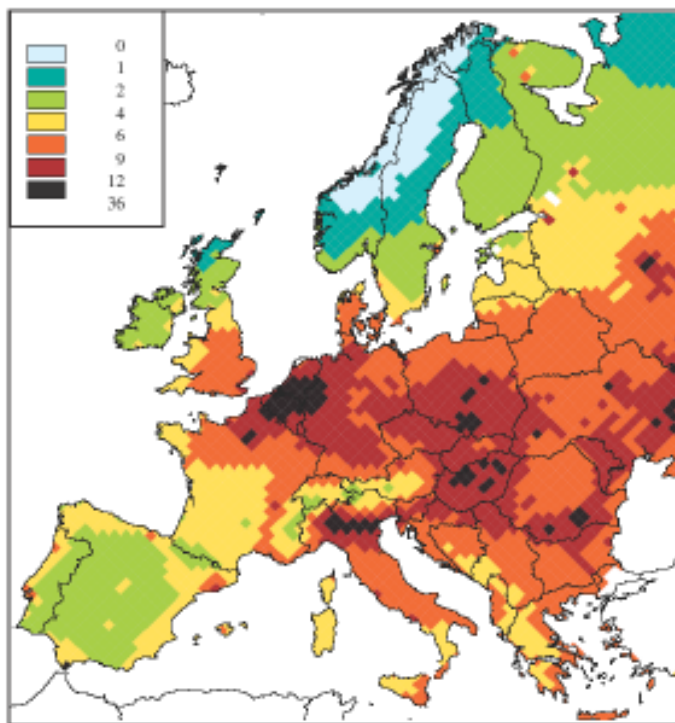
2000



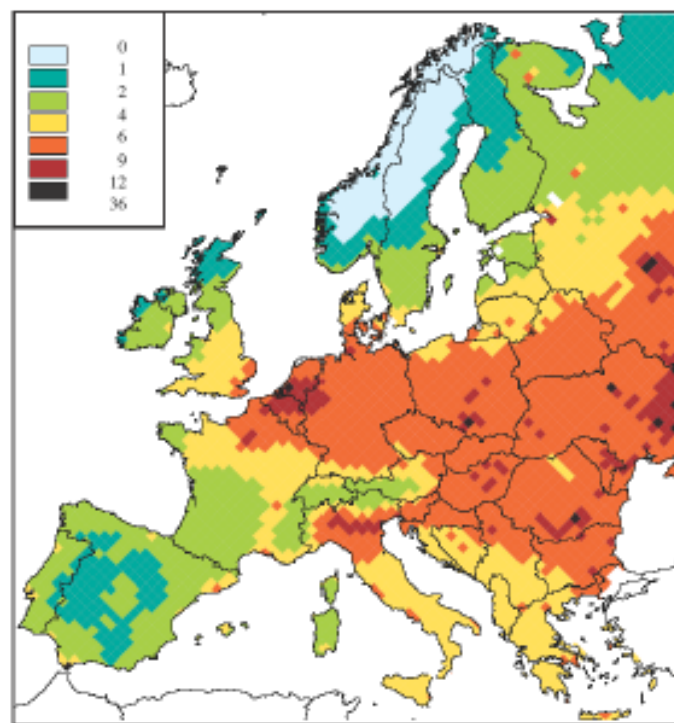
2020

Grid-average concentrations, annual mean [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
from known anthropogenic sources excluding sec. org. aerosols  
Average of calculations for 1997, 1999, 2000 & 2003 meteorologies

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



2000



2020

Loss of life expectancy in months

# ***The European limits for PM10 (20 µg/m<sup>3</sup>) can reduce significantly the impact on health (Bertollini, WHO, 2005)***

## **Estimates for 25 EU countries**

<b>Impact estimate for 2000</b>	<b>Expected reduction of the impact in 2020 – current legislation</b>
3 million life years lost	1 million
280 thousand premature deaths / year	80 thousand
80 thousand hospital admissions / year	30 thousand

## **Economic valuation of health impact**

<b>243 – 669 billion € / year</b>	<b>89 - 193 billion € / year</b>
-----------------------------------	----------------------------------

