Valutazione modellistica dell'impatto degli IPA nell'area metropolitana di Roma e simulazione di scenari di mitigazione

Sandro Finardi*, Paola Radice, Camillo Silibello, Alessio D'Allura, Alessandro Nanni, Matteo Costa e Giuseppe Brusasca

---

Workshop: Qualità dell'aria e cancerogeni ambientali: le evidenze disponibili, gli effetti sulla salute e il progetto EXPAH

Conferenza finale del progetto LIFE+ EXPAH, Roma 11/06/2014

Inventario regionale delle emissioni di IPA (1)

Informazioni di Partenza

Inventario nazionale delle emissioni **ISPRA 2005**; risoluzione Provinciale; IPA totali

Informazioni locali:

Distribuzione gas nei comuni del Lazio

Movimento delle navi da/per Civitavecchia

Inventario ARPA Lazio sorgenti puntuali

Inventario emissioni sul Lazio

Discesa di scala a risoluzione comunale

Aggiornamento al 2009

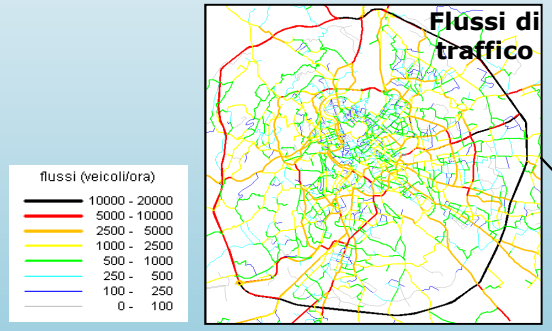
Speciazione IPA in BaP, BbF, BkF, IP (Protocollo UNECE POPs)

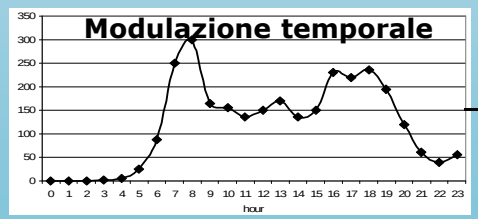
Spazializzazione emissioni da combustione di legna

Inventario regionale delle emissioni di IPA (2)

Flussi di traffico sulla rete stradale della Provincia di Roma

Valutazione bottom-up emissioni del settore trasporti

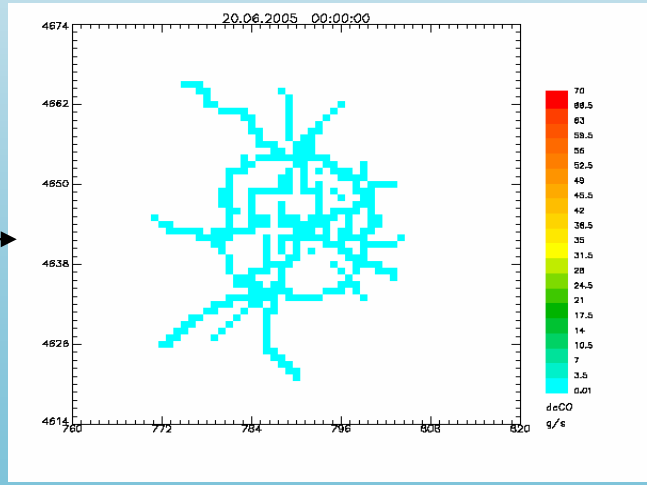




Parco circolante – classi EUROx
(cars, buses, trucks and motorbike)

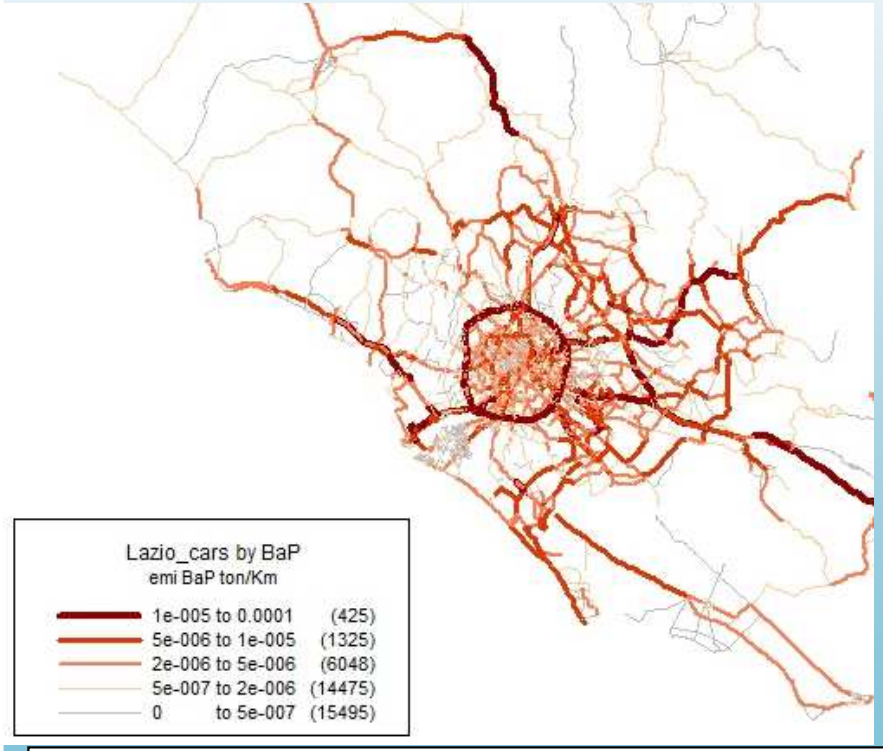
TREFIC Module
(Copert IV)

Emissioni da *traffico*

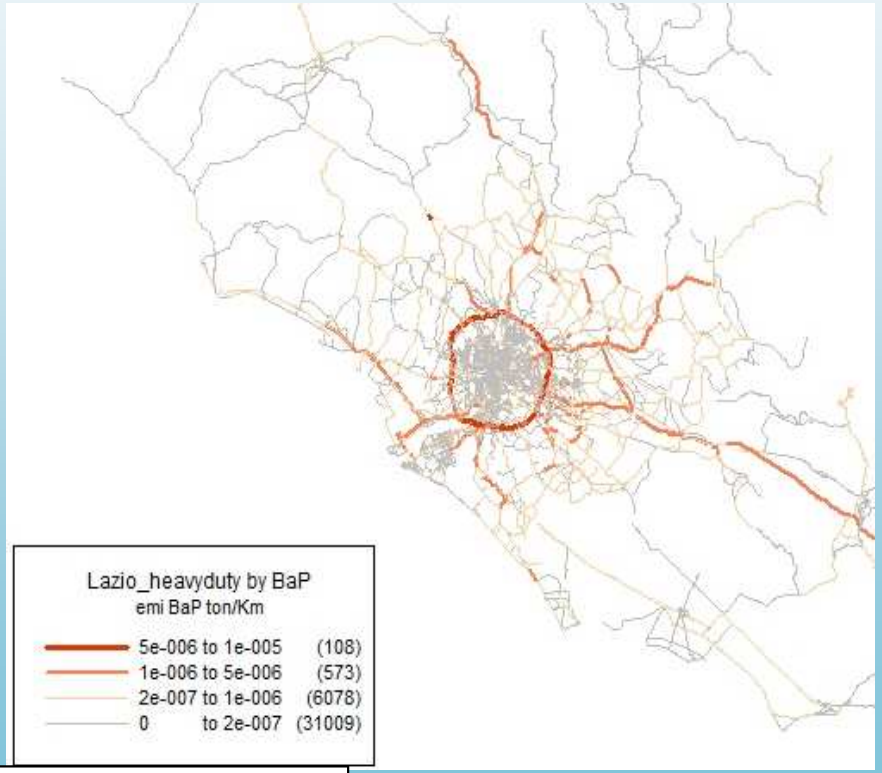


Emissioni annuali di B[a]P (ton/Km)

