



**“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

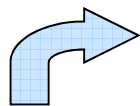
**IGG-CNR**

M. Guidi, I. Minardi, E. Bulleri

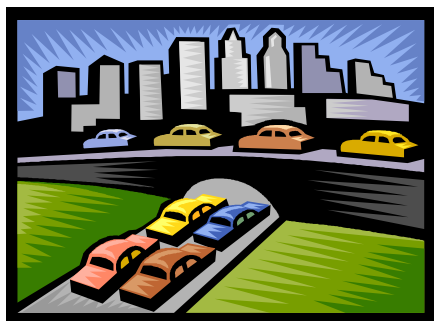
29 Novembre 2012 - Firenze

# Indice

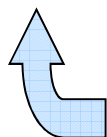
- La qualità dell'aria
- Il particolato aerodisperso
- Tecniche di analisi avanzate
- Applicazione al progetto PATos I e II



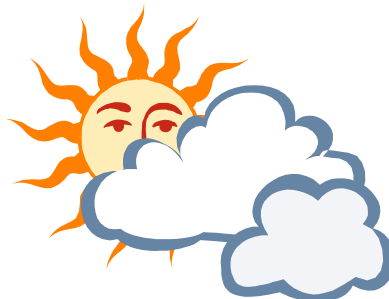
## Emissioni



*Inquinanti Regolamentati*  
(SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, Particolato etc. )



## Chimica dell'Atmosfera



*Inquinanti Primari*  
*Inquinanti Secondari*  
(O<sub>3</sub>, Particolato, Piogge Acide, etc. )



## Effetti sulla salute



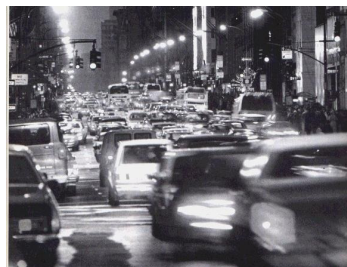
*Patologie Croniche*  
(asma, allergie e cancro)  
*Patologie Acute*  
(bronchiali e cardiovascolari)

## 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



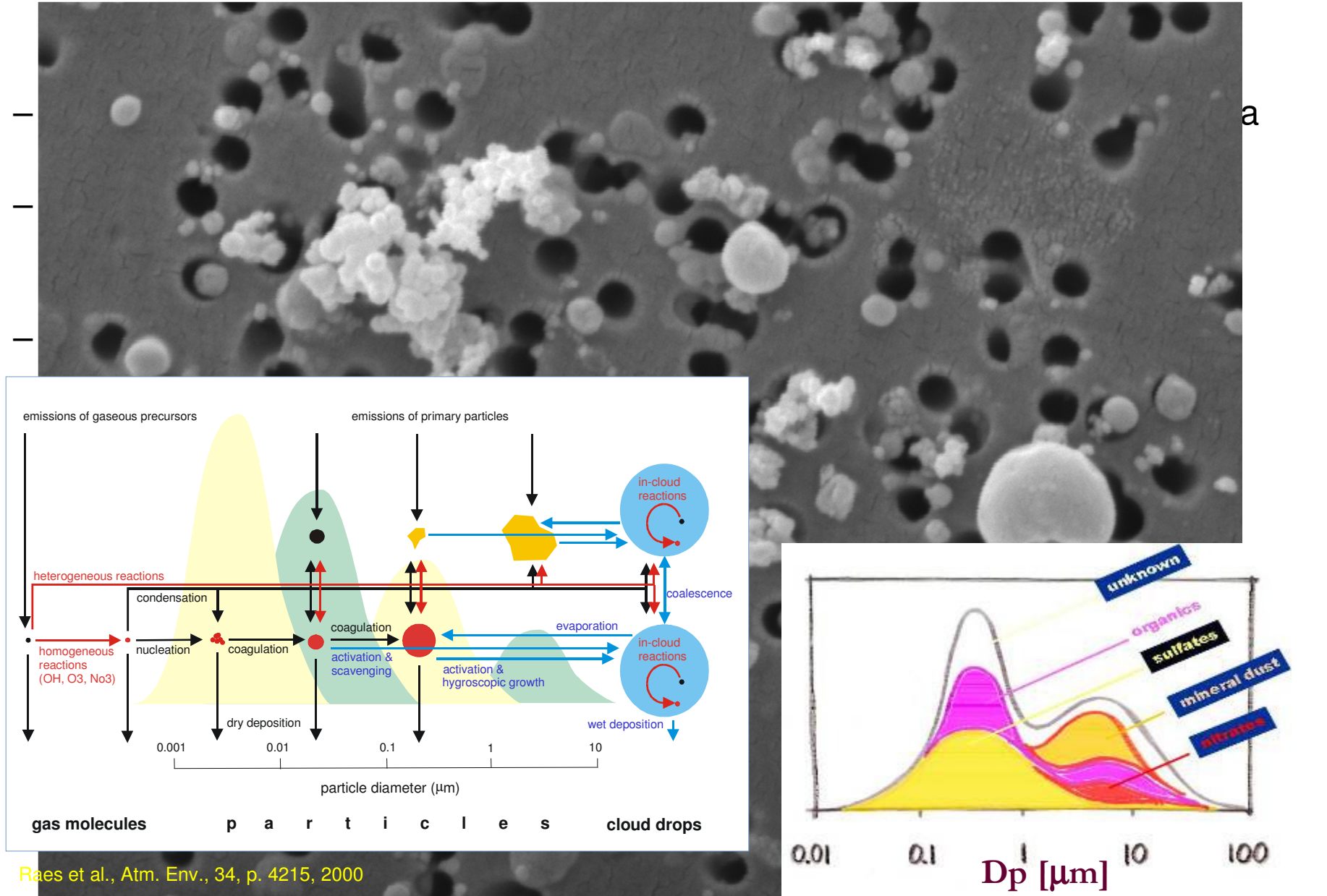
Componenti	Primario (PM<2.5µm)		Primario (PM>2.5µm)		Precursori (PM<2.5µm)	
	Naturali	Antropiche	Naturali	Antropiche	Naturali	Antropiche
SO <sub>4</sub> -Solfati	Aerosol marino	Combustione di combustibili fossili	Aerosol marino	--	Ossidazione di S ridotto emesso da oceano e paludi; ossidazione di SO <sub>2</sub> e H <sub>2</sub> S da vulcani e incendi forestali.	Ossidazione di SO <sub>x</sub> emessi dalla combustione di combustibili fossili.
NO <sub>3</sub> -Nitrati	--	Scarico motori a scoppio	--	--	Ossidazione di NO <sub>x</sub> prodotti dal suolo, incendi di foreste e irraggiamento solare.	Ossidazione di NO <sub>x</sub> emessi dalla combustione di combustibili fossili.
Minerali	Erosione ritrascinamento	Polvere diffusa da strade, agricoltura, foreste.	--	Polvere diffusa da strade, agricoltura, foreste.	--	--
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> Ammonio	--	Scarico motori a scoppio	--	--	Emissioni di NH <sub>3</sub> da animali selvaggi e suolo anaerobico.	Emissioni di NH <sub>3</sub> 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

