



“L'inquinamento da polveri PM10 e PM25 in toscana”

Morfologia e composizione Isotopica



UNIVERSITÀ DI PISA

L'inquinamento da polveri PM10 e PM2.5 in Toscana

Gruppo di lavoro

Dipartimento Ingegneria Meccanica Nucleare e della Produzione

Dipartimento di Ingegneria Chimica, Chimica Industriale e Scienze dei Materiali

L.Tognotti, V. Bonuccelli, S. Verrilli, I.Ciucci, M.Mazzini, C.Grassi

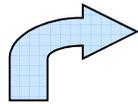
IGG-CNR

M. Guidi, I. Minardi, E. Bulleri

29 Novembre 2012 - Firenze

Indice

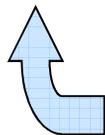
- La qualità dell'aria
- Il particolato aerodisperso
- Tecniche di analisi avanzate
- Applicazione al progetto PATos I e II



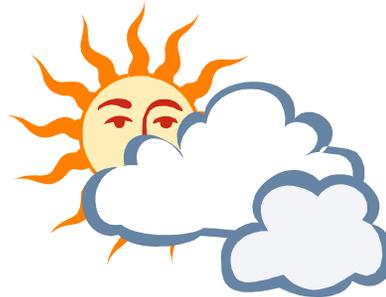
Emissioni



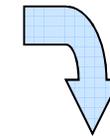
Inquinanti Regolamentati
(SO_x, NO_x, CO, Particolato etc.)



Chimica dell'Atmosfera



Inquinanti Primari
Inquinanti Secondari
(O₃, Particolato, Piogge Acide, etc.)



Effetti sulla salute



Patologie Croniche
(asma, allergie e cancro)
Patologie Acute
(bronchiali e cardiovascolari)

Effetti sull'Ambiente



Ambiente
(Deterioramento dei Materiali,
Alterazione Ecosistema e
Vegetazione, Diminuzione Visibilità, Cambiamenti climatici)

Sorgenti di PM10



PM



L'inquinamento da polveri fini PM10 e PM25 in Toscana

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
SO ₄ -Solfati	Aerosol marino	Combustione di combustibili fossili	Aerosol marino	--	Ossidazione di S ridotto emesso da oceano e paludi; ossidazione di SO ₂ e H ₂ S da vulcani e incendi forestali.	Ossidazione di SO _x emessi dalla combustione di combustibili fossili.
NO ₃ -Nitriti	--	Scarico motori a scoppio	--	--	Ossidazione di NO _x prodotti dal suolo, incendi di foreste e irraggiamento solare.	Ossidazione di NO _x emessi dalla combustione di combustibili fossili.
Minerali	Erosione ritrascinamento	Polvere diffusa da strade, agricoltura, foreste.	--	Polvere diffusa da strade, agricoltura, foreste.	--	--
NH ₄ ⁺ Ammonio	--	Scarico motori a scoppio	--	--	Emissioni di NH ₃ da animali selvaggi e suolo anaerobico.	Emissioni di NH ₃ 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.	--	--	--

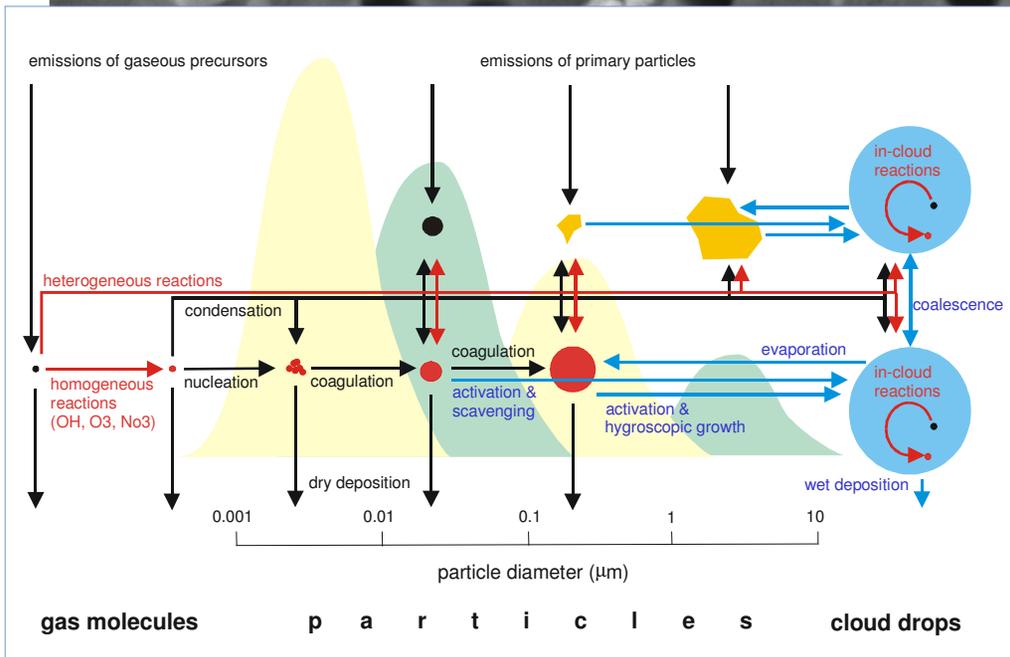
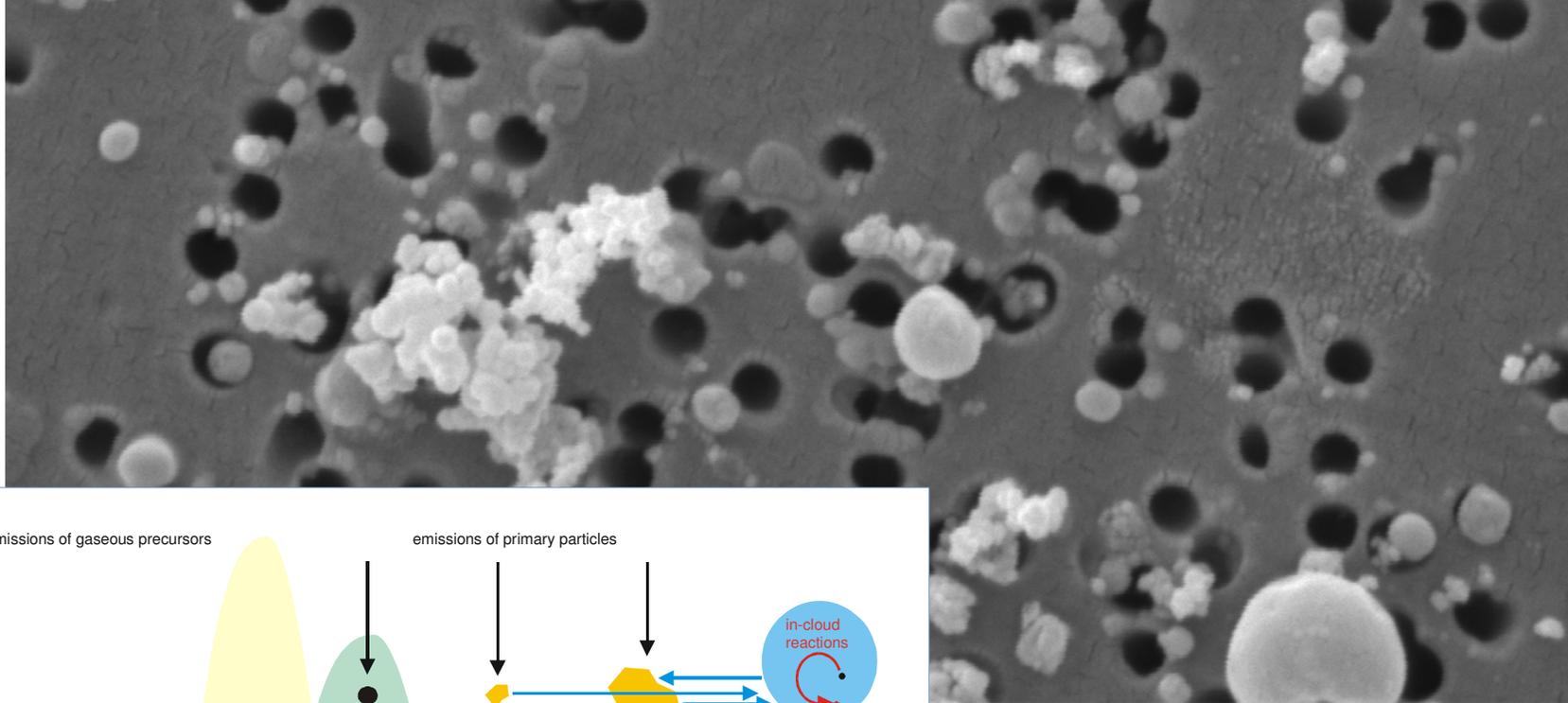