Auto



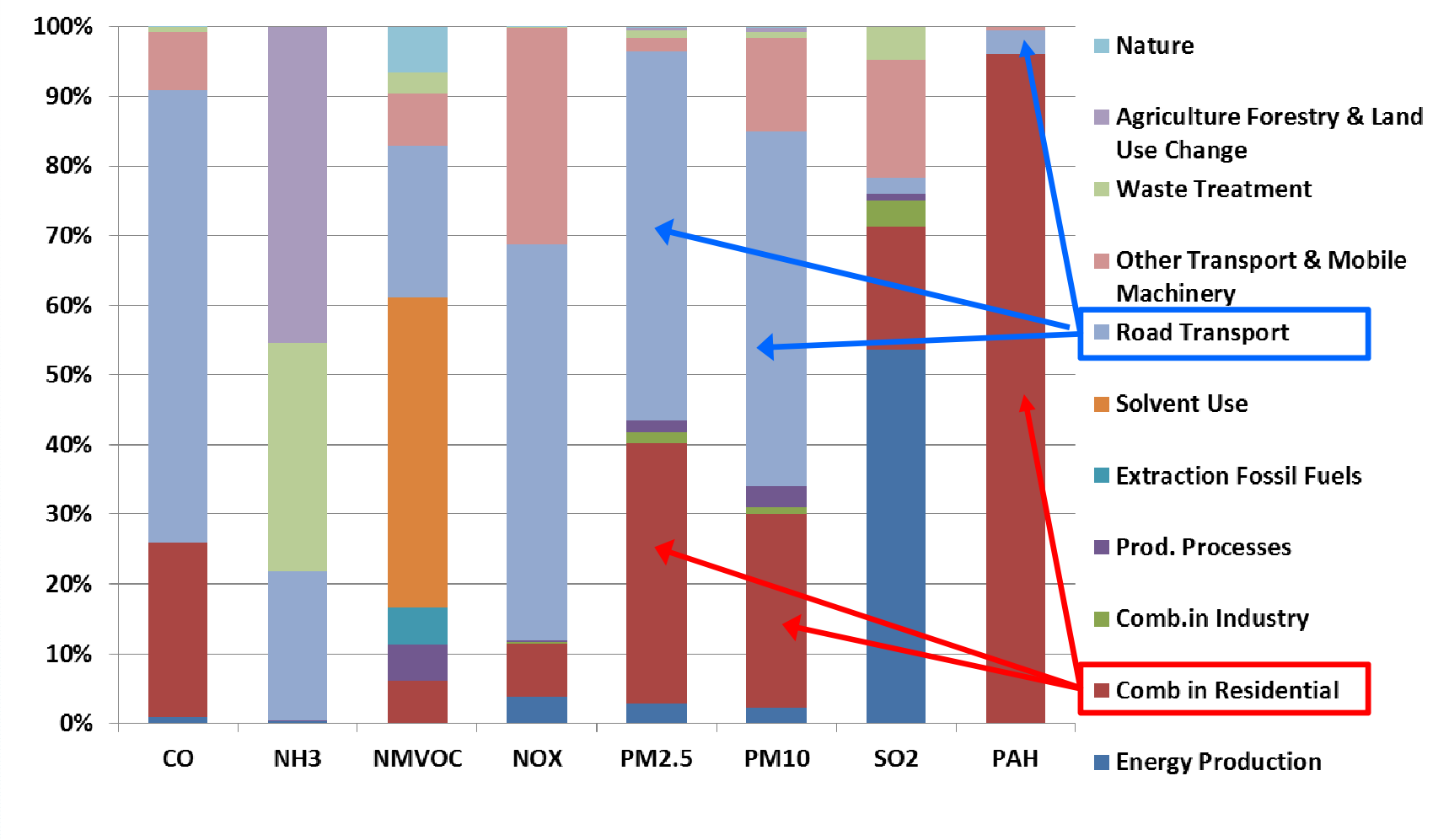
Veicoli pesanti



Risultati differenti per i diversi congeneri IPA, es. benzo(k)fluoranthene:

- Fattore di emissione per le auto a benzina più basso di quello per per B[a]P
- Fattore di emissione per i veicoli pesanti circa 6 volte più grande che per il B[a]P

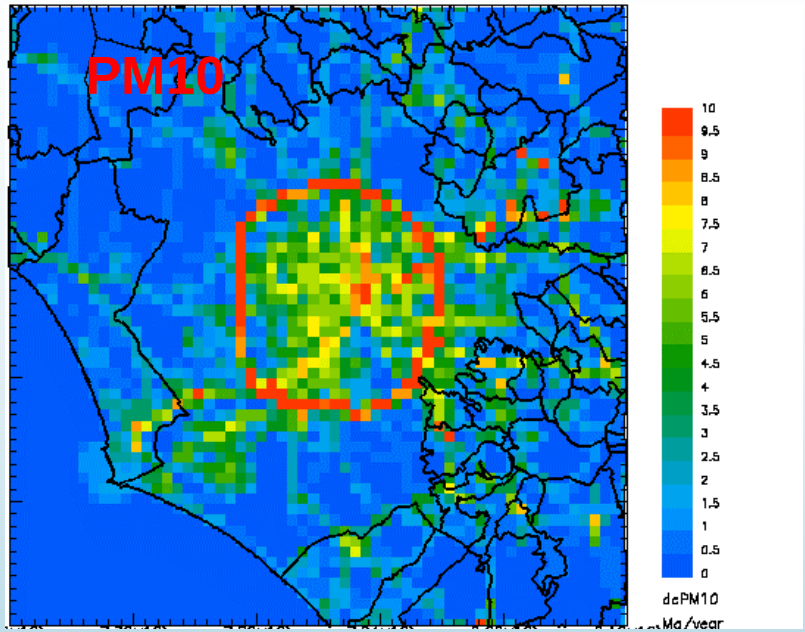
Inventario emissioni su Roma contributi % delle sorgenti

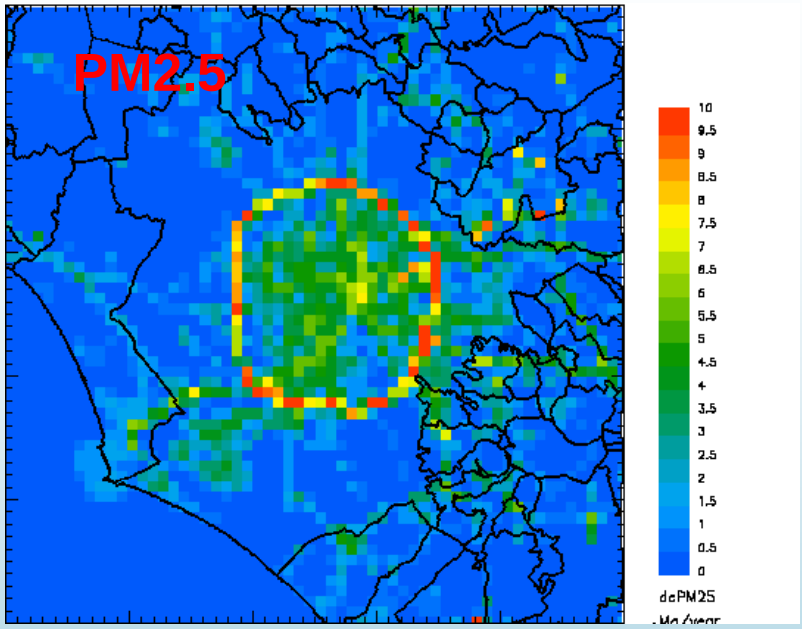


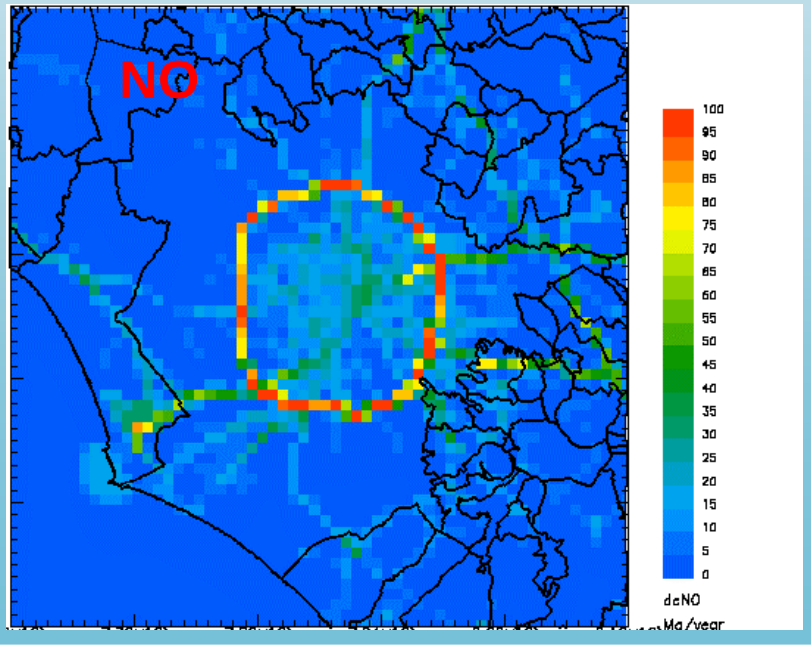
~90% delle emissioni di PM10 da Combustione Residenziale è attribuibile alla biomassa

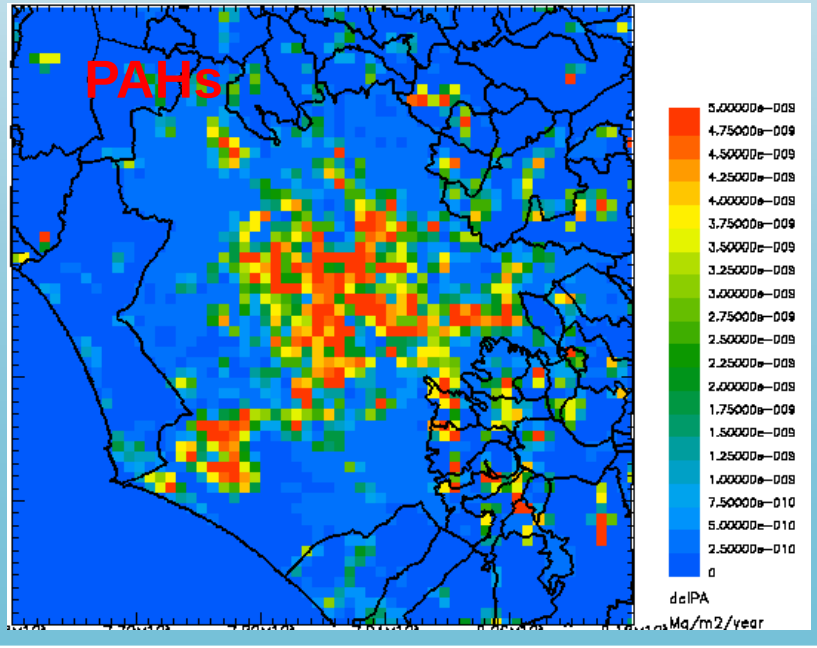
~ 99% delle emissioni di PAHs da Combustione Residenziale è dovuto biomassa

