



"Progetto Regionale PATOS: Domande e risposte sul PM10 in Toscana"

Direzione Politiche Ambientali e Territoriali



UNIVERSITÀ DI PISA

L'identificazione delle sorgenti del PM10

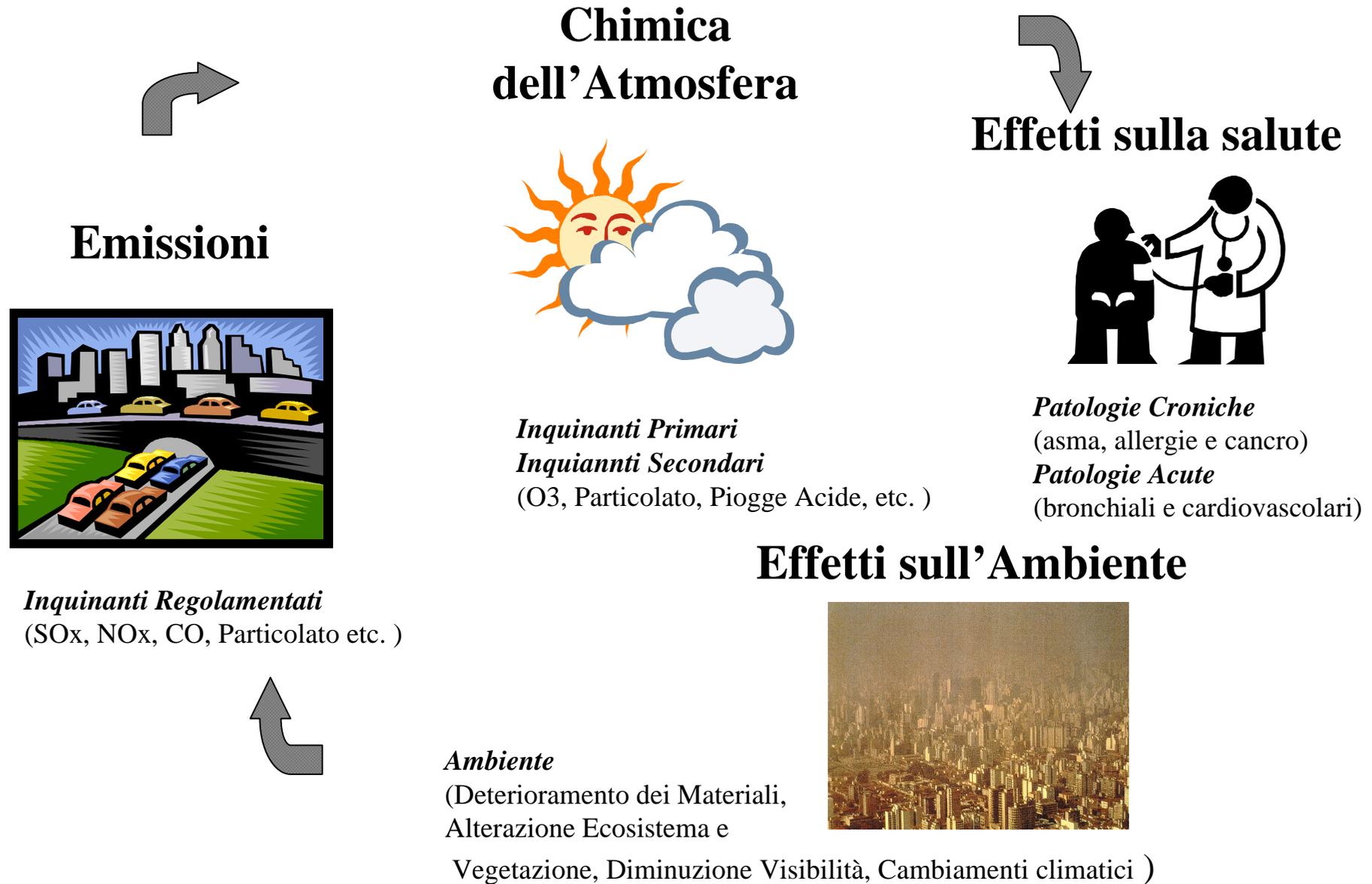
Grassi C., I. Ciucci, M.Mazzini, L.Tognotti

D. Faleri, S. Verrilli, V. Pistelli, V. Campigli, S. Nottoli, B. Barlettani

18 Aprile 2008 - Firenze

Indice

- La qualità dell'aria
- Il particolato aerodisperso
- Tecniche di identificazione delle sorgenti
- Applicazione al progetto PATos



Sorgenti di PM10



CALDAIE MURALI



L'identificazione delle sorgenti del PM10

C. Grassi, I. Ciucci, M. Mazzini, L. Tognotti



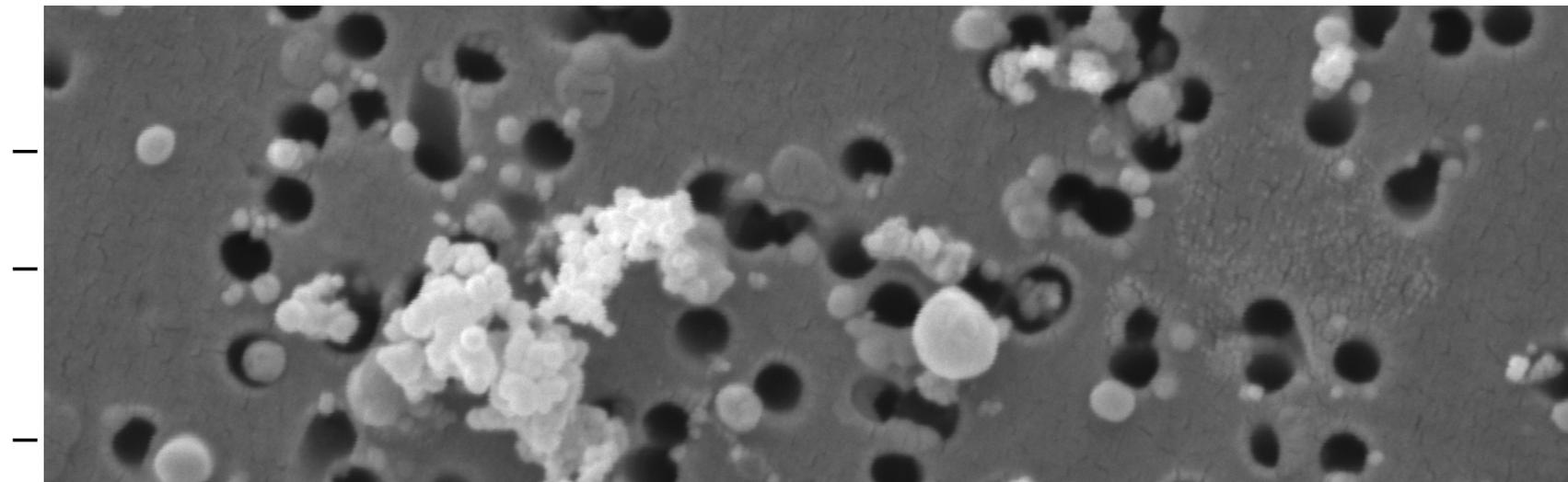
UNIVERSITÀ DI PISA

Componenti	Primario (PM<2.5 μ m)		Primario (PM>2.5 μ m)		Precursori (PM<2.5 μ m)	
	Naturali	Antropiche	Naturali	Antropiche	Naturali	Antropiche
SO4- Solfati	Aerosol marino	Combustione di combustibili fossili	Aerosol marino	--	Ossidazione di S ridotto emesso da oceano e paludi; ossidazione di SO2 e H2S da vulcani e incendi forestali.	Ossidazione di SOx emessi dalla combustione di combustibili fossili.
NO3- Nitrati	--	Scarico motori a scoppio	--	--	Ossidazione di NOx prodotti dal suolo, incendi di foreste e irraggiamento solare.	Ossidazione di NOx emessi dalla combustione di combustibili fossili.
Minerali	Erosione ritrascinamento	Polvere diffusa da strade, agricoltura, foreste.	--	Polvere diffusa da strade, agricoltura, foreste.	--	--
NH4+ Ammonio	--	Scarico motori a scoppio	--	--	Emissioni di NH da animali selvaggi e suolo anaerobico.	Emissioni di NH da allevamenti, liquami, fertilizzanti.
Carbonio Organico (OC)	Incendi	Combustioni, vegetali, combustione di motorini, domestiche.	--	Consumo di gomme e rivestimento stradale	Ossidazione di idrocarburi e biomasse. Emissioni industriali.	--
Carbonio Elementare (EC)	Incendi	Scarico di motorini, combustione legna e domestica.	--	--	--	--
Metalli	Attività vulcanica	Combustione, fonderie e consumo di freni.	--	--	--	--
Bioaerosol	Virus, batteri	--	Piante, frammenti di insetti, polline, funghi spore, agglomerati batteri.	--	--	--

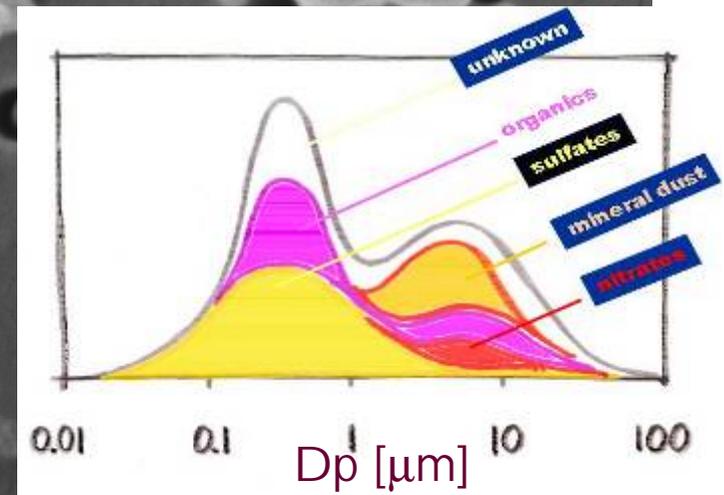
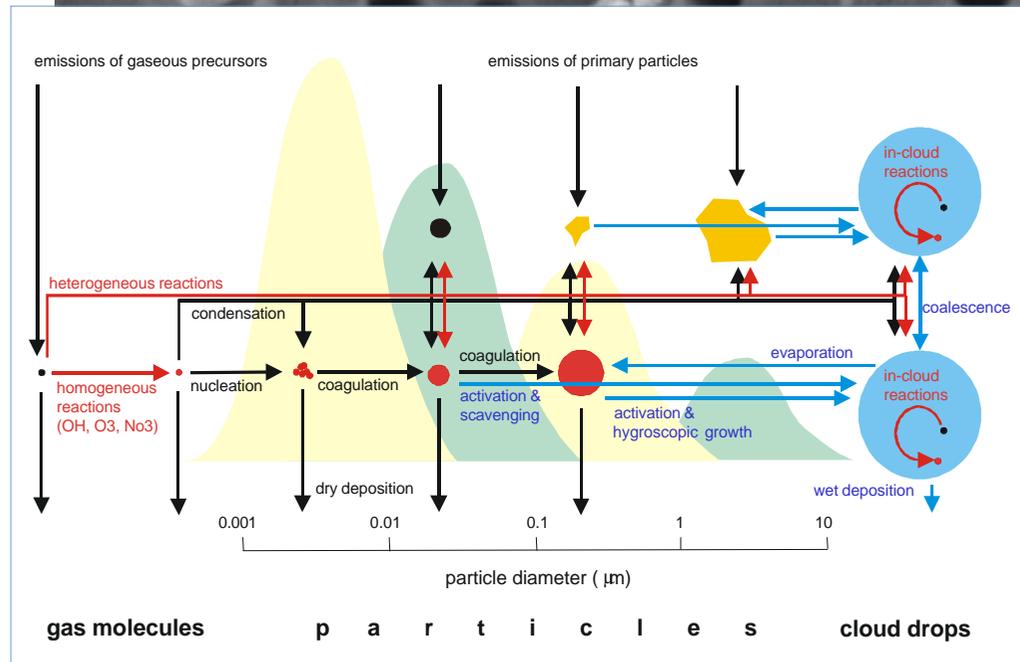


