



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Terni, 23 maggio 2013

L'evoluzione della qualità dell'aria in Italia

***Giorgio Cattani, Stefano Crocetti, Alessandro Di Menno di Bucchianico,
Alessandra Gaeta, Giuseppe Gandolfo, Gianluca Leone
e Anna Maria Caricchia***

***Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati 48, 00144, Roma
giorgio.cattani@isprambiente.it***

The cover features a blue header with logos of the Ministry of Environment, the Province of Terni, and the Fondazione Cassa di Risparmio di Terni e Nardo. The main image is a landscape of green hills. A text box in the center reads: "L'Osservatorio Provinciale Ambiente e Salute è uno strumento tecnico-scientifico che raccoglie e elabora dati, che produce conoscenze poste al servizio delle Amministrazioni Pubbliche e della cittadinanza, relativamente all'impatto dei fattori ambientali sulla salute della popolazione." To the right, the title "OSSERVATORIO PROVINCIALE AMBIENTE E SALUTE" and "II CONFERENZA PROVINCIALE" is displayed. A smaller image of a blue sky with clouds is at the bottom right.

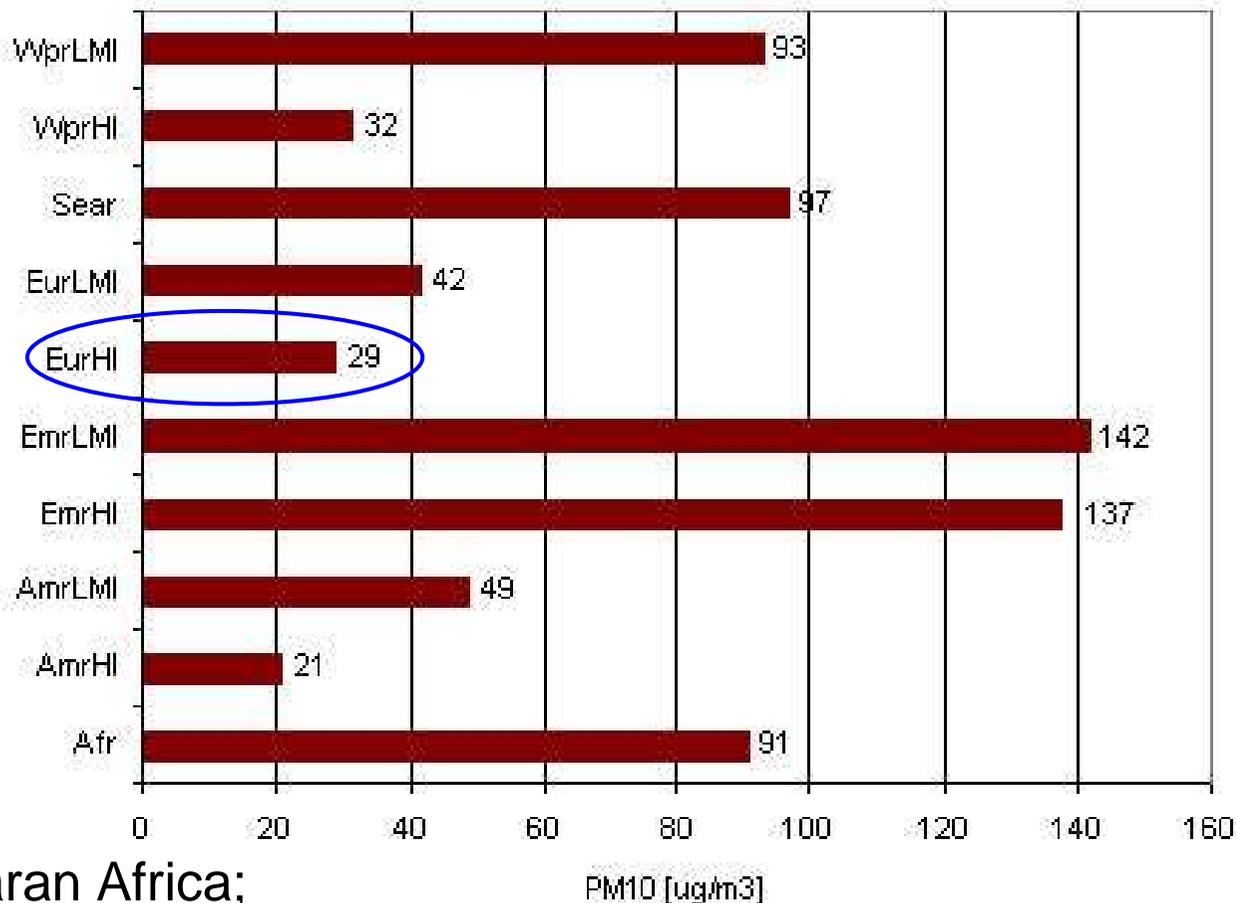
Inquinamento atmosferico evidenze di effetti sulla salute

- **Effetti a breve e lungo termine:**
 - **Respiratori**
 - **Cardiaci**
 - **Mortalità**
- **Gruppi di popolazione suscettibile**
- **Effetti senza “soglia” per materiale particolato, microinquinanti cancerogeni**
- **Recenti evidenze:**
 - **Ruolo delle particelle ultrafini ($< 0,1 \mu\text{m}$)**
 - **Ruolo della frazione “grossolana” o “coarse” ($>2,5 \mu\text{m}$)**
 - **Variabilità spaziale nell’area urbana per effetti a lungo termine**

Fonte: e.g. air quality guideline 2000; air quality guideline global update, 2005 www.who.int/phe/health_topics/outdoorair

Annual mean PM10 in cities, by region

Based on database, 2003 to 2010



Dimensione spaziale e “sociale” dei livelli di inquinamento

Afr: Sub-Saharan Africa;

Amr: Americas;

Emr: Eastern Mediterranean;

Eur: Europe;

Sear: South-East Asia;

Wpr: Western Pacific;

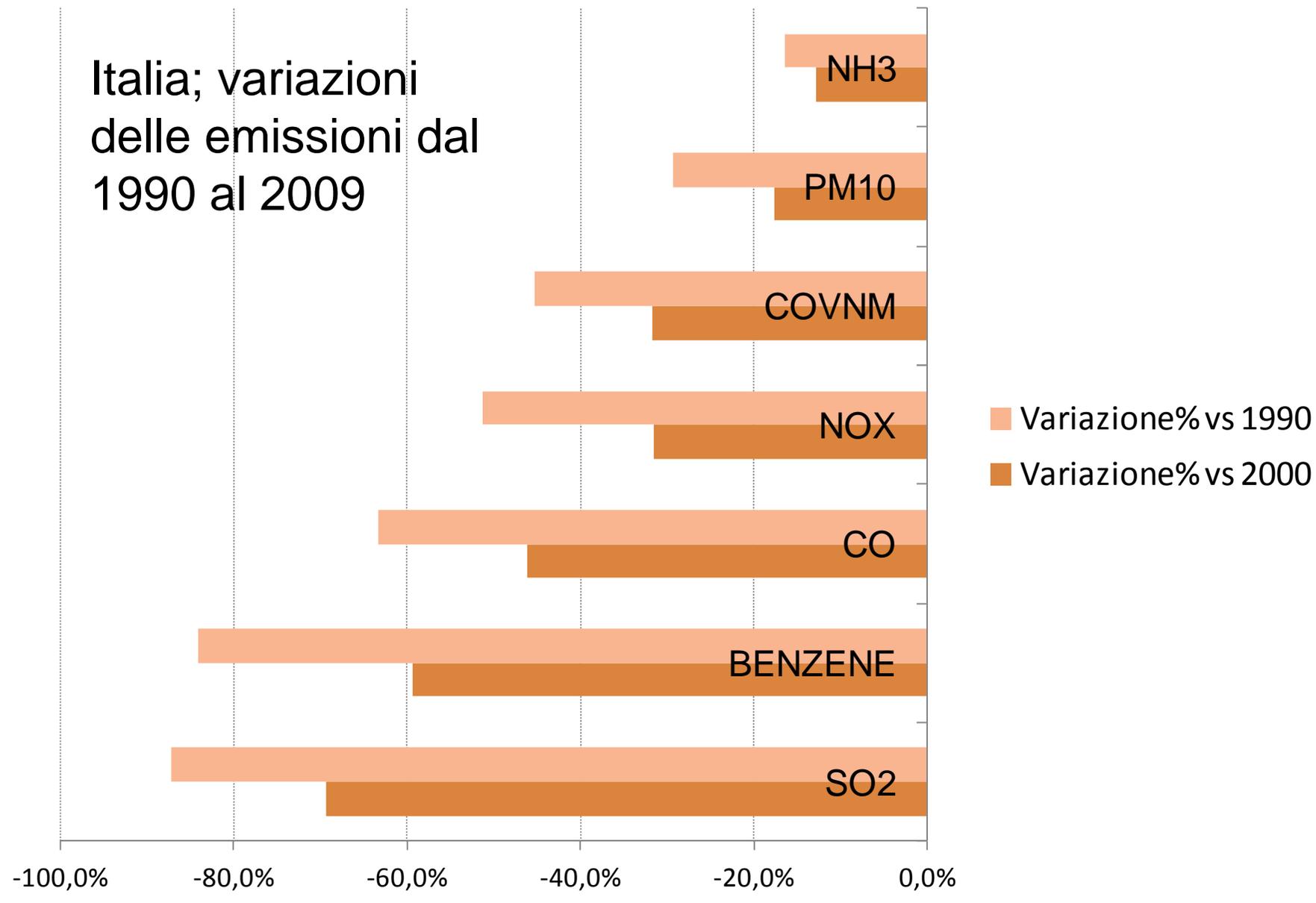
HI: High income;

LMI: Low and middle income;

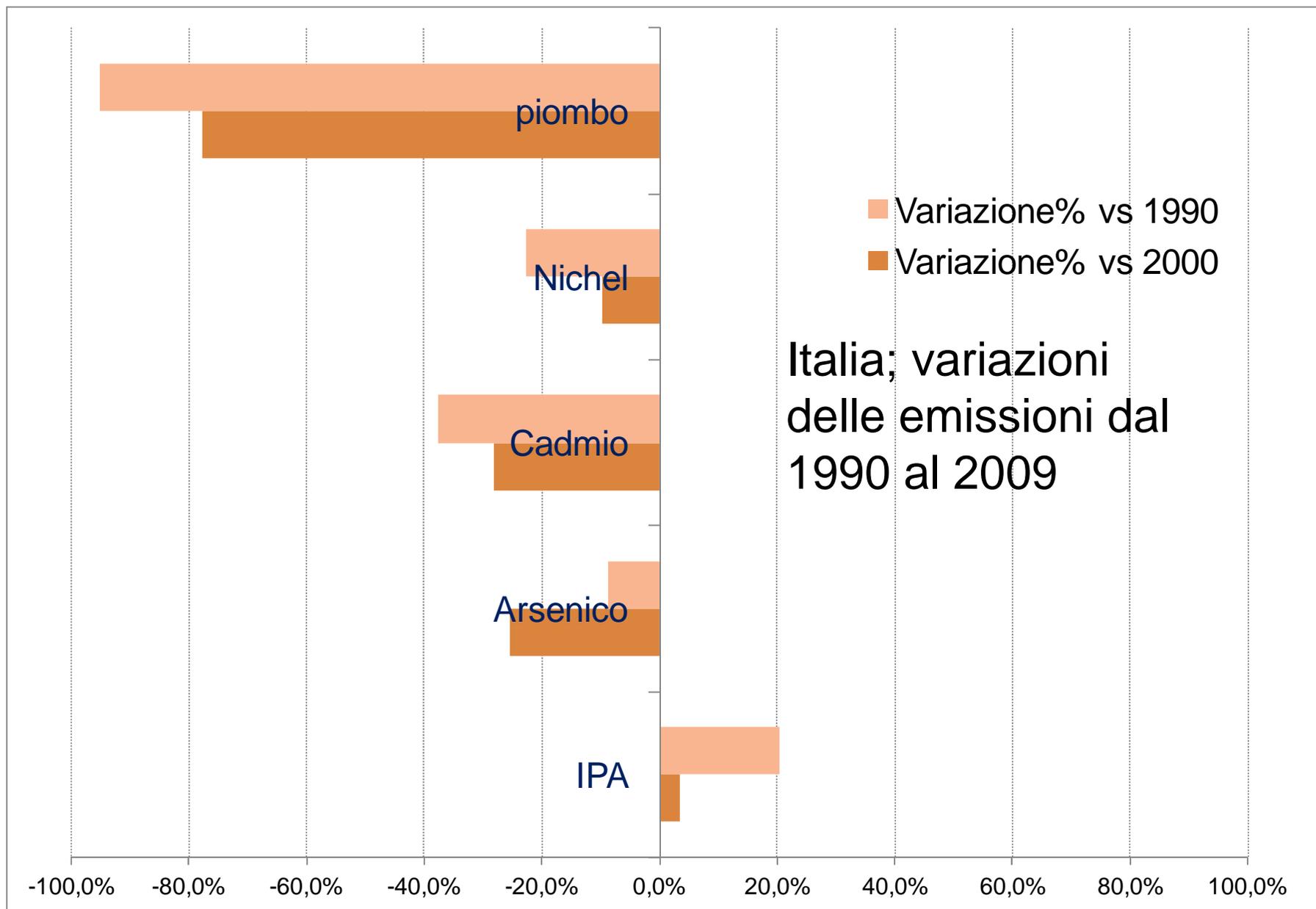
Fonte:

www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/database/en

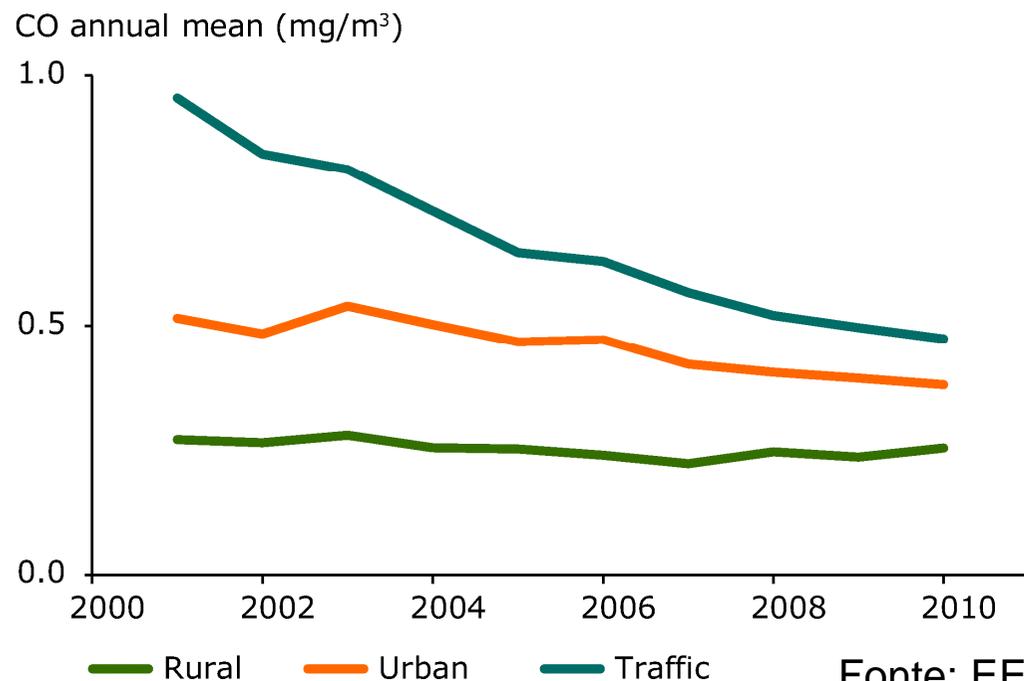
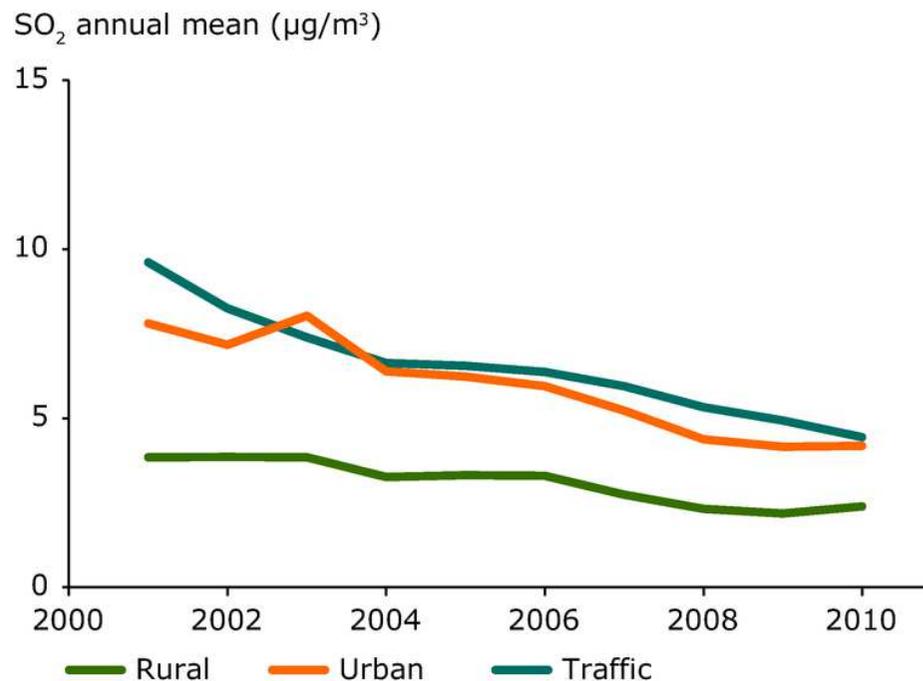
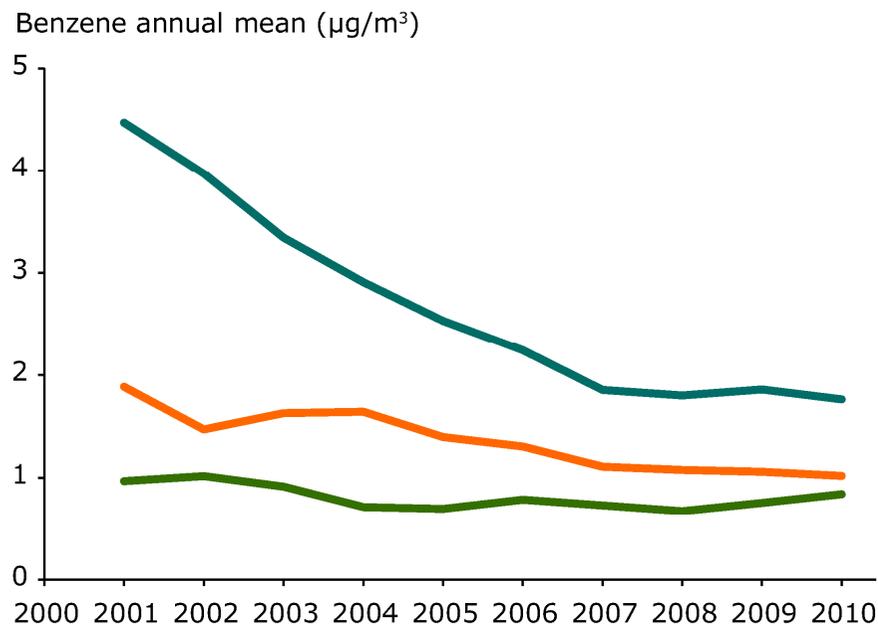
Italia; variazioni delle emissioni dal 1990 al 2009



Fonte: ISPRA, annuario dei dati ambientali, 2011



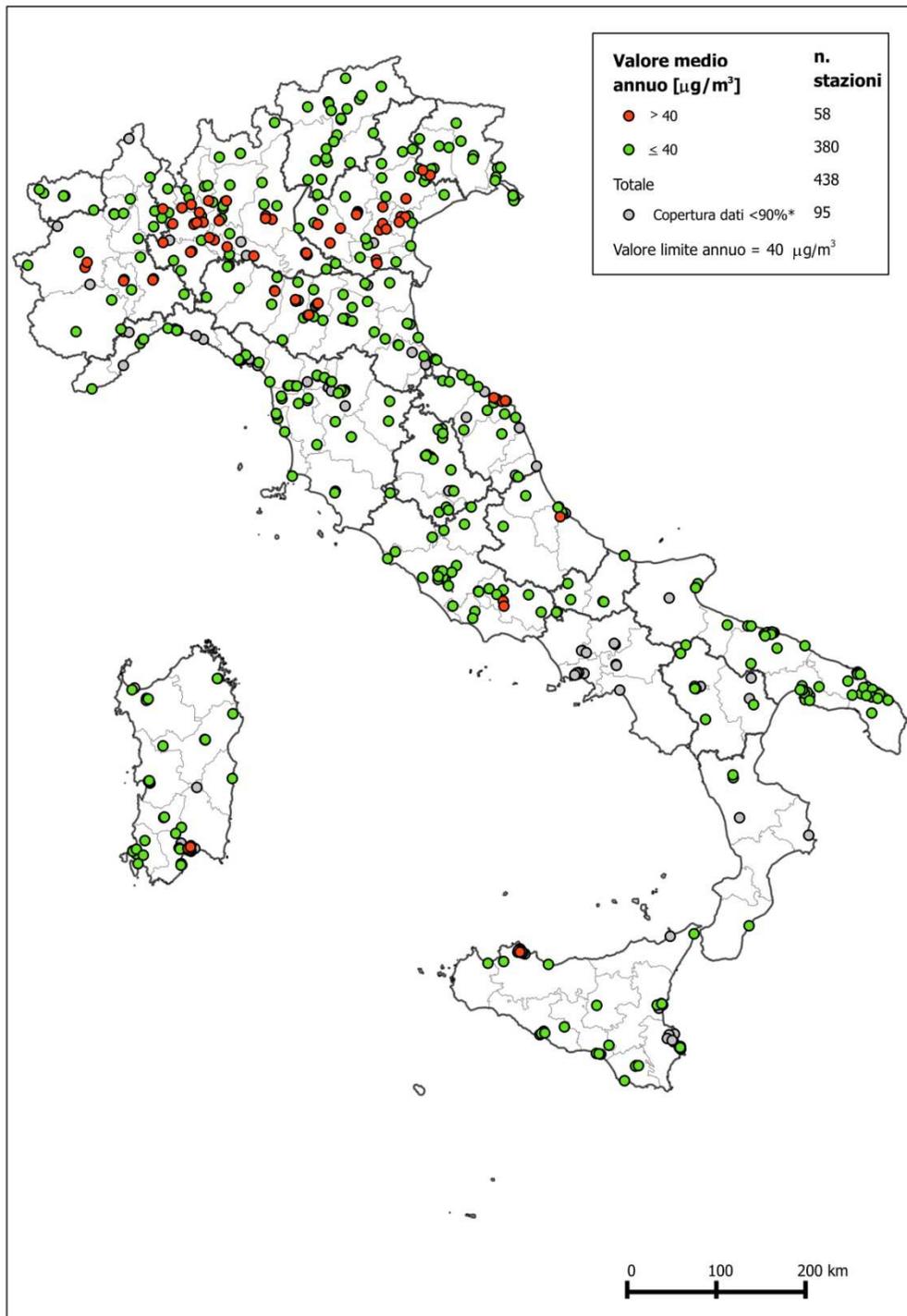
Fonte: ISPRA, annuario dei dati ambientali, 2011



Riduzione dei livelli di Benzene, monossido di carbonio e biossido di zolfo in Europa 2001 – 2010

In Italia permangono (2011) alcuni casi di superamento del VL per benzene e SO₂

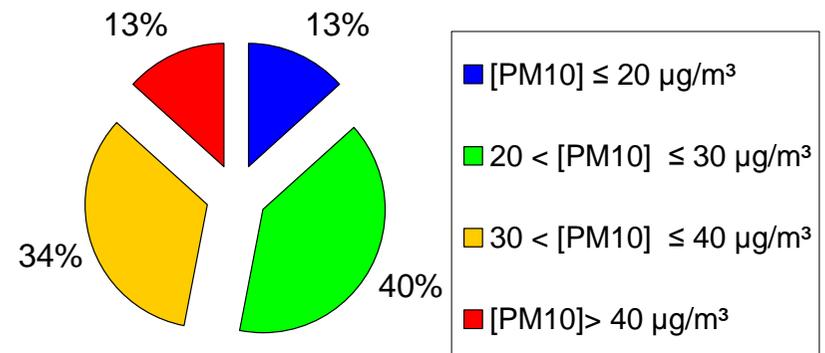
Fonte: EEA,
<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps>