Emissioni annuali sull'area metropolitana di Roma

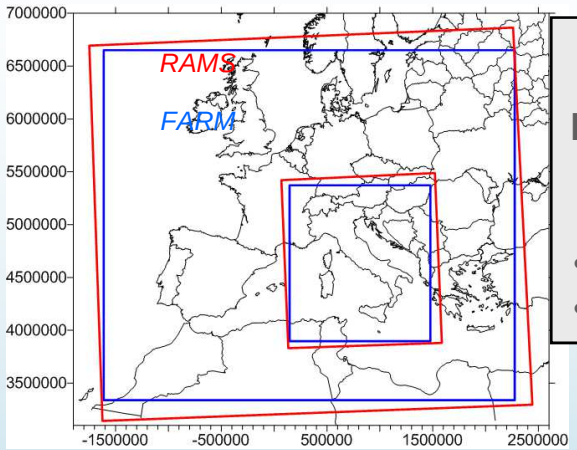








Simulazioni modellistiche

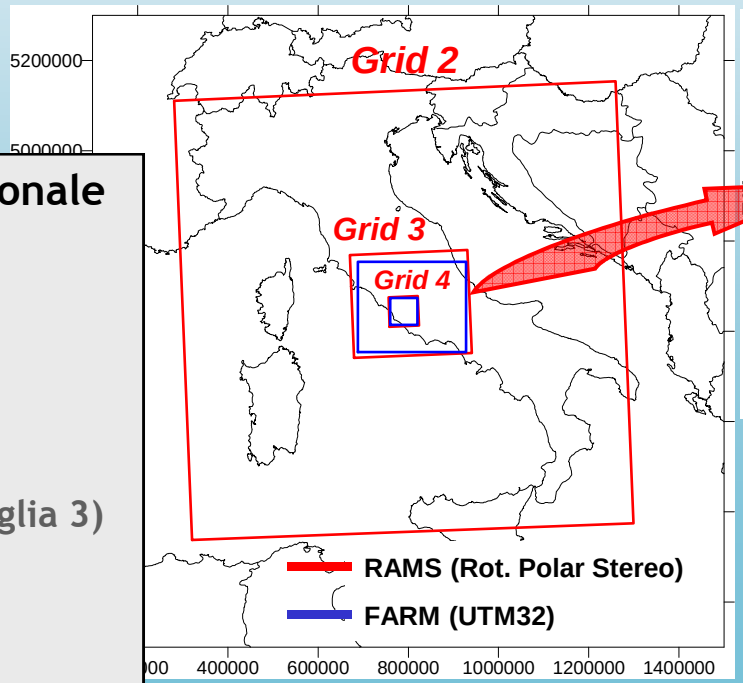


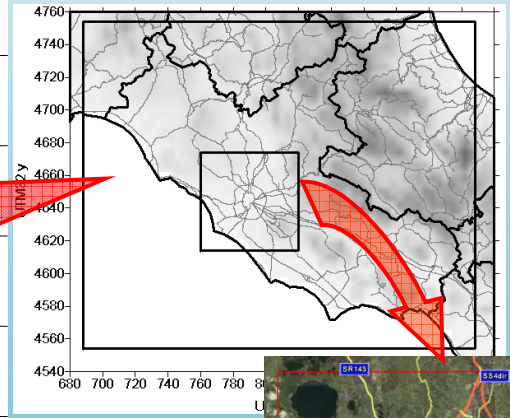
Simulazione a scala nazionale (background)

Integrazione emissioni di IPA italiane e europee

Passo griglia orizzontale:
- 48 km (EU scale, Griglia 1)
- 12 km (Italia, Griglia 2)

Durata delle simulazioni: giugno 2011 - maggio 2012





Simulazione a scala regionale e urbana

Integrazione delle emissioni nazionali e del Lazio

Passo griglia orizzontale:
- 4 km su Regione Lazio (Griglia 3)
- 1 km su Roma (Grid 4).

Condizioni al contorno dalla simulazione a scala nazionale

FARM
Versione estesa al trattamento degli IPA)

Modellazione dei POPs e dei metalli:

- **IPA** considerati nel Protocolla sui POPS della Convenzione CLRTAP (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution):
  B[a]P, B[b]F, B[k]F and IP

- **Metalli** considerati dalla direttiva 2008/50/EC della Commissione Europea:
  Mercurio, Piombo, Arsenico, Cadmio and Nickel

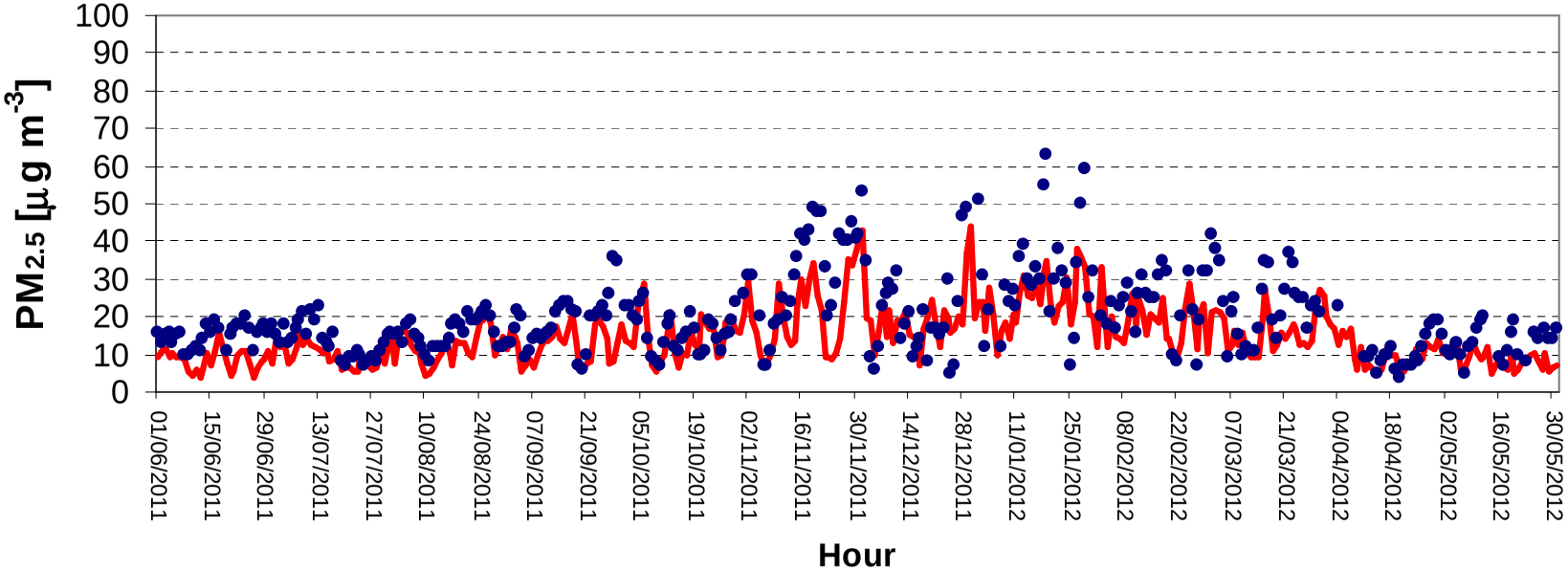
*Processo di **degradazione degli IPA** in atmosfera: reazione **in fase gas** con il radicale ossidrile OH.*

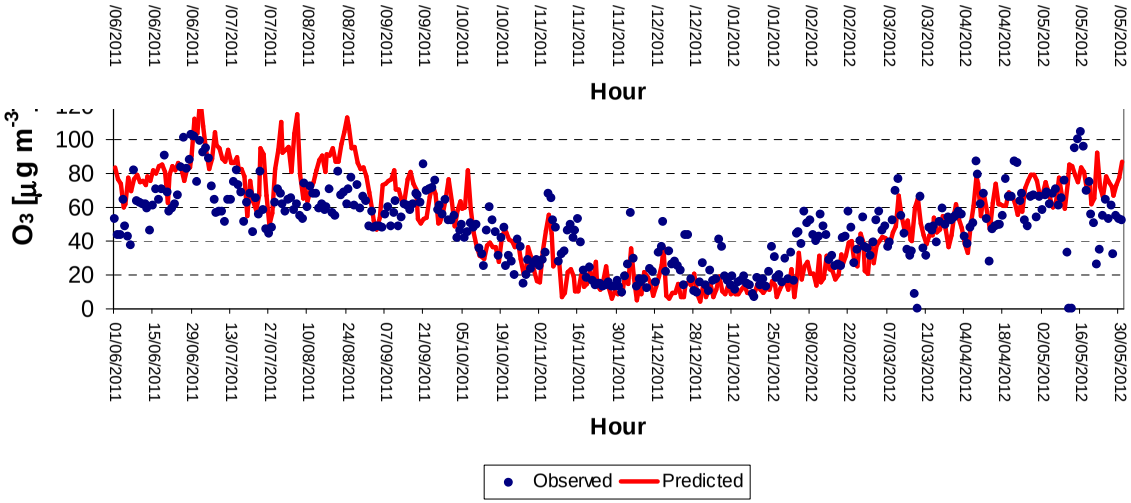
***Fotodegradazione del B[a]P** con l'ozono (introdotta nell'ultima fase del progetto).*

***Partizionamento gas-aerosol degli IPA** calcolato per i modi di Aitken e di accumulazione considerando i processi di adsorbimento e absorbimento nel carbonio organico oltre all'absorbimento in acqua aerosol.*

