

Sviluppo e applicazioni di una catena modellistica per la qualità dell'aria in Liguria - *Source apportionment* e confronto fra modelli a recettore e modelli chimici di trasporto

P. Brotto,

M.C. Bove, F. Cassola, E. Cuccia, D. Massabò, A. Mazzino and P. Prati

University of Genoa - INFN



M. Beggiato, P. Costi, L. Badalato

Regione Liguria - ARPAL

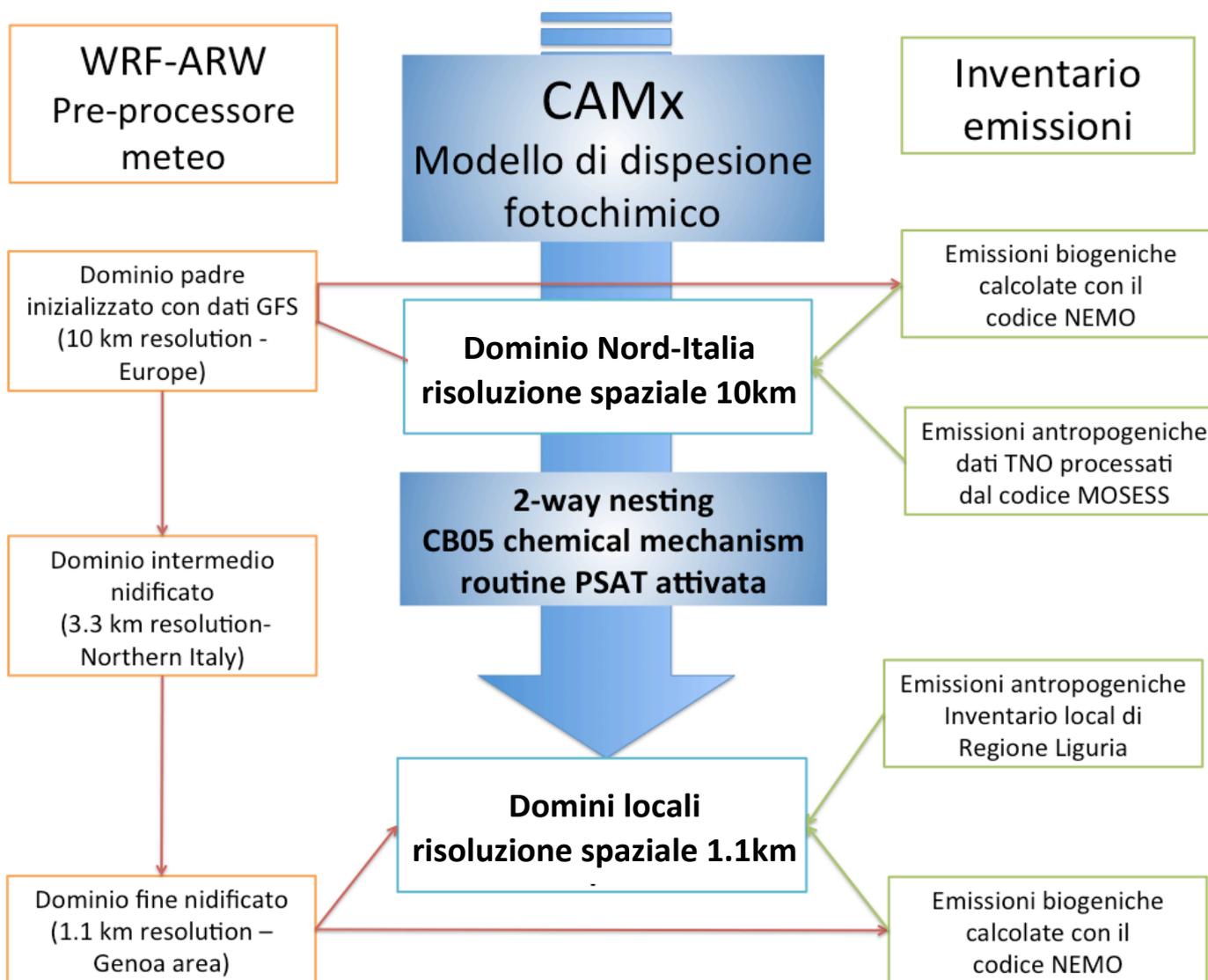


“PM2014 – Sesto Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico”
Genova, 21-23 maggio 2014

Outline

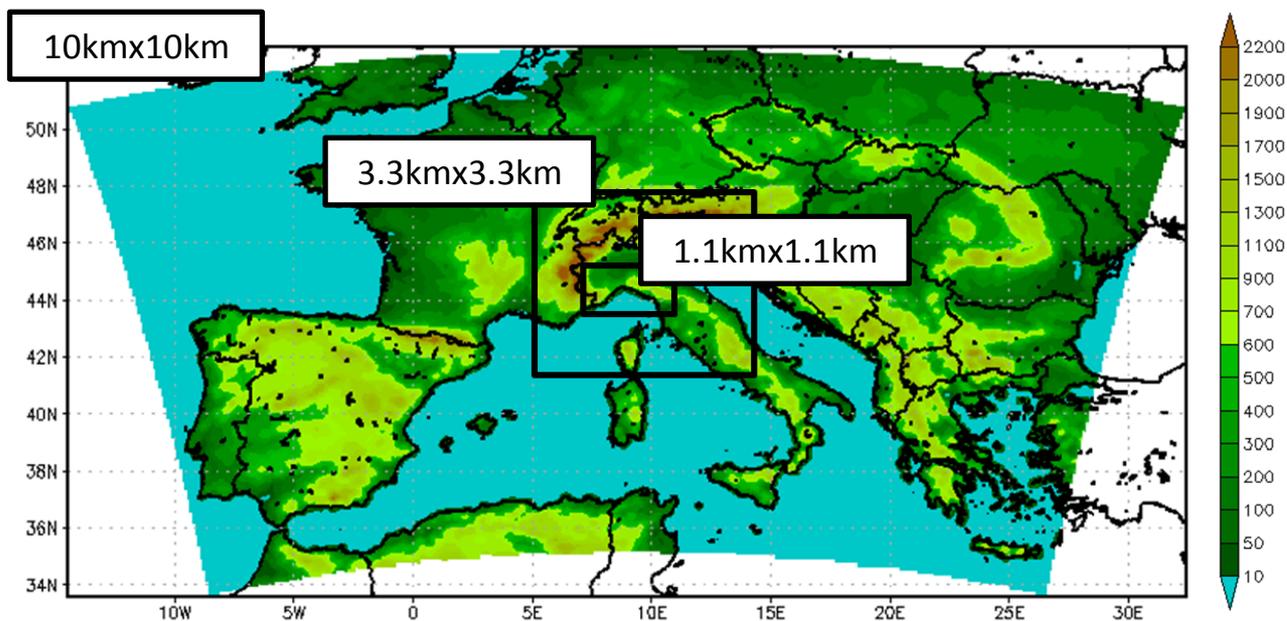
- Sviluppo e implementazione di una catena modellistica per la simulazione della qualità dell'aria sul territorio ligure
 - Struttura e validazione del modello
 - Simulazioni per l'anno 2011 (incarico Regione Liguria) es. concentrazioni PM_{2.5}
 - Possibili applicazioni dello strumento modellistico (simulazioni scenario, **apporzionamento sorgenti**,...)
- Valutazione del contributo delle diverse sorgenti emmissive (*source apportionment*)
 - i risultati di un esercizio di *source apportionment* per la città di Genova
 - modelli chimici di trasporto (CAMx-PSAT)
 - modelli a recettore (PMF2)
 - Sviluppo di una metodologia di confronto e integrazione CTMs e modelli a recettore
- Conclusioni e prospettive future

Set-up della catena modellistica



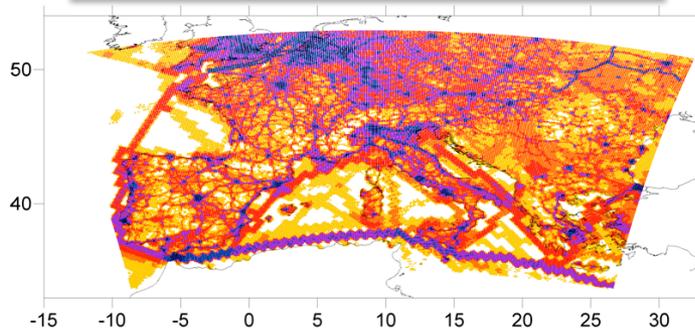
Configurazione dei domini – input meteo e inventario emissioni

Preprocessore meteorologico
WRF-ARW

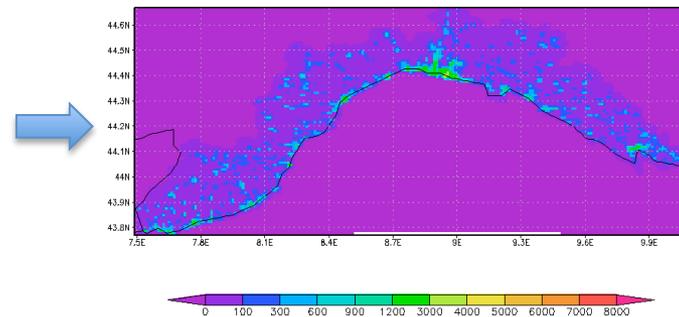


Inventario emissioni in
atmosfera

Inventario europeo (MOSESS - TNO)
Risoluzione spaziale : 10kmx10km
Risoluzione temporale : 1hr
Anno di riferimento: 2005