L'identificazione delle sorgenti del PM10

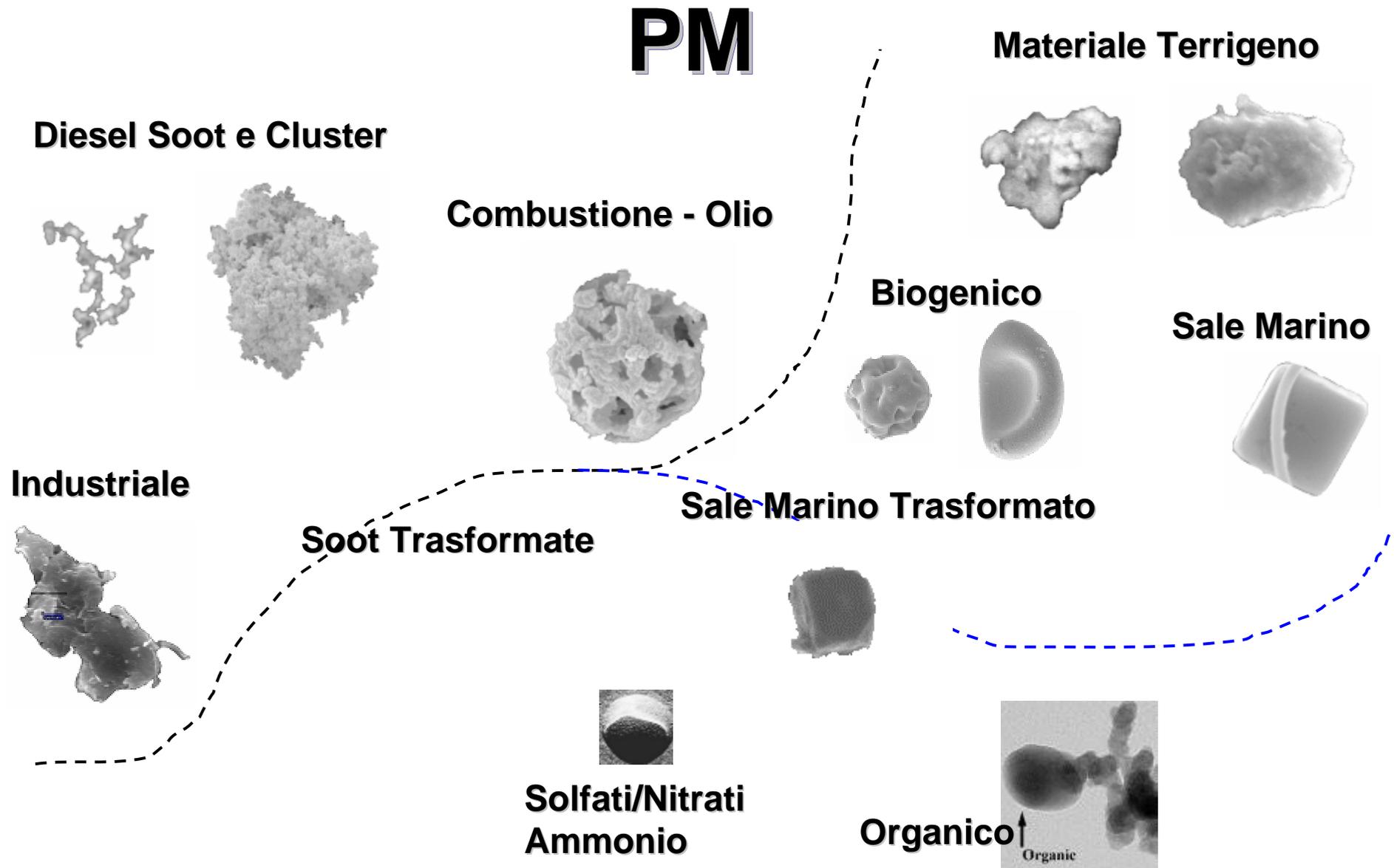
C. Grassi, I. Ciucci, M. Mazzini, L. Tognotti



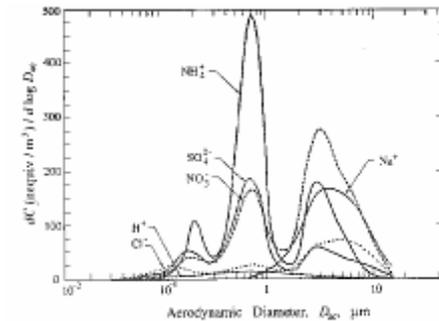
a



Raes et al., *Atm. Env.*, 34, p. 4215, 2000



PM - Dimensioni

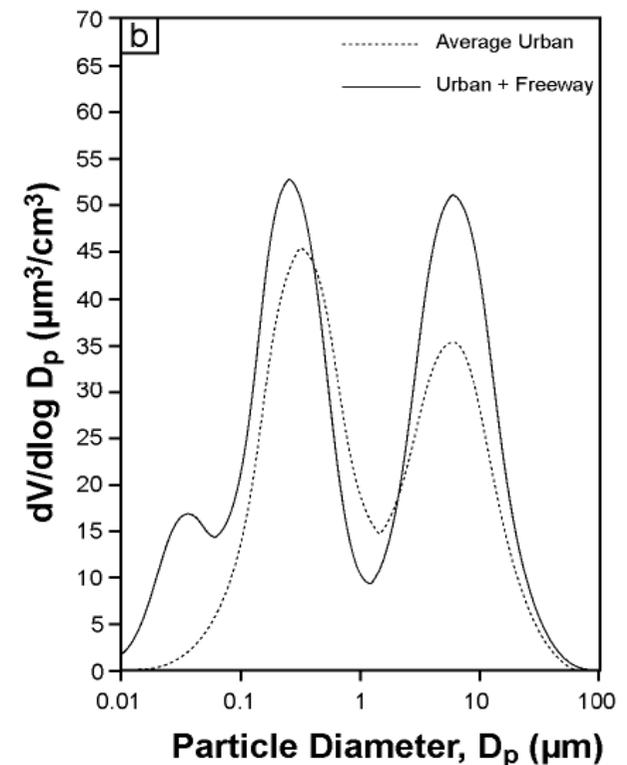


- Concentrazioni in numero e massa differenti da sito a sito:

– Urbano	10^5 - 10^6	#/cm ³	;	30 -150	µg/cm ³
– Rurale	10^3 - 10^4	#/cm ³	;	5 - 30	µg/cm ³
– Remoto	10^1 - 10^4	#/cm ³	;	0.5- 10	µg/cm ³

- PM10 - PM2.5

– Urbano	PM2.5 = 60%-90% del PM10
– Rurale	PM2.5 = 20%-70% del PM10

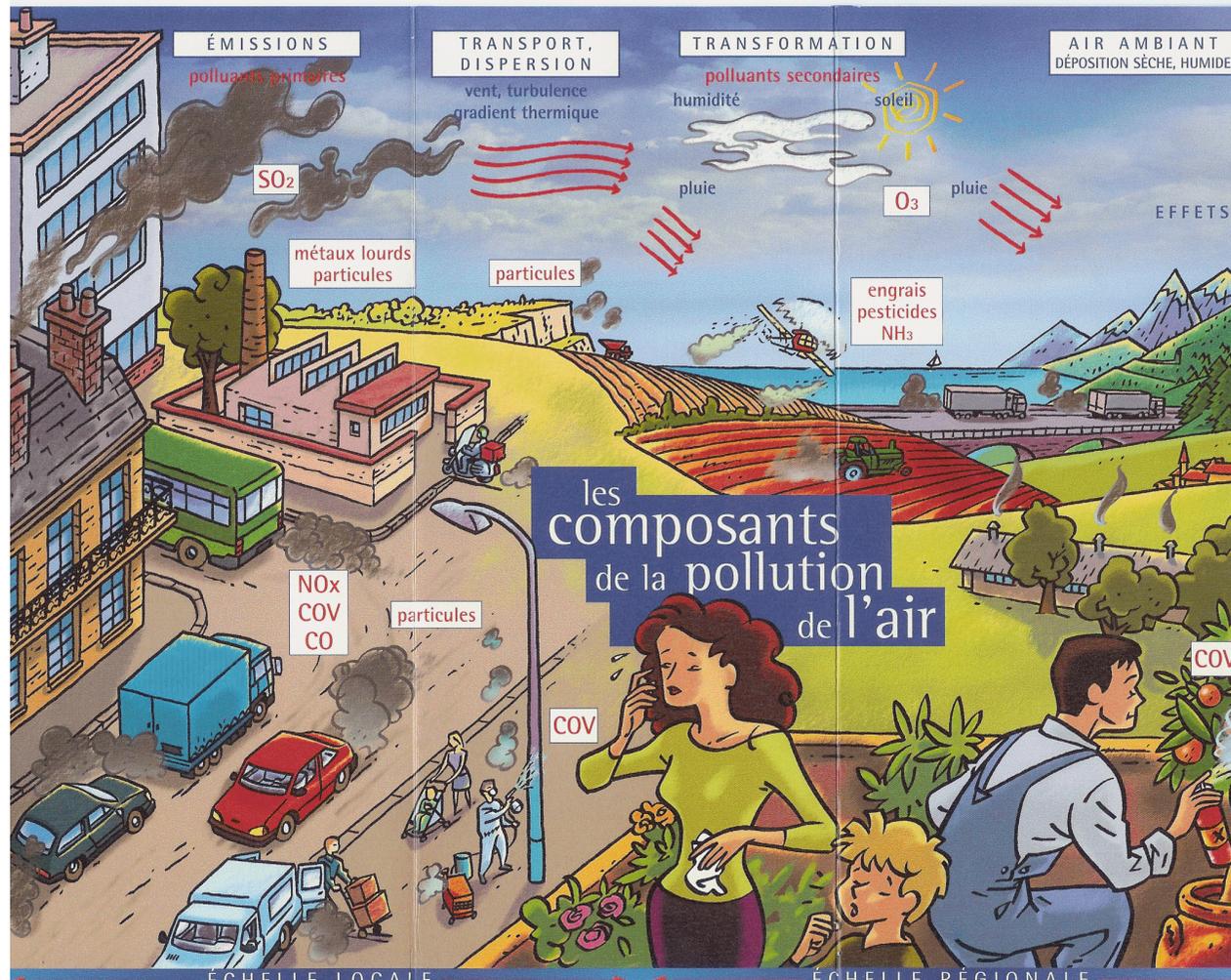


Individuazione delle sorgenti

il progetto PATos

- **Caratterizzazione scenario emissivo**
- **Analisi diretta composizione e morfologia dei campioni di polveri (traccianti);**
- **Tecniche di Statistica multivariata;**
- **Modellistica Ambientale.**
 - Recettore
 - Dispersione
 - Valutazioni di Impatto
 - Qualità dell'aria

