

Speciazione e caratterizzazione chimica del PM2.5

strumenti di valutazione a confronto: inventario delle emissioni, modellistica e tecniche analitiche

Chiara Collaveri^{1*}, Bianca Patrizia Andreini¹, Tiziana Cecconi¹, Dennis Dalle Mura¹, Fiammetta Dini¹, Roberto Fruzzetti¹, Marina Rosato¹, Marco Stefanelli¹, Elena Franchi², Loredana Scialla², Stefania Tracchi², Laura Zanieri², Caterina Busillo³, Francesca Guarnieri³

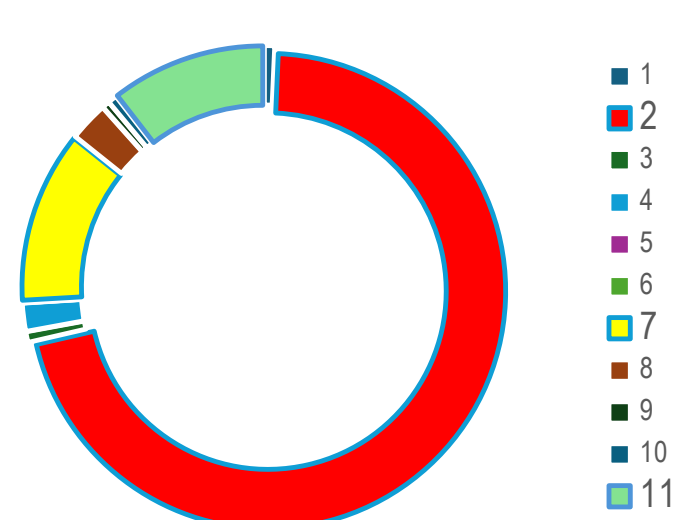
¹ARPAT Centro Regionale Tutela Qualità dell'Aria (CRTQA); ²ARPAT Laboratorio Area Vasta Centro AVC; ³Consorzio Lamma

* Corresponding author: Tel.055/32061, E-mail: c.collaveri@arpat.toscana.it

INTRODUZIONE

Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione (IRSE 2019) speciazione PM2.5

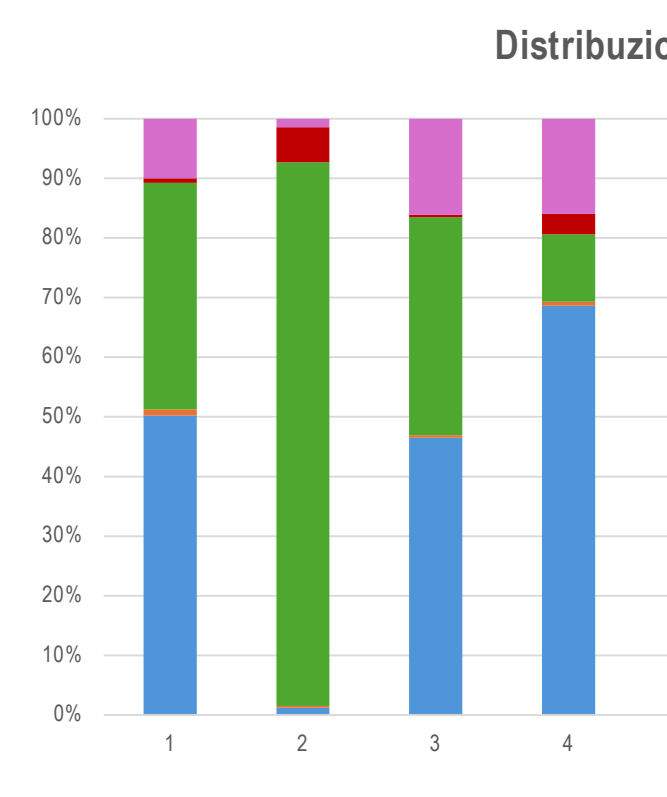
Emissioni PM2.5 per macrosettore



Il PM2.5 in Toscana deriva in prevalenza dal macrosettore 2 ed in particolare dal riscaldamento domestico a biomassa con una percentuale complessiva del macrosettore 2 rispetto al totale delle emissioni di PM2.5 pari a circa 70%. Il secondo contributo è dato dal traffico veicolare (macrosettore 7) e dalla natura (macrosettore 11), in particolare gli incendi con percentuali rispettivamente pari a 12% e 10%.

