

# Source apportionment di PM10 nel Mediterraneo Occidentale: osservazioni da una nave da crociera

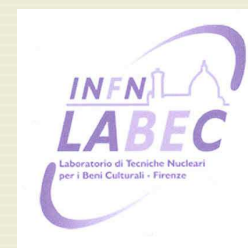
M.C. Bove<sup>1\*</sup>, G. Calzolari<sup>3</sup>, F. Cavalli<sup>2</sup>, M. Chiari<sup>3</sup>, E. Cuccia<sup>1</sup>, J. Hjorth<sup>2</sup>, D. Massabò<sup>1</sup>, A. Piazzalunga<sup>4</sup>, P. Prati<sup>1</sup>, C. Schembari<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Fisica, Università di Genova, e INFN, Genova, 16146

<sup>2</sup> Istituto per l'Ambiente e la Sostenibilità, Commissione Europea, JRC, Ispra (VA), I-21027

<sup>3</sup> Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Firenze, e INFN, 50019, Sesto Fiorentino (FI), 50019

<sup>4</sup> Dipartimento di Chimica, Università di Milano, Milano, 20133



# Campagne di monitoraggio

2011

18-25 Luglio  
15-22 Agosto  
12-19 Settembre

Civitavecchia-Savona-Barcellona-Palma de Mallorca-  
Malta (Valletta)-Palermo-Civitavecchia



## 2 campionatori sequenziali in parallelo

Sven Leckel Ingenieurburo (<http://www.leckel.de/>)

**QUARZO**

- ED-XRF
- IONIC CROMAT.
- SUNSET

**TEFLON**

- EBS/PESA

- Inizio campionamento 1 ora prima della partenza da ogni porto e stop 1 ora prima dell'arrivo nel porto successivo
- Ogni tappa divisa in periodi di **circa 4 ore** con un filtro campionato in ogni periodo



3	Sav-Barc2
4	Sav-Barc3
5	Sav-Barc4
8	Barc-Palma1
17	Palma-Malta1
18	Palma-Malta2
19	Palma-Malta3
21	Palma-Malta5
22	Palma-Malta6
23	Palma-Malta7
27	Malta-Palermo3
29	Palermo-Civ 1
30	Palermo-Civ 2
31	Palermo-Civ 3
34	Civ-Savona1
35	Civ-Savona2
36	Civ-Savona3
42	Sav-Barc2
43	Sav-Barc3
44	Sav-Barc4
46	Barc-Palma1
47	Barc-Palma2
48	Barc-Palma3
60	Malta-Palermo1
61	Malta-Palermo2
62	Malta-Palermo3
64	Palermo-Civ 1
65	Palermo-Civ 2
66	Palermo-Civ 3
69	Civ-Savona1
70	Civ-Savona2
71	Civ-Savona3
76	Sav-Barc2
77	Sav-Barc3
78	Sav-Barc4
80	Barc-Palma1
81	Barc-Palma2
82	Barc-Palma3
86	Palma-Malta1
87	Palma-Malta2
88	Palma-Malta3
89	Palma-Malta4
90	Palma-Malta5
91	Palma-Malta6
92	Palma-Malta7
94	Malta-Palermo1
95	Malta-Palermo2
96	Malta-Palermo3
98	Palermo-Civ 1
99	Palermo-Civ 2
100	Palermo-Civ 3
103	Civ-Savona1
104	Civ-Savona2
105	Civ-Savona3