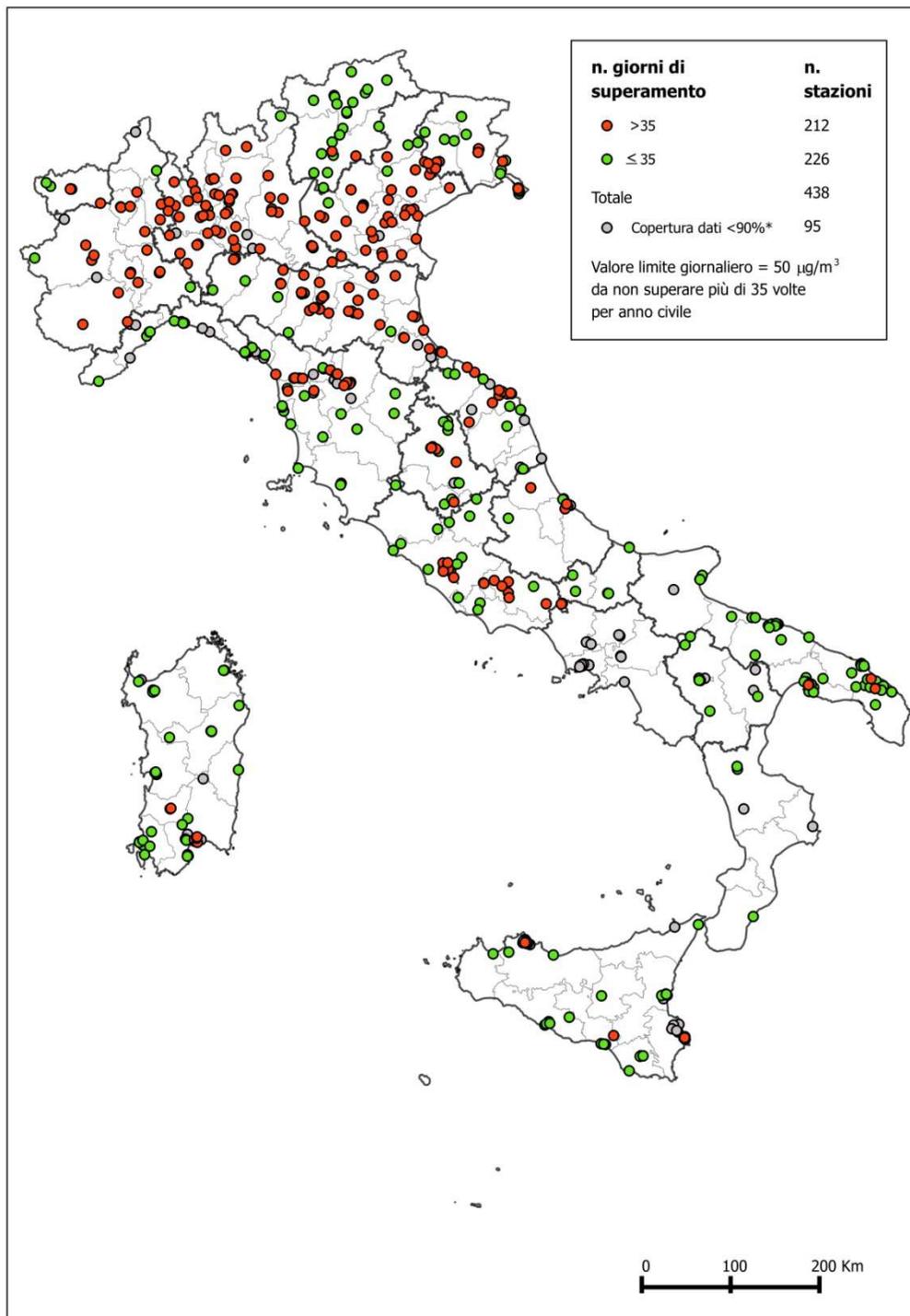


PM₁₀, 2011:

Il 13% delle stazioni ha un valore medio annuale superiore a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

L' 87% delle stazioni ha un valore medio annuale superiore alle linee guida OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

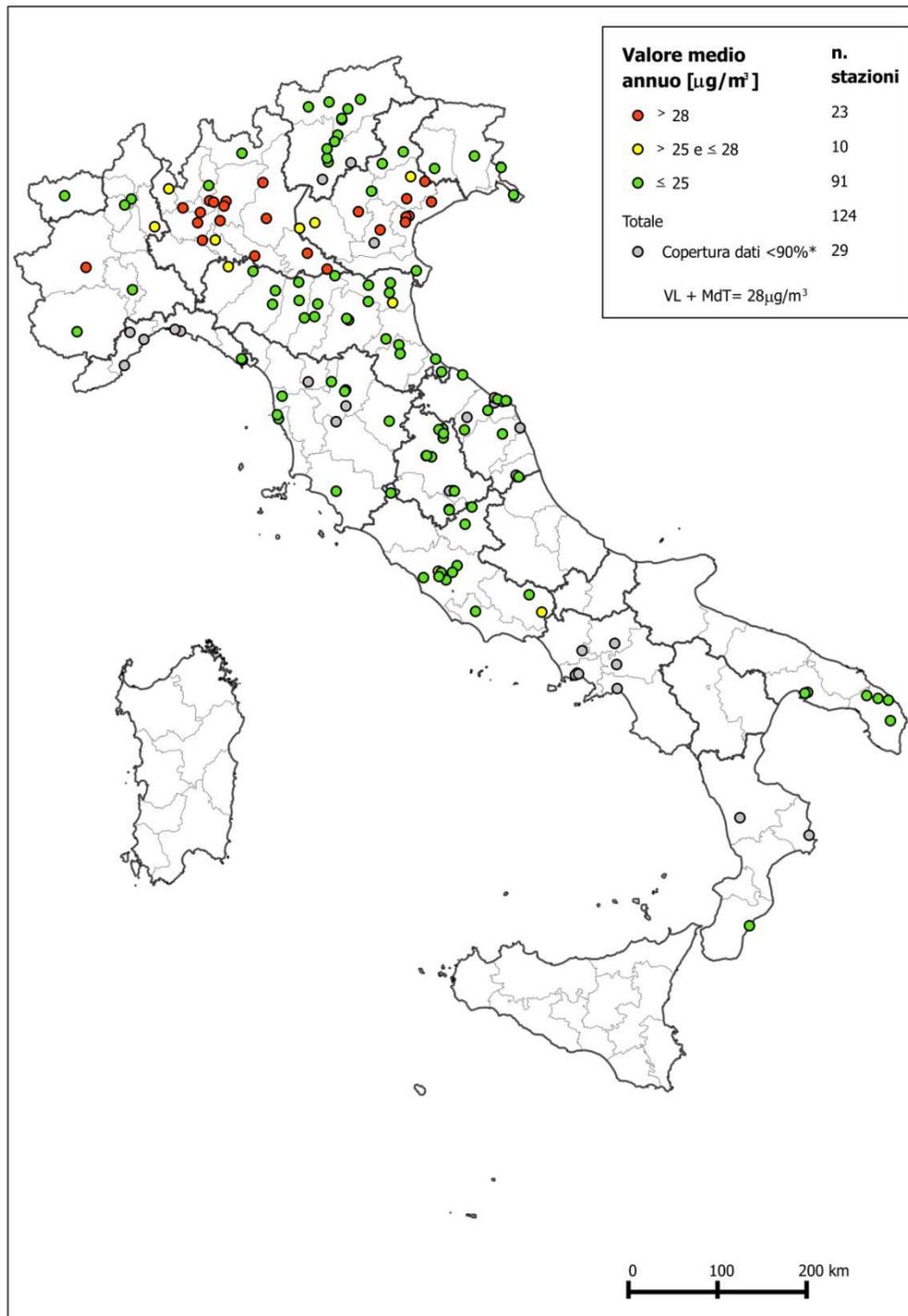




PM₁₀, 2011:

Il 48,4% delle stazioni supera il valore limite giornaliero

Il 92,7% delle stazioni ha registrato più di 3 superamenti in un anno (linee guida OMS)

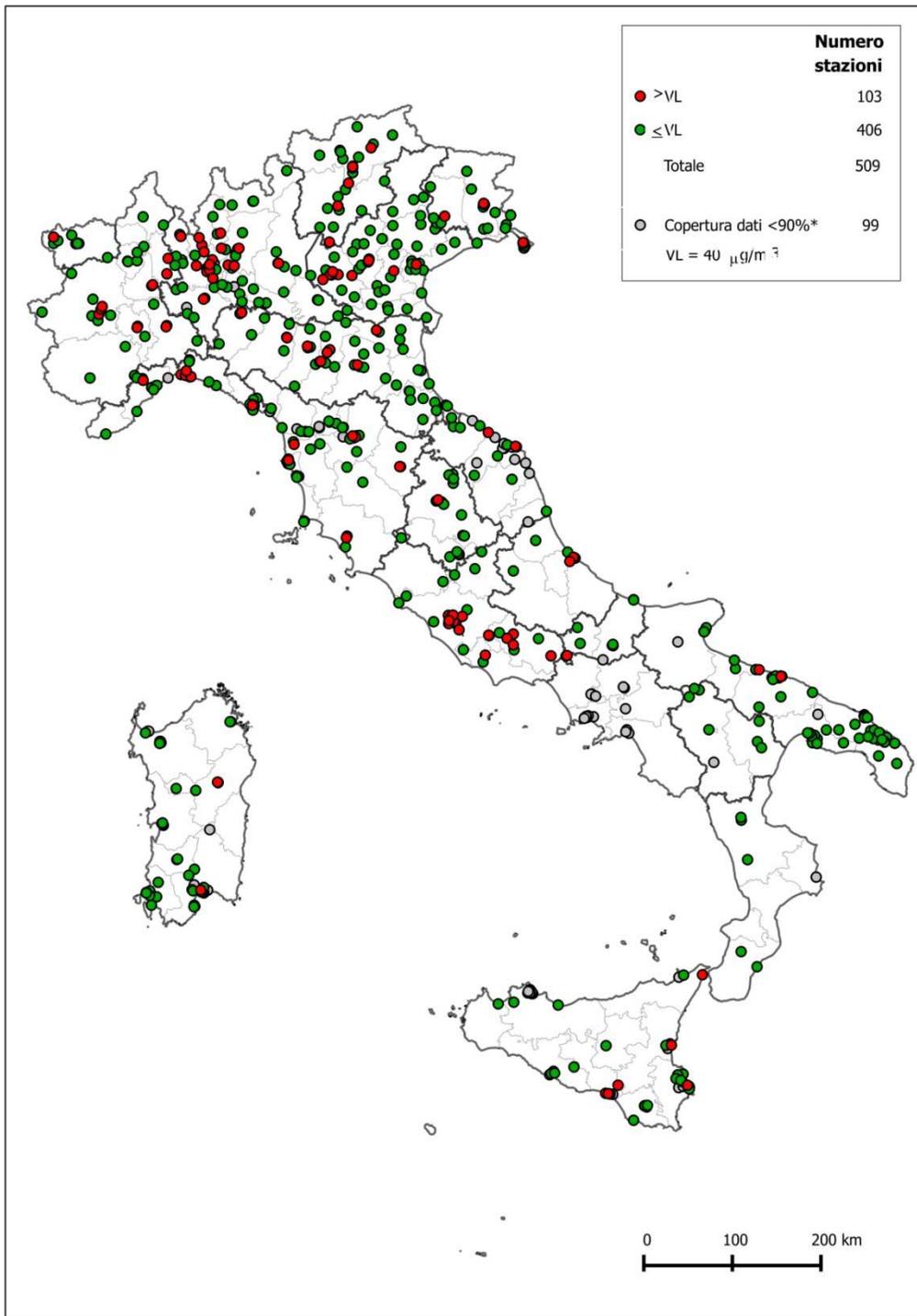


PM_{2,5}, 2011:

Il 18,5% delle stazioni supera il valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza

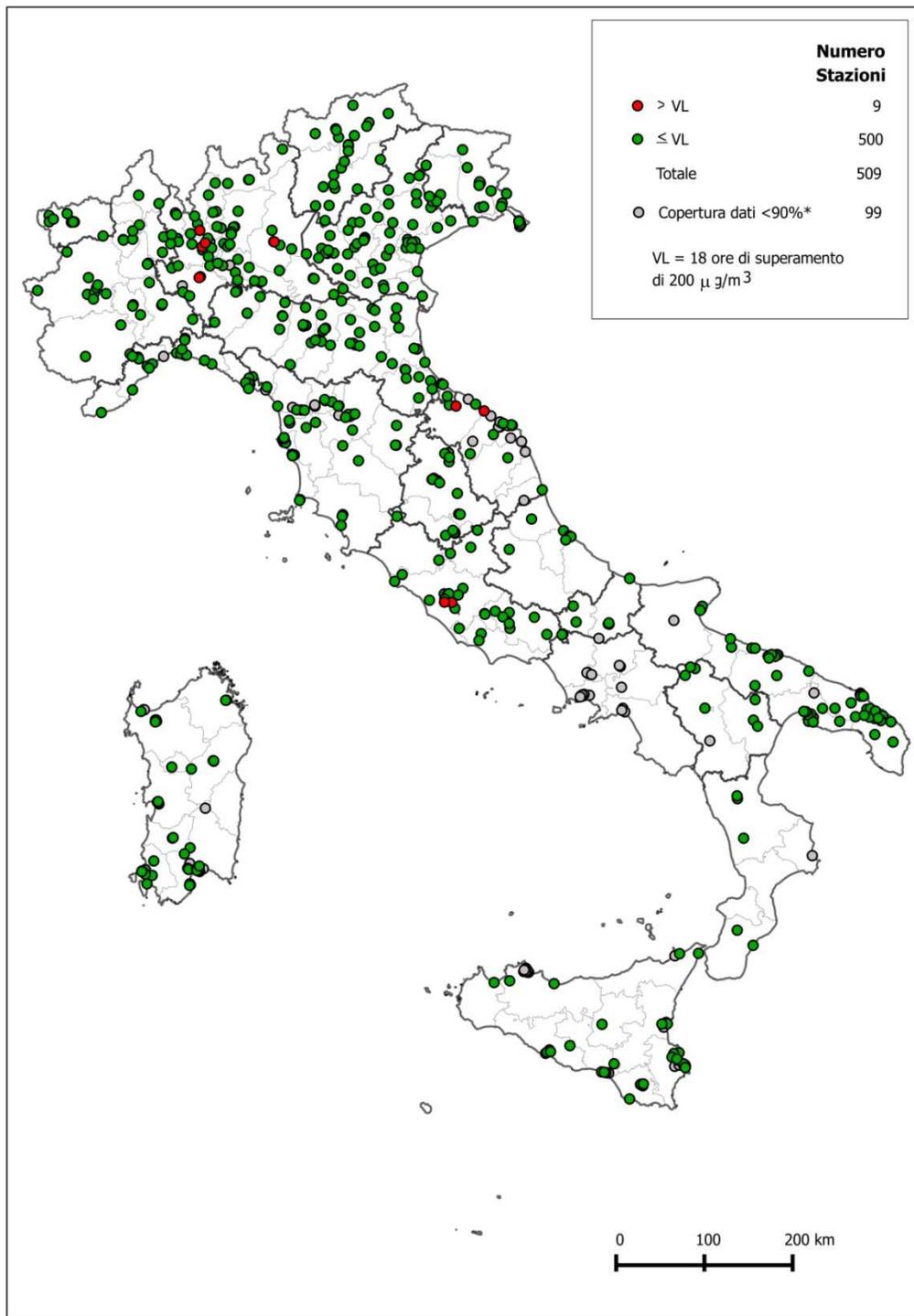
Il 26,6% delle stazioni supera il valore limite annuale

