



CONSORZIO
LaMMA



Consiglio Nazionale delle Ricerche

Valutazione del sistema modellistico SPARTA attraverso il confronto con misure di speciazione chimica del particolato PM10

F. Calastrini¹, C. Busillo ², F. Guarnieri ², S. Nava ³, F. Lucrelli ⁴, S. Becagli ⁵

¹*Istituto di Biometeorologia, CNR, Firenze,*

²*Consorzio LaMMA, Sesto Fiorentino,*

³*INFN, Sesto Fiorentino,*

⁴*Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Firenze, Sesto Fiorentino,*

⁵*Dipartimento di Chimica, Università di Firenze, Sesto Fiorentino*



2018

VIII Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico



Matera 23 - 25 maggio 2018

Introduzione

La caratterizzazione chimico-fisica del particolato atmosferico può permettere la comprensione dei processi di formazione dell'aerosol, quindi può aiutare a definire strategie di riduzione del particolato.

Per questo la Regione Toscana ha promosso, con il progetto PATOS, numerose campagne di misura e analisi del PM, in collaborazione con Università di Firenze (Dip. Fisica, Dip. Chimica), ARPAT, Consorzio LaMMA, etc.

Per scopi istituzionali la Regione Toscana ha incaricato il Consorzio LaMMA di sviluppare un sistema modellistico (SPARTA - Sistema integrato di Previsione e Analisi della Qualità dell'Aria per la Regione Toscana).

L'approccio modellistico necessita di validazione con dati osservati: dati delle stazioni di monitoraggio (ARPAT) e con dati di campagne specifiche (es. PATOS).

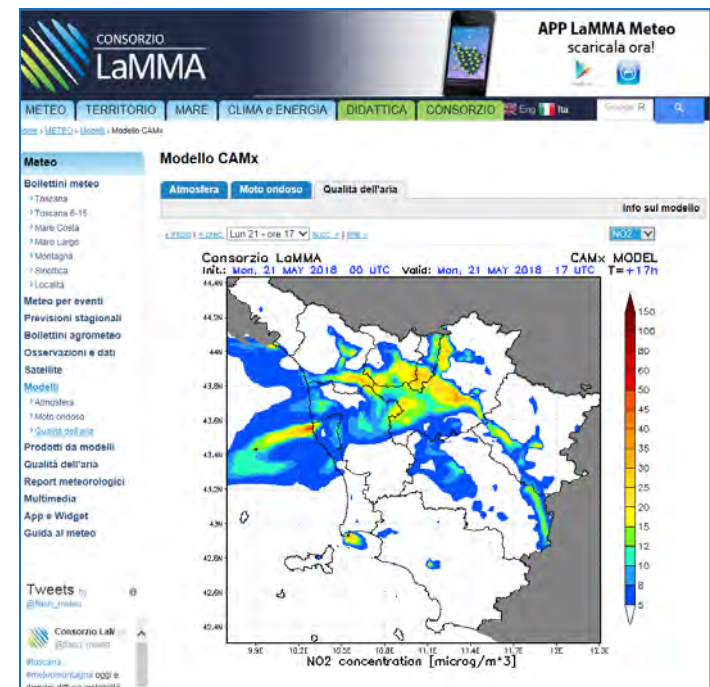
Scopo del presente lavoro è di verificare la capacità del sistema SPARTA di simulare i principali componenti del PM attraverso il confronto con le misure specifiche (PATOS - campagna 2014).

Sistema di modelli SPARTA

Il sistema modellistico SPARTA - Sistema integrato di Previsione e Analisi della Qualità dell'Aria per la Regione Toscana - permette di stimare la concentrazioni di PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 , O_3 , polvere sahariana.

Applicazioni:

- Stime modellistiche di lungo periodo, come supporto alla Regione Toscana per la Valutazione Annuale della Qualità dell'Aria.
- Analisi di scenario, per la pianificazione di interventi di mitigazione e per valutare l'efficacia delle politiche di risanamento.
- Servizio di previsioni di qualità dell'aria (sperimentale).

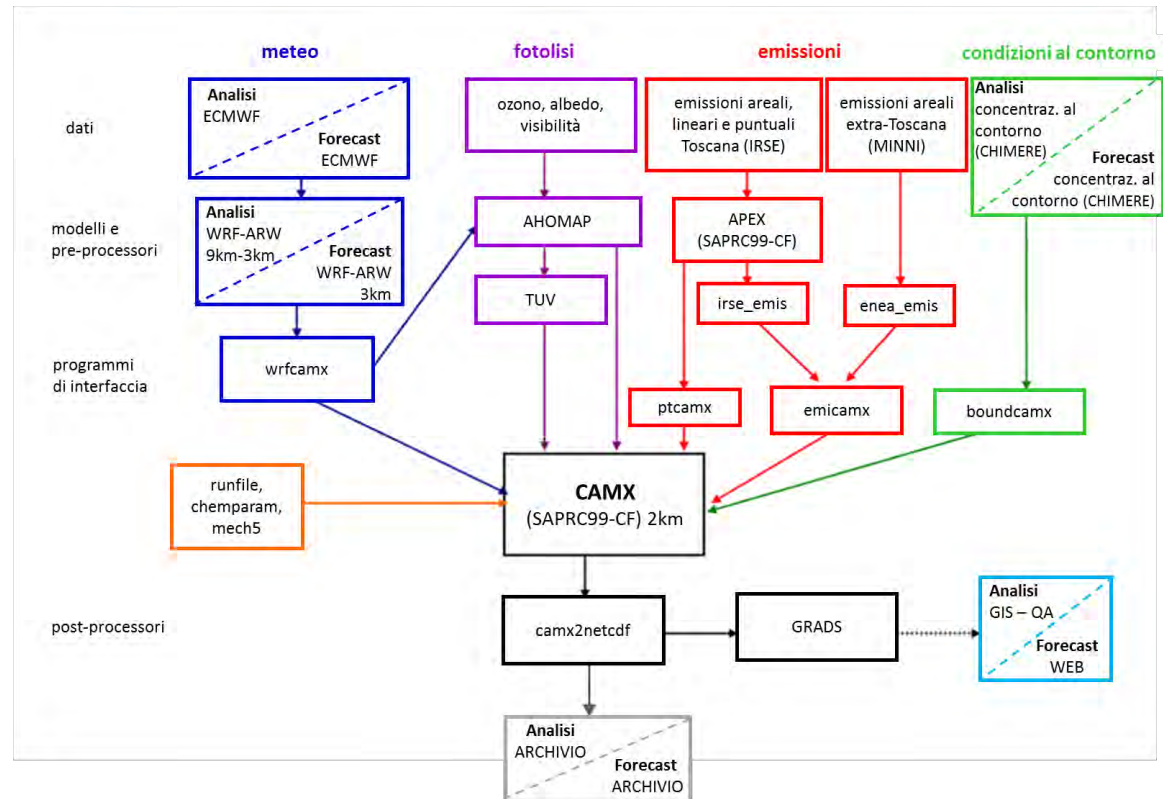


Sistema di modelli SPARTA

- Modello meteo WRF-ARW (ECMWF analisi/forecast)
- Modello CAMx
- Inventario regionale IRSE
- Condizioni al contorno dal modello CHIMERE (analisi/forecast) o modello MINNI – ENEA (analisi).
- Piattaforma GIS-QA (analisi)
- WEB (forecast)