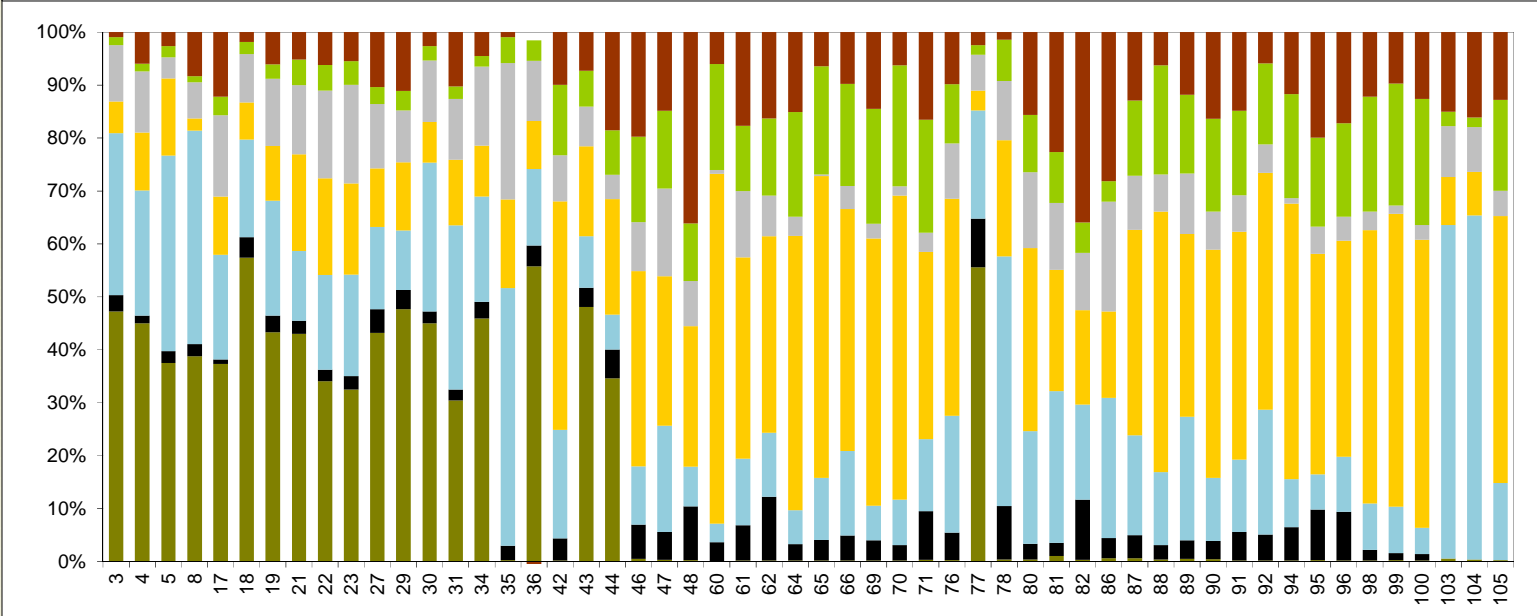
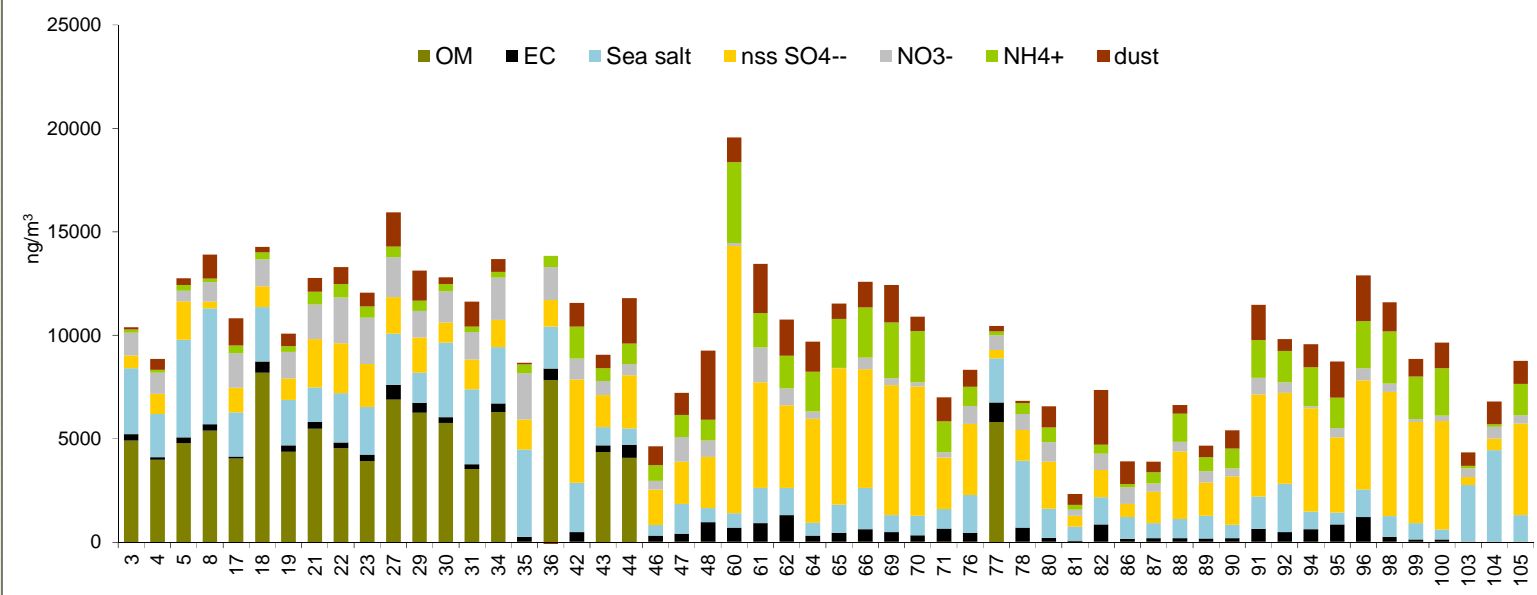
Solo QUARZI