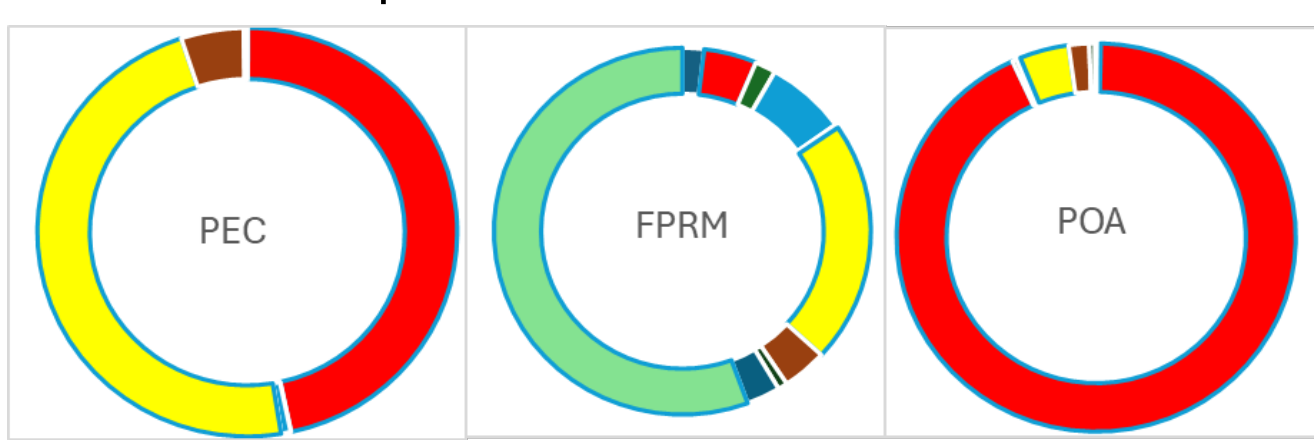
L' "impronta" di questi tre tipi di sorgenti in particolare, ma in generale di ciascun macrosettore, è molto diversa se si va a considerare il contributo percentuale delle specie che lo compongono.

Distribuzione % delle specie nei macrosettori



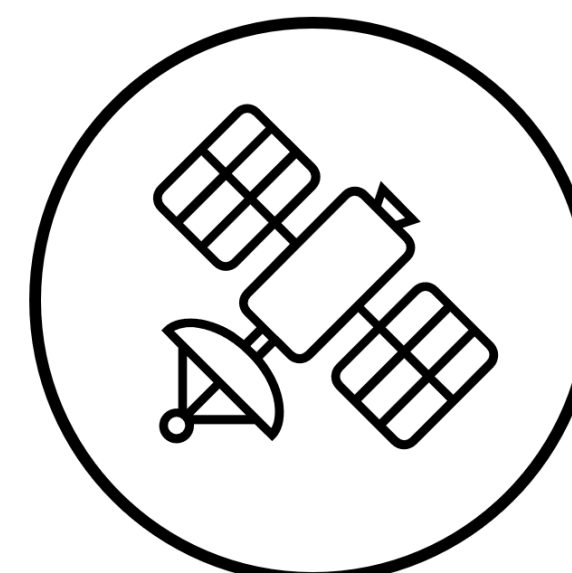
Specie considerate:
FPRM: Fine Primary Particulate
POA: Organic Aerosol
PS04: Sulphates
PEC: Elemental Carbon
PNO3: Nitrates

Nel caso del riscaldamento domestico il contributo principale è dato da POA mentre per gli incendi (macrosettore 11) abbiamo esclusivamente FPRM. La componente traffico (macrosettore 7) presenta un profilo più vario ed è quella che, insieme al riscaldamento domestico, più contribuisce al PEC.