Emissioni di PM o Precursori



Caratterizzazione delle sorgenti

- Combustione Industriale (es. E.E. da carbone)

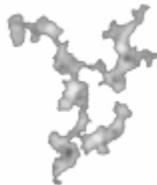


Composizione chimica: Al, Fe, Mg, Si

Dimensioni: $< 1 \cdot m$

Morfologia: $1,05 < FD < 1,5$; $1,5 < RD < 7,5$; $1,05 < Aspect < 4,0$

- Traffico diesel



Composizione chimica: BC, OC

Dimensioni: $D_{mean} < 30 \cdot m$

Morfologia: $1,05 < FD < 1,5$; $1,5 < RD < 7,5$; $1,05 < Aspect < 4,0$

- Aerosol marino



Composizione chimica: Secondari Inorganici, sea salt

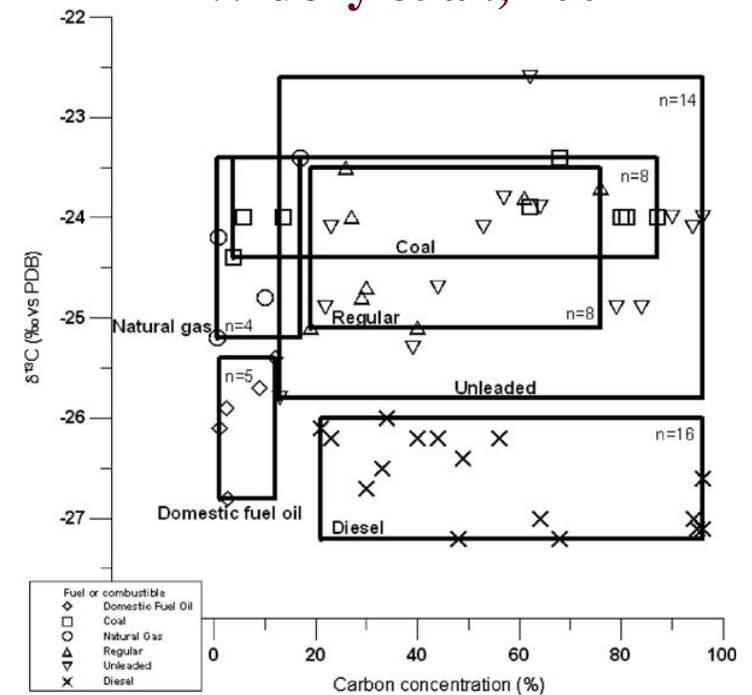
Dimensioni: $1 \cdot m < D_{mean} < 10 \cdot m$

Morfologia: $FD < 1,1$; $RD < 1,5$; $Aspect < 2,0$

Traccianti

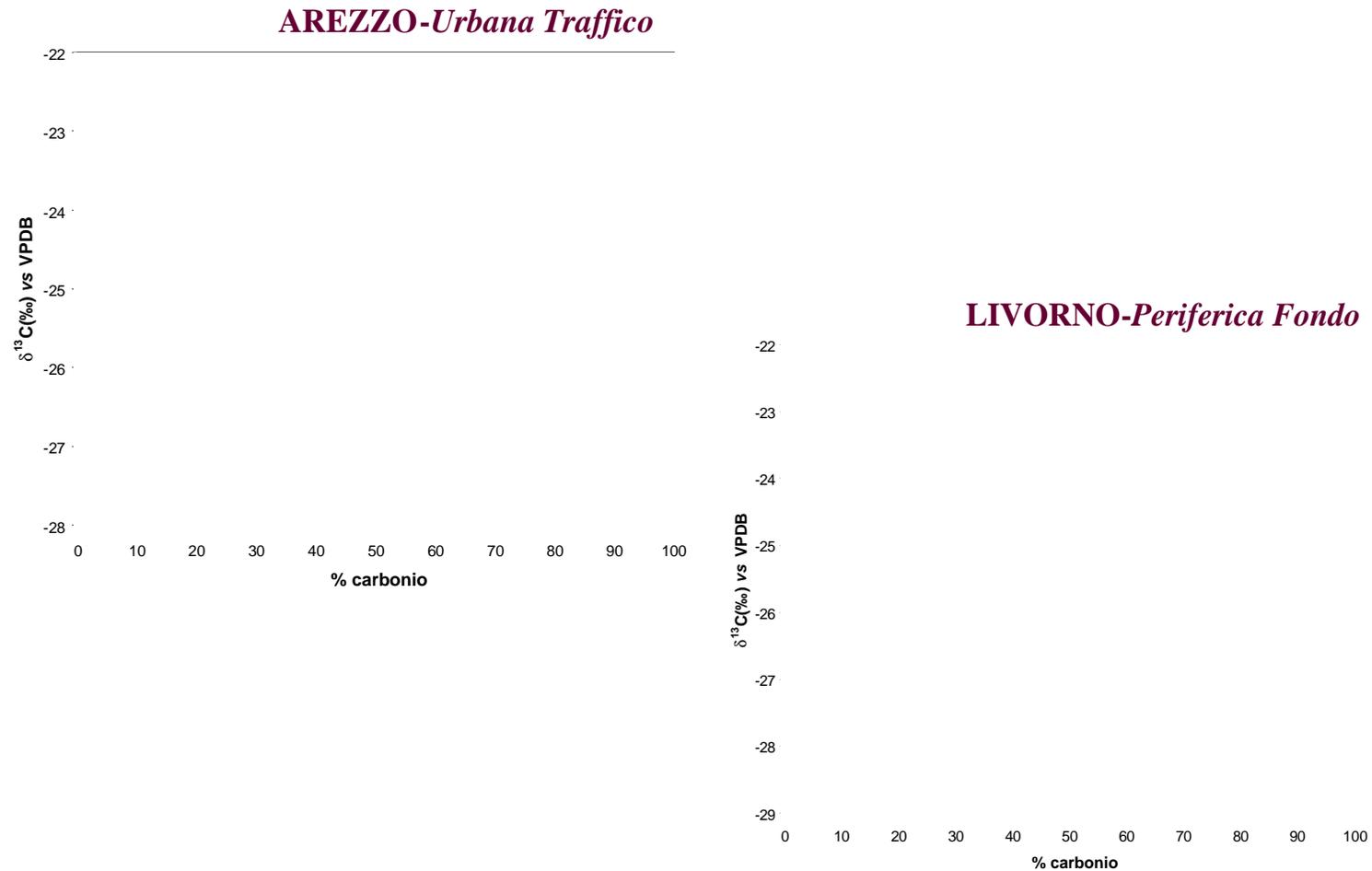
- Determinazione caratteristiche isotopiche del carbonio, zolfo.