# Dati sperimentali

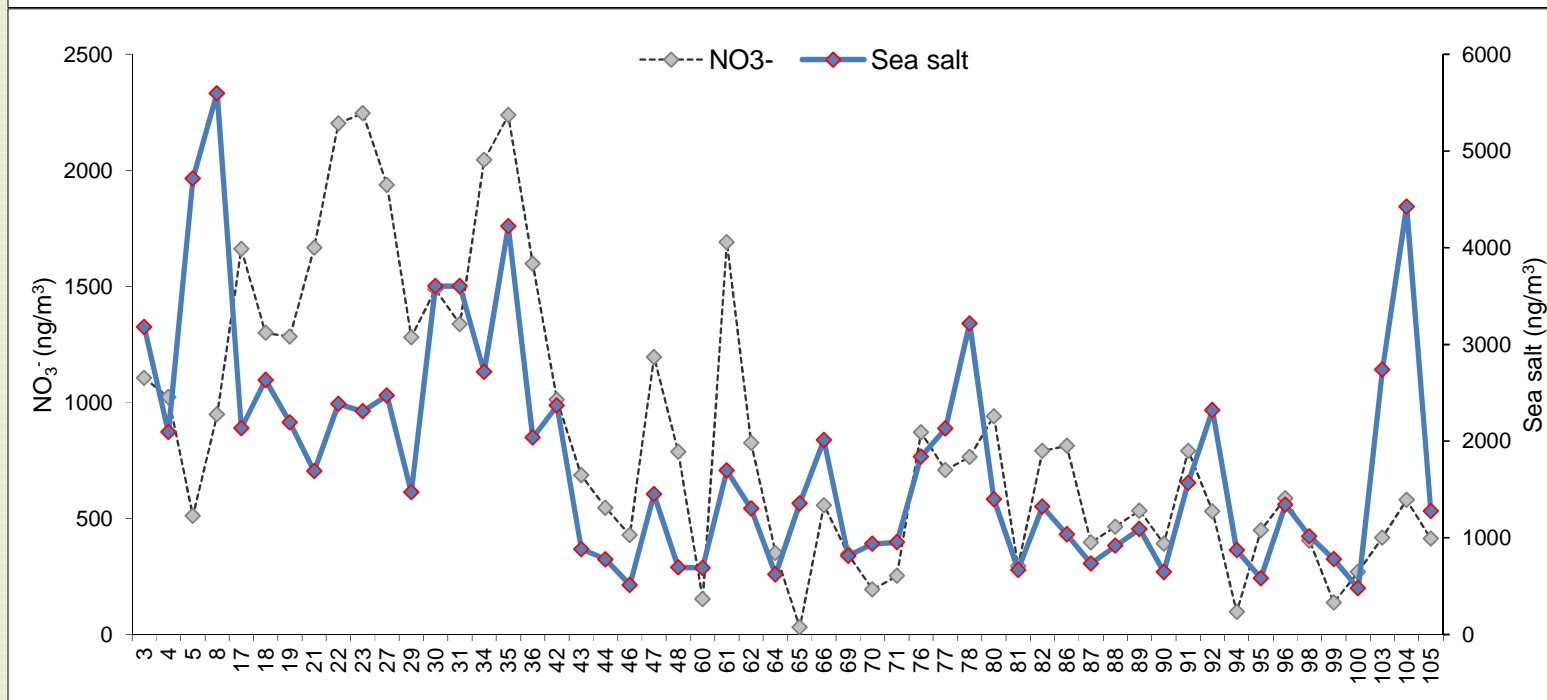
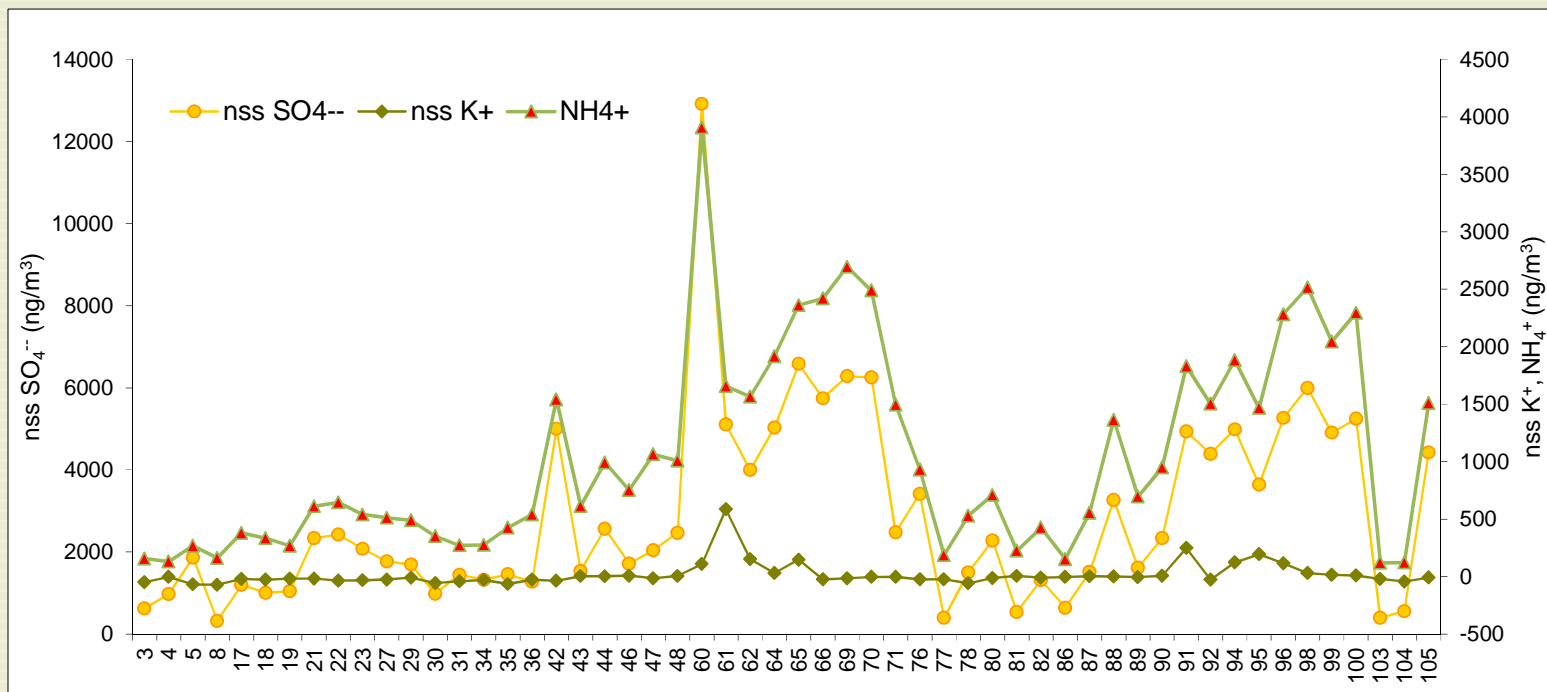
Seinfeld and Pandis (1986)