Confronto con le osservazioni

Villa Ada

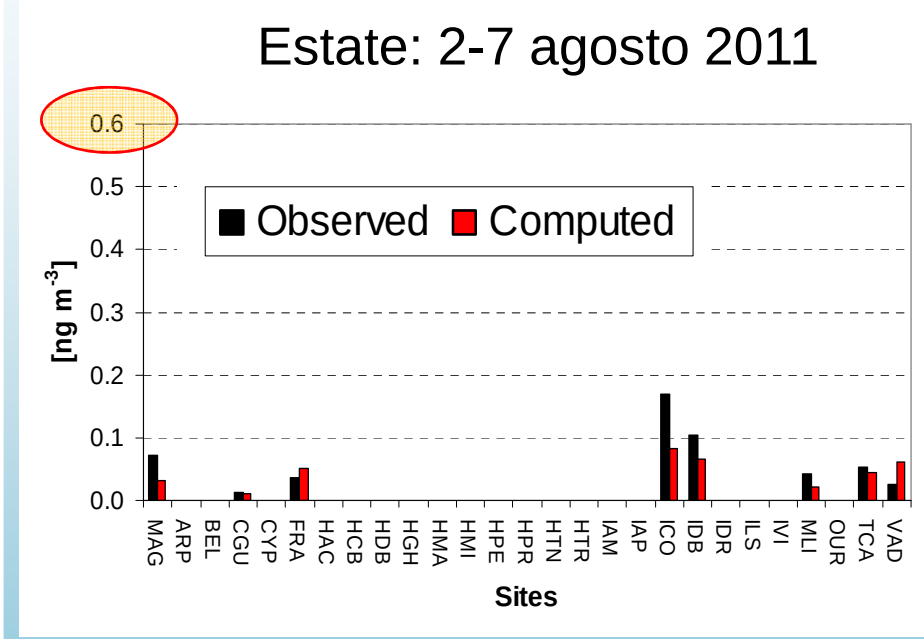


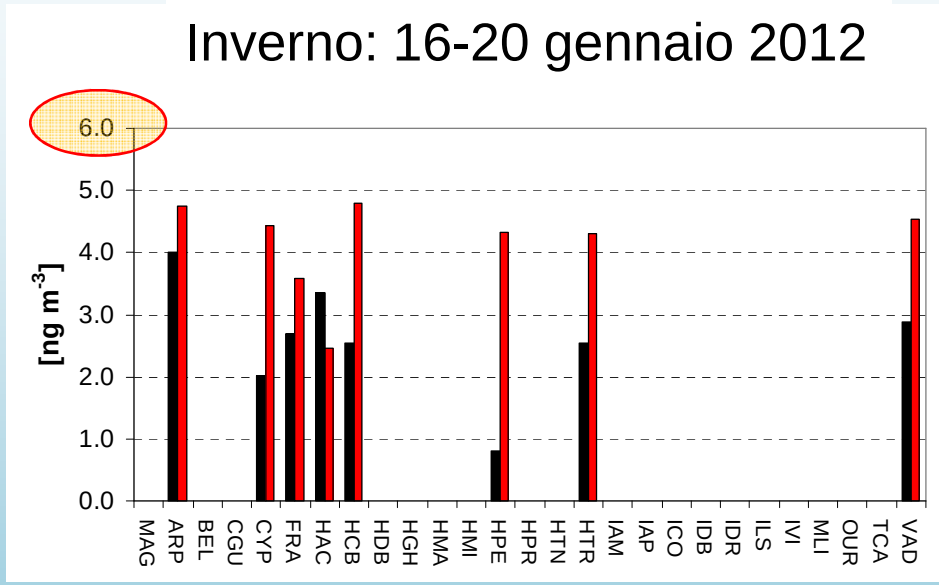


Buona riproduzione della variazione spazio-temporale dei macroinquinanti

Tendenza alla sottostima delle concentrazioni di PM2.5

Confronto con le osservazioni B[a]P





- ✓ **Riproduzione delle forti variazioni stagionali della concentrazioni di IPA**
- ✓ **Sovrastima delle concentrazioni osservate durante il periodo invernale**

Correzione dei campi di concentrazione per la valutazione dell'esposizione

$PM_{2.5}$ (e macroinquinanti)

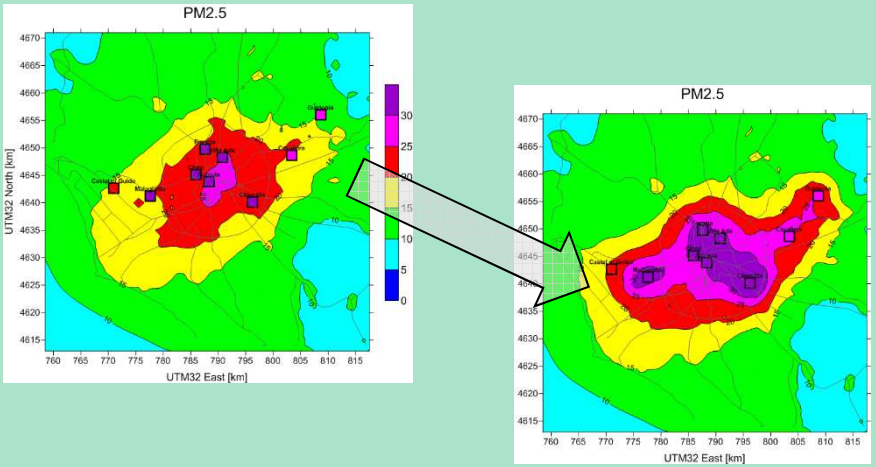
Disponibilità di osservazioni con frequenza di campionamento giornaliera/oraria.

B[a]P

Disponibilità di osservazioni discontinue e con copertura spaziale variabile nel tempo

Integrazione di misure e modelli

DATA FUSION/Optimal Interpolation

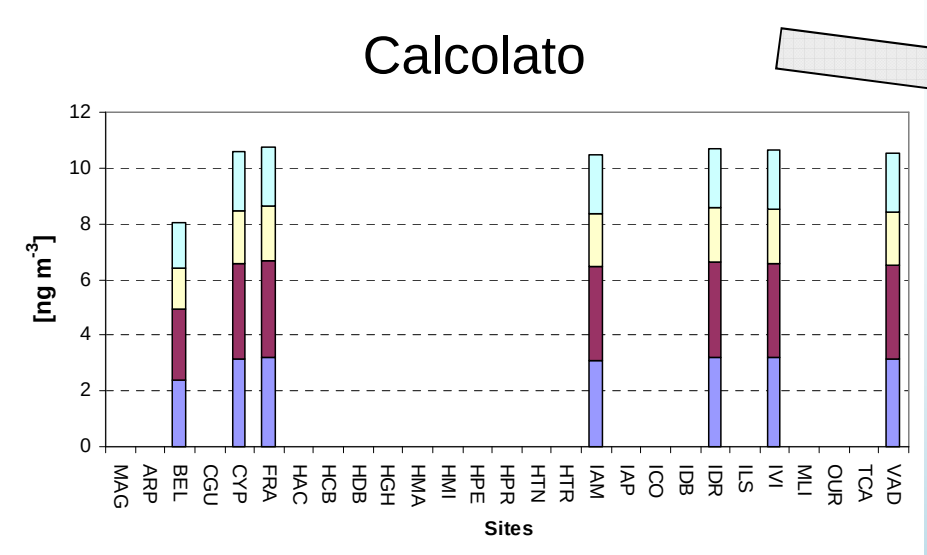


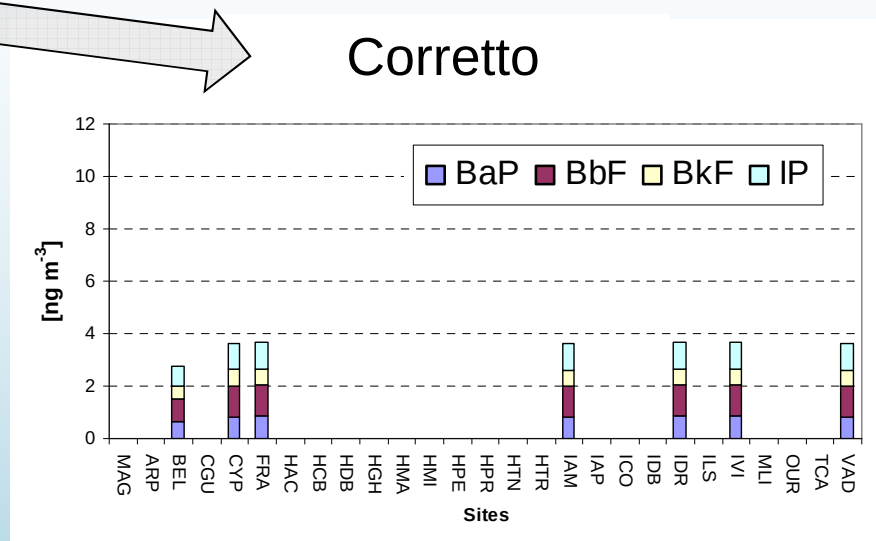
Fattore di correzione (f^c_m) medio mensile

$$C_m^{Corrected}(t) = f_m^c C_m^{Model}(t)$$

$$f_m^c = \overline{\left(\frac{C_m^{Observation}(t)}{C_m^{Model}(t)} \right)}$$

B[a]P - 12-16 dicembre 2011





B[a]P – statistiche di valutazione del modello

Run	IOA (1)	R (1)	FAC2 (100 %)	MFE (0 %)	RMSE (0 ng/m³)
Caso Base	0.59	0.67	44.4	79.3	1.45
Sim. corrette (f_c)	0.79	0.67	80.7	39.3	0.35

IOA ranges from 0 to +1. The perfect value of IOA is 1;

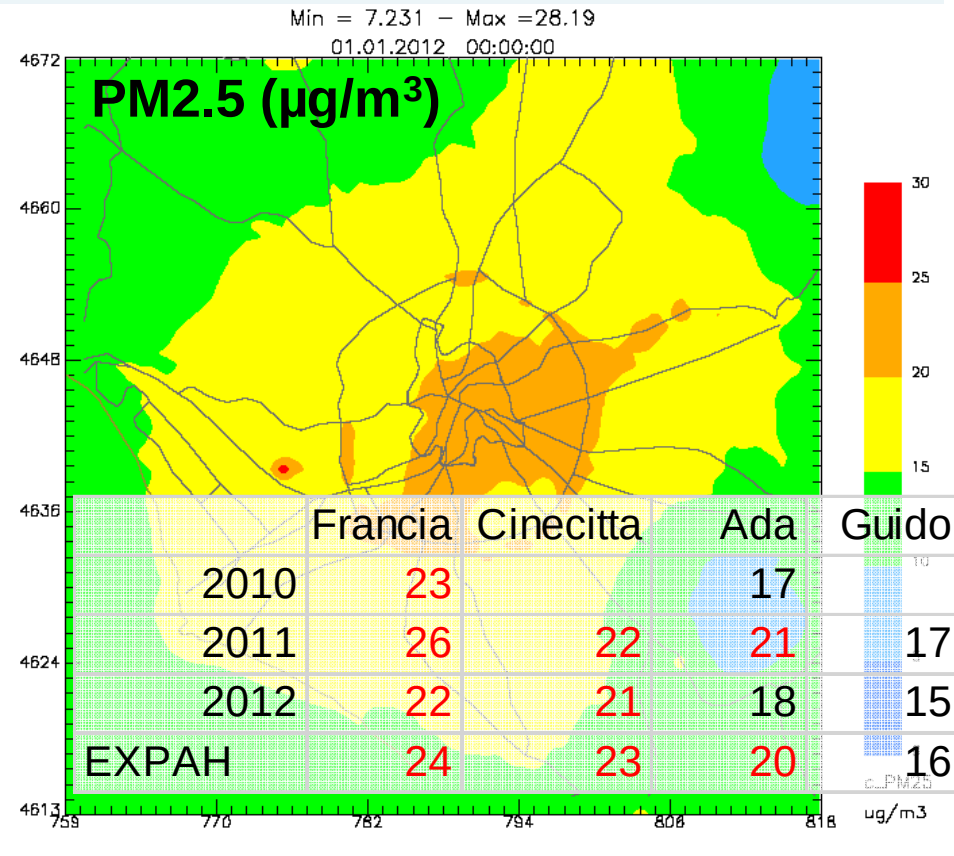
R, correlation ranges from -1 to +1;