Widory et al., 2004



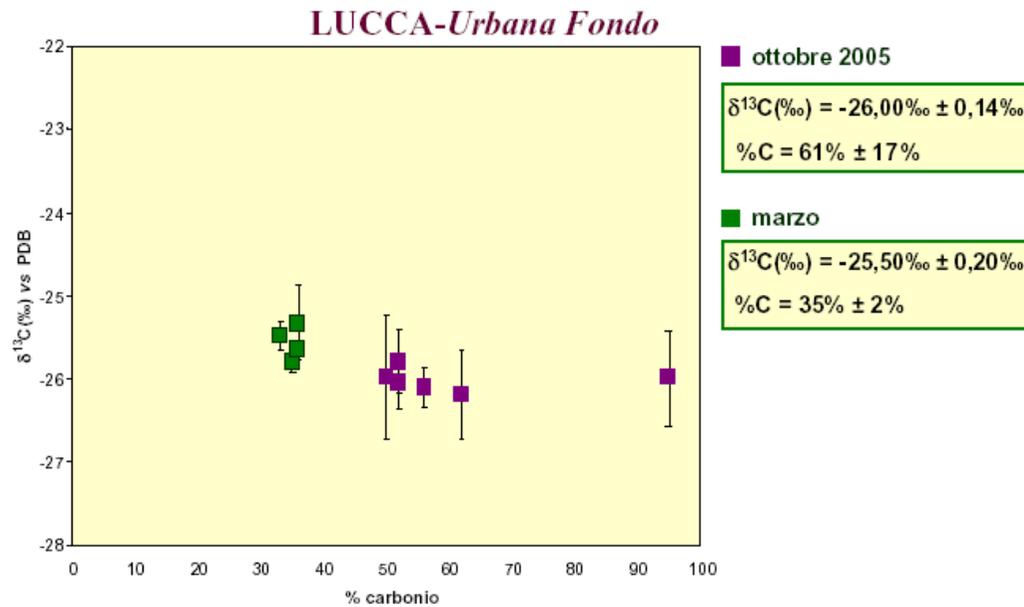
Traccianti

- Arezzo, Livorno



Traccianti

- Capannori, Grosseto

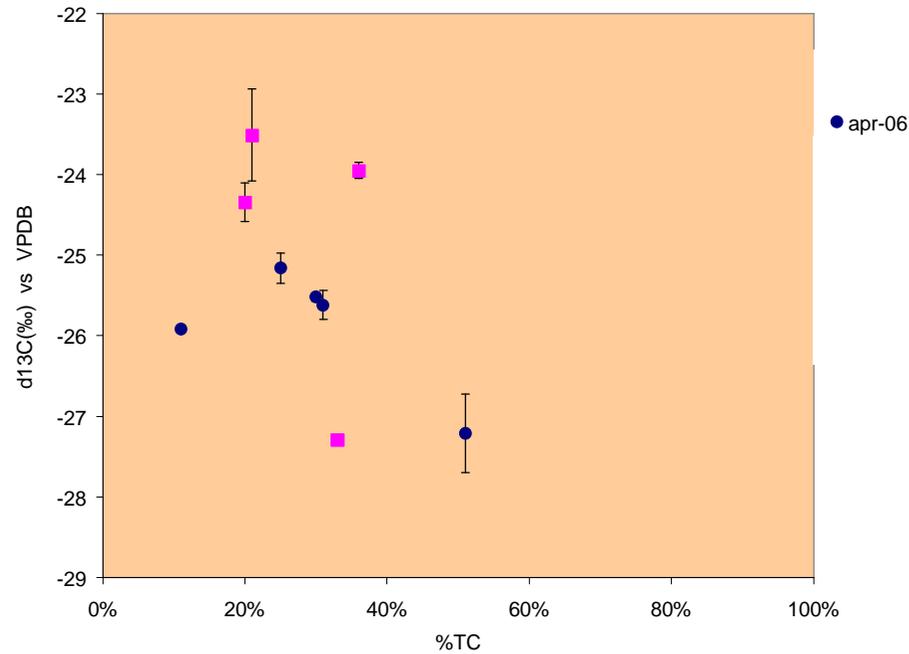


Grosseto – Urbana Fondo

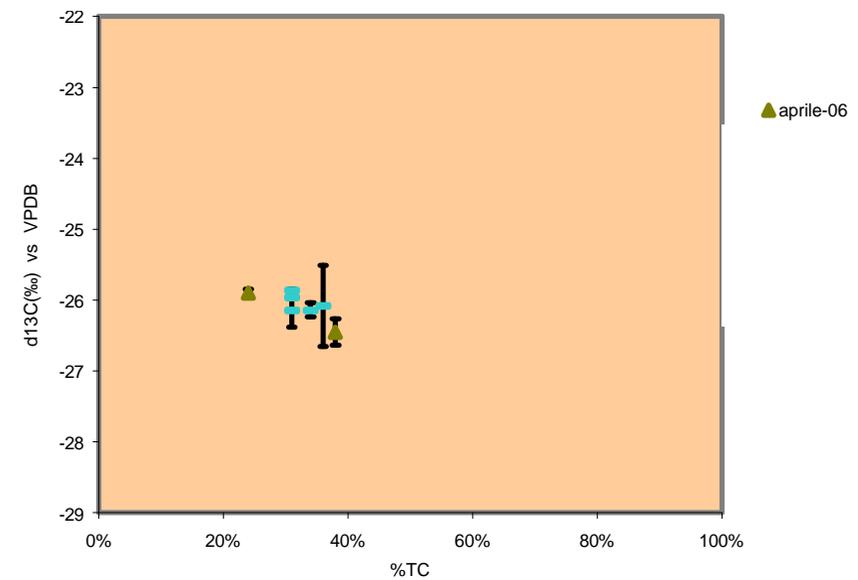
Traccianti

- **Firenze, Prato**

FIRENZE – Urbana/Fondo



PRATO – Urbana/Traffico



Traccianti

- **Dimensioni e morfologia.**

La matrice di interpretazione dei dati è stata sviluppata per identificare le possibili classi di particolato raccolto sui filtri.

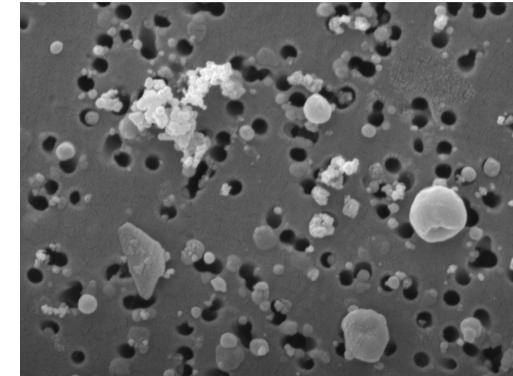
	Dmean [μm]	Aspect	Round	Fractal Dimension
Crustal ^{1,4,5,7}	> 1.3	> 1.0 < 2.5	> 1.0 < 2.5	> 1.05 < 1.25
Biogenic ^{2,4,7}	> 2.5	> 1.0 < 4	> 1.05 < 5.5	> 1.05 < 1.15
Salt ^{3,4,5,7}	> 1.0 < 4.0	< 2.0	< 1.5	< 1.1
Soot cluster ^{1,5,7}	> 1.3	> 1.05 < 4.0	> 1.5 < 7.5	> 1.05 < 1.5
UF ^{4,5,7}	< 1.0	> 1.05 < 4.5	> 1.5 < 7.5	> 1.05 < 1.5

¹ R.K.Xie et al. 2004
² K.Wittmaack et al. 2004
³ Moreno et al. 2004
⁴ Esbert et al. 2001
⁵ Ebert et al. 2000
⁶ Giudeline EPA 2002
⁷ Grassi et al. 2004

Table. Particles Classification by Dimensional and Morphological Parameters (interpretation matrix).

Traccianti

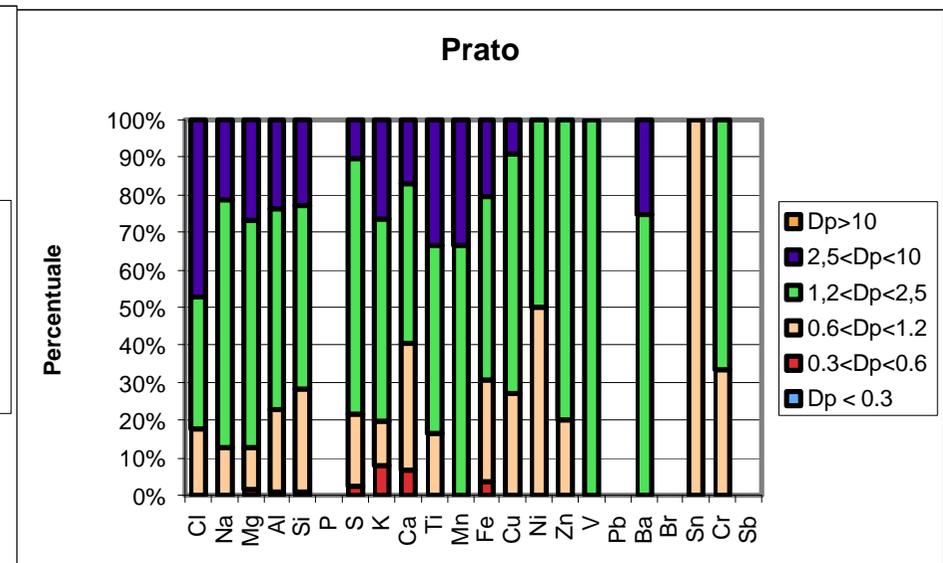
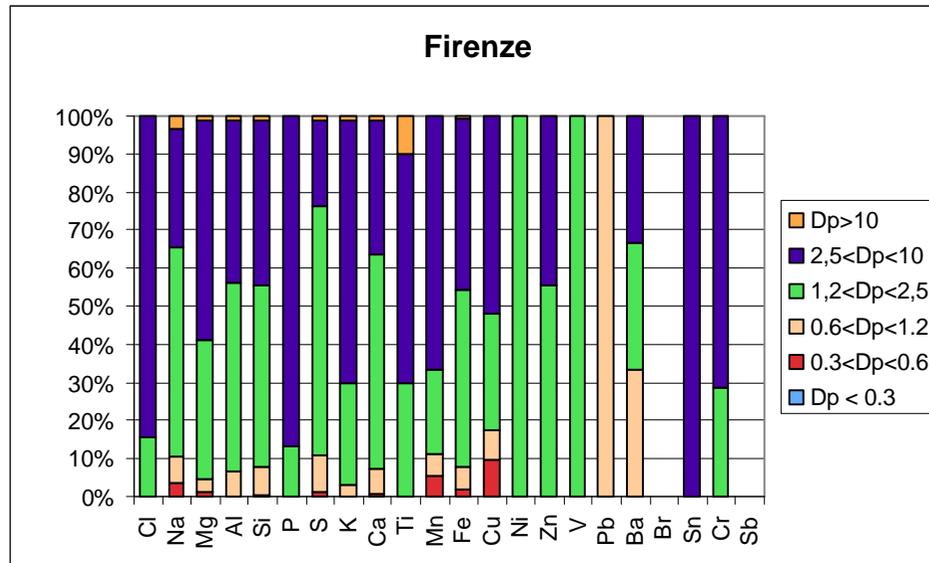
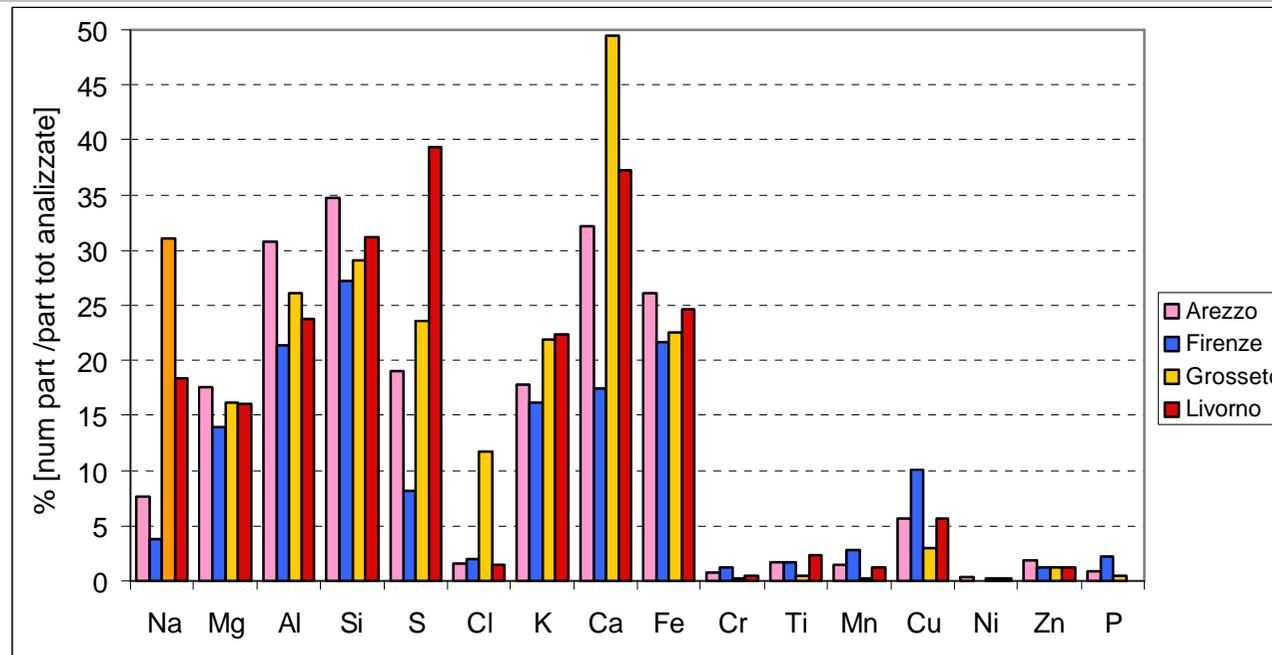
- Dimensioni e morfologia.