Putaud *et al.*, (2004)

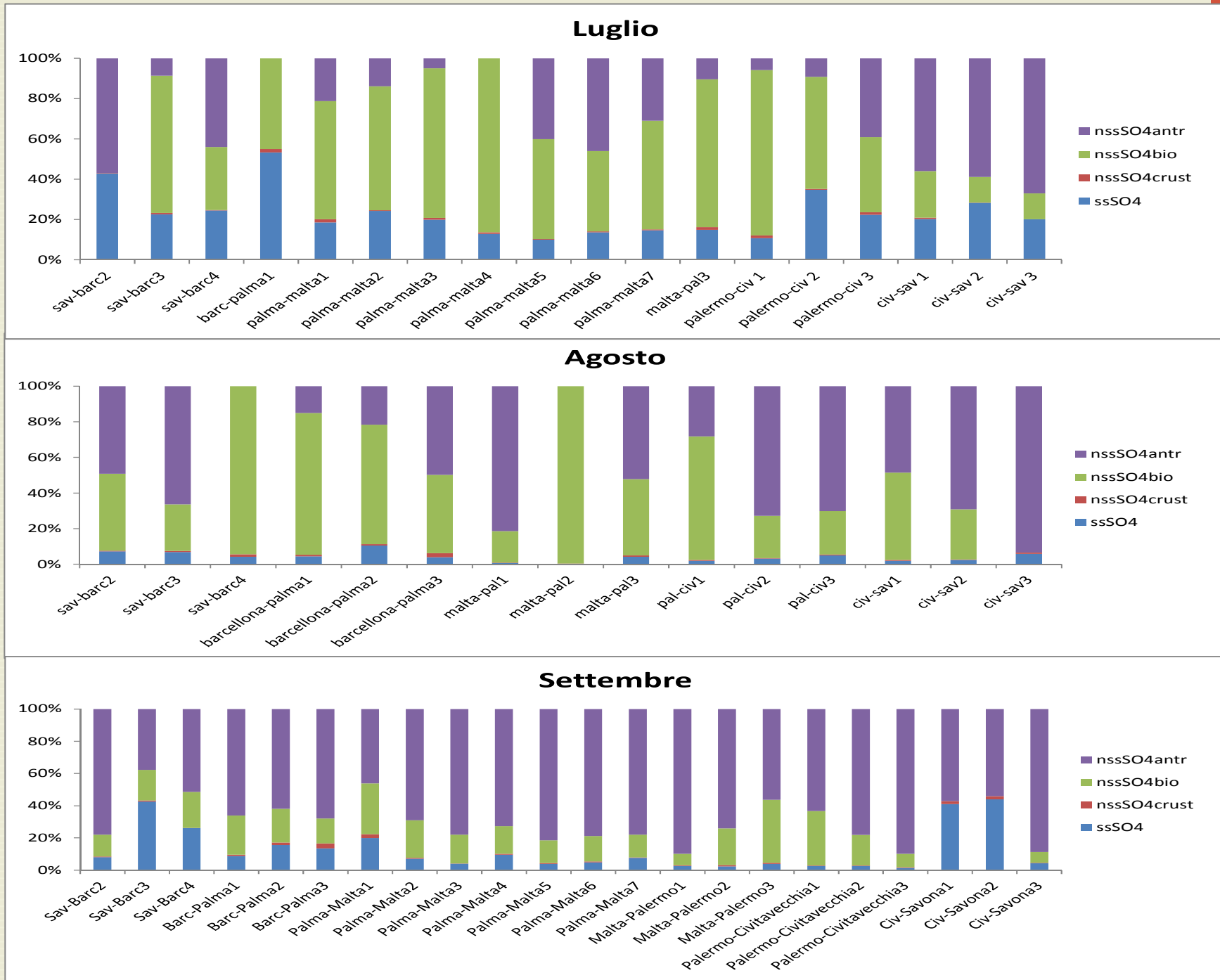
No dati di contaminazione e Palma-Malta (Agosto)