1 Billion = 1,000 million

Source: CBA: CAFE 2005



## ***La valutazione APHEIS (2008)***

Potenziali benefici (riduzione di morti premature, popolazione 30 anni e più) per concentrazioni medie annue di PM 2.5 pari a diversi scenari, Apheis 2008

25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : riduzione media pari a 0.4 % (0.1 – 0.8 IC 95%)

20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : riduzione media pari a 0.8 % (0.2 – 1.6 IC 95%)

15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : riduzione media pari a 1.6 % (0.4 – 3.1 IC 95%)

10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : riduzione media pari a 3 % (0.8 – 5.8 IC 95%)

(tranne Londra e Dublino)

***Nel 2006 l'OMS stima l'impatto sanitario del PM10 in 13 grandi città italiane sulla base dei livelli 2002-2004***

***La versione inglese è tradotta in italiano a cura dell'APAT (oggi ISPRA).***

***L'impatto sanitario è notevole: 9% della mortalità naturale oltre i 30 anni oltre un controfattuale di 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  .per il PM10***

***La valutazione segue una precedente del 2002 condotta con la metodologia seguita da Kunzli et al nel 1999***

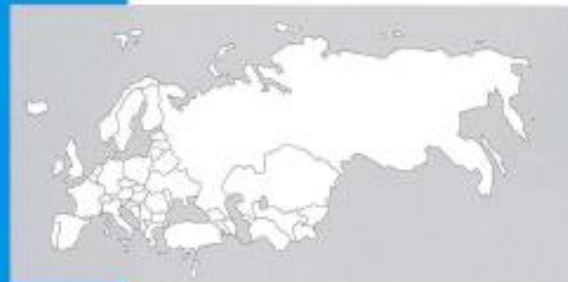


**Anderson et al, 2004**

***Meta analisi  
basata su 33  
studi europei  
pubblicata nel  
2004 ed  
utilizzata da  
Martuzzi (OMS)  
per la stima di  
impatto nel 2006***



EUROPE



Prepared by: H. Ross Anderson,  
Richard W. Atkinson,  
Janet L. Peacock,  
Louise Marston and  
Kostas Konstantinou

Meta-analysis of  
time-series studies  
and panel studies of  
Particulate Matter (PM)  
and Ozone (O<sub>3</sub>)

Report of a WHO task group

## WHO (2006) funzioni concentrazione-risposta utilizzate

Tabella 7. Sintesi dei RR applicati nello studio e relativi intervalli di confidenza al 95% (IC 95%)<sup>a</sup>

PM <sub>10</sub> -PM <sub>2.5</sub>			
Esiti sanitari	RR	IC 95%	Classi di età
Mortalità (esclusi incidenti) (25) <sup>a</sup>	1.06	1.02–1.11	≥ 30
Tumore alla trachea, ai bronchi e al polmone (25) <sup>a</sup>	1.08	1.01–1.16	≥ 30
Infarto (26) <sup>a</sup>	1.18	1.14–1.23	≥ 30
Ictus (26) <sup>a</sup>	1.02	0.95–1.10	≥ 30
Mortalità acuta (esclusi incidenti) (27)	1.006	1.004–1.008	Tutte
Mortalità acuta, cause cardiovascolari (27)	1.009	1.005–1.013	Tutte
Mortalità acuta, cause respiratorie (27)	1.013	1.005–1.020	Tutte
Ricoveri ospedalieri per malattie cardiache (5)	1.003	1.000–1.006	Tutte
Ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie (5)	1.006	1.002–1.011	Tutte
Bronchite acuta (7)	1.306	1.135–1.502	<15
Ozono			
Esiti sanitari	RR	IC 95%	Classi di età
Mortalità acuta (esclusi incidenti) (27)	1.003	1.001–1.004	Tutte
Mortalità acuta per cause cardiovascolari (27)	1.004	1.003–1.005	Tutte
Ricoveri per cause respiratorie (27)	1.005	0.998–1.012	≥ 65

## WHO (2006) Impatto di PM10 e Ozono in 13 città

Tabella 13. Decessi attribuibili a livelli di PM<sub>10</sub> superiori ai 20 µg/m<sup>3</sup>