- 01. Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche
- 02. Impianti di combustione non industriali
- 03. Impianti di combustione industriale e processi con combustione
- 04. Processi produttivi
- 05. Estrazione, distribuzione combustibili fossili e geotermia
- 06. Uso di solventi
- 07. Trasporti su strada
- 08. Altre sorgenti mobili e macchine
- 09. Trattamento e smaltimento rifiuti
- 10. Agricoltura
- 11. Natura e altre sorgenti

L'Osservatorio MAIA è uno strumento all'avanguardia della NASA progettato per acquisire da satellite dati da utilizzare in studi sulla salute relativi agli effetti di diversi tipi di inquinamento da particolato atmosferico. Questi dati saranno combinati con altre informazioni, comprese **misurazioni provenienti dagli strumenti di monitoraggio a terra** e output dei modelli computerizzati. I risultati saranno utilizzati per creare mappe giornaliere dell'inquinamento atmosferico da particolato nelle aree obiettivo.



MAIA
Multi-Angle Imager
for Aerosols

Lo strumento satellitare MAIA osserverà dallo spazio un insieme di aree obiettivo distribuite a livello globale.

Specie ioniche:

(EN 16913:2017)

Solfati, Nitrati, Cloruri, Ammonio, Sodio, Potassio, Magnesio, Calcio

Metalli e elementi in traccia:

(EN14902:2005)

Al,Fe,Ca,Ti,V,Cr,Mn,Co,Ni,Cu,Zn,As,Se,Ag,Cd,Sn,Sb,Ti,Pb

Carbonio organico/elementare

(EN 16909:2017)

EC/OC/TC

(analisi effettuata per ARPAT da UNIFI-INFN)

STAZIONE DI LU-CAPANNORI

METODI

Source apportionment modellistico con il metodo del tagging, per il semestre invernale del 2025 con meteo 2025 e inventario delle emissioni 2019.

Per approfondimenti vedi C.Busillo [presentazione "Analisi del contributo emissivo del settore riscaldamento alla qualità dell'aria in Toscana tramite source apportionment modellistico CAMx-PSAT" Mercoledì 27, 11.30]

