

giornata di studio

TECNICHE MODERNE DI STUDIO NELLA CARATTERIZZAZIONE DI POLVERI SOTTILI



***David Cappelletti
Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale
Università di Perugia***

**Metodi, strumenti e strategie
di risanamento della qualità
dell'aria in Umbria**

Benefici di un approccio scientifico per una corretta politica ambientale

- **Le decisioni a livello politico sono difficoltose perchè manca una comprensione scientifica completa dell'atmosfera e dell'impatto delle attività umane**
- **Sviluppare un approccio di analisi integrato sulla base delle linee discusse riduce l'incertezza ed i tempi delle decisioni**



Esiste il problema polveri ?

- I livelli standard di soglia di PM₁₀ vengono regolarmente oltrepassati nei due capoluoghi dell'Umbria
- PG (Fontivegge) media annua (2007) 45 µm/mc – 14 superamenti
- TR (Carrare) media annua 51 µm/mc – 14 superamenti
- TR (Le Grazie) media annua 71 µm/mc – superamenti ?

Soglie di attenzione superiore (µg/m³)

	attuale	proposta	
PM 10	40	14	media annuale
	50	30	nelle 24 ore

Il PM_{2.5} è importante?

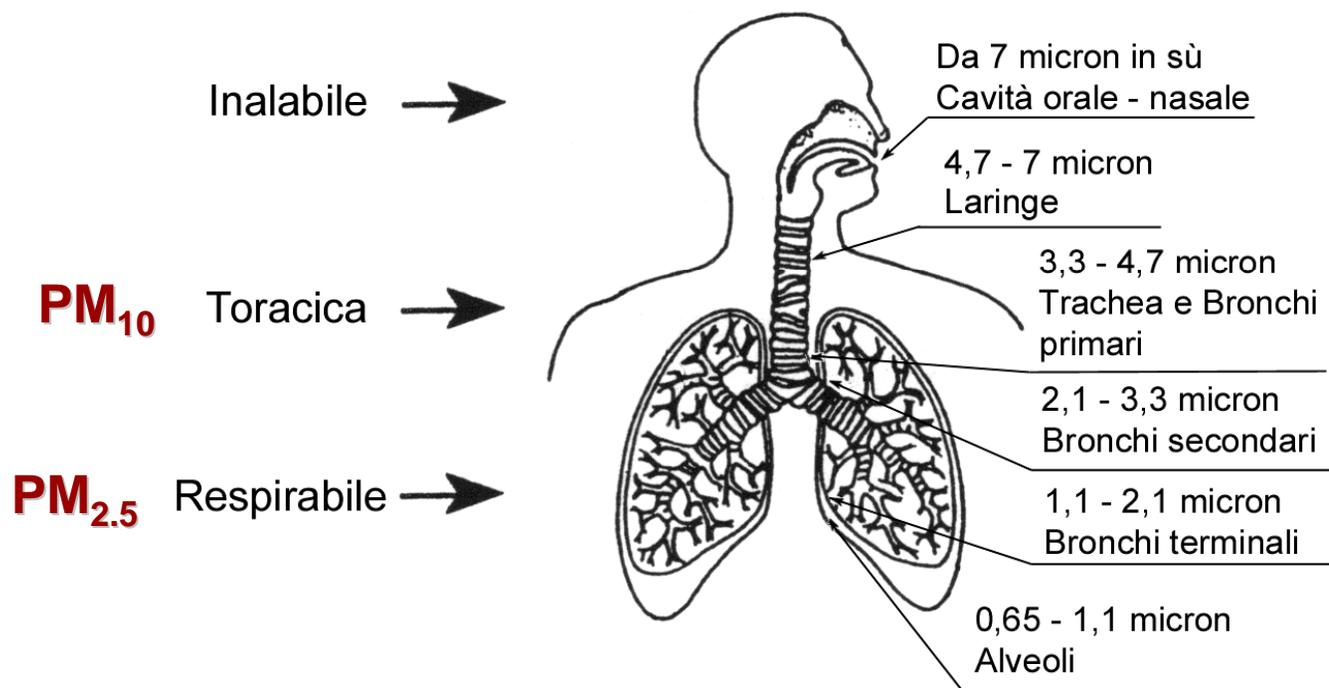
- C'è un consenso scientifico generale che indica il PM_{2.5} come la frazione di gran lunga più pericolosa delle polveri
- La composizione chimica delle particelle è rilevante per la salute
- Il numero (e non solo la massa) delle particelle è rilevante per la salute
- Anche le fonti lontane possono contribuire notevolmente (problema transnazionale)

Soglie di attenzione superiore proposte

	UE	EPA	
PM 2.5	10	15 µg/m ³	Media annuale
	30	50 µg/m ³	nelle 24 ore

Effetti sulla salute

Livello di penetrazione delle diverse granulometrie di particolato nell'apparato respiratorio umano