Cause di morte	Maschi		Femmine		Totale			
	N	Icr 95%	N	Icr 95%	N	Icr 95%	% casi attrib	Icr 95%
<b>Effetti cronici<sup>a</sup></b>								
Tutte le cause (esclusi incidenti)	3909	2996–4827	4311	3315–5310	8220	6308–10140	9.0	6.9–11.1
Tumore alla trachea, ai bronchi e ai polmoni	551	392–711	191	137–245	742	530–958	11.6	8.3–14.9
Infarto	1293	1220–1367	1269	1198–1341	2562	2418–2707	19.8	18.7–21
Ictus	126	79–174	203	132–275	329	207–452	3.3	2.1–4.6
<b>Effetti acuti<sup>b</sup></b>								
Tutte le cause (esclusi incidenti)	654	574–735	718	631–808	1372	1204–1540	1.5	1.3–1.7
Malattie cardiovascolari	362	303–421	481	404–558	843	706–980	2.1	1.8–2.5
Malattie respiratorie	99	77–121	86	67–108	186	145–227	3.1	2.4–3.8

<sup>a</sup>Adulti oltre i 30 anni, rischi basati su stime del PM<sub>2.5</sub>;

<sup>b</sup>tutte le età.

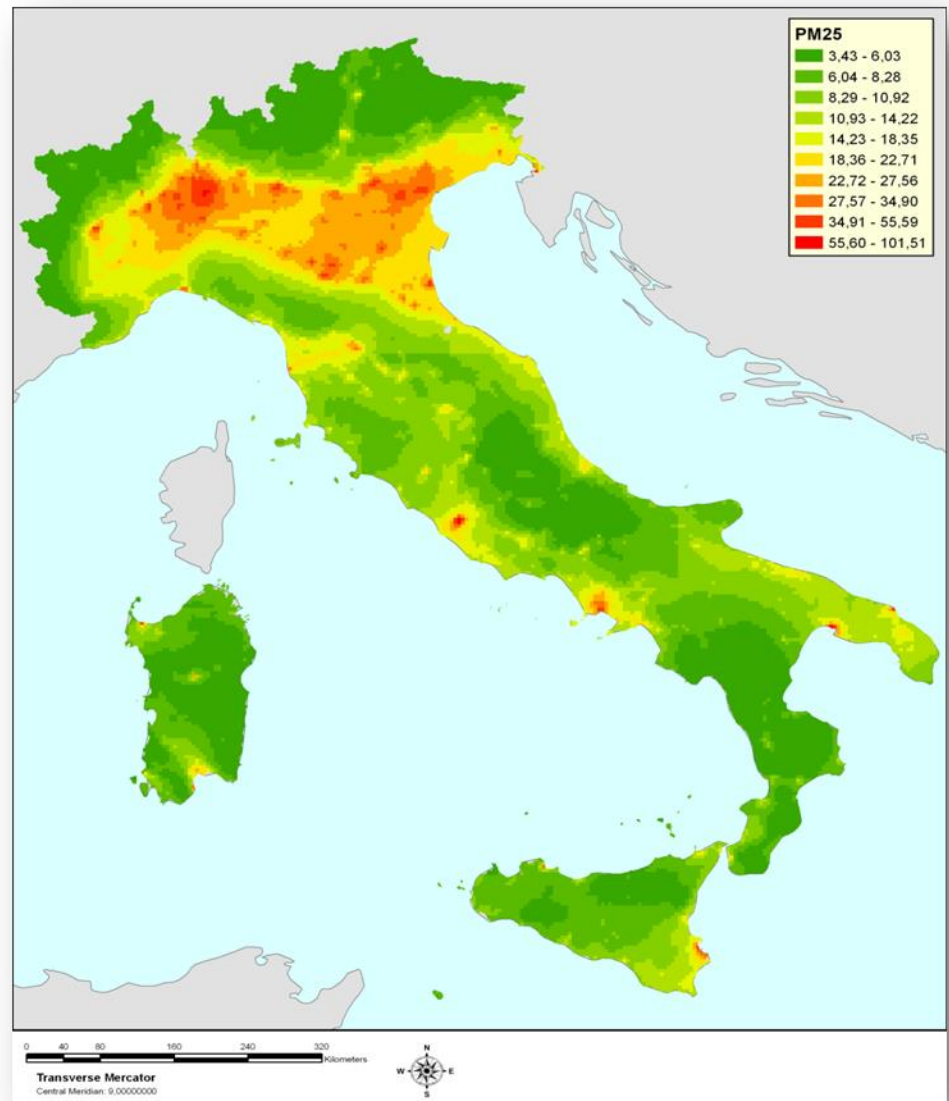
***La valutazione dell'OMS è limitata alle città perchè solo per queste nel 2006 sono disponibili dati misurati di concentrazione basati su centraline di qualità dell'aria.***