CAMx
PSAT

PMF
EPA 5.0

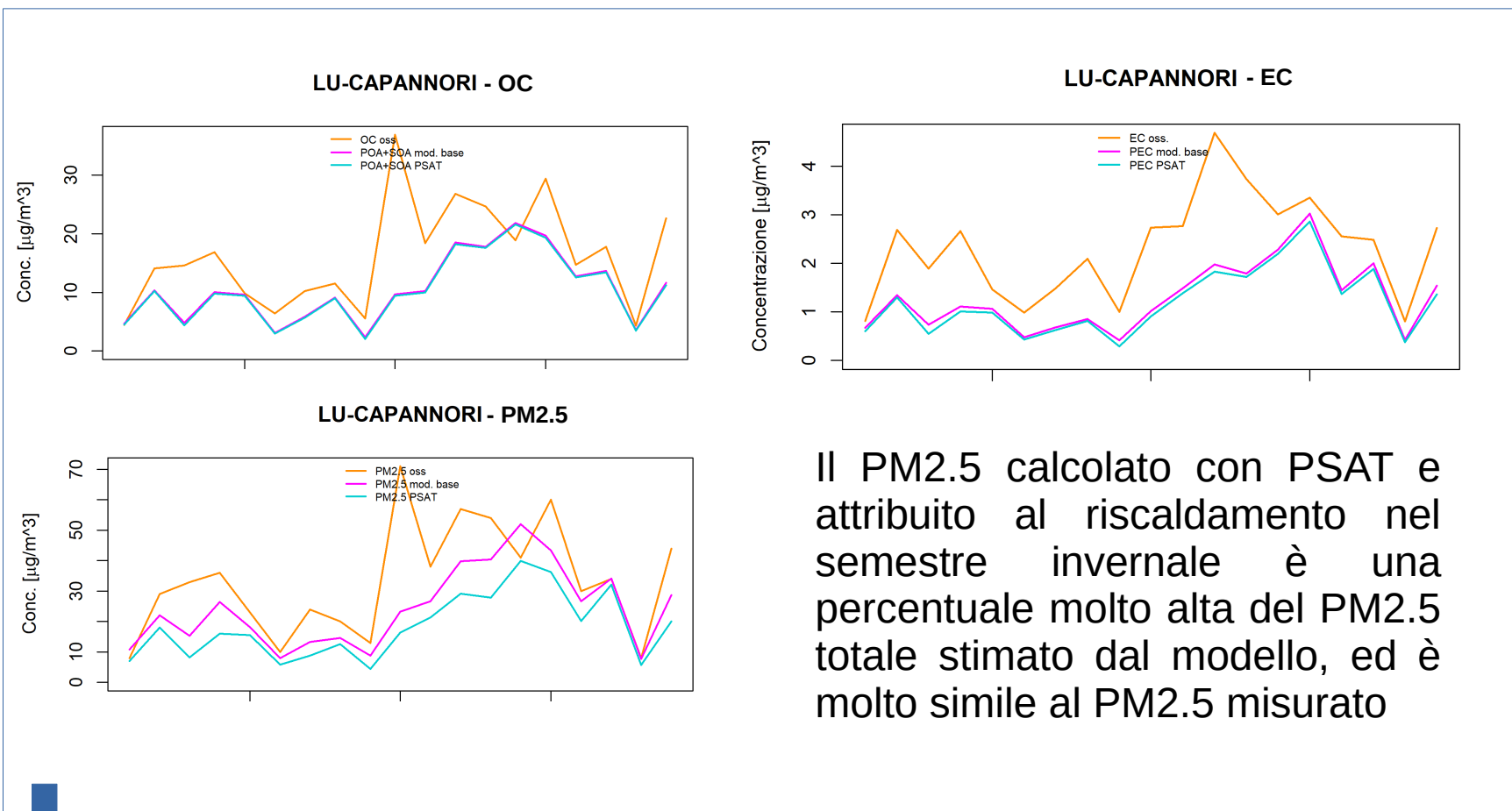
Source apportionment a 4 fattori relativo all'anno 2025 con 135 campioni giornalieri con l'aggiunta delle stime di Black e Brown Carbon dai dati orari dell'etometro di cabina.

Per approfondimenti vedi F.Dini [poster "Black Carbon in Toscana: risultati dei primi tre anni di monitoraggio"]