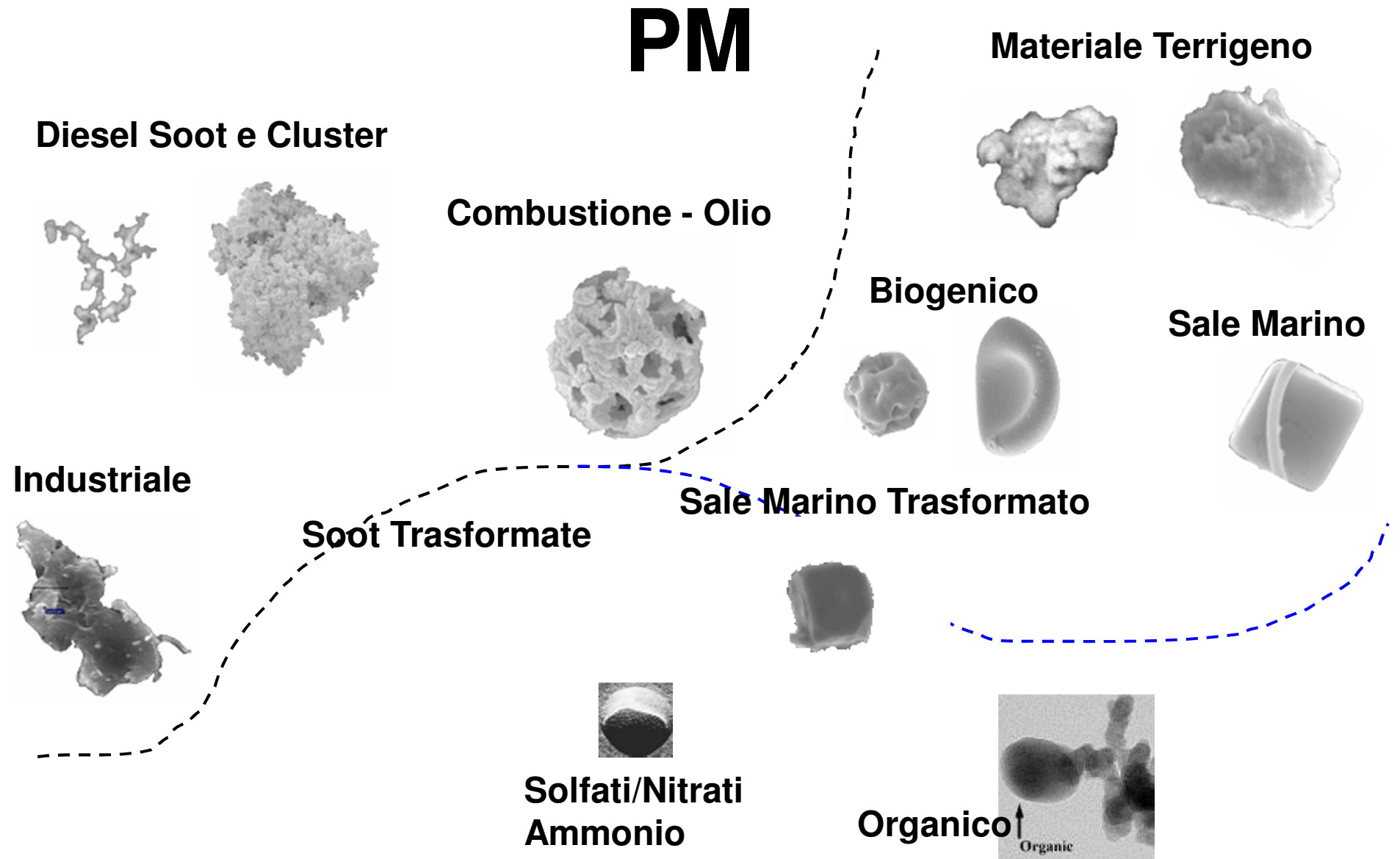
L. Tognotti

a

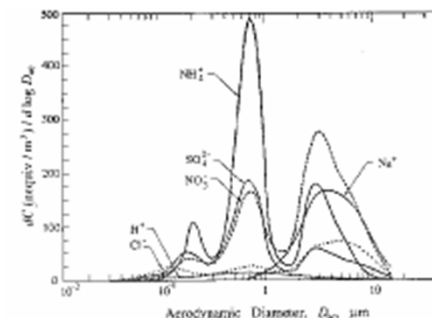


Raes et al., *Atm. Env.*, 34, p. 4215, 2000





# PM - Dimensioni

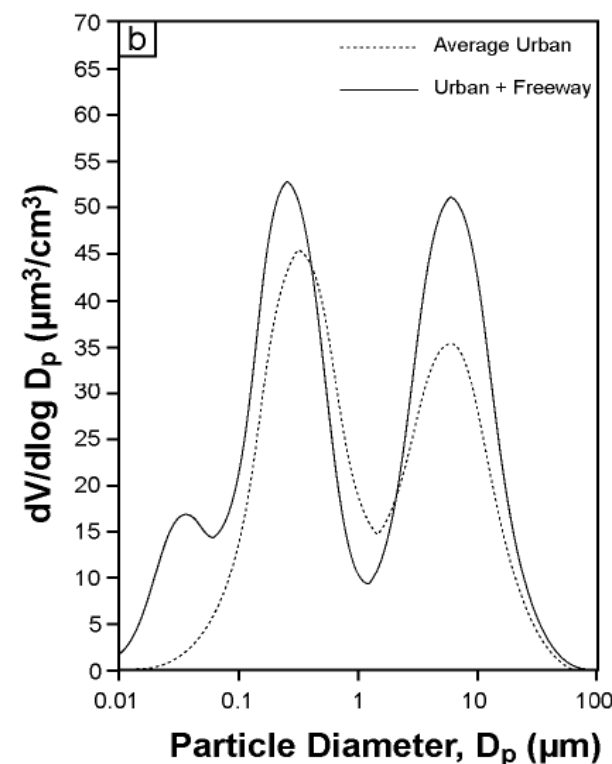


- Concentrazioni in numero e massa differenti da sito a sito:

– Urbano	$10^5$ - $10^6$	$\#/\text{cm}^3$	;	30 - 150	$\mu\text{g}/\text{cm}^3$
– Rurale	$10^3$ - $10^4$	$\#/\text{cm}^3$	;	5 - 30	$\mu\text{g}/\text{cm}^3$
– Remoto	$10^1$ - $10^4$	$\#/\text{cm}^3$	;	0.5- 10	$\mu\text{g}/\text{cm}^3$

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

- Traffico diesel

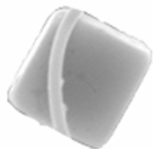


Composizione chimica: BC, OC

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

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

- Aerosol marino



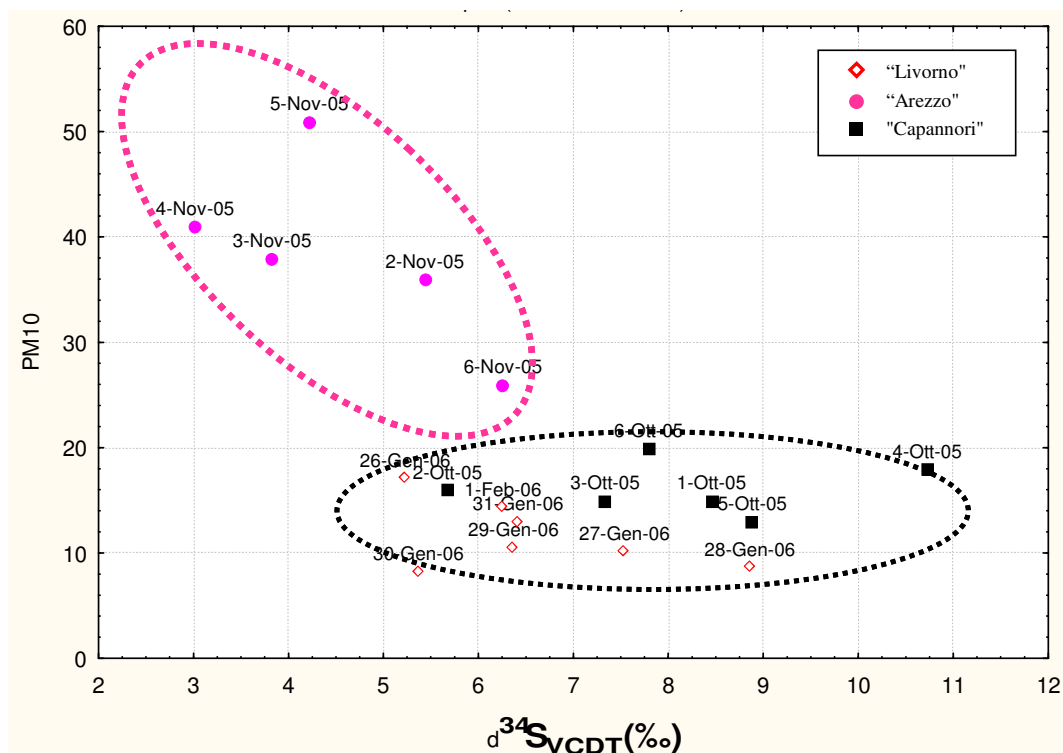
Composizione chimica: Secondari Inorganici, sea salt

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

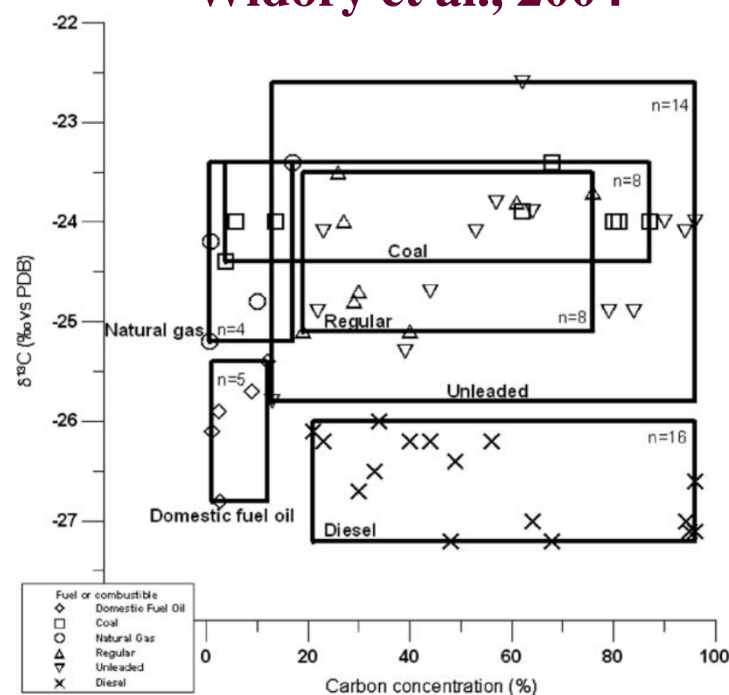
Morfologia:  $FD < 1,1$  ;  $RD < 1,5$ ;  $\text{Aspect} < 2,0$