***I modelli per il resto del territorio italiano, pur disponibili, richiedevano un approccio complesso per poter essere utilizzati in una stima nazionale totale.***

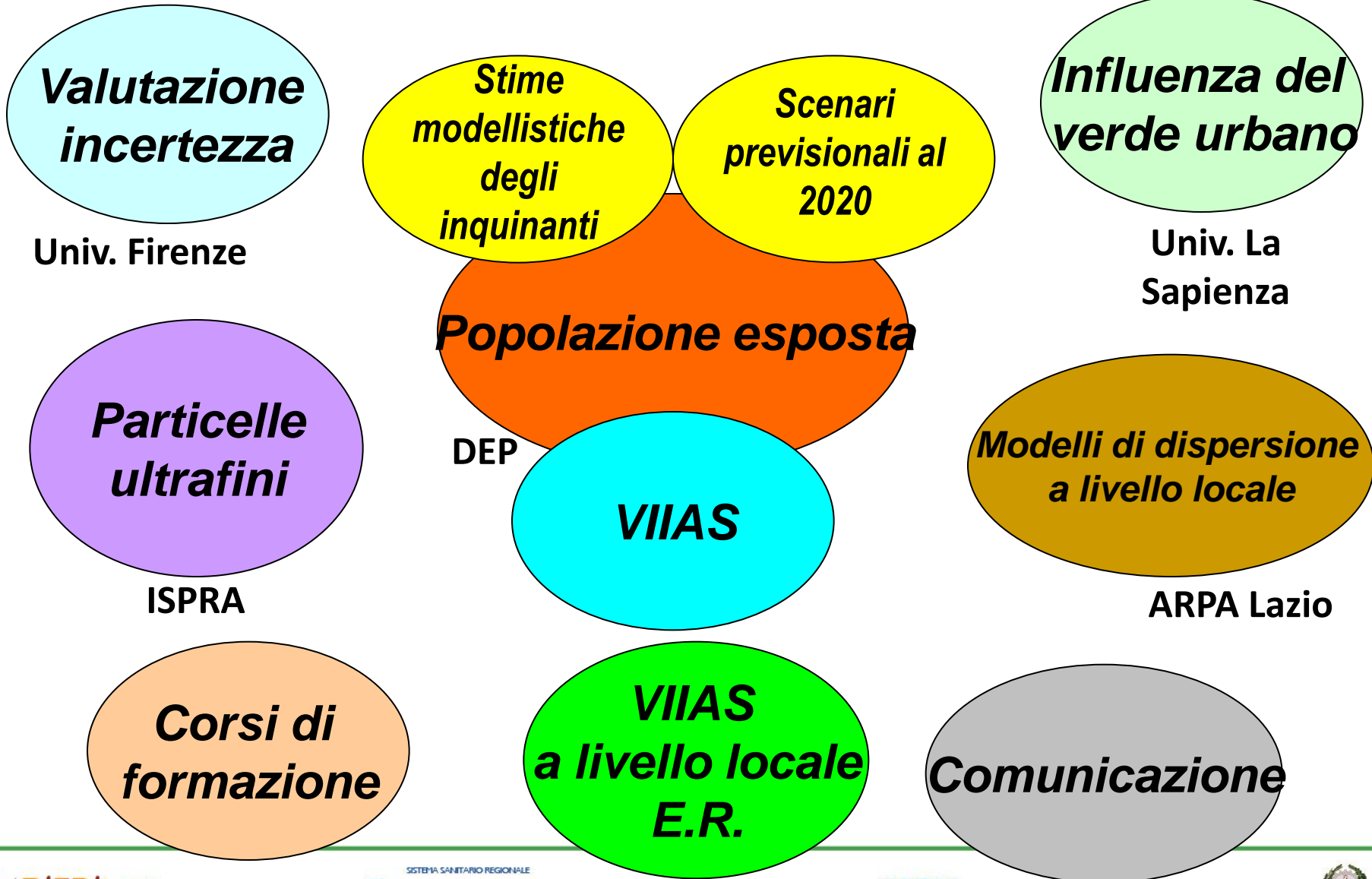
## *L'approccio utilizzato dal progetto VIAS*