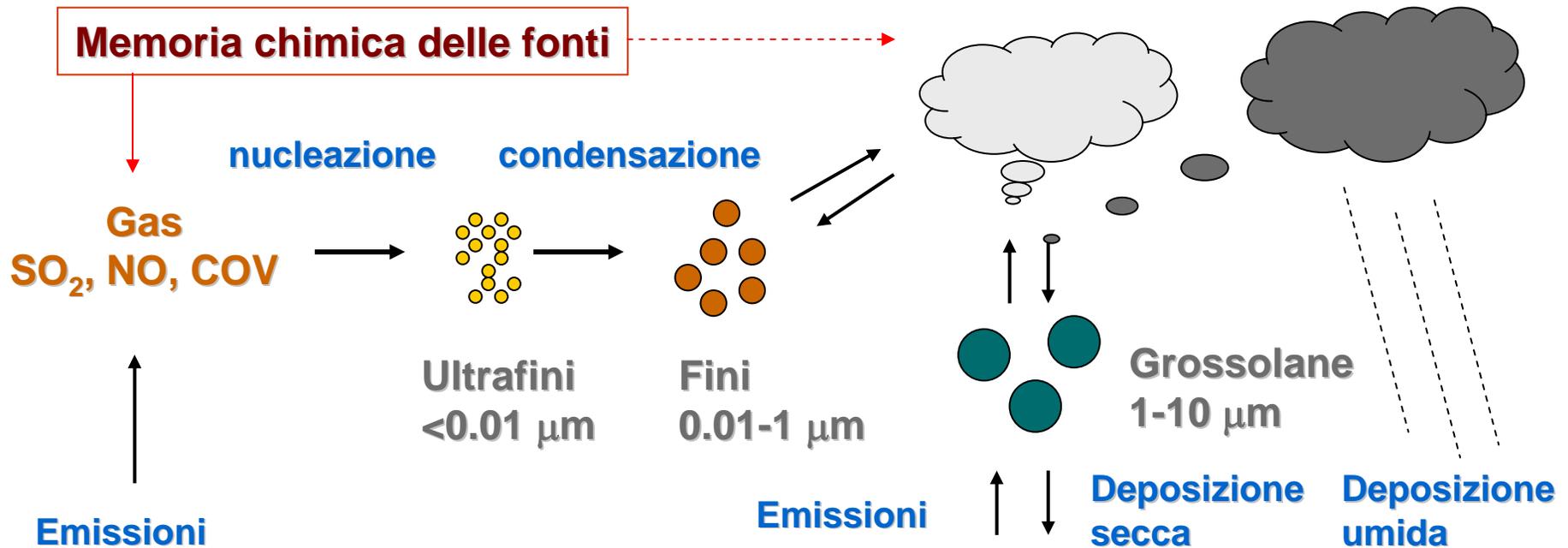
Inoltre le polveri sottili....

1. Facilitano la formazione di inquinanti gassosi secondari via catalisi eterogenea (OZONO)
2. Influenzano il budget radiativo della atmosfera (EFFETTO SERRA)
3. Concorrono alla formazione di nebbia e foschie
4. Contribuiscono la maggior parte delle deposizioni chimiche inquinanti al suolo e nelle acque superficiali
5. Danneggiano strutture e monumenti artistici

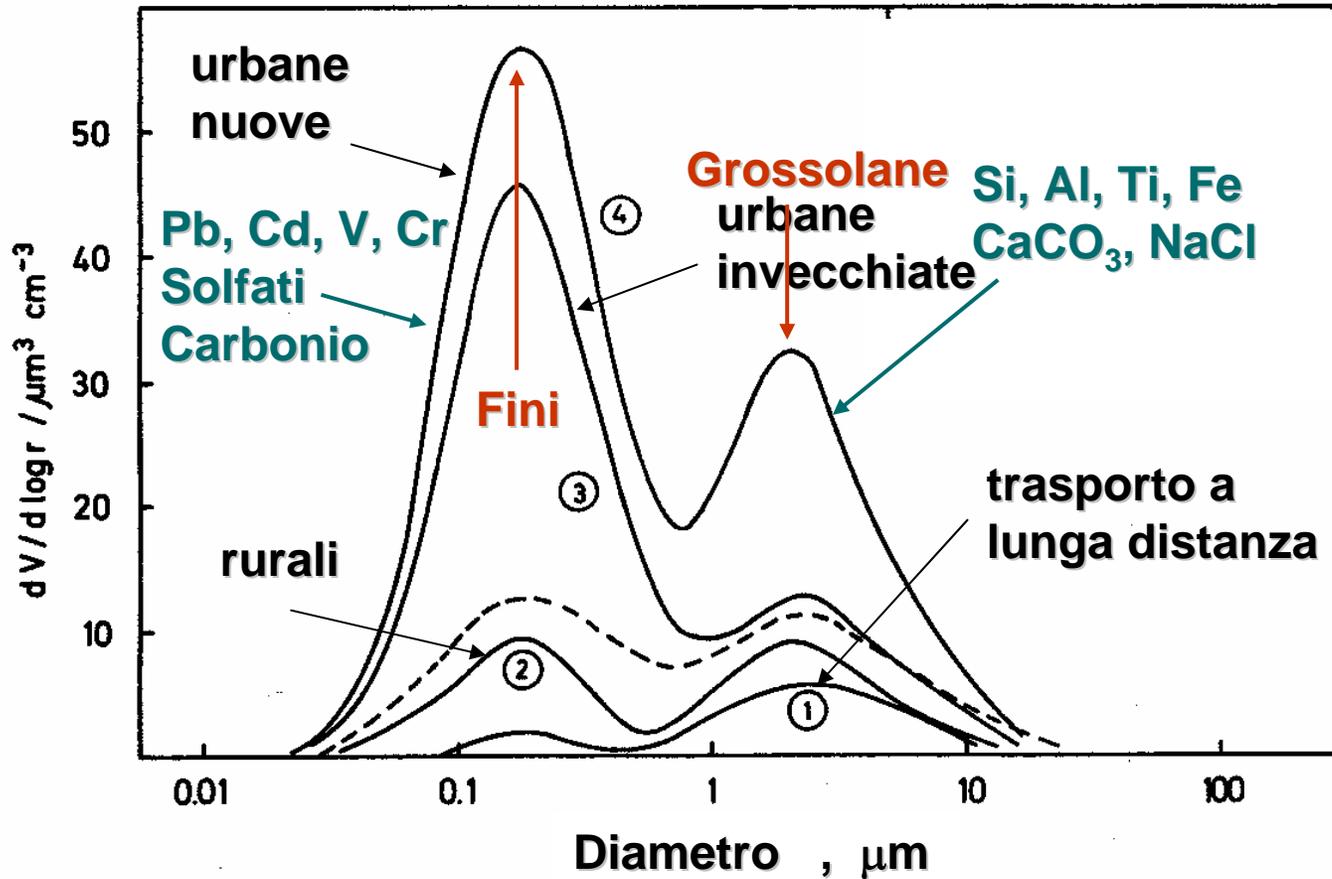


Che cosa sono le polveri sottili?

- Aerosol: un sistema multifase
- Particelle solide e liquide ed il gas che le genera, le trasporta, le trasforma.