Sample	Dim. Unit.	SubUrb A	SubUrb B	Kerbside	Urb A	Urb B
PM10	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	30	52	65	46	38
N. Conc.	[$\#\text{N}/\text{cm}^3$]	8512	9315	14487	9743	8258
V. Conc.	[$\mu\text{m}^3/\text{cm}^3$]	32	29	54	16	12
Crustal	[%]	21 →	27	10	6	3
Biogenic	[%]	0	0	3	0	0
Salt	[%]	0	0	12	0	0
Soot cluster	[%]	36	47	13	40	36
UF	[%]	43 →	26	62	54	61

L'identificazione delle sorgenti del PM10

C. Grassi, I. Ciucci, M. Mazzini, L. Tognotti



Receptor Modeling

- Modellistica a Recettore

EPA PMF è uno dei modelli al recettore sviluppato dall'Ufficio ricerche e sviluppo dell'US-EPA (ORD).

L'utilizzatore ha a disposizione un file-matrice di concentrazione dove ogni colonna rappresenta una specie diversa e ogni riga un tempo. Il modello in generale assume la presenza di un numero p di sorgenti (termini "fattori") che impattano su un recettore e che, per ciascuna specie, la concentrazione osservata sia il risultato di combinazioni lineari degli impatti delle p -sorgenti. Il modello PMF utilizza un approccio dei "minimi quadrati vincolati".

$$x_{ij} = \sum_{k=1}^p g_{ik} f_{kj} + e_{ij}$$

L'obiettivo è minimizzare Q

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left(\frac{x_{ij} - \sum_{k=1}^p g_{ik} f_{kj}}{s_{ij}} \right)^2$$

x_{ij} è la concentrazione al recettore per la specie j -esima nel giorno i -esimo

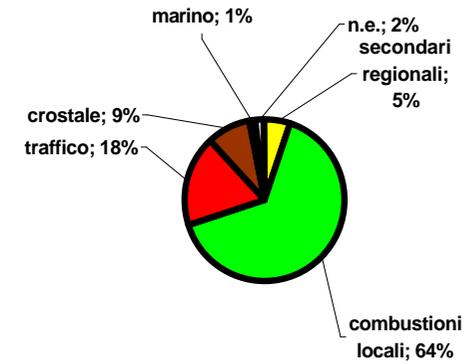
g_{ik} è il contributo del fattore – sorgente k -esimo sul recettore, nel giorno i -esimo

f_{kj} è la frazione del fattore k -esimo corrispondente alla specie j

e_{ij} è il residuo per la specie j nel giorno i

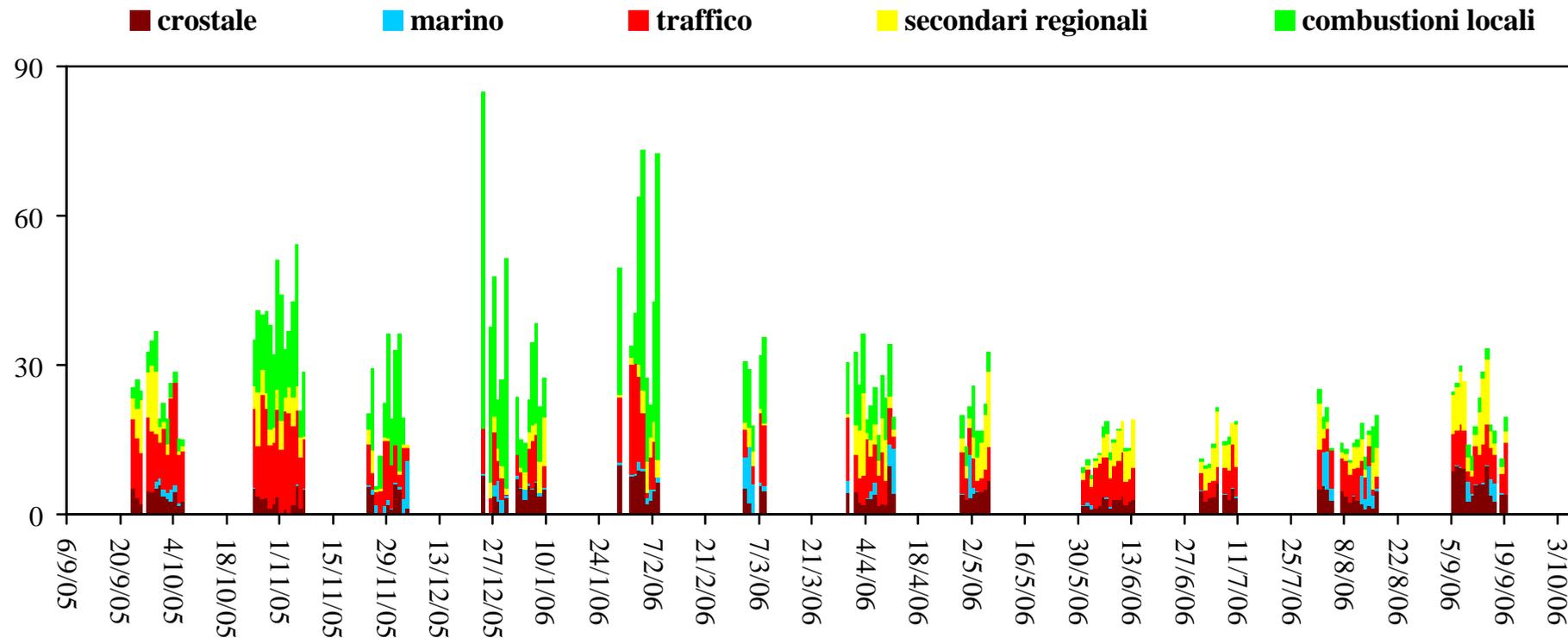
Dove s_{ij} è l'incertezza per la specie j nel giorno i