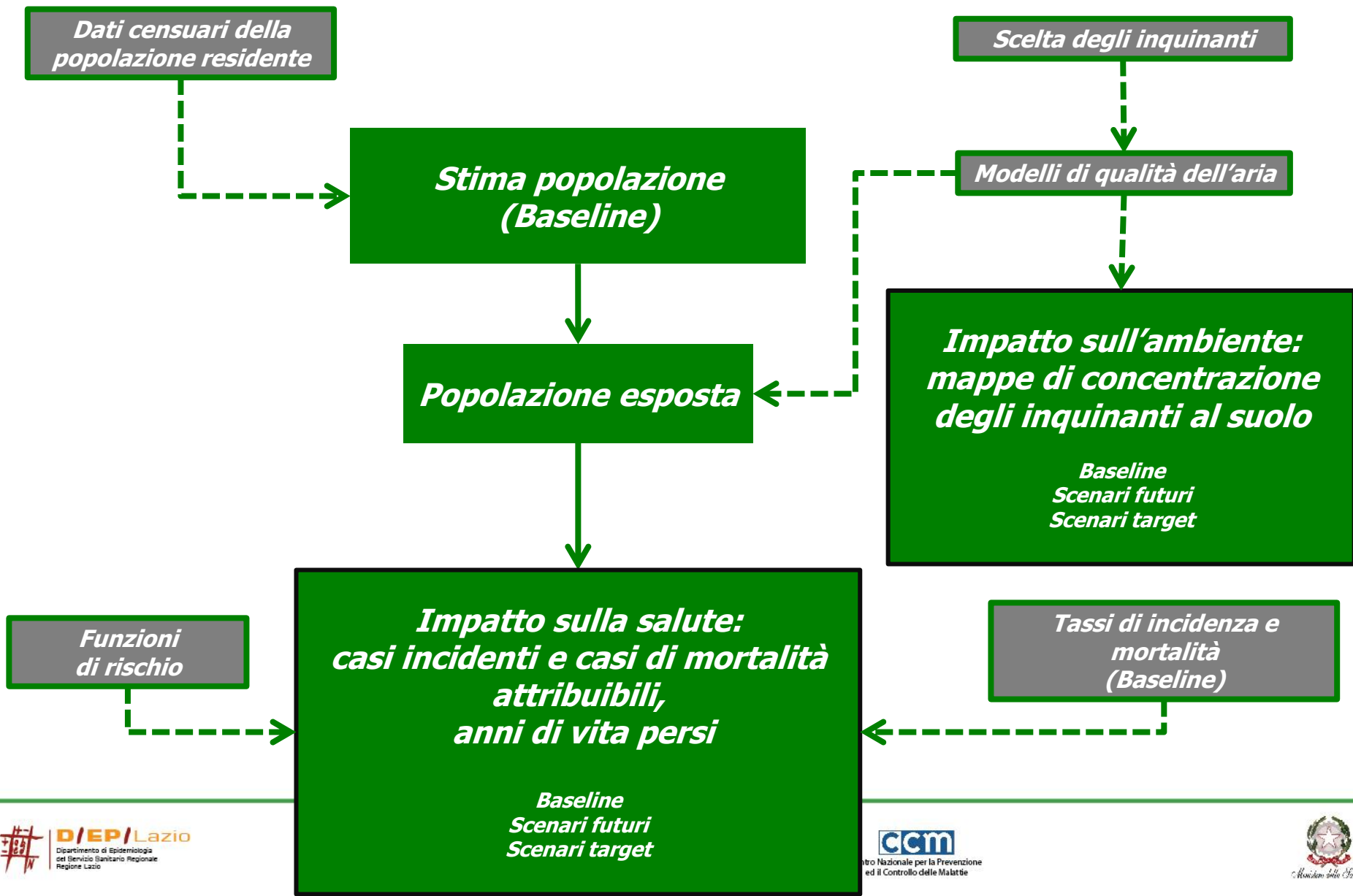
VIIAS pone le basi per la valutazione integrata dell'impatto su ambiente e salute in Italia attraverso l'uso della modellistica su base nazionale o locale che consente di avere mappe di concentrazione degli inquinanti al suolo (**PM<sub>2.5</sub>** **NO<sub>2</sub>** **O<sub>3</sub>**) .