L'inquinamento da polveri fini PM10 e PM25 in Toscana

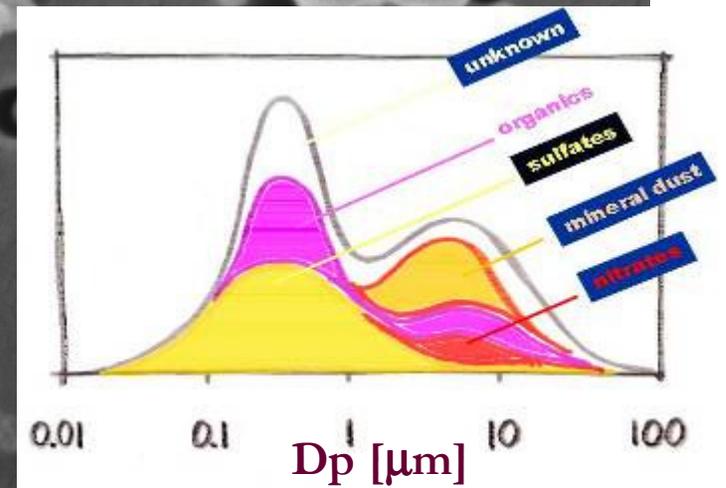
L. Tognotti



a



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

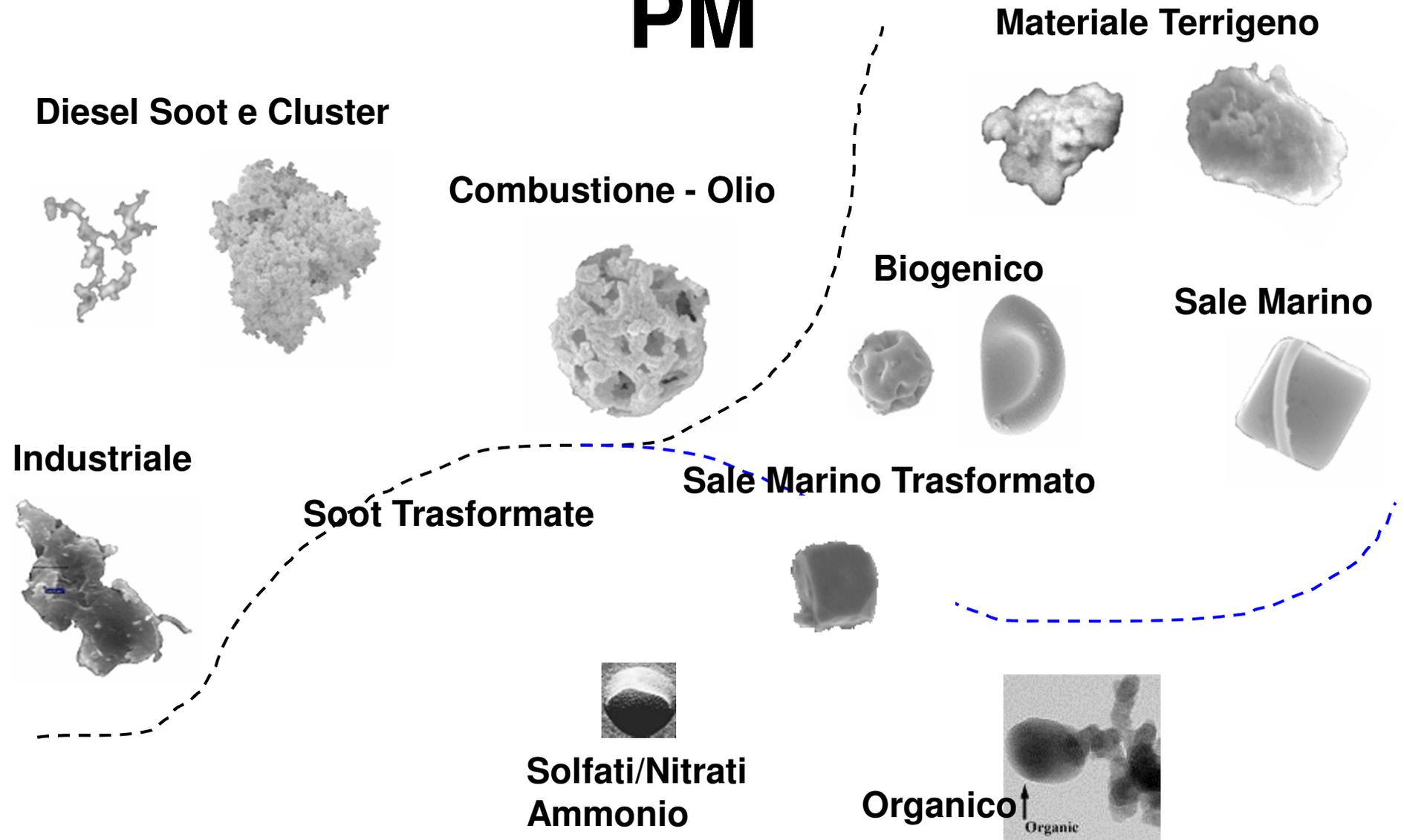


"Progetto Regionale PATOS I e II"

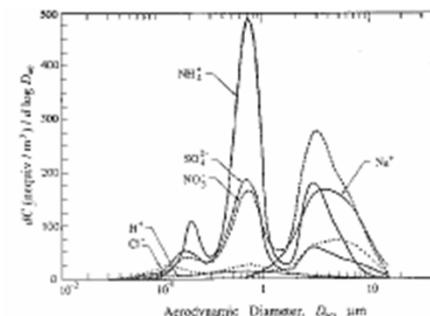
Firenze - 29 Novembre 2012



PM



PM - Dimensioni

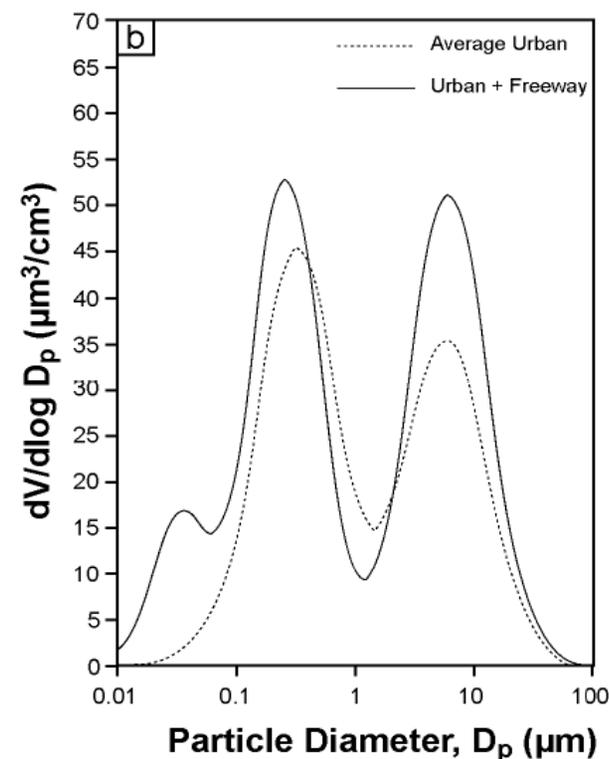


- Concentrazioni in numero e massa differenti da sito a sito:

– 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

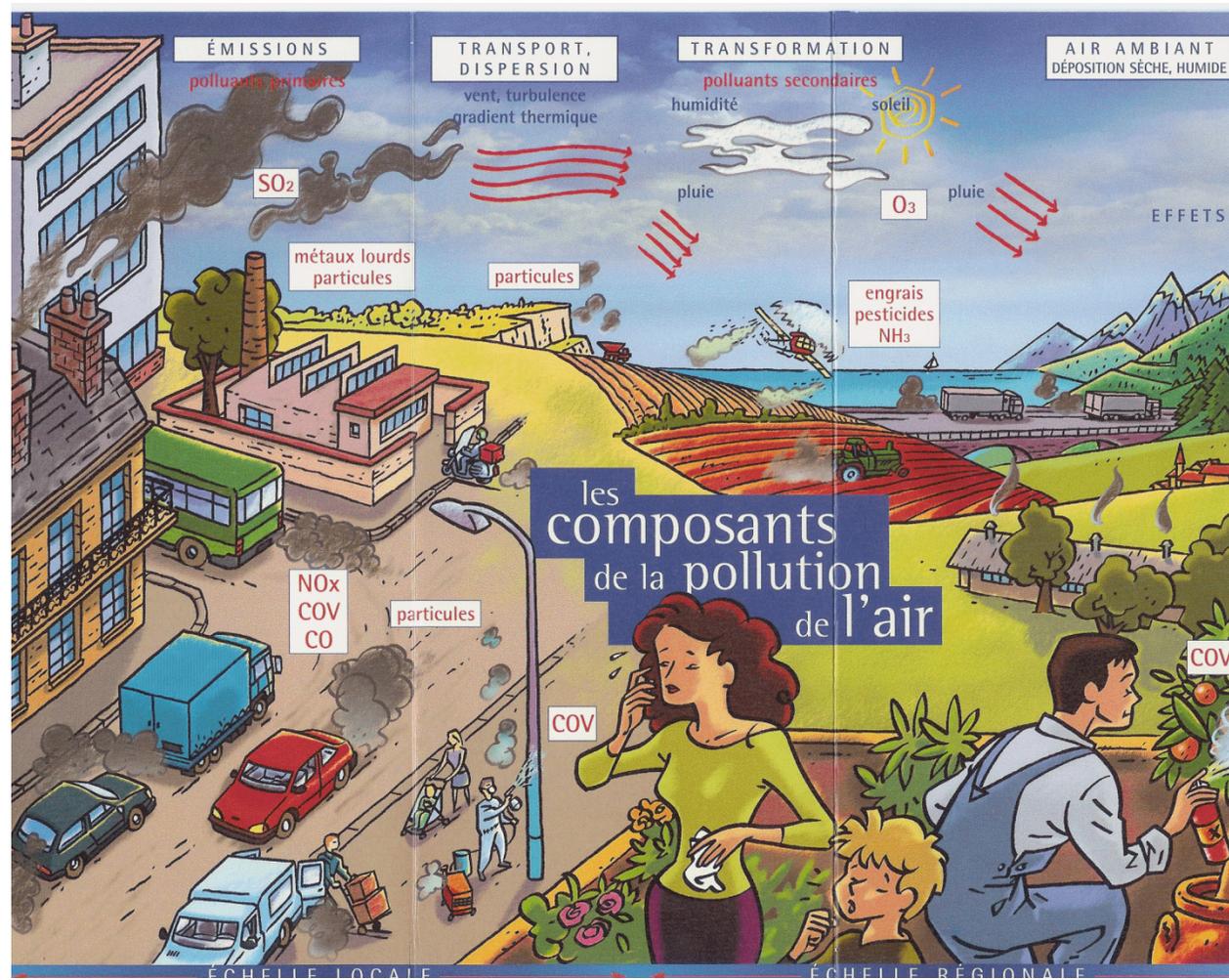


Individuazione delle sorgenti

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)

