

Variabilità spaziale e stagionale dell'aerosol carbonioso sul territorio italiano

S. SANDRINI¹, S. FUZZI¹, A. PIAZZALUNGA², P. PRATI³, U. MOLteni⁴, A. MARINONI¹, P. BONASONI¹, P. FERMO⁵, R. VECCHI⁶, C. COLOMBI⁷,
V. GIANELLE⁷, G. DE GENNARO⁸, A. DI GILIO⁸, D. CAPPELLETTI⁹, B. MORONI⁹, D. MASSABÒ³, M. C. BOVE³, M. R. PERRONE¹⁰, G.
PAVESE¹¹, M. CALVELLO¹¹, G. LONATI¹², M. GIUGLIANO¹², L. FERRERO¹³, M. G. PERRONE¹³,
P. IELPO^{14,15}, D. CONTINI¹⁴, C. PERRINO¹⁶, T. SARGOLINI¹⁶, S. GILARDONI¹

1 Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bologna

2 Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Milano-Bicocca, Milano

3 Dipartimento di Fisica & INFN, Università degli Studi di Genova, Genova

4 Paul Scherrer Institute, Villigen (CH)

5 Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Milano

6 Dipartimento di Fisica & INFN, Università degli Studi di Milano

7 ARPA Lombardia, Centro Regionale Monitoraggio Qualità Aria, Milano

8 Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Bari

9 SMAArt & Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie, Univ. degli Studi di Perugia

10 Dipartimento di Matematica e Fisica, Università del Salento, Lecce

11 Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Tito Scalo, Potenza

12 Dipartimento di ingegneria civile e ambientale, Politecnico di Milano, Milano

13 Centro di Ricerche POLARIS, Università di Milano-Bicocca, DISAT, Milano

14 Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Lecce

15 Istituto di Ricerca Sulle Acque, CNR, Bari

16 Istituto sull'Inquinamento Atmosferico, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma

Motivazione del lavoro

Società Italiana di Aerosol (IAS)

Nel 2011 avviata una ricognizione delle informazioni disponibili su livelli, composizione e variabilità del particolato carbonioso sul territorio nazionale.

Creazione di un database dedicato, nel quale tutti i gruppi sperimentali e modellistici afferenti alla IAS sono stati invitati ad inserire, in forma sintetica, i dati a loro disposizione.

Selezione dei dati raccolti mediante metodo Termo-Ottico e già pubblicati ai fini di una **pubblicazione riassuntiva dei livelli e della variabilità di OC ed EC sul territorio italiano.**

Contenuti

■ Introduzione

- ✓ Database
- ✓ Siti di misura
- ✓ Protocolli di misura TOT

■ Risultati

- ✓ Concentrazioni medie
- ✓ Andamento stagionale
- ✓ Variabilità spaziale
- ✓ Contributo della frazione carboniosa sul PM

■ Conclusioni

Creazione del database

Site	Code	Long.	Lat.	Alt.	Type of site	Study period	Method	Thermal protocol	PM10 #	PM2.5 #	Reference	
Alpe San Colombano	ASC	10.19	46.27	2225	High altitude - remote	Feb05-Jan08	TOT	NIOSH 5040	98	175	Perrone et al., 2012	
						Jul12-Sep12	TOT	Eusaar-2	44			
Monte Cimone	CMN	10.70	44.19	2165	High altitude - remote	2005-2012	MAAP			1' time res.	Cristofanelli et al., 2013	
						Jul07-Aug07	TOT	NIOSH 5040		31		
Monti Martani	MAR	12.52	42.78	1100	rural bkg/medium elev.	Mar09-Dic09	TOT	NIOSH 5040	23	23	Moroni et al., 2012	
Propata (GE)	PRO	9.19	44.57	990	rural bkg/medium elev.	Jul-Nov10 + Jan-Jul12	TOT	Eusaar-2		101	Massabò et al., 2013	