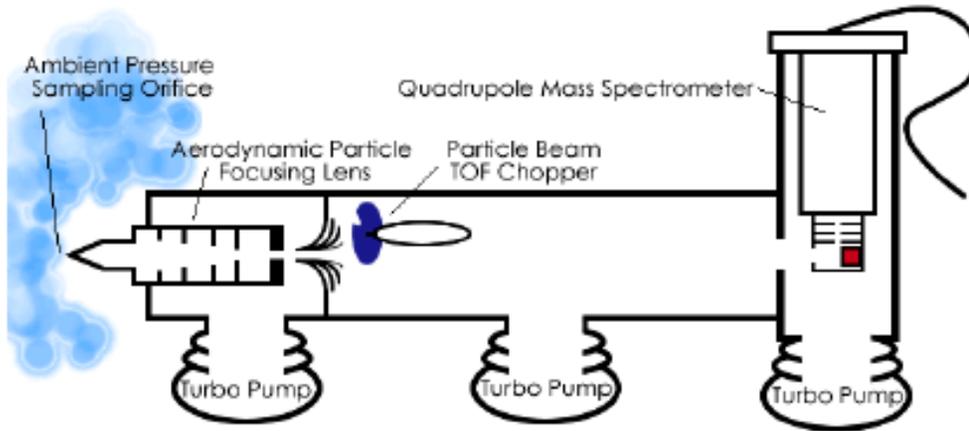


Che informazioni contiene la distribuzione dimensionale?

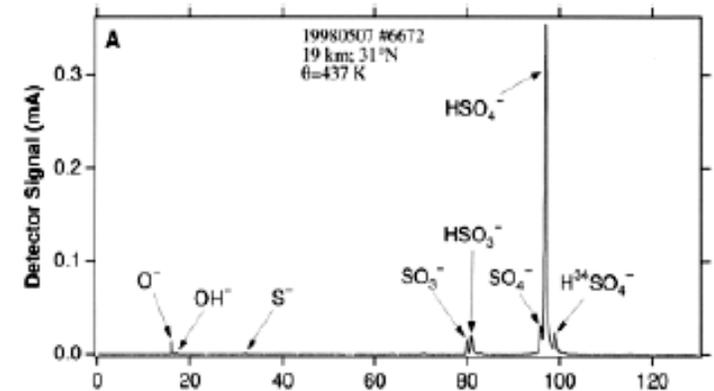
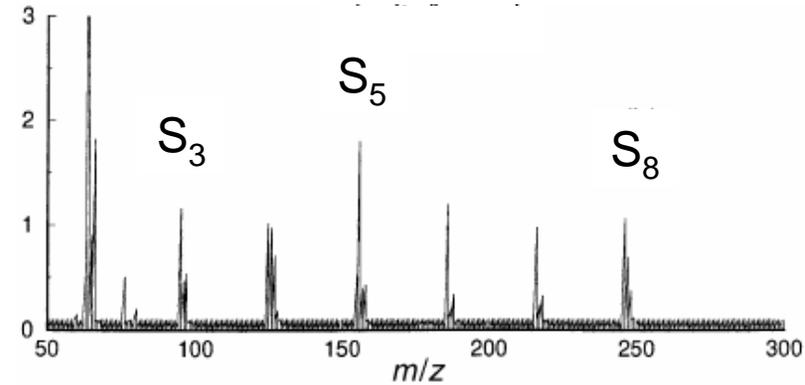


Tecniche moderne per lo studio delle polveri

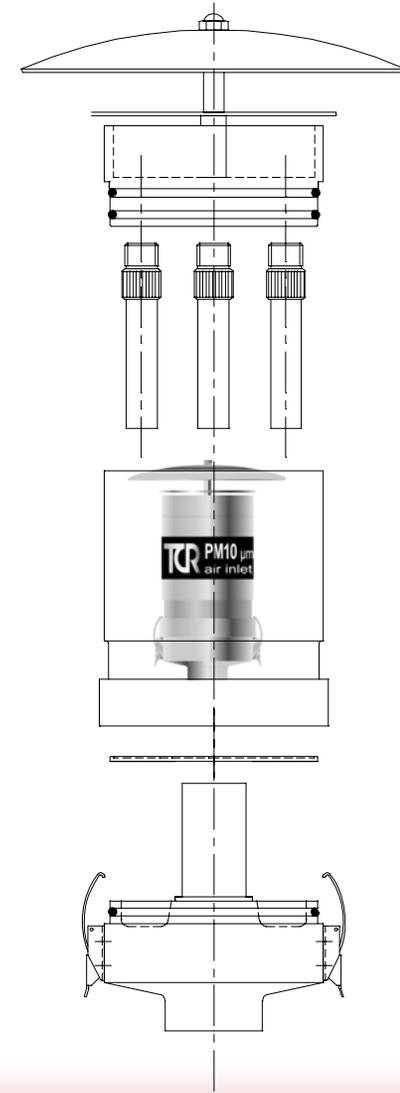
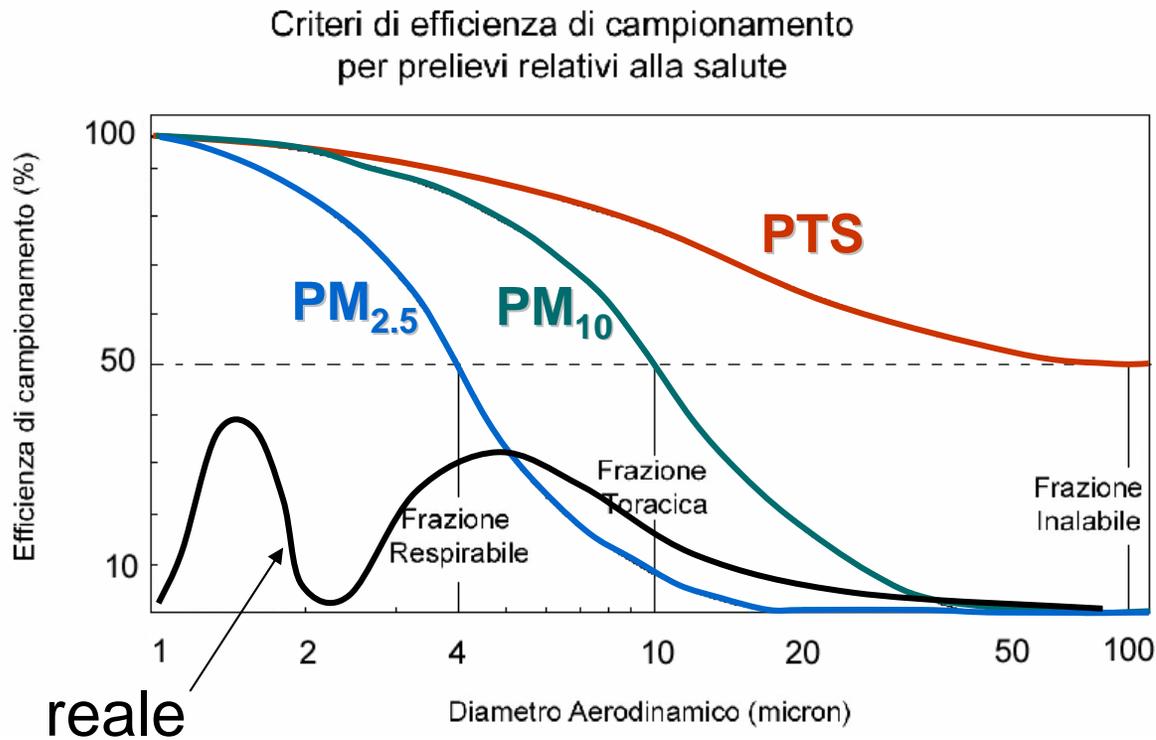
Caratterizzazione della singola particella