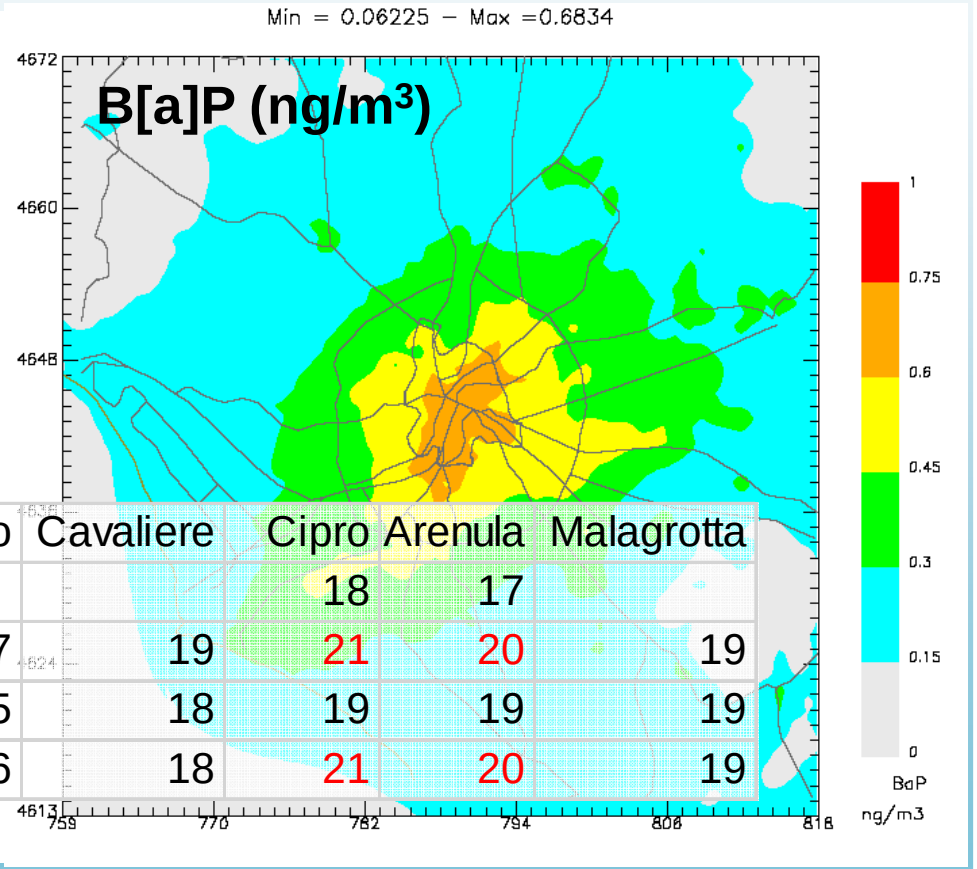
FAC2 ranges from 0% to +100%. The ideal value is 100%;

MFE ranges from 0% to +200%. The ideal value is 0%;

RMSE [ng m^{-3}] units, ranges from 0 to +∞. The ideal value is 0.

Concentrazioni medie annuali di $PM_{2.5}$ e B[a]P





	Francia	Cinecitta	Ada	Guido	Cavaliere	Cipro	Arenula	Malagrotta
2010	23		17			18	17	
2011	26	22	21	17	19	21	20	19
2012	22	21	18	15	18	19	19	19
EXPAH	24	23	20	16	18	21	20	19

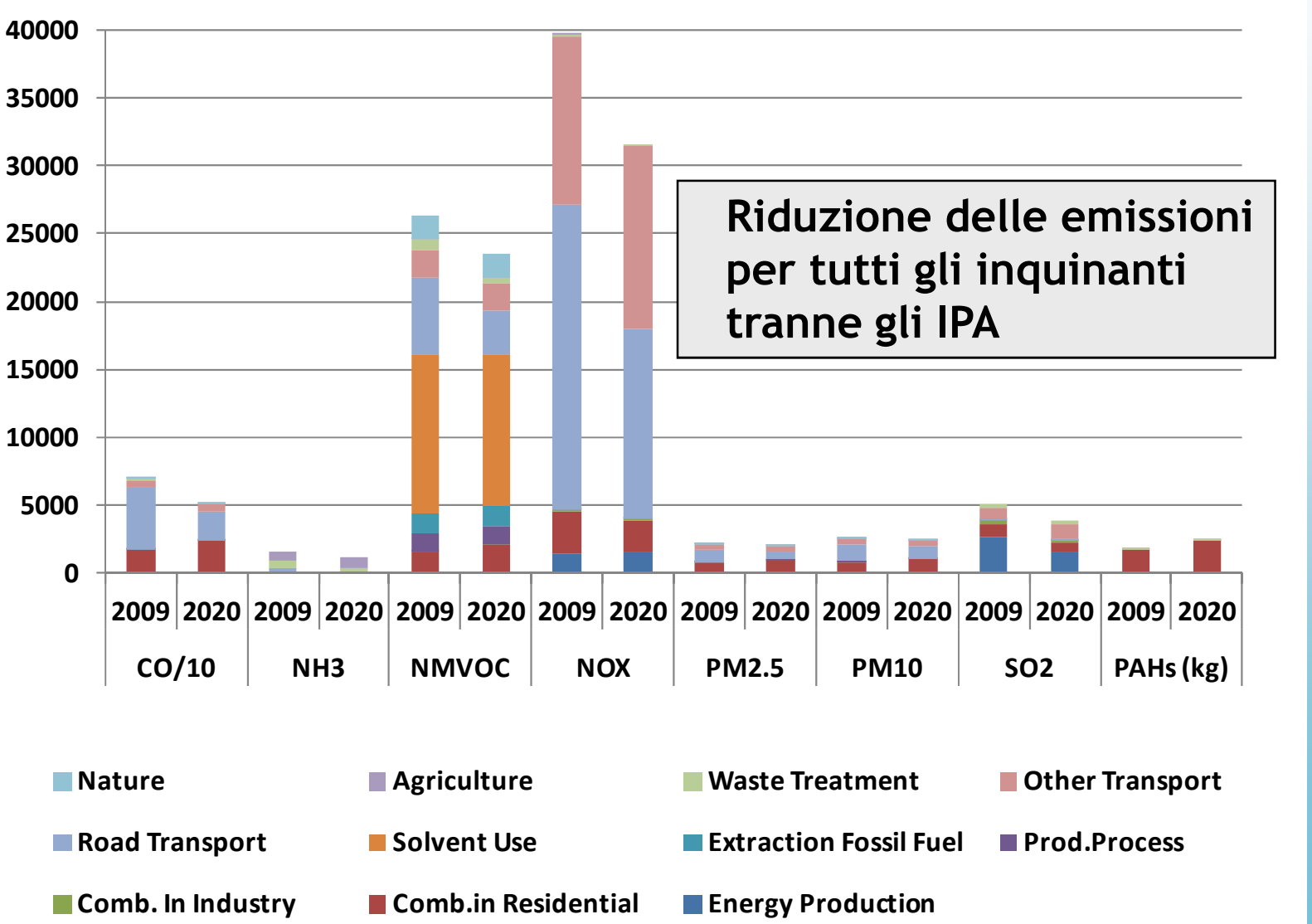
PM2.5 > 20 µg/m³

B[a]P < 1 ng/m³

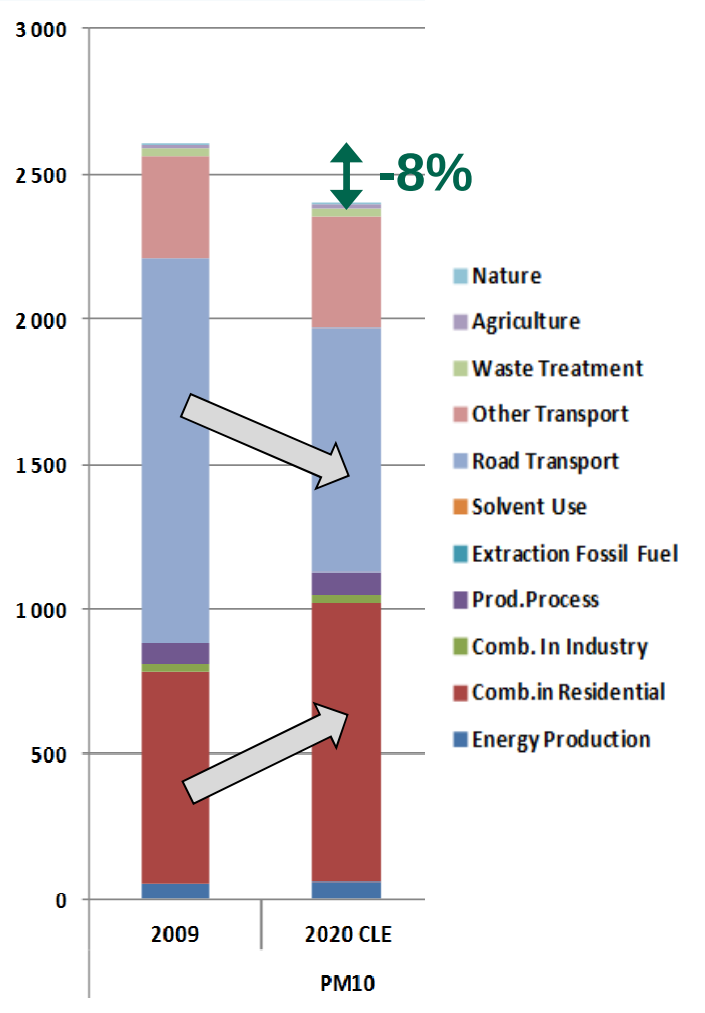
Evoluzione delle concentrazioni e scenari di mitigazione al 2020