# Traccianti

- Determinazione caratteristiche isotopiche del carbonio, zolfo.**



Widory et al., 2004

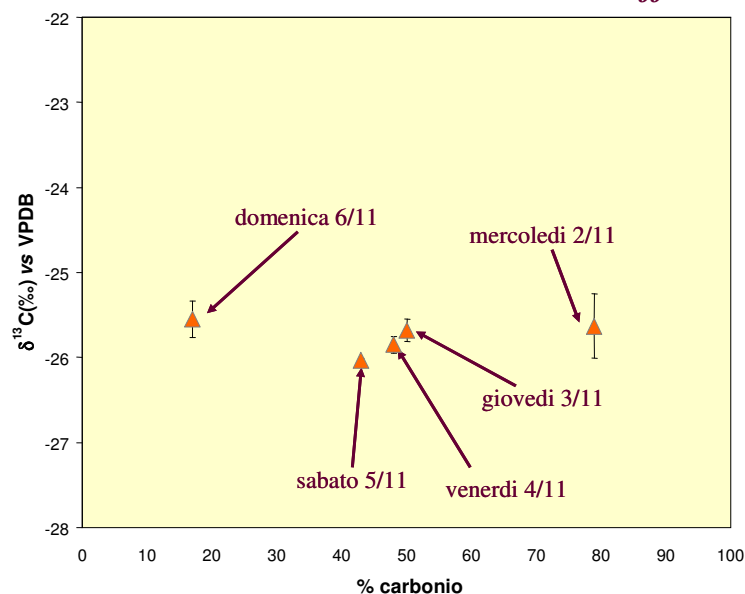


# Traccianti

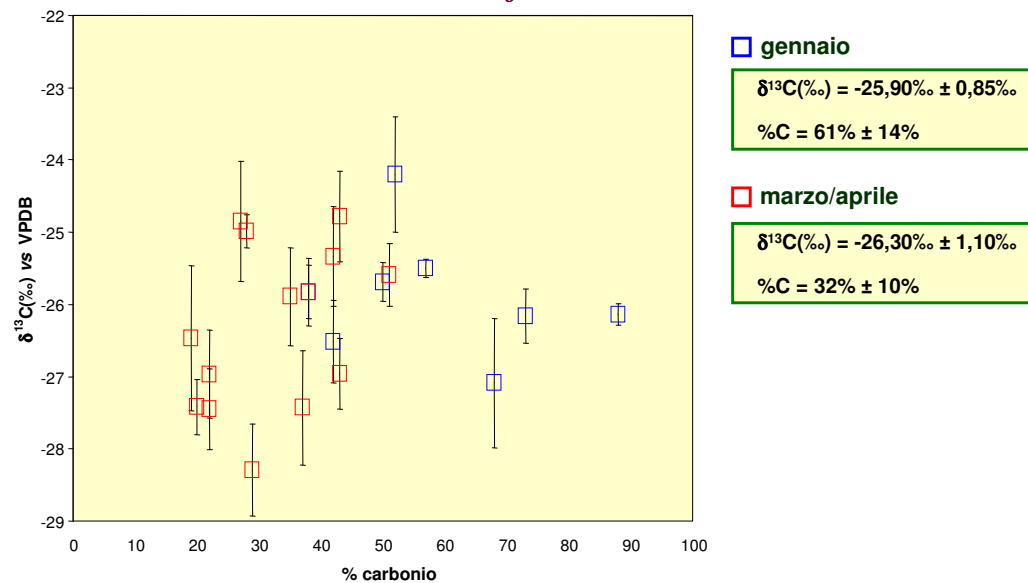
## • Arezzo, Livorno

## PATOS I PM10

### AREZZO-Urbana Traffico



### LIVORNO-Periferica Fondo

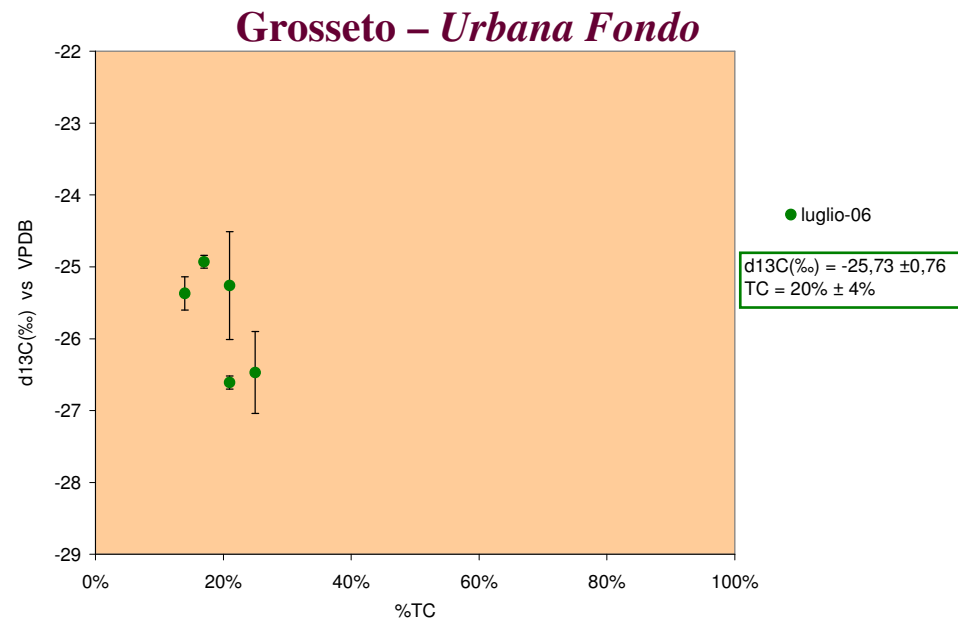
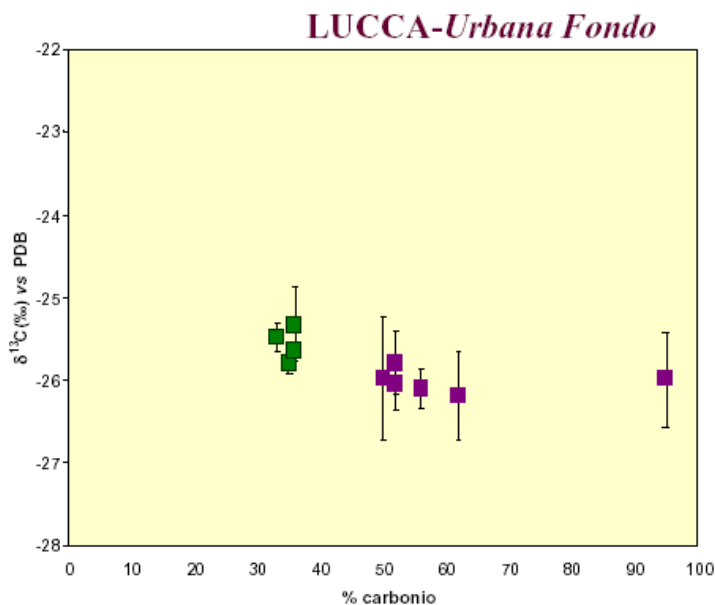