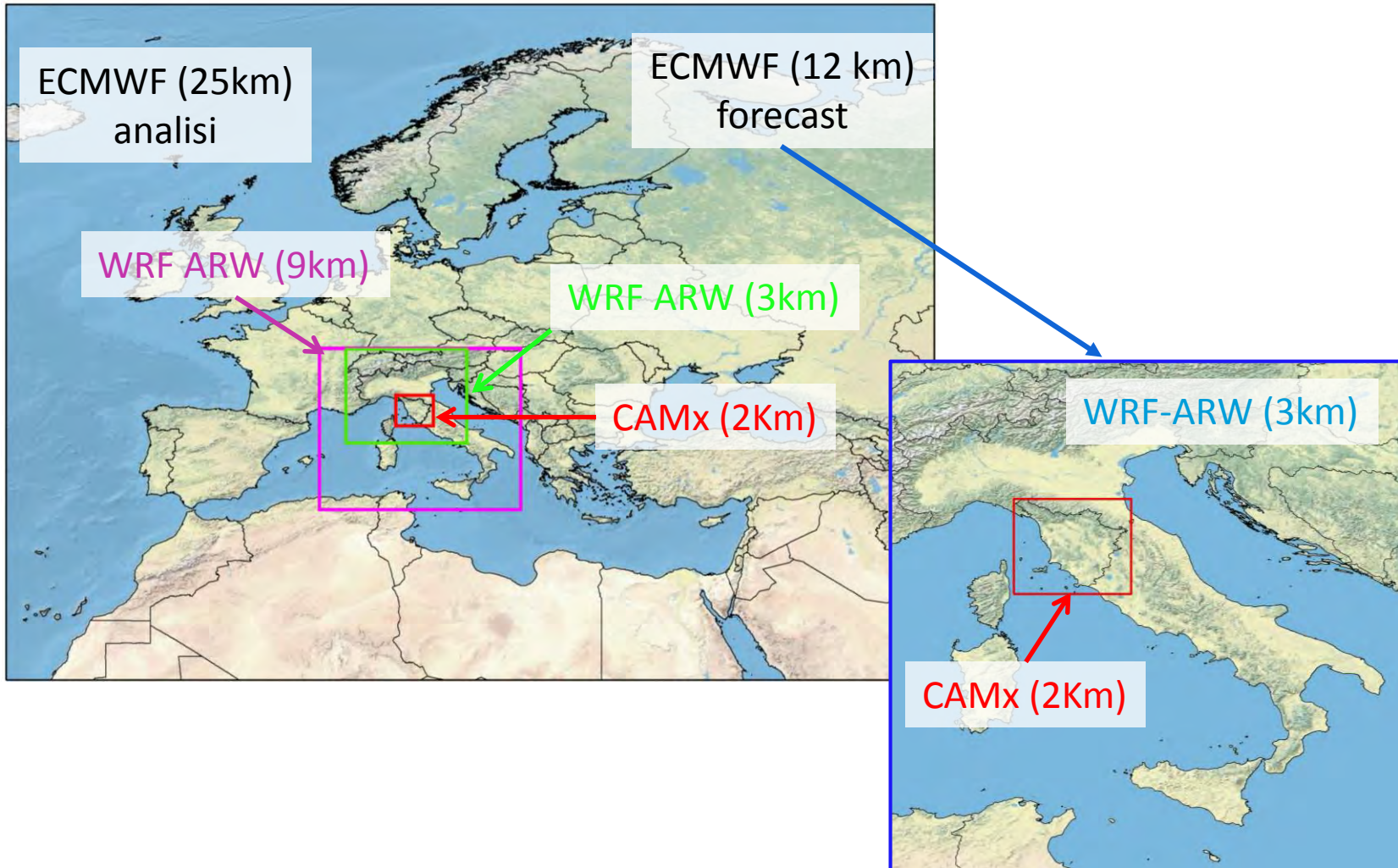
SPARTA

Sistema Integrato di **P**revisione e **A**nalisi della Qualità dell'**A**ria per la **R**egione **T**oscana**A**



Sistema di modelli - dominio

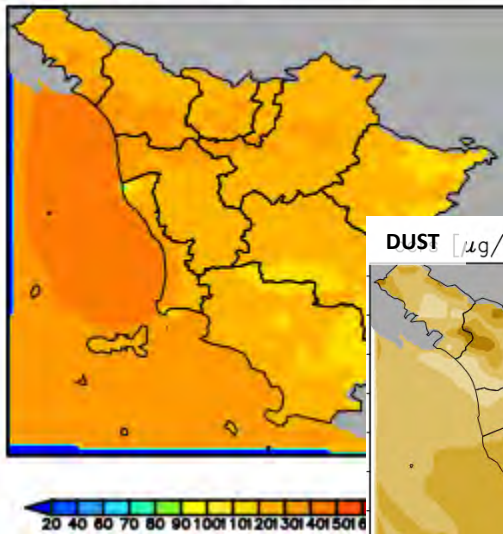
Dominio meteo operativo per previsioni e analisi - dominio camx



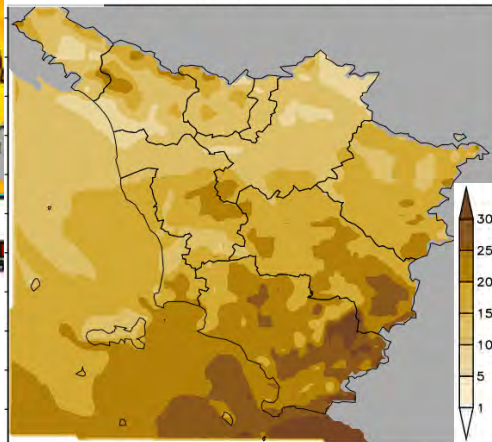
Sistema di modelli - mappe

Concentrazioni medie orarie (previsioni), giornaliere, su base mensile, stagionale o annuale (analisi) dei principali inquinanti atmosferici.