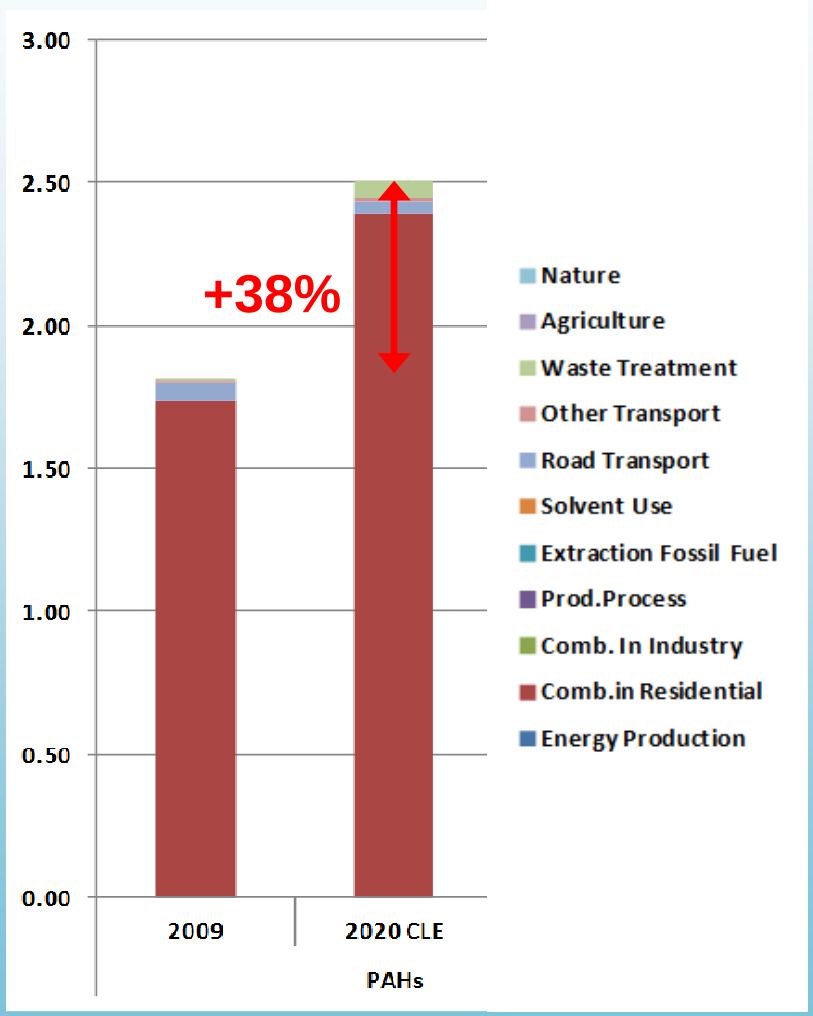
Variazione delle emissioni dei differenti macrosettori emissivi basata sulle stime GAINS-Italy

Confronto delle proiezioni di emissione al 2020 (t/anno) con l'anno di riferimento 2009 per il comune di Roma



2009-2020 trend delle emissioni





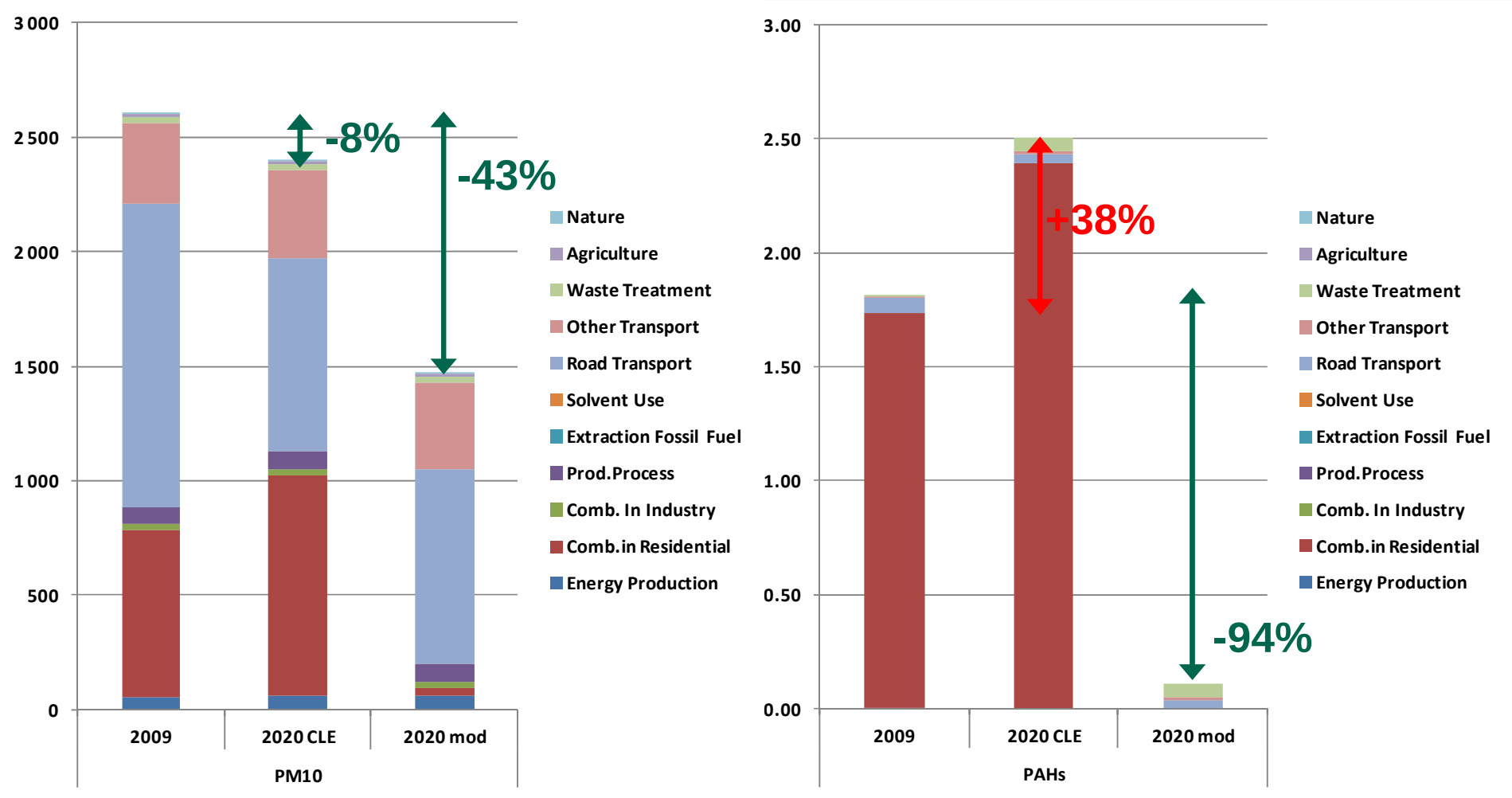
Scenario Current legislation (CLE) 2020 calcolato a partire dale stime GAINS-Italy

Individuazione di possibili misure di mitigazione aggiuntive

Per poter ridurre le concentrazioni di IPA ed incrementare la riduzione prevista per le concentrazioni di polveri (PM10/PM2.5) appare necessario intervenire sulla combustione per riscaldamento domestico:

- Sostituzione della biomassa con gas naturale

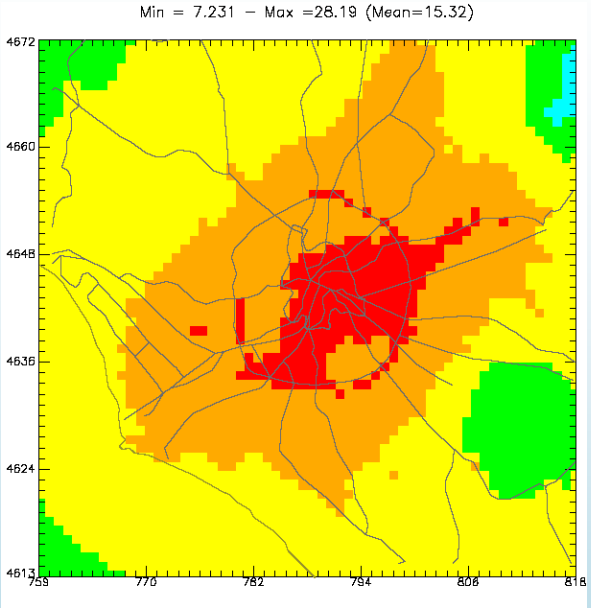
2009-2020 emission trend



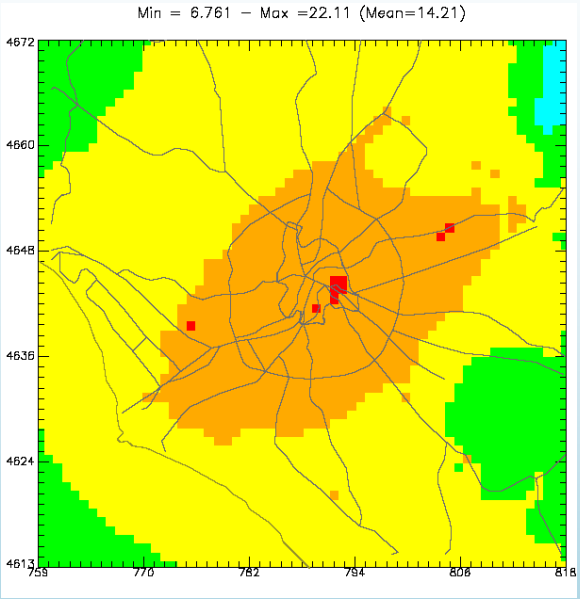
Scenari emissivi Current legislation (CLE) e Additional Measures 2020