# Traccianti

- Capannori, Grosseto

## PATOS I PM10

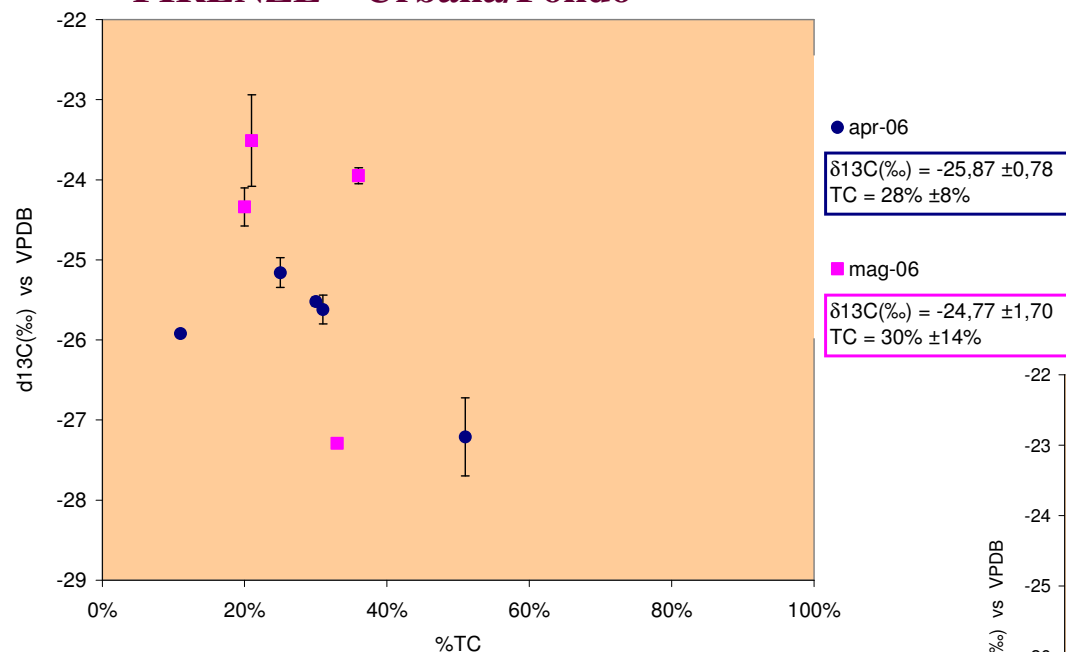




# Traccianti

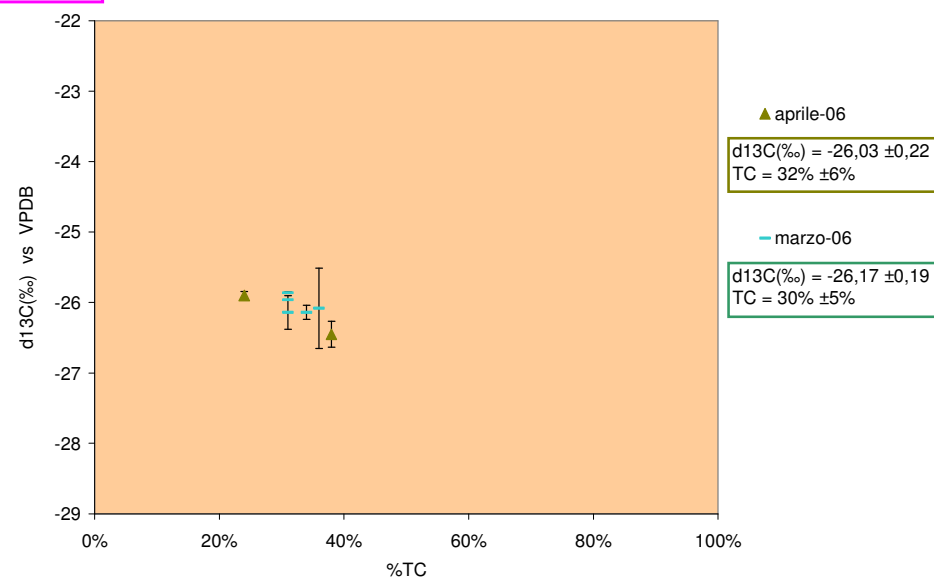
- Firenze, Prato

## FIRENZE – Urbana/Fondo

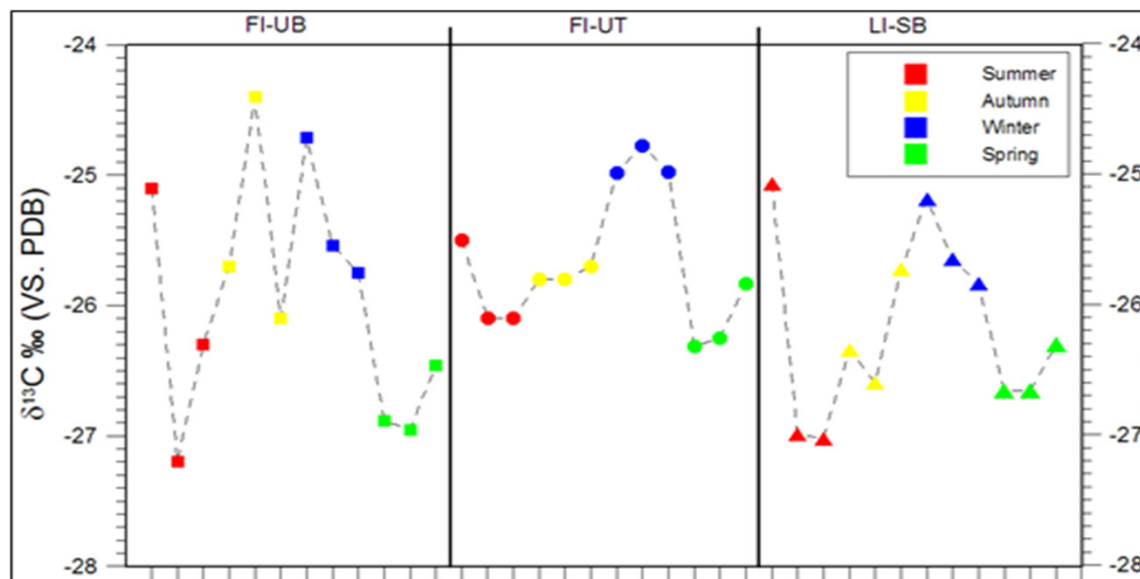


## PATOS I PM10

## PRATO – Urbana/Traffico

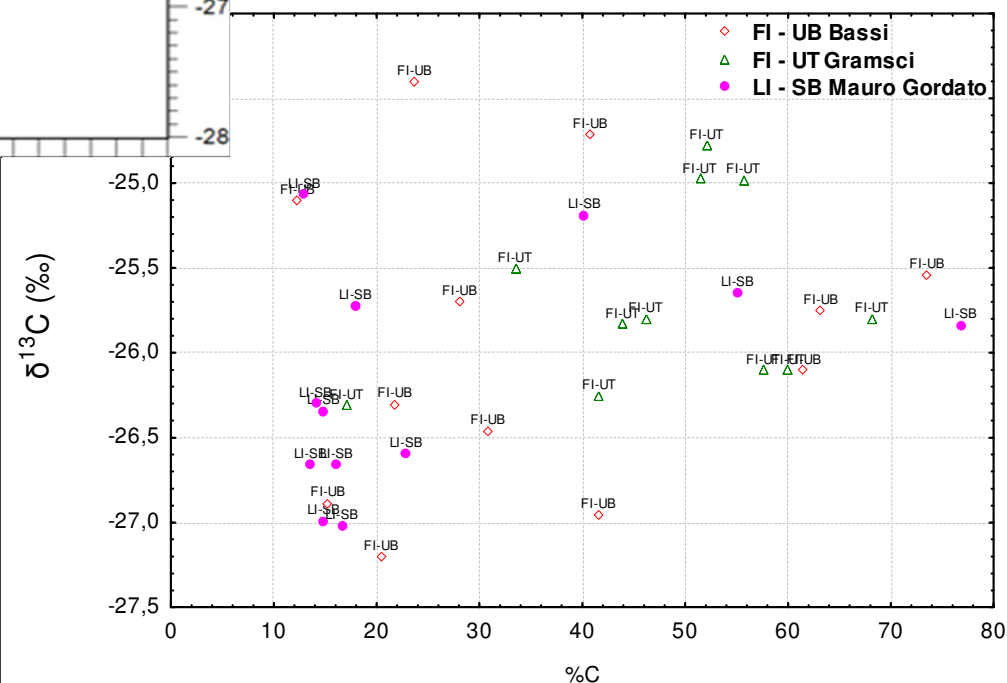


## PATOS II PM25



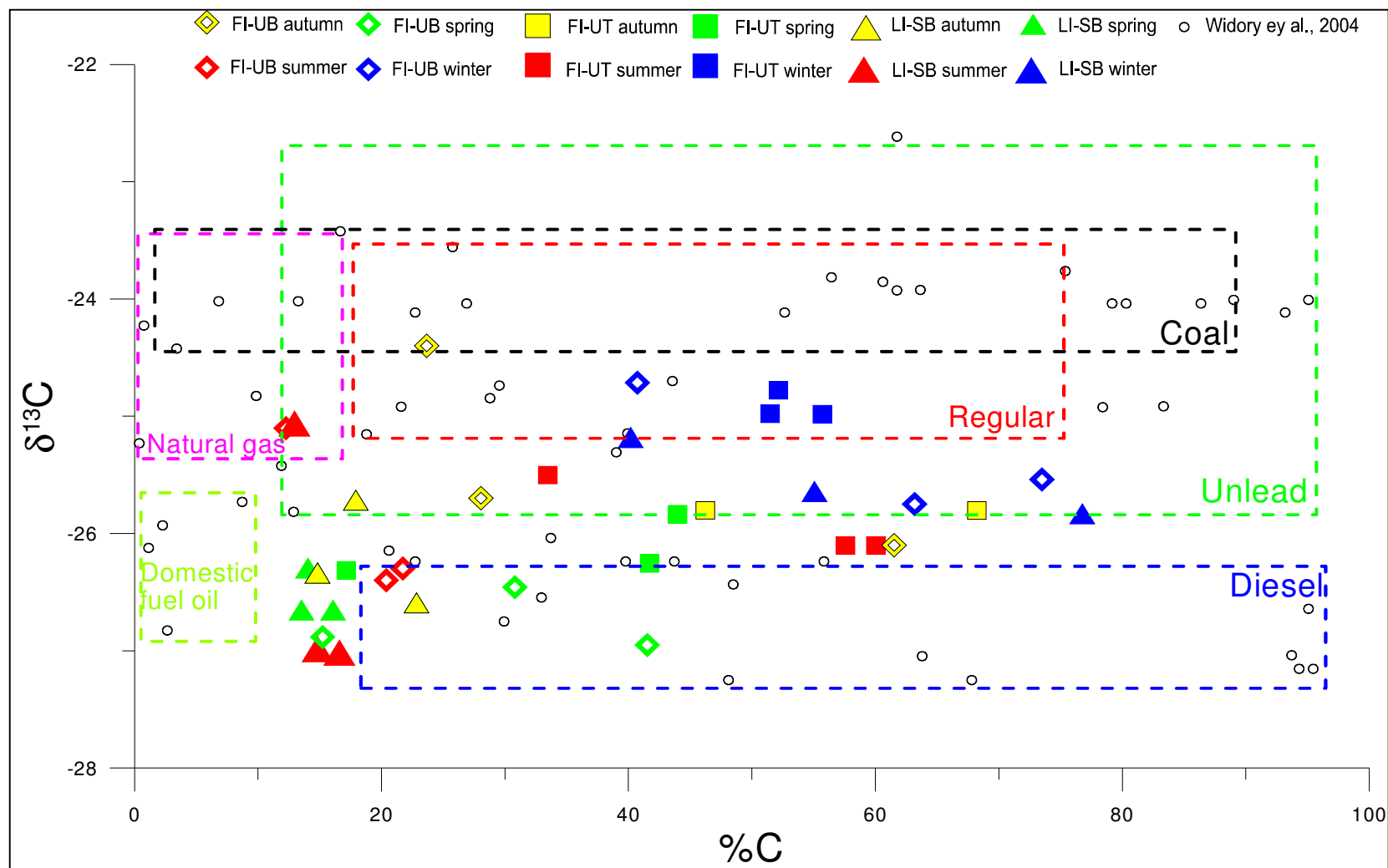
I dati di  $\delta^{13}\text{C}$  ottenuti per ciascuna postazione sono stati elaborati per cercare di ottenere informazioni circa la tipologia di sorgenti che contribuiscono alla qualità dell'aria.

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



# 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  $\delta^{13}C$  (‰) e percentuale di carbonio % C per tipologie di emissioni caratterizzate in letteratura.



# Traccianti

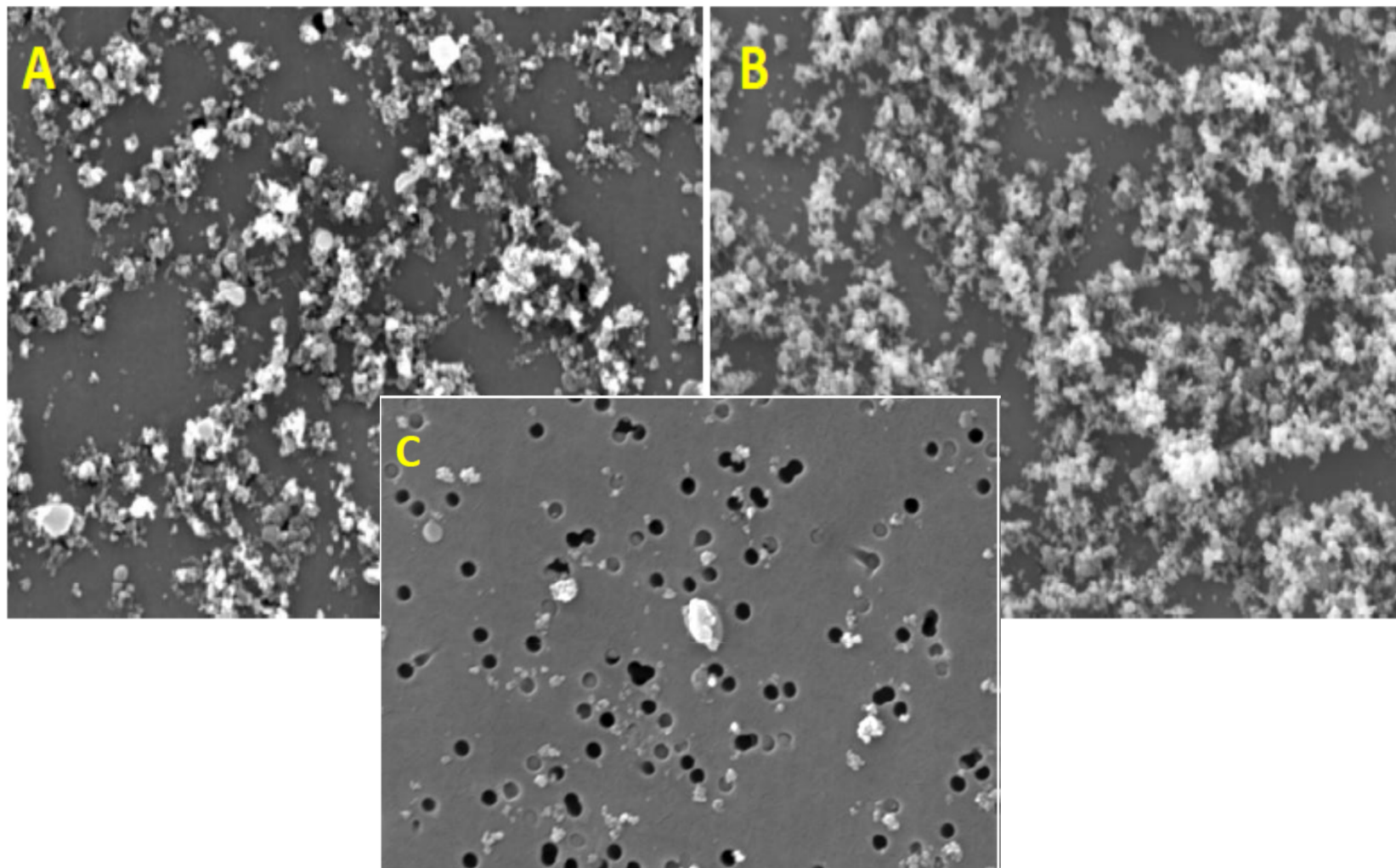