Spettrometria di massa a tempo di volo



In alternativa: campionamento



Tecniche analitiche integrate

Analisi chimica:

- Fluorescenza a raggi-X (XRF), PIXE
- Spettroscopia atomica (ICP-AES, ICP-MS)
- Spettrofotometria (UV-VIS)
- Cromatografia ionica (IC)
- Gas Cromatografia Massa (GC-MS)
- Cromatografia Liquida (HPLC)

Analisi Morfologica

- Microscopia Elettronica (SEM, TEM)



Caratterizzazione chimica e morfologica di polveri sottili in alcuni centri urbani in Umbria

resp. scient.: Beatrice Moroni, David Cappelletti

- **ARPA Umbria**
- **Dip. Di Ingegneria Civile ed Ambientale (UNIPG)**
- **Dip. Scienze della Terra (UNIPG)**
- **C.U.M.E. (UNIPG)**
- **I.S.T.M. – CNR (PG)**

- **Campionamento**
- **Analisi chimica preliminare non invasiva (Mic.Ottica e XRF)**
- **Caratterizzazione chimica (ICP-AES, IC, UV-VIS)**
- **Validazione incrociata dati metalli (ARPA vs DICA)**
- **Caratterizzazione morfologica, analisi di singola particella, distribuzioni dimensionali (SEM-EDX, image processing)**

Campagna di campionamento

Maggio 2006 – Aprile 2007

■ TERNI

- campionamento dedicato PM_{10} e $PM_{2.5}$ (filtri in PTFE)
- tetto dell'edificio ARPA (Terni centro)
- sito urbano (fondo)

■ PERUGIA

- campionamento stocastico di PM_{10} e $PM_{2.5}$ (filtri in PTFE)
- centralina di Piazza del Bacio (Stazione di Fontivegge)
- sito orientato al traffico veicolare



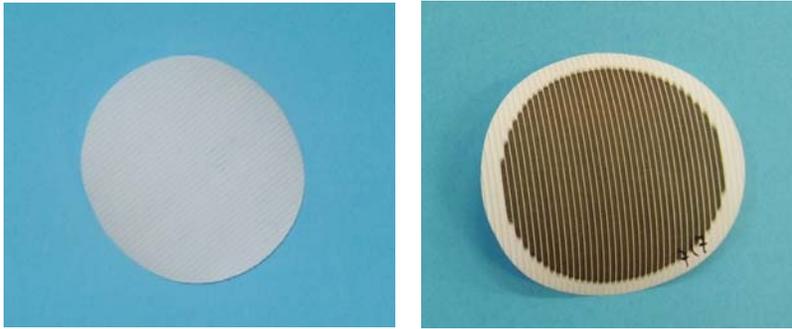
Stato di avanzamento dei lavori (feb-07)

- 60 campioni di TR (maggio-dicembre 2006)
- 30 campioni di PG (giugno-settembre 2006)
- XRF su tutti i campioni
- SEM su 12 campioni selezionati TR
- IC su circa 30 campioni selezionati di TR e PG (solfati, nitrati, cloruri)
- ICP-AES su tutti i campioni
- Na, K, Ca, Mg, Ba, Cd, Ni, Fe, Cr, Ir, Ti, Pb, Al, Sn
- Campionamento specifico per SEM su filtri PC a TR (feb-07)



Trattamento del campione

Scelta accurata del tipo di supporto (PTFE)