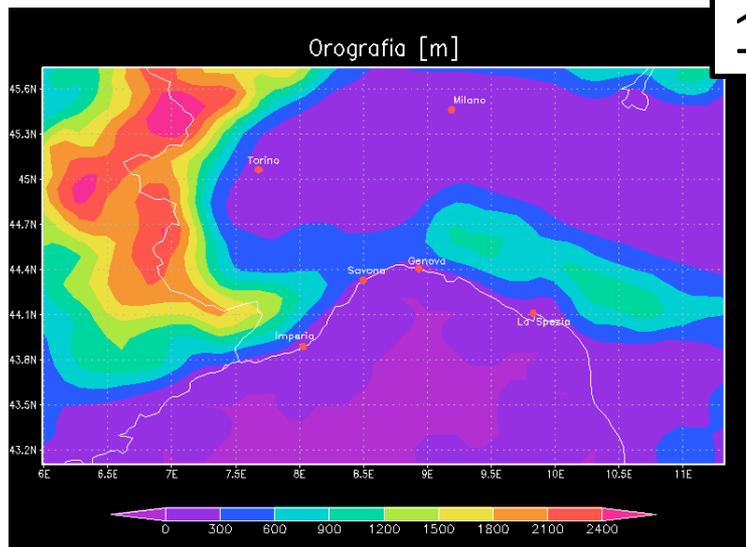
Inventario locale (Regione Liguria)
Risoluzione spaziale : 1kmx1km
Risoluzione temporale : 1hr
Anno di riferimento: 2008



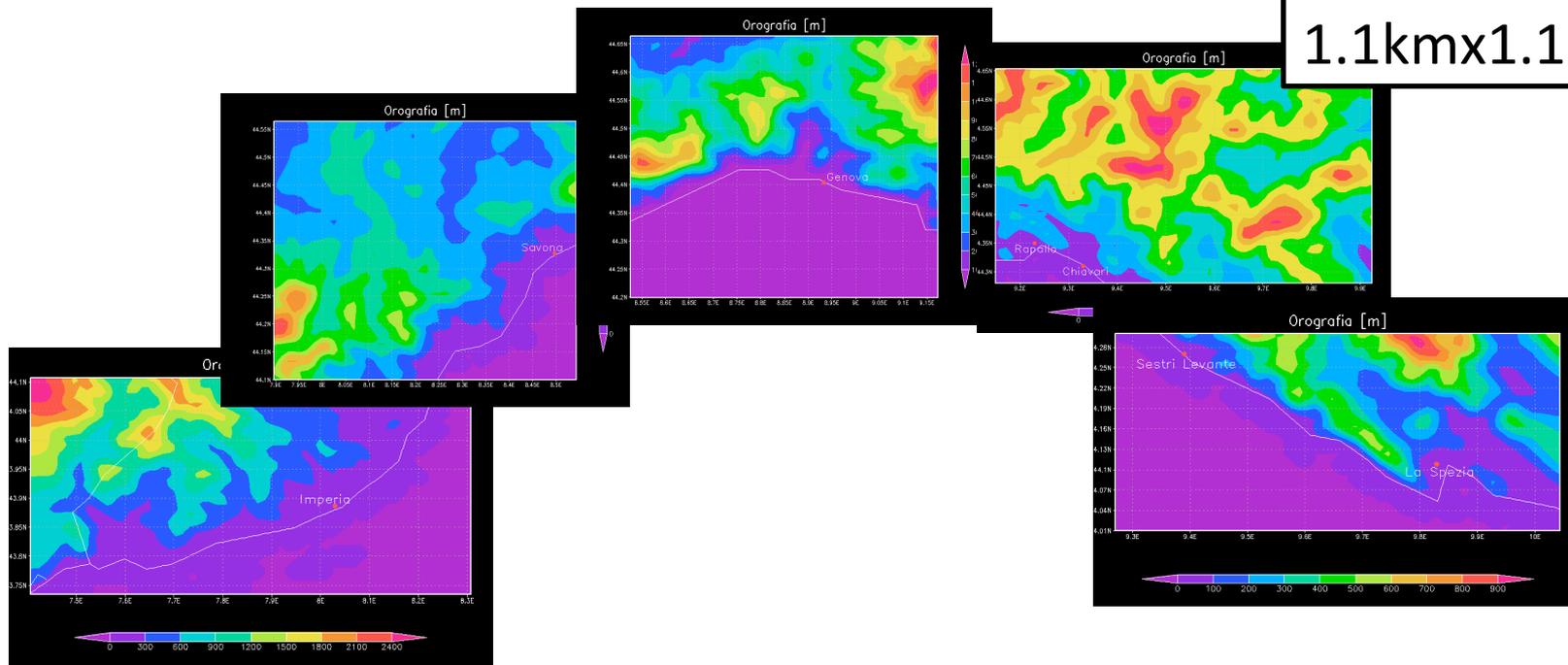
Configurazione dei domini di calcolo CAMx

Condizioni al contorno estratte da modello globale (MOZART)

10kmx10km



1.1kmx1.1km



Validazione del modello

WRF-ARW

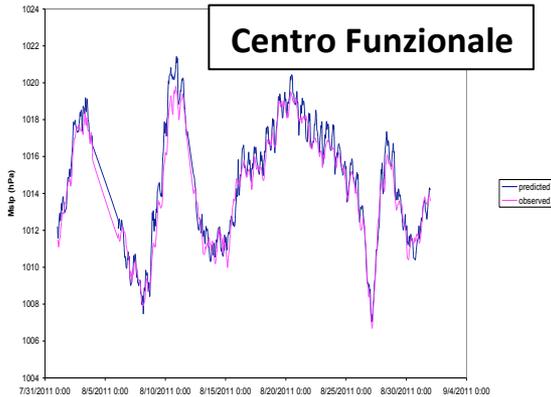
- Parametri meteorologici
 - Pressione, temperatura, vento → Dati centraline meteo ARPAL-CFMI-PC

CAMx

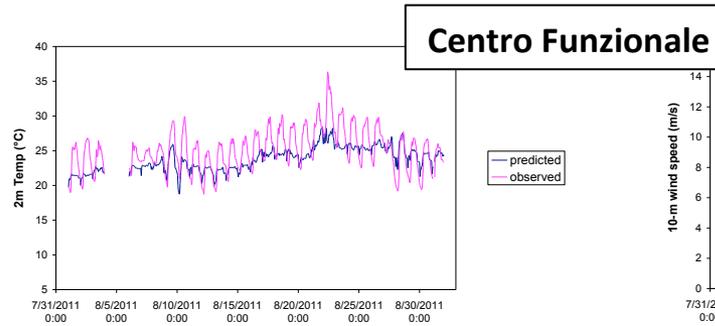
- Concentrazione particolato atmosferico
 - PM_{10} gravimetrico → dati centraline ARPAL e Provincia di Genova
 - $PM_{2.5}$ gravimetrico → campagna di monitoraggio progetto MED-APICE
 - $PM_{2.5}$ composizione chimica → Campagna di monitoraggio progetto MED- APICE
- Concentrazione gas (non discussa)
 - NO_x, SO_2, CO, O_3 → dati centraline ARPAL e Provincia di Genova

Validazione del modello – Preprocessore meteorologico

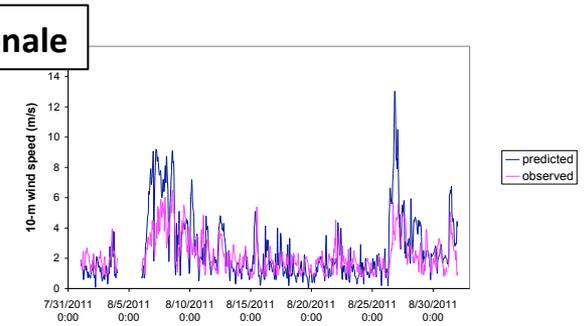
Pressione slm (agosto 2011)