PM10 > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

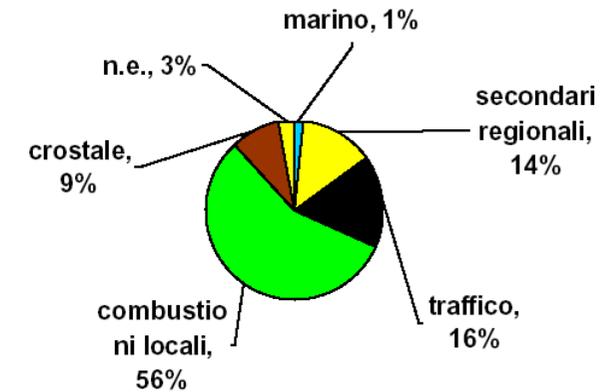


Arezzo

Risultati

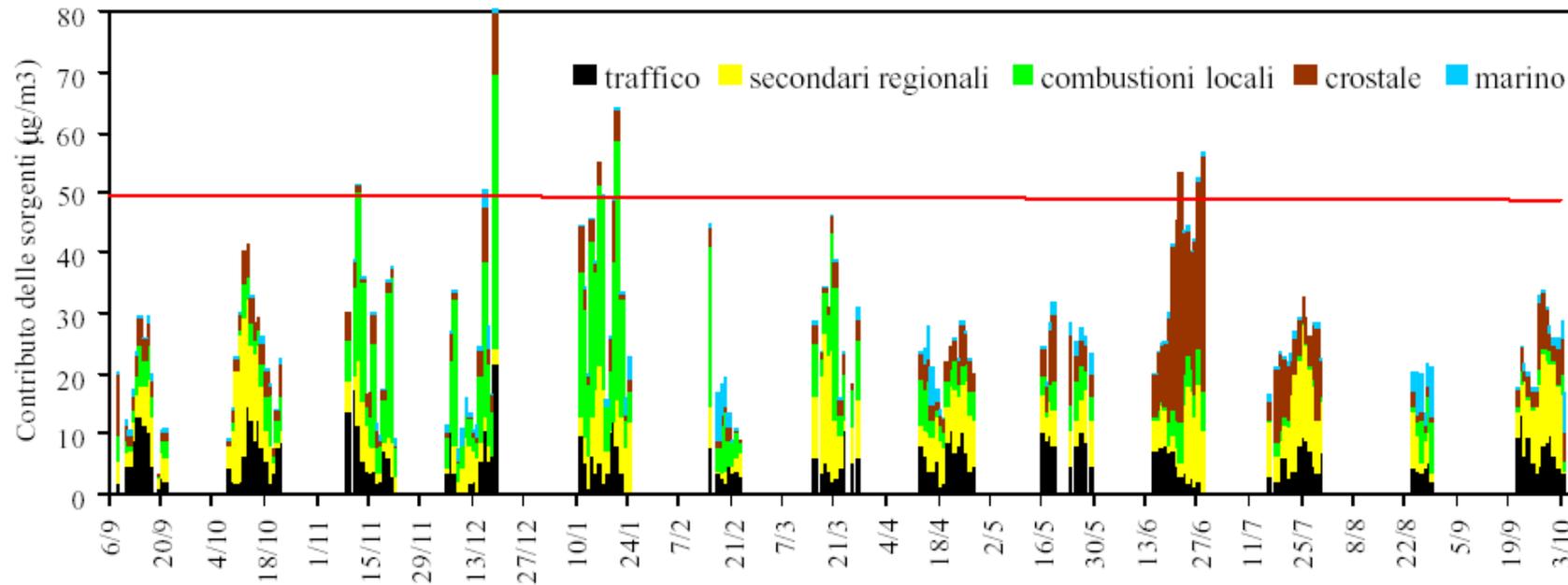


PM10 > 50 µg/m³



FIRENZE

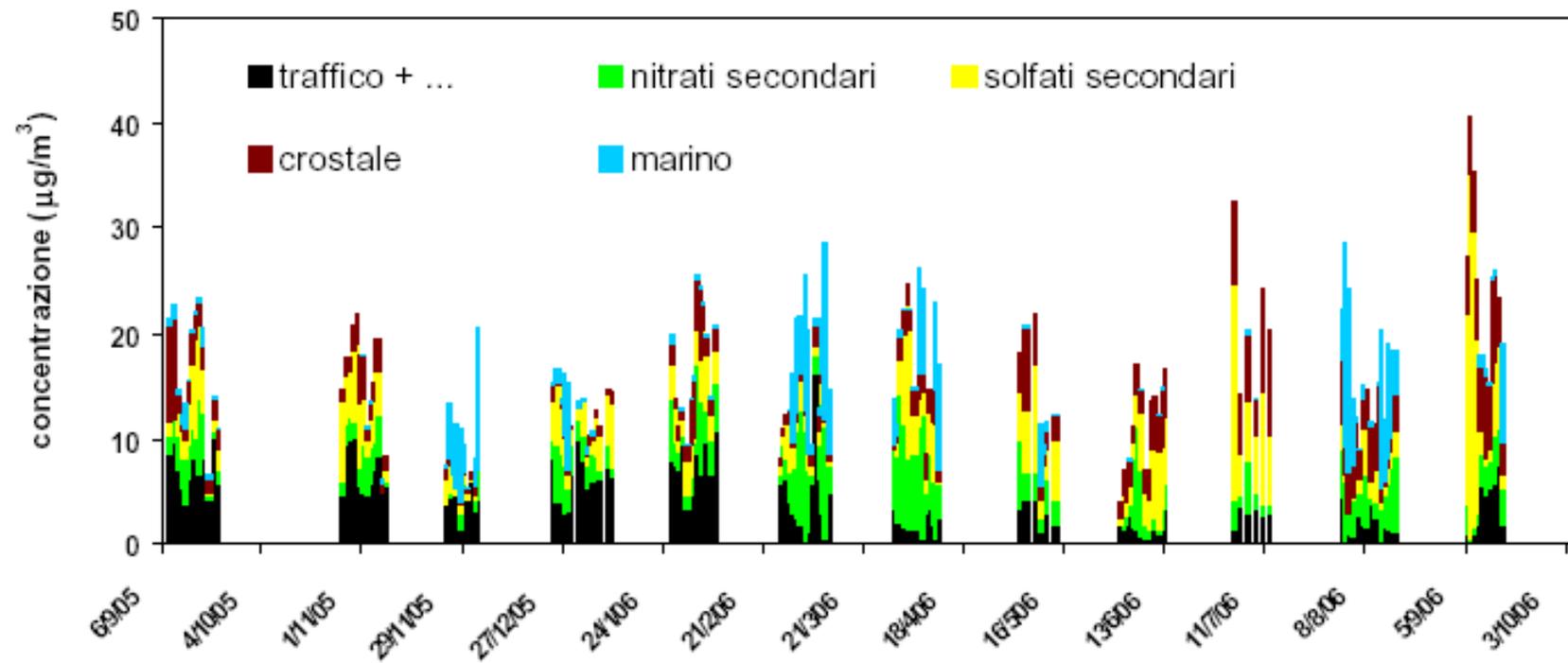
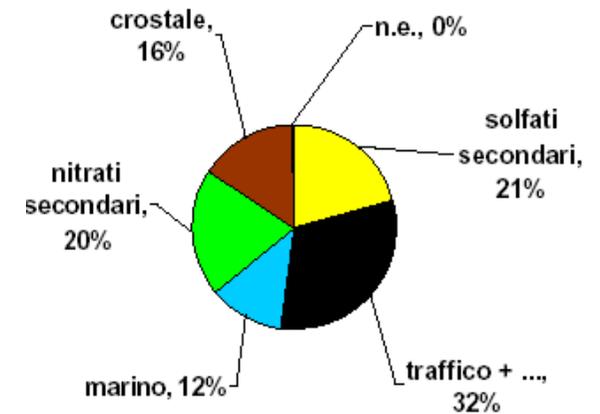
Risultati