analisi non invasiva → XRF

trasferimento su polycarbonato → SEM

solub. in acqua ultrapura → IC



digestione micro-onde → ICP-AES



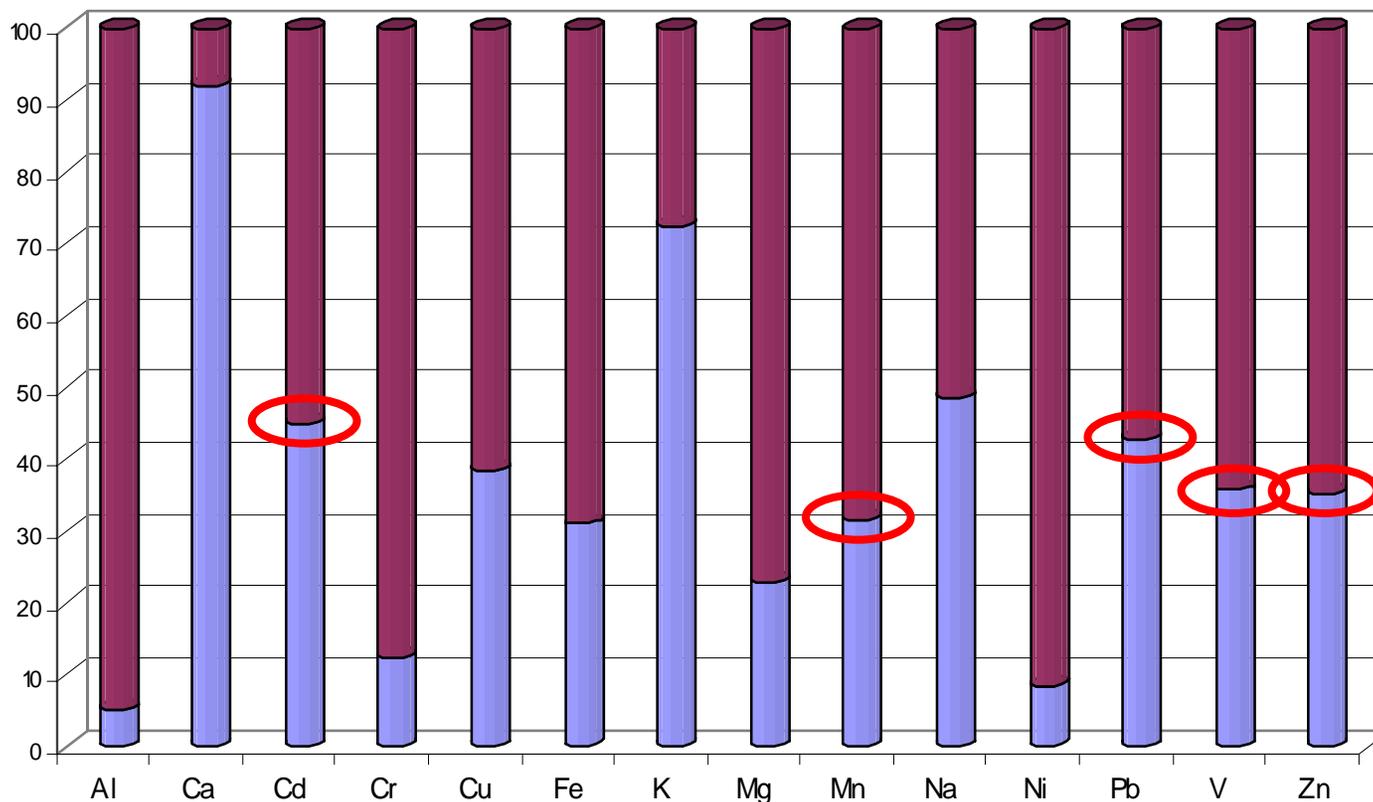
Validazione incrociata ARPA vs DICA

	Pb	Fe	Zn	Mn	
27-30 giu	7	813	<90	13	ARPA
28-30 giu	12	801	44	18	DICA
21-23 lug	4	490	<90	7	ARPA
13-18 lug	9	282	82	11	DICA

Perugia



Biodisponibilita' e deposizione chimica



Perugia 2005

■ % in soluzione ■ totale



8 febbraio 2007

Similitudini PG vs TR: matrice chimica di base

	solforati	nitrati	cloruri	Ca	
PM25:PM10	1.4	0.21	0.33	0.87	TR
	1.4	0.17	0.25	0.72	PG

Rapporto Ca/S ~ 1 PM₁₀
 Ca/S ~ 0.2 PM_{2.5}

Solfati > nitrati

Differenze PG vs TR: (alcuni) metalli (ng/m³)

		Cr	Ni	Sn	Pb		
Terni	estate	20	32	60	5	PM2.5	
		28	31	53	11	PM10	
					20*	500*	Valori limite europei
	autunno	37 (2)	39 (3)	36	15 (54)	PM2.5	
		38 (4)	37 (7)	34	20 (68)	PM10	

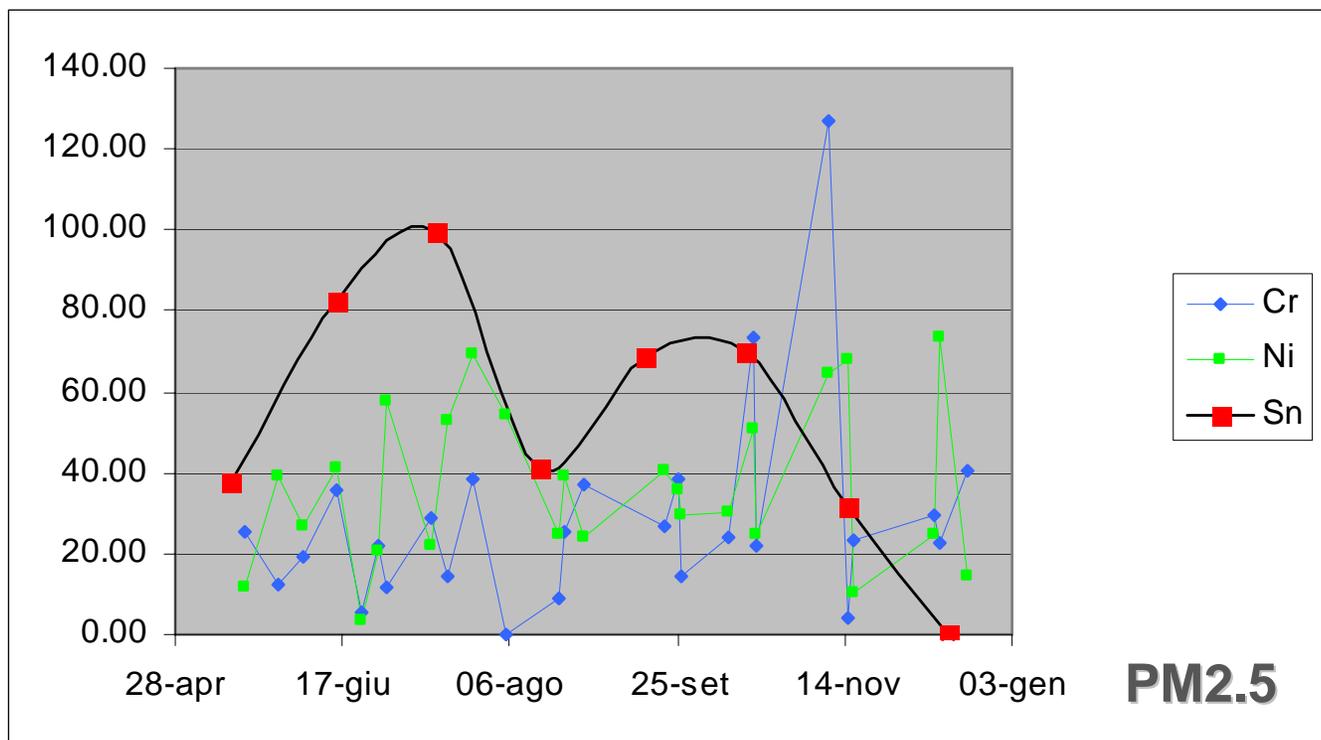
Roma – traffico (ISS 2003)