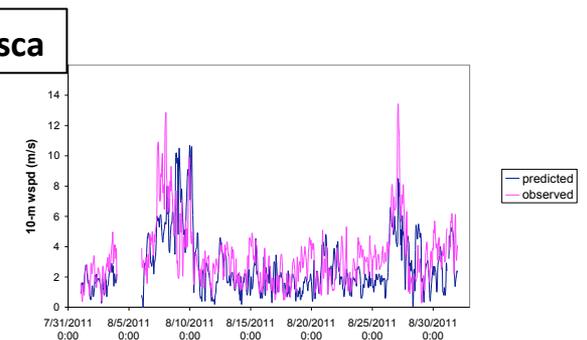
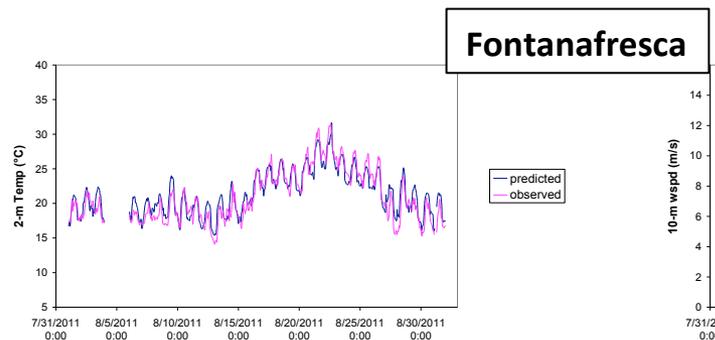
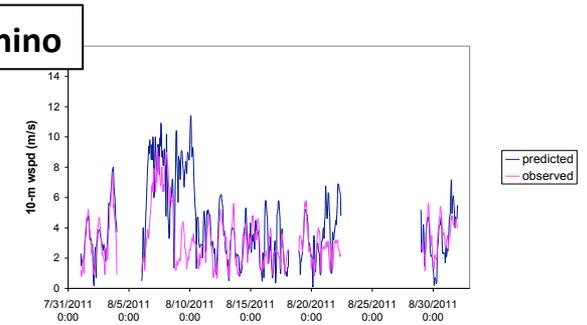
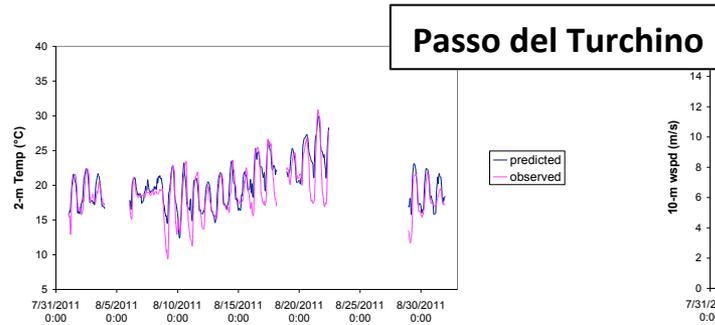
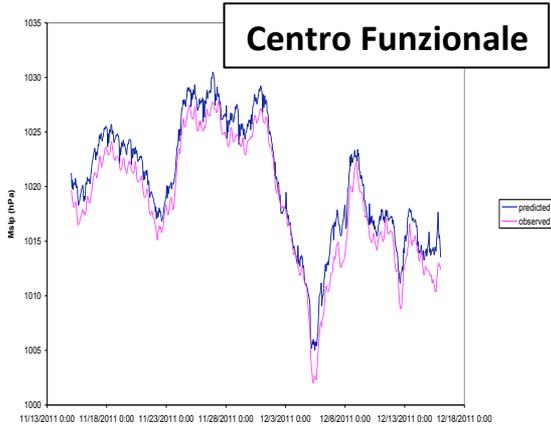
Temperatura @2m (agosto 2011)



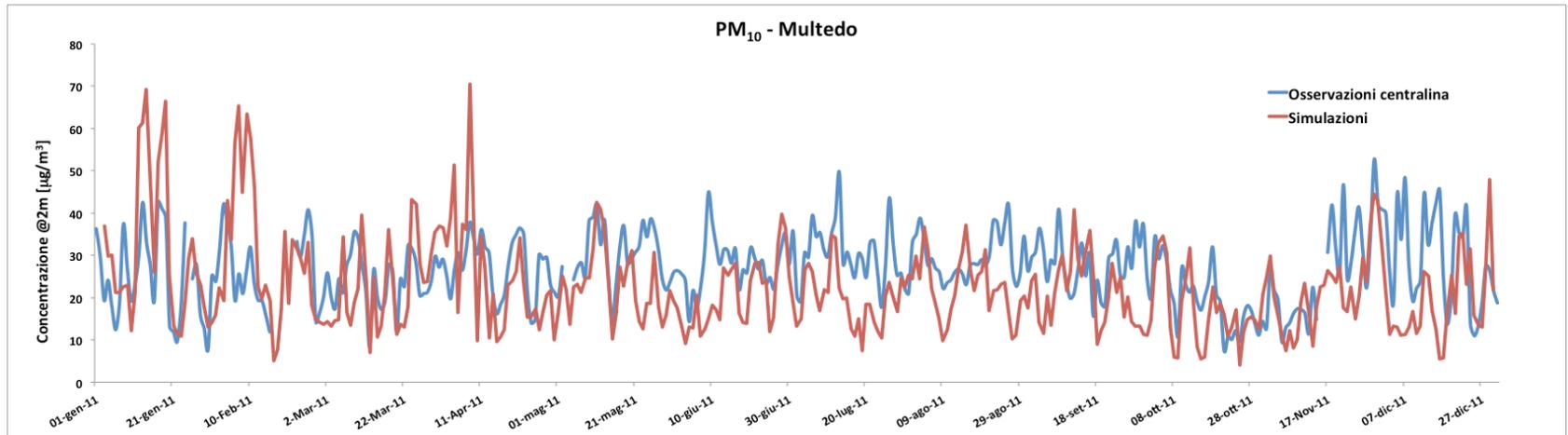
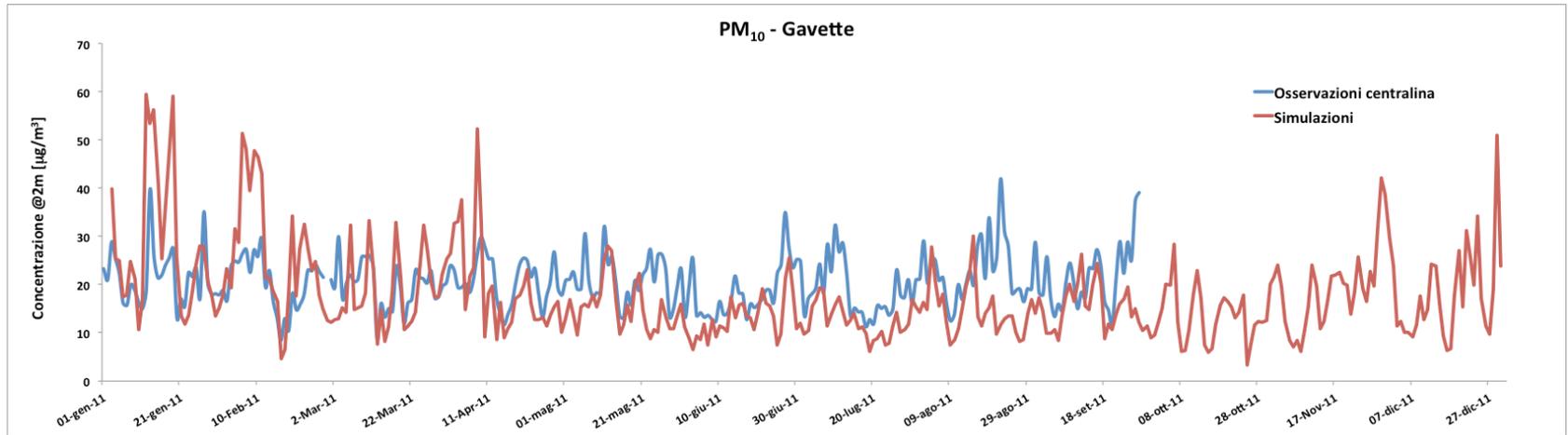
Velocità Vento @10m (agosto 2011)