Bosco Fontana	BF	10.74	45.21	25	rural	Feb05-Jun07	TOT	NIOSH 5040	59	25	PARFIL Project	
Oasi Le Bine	OLB	10.43	45.13	0	rural	May07-Mar08	TOT	NIOSH 5040	43	26	Perrone et al., 2012	
San Pietro Capofiume	SPC	11.65	44.65	0	rural	May-Jul07	TOT	NIOSH 5040		64		
Erba	ERB	9.23	45.81	375	rural	Mar06	TOT	NIOSH 5040		31		
Val d'Agri	GRU	15.92	40.33	582	semirural	Jan11-Apr11	aethal.			5' time res.	Pavese et al., 2012	
Potenza Tito Scalo	TITO	15.72	40.60	750	semirural	May08-Mar10	aethal.			5' time res.	Pavese et al., 2012	
Roma Montelibretti	MLB	12.64	42.11	232	semirural	2005-2010	TOT	NIOSHlike	2133		Perrino et al., 2008	
Taranto via Orsini	TA Ors	17.23	40.49	5	industrial	Oct05-Feb06	TOT	NIOSH 5040		30	Amodio et al., 2010	
Ferrara Cassana	FE Cas	11.56	44.85	11	urban-industrial	Jan11-Jun12	TOT	NIOSHlike	122	122	Perrino et al., 2014	
Sondrio	SON	9.87	46.17	307	urban bkg	Apr05-Sep07	TOT	NIOSH 5040	66		PARFIL Project http://ita.arpalombardia.it/ITA/qaria/pdf/Parfil/UO3/UO3_RelFinale_PARFIL.pdf	
Varese	VA	8.81	45.82	379	urban bkg	Feb05-Jun07	TOT	NIOSH 5040	78	29		
Brescia	BS	10.22	45.56	149	urban bkg	Feb05-Jun07	TOT	NIOSH 5040	70	40		
Como Cantù	CAN	9.12	45.47	322	urban bkg	Feb05-Jun07	TOT	NIOSH 5040	108	87		
Mantova	MN	10.80	45.15	19	urban bkg	Feb05-Jun07	TOT	NIOSH 5040	42	20		
Milano Lodi	LOD	9.50	45.30	87	urban bkg	Feb05-Jun07	TOT	NIOSH 5040	72	41		
Milano via Messina	MI Mes	9.12	45.32	122	urban bkg	Aug02-Dec03	TOT	NIOSH 5040		118		Lonati et al., 2007
Milano via Pascal	MI Pas	9.12	45.32	125	urban bkg	Feb05-Jun07	TOT	NIOSH 5040	115	83		
						Mar12-Dec12	TOT	NIOSHlike	254			
Genova Multedo	GE MUL	8.83	44.43	0	urban bkg-harbour	May11-Oct11	TOT	Eusaar-2		69		http://www.apice-project.eu/
Genova Corso Firenze	GE FI	8.93	44.42	0	urban bkg	Feb11-Oct11	TOT	Eusaar-2		94	Cuccia et al., 2013	
Roma Villa Ada	RM Ada	12.51	41.93	50	urban bkg	2005-2007	TOT	NIOSHlike	1048		Perrino et al., 2008	
Bari Pane e Pomodoro	BA PP	16.89	41.12	0	urban bkg	Mar07-Jul07	TOT	NIOSH 5040	22	39	Amodio et al., 2010	
Bari San Nicola	BA SN	16.84	41.08	5	urban bkg	Mar07-Jul07	TOT	NIOSH 5040	19	39	Amodio et al., 2010	
Bari Casamassima	BA CM	16.92	40.96	223	urban bkg	Mar07-Jul07	TOT	NIOSH 5040	14	28	Amodio et al., 2010	
Bari Japigia	BA JA	16.90	41.11	5	urban bkg	Oct05-Feb06	TOT	NIOSH 5040		32	Amodio et al., 2010	
Bari Università	BA Uni	16.88	41.11	0	urban bkg	Oct08	TOT	NIOSH 5040	16	16	Amodio et al., 2010	
Taranto via Dante	TA DA	16.80	40.63	5	urban bkg	Oct05	TOT	NIOSH 5040		30	Amodio et al., 2010	
Lecce	LE1	18.17	40.35	50	urban bkg	Mar07-Dic07	TOT	NIOSH 5040		25	Perrone et al., 2011	
	LE2	18.17	40.35		urban bkg	Apr11-Jul11	TOT	NIOSH 5040	6	6*	Guascito et al., 2013	
Milano Pero	MI Pero	9.09	45.51	144	traffic, suburban	May06	TOT	NIOSH 5040	7			
Genova Bolzaneto	GE BZ	8.90	44.46	0	traffic	May11-Oct11	TOT	Eusaar-2		61	http://www.apice-project.eu/	
Milano via Senato	MI Sen	9.20	45.47	122	traffic	Nov12	TOT	NIOSHlike	14			
Bari Corso Cavour	BA CV	16.87	41.12	5	traffic	Oct05-Feb06	TOT	NIOSH 5040		34	Amodio et al., 2010	
Milano Torre Sarca	MI Sar	9.12	45.32	125	traffic	Jul05 - Mar08	TOT	NIOSH 5040		146	Perrone et al., 2012	