- **Dimensioni e morfologia.**

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
<b>Crustal</b> <sup>1,4,5,7</sup>	> 1.3	> 1.0 < 2.5	> 1.0 < 2.5	> 1.05 < 1.25
<b>Biogenic</b> <sup>2,4,7</sup>	> 2.5	> 1.0 < 4	> 1.05 < 5.5	> 1.05 < 1.15
<b>Salt</b> <sup>3,4,5,7</sup>	> 1.0 < 4.0	< 2.0	< 1.5	< 1.1
<b>Soot cluster</b> <sup>1,5,7</sup>	> 1.3	> 1.05 < 4.0	> 1.5 < 7.5	> 1.05 < 1.5
<b>UF</b> <sup>4,5,7</sup>	< 1.0	> 1.05 < 4.5	> 1.5 < 7.5	> 1.05 < 1.5

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

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

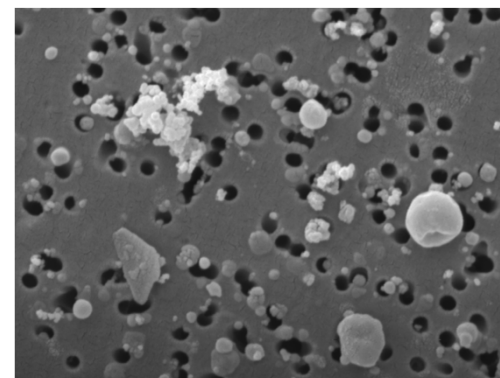


**Esempio di immagini ottenute da filtri campionati nei tre siti PATOS II: Firenze BASSI (A); Firenze GRAMSCI (B); LIVORNO (C).**