Differenze PG vs TR: (alcuni) metalli (ng/m³)

		Cr	Ni	Sn	Pb	
Terni	estate	20	32	60	5	PM2.5
		28	31	53	11	PM10
			20*		500*	Valori limite europei
	autunno	37 (1) (8)	39 (3) (10)	36(8)	15 (54) (7)	PM2.5
		38 (4) (9)	37 (7) (12)	34(12)	20 (68) (13)	PM10

Perugia (P.Bacio)

Terni - Metalli (ng/m³): andamento stagionale



Terni

Caratterizzazione morfologica: Terni

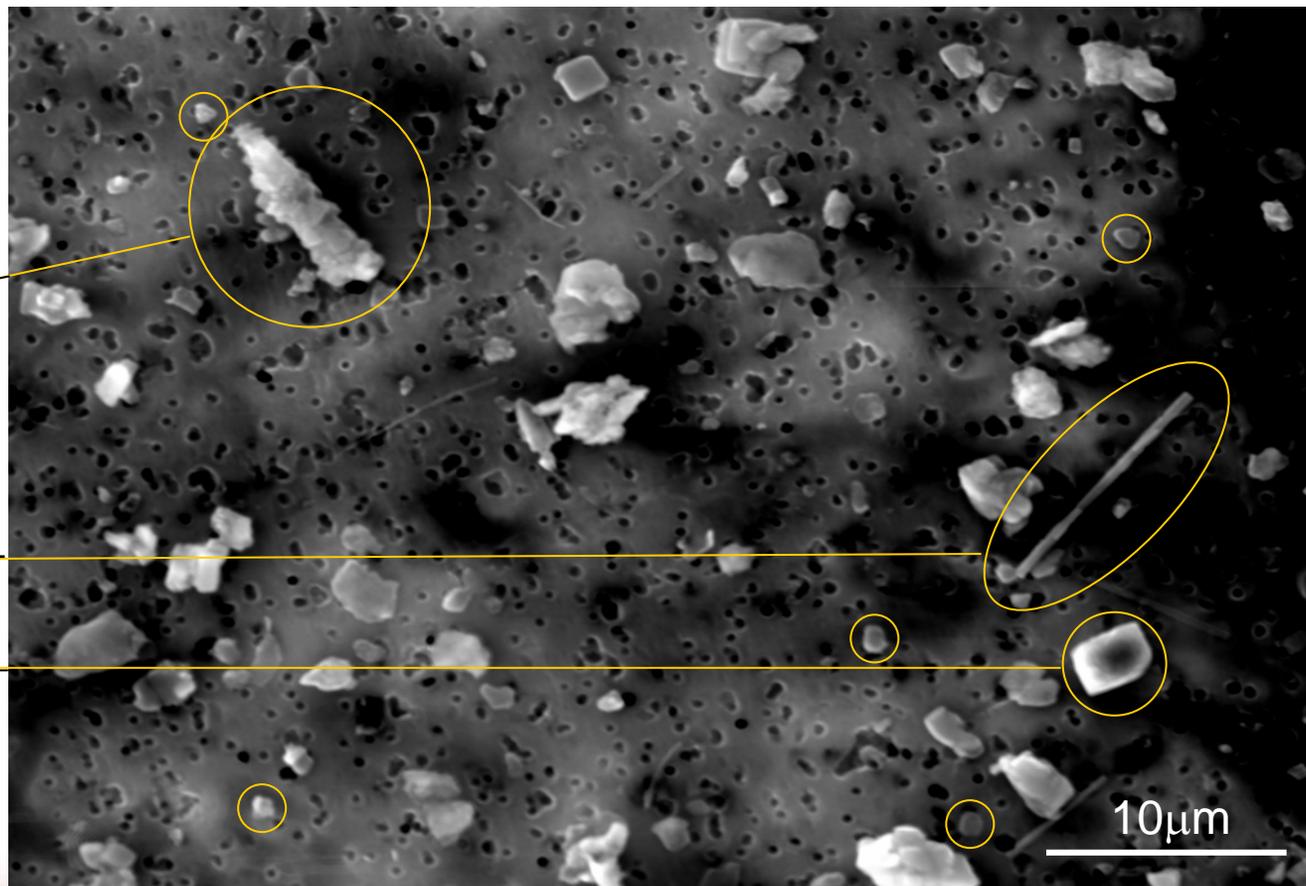
PM10
Terni
Luglio 2006

gesso