Localizzazione dei Siti di misura

36 siti

2 High Altitude

2 Medium elevation

7 Rural bkg

19 Urban bkg

1 Industrial

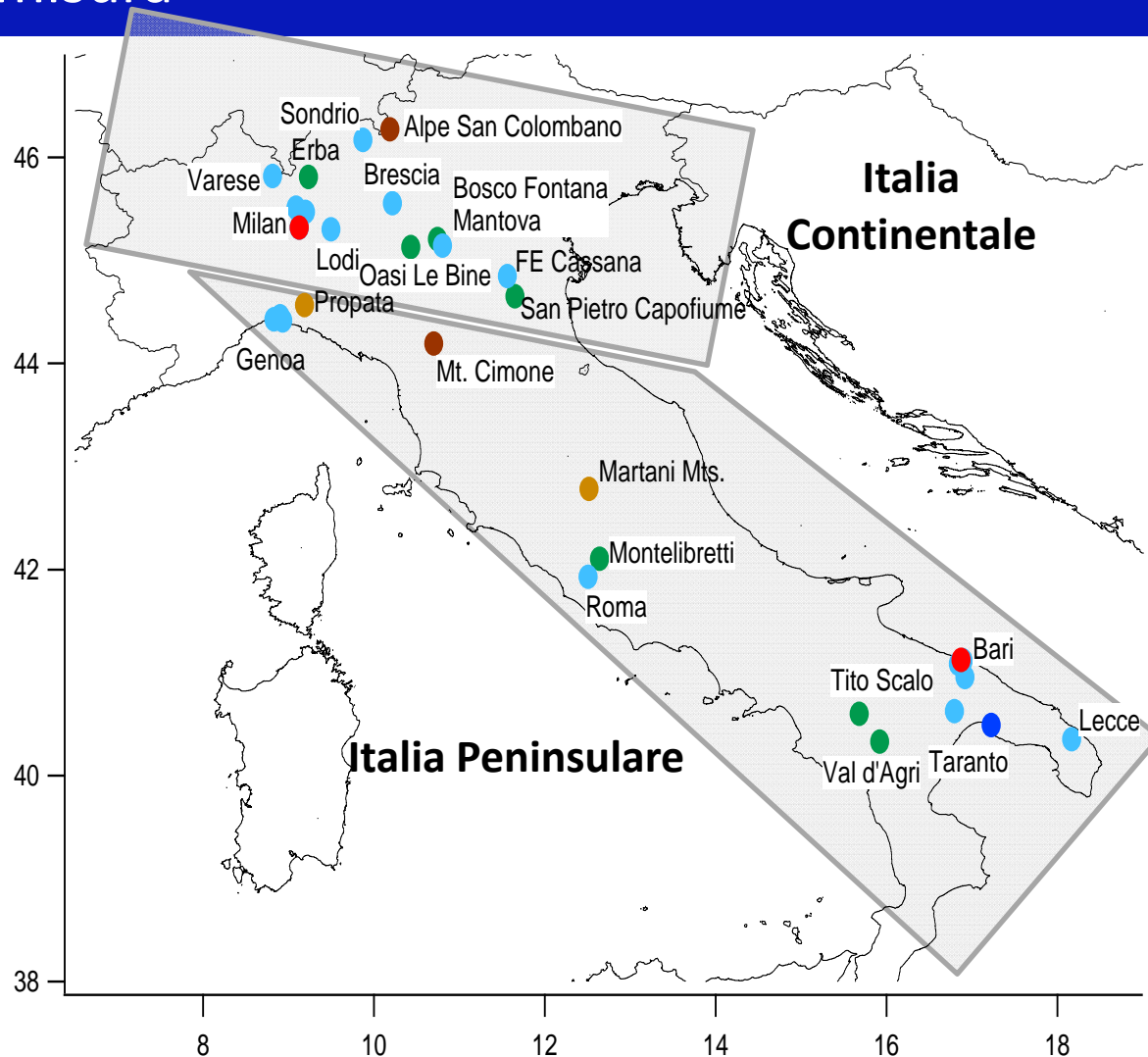
5 Traffic

32 siti con misure su

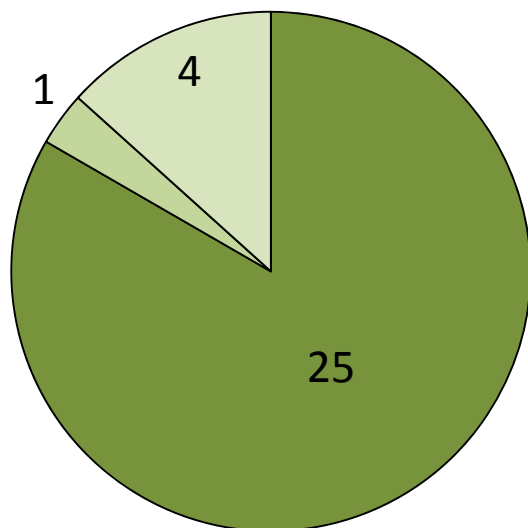
$PM_{2.5}$ (1 su PM_{1})

4 siti con misure solo

su PM_{10}



Creazione del database



- NIOSH5040
- NIOSHlike
- Eusaar-2

**30 siti con misure
TOT su PM_{2.5}**

Protocolli previsti nella norma CEN/TR 16243:2011

STEP	NIOSH 5040	NIOSHlike	EUSAAR-2
	T, duration °C, s	T, duration °C, s	T, duration °C, s
He1	250, 60	310, 60-80	200, 120
He2	500, 60	475, 60	300, 150
He3	650, 60	615, 60	450, 180
He4	850, 90	870, 90	650, 180
He		no heating	no heating
He/O ₂ 1	650, 30	550, 45-60	500, 120
He/O ₂ 2	750, 30	625-650, 45-60	550, 120
He/O ₂ 3	850, 30	700, 45-60	700, 70
He/O ₂ 4	940, 120	770-775, 45-60	850, 80
He/O ₂ 5		870-890, 110-165	

PRINCIPALI DIFFERENZE:

T_{max} fase He (850-870 °C vs 650°C)