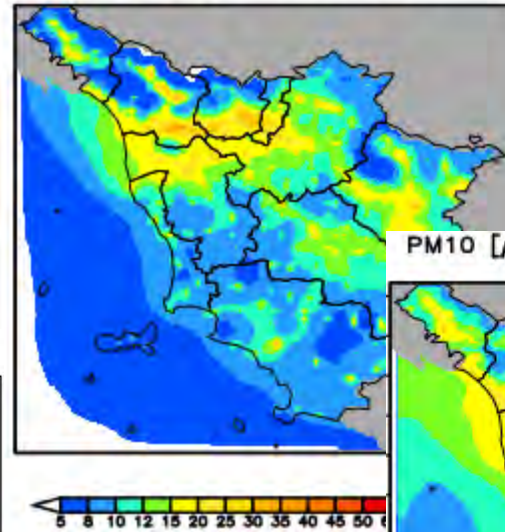
O3peak [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA 06 2017



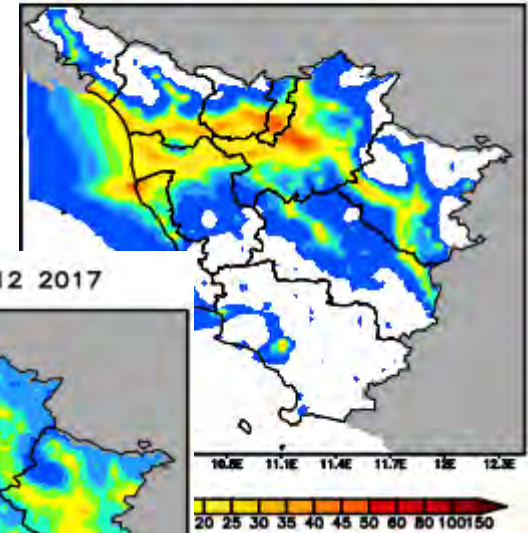
DUST [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA - 0308-03082017



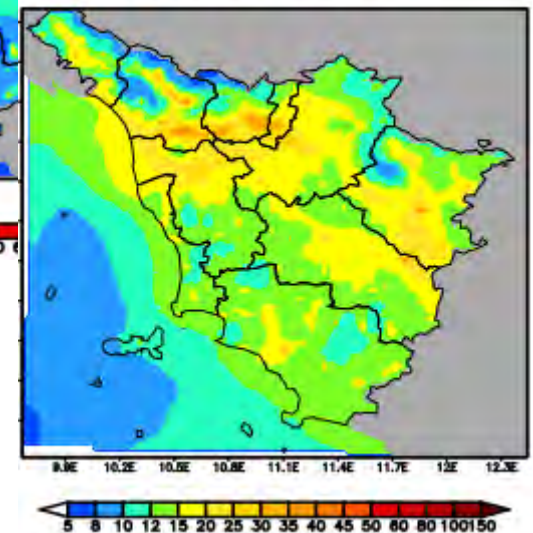
PM25 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA 12 2017



NO2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] GEN_MAR-OTT_DIC 2017



PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA 12 2017

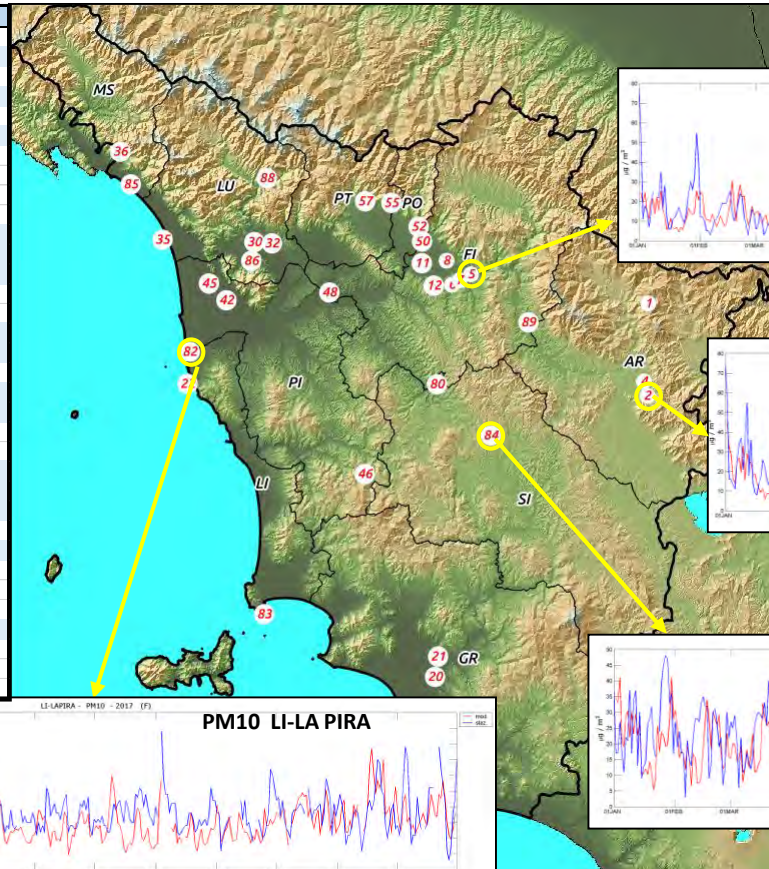


Validazione – rete regionale

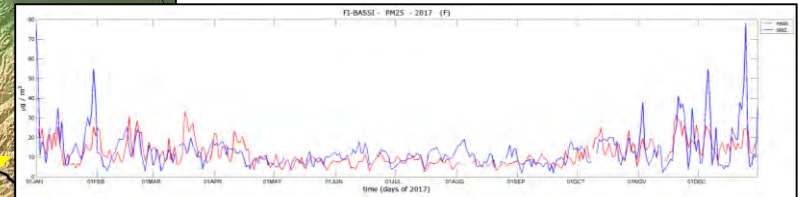
Le stime modellistiche (analisi) sono validate con dati misurati della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria (ARPAT). Le simulazioni su base annuale vengono svolte dal 2014.