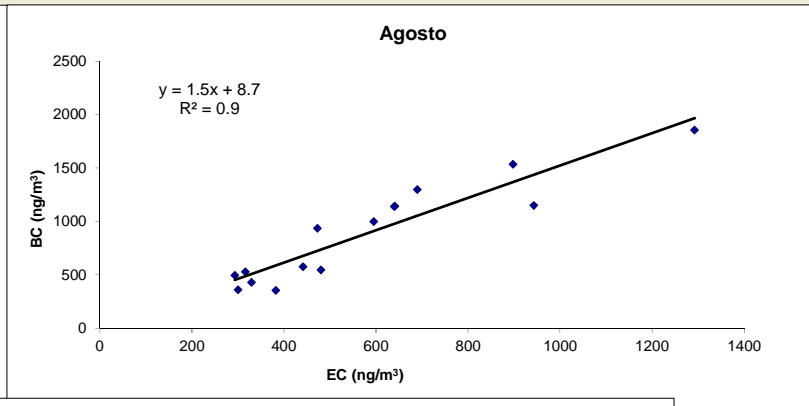
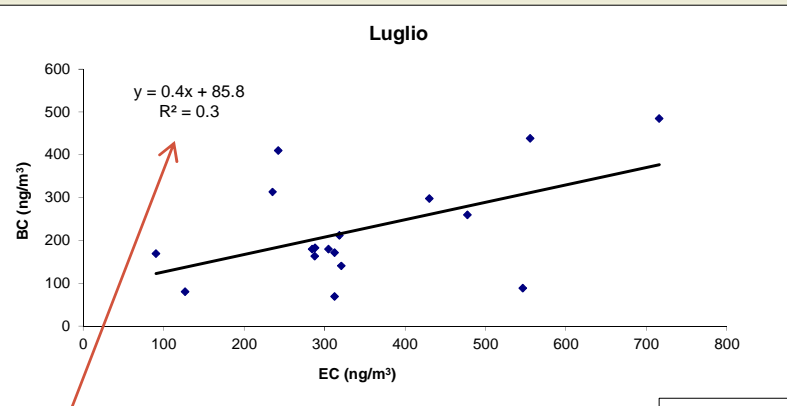
3	Sav-Barc2
4	Sav-Barc3
5	Sav-Barc4
8	Barc-Palma1
17	Palma-Malta1
18	Palma-Malta2
19	Palma-Malta3
21	Palma-Malta5
22	Palma-Malta6
23	Palma-Malta7
27	Malta-Palermo3
29	Palermo-Civ 1
30	Palermo-Civ 2
31	Palermo-Civ 3
34	Civ-Savona1
35	Civ-Savona2
36	Civ-Savona3
42	Sav-Barc2
43	Sav-Barc3
44	Sav-Barc4
46	Barc-Palma1
47	Barc-Palma2
48	Barc-Palma3
60	Malta-Palermo1
61	Malta-Palermo2
62	Malta-Palermo3
64	Palermo-Civ 1
65	Palermo-Civ 2
66	Palermo-Civ 3
69	Civ-Savona1
70	Civ-Savona2
71	Civ-Savona3
76	Sav-Barc2
77	Sav-Barc3
78	Sav-Barc4
80	Barc-Palma1
81	Barc-Palma2
82	Barc-Palma3
86	Palma-Malta1
87	Palma-Malta2
88	Palma-Malta3
89	Palma-Malta4
90	Palma-Malta5
91	Palma-Malta6
92	Palma-Malta7
94	Malta-Palermo1
95	Malta-Palermo2
96	Malta-Palermo3
98	Palermo-Civ 1
99	Palermo-Civ 2
100	Palermo-Civ 3
103	Civ-Savona1
104	Civ-Savona2
105	Civ-Savona3



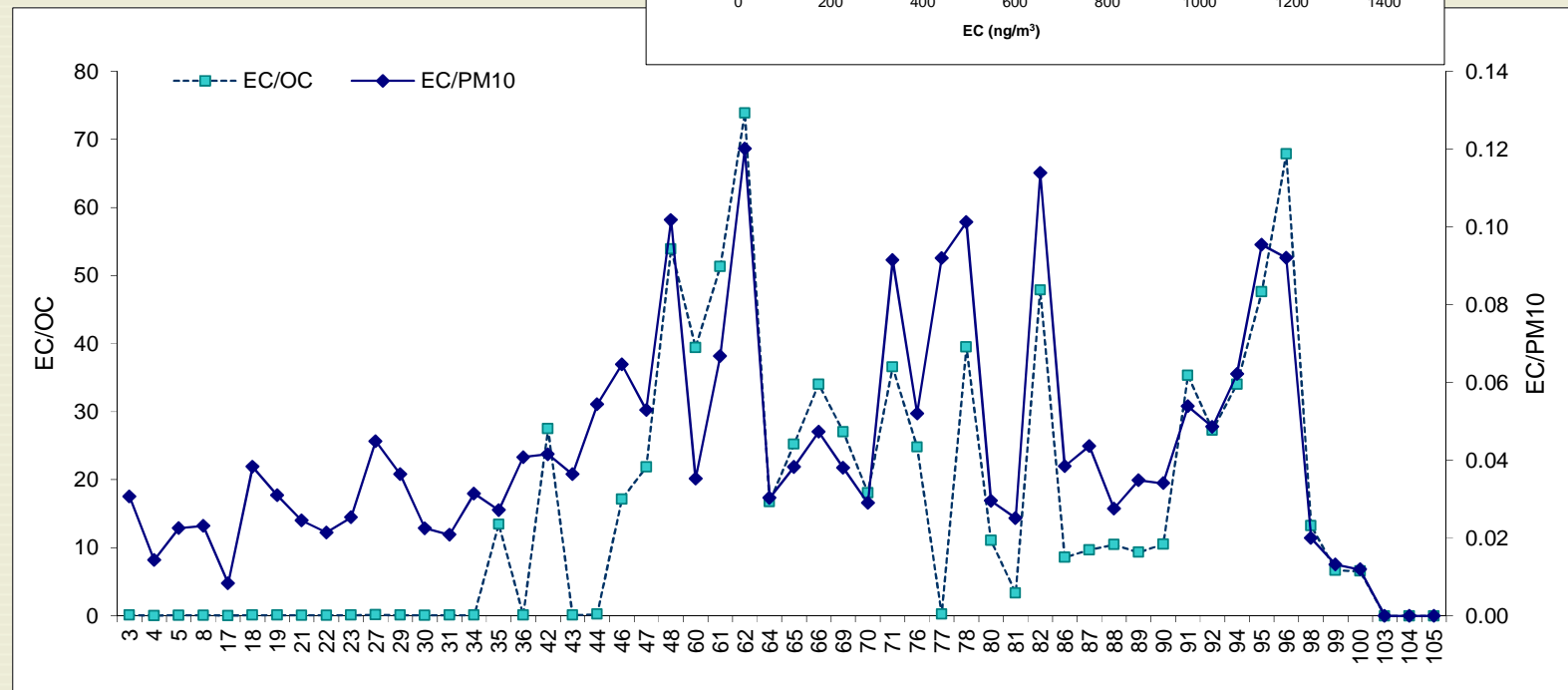
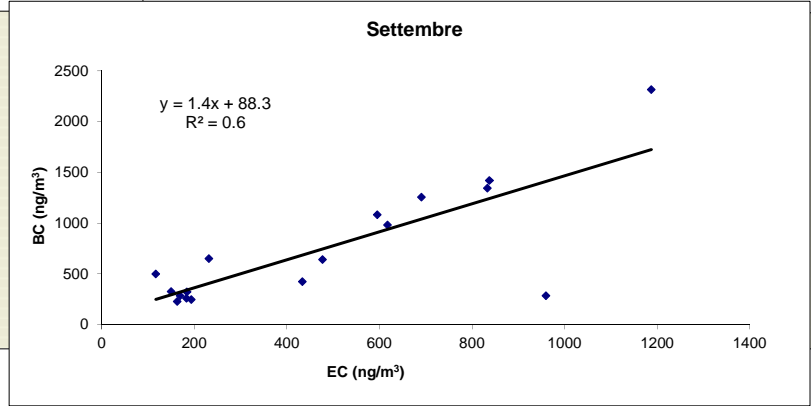
# Contributi al solfato totale