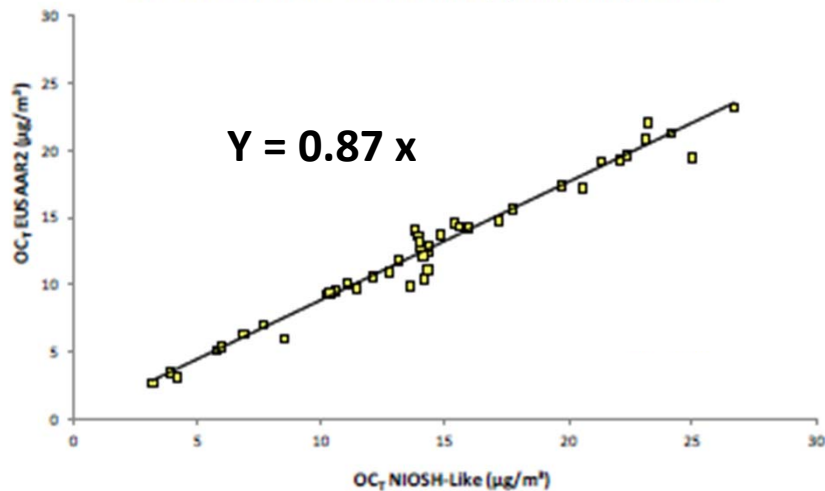
Durata degli step

OTTIMO ACCORDO SU TC

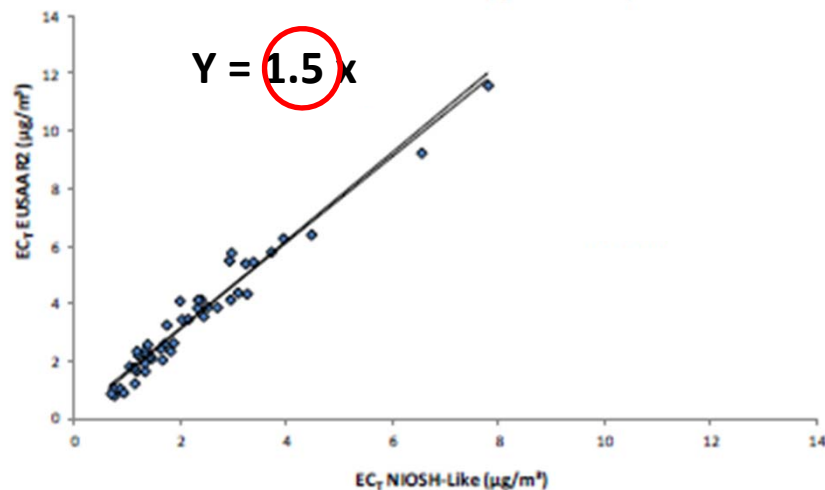
DIFFERENZE NELLO SPLIT TRA OC ed EC

Creazione del database

OC Trasmittance - Protocols applied comparison

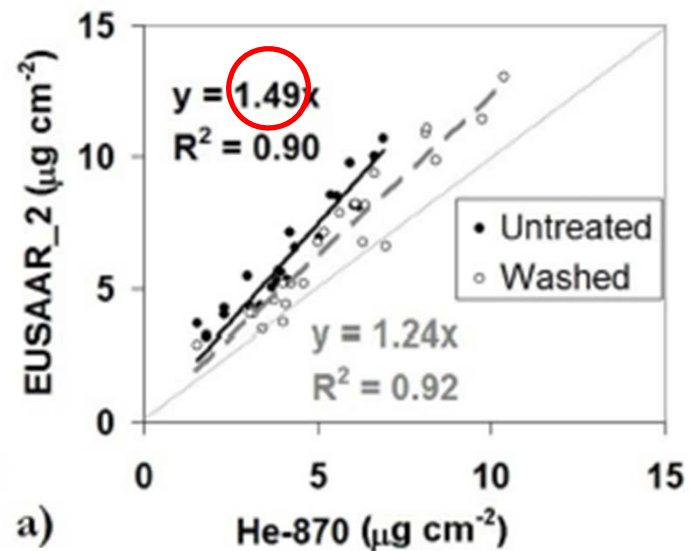


EC Trasmittance - Protocols applied comparison



MI Pascal

46 campioni PM₁₀
dal 26 Novembre 2012
al 10 Gennaio 2013



Piazzalunga et al., ACP, 2011

Risultati

■ summer ▨ winter