Solo 3 stazioni su 124 rispettano le linee guida OMS (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale)



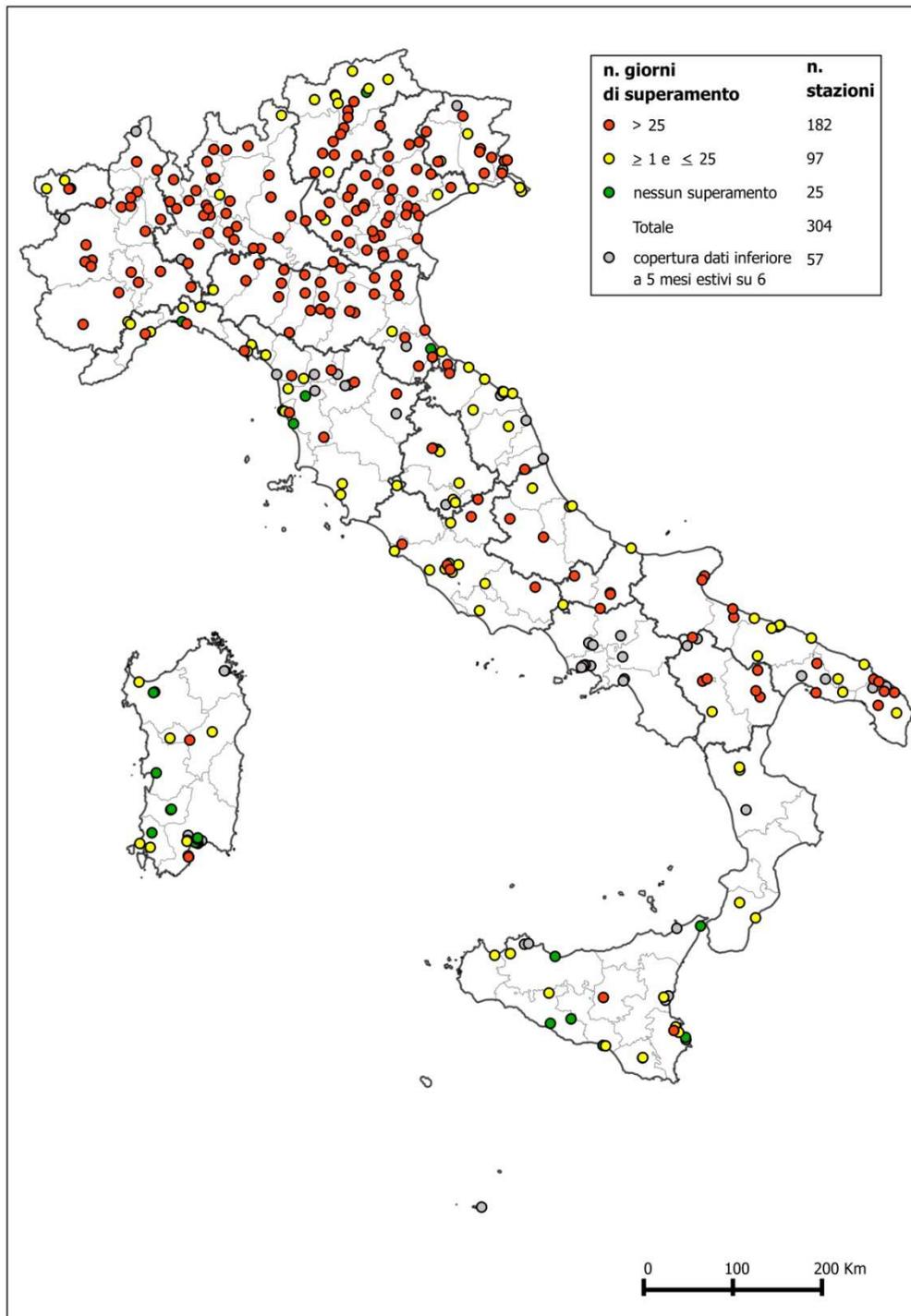
NO₂, 2011:

Il 20,2% delle stazioni supera il valore limite annuale



NO₂, 2011:

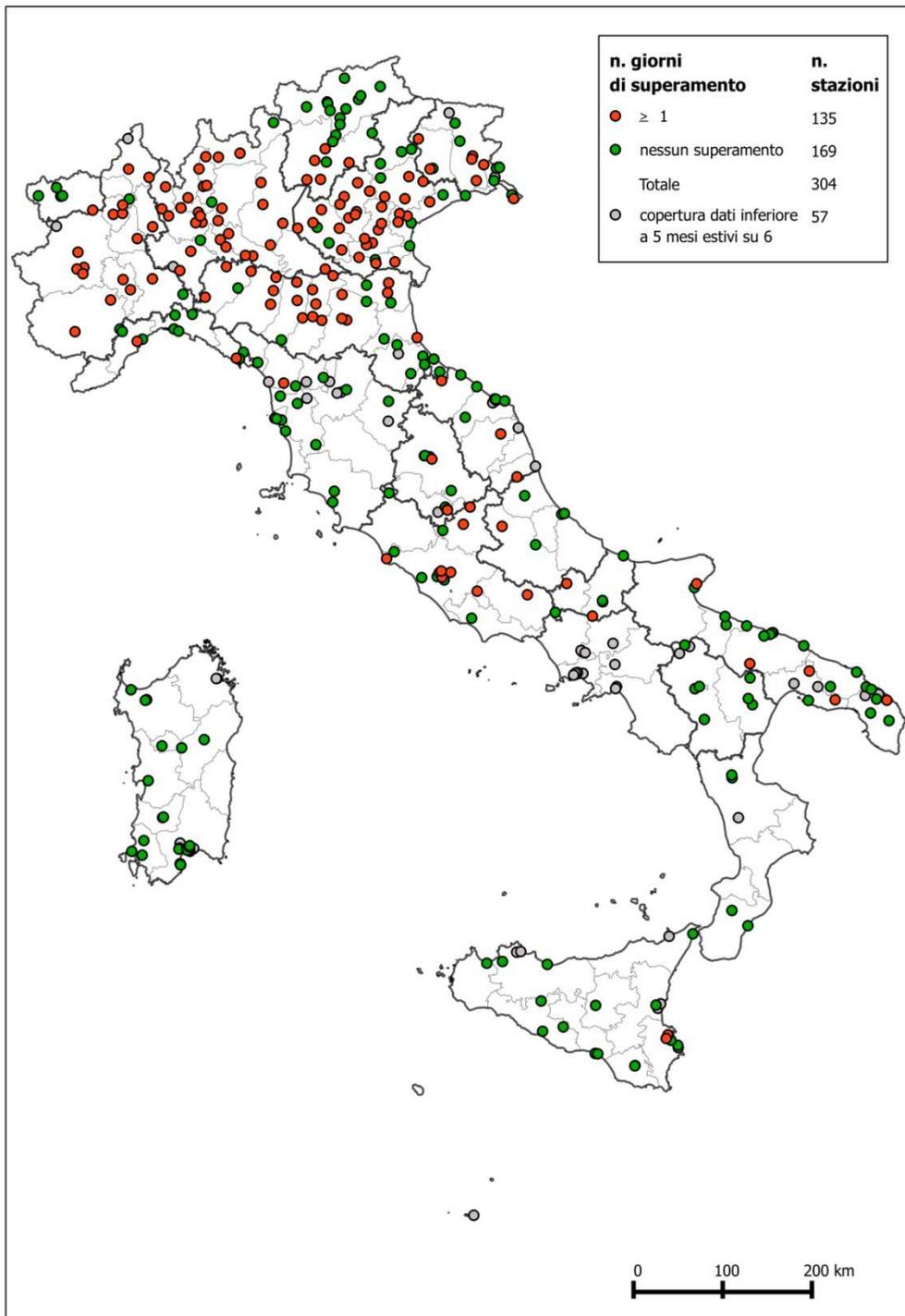
Nella grande maggioranza dei casi il valore limite orario è rispettato.



O₃, 2011:

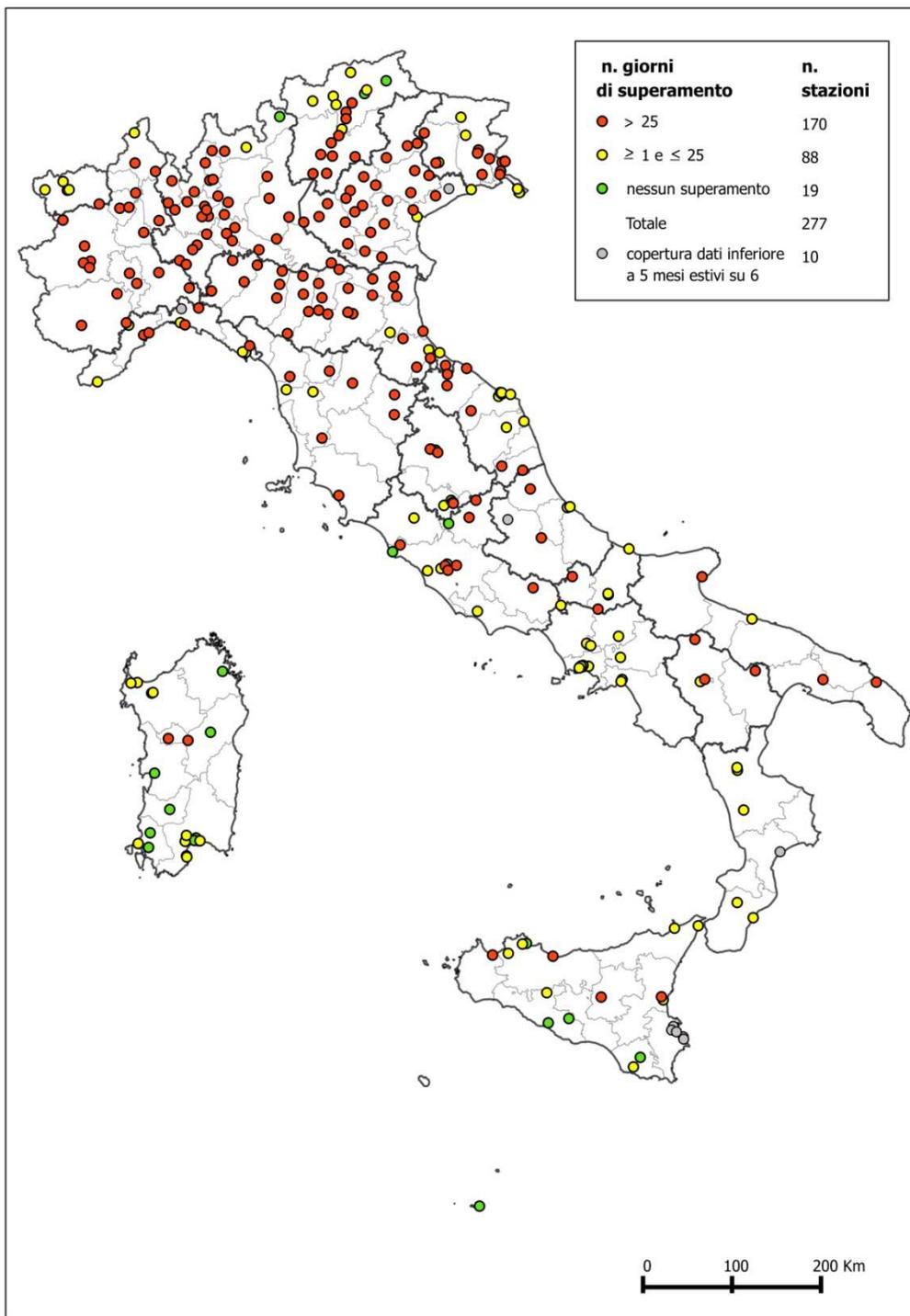
Il 91,8% delle stazioni supera l'obiettivo a lungo termine

Il 59,9% delle stazioni supera anche il valore bersaglio



O₃, 2011:

Il 44,4% delle stazioni ha registrato almeno un giorno di superamento della soglia di informazione



O₃, 2012:

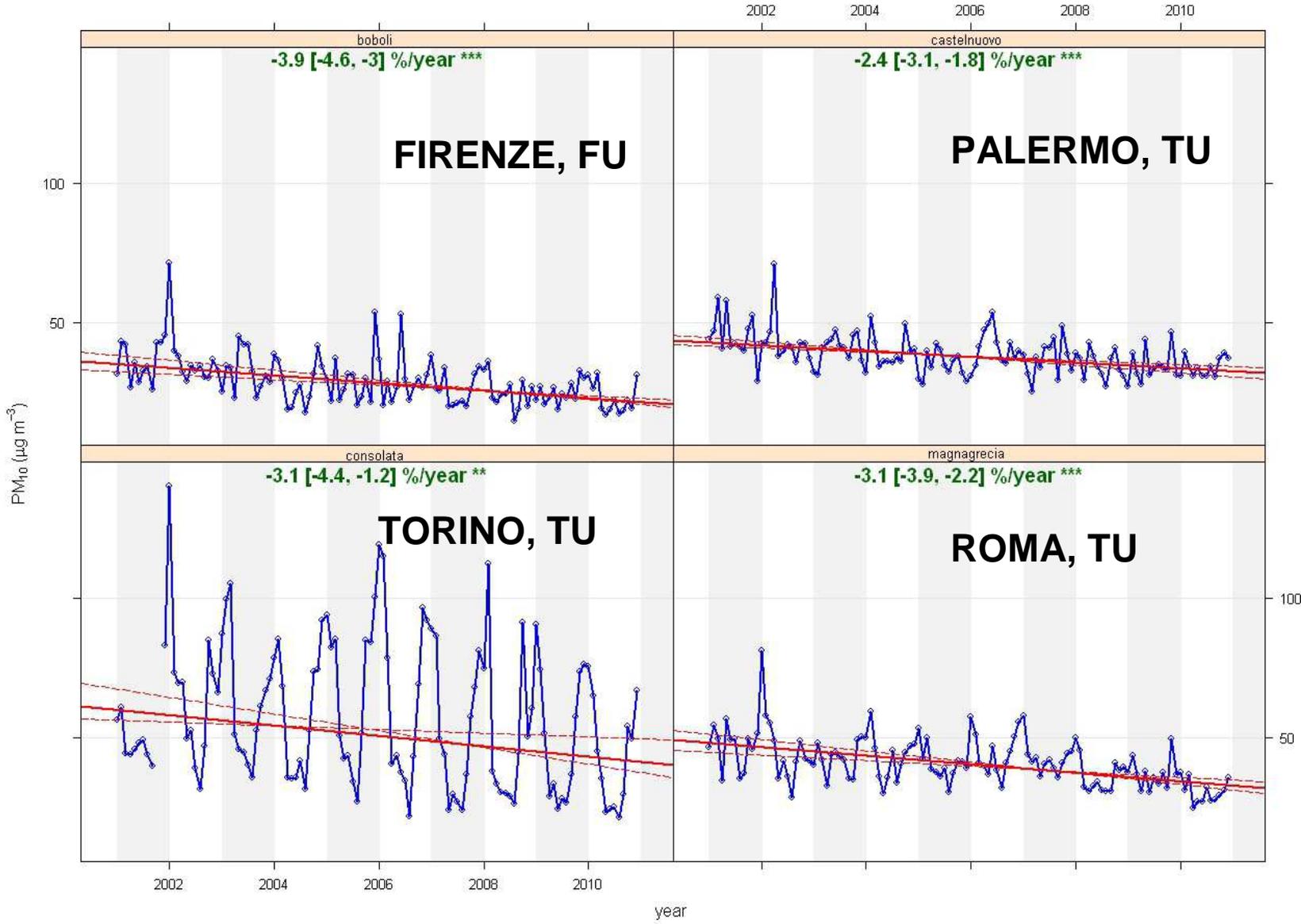
Il 93,2% delle stazioni supera l'obiettivo a lungo termine

Il 61,4% delle stazioni supera anche il valore bersaglio

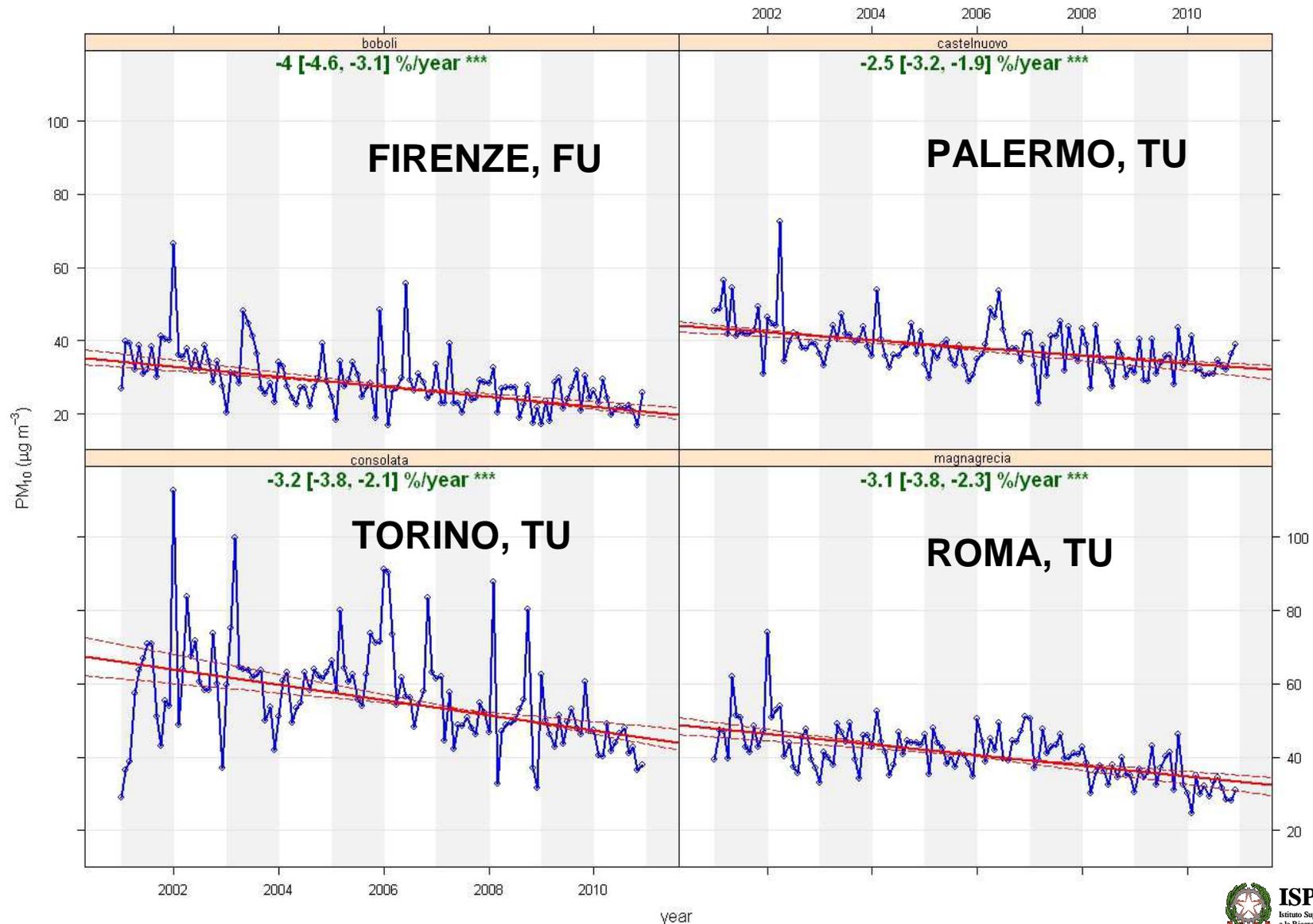
Analisi statistica dei trend

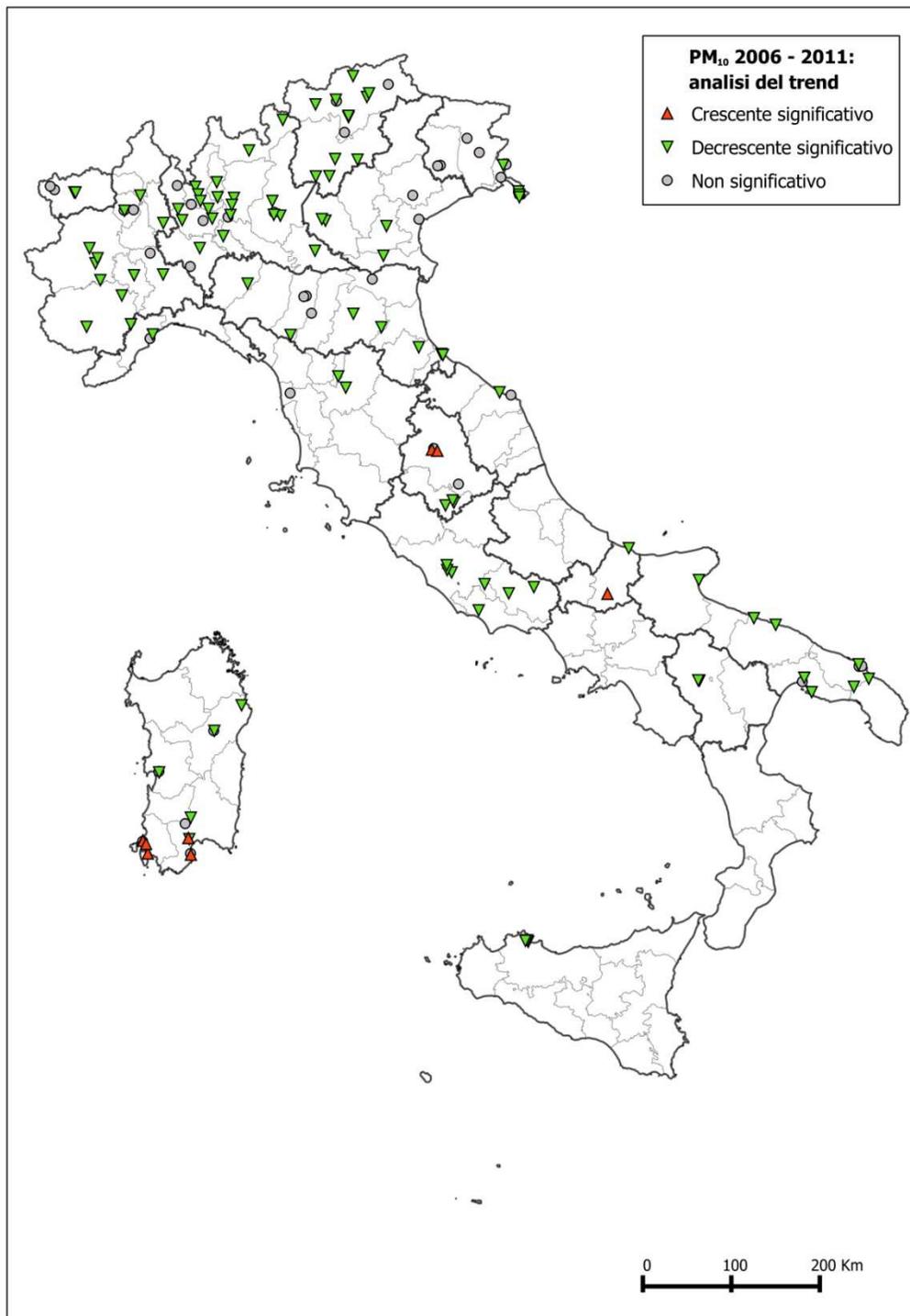
- **Periodo di osservazione ampio (almeno 6 anni)**
- **Numero di punti di osservazione elevato e ben distribuito sul territorio**
- **copertura annuale superiore al 75% per almeno sei anni consecutivi**
- **Componenti di una serie storica:**
 - **tendenza di fondo o trend non necessariamente statisticamente significativa né monotona**
 - **componente stagionale**
 - **una componente residuale o irregolare**
- **individuare e rimuovere la componente stagionale (destagionalizzazione) può migliorare la stima delle tendenze di fondo, riducendo l'incertezza associata alla stima.**

Test di Kendall (Hirsh et al 1982; Helsel and Hirsh 2002) trend statisticamente significativo ($p < 0,1$)



Test di Kendall corretto per la stagionalità (Hirsh et al 1982; Helsel and Hirsh 2002) trend statisticamente significativo ($p < 0,1$)





PM₁₀, trend (2006-2011) su un campione di 144 stazioni:

Nel 64,6% dei casi si osserva un trend decrescente statisticamente significativo ($p < 0,1$)