Sono in studio scenari di riduzione delle emissioni attraverso politiche di contenimento.









- ***Le concentrazioni***
- ***La popolazione esposta***
- ***Mortalità/Morbidity al baseline***
- ***Le funzioni concentrazioni risposta***
- ***L'impatto sulla salute***
  - ***Effetti a lungo termine***
  - ***Effetti a breve termine***

***Baseline 2005***

***2010***

***Scenario 2020 (Current Legislation - CLe)***

**Lo scenario 2020 Cle non comprende le misure aggiuntive che le singole Amministrazioni Regionali potranno porre in essere per abbattere ulteriormente le proprie emissioni, né gli ulteriori eventuali adeguamenti alle direttive comunitarie**

***Controfattuali basati su possibili politiche di diminuzione dell'inquinamento atmosferico:***

***-Rispetto limiti UE***

***-Riduzione delle concentrazioni del 20%***

**PM<sub>2.5</sub>**

*ai residenti con concentrazioni medie annue stimate al 2020 superiori al limite delle direttive CE - **25 µg/m<sup>3</sup>** - è stata attribuita un'esposizione pari a 25 µg/m<sup>3</sup>*

**NO<sub>2</sub>**

*ai residenti con concentrazioni medie annue stimate al 2020 superiori al limite della soglia stabilita dalla CE/OMS - **40 µg/m<sup>3</sup>** - è stata attribuita un'esposizione pari a 40 µg/m<sup>3</sup>*

*Per ciascun inquinante,  
la concentrazione media annua stimata è stata  
riattribuita **sottraendo il 20% dalla stima al 2020***

# VIIAS: Le funzioni concentrazione risposta



Review of evidence  
on health aspects of  
air pollution –  
REVIHAAP Project

Technical Report



This publication arises from the project REVIHAAP and has received funding from the European Union.