High altitude

Rural Peninsular Italy

Rural Po Valley

Urban bkg Peninsular Italy

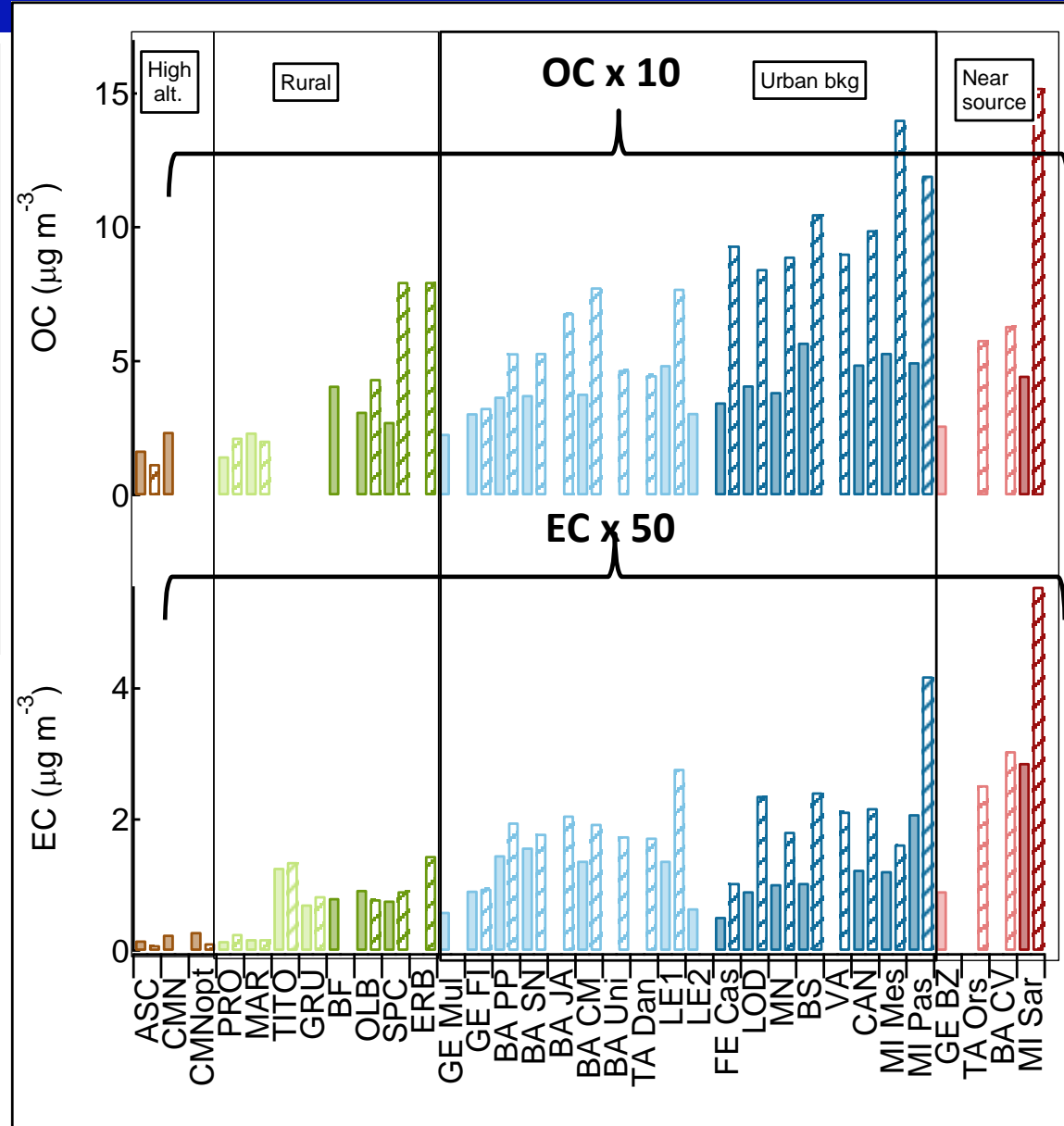
Urban bkg Po Valley

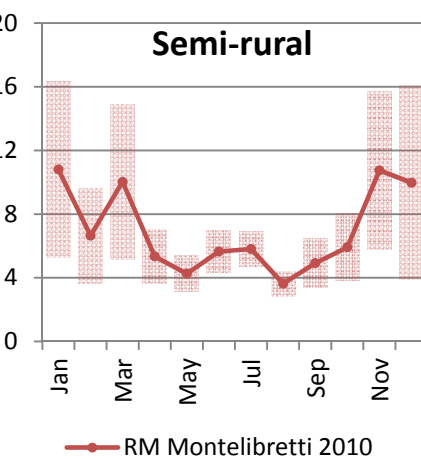
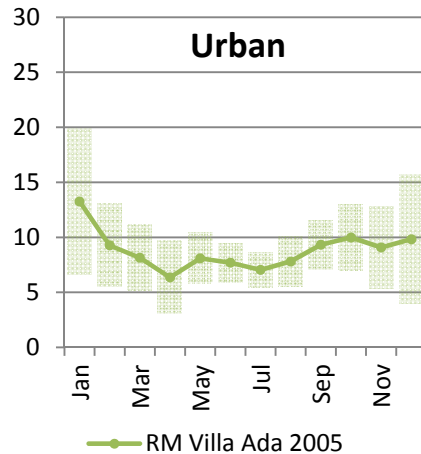
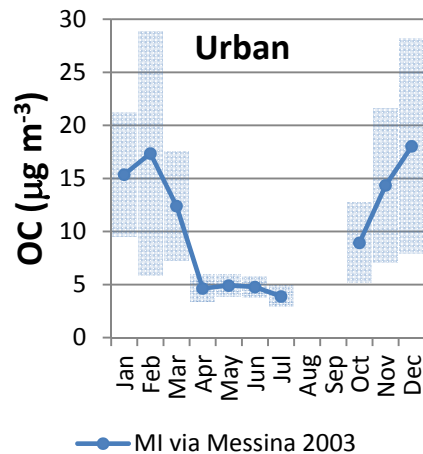
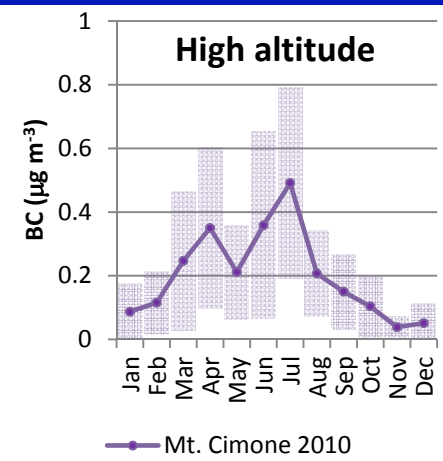
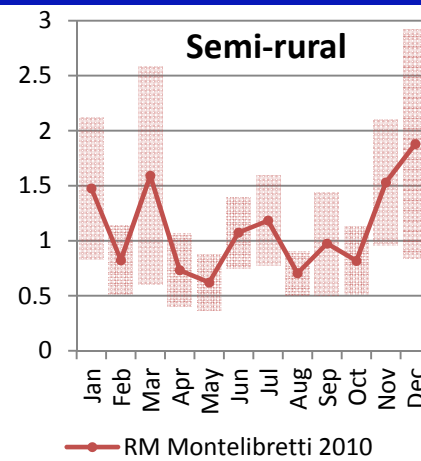
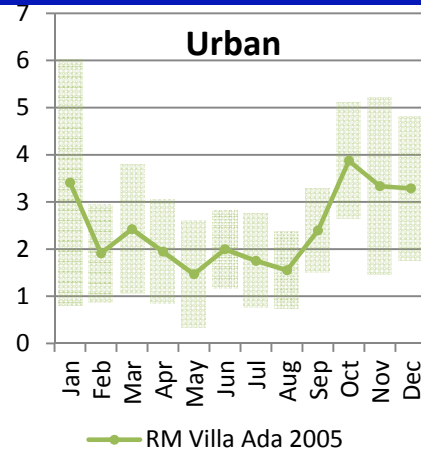
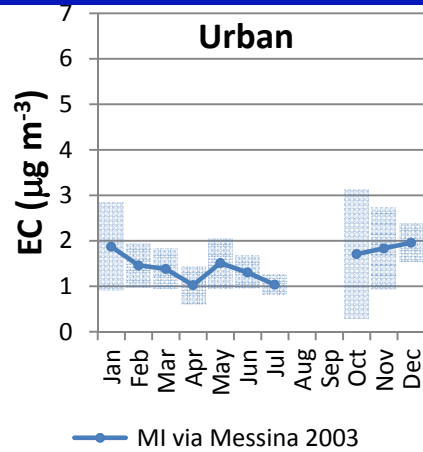
Near source Peninsular Italy