LIVORNO

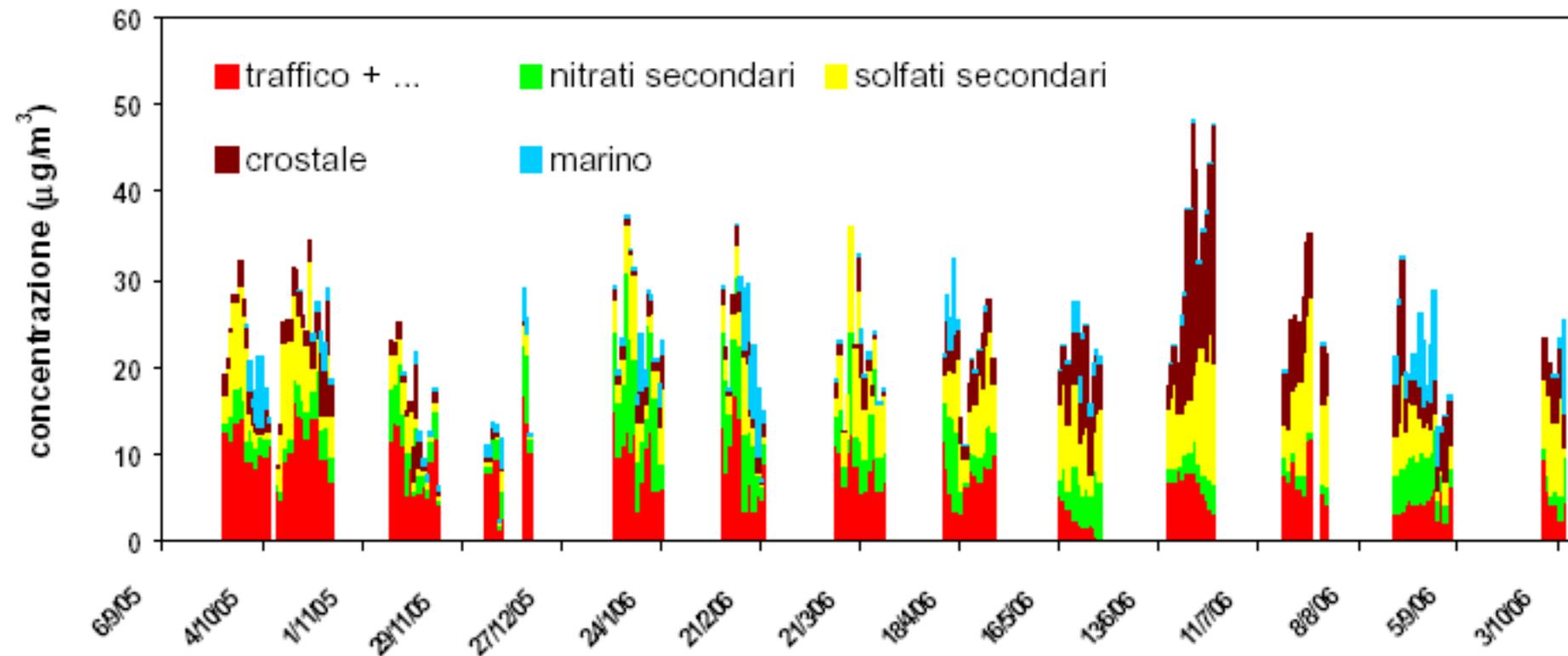
Risultati

PM10 > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

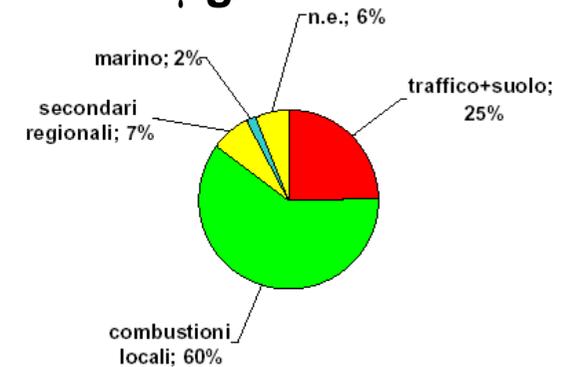


GROSSETO

Risultati

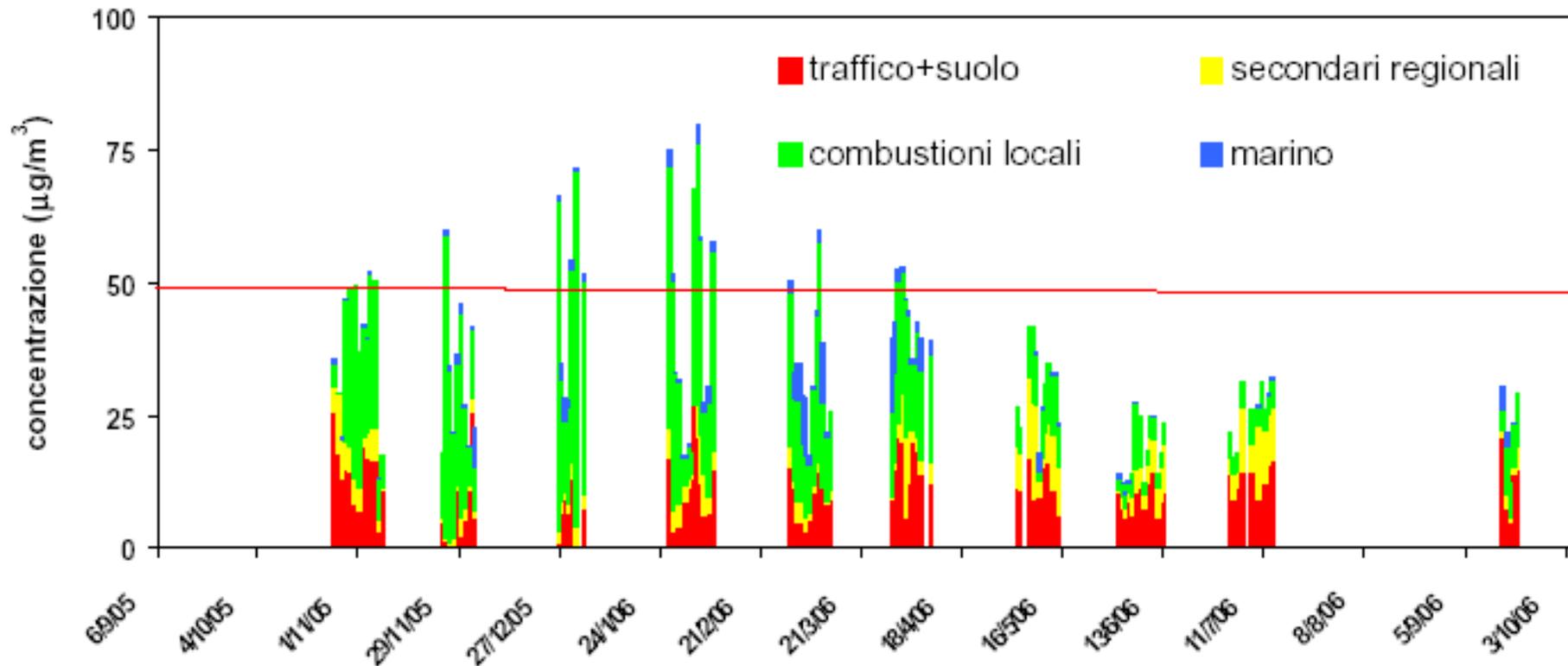


PM10 > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



PRATO

Risultati



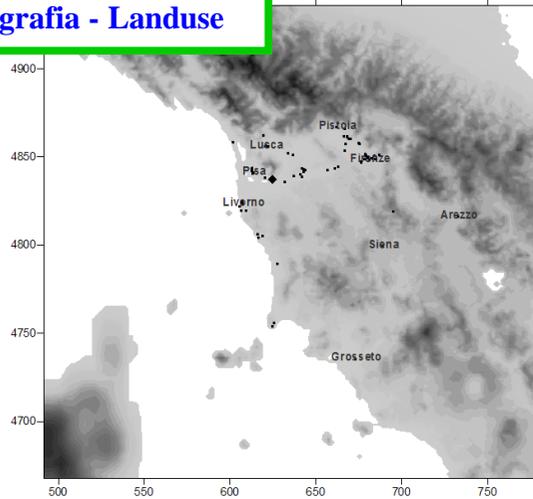
Modellistica Ambientale

L'identificazione delle sorgenti del PM10

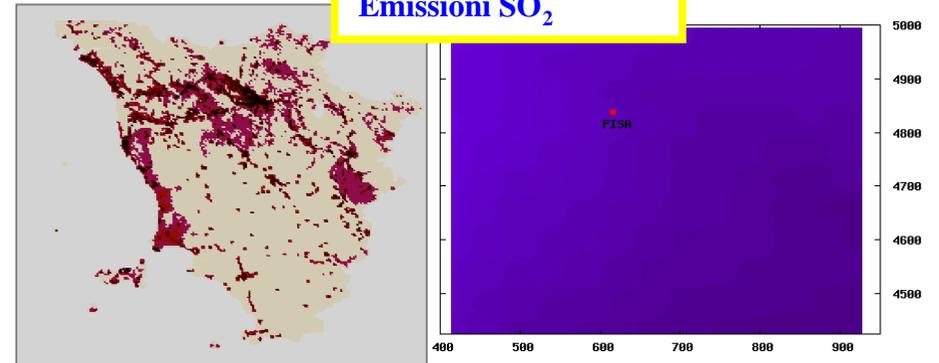
C. Grassi, I. Ciucci, M. Mazzini, L. Tognotti



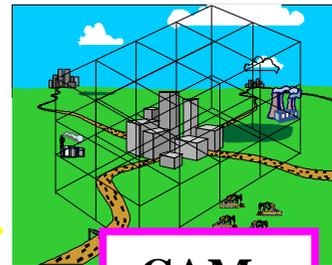
Orografia - Landuse



Emissioni SO₂



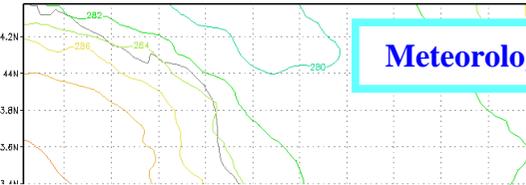
IC / BC



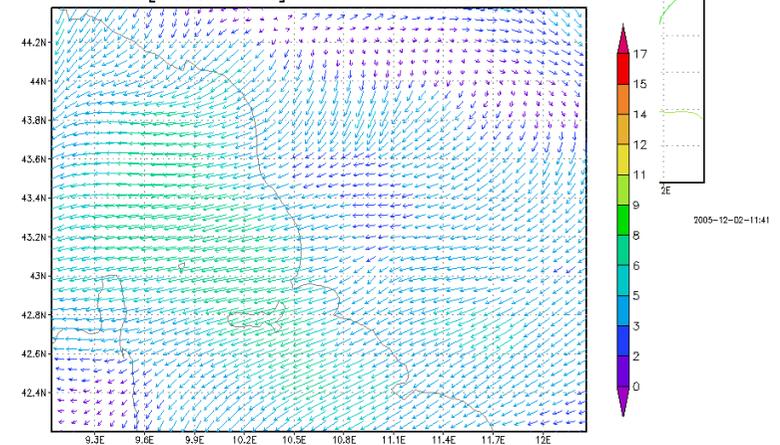
CAMx

Meteorologia

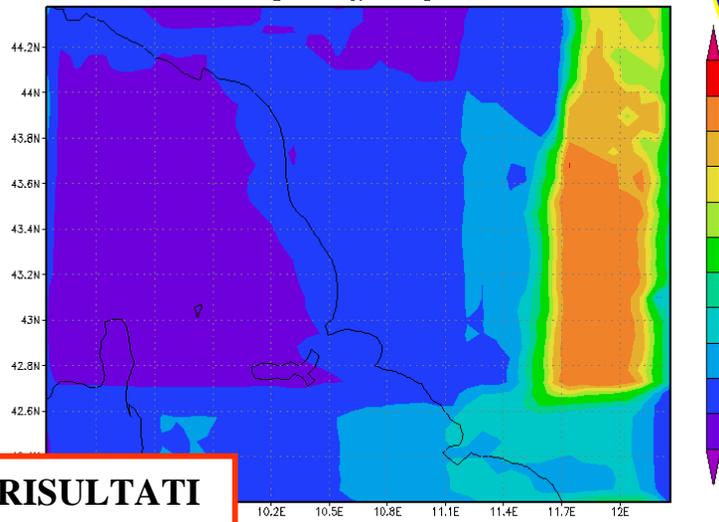
Temperatura [isoterme] 01:00 11 novembre 2005