PM2.5 FI-BASSI

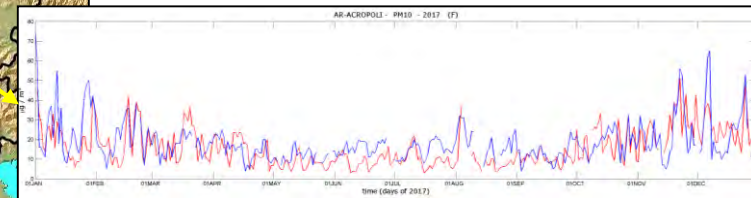
ID	TIPO	NOME STAZIONE
1	F	AR-CASA-STABBI
2	F	AR-ACROPOLI
4	T	AR-REPUBBLICA
5	F	FI-BASSI
6	F	FI-BOBOLI
7	T	FI-GRAMSCI
8	T	FI-MOSSE
11	F	FI-SIGNA
12	F	FI-SCANDICCI
20	T	GR_SONNINO
21	F	GR-URSS
22	F	LI-CAPPIELLO
23	T	LI-CARDUCCI
26	I	LI-COTONE
30	T	LU-MICHELETTO
32	F	LU-CAPANORI
35	F	LU-VIAREGGIO
36	F	MS-COLOMBAROTTO
42	T	PI-BORGHETTO
45	F	PI-PASSI
46	F	PI-MONTECERBOLI
48	F	PI-SANTA-CROCE-COOP
50	T	PO-FERRUCCI
52	F	PO-ROMA
55	F	PT-MONTALE
57	F	PT-SIGNORELLI
80	F	SI-POGGIBONSI
82	F	LI-LAPIRA
83	F	LI-PIOMBINO-PARCO-VIII-MARZO
84	T	SI-BRACCI
85	T	MS-MARINA-VECCHIA
86	F	LU-SAN-CONCORDIO
88	F	LU_FORNOLI
89	F	FI FIGLINE



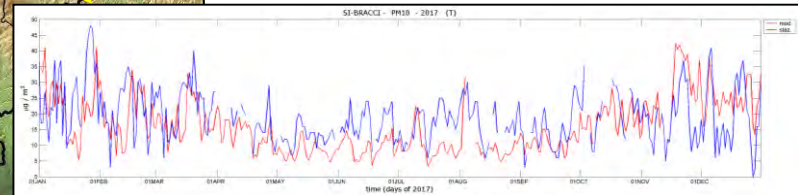
PM2.5 FI-BASSI



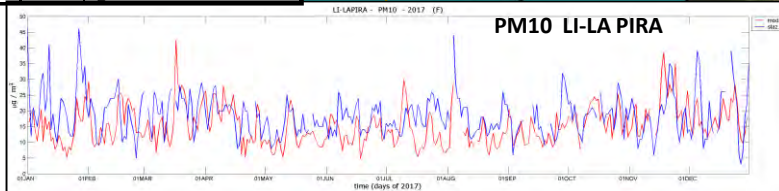
PM10 AR-ACROPOLI



PM10 SI-BRACCI

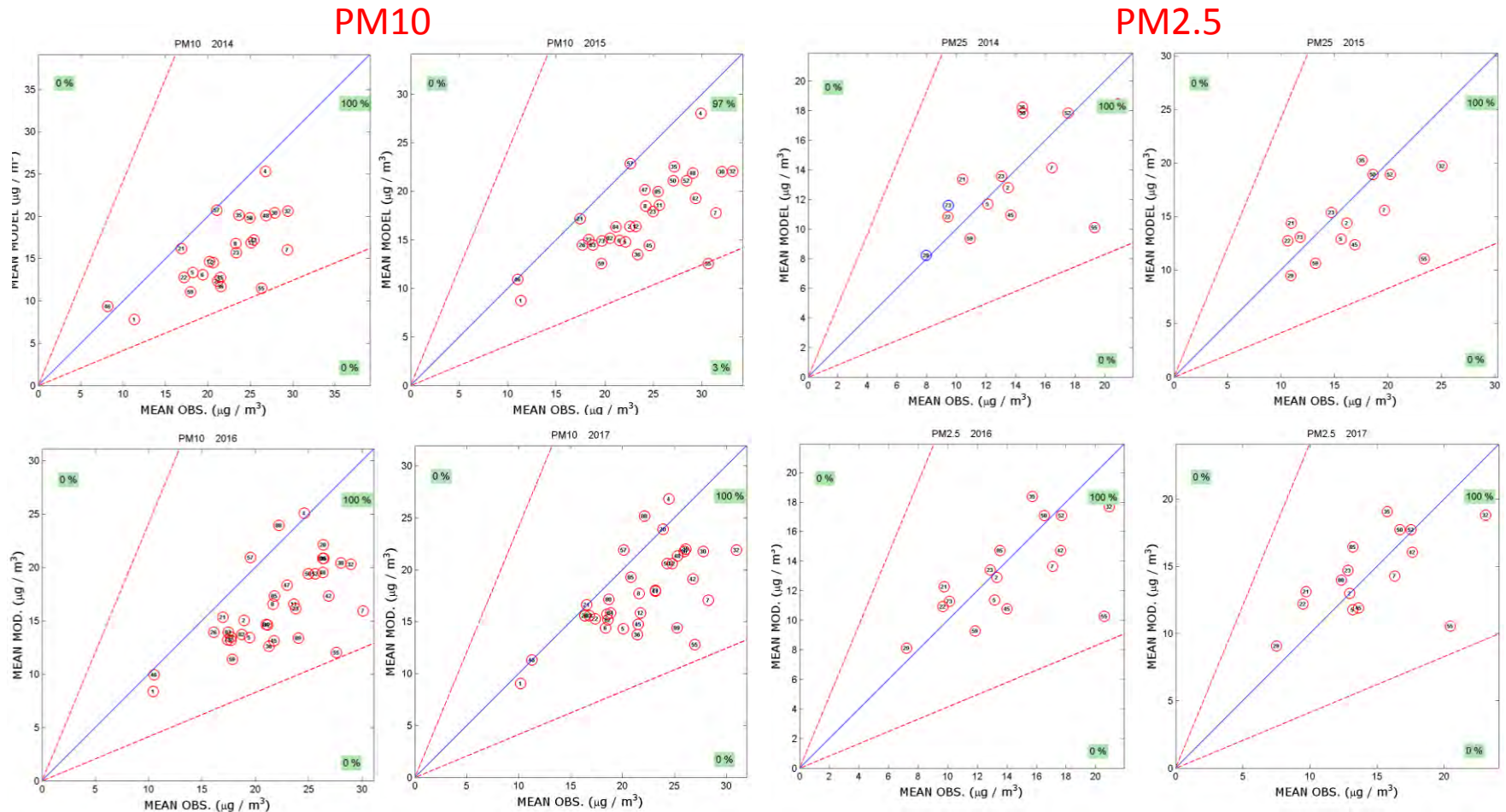


PM10 LI-LAPIRA



Validazione – rete regionale

Scatter-plot dei valori medi annui stime-misure per PM10 e PM2.5 relativi agli anni 2014, 2015, 2016, 2017.