3	Sav-Barc2
4	Sav-Barc3
5	Sav-Barc4
8	Barc-Palma1
17	Palma-Malta1
18	Palma-Malta2
19	Palma-Malta3
21	Palma-Malta5
22	Palma-Malta6
23	Palma-Malta7
27	Malta-Palermo3
29	Palermo-Civ 1
30	Palermo-Civ 2
31	Palermo-Civ 3
34	Civ-Savona1
35	Civ-Savona2
36	Civ-Savona3
42	Sav-Barc2
43	Sav-Barc3
44	Sav-Barc4
46	Barc-Palma1
47	Barc-Palma2
48	Barc-Palma3
60	Malta-Palermo1
61	Malta-Palermo2
62	Malta-Palermo3
64	Palermo-Civ 1
65	Palermo-Civ 2
66	Palermo-Civ 3
69	Civ-Savona1
70	Civ-Savona2
71	Civ-Savona3
76	Sav-Barc2
77	Sav-Barc3
78	Sav-Barc4
80	Barc-Palma1
81	Barc-Palma2
82	Barc-Palma3
86	Palma-Malta1
87	Palma-Malta2
88	Palma-Malta3
89	Palma-Malta4
90	Palma-Malta5
91	Palma-Malta6
92	Palma-Malta7
94	Malta-Palermo1
95	Malta-Palermo2
96	Malta-Palermo3
98	Palermo-Civ 1
99	Palermo-Civ 2
100	Palermo-Civ 3
103	Civ-Savona1
104	Civ-Savona2
105	Civ-Savona3



**No correlazione BC/EC**



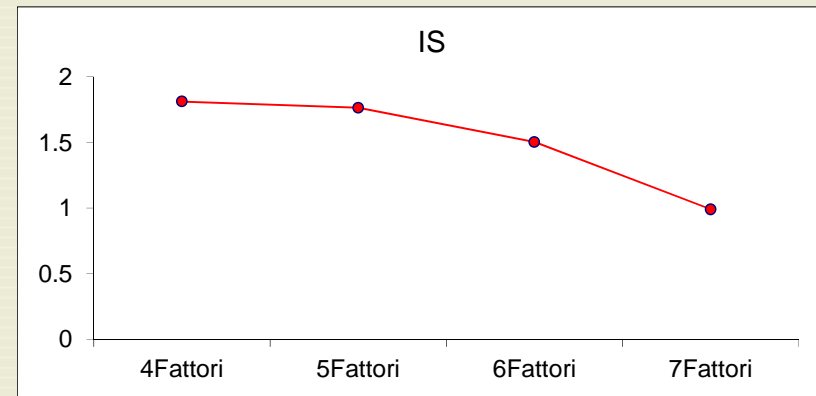
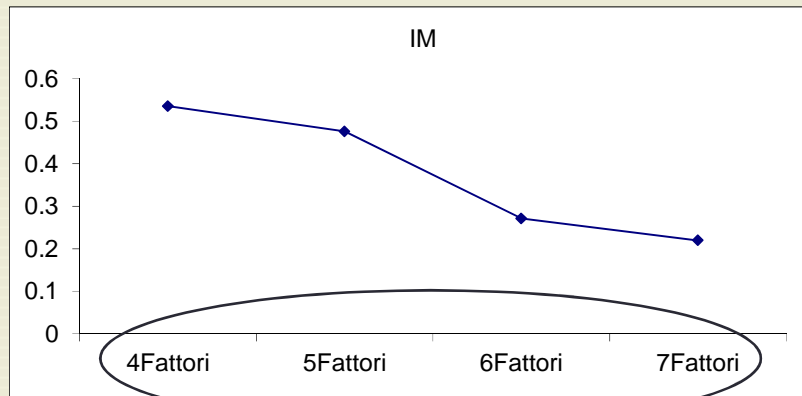
# Source apportionment: PMF

1. Variabili selezionate in accordo col criterio del segnale/rumore (Paatero and Hopke, 2003)
2. Valori di concentrazioni e errori associati trattati in accordo a Polissar et al. (1998)