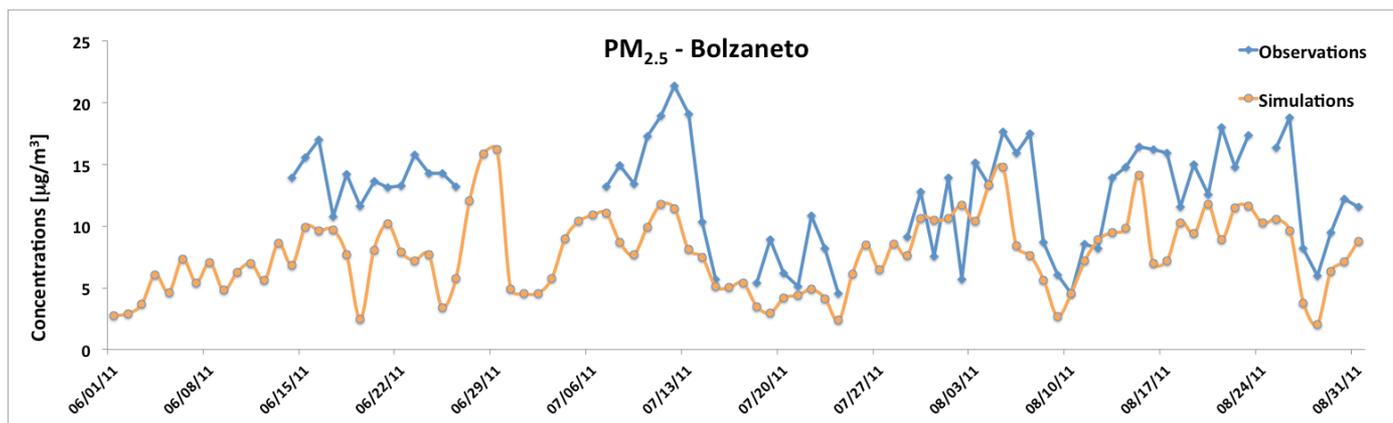
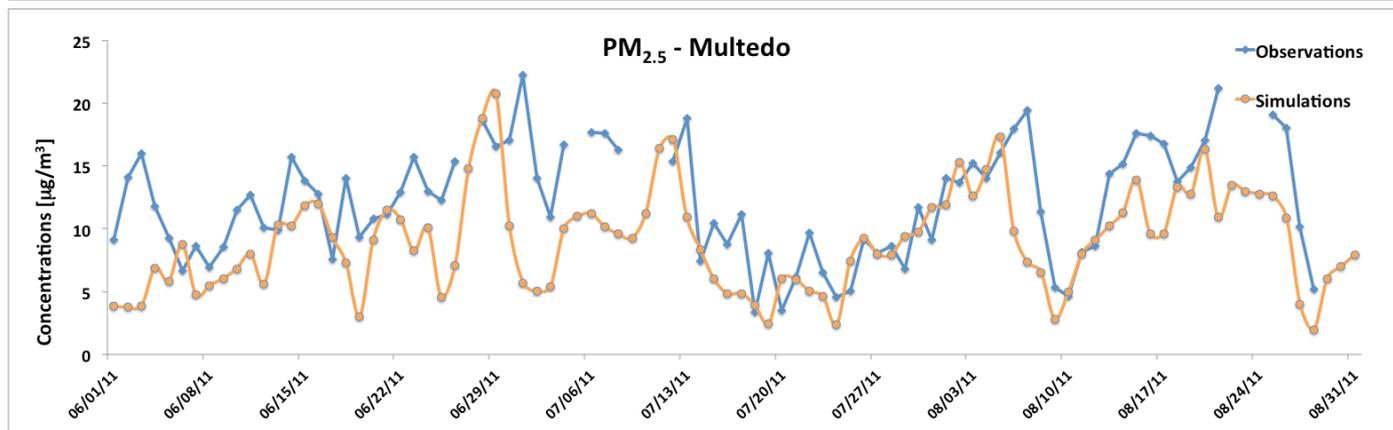
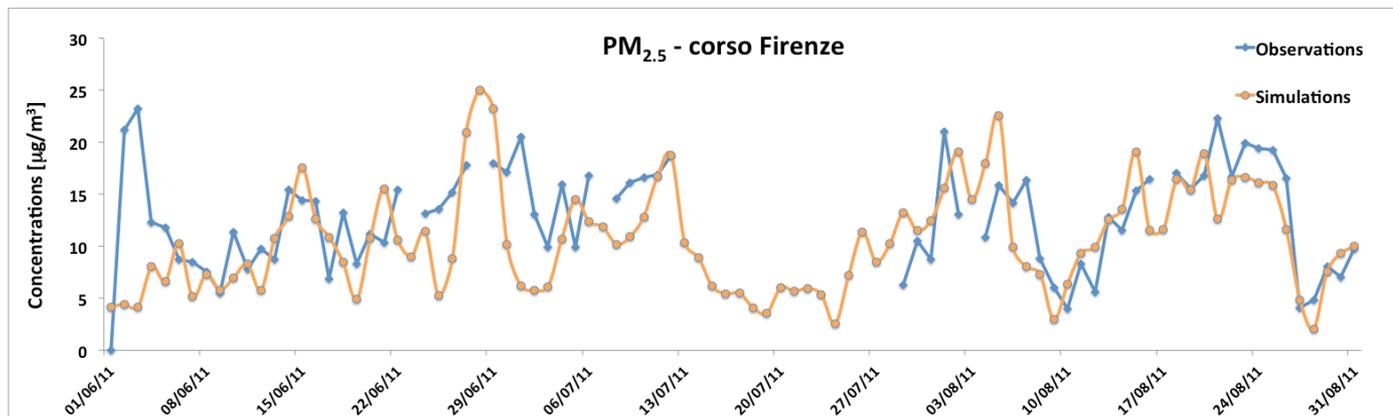
Pressione slm (novembre-dicembre 2011)



Validazione del modello – PM₁₀ gravimetrico (anno 2011)

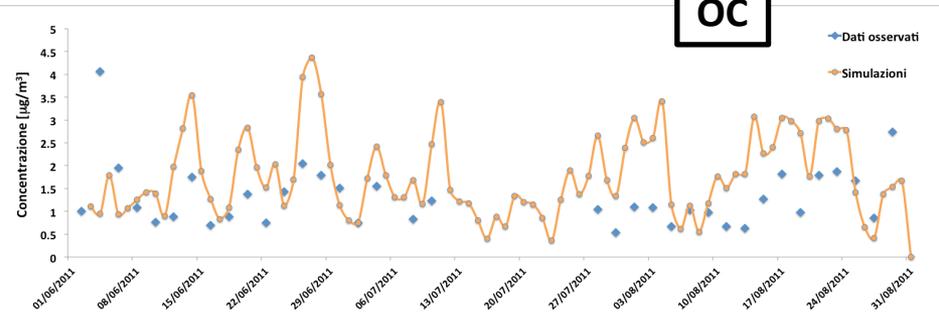


Validazione del modello – PM_{2.5} gravimetrico (maggio-settembre 2011)

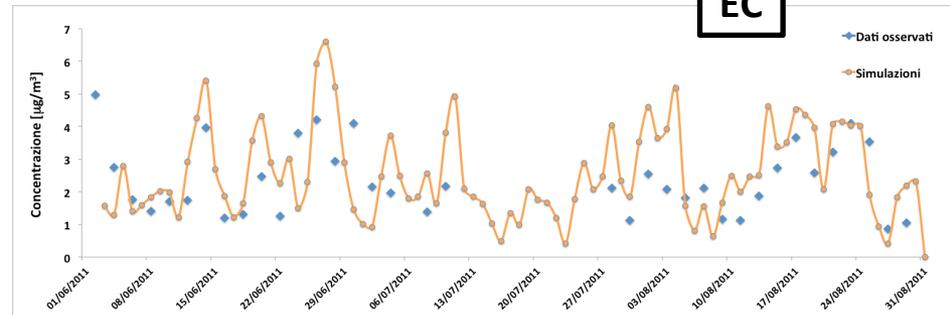


Validazione del modello – composizione $PM_{2.5}$ (maggio-settembre 2011)

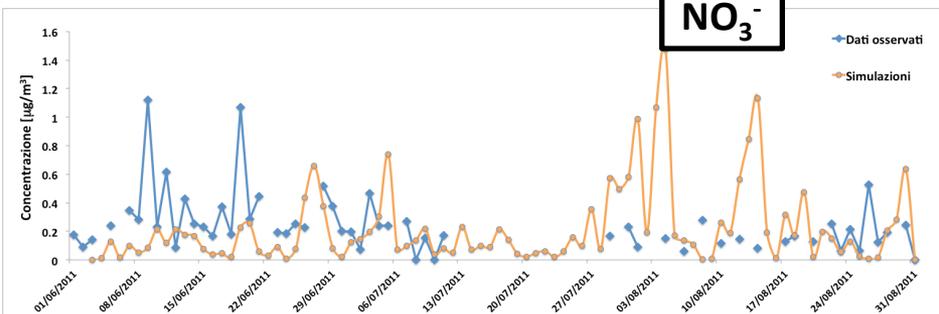
OC



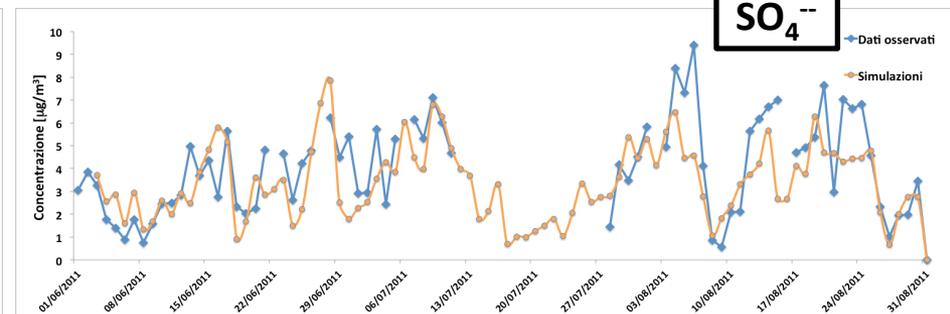
EC



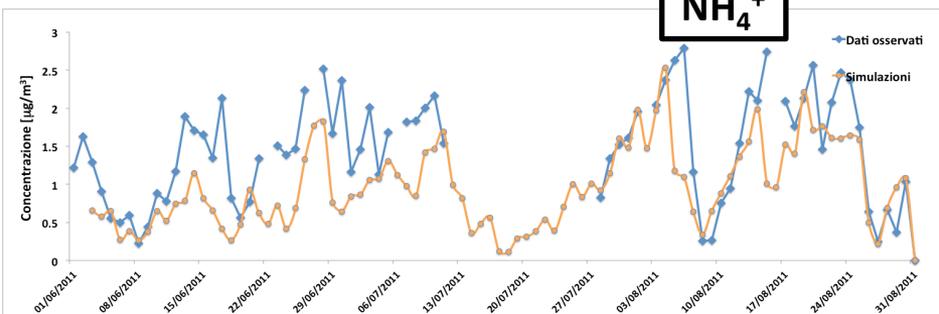
NO₃⁻



SO₄²⁻



NH₄⁺



- Stazione di monitoraggio: **Genova - Corso**
Firenze (sito urbano – area residenziale)
- Risultati analoghi ottenuti con altri siti in Genova : Bolzaneto (periferia) e Multedo (strada privata)