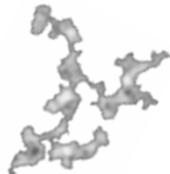


Composizione chimica: Al, Fe, Mg, Si

Dimensioni: $< 1 \mu\text{m}$

Morfologia: $1,05 < \text{FD} < 1,5$; $1,5 < \text{RD} < 7,5$; $1,05 < \text{Aspect} < 4,0$

- Traffico diesel



Composizione chimica: BC, OC

Dimensioni: $D_{\text{mean}} < 30 \mu\text{m}$

Morfologia: $1,05 < \text{FD} < 1,5$; $1,5 < \text{RD} < 7,5$; $1,05 < \text{Aspect} < 4,0$

- Aerosol marino



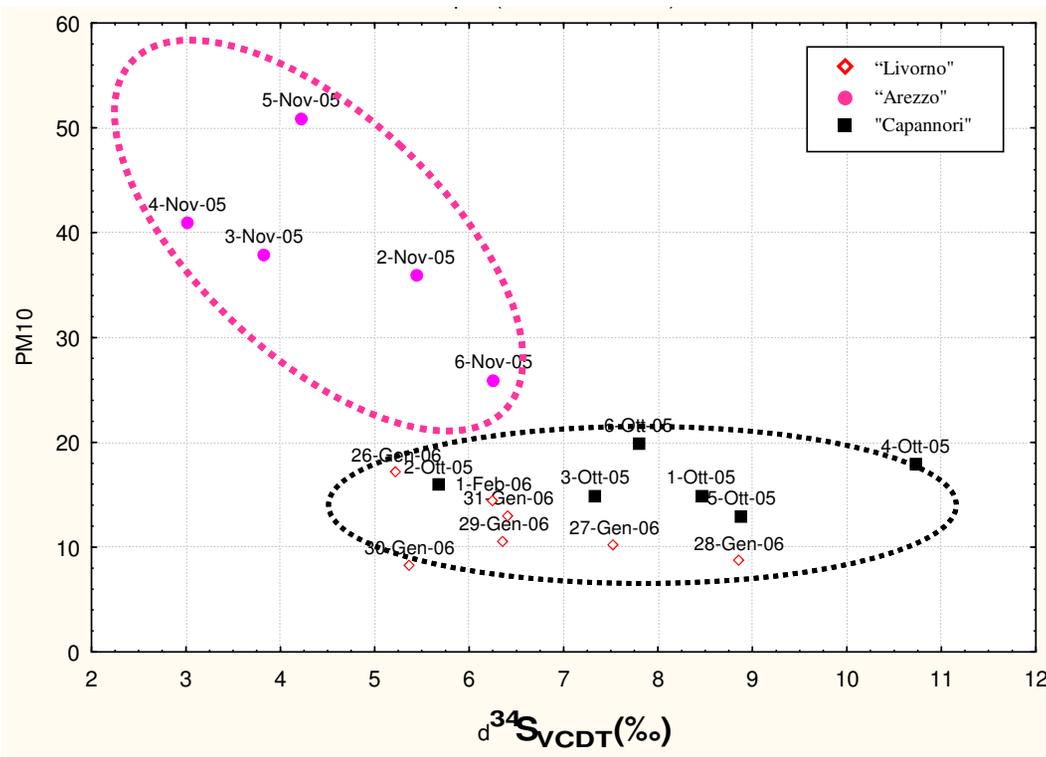
Composizione chimica: Secondari Inorganici, sea salt

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

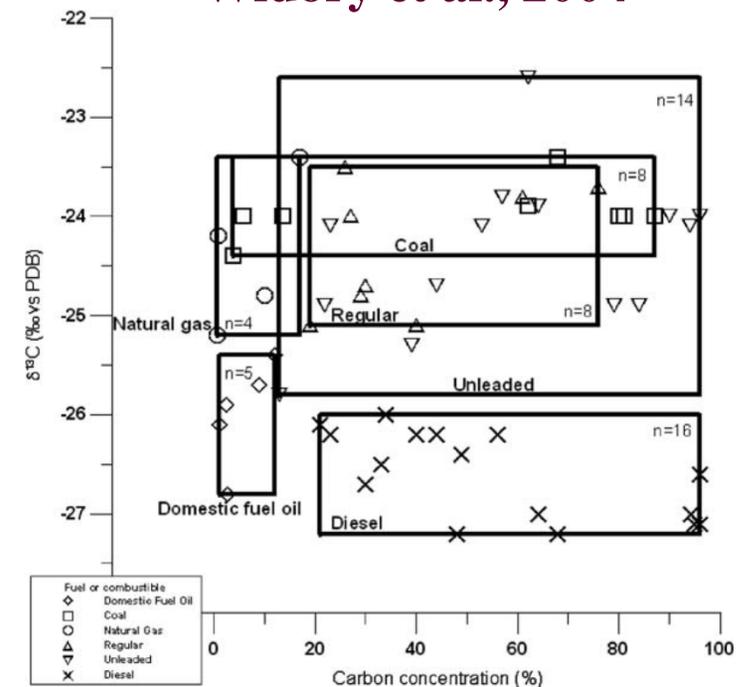
Morfologia: $\text{FD} < 1,1$; $\text{RD} < 1,5$; $\text{Aspect} < 2,0$

Traccianti

- Determinazione caratteristiche isotopiche del carbonio, zolfo.