# 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

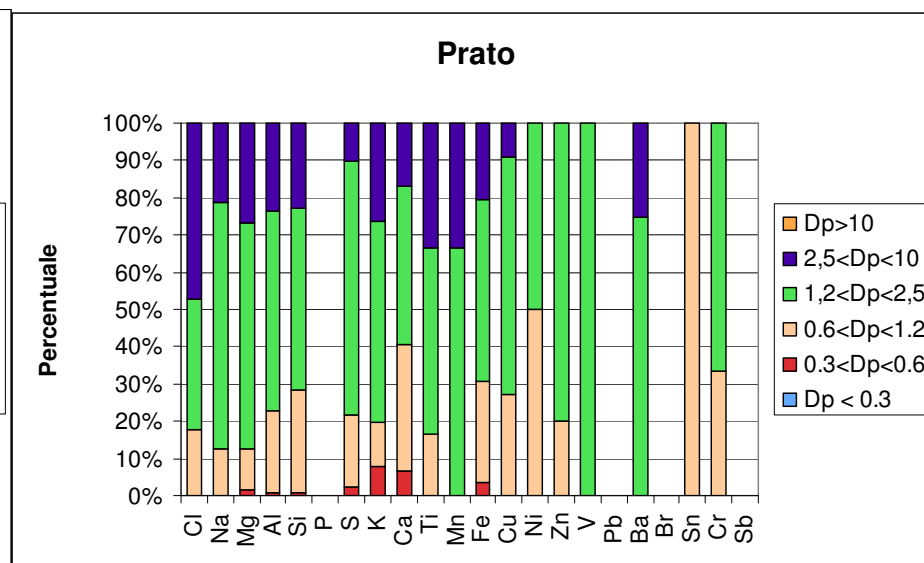
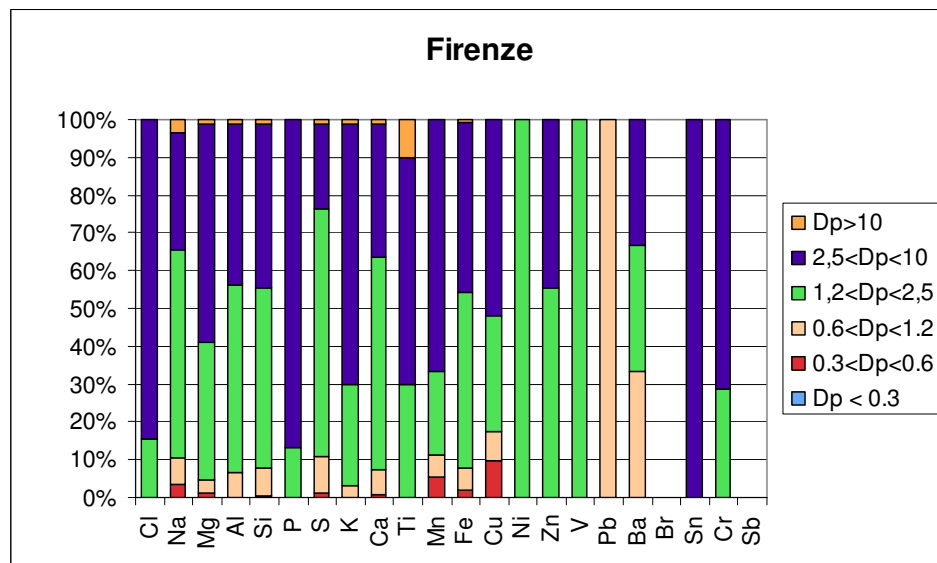
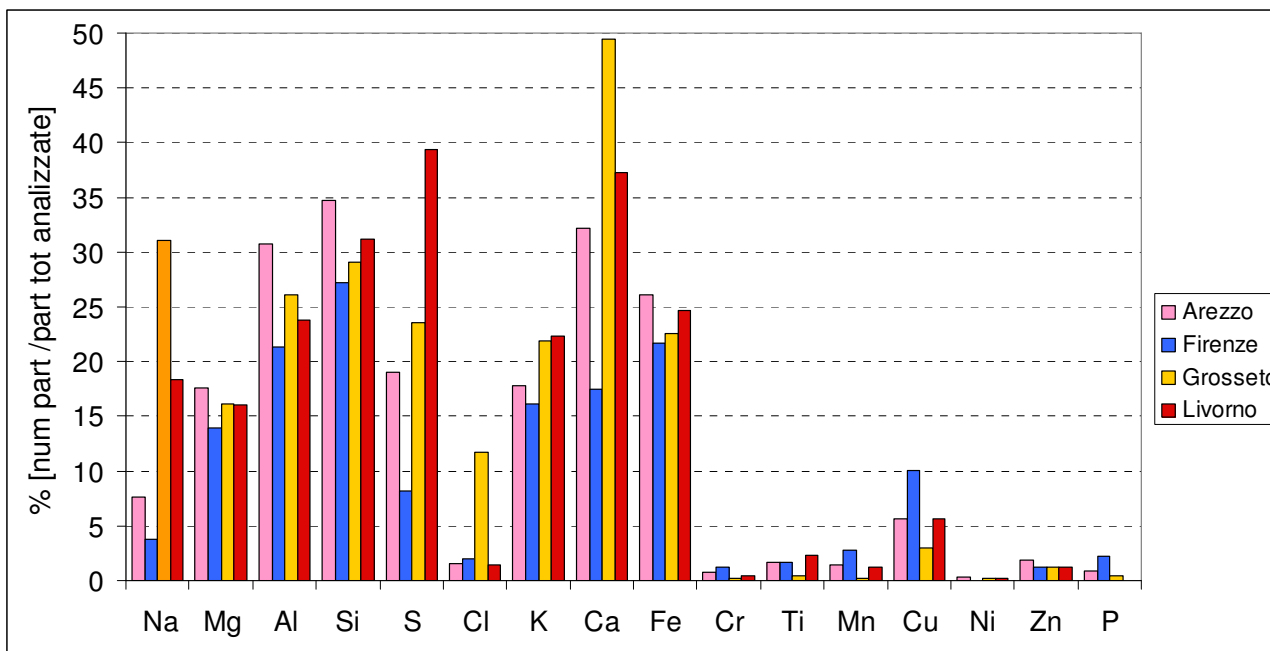


# L'inquinamento da polveri fini PM10 e PM25 in Toscana

L. Tognotti

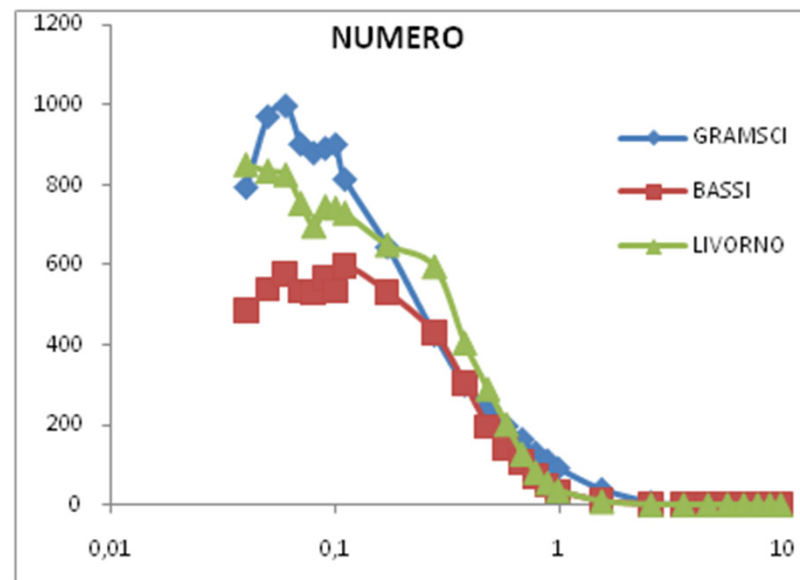
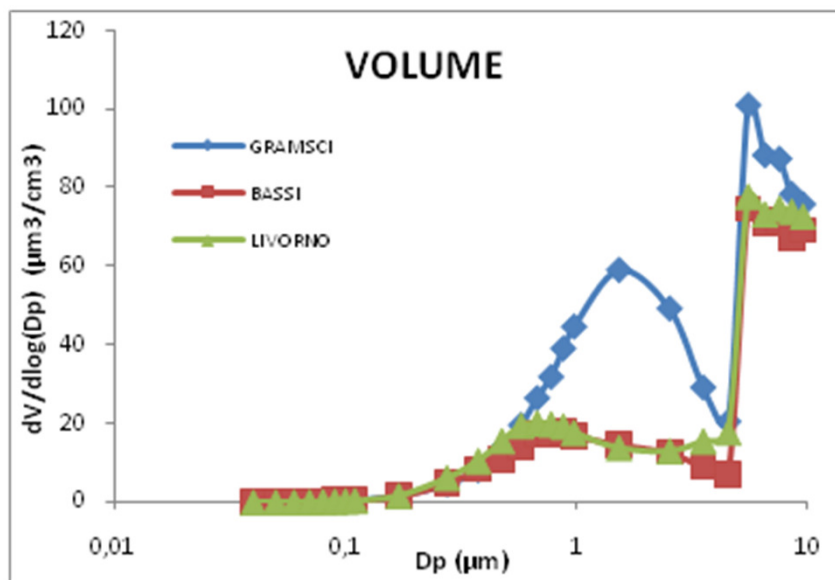