Near source Po Valley

OC → 1.2 – 15.2 $\mu\text{g m}^{-3}$

EC → 0.1 – 5.6 $\mu\text{g m}^{-3}$

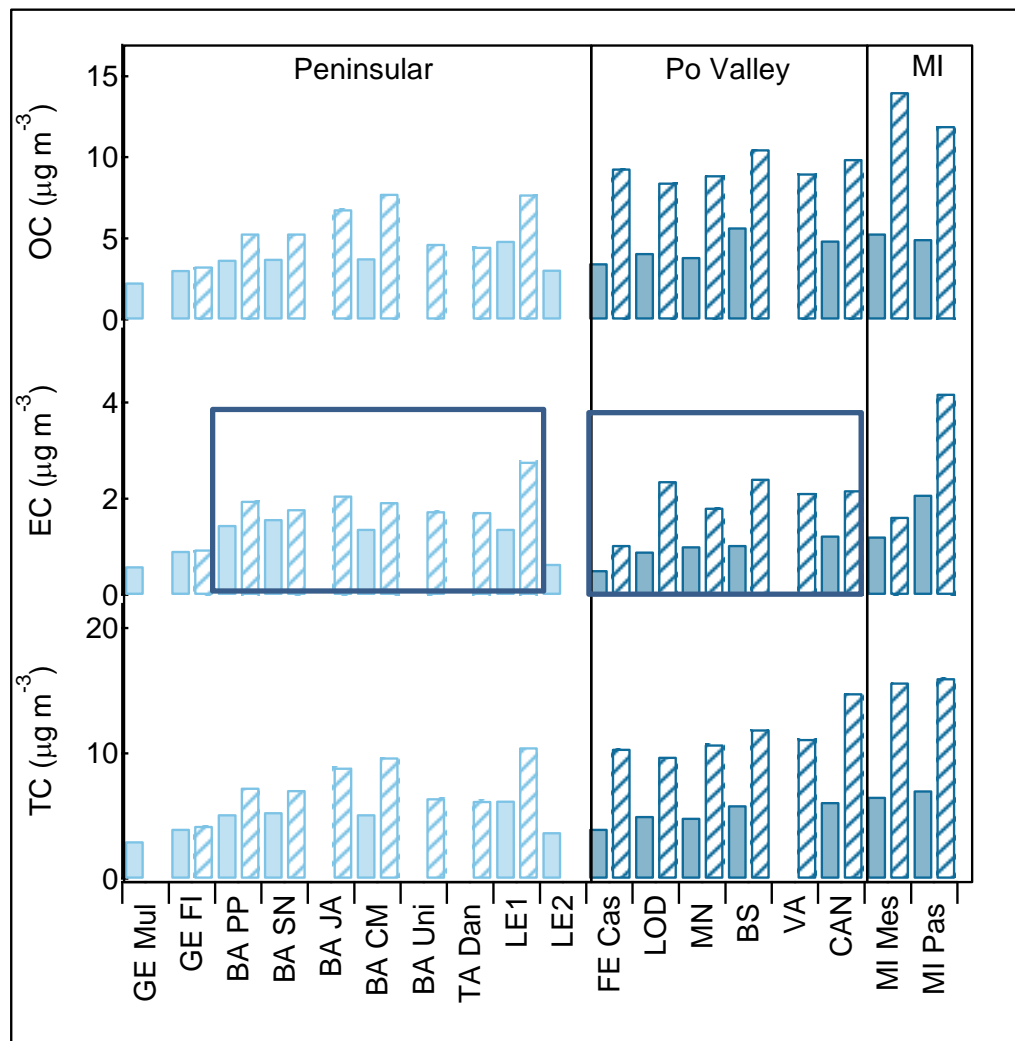




$OC_{win}/OC_{sum} = 2.3$ Pianura Padana
 $EC_{win}/EC_{sum} = 2.0$ Pianura Padana
 $OC_{win}/OC_{sum} = 1.5$ Italia Penins.
 $EC_{win}/EC_{sum} = 1.4$ Italia Penins.

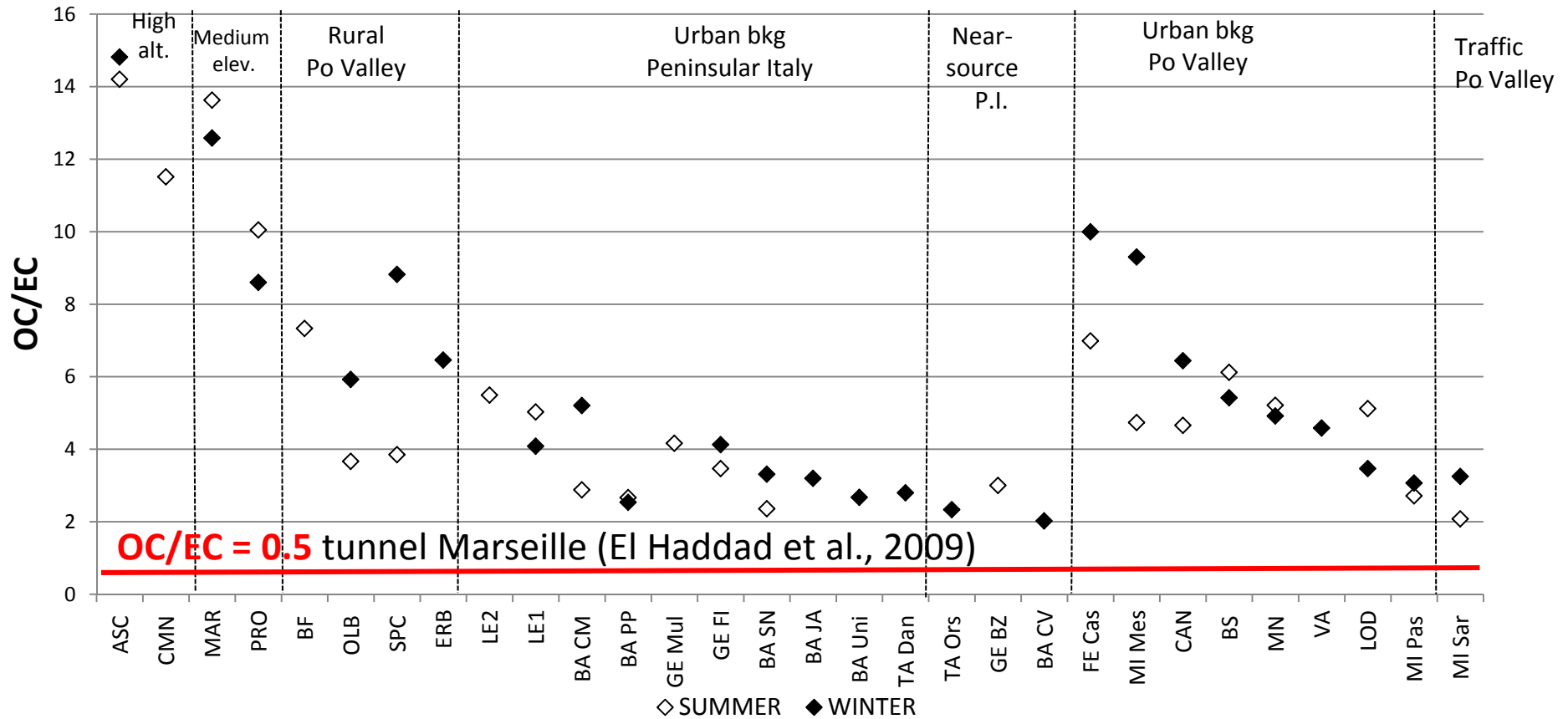
$OC_{sum}/OC_{win} = 1.4$ ASC
 $EC_{sum}/EC_{win} = 1.8$ ASC
 $BC_{sum}/BC_{win} = 2.5$ CMN

Confronto tra le medie - t-test



		MI vs PoValley	
		SUMMER	WINTER
EC	p	0.0679	0.2455
	ratio	1.7	1.5
OC	p	0.3170	0.0027
	ratio	1.2	1.4
TC	p	0.0537	0.0174
	ratio	1.3	1.4
		PoValley vs Peninsular	
		SUMMER	WINTER
EC	p	0.3933	0.6633
	ratio	0.8	1.1
OC	p	0.0979	0.0002
	ratio	1.3	1.6
TC	p	0.4113	0.0029
	ratio	1.1	1.5
		MI vs PoValley	
		SUMMER	WINTER
EC	p	0.0679	0.2455
	ratio	1.7	1.5
OC	p	0.3170	0.0027
	ratio	1.2	1.4
TC	p	0.0537	0.0174
	ratio	1.3	1.4
		PoValley vs Apulia	
		SUMMER	WINTER
EC	p	0.0088	0.9698
	ratio	0.7	1.0
OC	p	0.4882	0.0003
	ratio	1.1	1.6
TC	p	0.4113	0.0029
	ratio	1.1	1.5