Progetto PATOS

Con il progetto PATOS la Regione Toscana ha promosso, nel corso degli anni, numerose campagne di misura e analisi del particolato atmosferico, svolte dall'Università di Firenze (Dip. Fisica, Dip. Chimica).

Nel periodo gennaio-dicembre 2014 è stata svolta una campagna di campionamento e analisi del PM10 in due siti:

- nell'entroterra (Montale)
- sulla costa (Livorno-La Pira)

Il PM10 è stato raccolto per un anno su base giornaliera a giorni alterni tramite campionatore FAI Hydra Dual Sampler.



Progetto PATOS

L'applicazione di diverse tecniche analitiche (cromatografia ionica, analisi termo-ottica, PIXE) ha permesso di ottenere una dettagliata speciazione del PM10: composti organici, carbonio elementale, nitrati, solfati, ammonio, componente naturale.

ICP AES

s.b.HNO₃ – H₂O₂ Metals, La, Ce



PIXE: elements total content

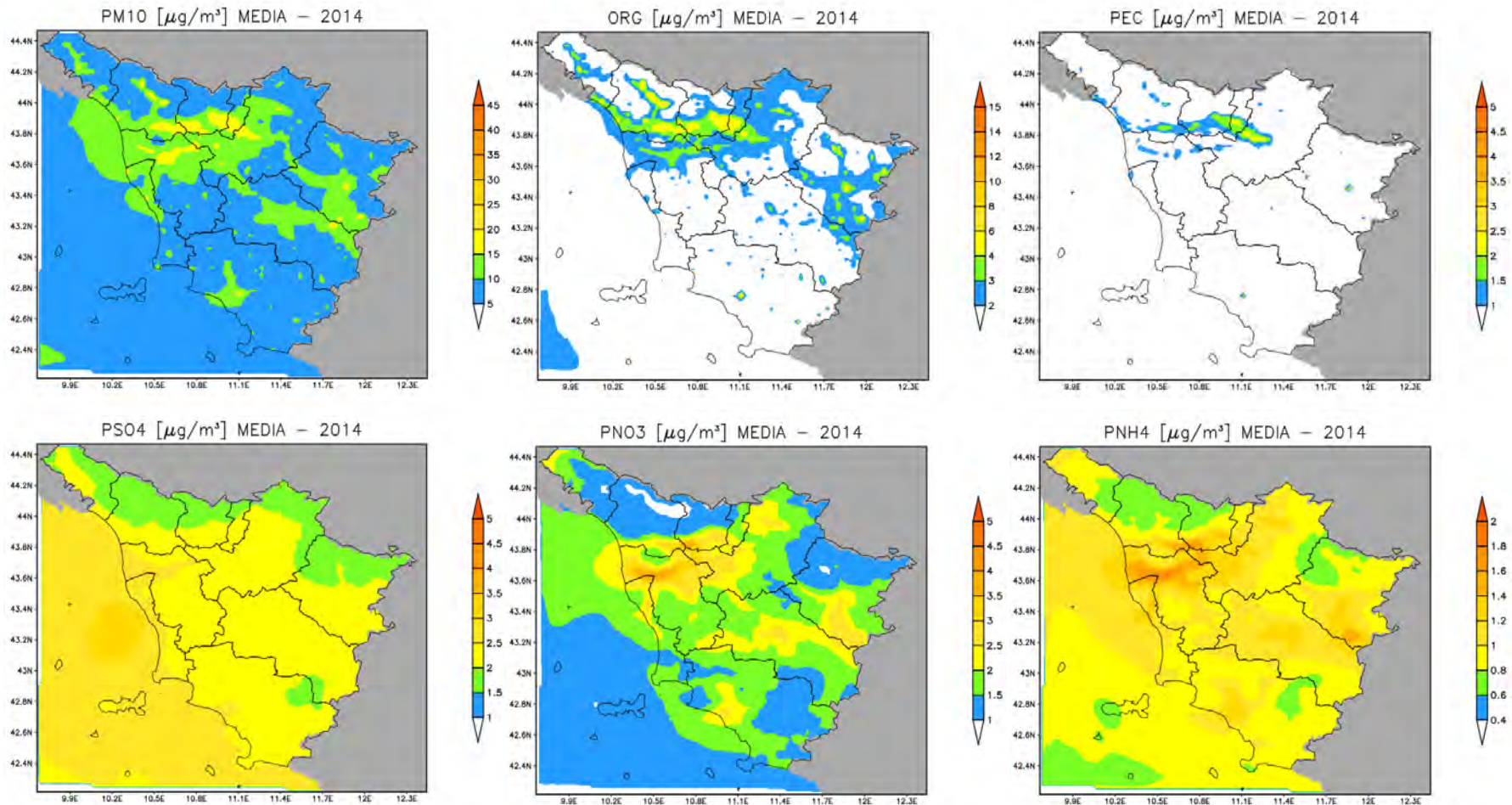


Ions Chromatography
Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺,
Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, MSA, Ac, For,
Gly, Ox