PM10 Ti V Fe Ni MSA Cl<sup>-</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup> SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> Na<sup>+</sup> NH<sub>4</sub><sup>+</sup> K<sup>+</sup> Mg<sup>2+</sup> Ca<sup>2+</sup> BC

55 campioni

BC invece di EC, no OC (discrepanza tra le campagne)



SOLUZIONI ESPLORATE

**SOLUZIONE: 5 FATTORI rotazione 0**

Q locale

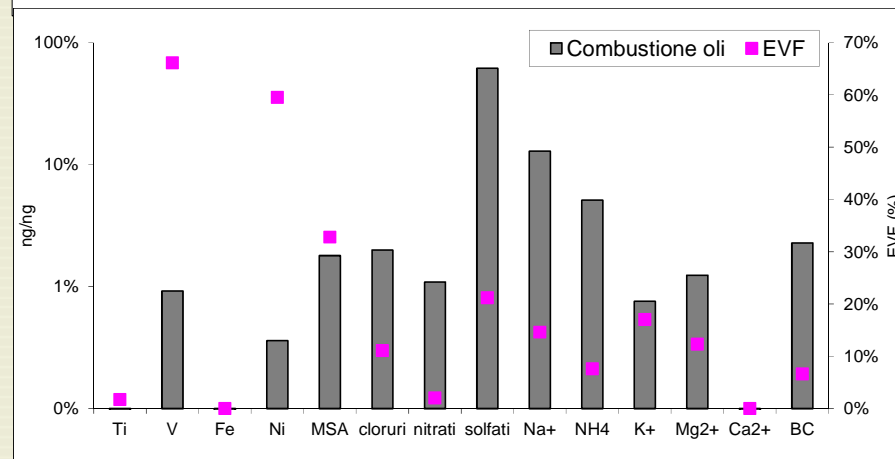
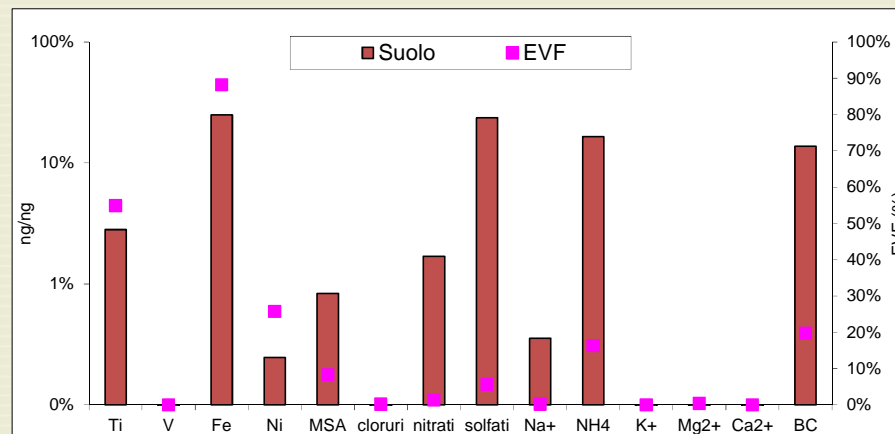
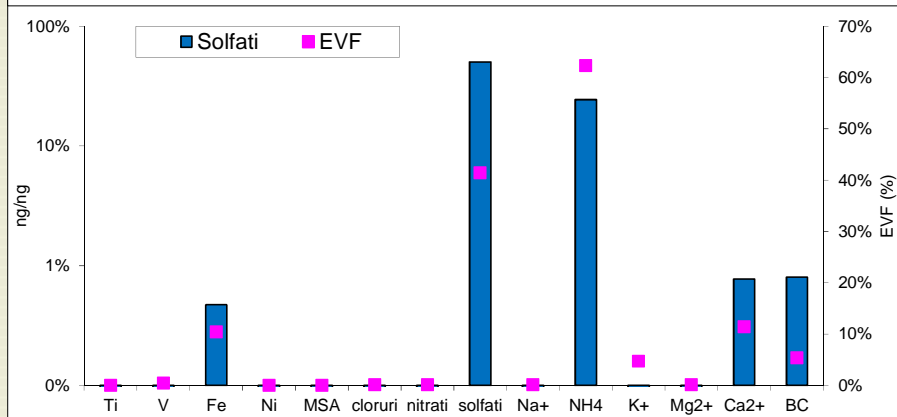
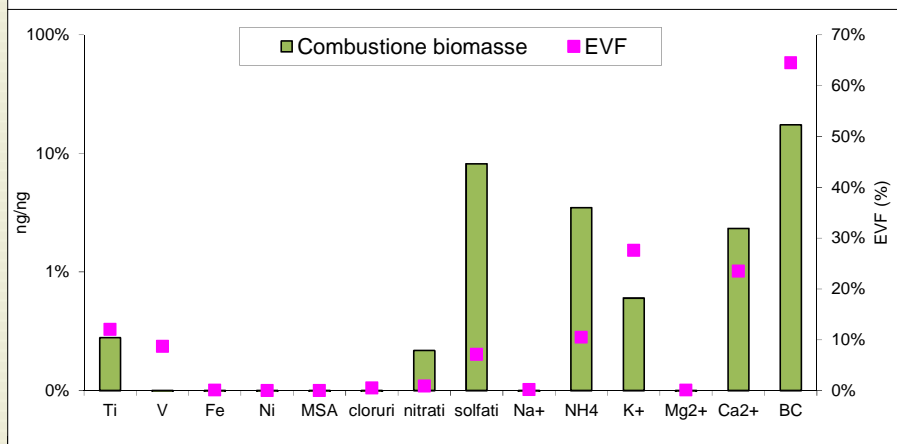
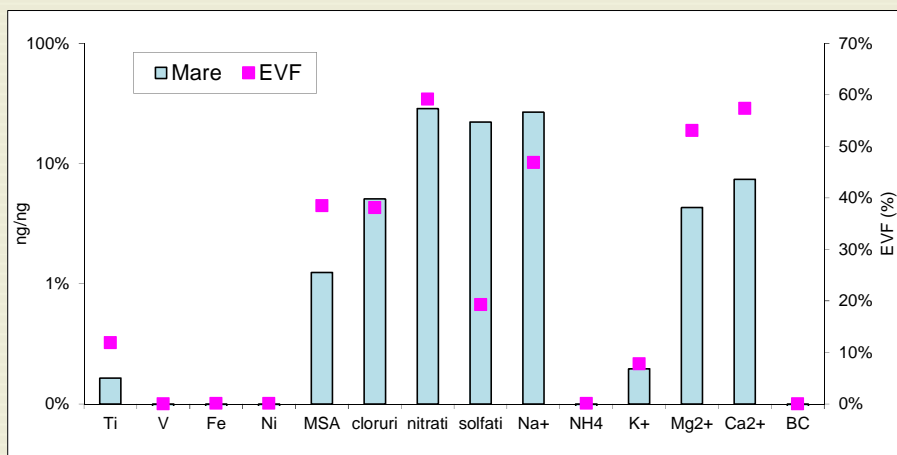
SORGENTE	ΣF
Solfati	0.77
Suolo	0.85
Combustione biomasse	0.33
Mare	0.96
Combustione oli	0.90