Validazione del modello - risultati

Preprocessore meteorologico

- Periodo di osservazione: anno 2011
- Stazioni meteo ARPAL: Centro Funzionale (urbana) Fontanafresca e Passo del Turchino (rurali)
 - Buon accordo con i dati di temperatura, pressione e velocità del vento a 10m

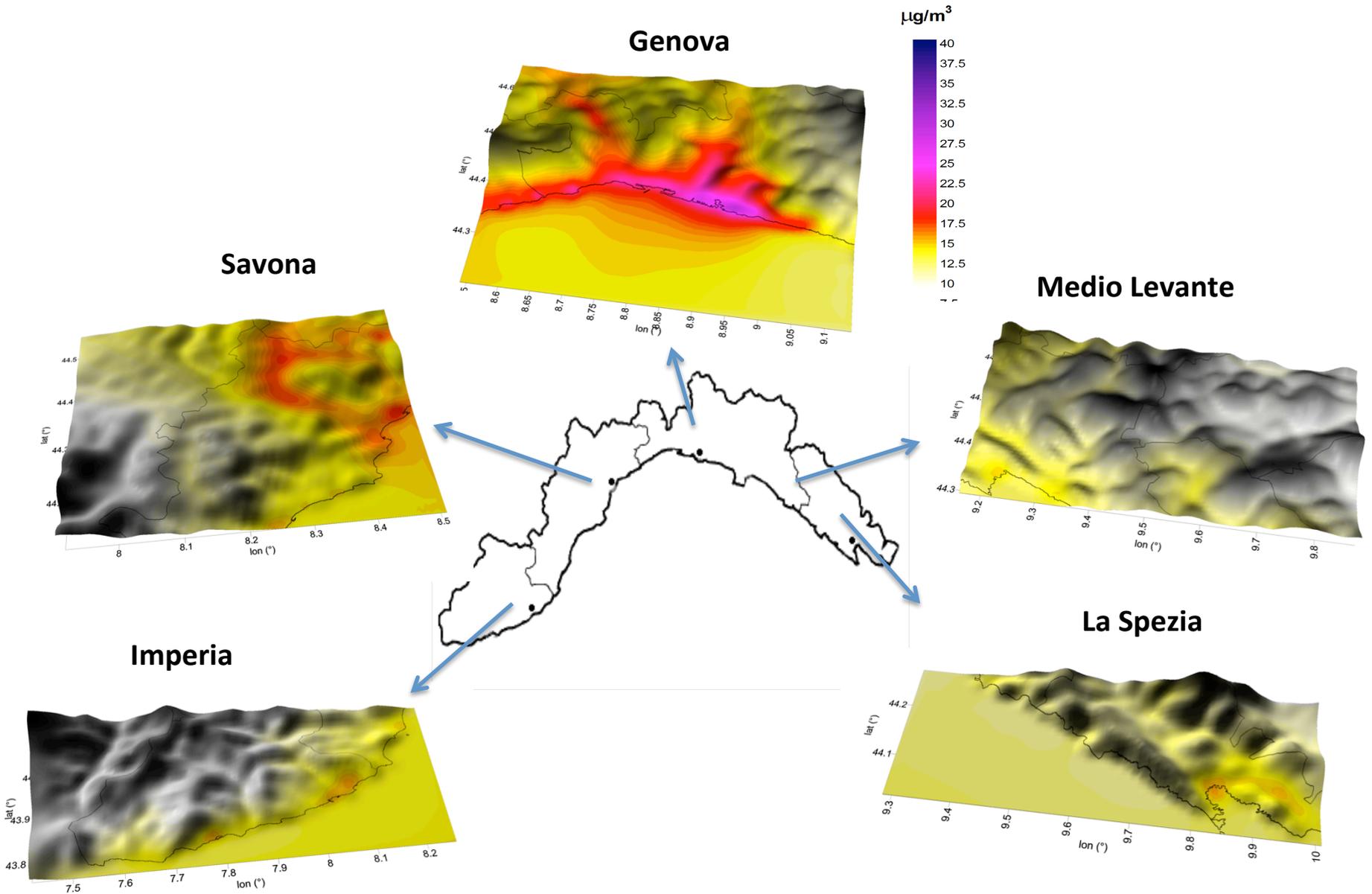
Dati di qualità dell'aria (particolato atmosferico)

- Periodo di osservazione: anno 2011 + campagna intensiva MED-APICE maggio-settembre 2011
- Centraline di monitoraggio: Regione Liguria-ARPAL, Provincia di Genova
 - Buon accordo con i dati di $PM_{2.5}$ gravimetrico
 - Buon accordo con i dati di solfati e ammonio
 - Accordo piuttosto buono per i dati di carbonio organico
 - Problemi riscontrati nel confronto con i nitrati e con il carbonio elementale



✓ I risultati forniti dalla catena modellistica sono globalmente soddisfacenti

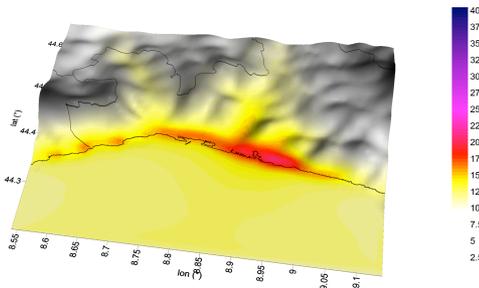
PM_{2.5} - Concentrazioni medie annue simulate (2011)



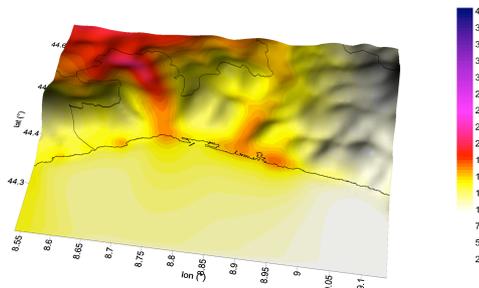
Applicazioni della catena modellistica

- Valutazione di qualità dell'aria (valori medi annui, andamenti stagionali, giornate tipo,...) – possibile utilizzo in modalità operativa e/o previsionale

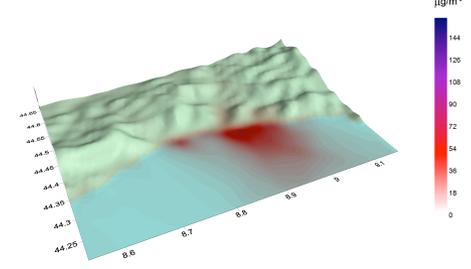
PM_{2.5} - Concentrazione media oraria - primavera $\mu\text{g}/\text{m}^3$



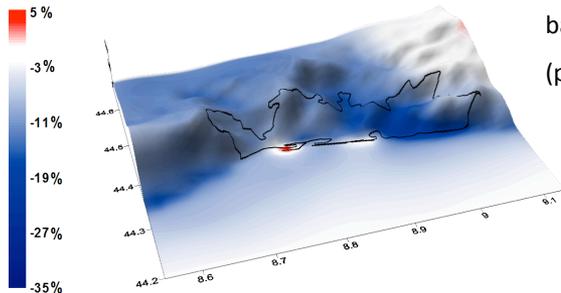
PM_{2.5} - Concentrazione media oraria - autunno $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Concentrazioni di NO_x - Giornata di vento da N (media oraria) $\mu\text{g}/\text{m}^3$

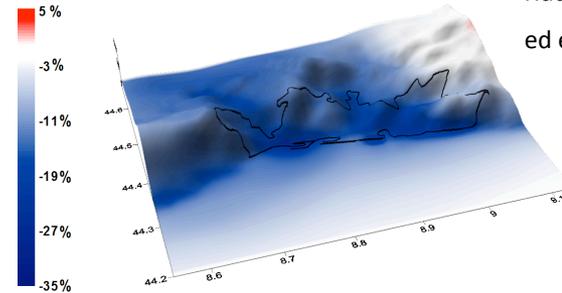


- Studio di scenari futuri e analisi di interventi di mitigazione (es. progetto MED-APICE)



Proiezione anno 2020

Valori emissivi calcolati sulla base delle proiezioni ENEA (progetto GAINS-Italy)



Proiezione anno 2020 + mitigazione

riduzione %S nei combustibili ed elettrificazione banchine

- Analisi dei contributi delle sorgenti emissive (*source apportionment*)



Integrazione dei risultati del modello chimico di trasporto con le analisi tramite modelli statistici (modelli a recettore) dei dati osservati durante la campagna di monitoraggio del progetto MED-APICE (Bove et al, *Atm. Env* (2014))

Approcci di source apportionment : CTMs vs modelli a recettore

Dalle emissioni alle concentrazioni...