ICP AES Soluble fraction
HNO₃ pH1.5
Metals



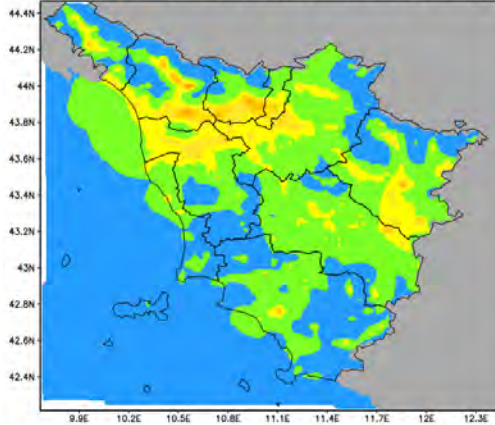
Mappe medie annuali



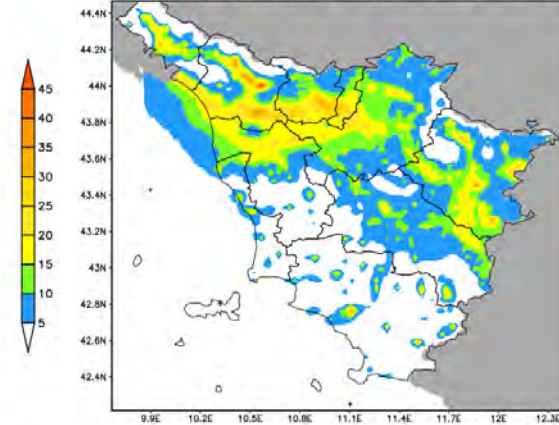
Mappe di concentrazione media annua – anno 2014 – di PM10, componente organica, carbonio elementale, solfati, nitrati, ammonio.

Mappe medie stagionali

PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA _GEN_MAR-OTT_DIC 2014



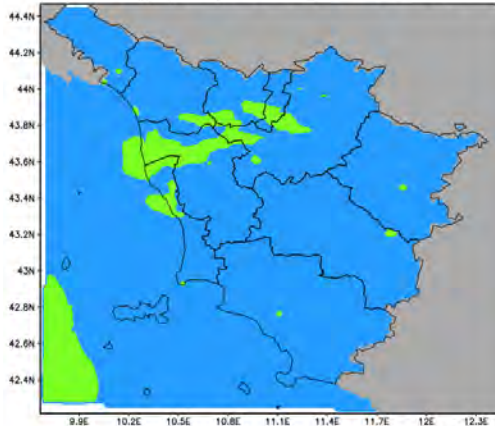
ORG [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA _GEN_MAR-OTT_DIC 2014



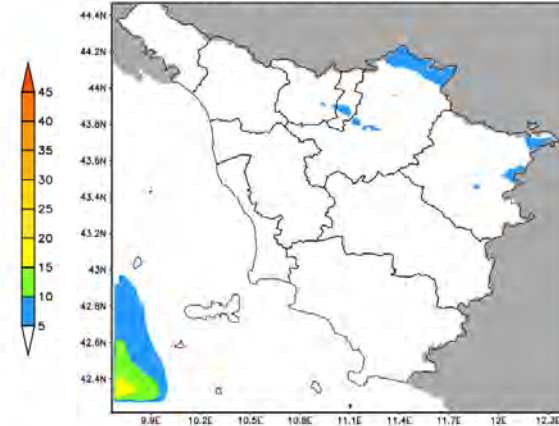
PEC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA _GEN_MAR-OTT_DIC 2014



PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA _APR-SET 2014



ORG [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA _APR-SET 2014



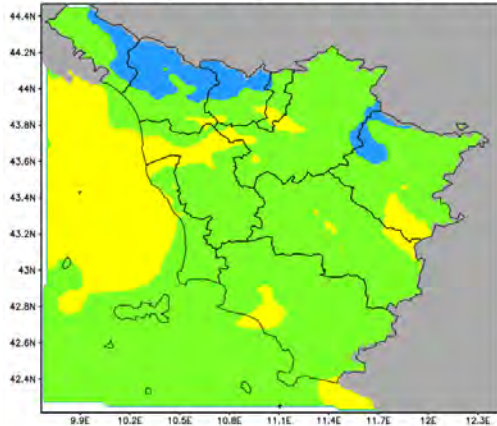
PEC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA _APR-SET 2014



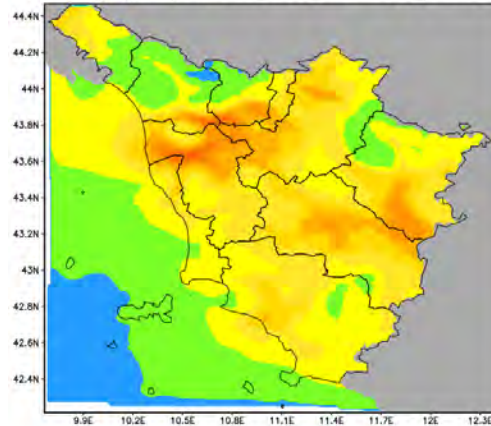
Mappe di concentrazione media stagionale – anno 2014 – di PM10, componente organica, carbonio elementale. Sopra semestre freddo, sotto semestre caldo.

Mappe medie stagionali

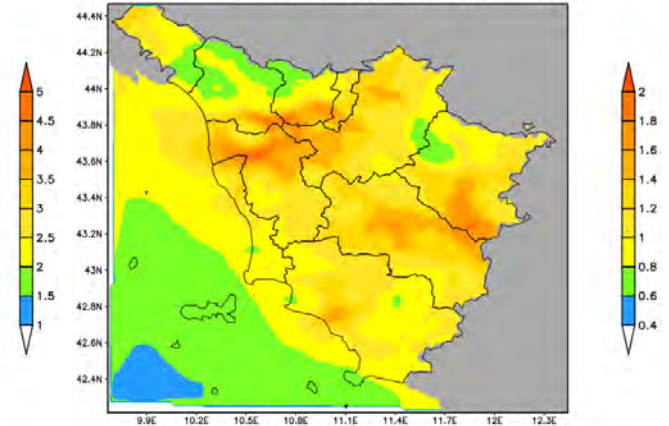
PSO4 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA _GEN_MAR-OTT_DIC 2014



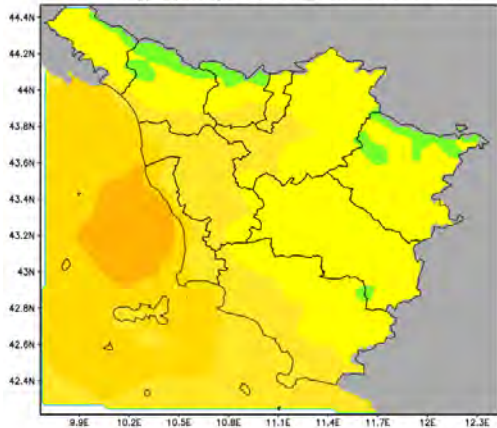
PNO3 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA _GEN_MAR-OTT_DIC 2014