Concentrazioni di $PM_{2.5}$

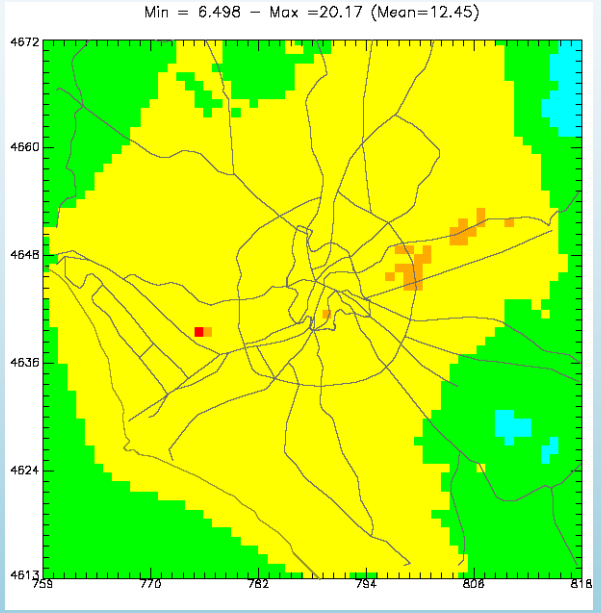
Medie annuali



Caso base
Simulazioni 2011-12



Current Legislation
2020 CLE Scenario



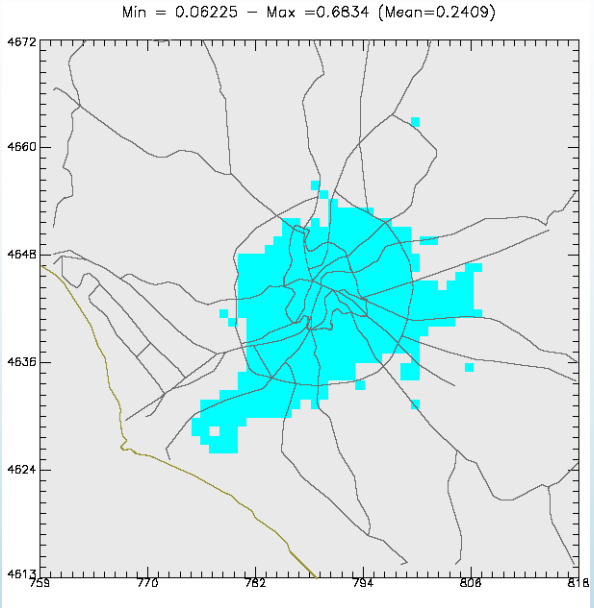
Additional Measures
2020 AME Scenario

Variazione delle concentrazioni medie sul dominio di calcolo

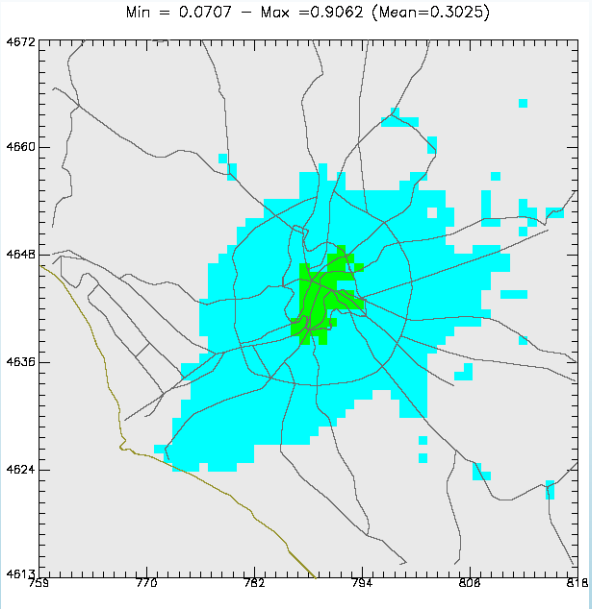
Inquinante	2020 CLE Scenario	2020 AME Scenario
NO_2	-26%	-26%
$PM_{2.5}$	-7%	-17%
B[a]P	+24%	-66%

Concentrazioni di B[a]P

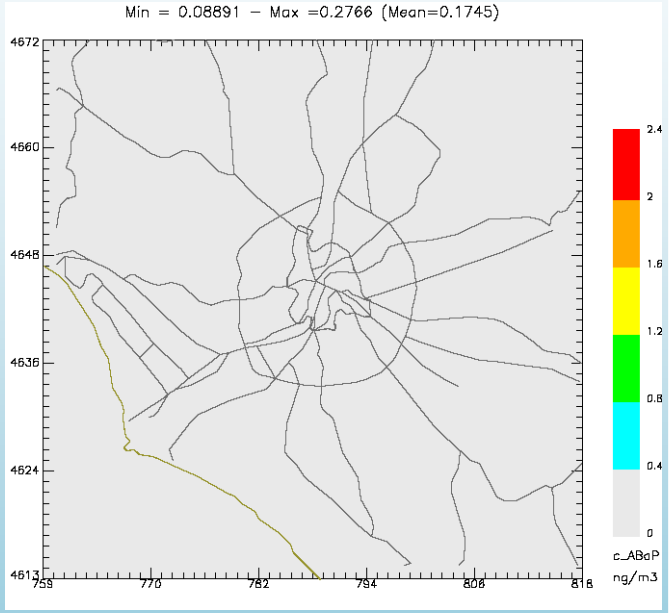
Medie annuali



Caso base
Simulazioni 2011-12



Current Legislation
2020 CLE Scenario



Additional Measures
2020 AME Scenario

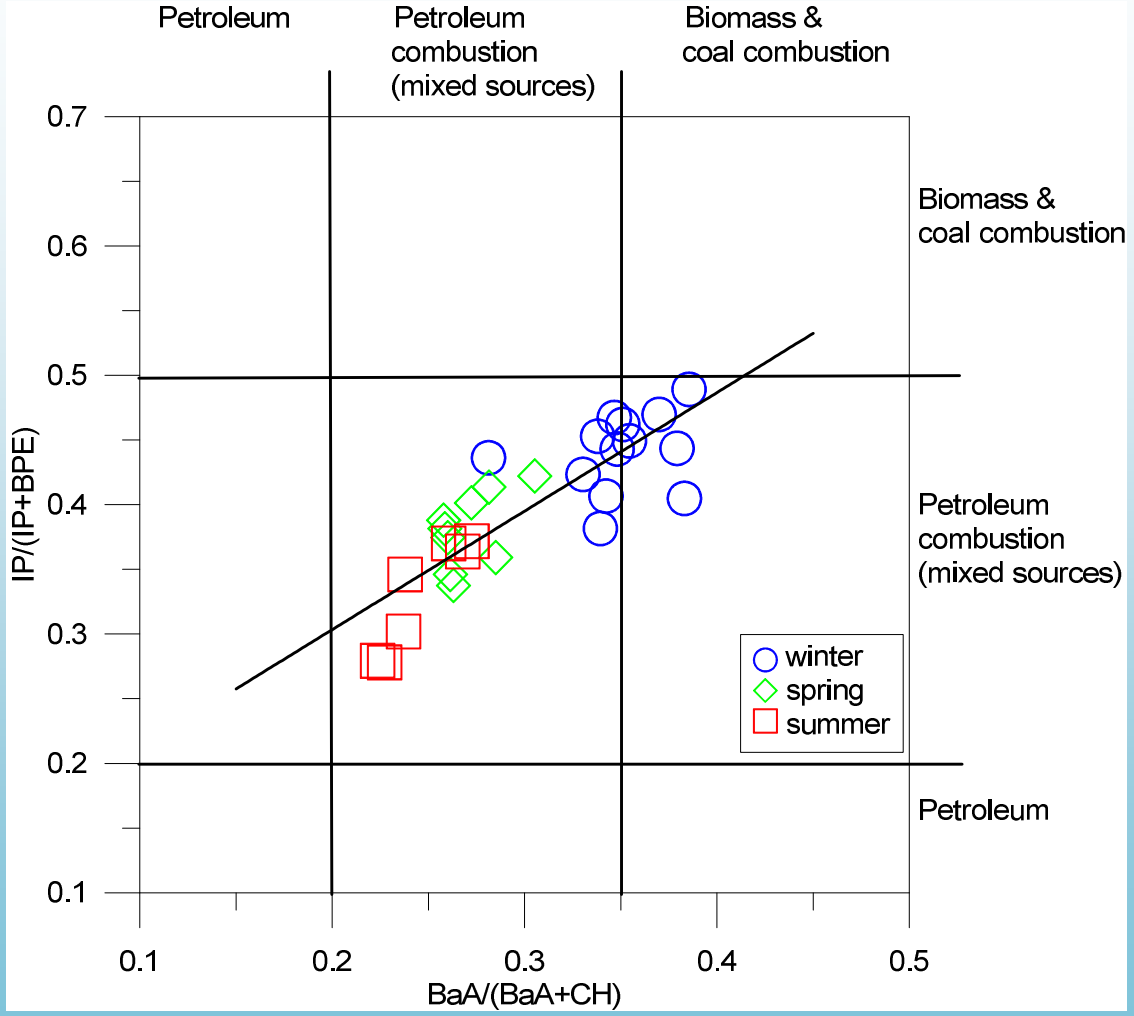
Variazione delle concentrazioni medie sul dominio di calcolo

Inquinante	2020 CLE Scenario	2020 AME Scenario
NO_2	-26%	-26%
$PM_{2.5}$	-7%	-17%
B[a]P	+24%	-66%

Conclusioni

- ✓ Sistema integrato di valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria e sulla salute umana per macroinquinanti e IPA: integrazione di modellistica e osservazioni.
- ✓ La stima delle emissioni: **combustione di biomassa per riscaldamento** è la **sorgente principale di IPA** e la **seconda sorgente di PM;**
- ✓ Il PM2.5 supera il limite di 20 ug/m3 per la media annuale, B[a]P non supera il limite di 1 ng/m3 ma mostra valori elevati durante i mesi invernali.
- ✓ Senza misure aggiuntive si prevede un aumento delle concentrazioni di B[a]P ed una limitata riduzione del PM10/PM2.5.
- ✓ La regolamentazione/riduzione della combustione di biomassa è la misura potenzialmente di più efficace per ridurre le concentrazioni di IPA e per incrementare la riduzione di quelle di PM.

IP/(IP + BPE) vs. BaA/(BaA + CH)
valori medi sui periodo di campionamento



Variazione stagionale quasi lineare. Rapporti più elevati sono ottenuti durante l'inverno, indicando un contributo maggiore della combustione di biomassa,

Riscontri

- ✓ report EEA 2013 «Air Quality in Europe»: «increased biomass burning leads to increased emissions of PM and other carcinogenic substances such as PAHs» «The increase in BaP emissions and concentrations in Europe ….is aggravating the exposure of the European population to BaP concentrations, especially in urban areas

European Commission

Science for Environment Policy

Wood burning in London undermines low traffic emissions' gains

Particulate matter (PM) emissions from domestic wood burning in London are higher than the PM reductions achieved through London's Low Emission Zone, finds a new study. The research suggests that increases in wood burning could risk undermining policies aimed at meeting EU PM_{10} targets.