## PATOS I PM10

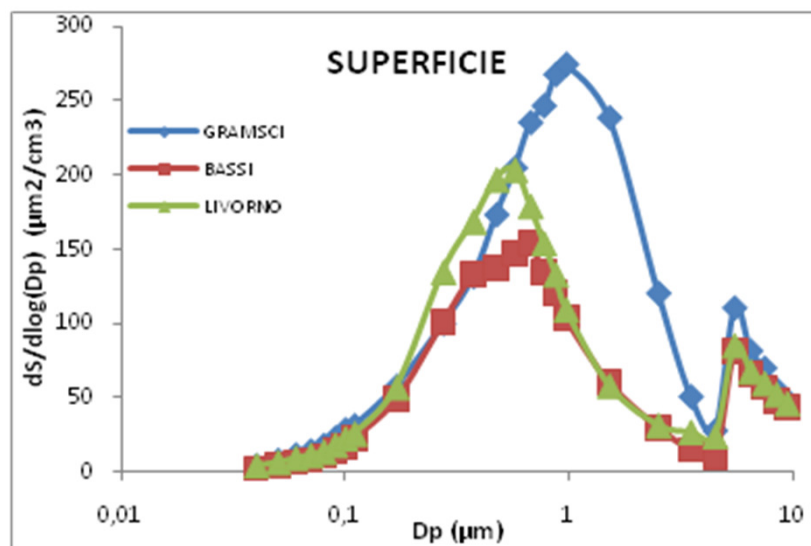


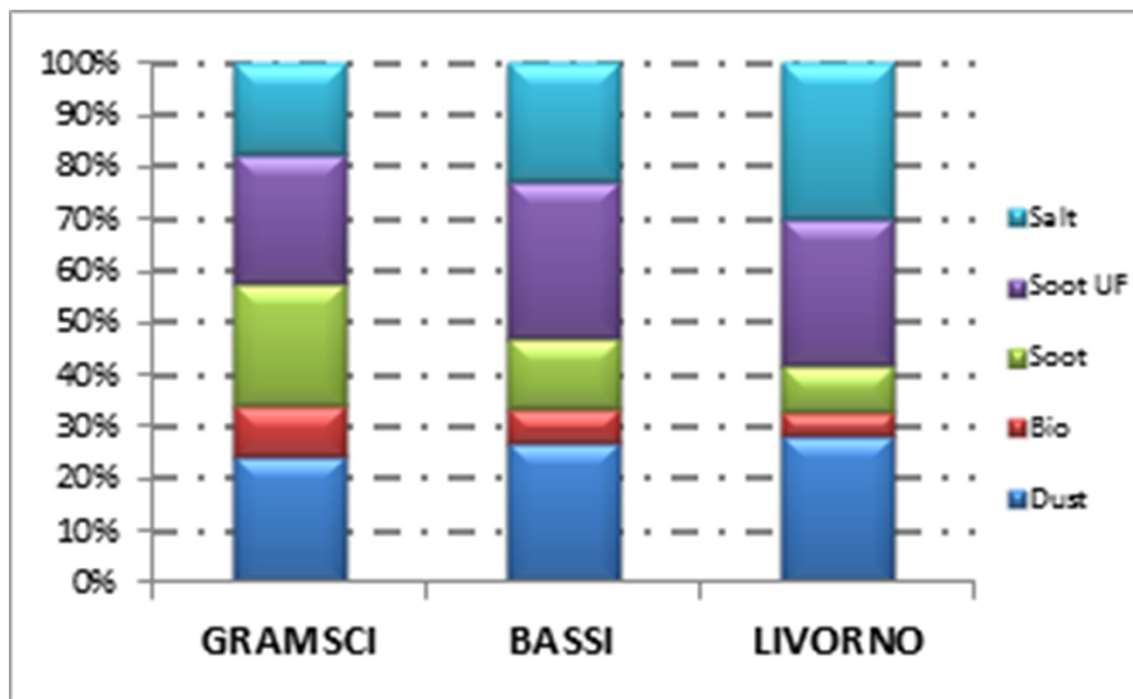
# L'inquinamento da polveri fini PM10 e PM25 in Toscana