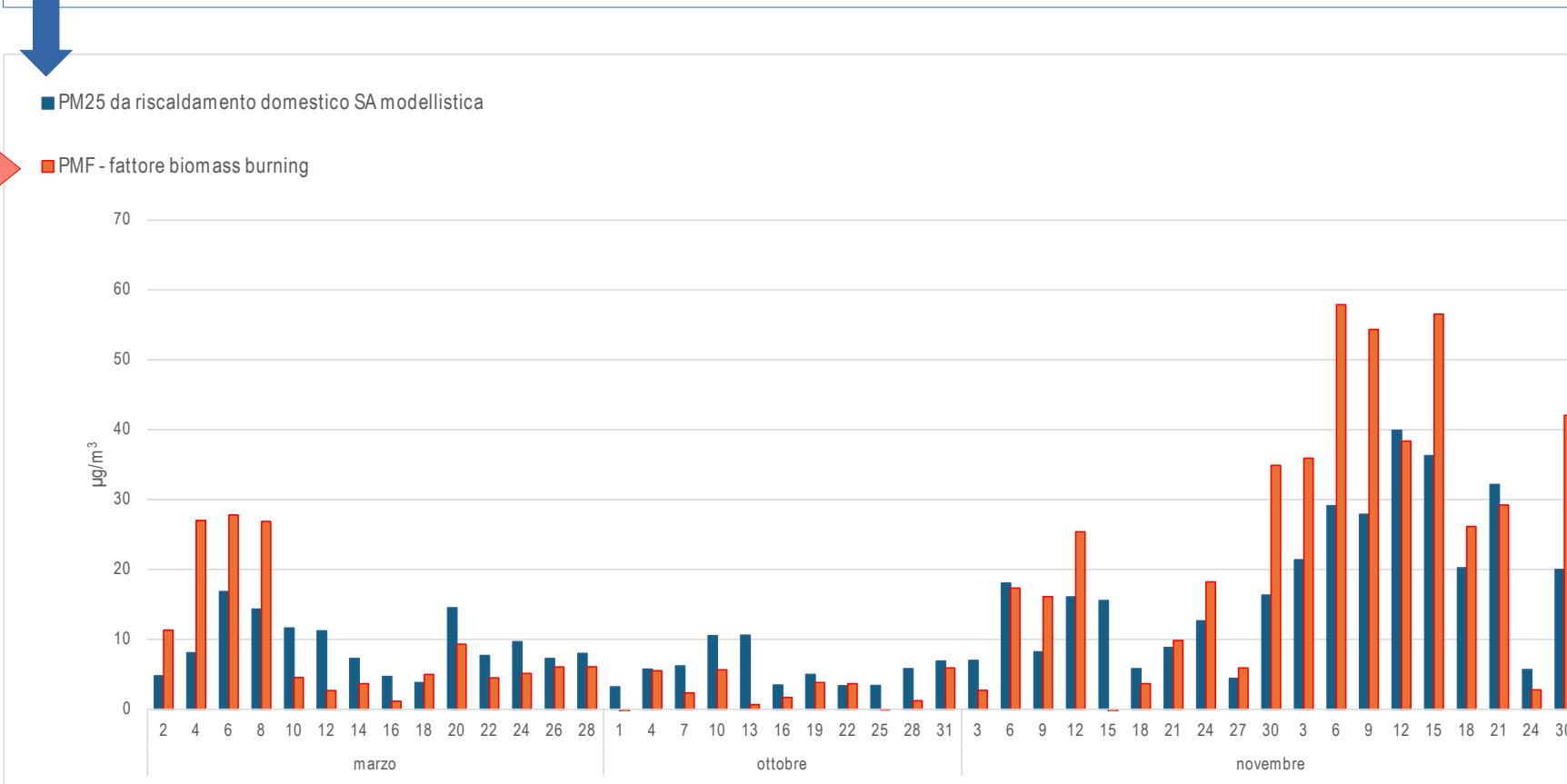
DISCUSSIONE & RISULTATI

Dalla PMF si ottiene un fattore da combustione biomassa caratterizzato prevalentemente da Brown carbon e Carbonio organico non assorbente a cui si aggiunge una componente dell'EC di provenienza biomassa secondo il modello dell'etometro.