Widory et al., 2004

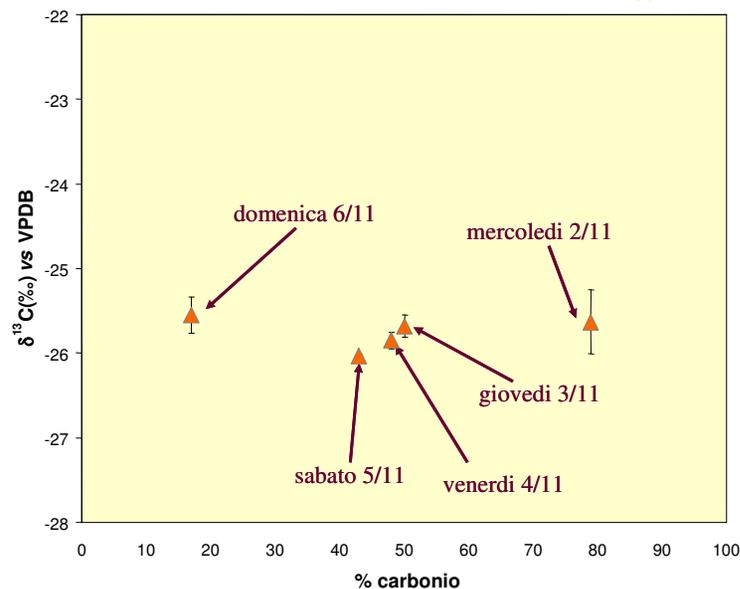


Traccianti

- Arezzo, Livorno

PATOS I PM10

AREZZO-Urbana Traffico

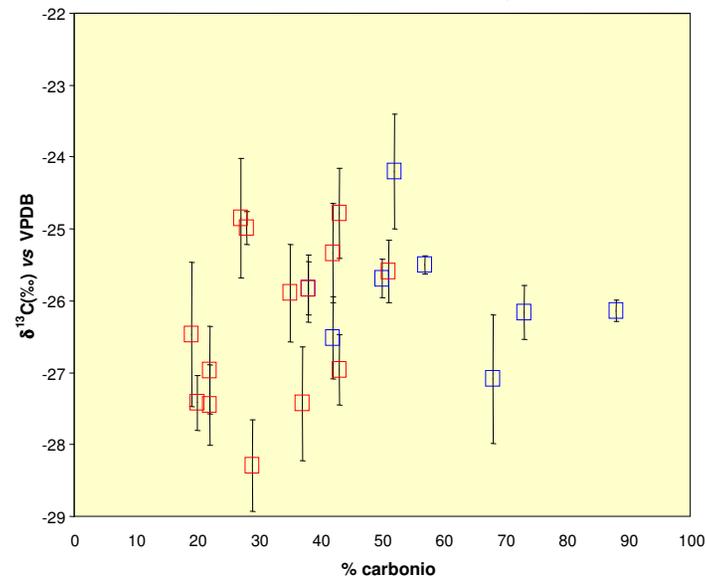


▲ novembre 2005

$$\delta^{13}\text{C}(\text{‰}) = -25,75\text{‰} \pm 0,20\text{‰}$$

$$\%C = 47\% \pm 22\%$$

LIVORNO-Periferica Fondo



□ gennaio

$$\delta^{13}\text{C}(\text{‰}) = -25,90\text{‰} \pm 0,85\text{‰}$$

$$\%C = 61\% \pm 14\%$$

□ marzo/aprile

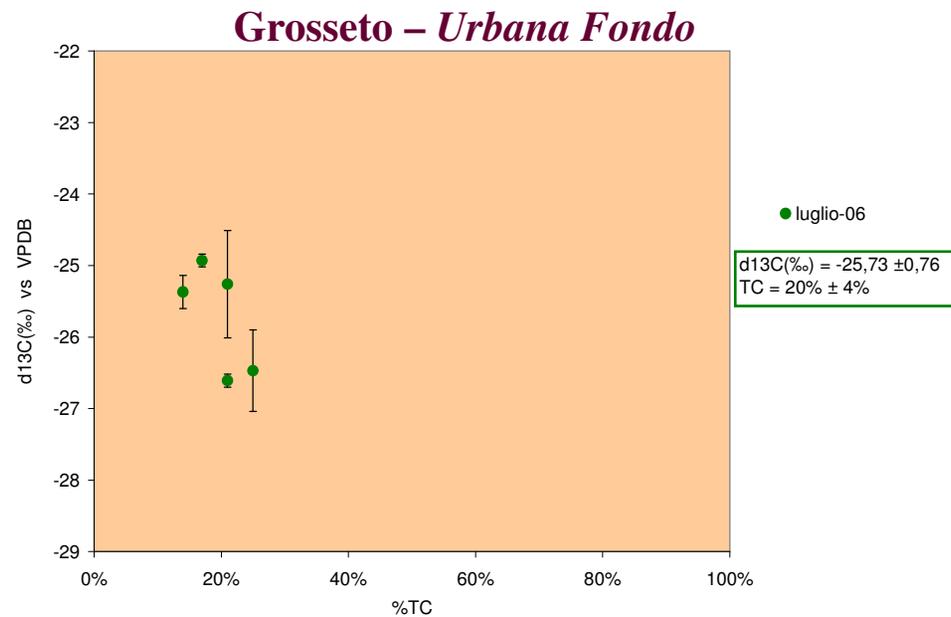
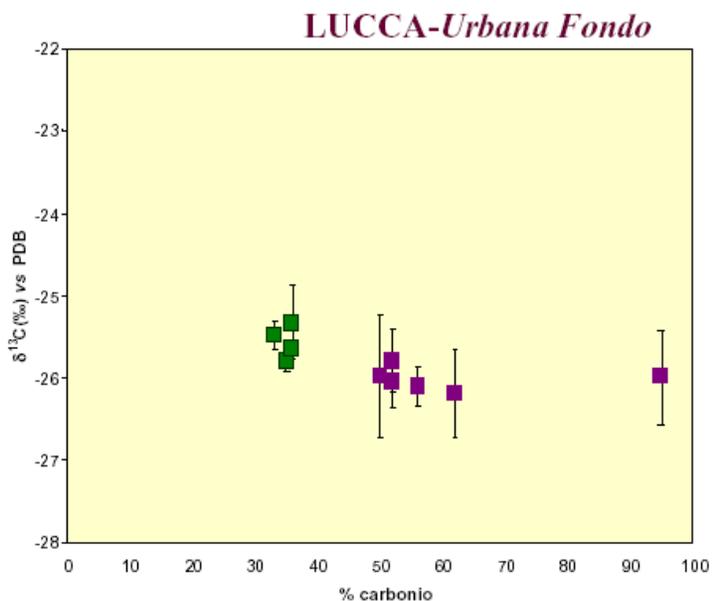
$$\delta^{13}\text{C}(\text{‰}) = -26,30\text{‰} \pm 1,10\text{‰}$$