Riscontri

Environmental Science & Technology

Article

pubs.acs.org/est

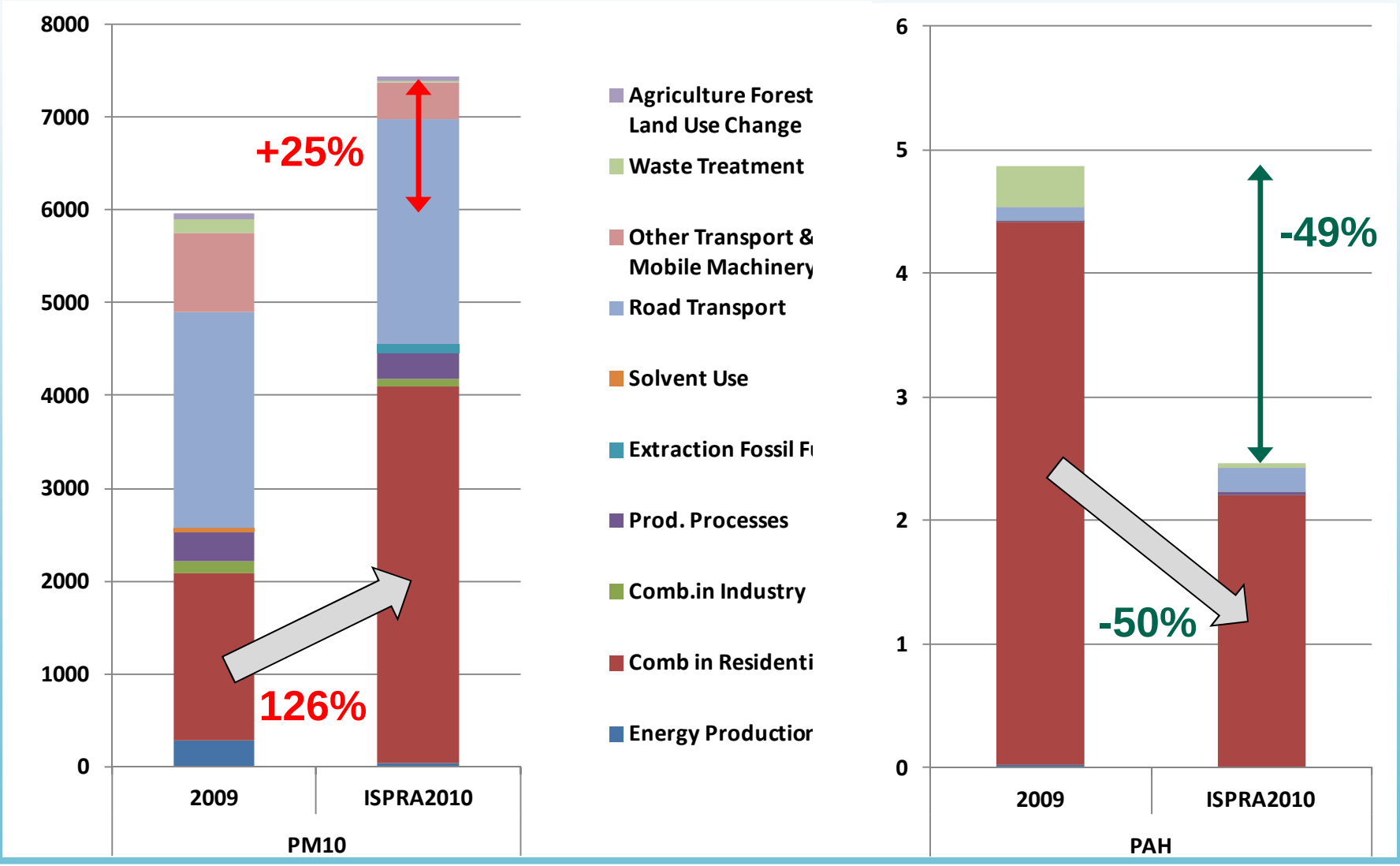
Increased Biomass Burning Due to the Economic Crisis in Greece and Its Adverse Impact on Wintertime Air Quality in Thessaloniki

Arian Saffari,[†] Nancy Daher,[†] Constantini Samara,[‡] Dimitra Voutsa,[‡] Athanasios Kouras,[‡] Evangelia Manoli,[‡] Olga Karagkiozidou,[‡] Christos Vlachokostas,[§] Nicolas Moussiopoulos,[§] Martin M. Shafer,[∥] James J. Schauer,[∥] and Constantinos Sioutas[†,*]

Benzo[e]pyrene	6.64 ± 6.6	1.33 ± 1.0
Benzo[b]fluoranthene	2.43 ± 1.9	0.76 ± 0.5
Benzo[k]fluoranthene	1.09 ± 0.8	0.12 ± 0.1
Benzo[a]pyrene	2.09 ± 1.9	0.25 ± 0.3
diBenzo[a,h]anthracene	0.53 ± 0.3	0.03 ± 0.0
Benzo[g,h,i]perylene	3.20 ± 2.6	0.73 ± 0.4
Indenol[1,2,3-c,d]pyrene	2.32 ± 1.8	0.78 ± 0.4

- ~10-fold increase in 2013
- 2013 level is almost 2 times above the EU annual limit

Evoluzione inventario emissioni



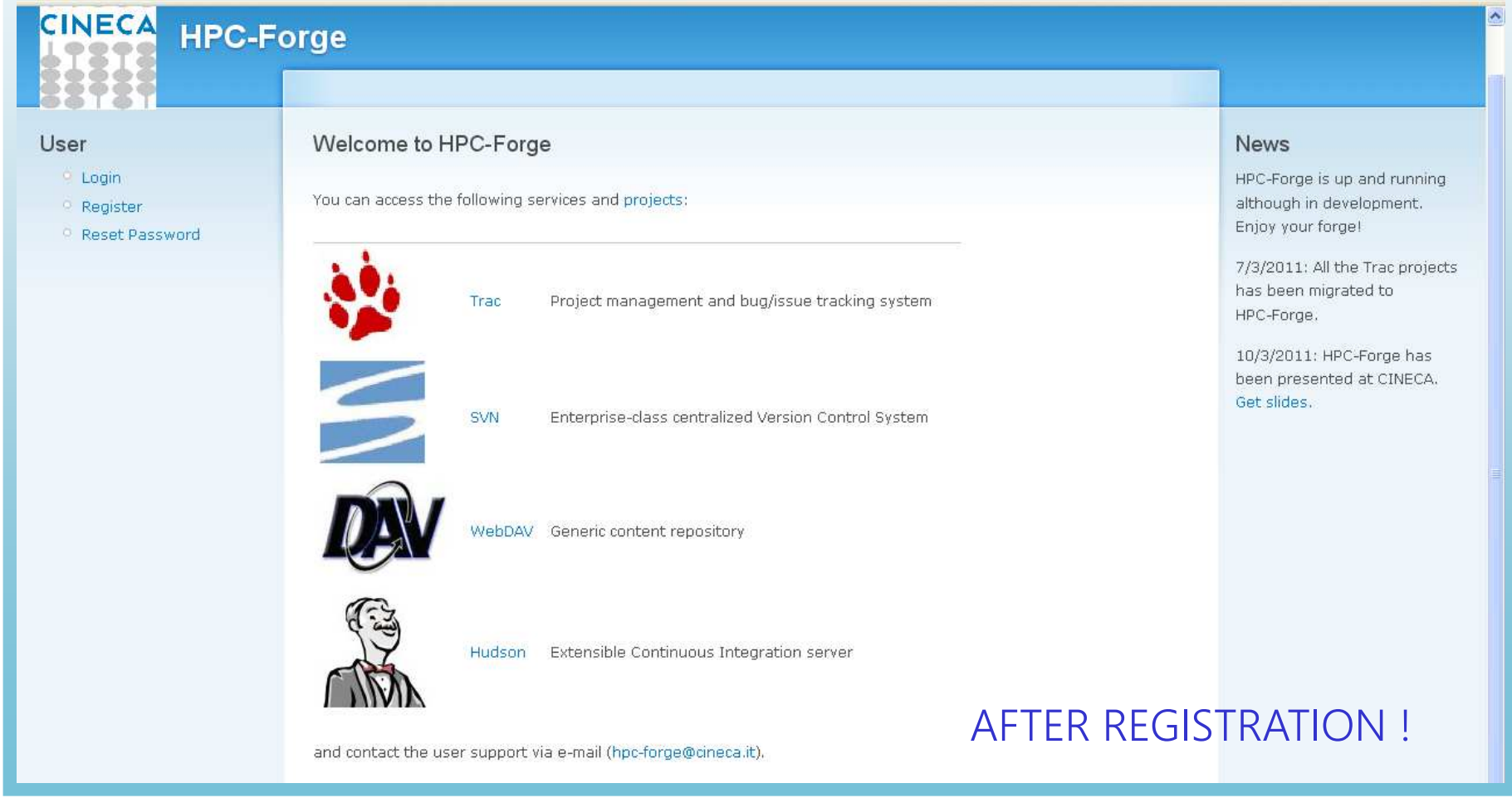
Possibili interventi per un miglioramento dell'inventario degli IPA

- **Il maggiore apporto alle emissioni di IPA è legato alla combustione di biomasse**

- **E' possibile migliorare la stima e la localizzazione delle emissioni da riscaldamento** attraverso il reperimento di informazioni aggiuntive
- Interventi migliorativi potrebbero riguardare:
  - esecuzione di **indagini sull'utilizzo delle biomasse** (commercio di legna da ardere, pellets, stufe,…)
  - analisi dei dati di **erogazione del gas metano + volumetrie dell'edificato** per supportare l'assegnazione di combustibili diversi in aree differenti).

Flexible Air quality Regional Model (FARM)

FARM is now an Open Source CTM available at:
https://hpc-forge.cineca.it/



AFTER REGISTRATION !