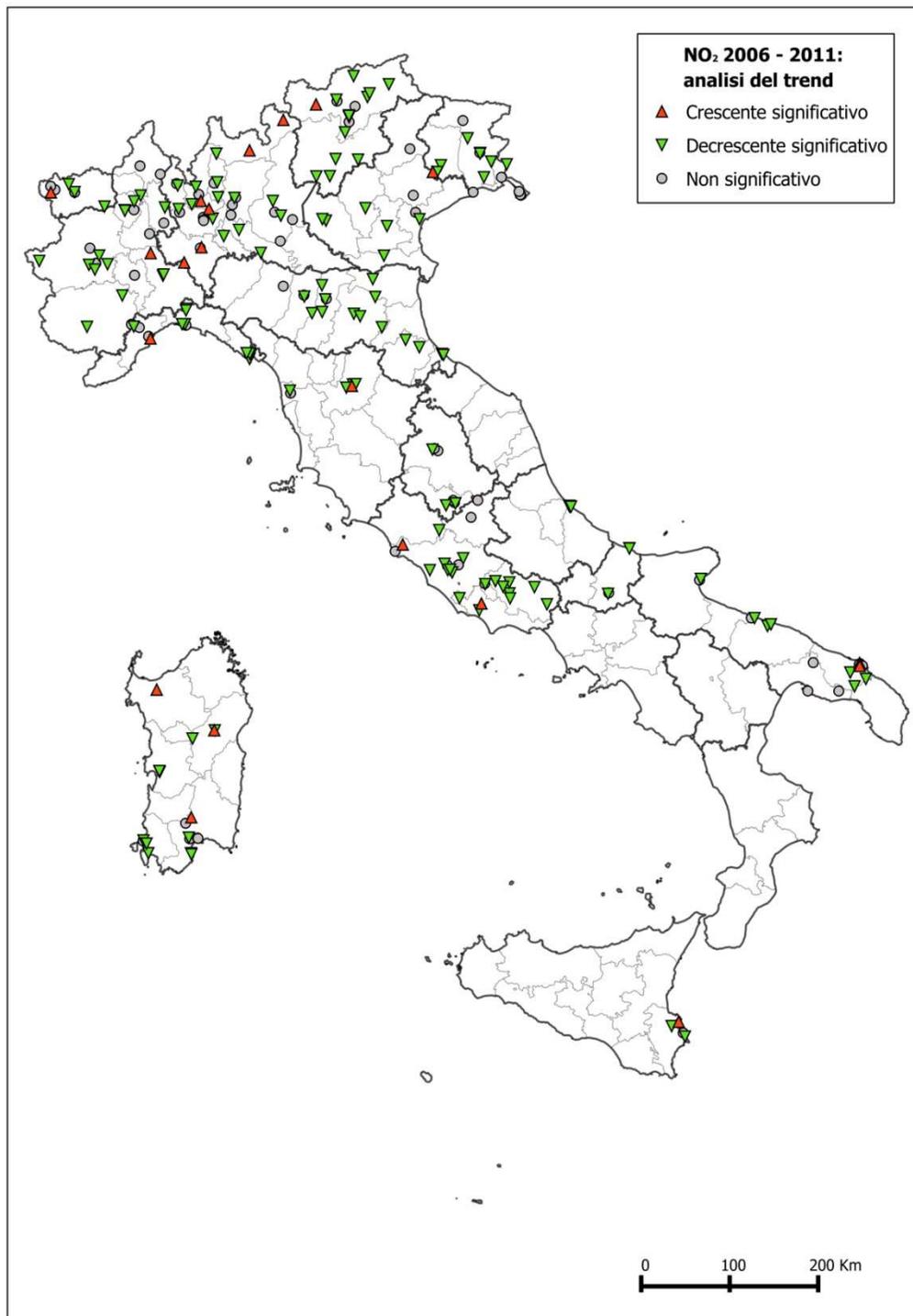
Riduzione annuale media stimata:

-1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (-5,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ÷ -0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

I risultati confermano quanto evidenziato, su un numero di siti inferiore (70) nel periodo **2003 – 2011:**

47 siti su 70 trend decrescente statisticamente significativo ($p < 0,1$)

-1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (-2,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ÷ -0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



NO₂, trend (2006-2011) su un campione di 225 stazioni:

Nel 58,2% dei casi si osserva un trend decrescente statisticamente significativo ($p < 0,1$)

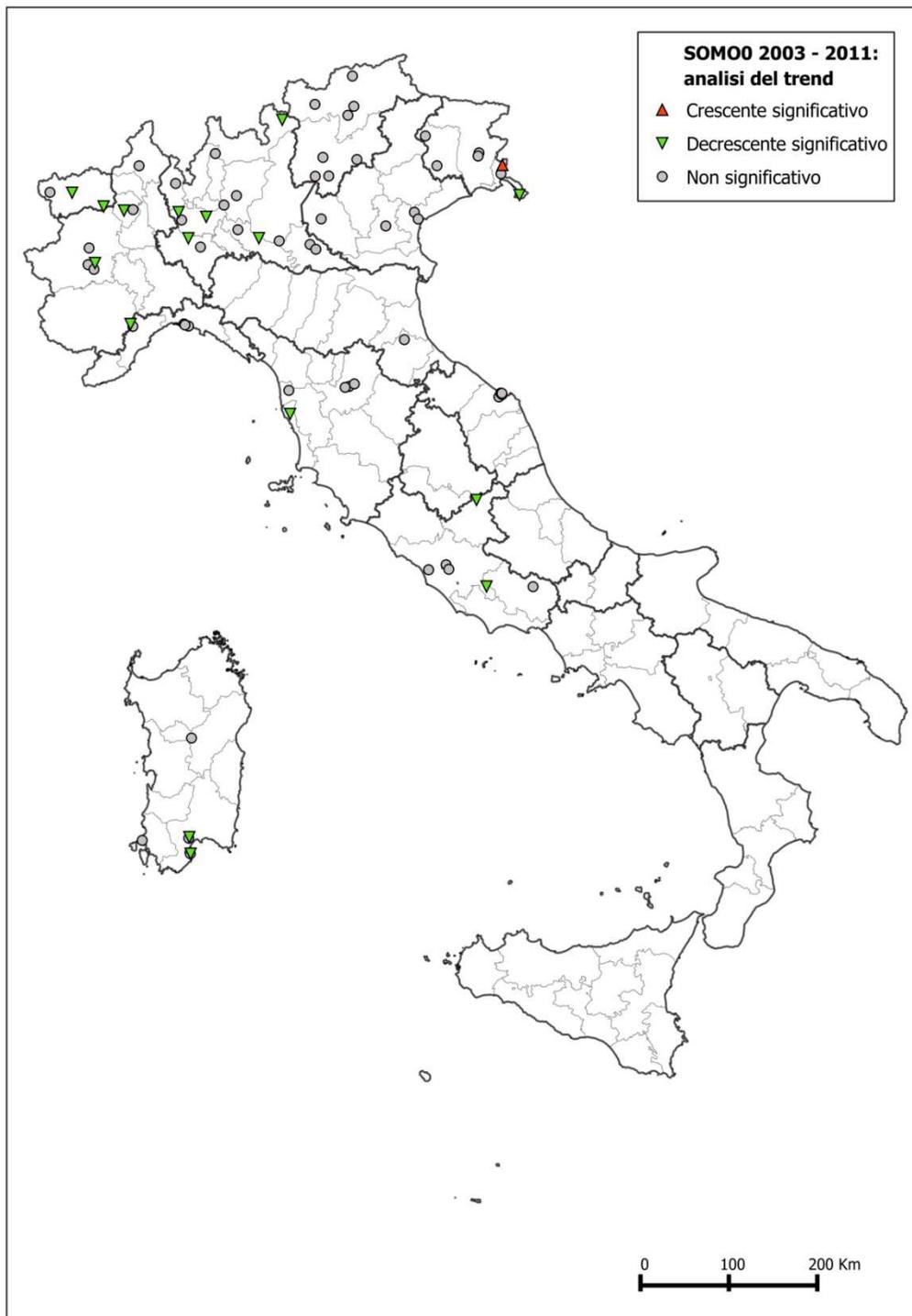
Riduzione annuale media stimata:

-1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (-6,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \div$ -0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

I risultati confermano quanto evidenziato, su un numero di siti inferiore (108) nel periodo **2003 – 2011:**

64 siti su 108 trend decrescente statisticamente significativo ($p < 0,1$)

-1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (-3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \div$ -0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



O₃, trend (2003-2011):

Nel 23,6% dei casi (17 STAZIONI SU 72) si osserva un trend decrescente statisticamente significativo ($p < 0,1$)

Complessivamente prevale una situazione di stazionarietà (assenza di trend statisticamente significativo)

SOMO0 = media dei massimi giornalieri delle medie mobili di otto ore

Sorgenti e componenti del PM

Sorgente prevalente Quantità relativa	Crustale	Sale marino	Primario	Secondario
Principali (mg/g)	Na, Fe, Mg, Ca, Si, K, Al, Zn	K, Na, Cl	Carbonio elementare	NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ Carbonio organico
Tracce (µg/g)	Cu, Mn, Ti, Sb	-	Pb, Ni, V, Cr, As, Cd, IPA	-
UltraTracce (ng/g)	U	-	Diossine, Pt, Pd, Rh	-

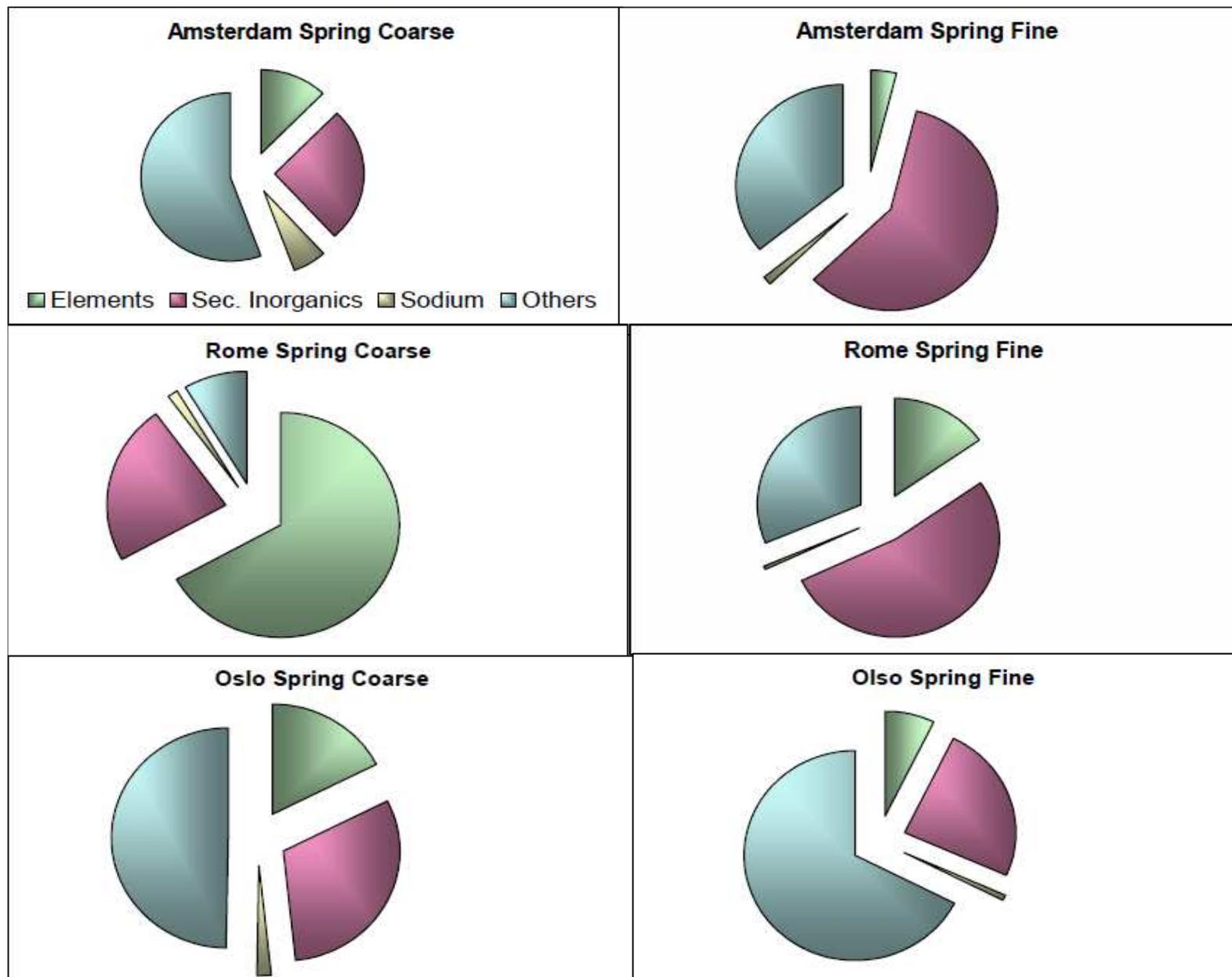


Dalla fine degli anni
'90 si sono moltiplicati
gli studi di
caratterizzazione del
particolato