$$\%C = 32\% \pm 10\%$$

Traccianti

- Capannori, Grosseto

PATOS I
PM10

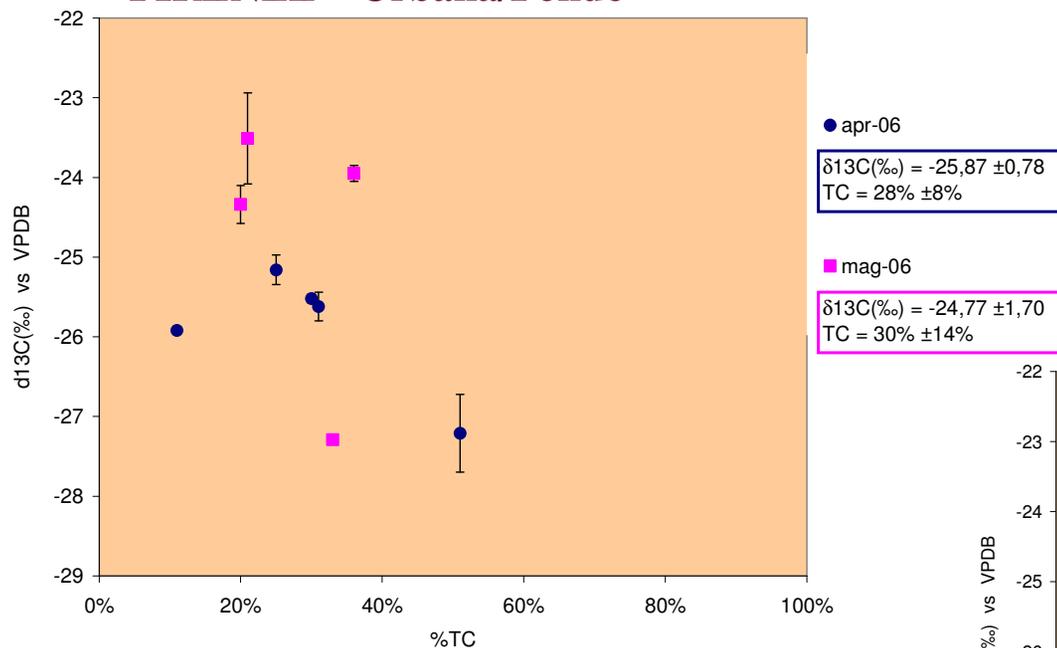


Traccianti

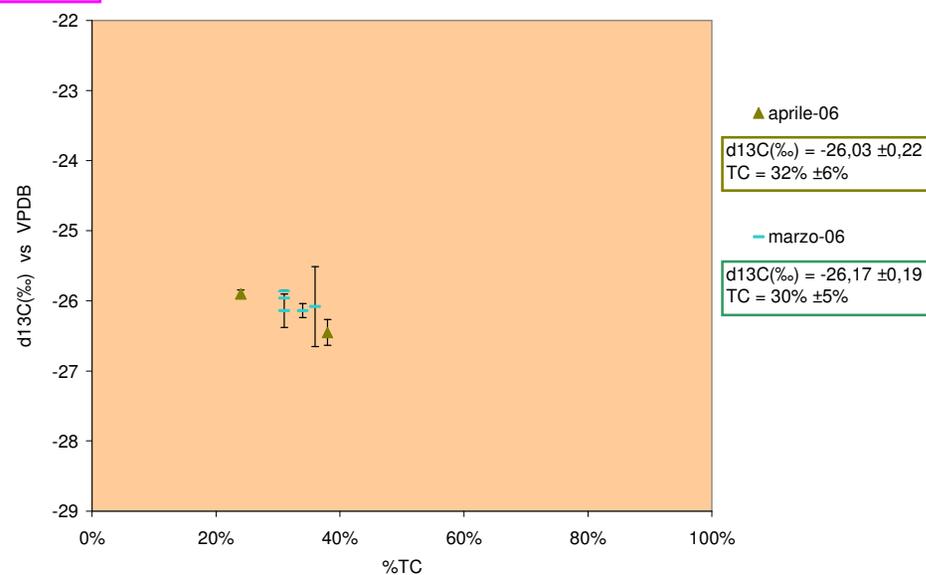
- Firenze, Prato

PATOS I PM10

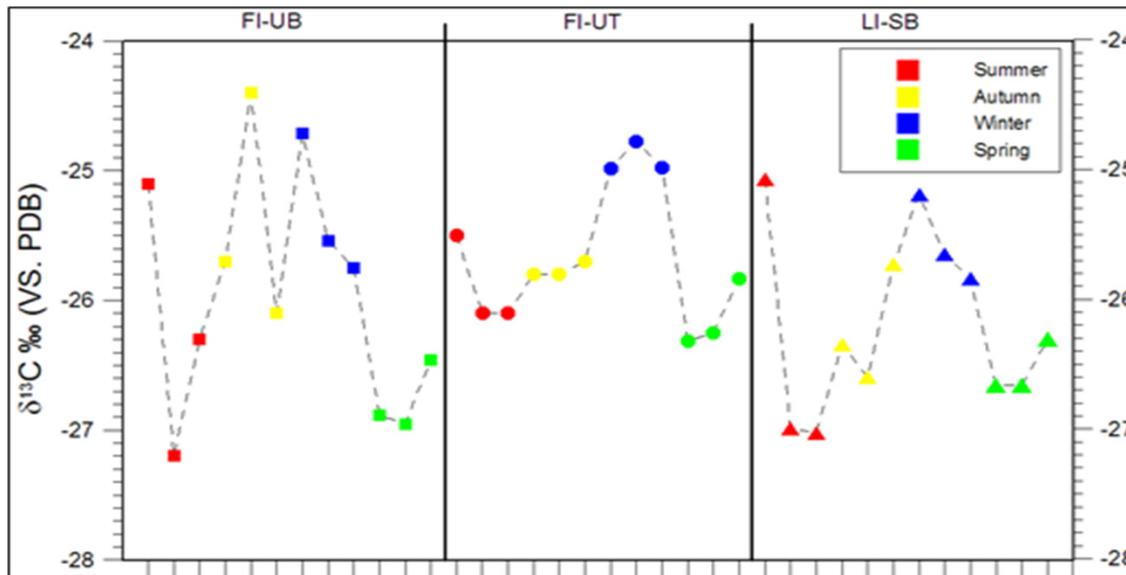
FIRENZE – Urbana/Fondo



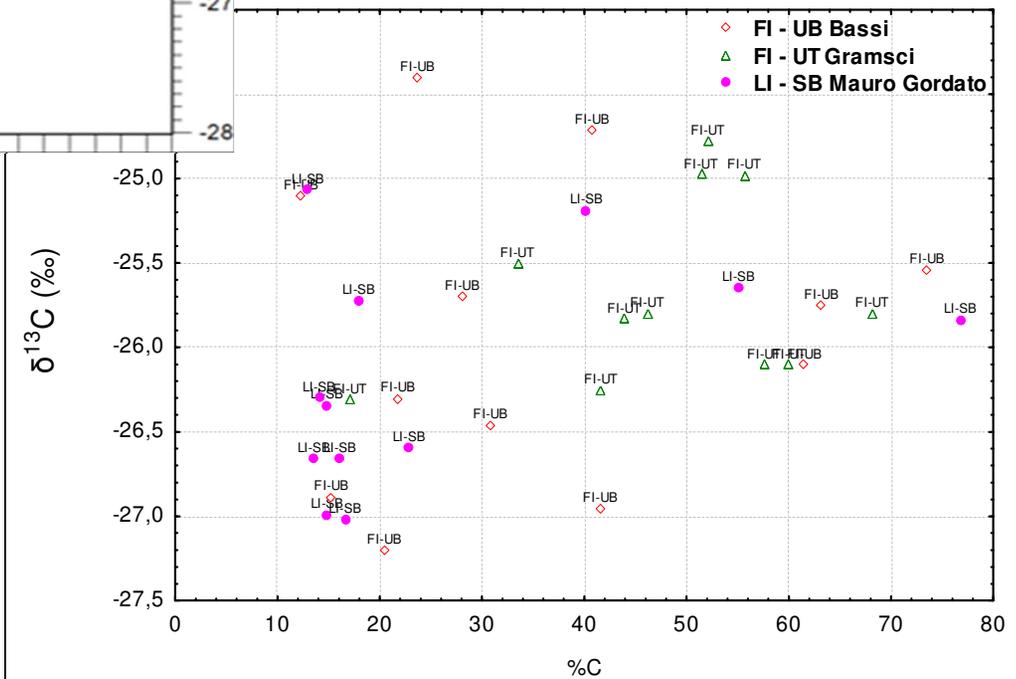
PRATO – Urbana/Traffico



PATOS II PM25



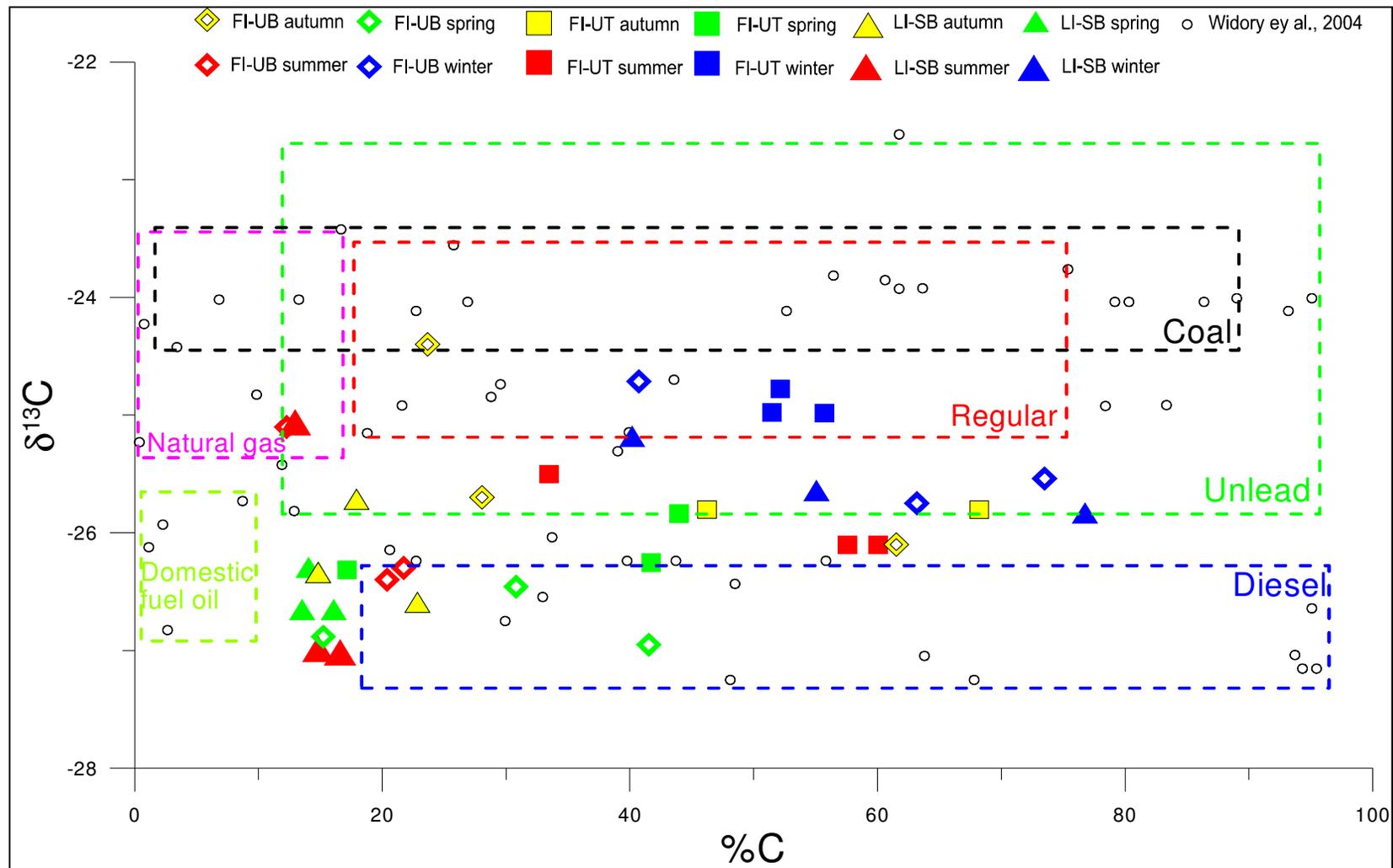
Valore del $\delta^{13}\text{C}$ (‰) in funzione della % C



I dati di $\delta^{13}\text{C}$ ottenuti per ciascuna postazione sono stati elaborati per cercare di ottenere informazioni circa la tipologia di sorgenti che contribuiscono alla qualità dell'aria.

L'inquinamento da polveri fini PM10 e PM25 in Toscana

L. Tognotti



Raffronto tra i dati dei campioni di Patos II e dati di correlazione tra $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e percentuale di carbonio % C per tipologie di emissioni caratterizzate in letteratura.



Traccianti

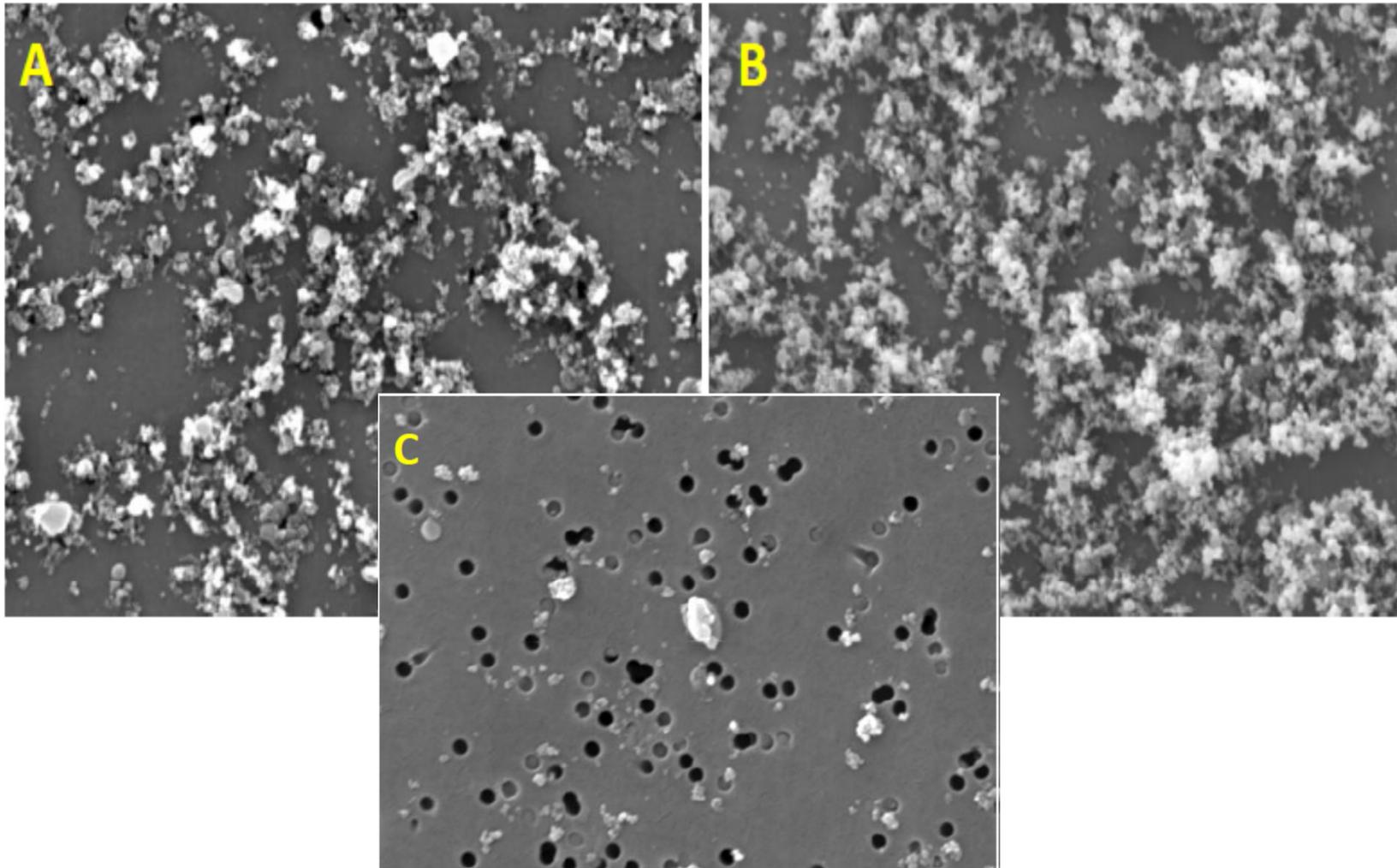
- **Dimensioni e morfologia.**

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

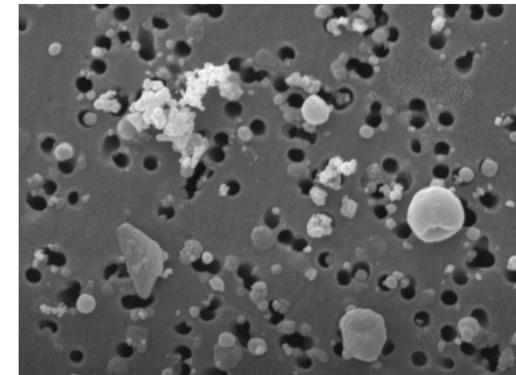
Table. Particles Classification by Dimensional and Morphological Parameters (interpretation matrix).