Indicatori di attività + fattori emissivi



Inventario emissioni in
atmosfera e categorie



Modelli numerici di
simulazione meteo-diffusivi

- + Possibile utilizzo per indagini specifiche e in modalità previsionale
- + Descrizione dei precursori gassosi
- Difficoltà nella definizione dell'inventario emissioni
- Impossibilità di descrivere eventi occasionali

PM source
apportionment

- + Tutte le possibili sorgenti di PM sono identificate
- Necessario un notevole sforzo per la campagna di monitoraggio e la speciazione del PM
- Le sorgenti individuate descrivono lo scenario del sito di campionamento

Analisi statistiche della
composizione chimica del PM

Analisi chimiche dei campioni
raccolti

Campionamento del particolato
atmosferaico

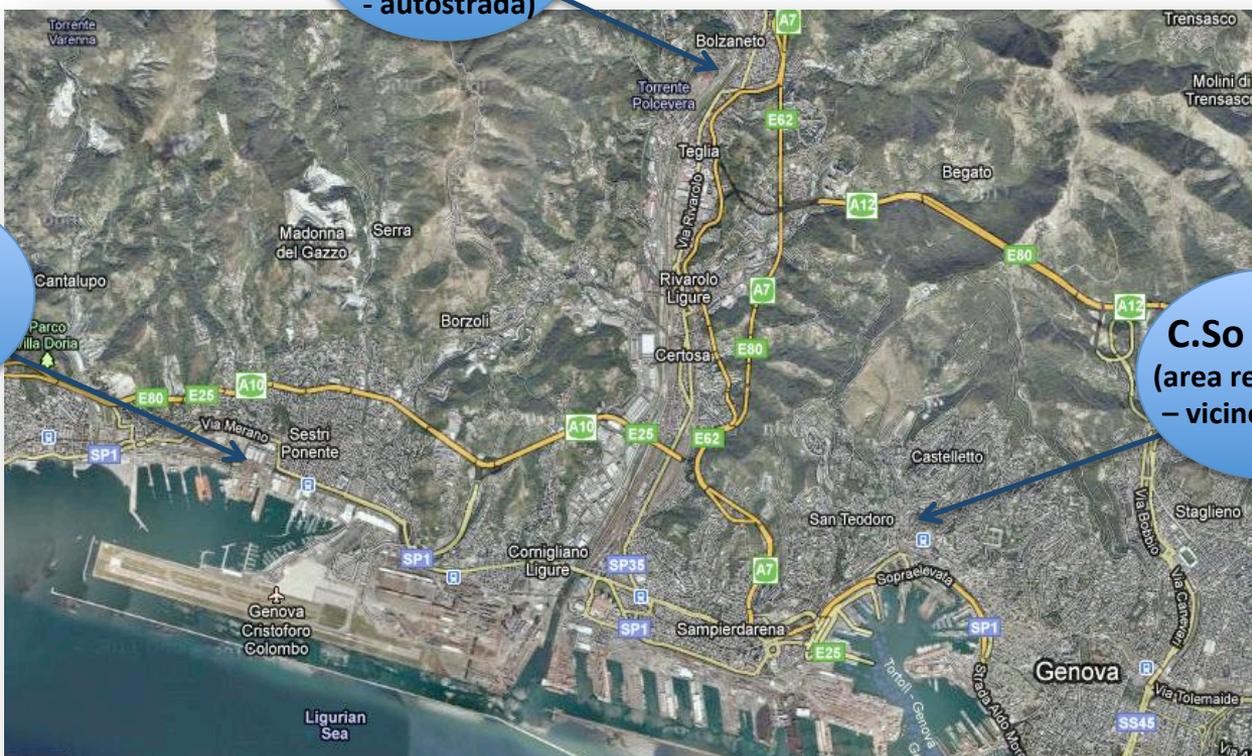
Dalle concentrazioni alle emissioni...

Campagna intensiva di monitoraggio

- Campagna intensiva di monitoraggio per il progetto MED-APICE (<http://www.apice-project.eu>)
- Tre siti selezionati per valutare l'area urbana di Genova
- Campionamento giornaliero di PM_{2.5} nel periodo Maggio – Settembre 2011
- Composizione delle polveri : ED-XRF, Cromatografia Ionica, analisi EC/OC (caratterizzazione completa)



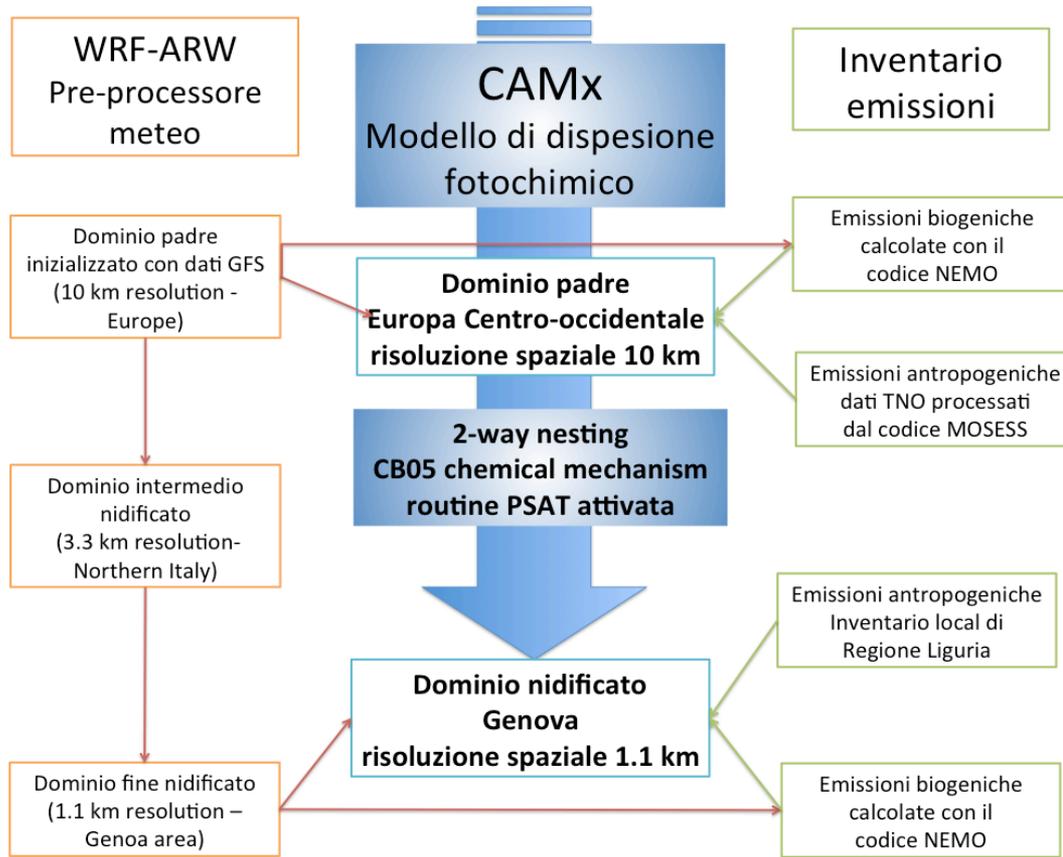
Multedo
(strada privata –
vicino al porto)



Bolzaneto
(periferia –
attività industriali
- autostrada)

C.So Firenze
(area residenziale
– vicino al porto)

Set up catena modellistica - CAMx-PSAT



Analisi dati inventario locale



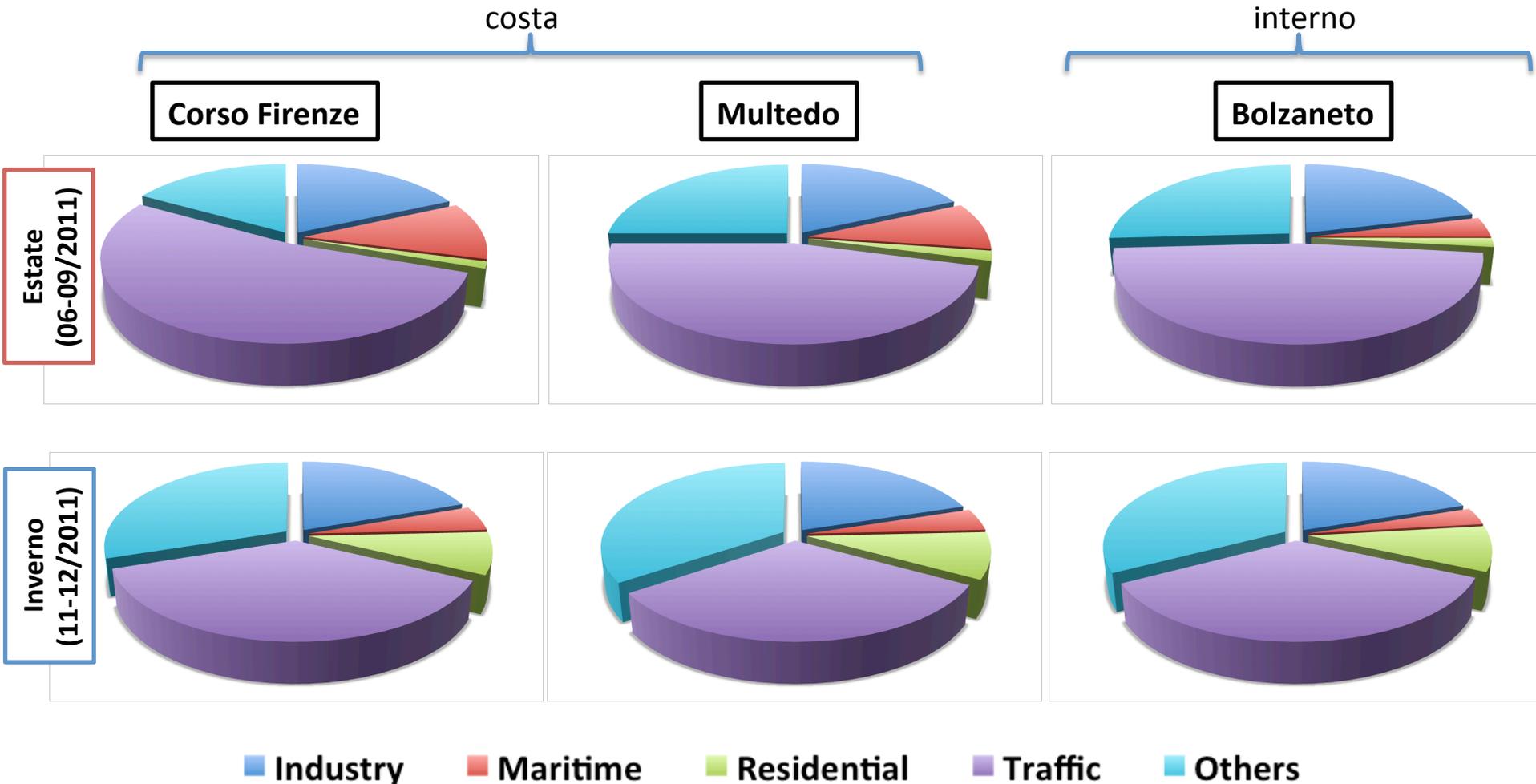
Definite cinque categorie di sorgenti emissive :