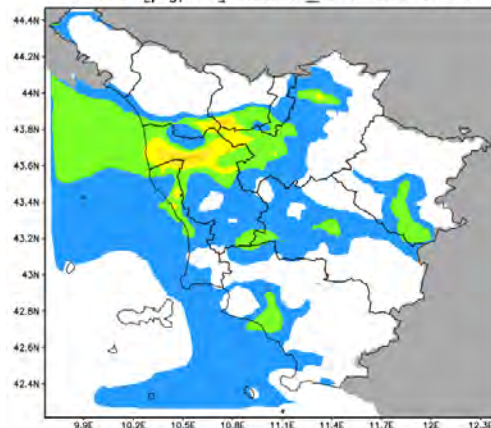
PNH4 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA _GEN_MAR-OTT_DIC 2014



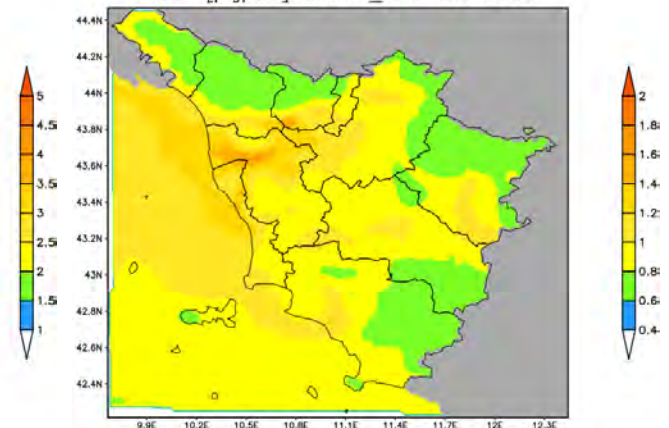
PSO4 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA _APR-SET 2014



PNO3 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA _APR-SET 2014



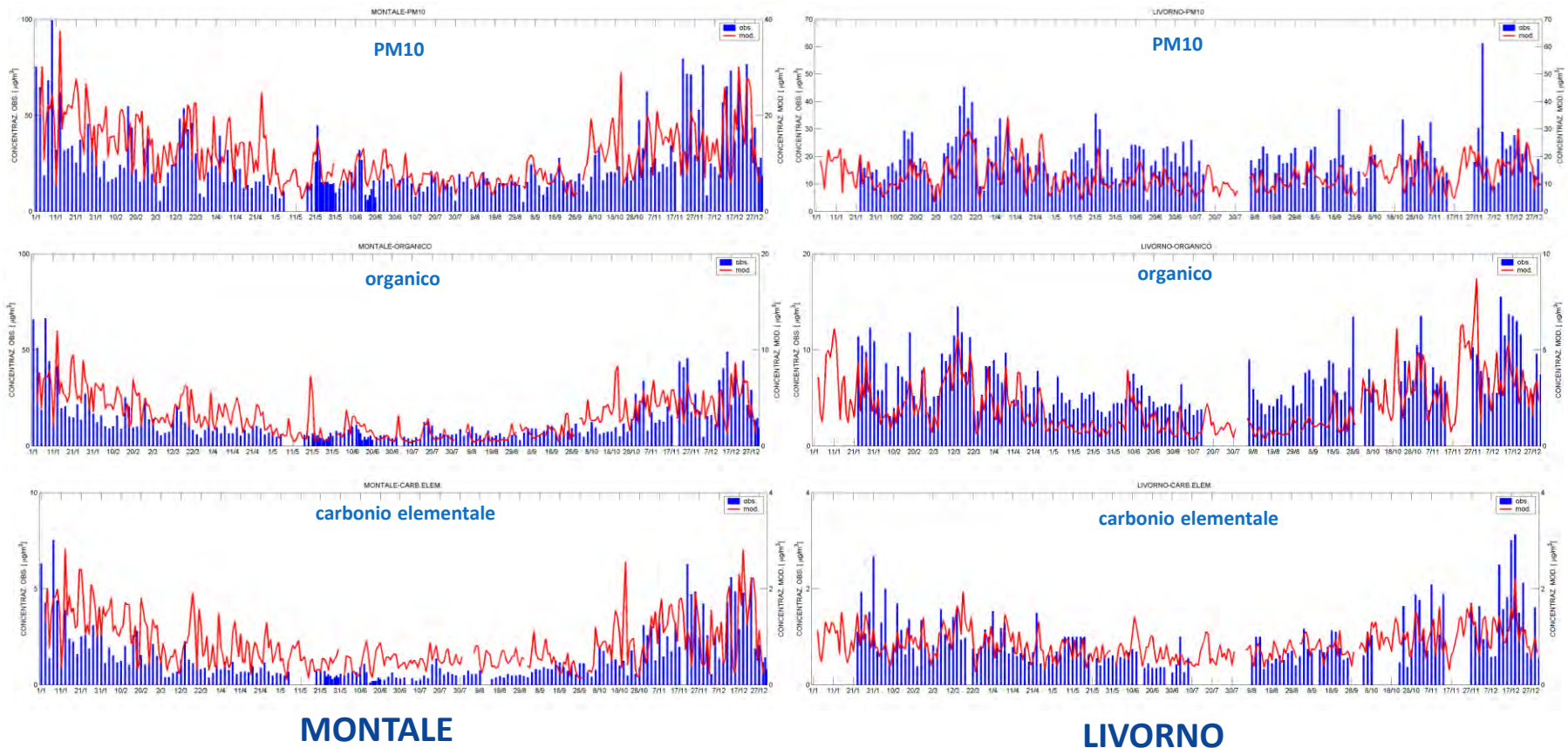
PNH4 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] MEDIA _APR-SET 2014



Mappe di concentrazione media stagionale – anno 2014 – di solfati, nitrati, ammonio. Sopra semestre freddo, sotto semestre caldo.