Esempio di immagini ottenute da filtri campionati nei tre siti PATOS II: Firenze BASSI (A); Firenze GRAMSCI (B); LIVORNO (C).

Traccianti

- Dimensioni e morfologia.



PATOS I PM10

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.	[$\#/\text{cm}^3$]	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

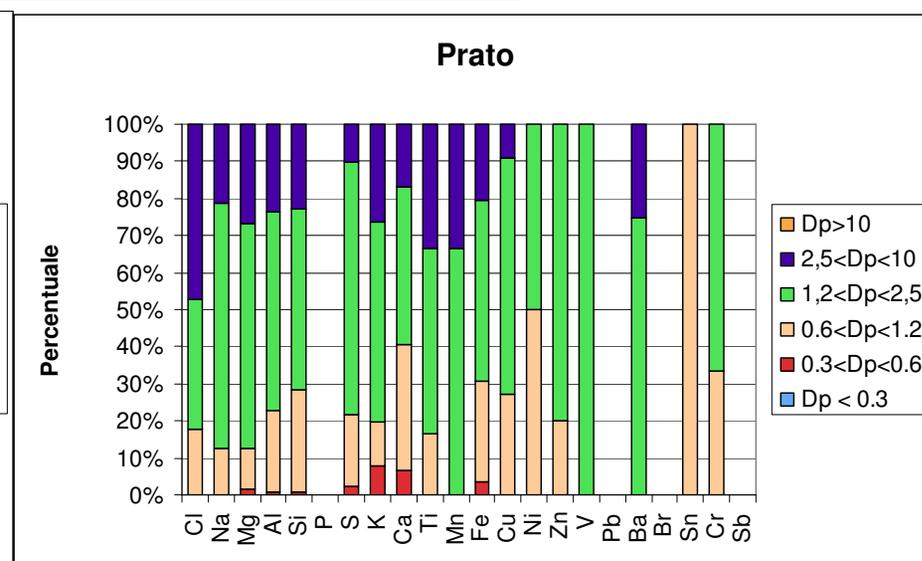
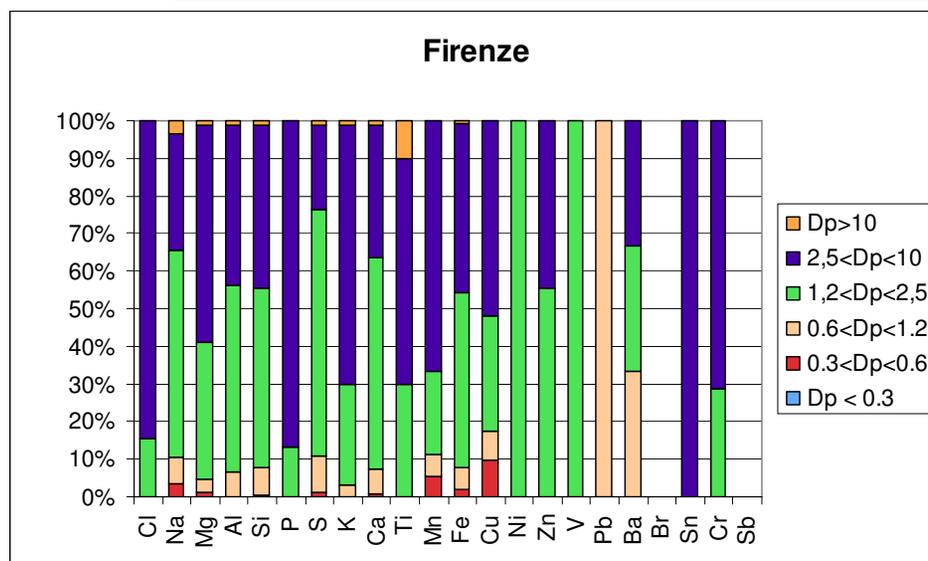
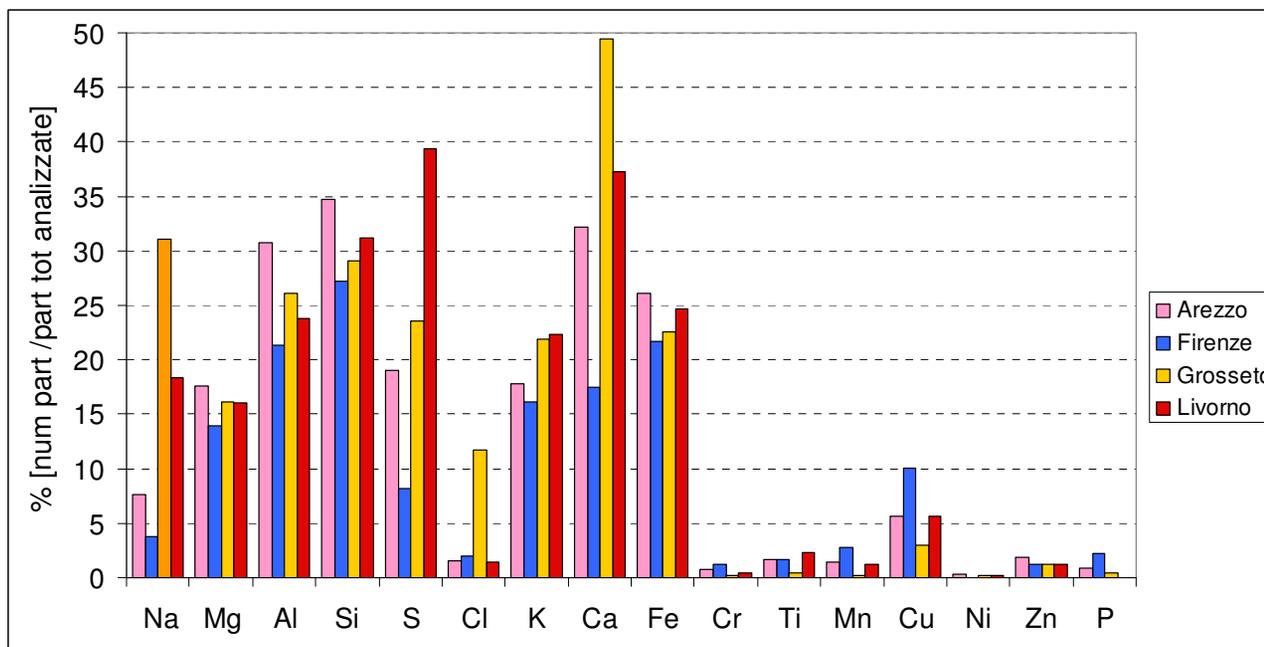
L'inquinamento da polveri fini PM10 e PM25 in Toscana

L. Tognotti



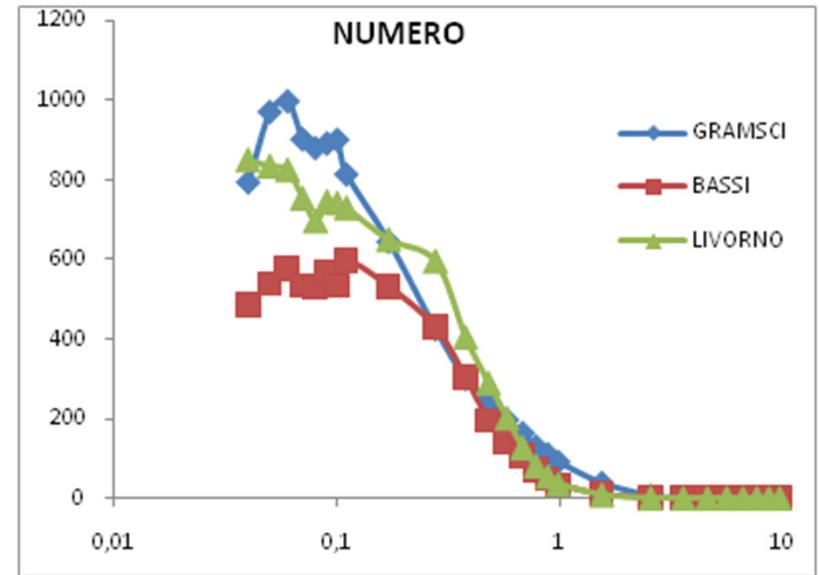
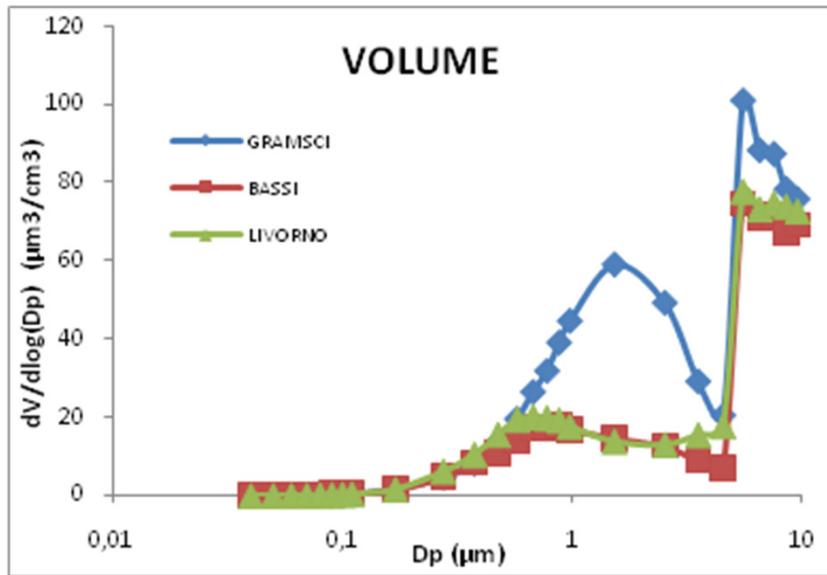
UNIVERSITÀ DI PISA