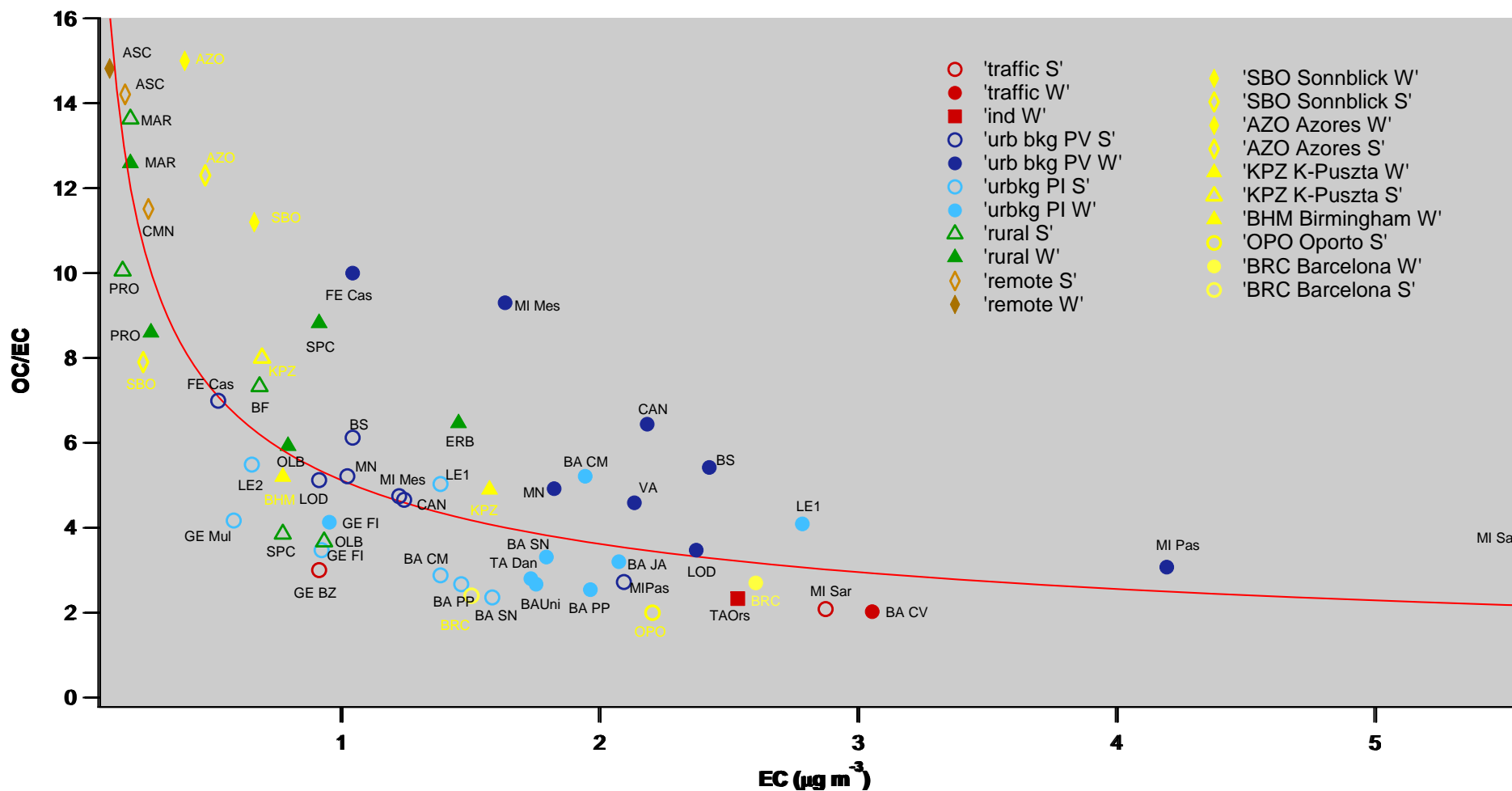
Rapporto OC/EC



$OC_{bb}/EC_{bb} = 3 - 6$ combustione residenziale di legna in Austria (Schmidl et al., 2008)

$OC_{ff}/EC_{ff} < 1$ fossil fuel combustion

Rapporto OC/EC



Conversione OC → OM

Fattore di conversione OC → OM

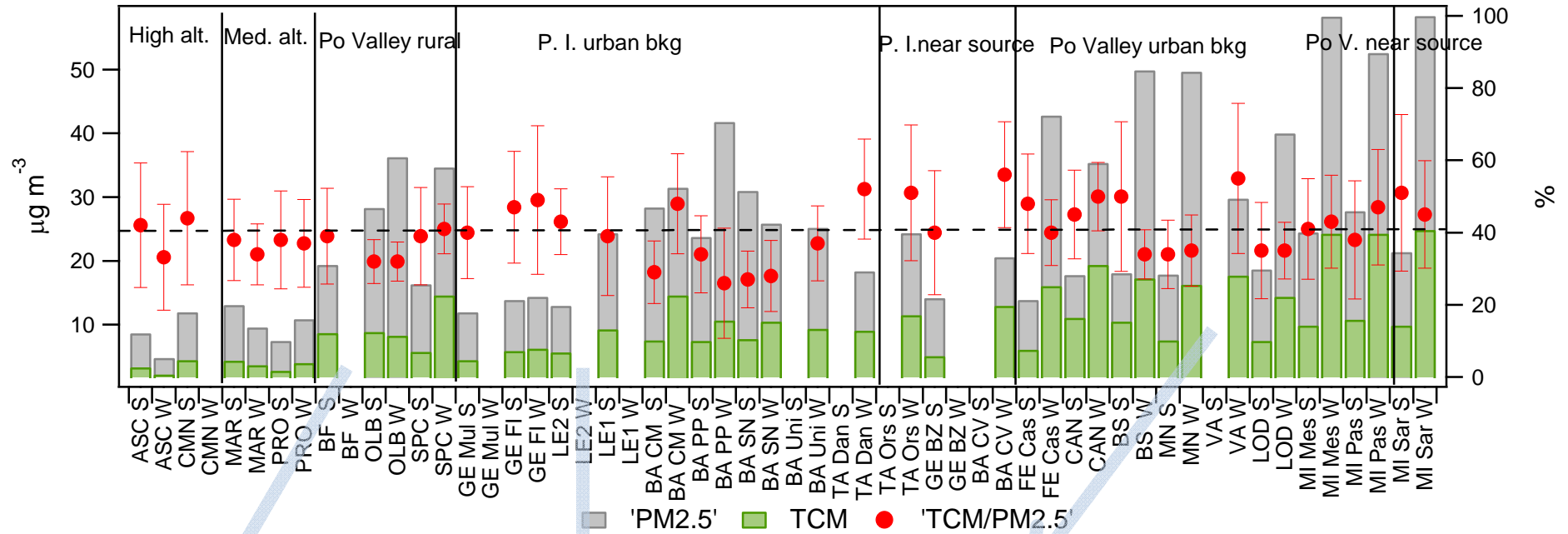
aspetto critico di incertezza nei bilanci di massa