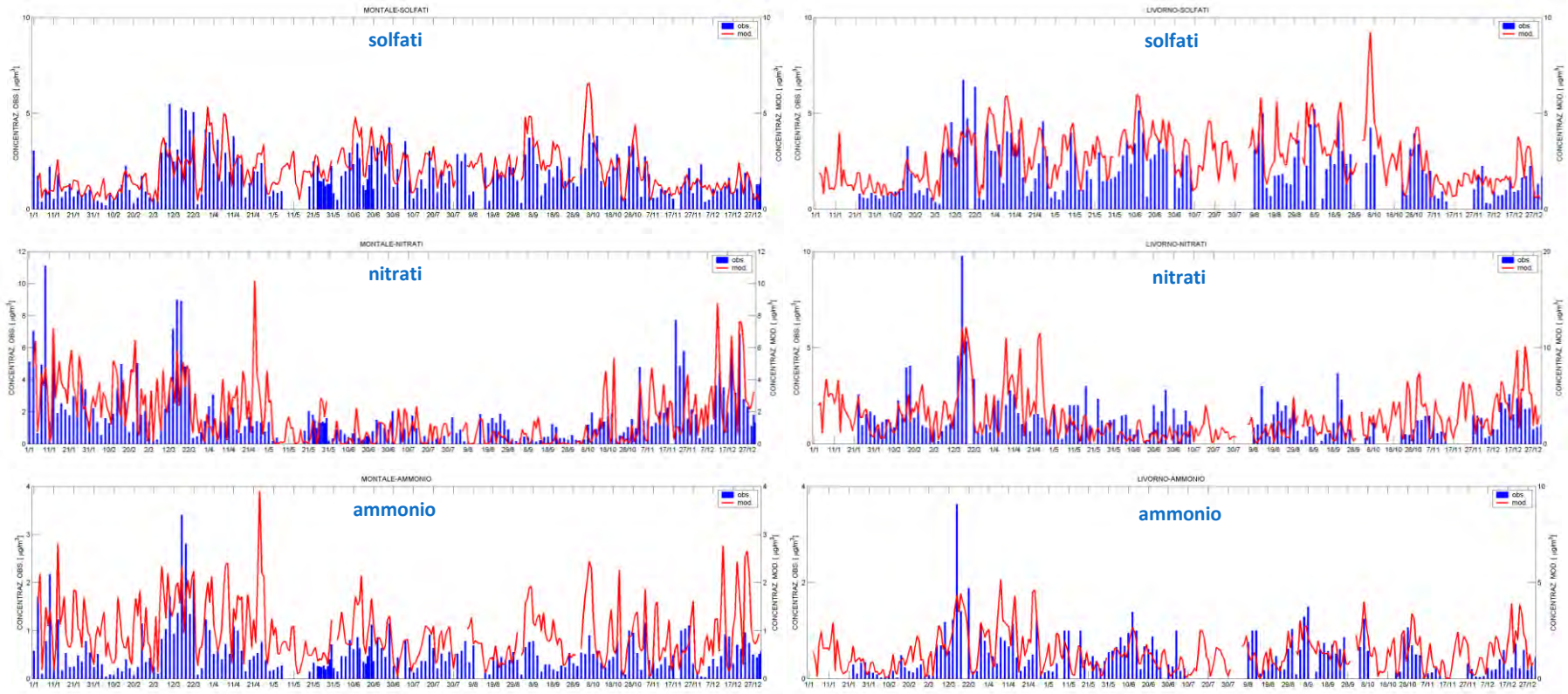
Confronto stime-misure

Concentrazione media giornaliera nel periodo gennaio-dicembre 2014 di PM10, componente organica, carbonio elementale, nei due siti di campionamento: linea rossa stime da modello, istogramma blu misure.



Confronto stime-misure

Concentrazione media giornaliera nel periodo gennaio-dicembre 2014 di solfati, nitrati, ammonio, nei due siti di campionamento: linea rossa stime da modello, istogramma blu misure.



MONTALE

LIVORNO

Confronto stime-misure

- Le stime modellistiche, confrontate con le misure di concentrazione dei componenti del PM10 mostrano una discreta riproduzione dell'andamento temporale (correlazione).
- La componente inorganica è riprodotta correttamente come ordine di grandezza.
- La componente organica è sottostimata, soprattutto nel sito di Montale.
- Il carbonio elementale è ben riprodotto a Livorno, sottostimato a Montale.

DAILY SKILL												
VAR	PERIODO	MEDIA STAZ	MEDIA MOD	STD STAZ	STD MOD	FB	FE	RMSE	NMSE	BIAS	CORR	IOA
pm10	Montale	24.98	7.80	17.07	3.32	-1.04	1.04	23.07	2.71	-17.11	0.56	0.47
	Livorno	19.52	13.37	8.11	5.11	-0.44	0.51	10.64	0.46	-7.02	0.33	0.50
organico	Montale	12.63	1.79	10.81	1.31	-1.49	1.49	14.87	9.70	-10.67	0.40	0.44
	Livorno	6.63	3.25	2.80	1.72	-0.77	0.77	4.33	0.96	-3.69	0.58	0.53
pec	Montale	1.41	0.28	1.30	0.17	-1.33	1.33	1.64	6.80	-1.12	0.65	0.46
	Livorno	0.92	1.50	0.55	0.63	0.42	0.53	0.74	0.43	0.49	0.54	0.65
solfati	Montale	1.78	1.99	1.11	1.09	0.13	0.35	0.89	0.23	0.24	0.69	0.81
	Livorno	2.12	2.61	1.40	1.43	0.24	0.38	1.21	0.25	0.57	0.72	0.81
nitrati	Montale	1.75	1.28	1.83	1.36	-0.28	0.70	1.61	1.11	-0.43	0.56	0.70
	Livorno	1.40	1.89	1.15	1.71	0.28	0.80	1.70	1.11	0.45	0.40	0.58
ammonio	Montale	0.50	1.03	0.46	0.67	0.72	0.79	0.81	1.25	0.56	0.52	0.57
	Livorno	0.45	0.69	0.25	0.40	0.45	0.55	0.42	0.55	0.26	0.57	0.61

Conclusioni

Scopo del presente lavoro è quello di effettuare una verifica della capacità del sistema SPARTA di simulare adeguatamente i principali componenti del particolato, attraverso il confronto con le misure dei composti chimici che formano la frazione PM10.

I risultati mostrano un discreto accordo stime-misure in termini di correlazione, in particolare della componente inorganica, mentre si evidenzia una generale sottostima della componente organica.

Una possibile causa potrebbe essere in parte attribuita alle stime delle emissioni (inventario regionale delle emissioni IRSE), in parte a limiti del modello nella stima del contributo organico secondario al PM.

In prospettiva si prevede di apportare miglioramenti al sistema modellistico con l'aggiornamento dell'inventario delle emissioni e l'aggiornamento della versione del modello CAMx attualmente in uso.

La collaborazione con l'Università di Firenze proseguirà nell'ambito della prosecuzione del progetto PATOS.



calastrini@lamma.rete.toscana.it