PATOS I PM10

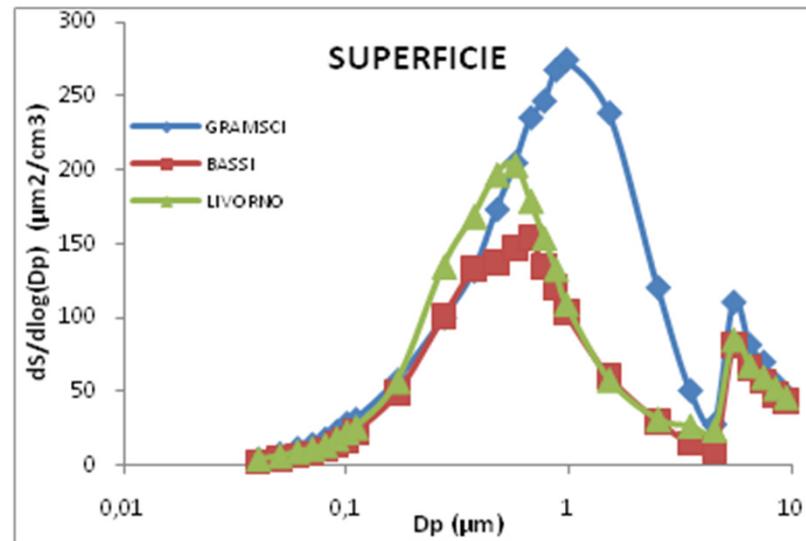


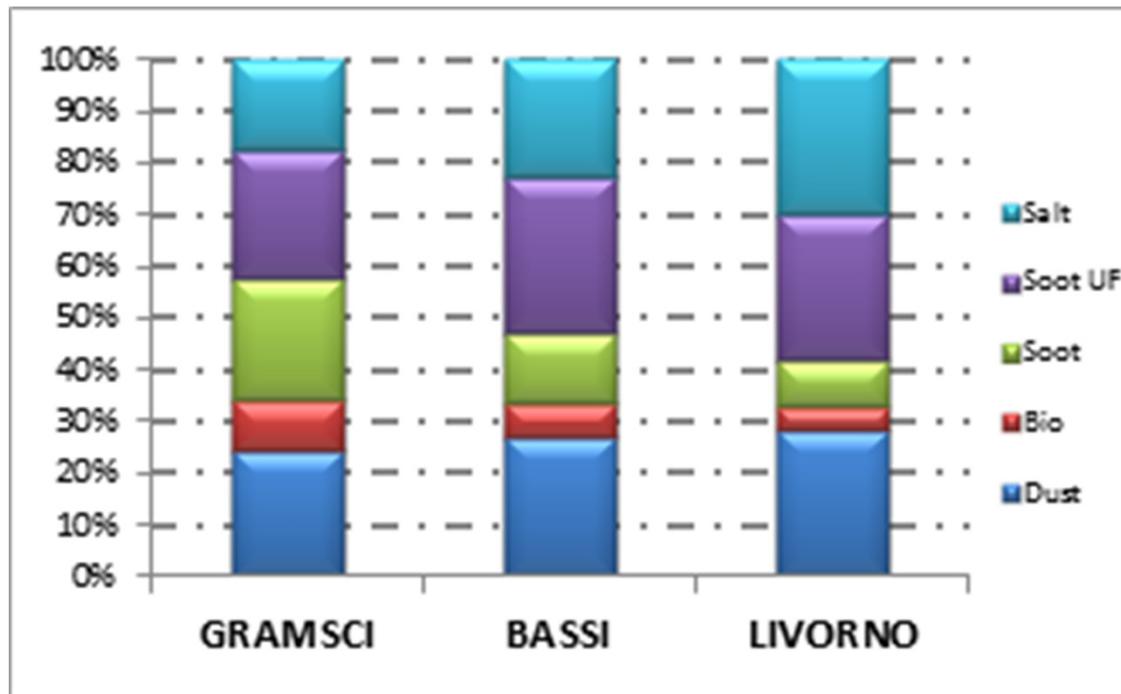
L'inquinamento da polveri fini PM10 e PM25 in Toscana

L. Tognotti



Distribuzioni medie sui periodi di campionamento per le polveri PATos II in volume, superficie e numero di confronto

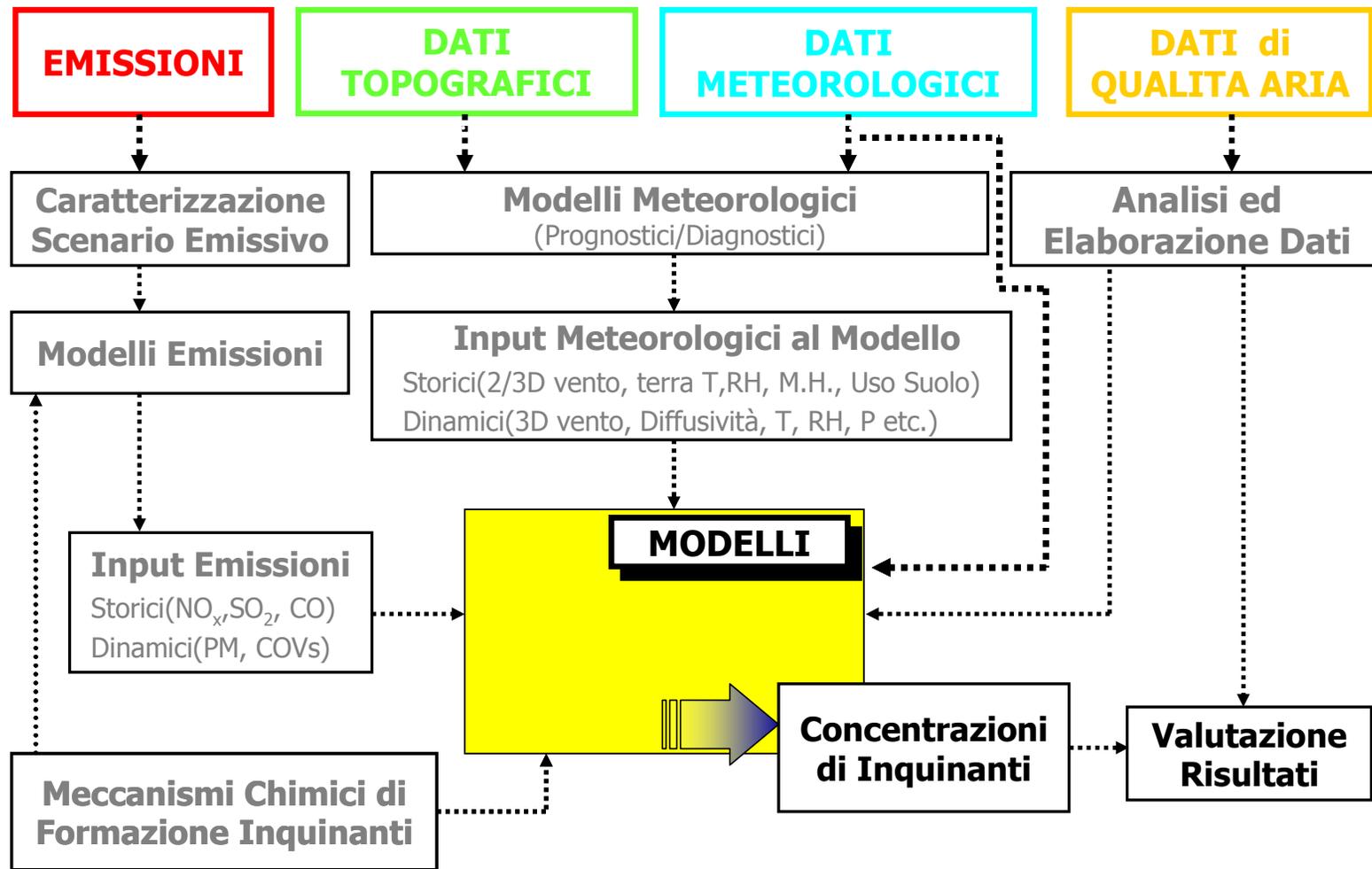




PATOS II PM25

- nel sito di **Firenze GRAMSCI** vi è un contributo relativo alle particelle appartenenti alla categoria SOOT (23,6%) e BIOGNIC (9,96%) maggiore rispetto agli altri siti;
- nel sito di **Firenze BASSI** vi è un contributo relativo alle particelle appartenenti alla categoria SOOT UltraFine (30,4%) superiore rispetto agli altri siti, e contributi intermedi per le altre categorie di sorgenti;
- nel sito di **LIVORNO** vi è una prevalenza di particelle appartenenti alle categoria dei SALI (29,9%) e delle DUST, ossia le polveri terrigene (28,3%), con contributo superiore rispetto agli altri siti delle sorgenti di tipo naturale.