HR-ToF-AMS permette la quantificazione diretta di questo parametro (**OM:OC**) con elevata risoluzione temporale

Type of site	OM:OC	Riferimento	Campagna di misura
Remote	1.9	Rinaldi, in preparation	PEGASOS , summer 2012
Rural	1.7 (winter) 1.8 (summer)	Gilardoni, ACPD 2014	SUPERSITO (SPC) 2011-2013
Urban background	1.6	Gilardoni, pers. comm.	SUPERSITO (MI) Febbraio 2014
Traffic	1.5	Brown et al., 2013	Las Vegas Winter 2008

Introduzione
 Risultati
 Conclusioni

Concentrazioni medie
 Andamento stagionale
 Variabilità spaziale
 Contributo della frazione carboniosa sul PM



Pianura Padana
 Rural
37±3%

Italia Peninsulare
 urban bkg
39±8%

Pianura Padana
 urban bkg
42±7%

Italy
 traffic
48±7%

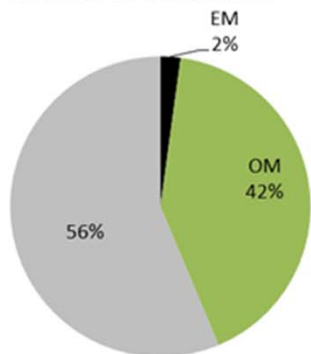
Central Europe
 Rural
20%

Central Europe
 urban bkg
36%

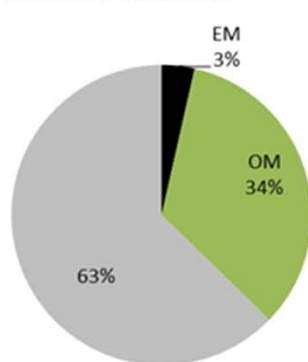
Central Europe
 traffic
47%

Putaud et al., Atmos. Envir., 2010

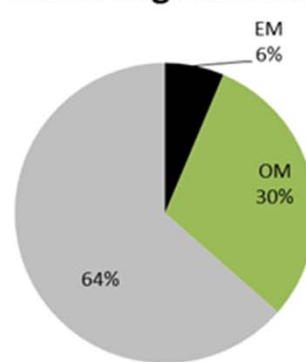
Remote Summer



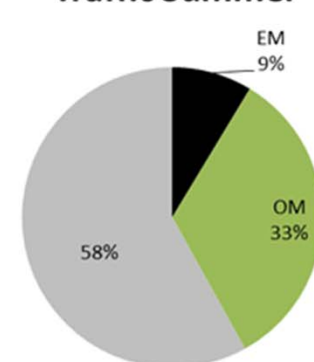
Rural Summer



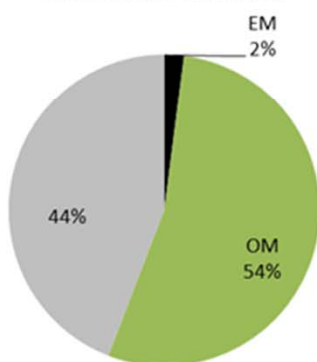
Urban bkg Summer



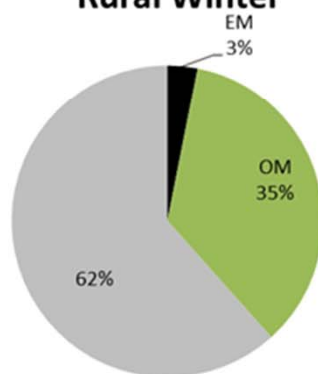
Traffic Summer



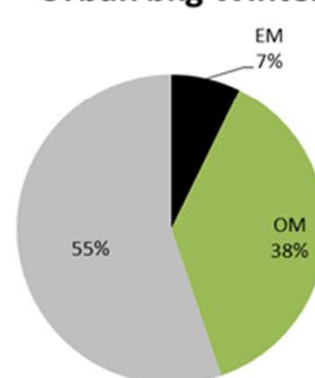
Remote Winter



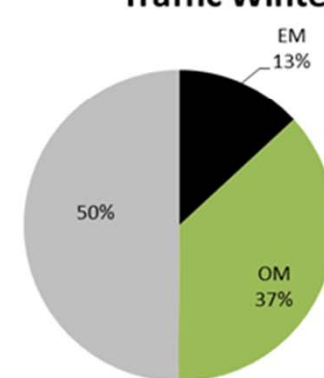
Rural Winter



Urban bkg Winter



Traffic Winter



Conclusioni

- ✓ [EC] crescente in funzione della vicinanza alle sorgenti di emissione
[OC] maggiormente dominata dal fondo regionale.
- ✓ Differenze significative tra Pianura Padana e zone peninsulari su [OC] invernale → Effetto di PBL e ristagno di masse d'aria (SOC)
Combustione biomassa per riscaldamento
- ✓ Differenze significative tra Pianura Padana e Puglia su [EC] estivo → Differente parco auto
- ✓ Contributo medio di TCM su PM_{2.5} da 37% (siti rurali) a 48% (traffico) non sempre variabile con le stagioni.

Ringraziamenti: Società Italiana di Aerosol per avere promosso questo lavoro e coordinato la raccolta dei dati

Grazie per l'attenzione!

s.sandrini@isac.cnr.it



National Research Council of Italy