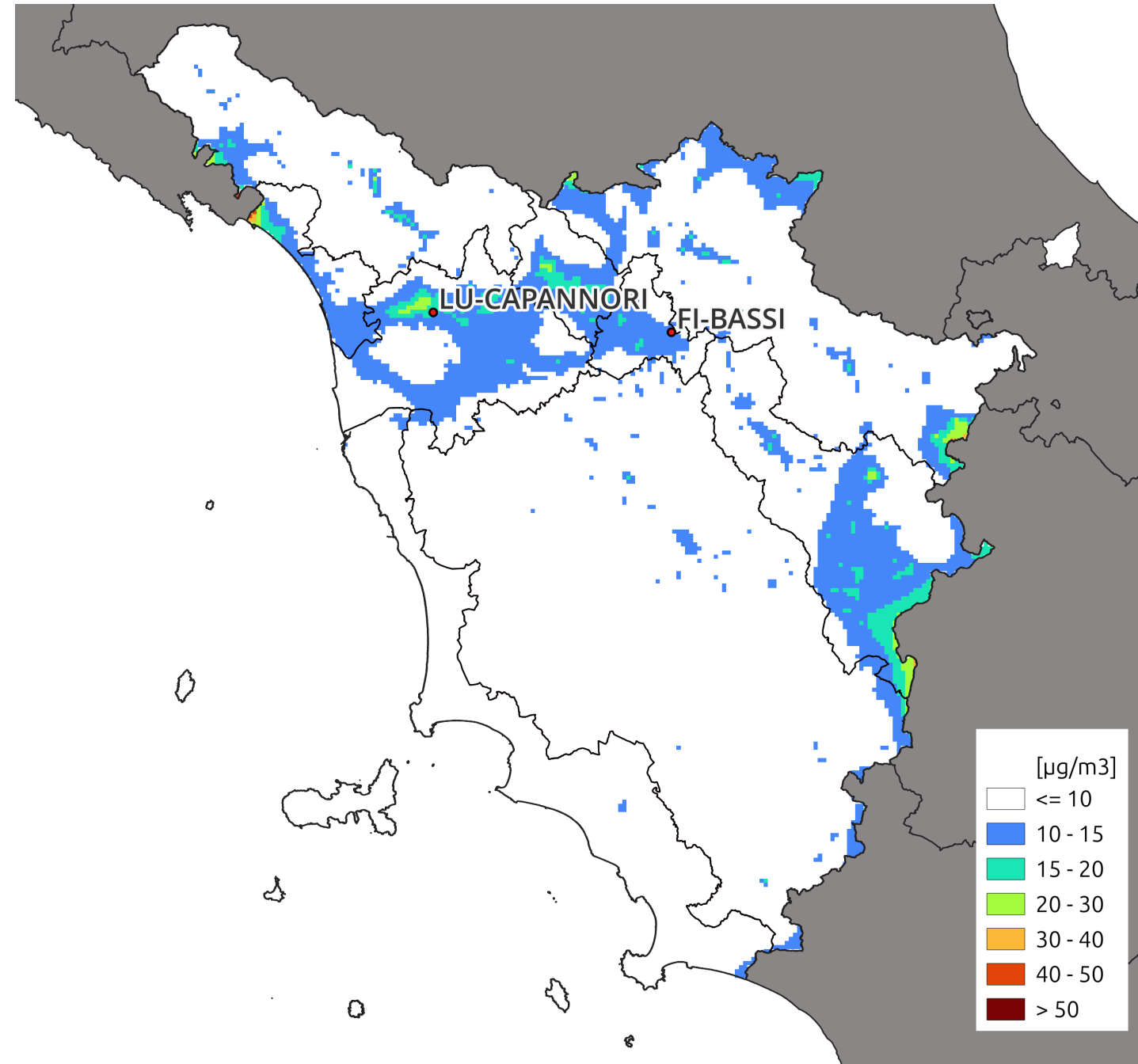
Nella stima modellistica il contributo del riscaldamento domestico contiene la quasi totalità delle specie POA (Primary Organic Aerosol) PEC (Primary Elemental Carbon) e SOA (Secondary Elemental Aerosol). Infatti la stima del POA+SOA contenuti nel PM2.5 totale (linea rosa) è quasi coincidente a quella di POA+SOA determinata con PSAT e attribuita al riscaldamento domestico (linea azzurra). La stessa considerazione vale per PEC stimato con modello base e PEC con PSAT. Molto buono è anche il confronto di queste specie con quanto osservato con la speciazione (linea arancio) per EC (confrontato con PEC) ed OC (confrontato con la somma di POA+SOA)