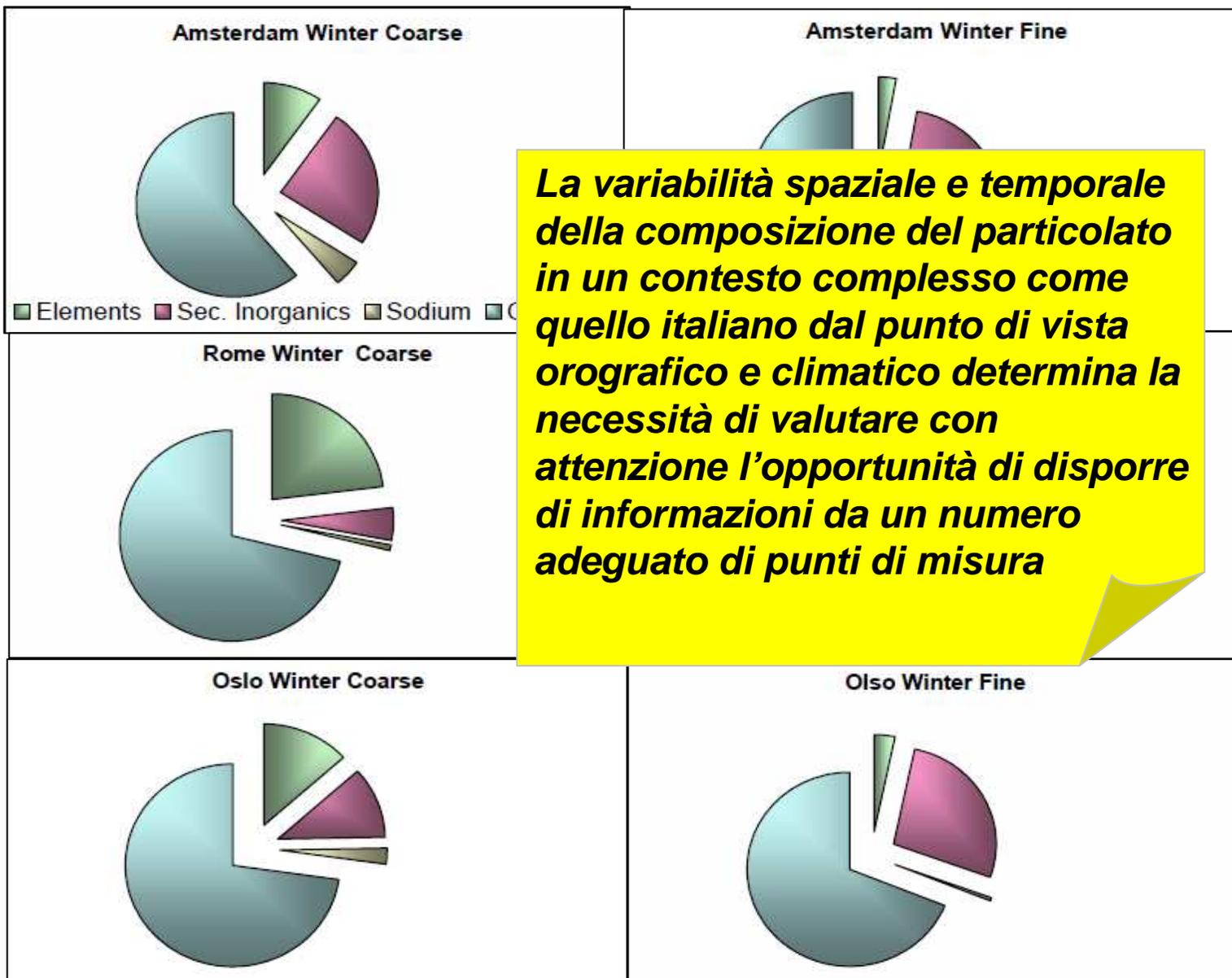
e.g. Respiratory Allergy and
Inflammation due to ambient
particles (RAIAP)

Collection and characterisation
of particulate matter samples
from 5 European sites

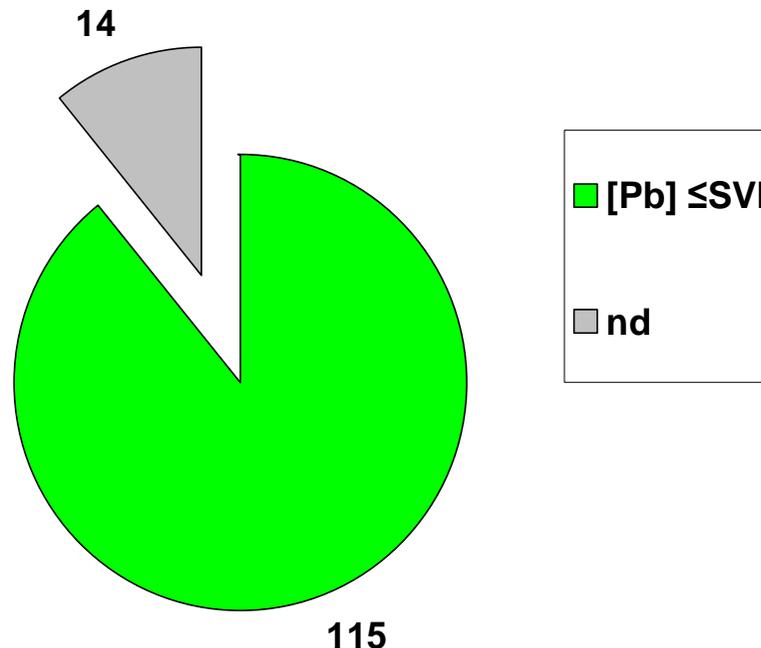




Elements: 34 tra metalli alcalini, alcalino terrosi, transizione, semi-metalli (principali: Fe, Mg, Al, Ca, Si, K, Zn); Sec. Inorganics: Ammonio, cloruro, nitrati, solfati; Others: Carbonio organico primario e secondario, carbonio elementare)



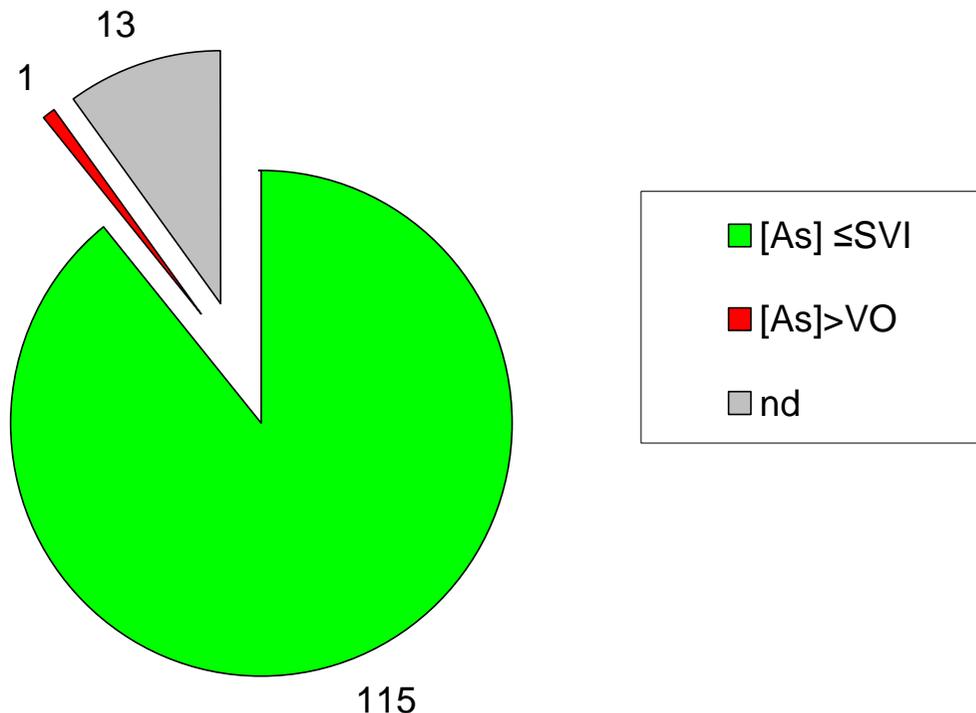
Piombo nel PM₁₀: classificazione delle zone in base al rispetto delle soglie di valutazione e del valore limite



- ✓ SVI = soglia di valutazione inferiore (0,25 µg/m³)
- ✓ SVS = Soglia di valutazione superiore (0,35 µg/m³)
- ✓ VL = valore limite (0,5 µg/m³)
- ✓ 70 siti nel 2011;
 - medie annuali: 0,002 – 0,035 µg/m³

Fonte: ISPRA processing of the Italian annual reporting on ambient air quality assessment (questionnaire commission decision 2004/461/EC) and Exchange of Information data (Decision 97/101/EC)

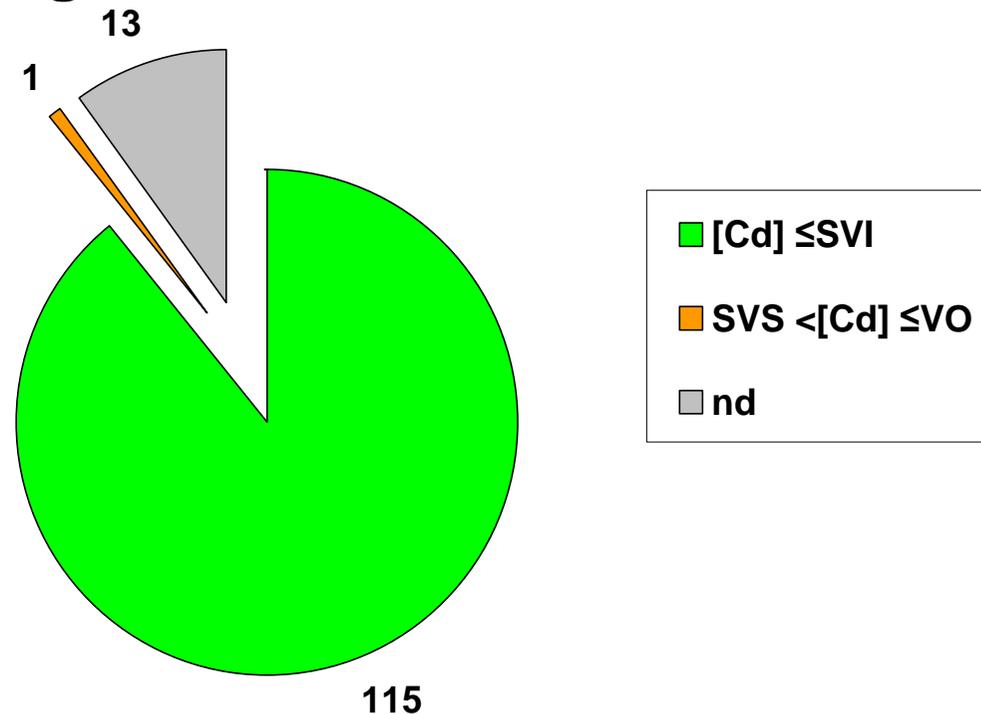
Arsenico nel PM₁₀: : classificazione delle zone in base al rispetto delle soglie di valutazione e del valore obiettivo



- ✓ SVI = soglia di valutazione inferiore (2,4 ng/m³)
- ✓ SVS = Soglia di valutazione superiore (3,6 ng/m³)
- ✓ VO = valore obiettivo (6,0 ng/m³)
- ✓ 99 siti nel 2011;
 - medie annuali: 0,2 – 7,9 ng/m³

Data source: ISPRA processing of the Italian annual reporting on ambient air quality assessment (questionnaire commission decision 2004/461/EC) and Exchange of Information data (Decision 97

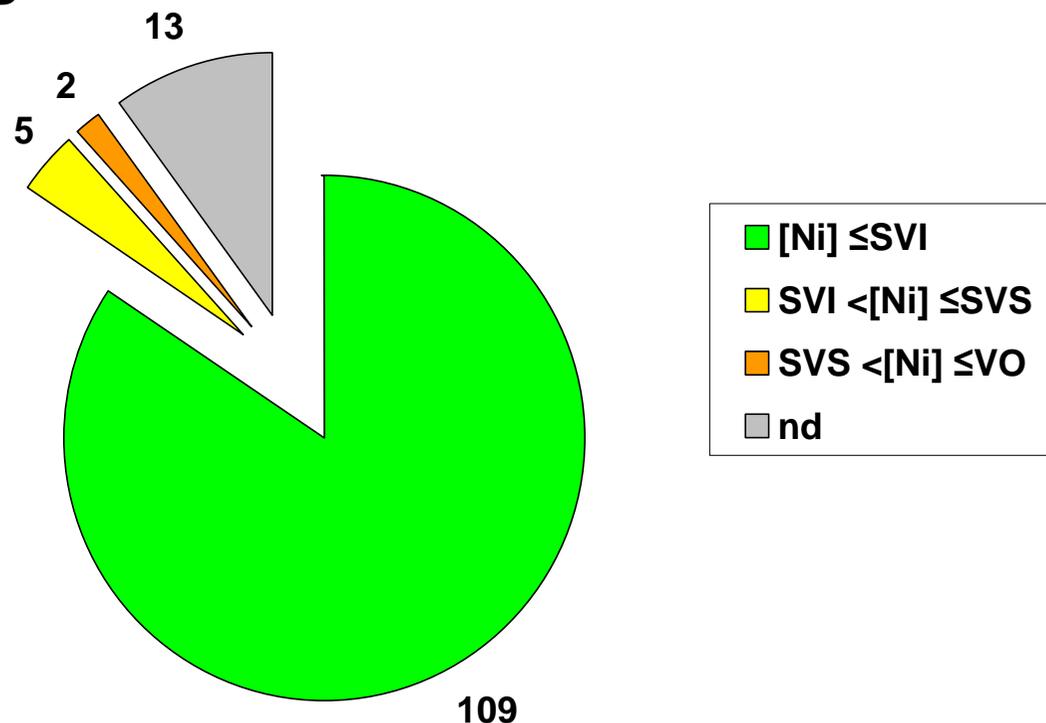
Cadmio nel PM₁₀: classificazione delle zone in base al rispetto delle soglie di valutazione e del valore obiettivo



- ✓ SVI = soglia di valutazione inferiore (2,0 ng/m³)
- ✓ SVS = Soglia di valutazione superiore (3,0 ng/m³)
- ✓ VO = valore obiettivo (5,0 ng/m³)
- ✓ 100 siti nel 2011;
 - medie annuali: 0.04 – 3,8 ng/m³

Data source: ISPRA processing of the Italian annual reporting on ambient air quality assessment (questionnaire commission decision 2004/461/EC) and Exchange of Information data (Decision 97