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**



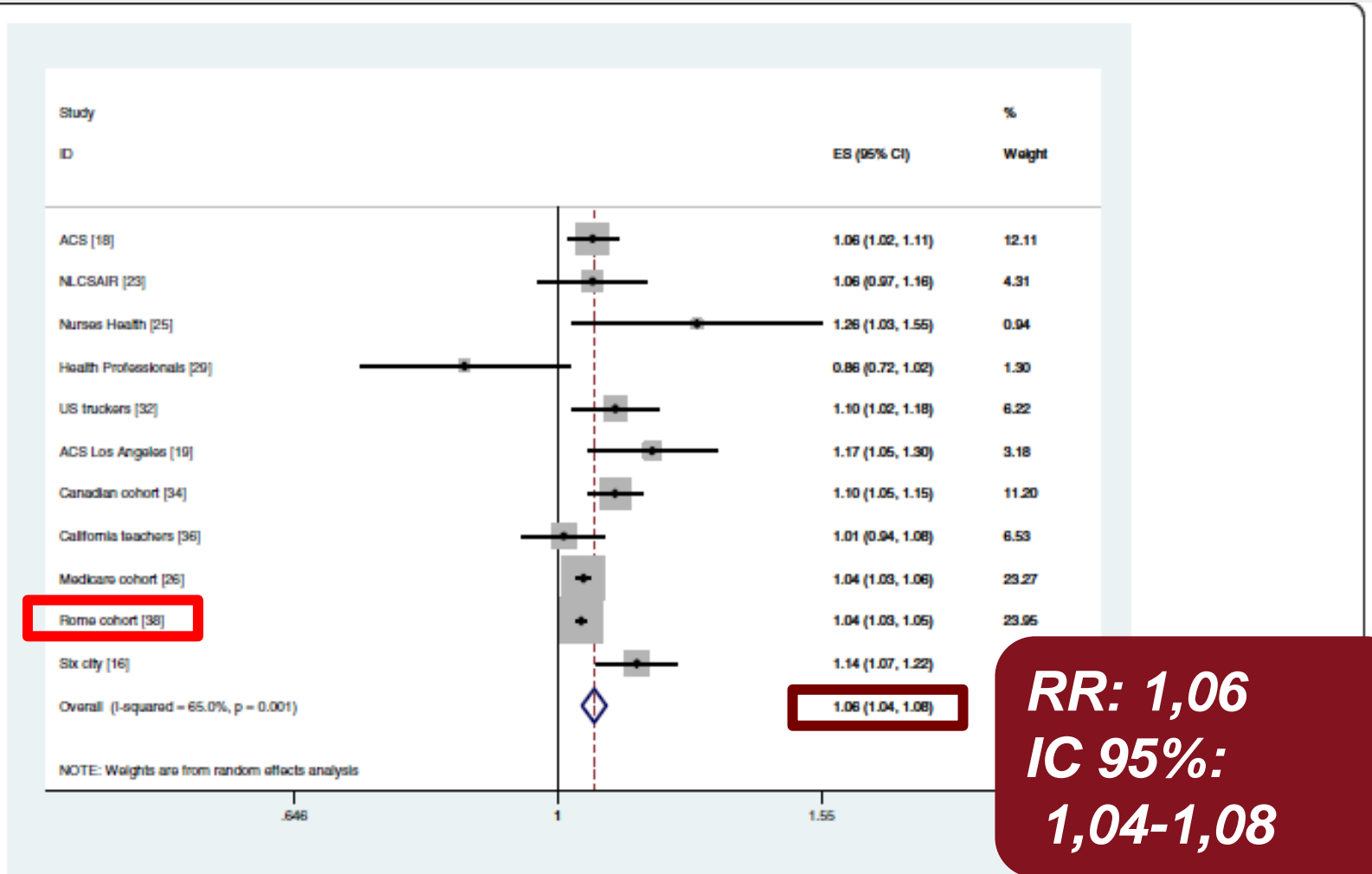
This publication arises from the HRAPIE project and has received funding from the European Union.



*Experts were asked to formulate a response to the following question: "What concentration-response functions for key pollutants*



# Revisione di Hoek (2013)



**RR: 1,06**  
**IC 95%:**  
**1,04-1,08**

Figure 1 Meta-analysis of the association between PM<sub>2.5</sub> and all-cause mortality (Relative risk per 10 µg/m<sup>3</sup>). Overall uses random effects.

# HRAPIE (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



This publication arises from the HRAPIE project and has received funding from the European Union.

Table 1. CRFs recommended by the HRAPIE project

PM, long-term exposure							
Pollutant metric	Health outcome	Group	RR (95% CI) per 10 µg/m <sup>3</sup>	Range of concentration	Source of background health data	Source of CRF	Comments
PM <sub>2.5</sub> , 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 <sub>2.5</sub> , annual mean	Mortality, cerebrovascular disease (includes stroke), ischaemic heart disease, chronic obstructive pulmonary	A	Global Burden of Disease (GBD) 2010 study (IHME, 2013), supra-linear exponential decay saturation model (age-specific), linearized by the PM <sub>2.5</sub> expected in	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, short-term exposure								
Pollutant metric	Health outcome	Group	RR (95% CI) per 10 µg/m <sup>3</sup>	Range of concentration	Source of background health data	Source of CRF	Comments	
PM <sub>10</sub> , annual mean	PM <sub>2.5</sub> , daily mean	Mortality, all-cause, all ages	A	1.0123 (1.0045–1.0201)	All	MDB (WHO, 2013c)	APED meta-analysis of 12 single-city and one multicity studies	For information only: not proposed as an alternative to long-term PM <sub>2.5</sub> exposure  The premature deaths attributed to short-term changes of PM <sub>2.5</sub> are already accounted for in estimating the effects of long-term exposure
	PM <sub>2.5</sub> , daily mean	Hospital admissions, cardiovascular diseases (CVDs) (includes stroke), all ages	A*	1.0091 (1.0017–1.0166)	All	European hospital morbidity database (WHO, 2013f), ICD, ninth revision (ICD-9) codes 390–459; ICD-10 codes I00–I99	APED meta-analysis of four single-city and one multicity studies	