L. Tognotti



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

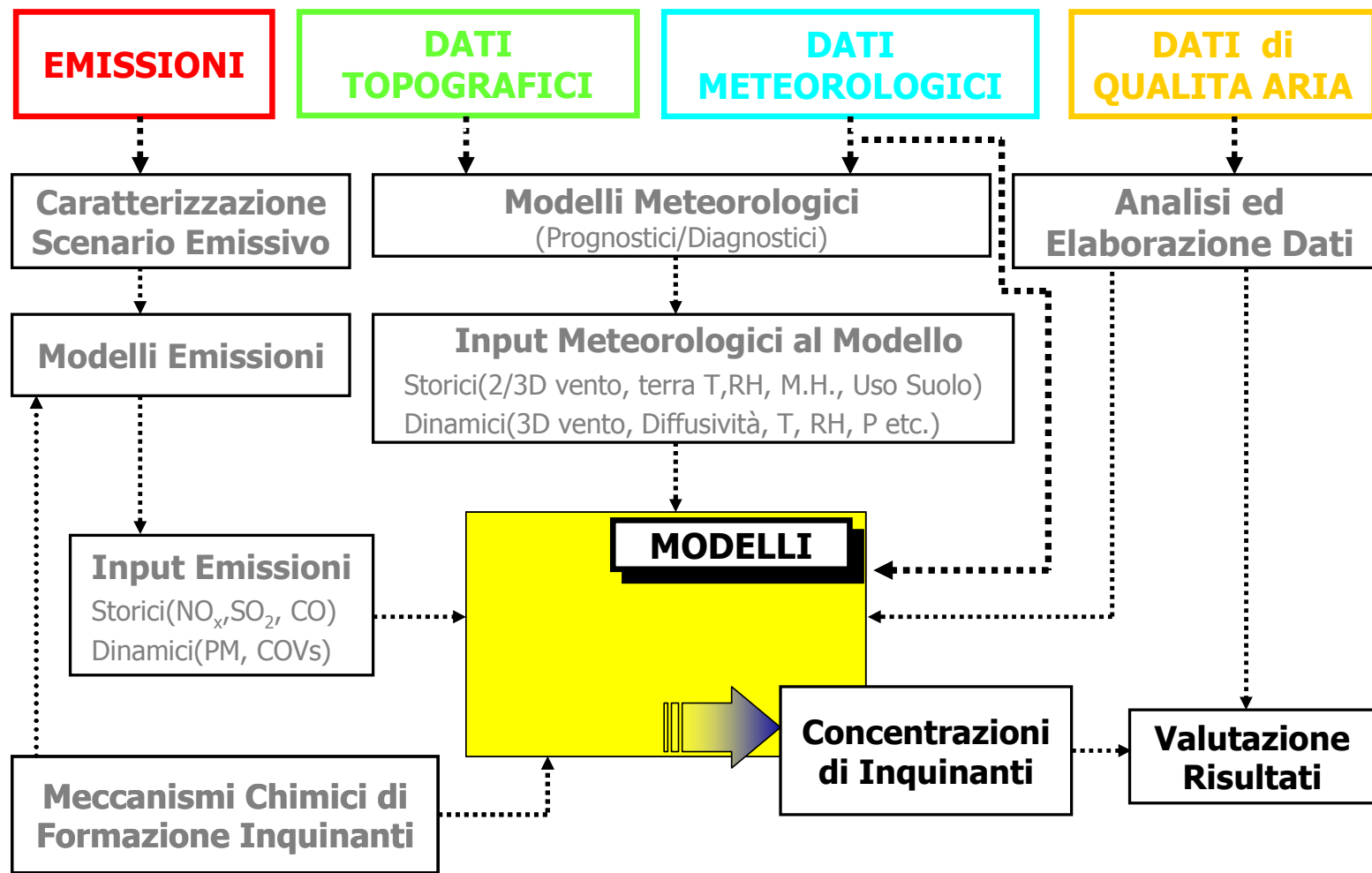




## PATOS II PM25

- 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

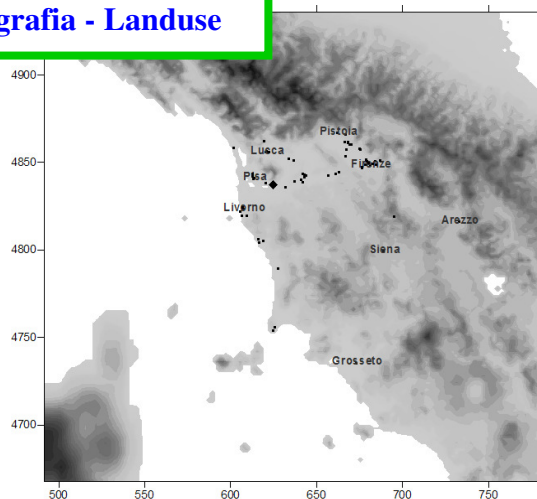


# L'inquinamento da polveri fini PM10 e PM25 in Toscana

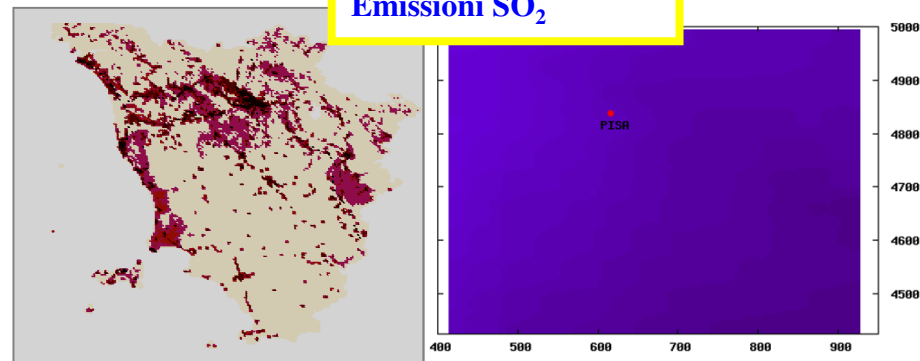
L. Tognotti



## Orografia - Landuse



## Emissioni SO<sub>2</sub>



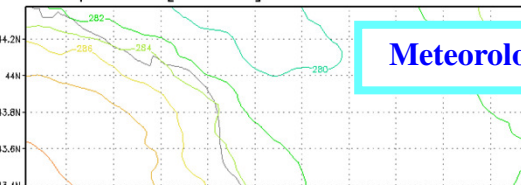
## IC / BC



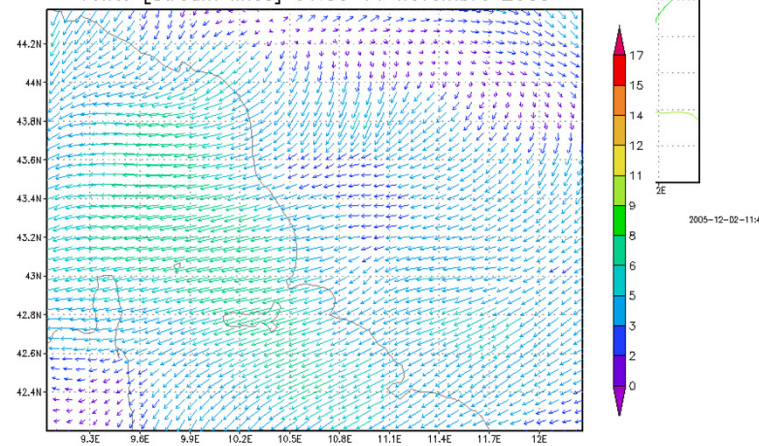
## CAMx

## Meteorologia

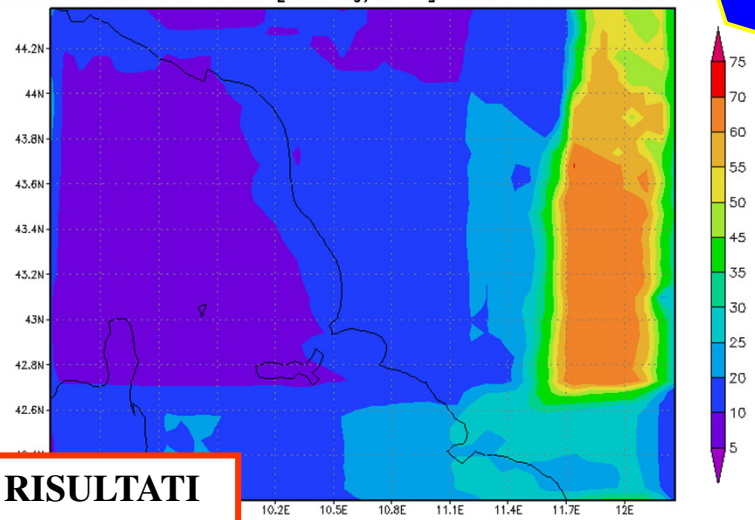
Temperatura [isoterme] 01:00 11 novembre 2005



Vento [stream lines] 01:00 11 novembre 2005



Concentrazione PM totali [microg/m<sup>3</sup>] 01:00 11 novembre 2005



## RISULTATI

GRADS: COLA/IGES

2005-12-02-12:34

GRADS: COLA/IGES

2005-12-02-11:44



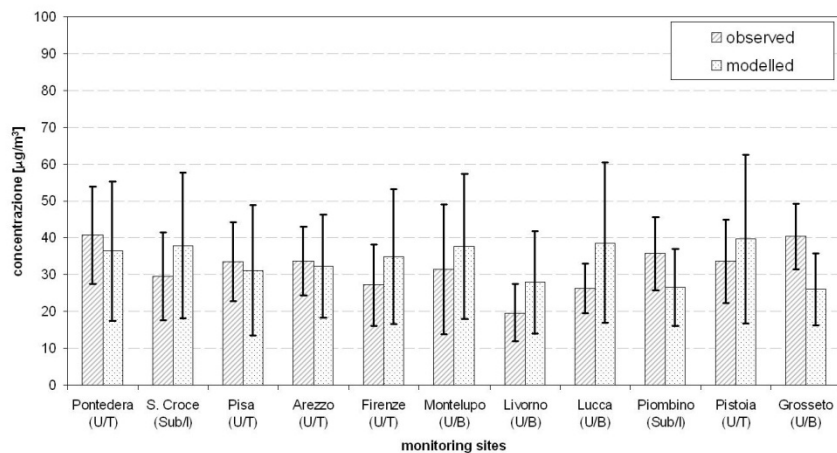
"Progetto Regionale PATOS I e II

Firenze - 29 Novembre 2012

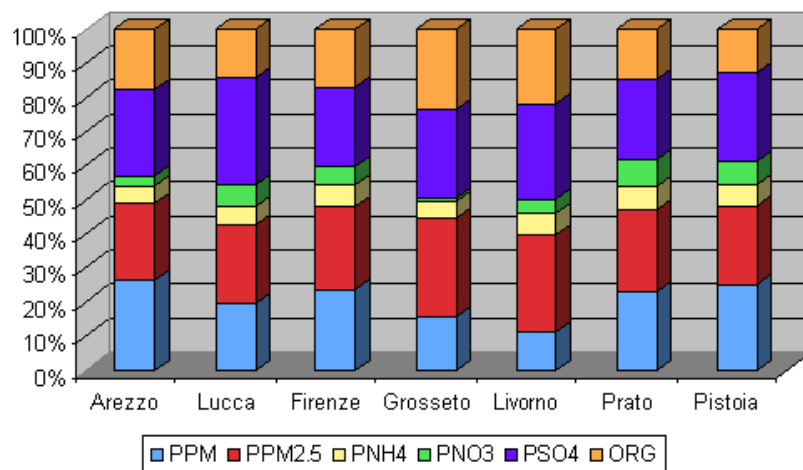


# Modellistica Ambientale

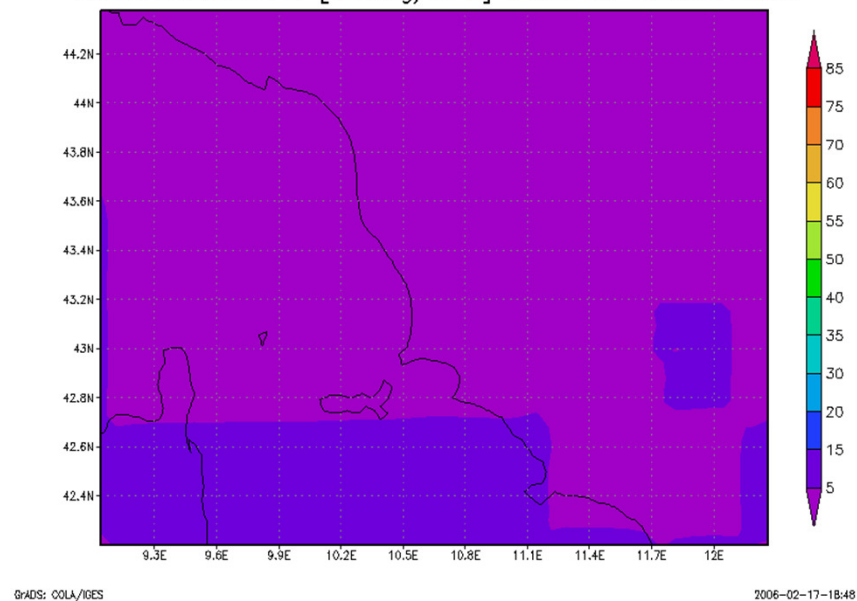
## PATOS I PM10



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).