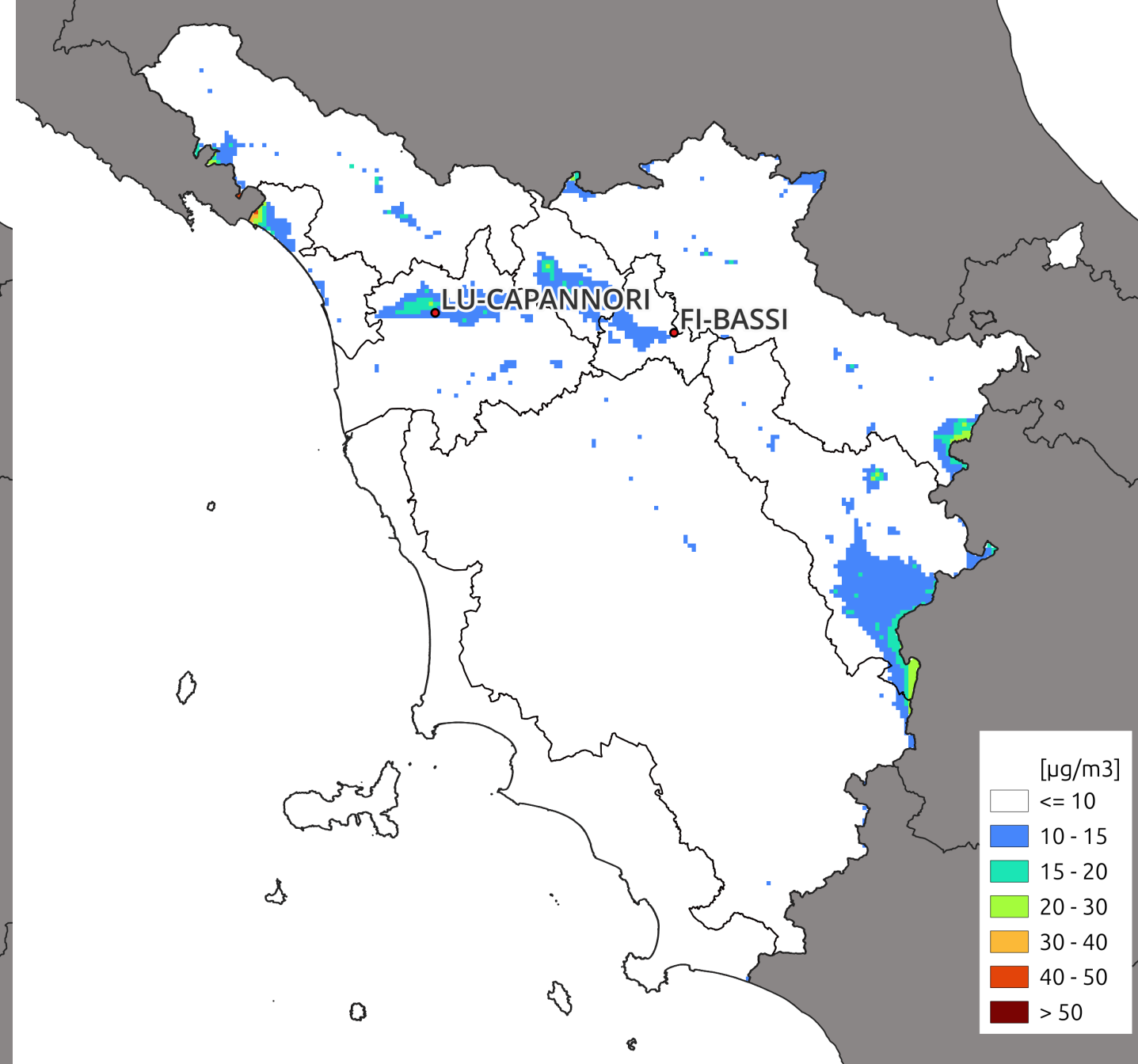
Il PM2.5 calcolato con PSAT e attribuito al riscaldamento nel semestre invernale è una percentuale molto alta del PM2.5 totale stimato dal modello, ed è molto simile al PM2.5 misurato