Vento [stream lines] 01:00 11 novembre 2005



Concentrazione PM totali [microg/m³] 01:00 11 novembre 2005



RISULTATI

GRADS: COLA/IGES

2005-12-02-12:34

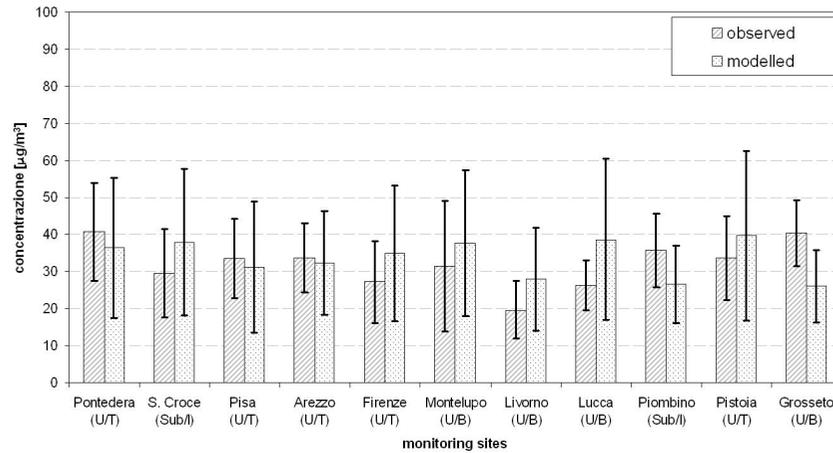
GRADS: COLA/IGES

9

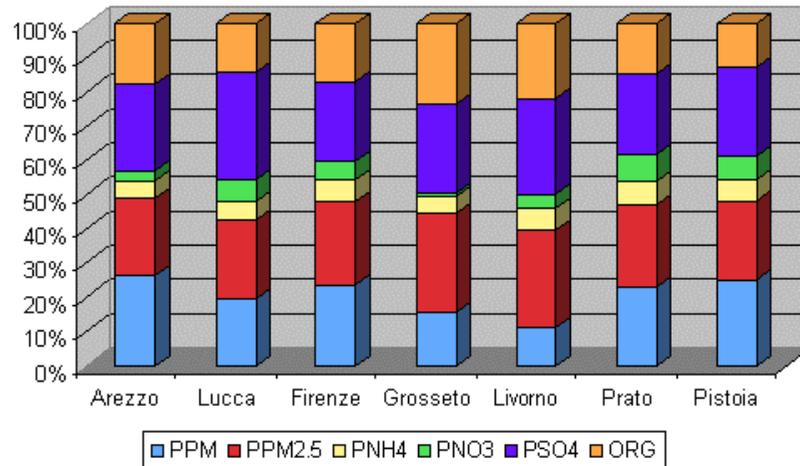
2005-12-02-11:44



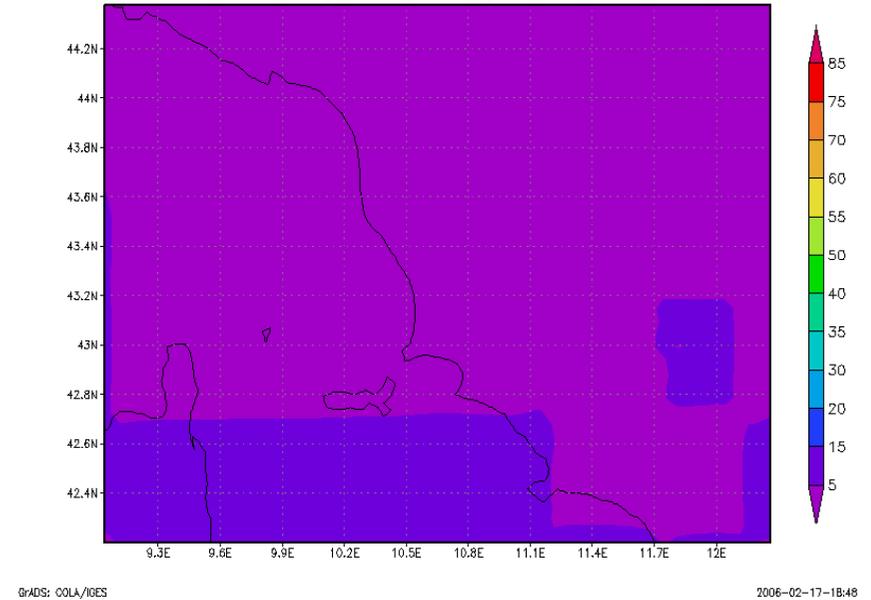
Modellistica Ambientale



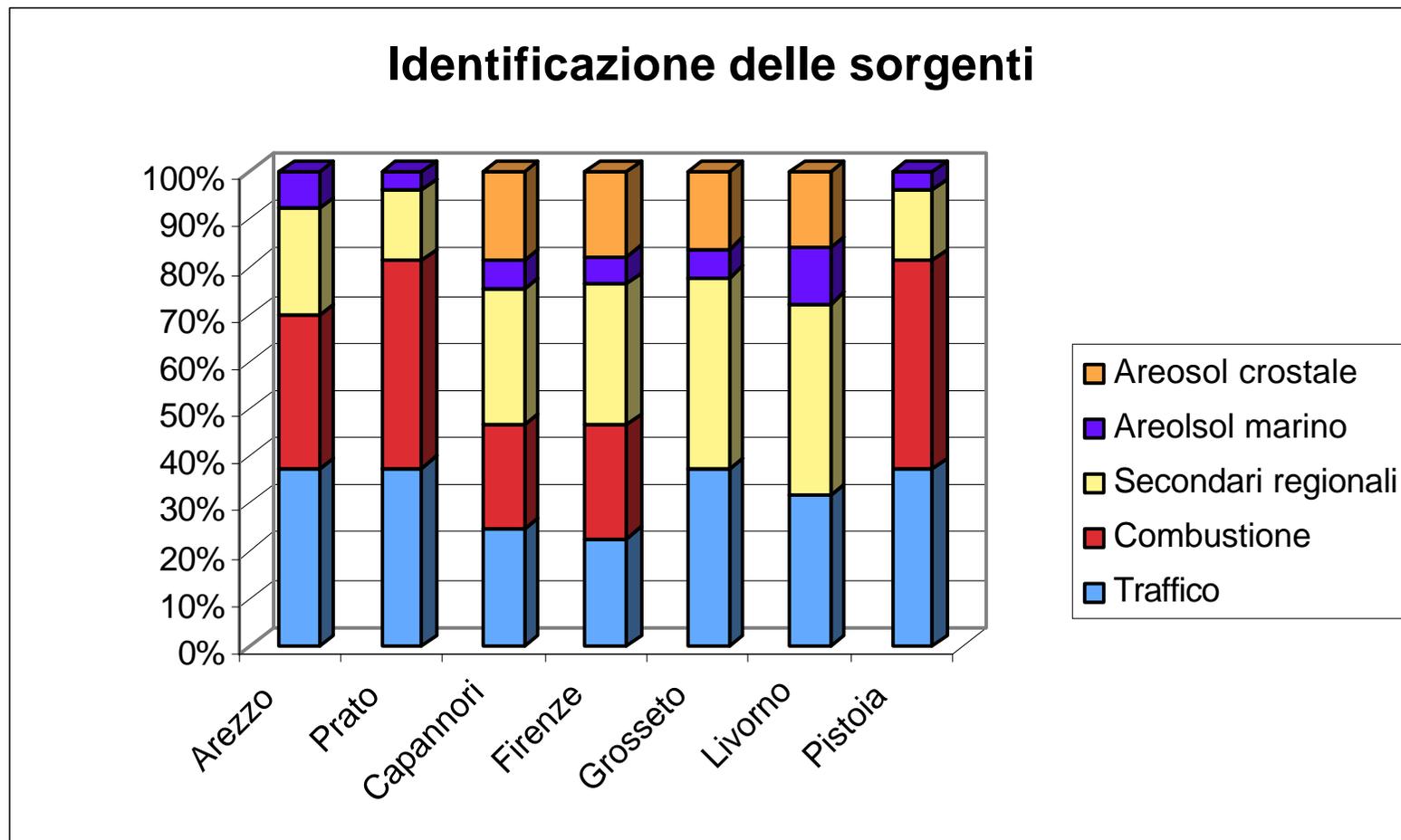
Composizione PM



Concentrazione PM [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 01:00 08 ottobre 2005



Discussione

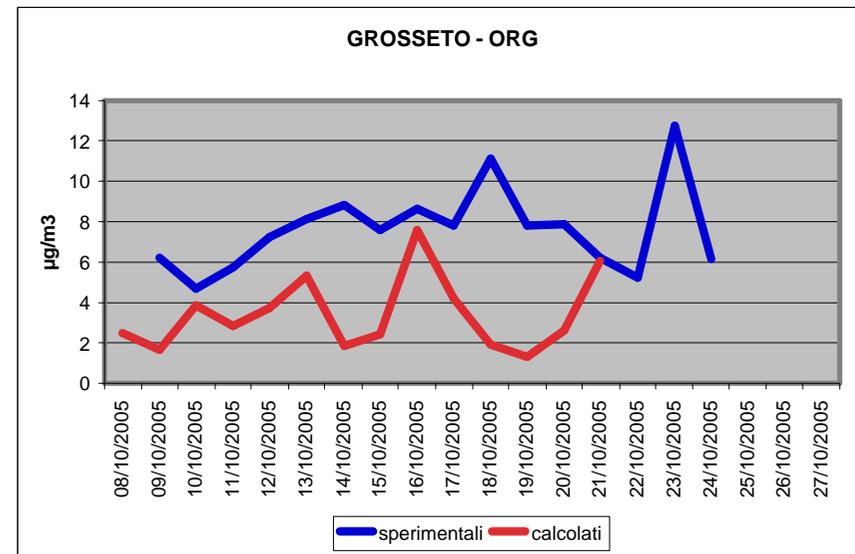
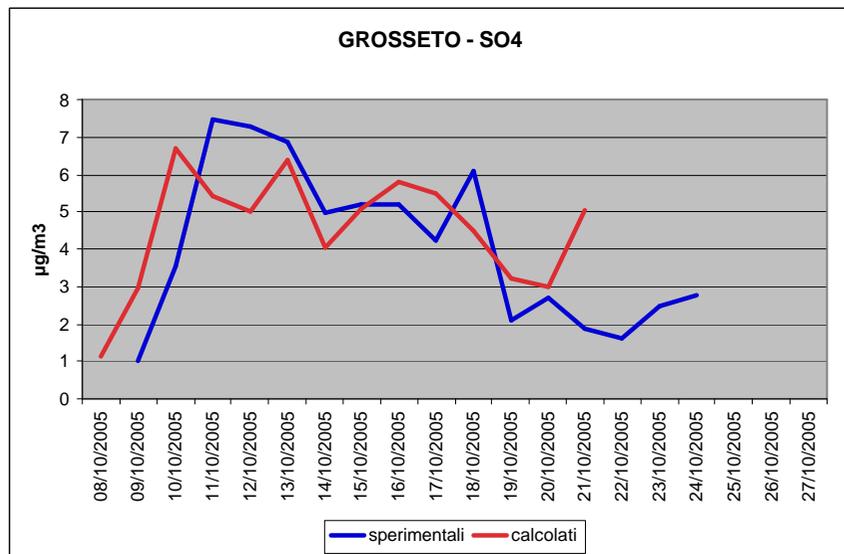
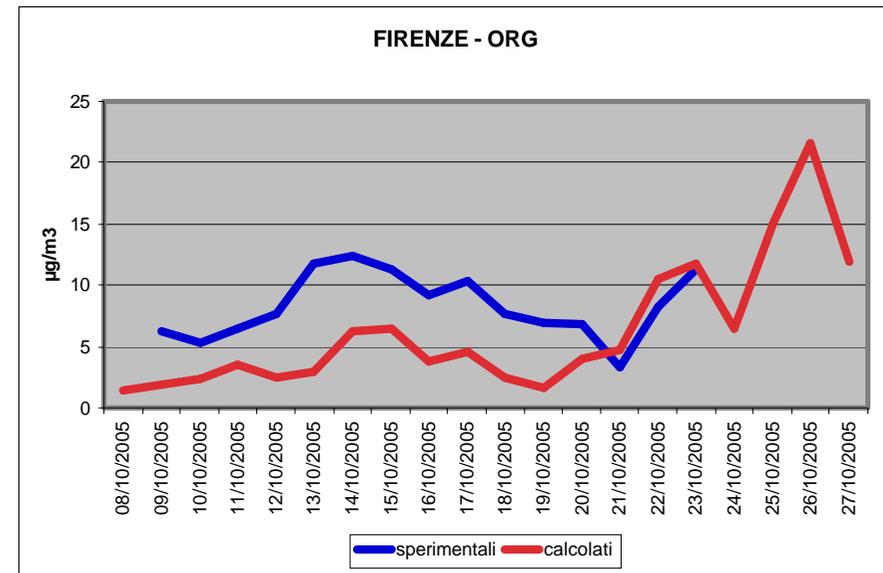
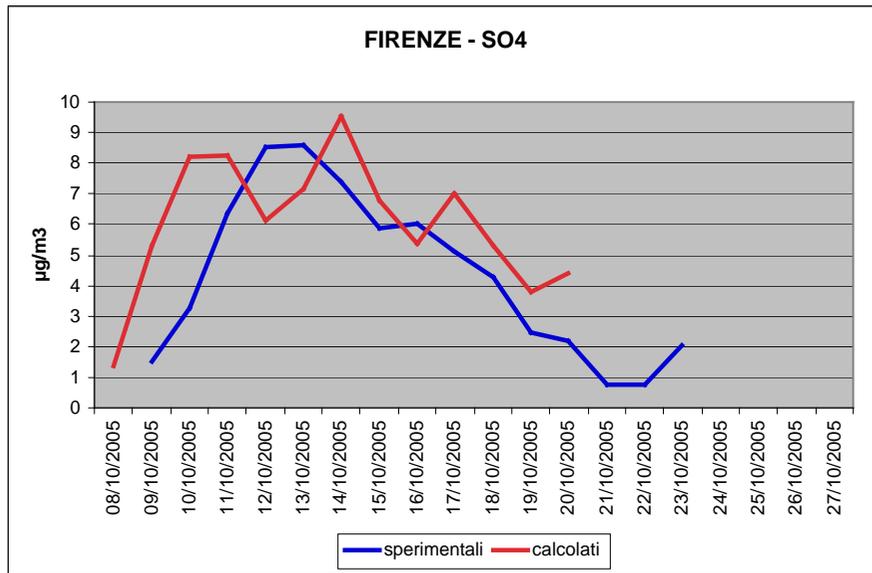


Conclusioni

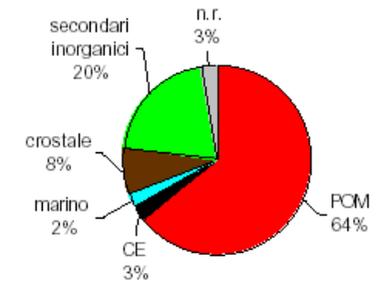
- Le analisi svolte su un considerevole numero di campioni hanno permesso di individuare le principali sorgenti delle PM in Toscana.
- Sono state individuate importanti variazioni stagionali e sito dipendenti.
- L'applicazione di molteplici metodologie di studio delle sorgenti ha permesso confrontare i risultati e approfondire casi specifici.
- Il lavoro svolto ha un'importante ricaduta, infatti:
 - ha permesso di sviluppare una metodologia ripetibile e confrontabile con altre esperienze;
 - Base di dati sulla quale lavorare e sviluppare studio.
 - sarà possibile utilizzare questi risultati per la gestione della qualità dell'aria su scala regionale e locale.

L'identificazione delle sorgenti del PM10

C. Grassi, I. Ciucci, M. Mazzini, L. Tognotti



PM10 > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MONTALE - INVERNO



Montale

Risultati