# ***Studi condotti dopo Hoek (2013)***

***ACS California subcohort Jerrett, 2013***

**73,711 subjects living in California, 1982 – 2000**

***National English cohort Carey, 2013***

**835,607 patients from general practice, 2003-2007**

***ESCAPE Beelen 2014***

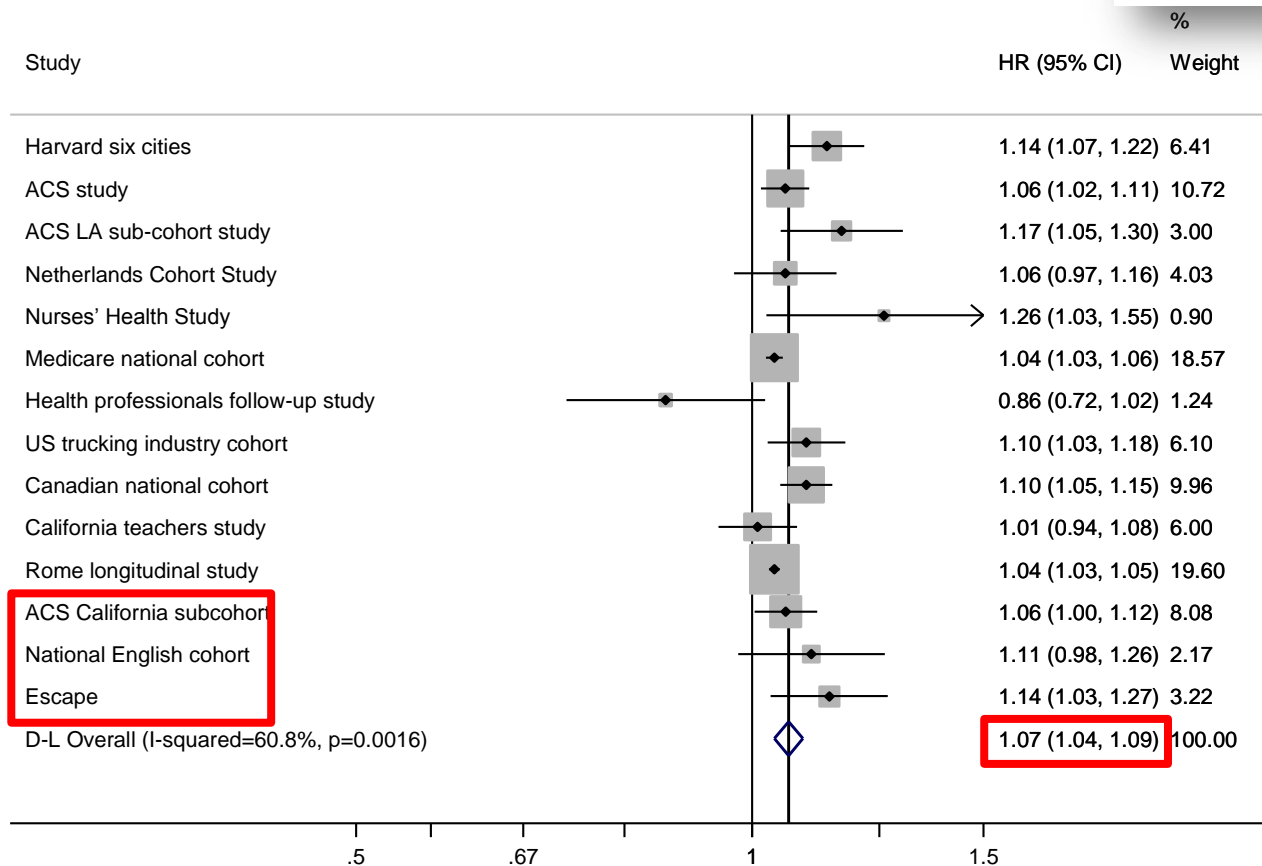
**367,251 participants from 22 European cohorts, 1985-2008**

# Hoek updated

WHO Expert Meeting: Methods and tools for assessing the health risks of air pollution at local, national and international level

Meeting report  
Bonn, Germany, 12-13 May 2014

## PM<sub>2.5</sub> (10 µg/m<sup>3</sup> increase) and Natural Mortality



***Grazie per l'attenzione***