leghe metalliche

silicio

quarzo



Caratterizzazione delle singole particelle

Morfologia

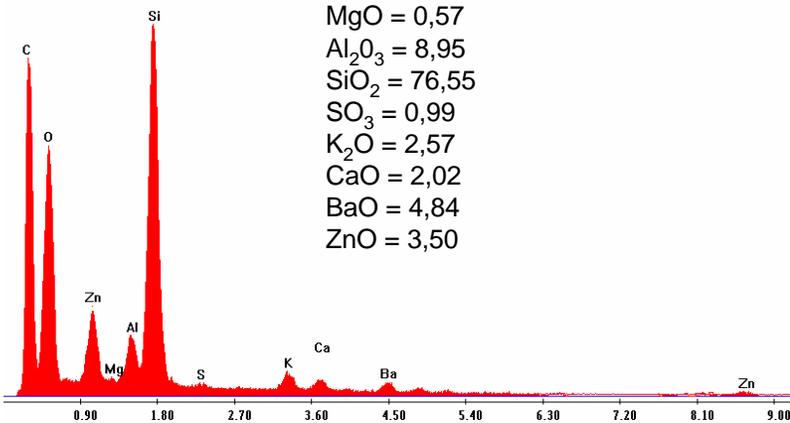
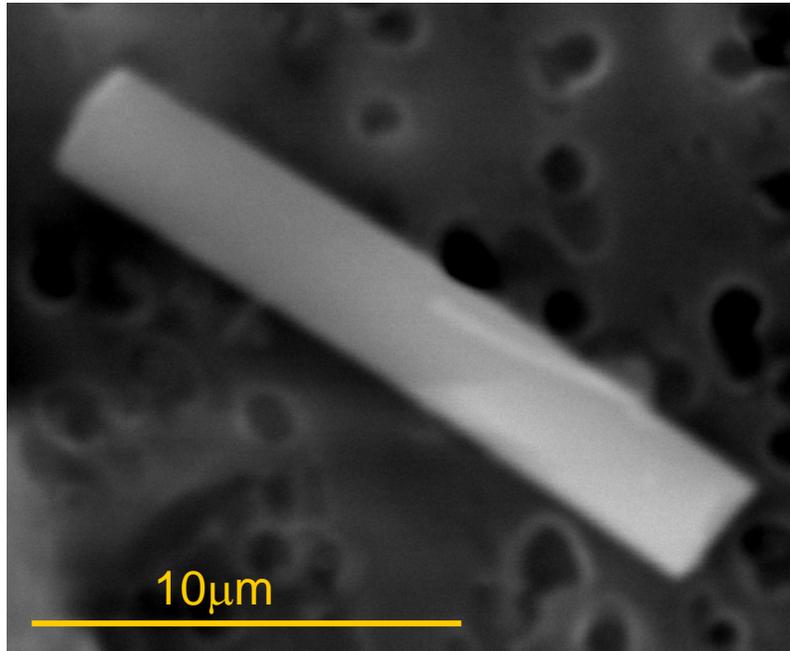
bastoncello (crisotili)

Composizione chimica

Si (80%), Al, Ba, Zn (Mg assente)

Fonte

industriale



Caratterizzazione delle singole particelle

Morfologia

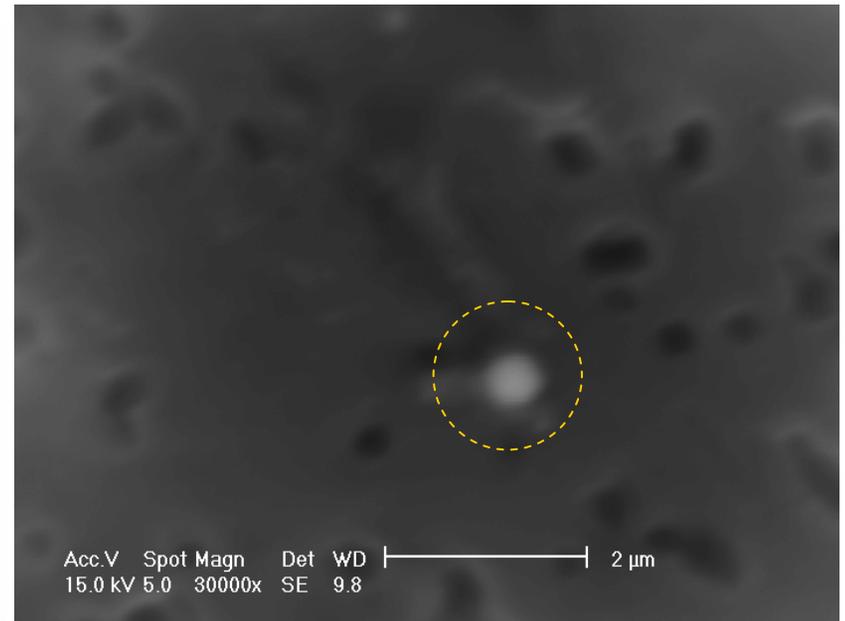
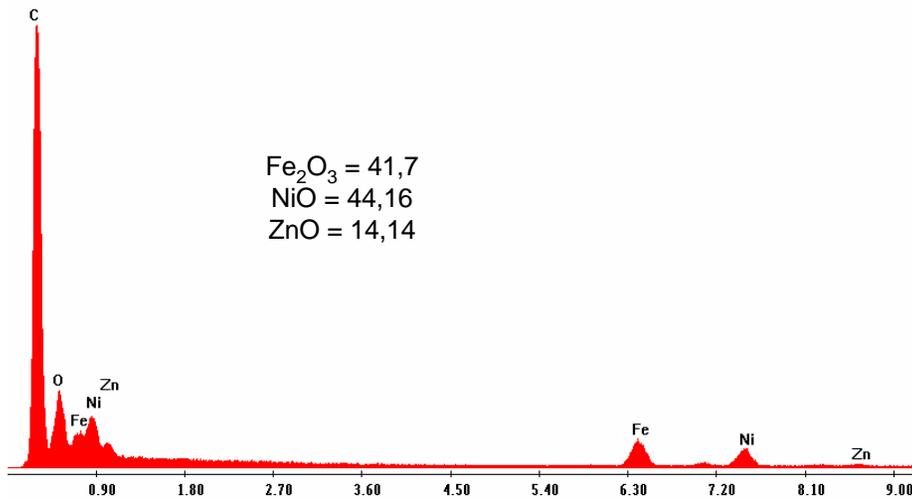
sferette < 1 μm