- Residenziale
- Marittimo (inventario emissioni portuali aggiornato al 2010 sviluppato
- Traffico
- Industriale
- Altre sorgenti



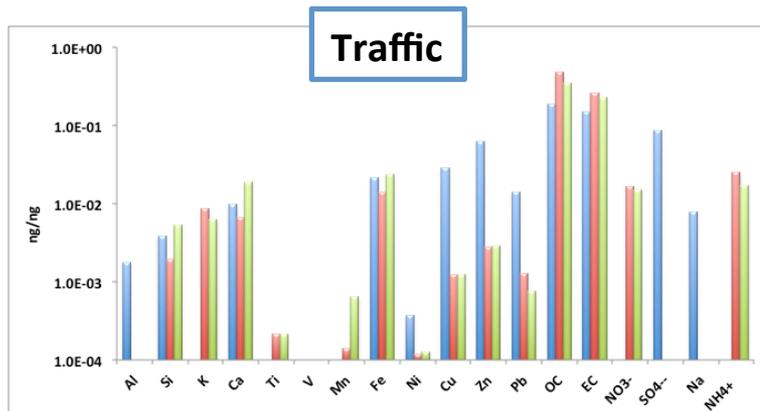
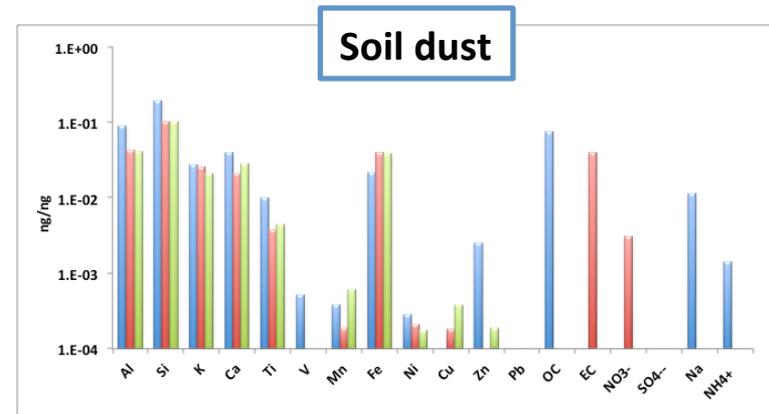
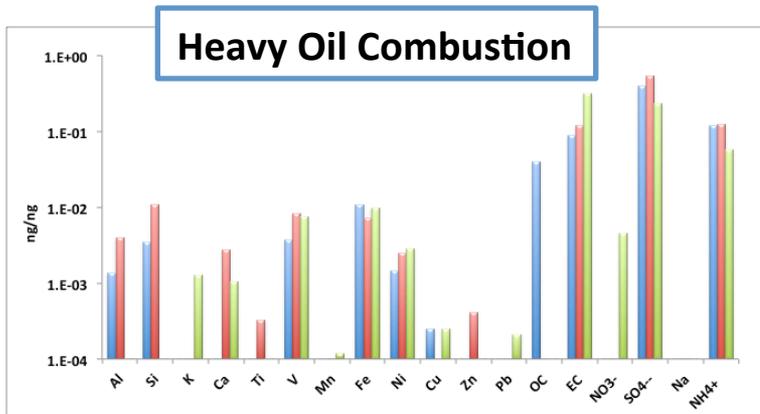
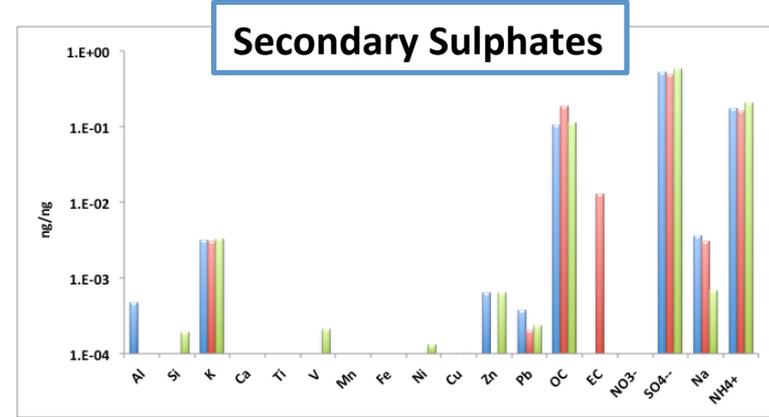
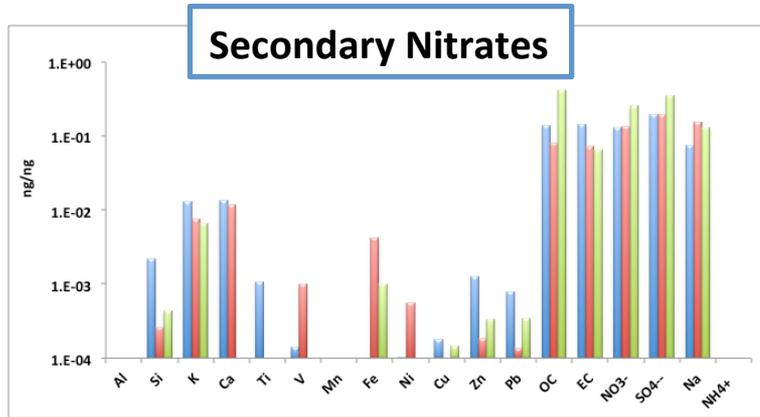
Attivazione della routine di calcolo PSAT
(Particulate Source Apportionment)

Source apportionment con CTMs – risultati CAMx-PSAT



- ✓ Traffico identificato come sorgente predominante in entrambe le stagioni
- ✓ Osservato l'andamento stagionale delle emissioni residenziali e marittime
- ✓ Osservato un impatto più alto delle attività portuali nei siti costieri

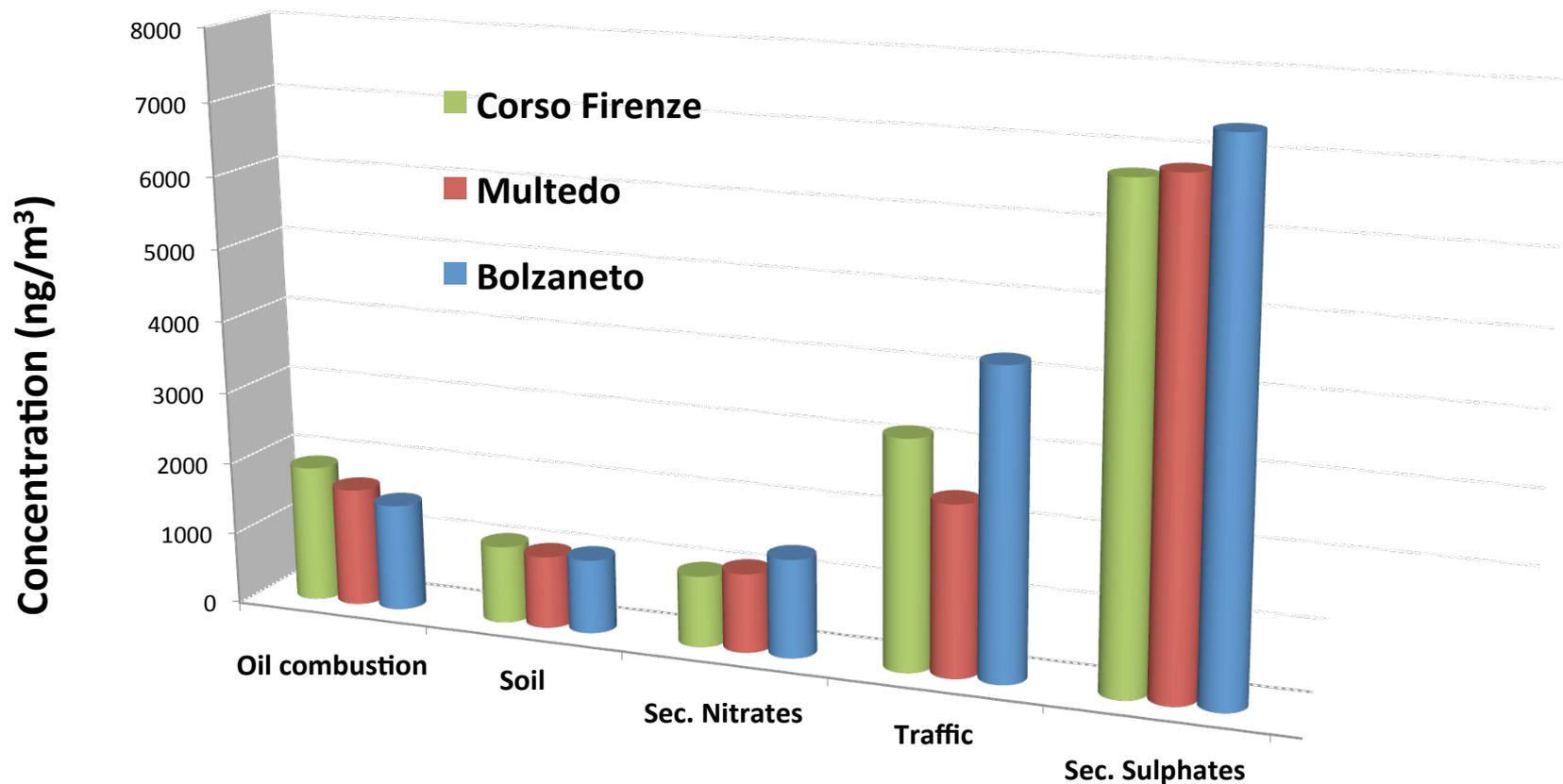
Source apportionment con PMF2 - Profili delle sorgenti