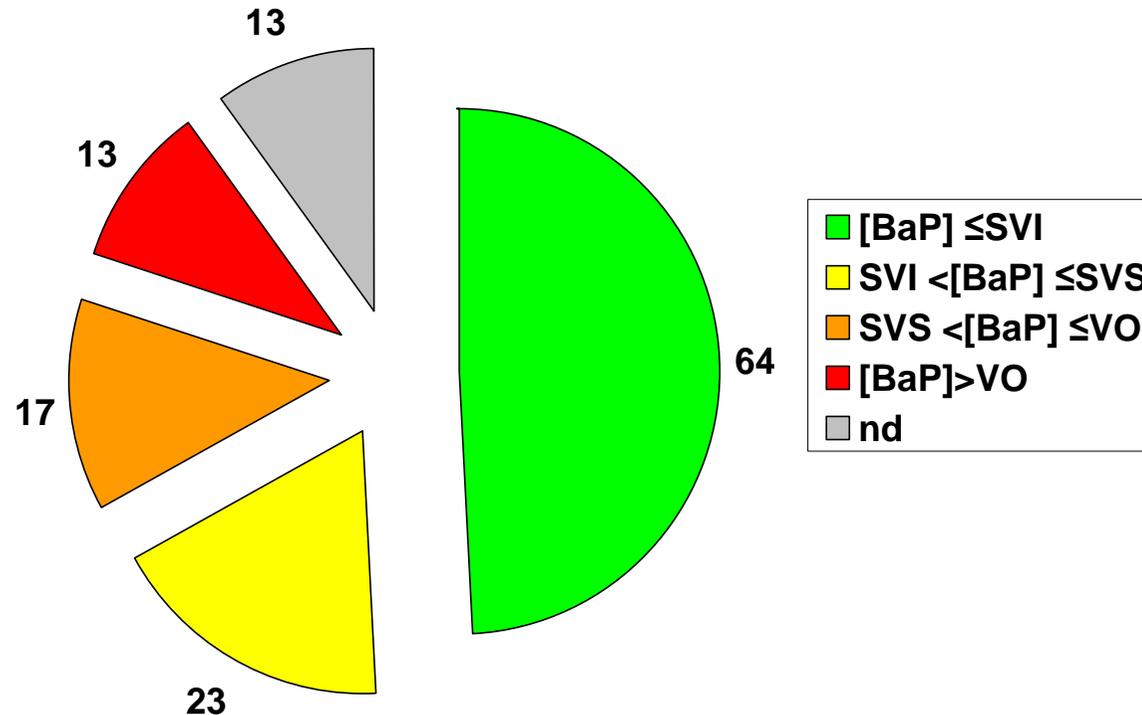
Nichel nel PM₁₀: classificazione delle zone in base al rispetto delle soglie di valutazione e del valore obiettivo



- ✓ SVI = soglia di valutazione inferiore (10,0 ng/m³)
- ✓ SVS = Soglia di valutazione superiore (14,0 ng/m³)
- ✓ VO = valore obiettivo (20,0 ng/m³)
- ✓ 100 siti nel 2011;
 - medie annuali: 0,1 – 29,8 ng/m³

Data source: ISPRA processing of the Italian annual reporting on ambient air quality assessment (questionnaire commission decision 2004/461/EC) and Exchange of Information data (Decision 97

Benzo(a)pirene nel PM₁₀: classificazione delle zone in base al rispetto delle soglie di valutazione e del valore obiettivo

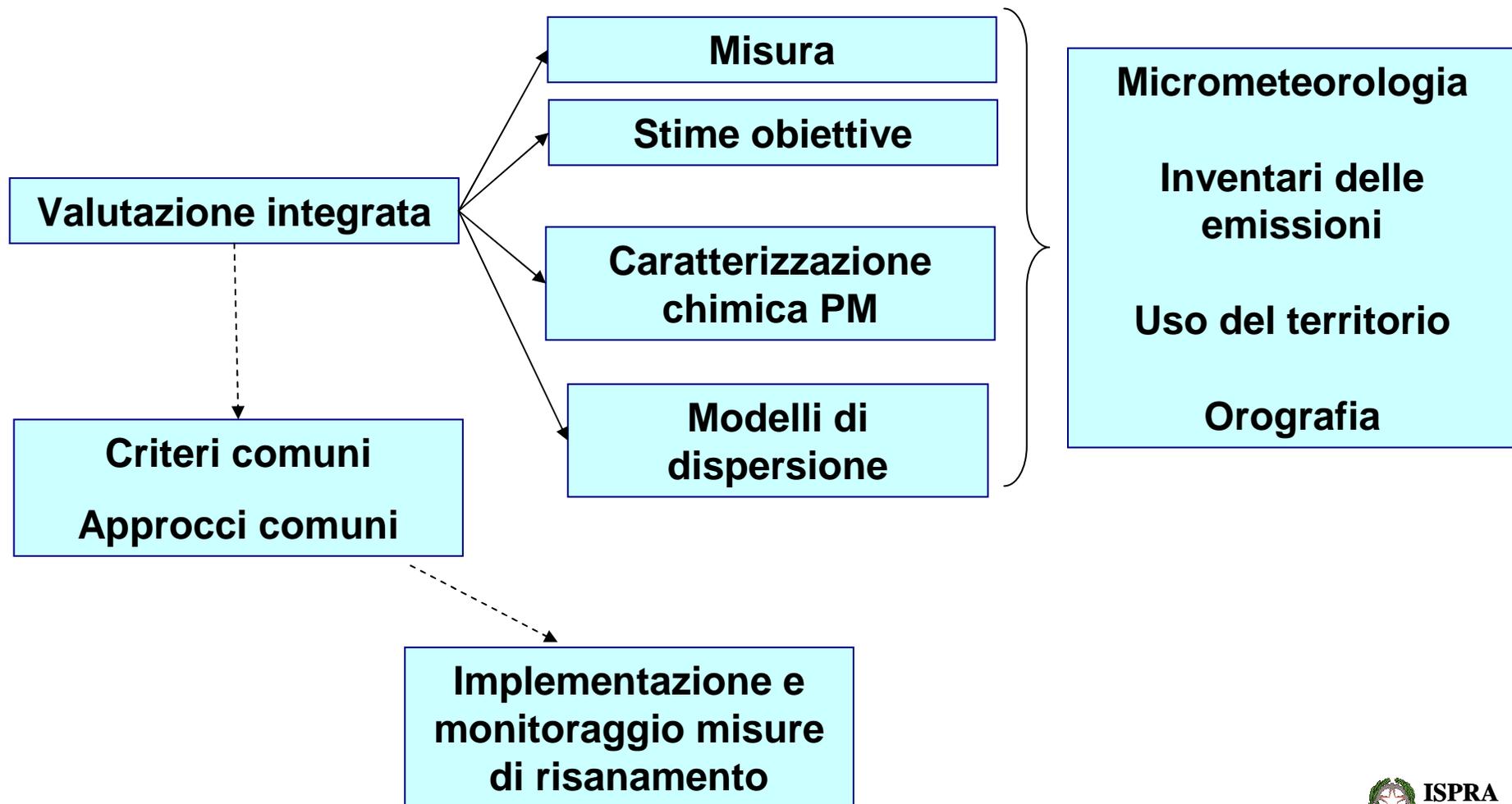


- ✓ SVI = soglia di valutazione inferiore (0,4 ng/m³)
- ✓ SVS = Soglia di valutazione superiore (0,6 ng/m³)
- ✓ VO = valore obiettivo (1,0 ng/m³)
- ✓ 100 siti nel 2011;
 - medie annuali: 0,04 – 2,4 ng/m³

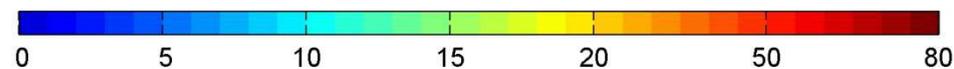
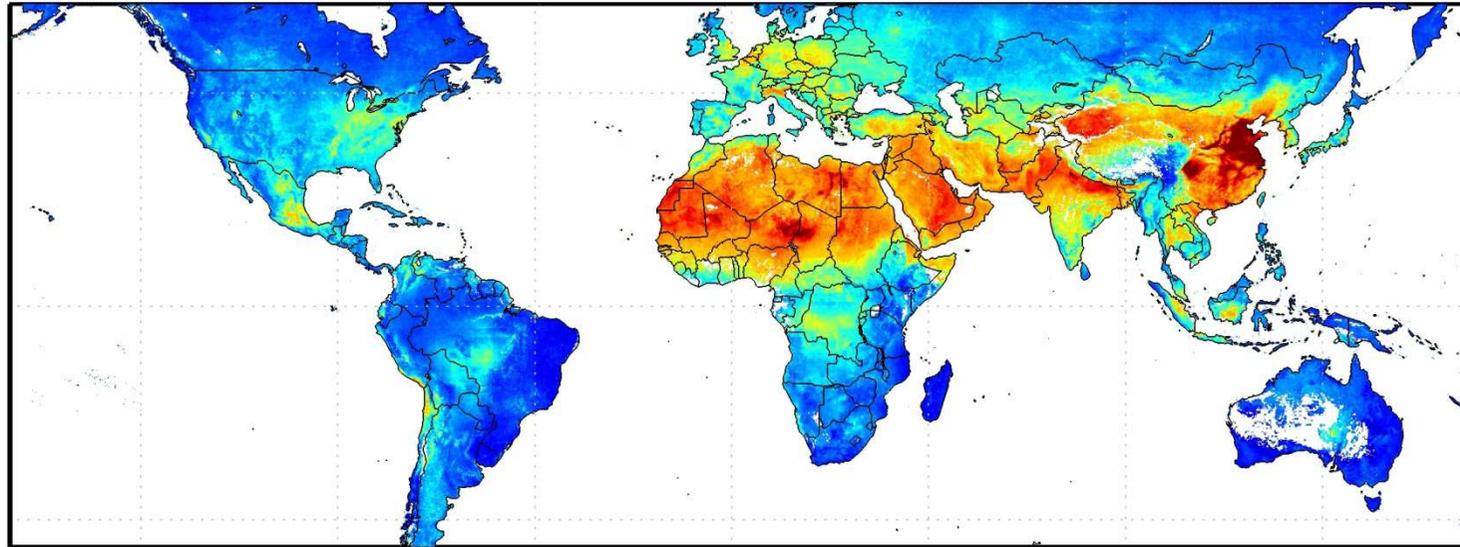
Data source: ISPRA processing of the Italian annual reporting on ambient air quality assessment (questionnaire commission decision 2004/461/EC) and Exchange of Information data (Decision 97

“ottenere informazioni sulla qualità dell’aria ambiente per contribuire alla lotta contro l’inquinamento dell’aria e gli effetti nocivi e per monitorare le tendenze a lungo termine e i miglioramenti ottenuti con l’applicazione delle misure nazionali e comunitarie” (Direttiva 2008/50/CE)

La misura come strumento per un approccio integrato e omogeneo sul territorio



Grazie dell'attenzione!



Fonte: NASA

Satellite-Derived PM_{2.5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Giorgio Cattani

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Via Vitaliano Brancati 48, 00144, Roma

giorgio.cattani@isprambiente.it

Perché le stazioni speciali

- **Individuare un numero limitato ma rappresentativo di siti per migliorare le conoscenze a livello nazionale ed europeo sui componenti del particolato, sul mercurio, sull'ozono:**
 - **fattori di arricchimento**
 - **Attribuzione del contributo relativo delle diverse sorgenti**
 - **dinamiche di formazione del particolato secondario**
 - **fenomeni di trasporto a lunga distanza**
 - **Analisi dei trend (efficacia misure di abbattimento)**
 - **Verifica dell'affidabilità nel tempo della scelta del B(a)P come marker dell'esposizione a IPA cancerogeni**
 - **impatto ambientale su altri comparti ambientali (attraverso i dati di deposizione)**

Stazioni speciali in aree urbane: almeno sette sul territorio nazionale

- **Concentrazione di massa PM_{10} e $PM_{2,5}$**
- **Caratterizzazione del particolato (almeno):**
 - **Componenti inorganici principali (Solfati, Nitrati, Cloruri, Ammonio, Potassio, Calcio, Sodio, Magnesio)**
 - **Carbonio organico e carbonio elementare**
 - **Arsenico, Cadmio, Nichel**
- **al fine di verificare la costanza dei rapporti nel tempo e nello spazio tra il BaP e gli altri IPA di rilevanza tossicologica:**
 - **benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(j)fluorantene, benzo(k)fluorantene, indeno(1,2,3-cd)pirene e dibenzo(a,h)antracene**

Stazioni speciali di fondo rurale: almeno tre sul territorio nazionale

- **Concentrazione di massa PM_{10} e del $PM_{2,5}$**
- **Caratterizzazione del particolato (almeno):**
 - **Componenti inorganici principali (Solfati, Nitrati, Cloruri, Ammonio, Potassio, Calcio, Sodio, Magnesio)**
 - **Carbonio organico e carbonio elementare (primario e secondario)**
 - **Arsenico, Cadmio, Nichel**
 - **benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(j)fluorantene, benzo(k)fluorantene, indeno(1,2,3-cd)pirene e dibenzo(a,h)antracene**
- **Mercurio gassoso totale**
- **Tassi di deposizione di Arsenico, Cadmio, Nichel, Mercurio e IPA**

Stazioni speciali ozono: determinazione dei livelli di fondo

- Zone o agglomerati dove l'OLT (salute e/o vegetazione) **è superato** nei 5 anni precedenti:
 - 6 – 12 stazioni di fondo rurale
- Zone o agglomerati dove l'OLT (salute e/o vegetazione) **non è superato** nei 5 anni precedenti:
 - Almeno 3 stazioni di fondo rurale