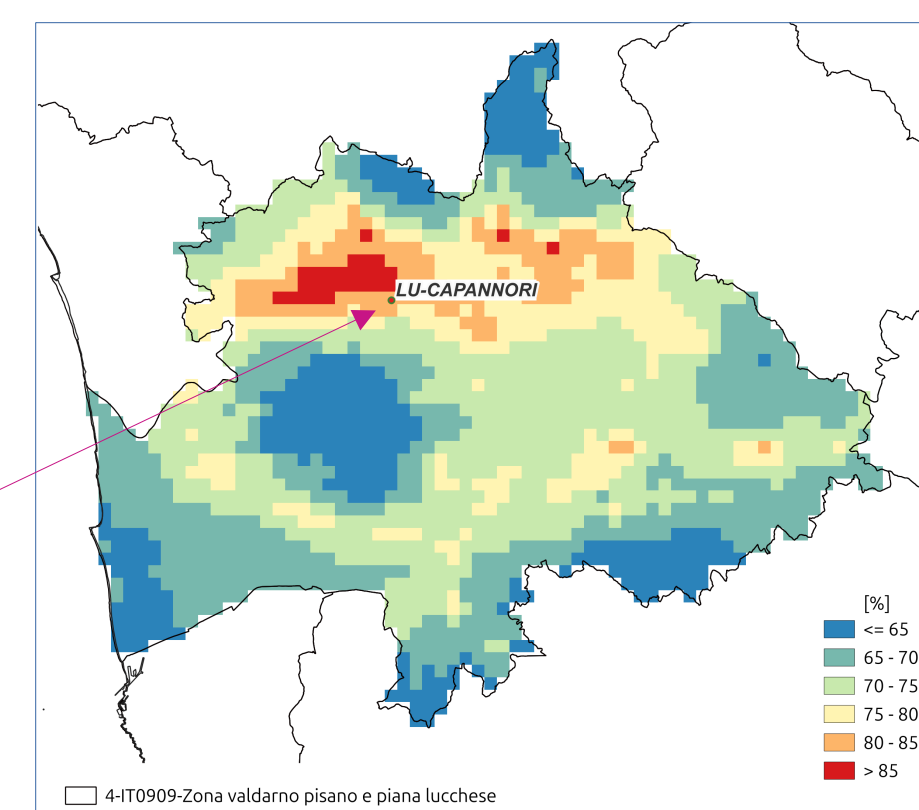
Stima CAMx concentrazione media PM2.5
Semestre inverno 2025



Stima PSAT concentrazione media PM2.5
Semestre inverno 2025



Completivamente il fattore della biomassa da PMF incide per il **47%** sull'anno. Calcolato sul semestre invernale raggiunge una percentuale pari al **73%** in buon accordo con la % ricavata da modello che per la cella relativa alla stazione è pari a **80%**.



Contributo % del riscaldamento domestico nella zona del Valdarno Pisano e Piana lucchese: nel semestre invernale in alcune aree supera l'80%

CONCLUSIONI

La speciazione chimica delle emissioni stimate dall'inventario IRSE all'interno del macrosettore 2 ha consentito l'applicazione del source apportionment modellistico con il sistema CAMx-PSAT [1] sul dominio della Regione Toscana per l'anno 2025. I risultati del tagging modellistico sono stati integrati con le informazioni derivanti dalla caratterizzazione sul PM2.5 della stazione di LU-Capannori, effettuata nell'ambito del progetto MAIA [4]. La speciazione chimica è stata effettuata su 10-15 campioni giornalieri al mese, a partire da febbraio 2025. I dati della composizione chimica sono confrontati con quelli del modello e i dati della PMF [2] con la quota da riscaldamento domestico ottenuta con source apportionment modellistico. La complementarità dei risultati, unita alla conoscenza di dati storici e studi pregressi [3], conferisce una maggiore solidità alle valutazioni per una zona che in tutta la regione risulta la più critica per i livelli di particolato. La valutazione dell'influenza dell'input emissivo sui risultati finali consente inoltre di lavorare su ipotesi di approfondimento sui profili per ottenere risultati sempre più affidabili.

BIBLIOGRAFIA

[1] https://www.camx.com/Files/camx_psat.pdf; [2] <https://www.epa.gov/air-research/positive-matrix-factorization-model-environmental-data-analyses>; [3] <https://www.regione.toscana.it/-/progetto-regionale-patos>; [4] <https://maia.jpl.nasa.gov/science-objectives/>