■ Bolzaneto
 ■ Multedo
 ■ Corso Firenze

- Identificate cinque sorgenti comuni ai tre siti (e qualche sorgente locale minore)
- Accordo con i rapporti stochiometrici attesi e/o rilevati in passato (e.g. $\text{NH}_4:\text{SO}_4$, $\text{NH}_4:\text{NO}_3$, V:Ni)

Source apportionment con PMF2 - Risultati



Bove et al, *Atm.Env.* (2014)

- ✓ Composti organici secondari individuati come componenti maggioritarie del PM_{2.5}
- ✓ La maggiore sorgente primaria nei tre siti è risultata il traffico veicolare
- ✓ La sorgente combustione da oli pesanti maggiore nei siti in prossimità dell'area portuale

PMF2 vs CAMx-PSAT – “mappatura” delle sorgenti

	Receptor models	CTMs
▪ Modalità differenti di trattare le sorgenti emissive	Una sorgente (“fattore”) è un insieme di componenti del PM con andamenti temporali correlati	Definite con un approccio bottom-up sulla base di dati di attività statistici e fattori emissivi
▪ Diverso approccio alla componente secondaria	Le componenti secondarie sono esse stesse considerate come sorgenti emissive	Nel contributo di ogni categoria di sorgenti sono inclusi i contributi primari e secondari

Categorie di sorgenti : PMF ↔ CTMs

- Analisi dei fattori PMF e confronto con i dati grezzi di composizione del particolato
- Identificazione di possibili contaminazioni e attribuzione a relative sorgenti primarie
- Ridistribuzione della massa delle sorgenti secondarie fra le sorgenti primarie

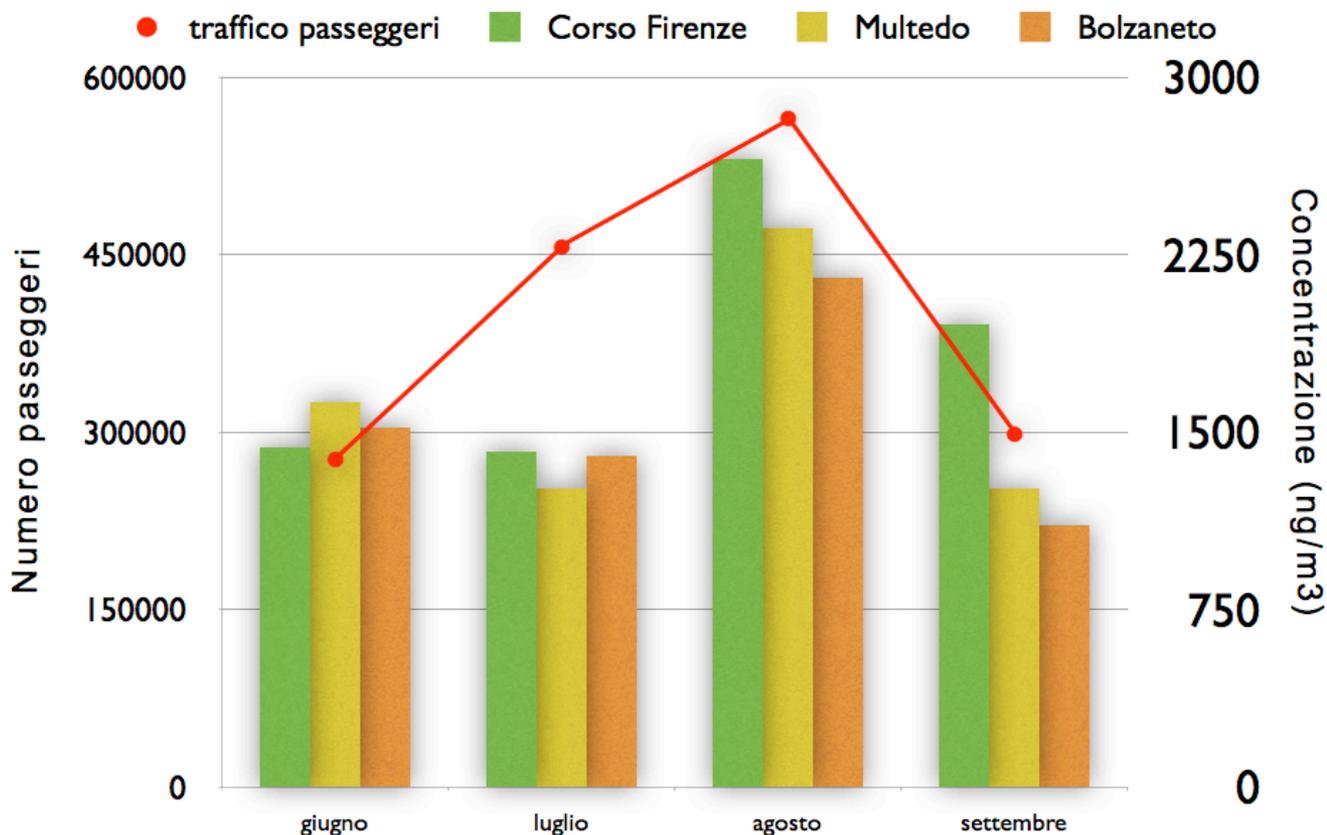


Apporzionamento delle sorgenti sulle categorie emissive definite in input a CAMx-PSAT

N.B.

Approccio “very crude” (ampie incertezze da considerare...)

Andamento traffico navale vs sorgente combustione oli



Bove et al, *Atm.Env.* (2014)

Osservato lo stesso andamento per traffico navale (numero di passeggeri) e per la sorgente oli combustibili apporzionata dalla PMF



Identificazione sorgenti: oli combustibili (PMF) ↔ attività portuali (CAMx-PSAT)

PMF vs CAMx-PSAT - results

	Cso Firenze %	Multedo %	Bolzaneto %
Road transport	35 ± 10 53	38 ± 12 46	38 ± 13 47
Maritime activities	15 ± 2 11	16 ± 3 9	14 ± 3 4
Residential	NR 1	NR 2	NR 2
Energy production - Industry	36 ± 10 18	27 ± 15 18	33 ± 12 21
Others	15 ± 4 17	18 ± 5 25	14 ± 4 26

PMF

CAMx-PSAT

Bove MC, Brotto P, Cassola F, Cuccia E, Massabò D, Mazzino A, Piazzalunga A, Prati P, *Atm.Env.* (2014), doi: 10.1016/j.atmosenv.2014.05.039

- Ampia incertezza assegnata ai valori ottenuti con i modelli a recettore
- Incertezze del CAMx-PSAT ???
- ✓ Osservato un complessivo accordo fra i risultati ottenuti con i due approcci

Conclusioni

- ✓ È stata implementata una catena modellistica per la simulazione della qualità dell'aria sul territorio ligure ed è stata utilizzata per la valutazione dell'anno 2011 (medie annue e stagionali, valori medi giornalieri)
- ✓ È stato svolto un esercizio di source apportionment nella città di Genova per il confronto di due approcci complementari: CTMs e modelli a recettore
- ✓ Abbiamo cercato di superare le difficoltà del confronto fra i due approcci:
 - differente identificazione di categorie di sorgenti emmissive;
 - differente trattamento del contributo secondario
- ✓ Abbiamo riscontrato un buon accordo fra i risultati ottenuti dai modelli a recettore (PMF2) e i risultati ottenuti dai modelli foto-chimici (CAMx-PSAT)
- ✓ La metodologia adottata può essere considerata la base per lo sviluppo di un approccio integrato con notevoli potenzialità di applicazione

Acknowledgements : Dott.ssa M.T. Zannetti per i dati delle centraline di monitoraggio della Provincia di Genova e Dr. Anastasia Poupkou per la preparazione dell'input emissivo. Cooperazione territoriale 2007/2013 MED-APICE project

GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE!!!