Modellistica Ambientale

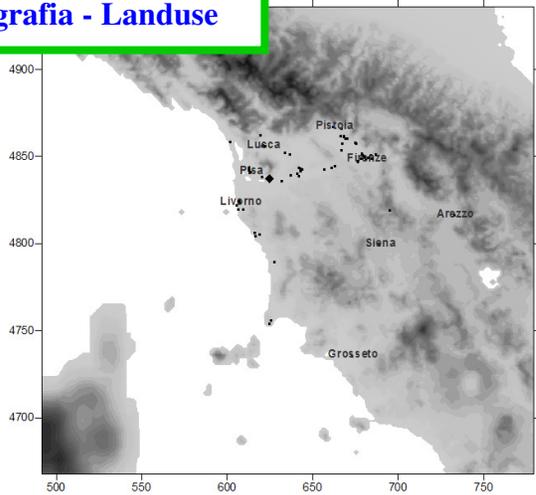


L'inquinamento da polveri fini PM10 e PM25 in Toscana

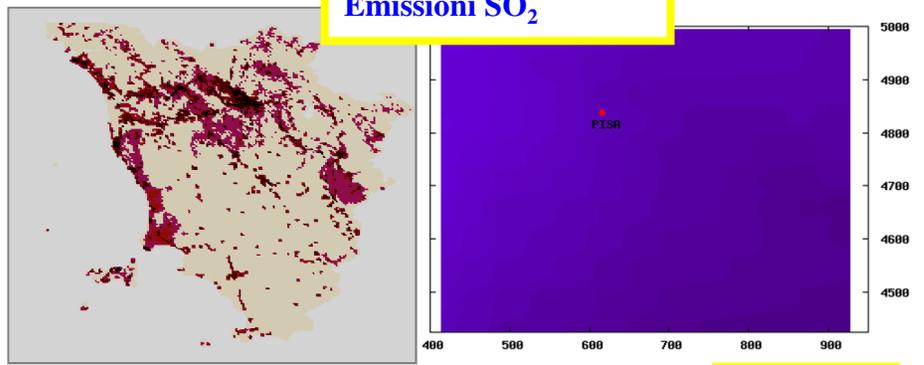
L. Tognotti



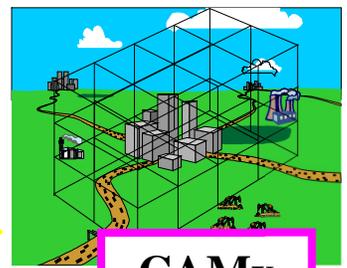
Orografia - Landuse



Emissioni SO₂



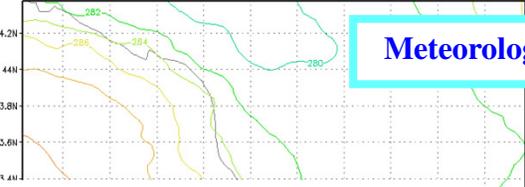
IC/BC



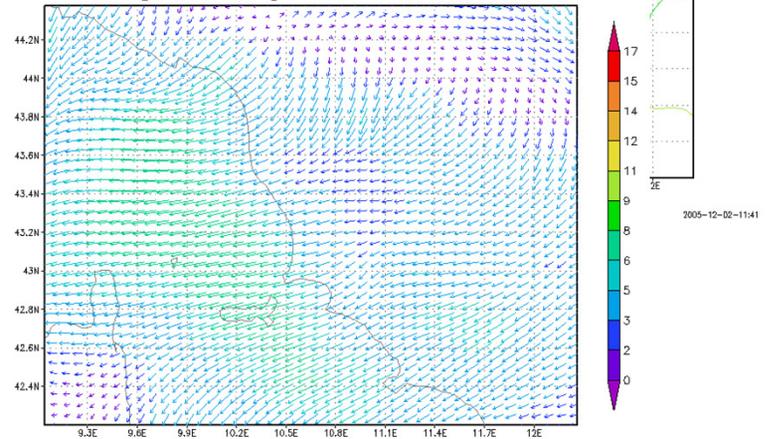
CAMx

Meteorologia

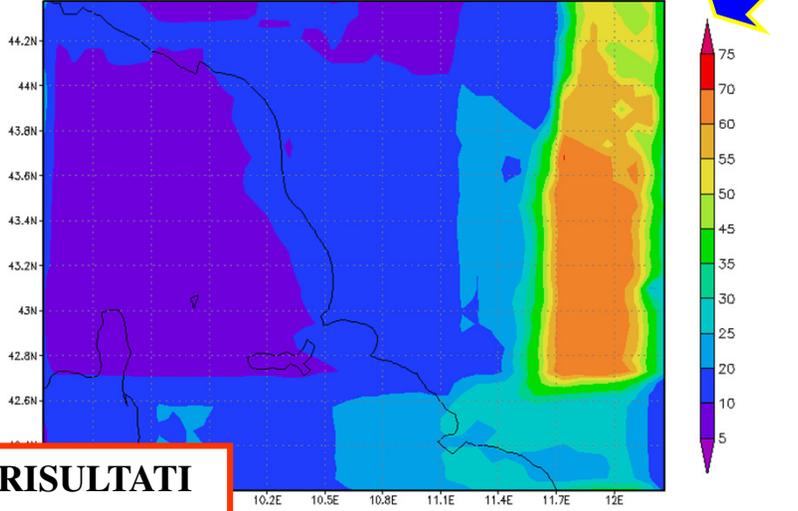
Temperatura [isoterme] 01:00 11 novembre 2005



Vento [stream lines] 01:00 11 novembre 2005



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



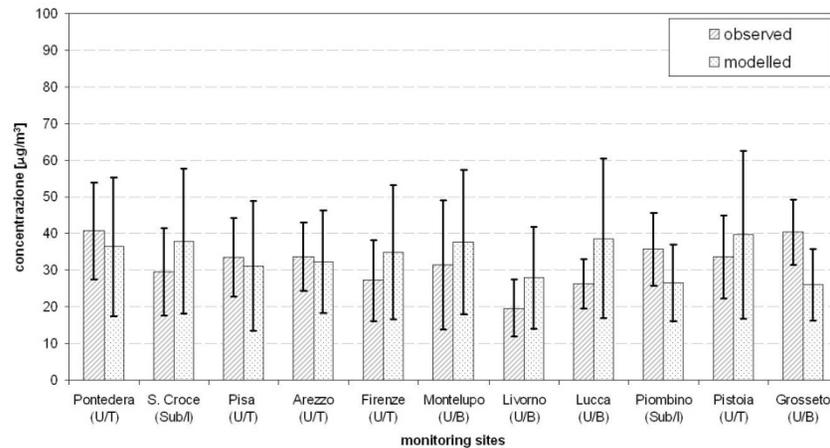
RISULTATI

GRADS: COLA/IGES 2005-12-02-12:34 GRADS: COLA/IGES 2005-12-02-11:44

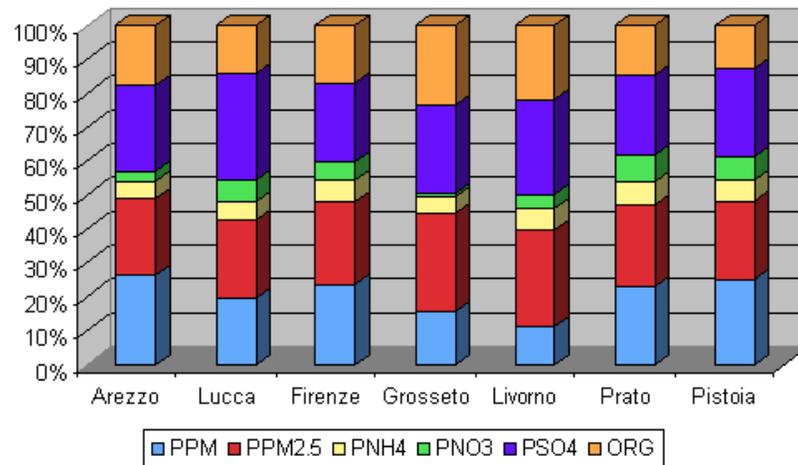


Modellistica Ambientale

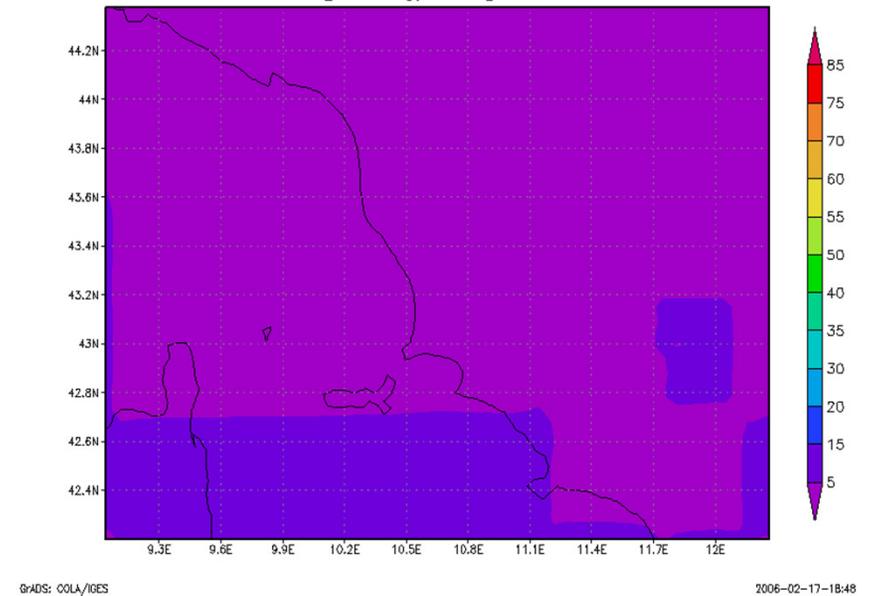
PATOS I PM10



Composizione PM



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



Conclusioni

- Le analisi morfologiche ed isotopiche svolte su un considerevole numero di campioni hanno contribuito alla individuazione delle principali sorgenti delle PM10 e PM2,5 in Toscana.
- Sono state individuate importanti variazioni stagionali e sito dipendenti.
- L'applicazione di molteplici metodologie di studio delle sorgenti ed il confronto dei risultati ottenuti ha permesso la messa a punto di metodologie "non convenzionali" in grado di fornire informazioni e dati ripetibili e confrontabili con altre esperienze;
- I progetti PATOS hanno prodotto una base di dati su cui continuare a lavorare sia a livello scientifico che applicativo (gestione della qualità dell'aria su scala regionale e locale).