Composizione chimica

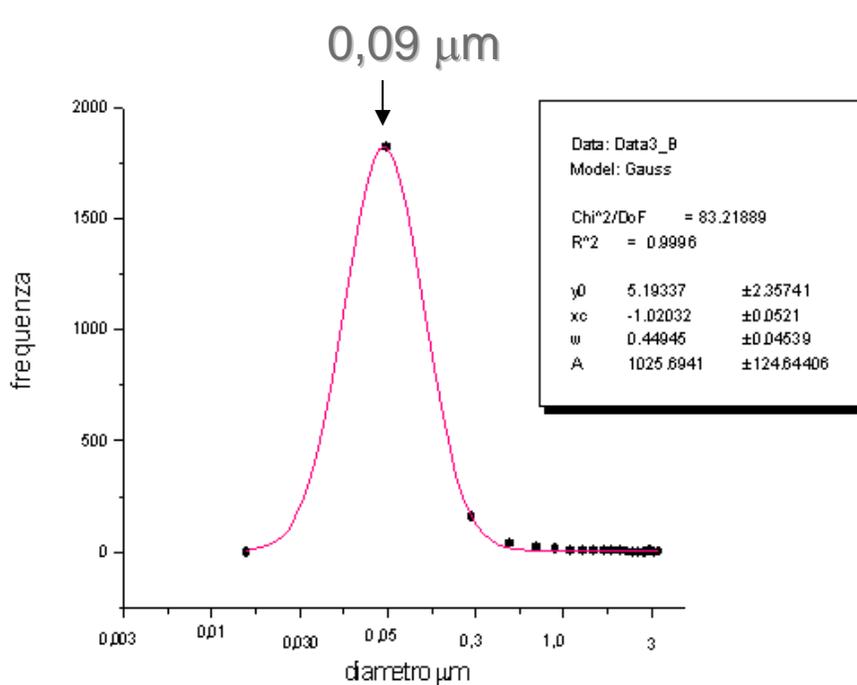
lega metallica Fe, Ni, Zn

Fonte

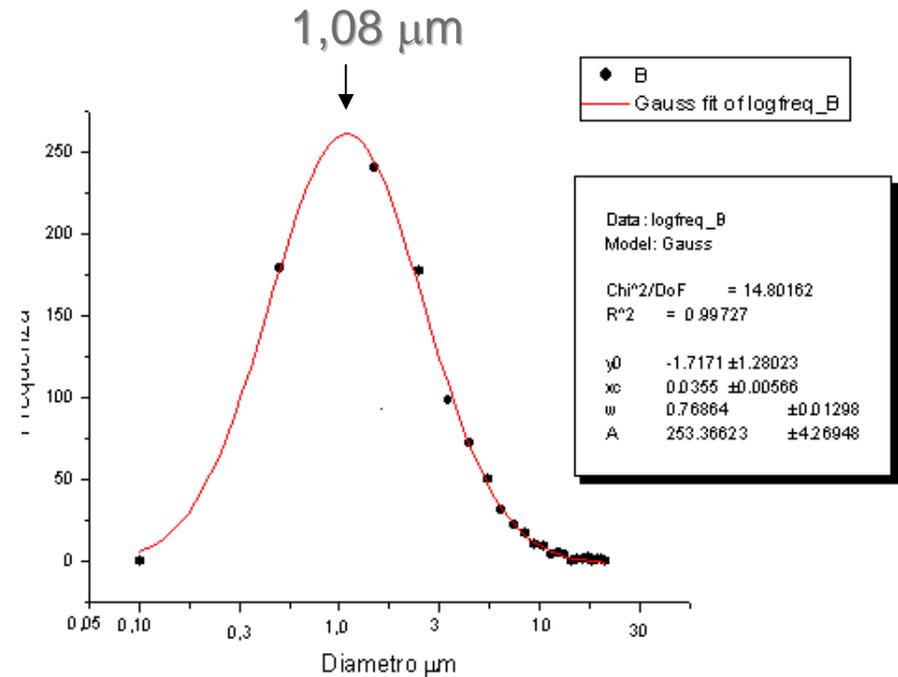
industriale



Dati morfometrici: PG e TR molto differenti



Perugia (2005)



Terni

Un approccio scientifico per una corretta politica ambientale

- **Monitoraggio a lungo termine (decine di anni) della abbondanza delle polveri, della loro composizione chimica e morfologia, delle dinamiche gas/particella**
- **Caratterizzazione del territorio**
 1. **Realtà urbane**
 2. **Zone industriali**
 3. **Siti di fondo ed aree incontaminate ad alto pregio ambientale**
 4. **Siti di alta quota**
- **Approccio di analisi integrato (chimica e morfologia)**

Benefici di un approccio scientifico per una corretta politica ambientale

- 1. Trends realistici per valutare l'efficacia dei provvedimenti di politica ambientale**
- 2. Dati di input per i modelli statistici/previsionali**
- 3. Dati di input critici per gli studi epidemiologici e di effetti sulla salute**
- 4. Possibilità di tracciare le fonti**



Progetti in corso e sviluppi futuri

- **Progetto polveri indoor/outdoor**
 - Facolta' di ingegneria
 - Nuovo campionatore PM_{10} , $PM_{2.5}$, $PM_{1.0}$
 - Analisi chimica elementare
 - Analisi della frazione organica (IPA, GC-MS)

- **Monitoraggio di un sito specifico industriale a Terni**
 - Contatore di particelle
 - Analisi chimiche
 - Campionamenti su filtri PC per SEM

- **Campionamento e monitoraggio di polveri nel Parco dei Sibillini**
 - Valori di fondo in una zona ad alto pregio ambientale e turistico

Ringraziamenti

- **Beatrice Moroni (Dip. Scienze della Terra)**
- **M. Angelucci, E. Peirone, M. Pompei, M. Vecchiocattivi (ARPA-PG)**
- **M. Castellani, L. Mascelloni (ARPA-TR)**
- **F. Scardazza (D.I.C.A.)**
- **L. Cartechini (ISTM – CNR)**

Laurea breve in Ingegneria Ambientale

- **M.P. Castelli, M. della Giovanpaola, A. Francia, G. Saporà, V. Zillante**

Laurea Specialistica in Ingegneria Ambientale

- **L. Barcherini, S. Castellini**