Q assoluto

$Q_{\max} - Q_{\min} : 0.1$

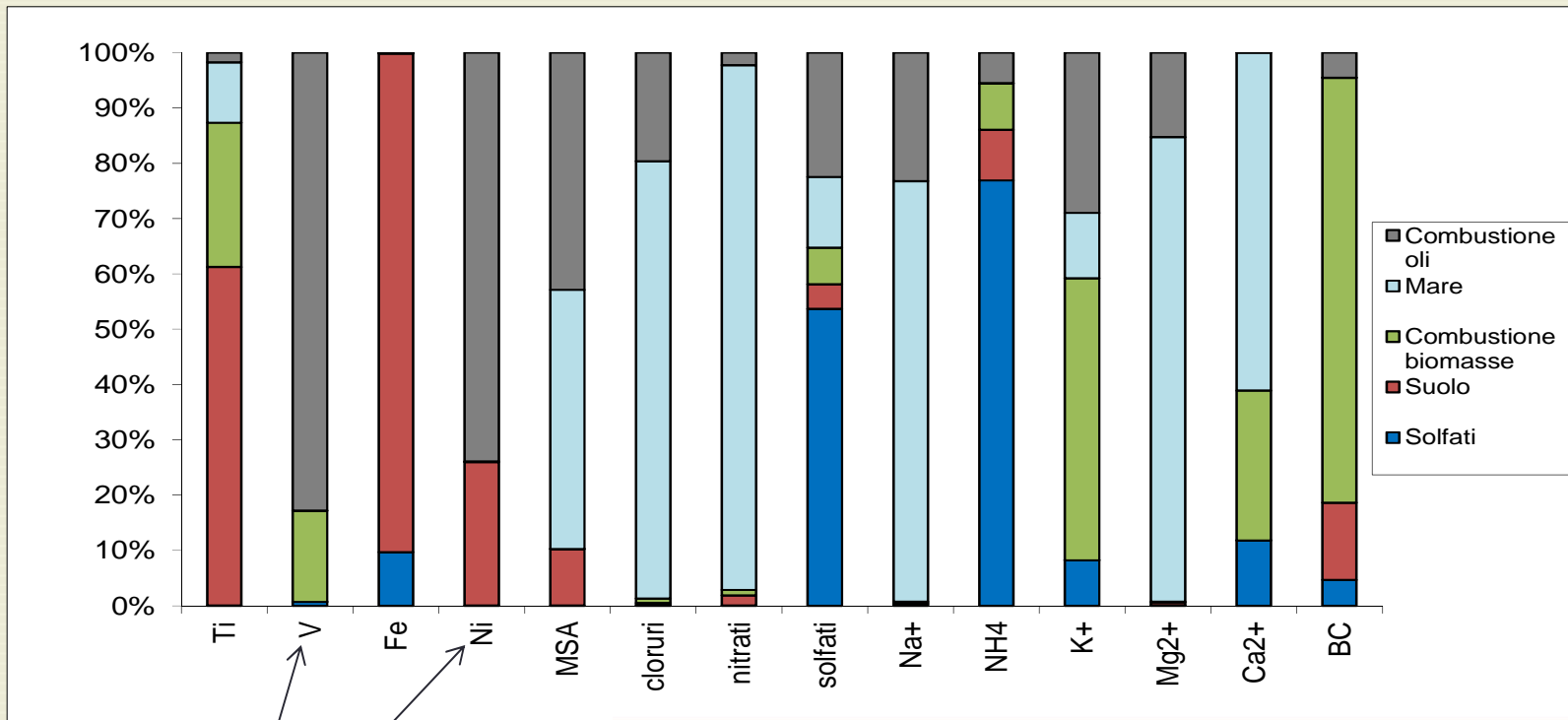
# Profili e EVF

Dati preliminari

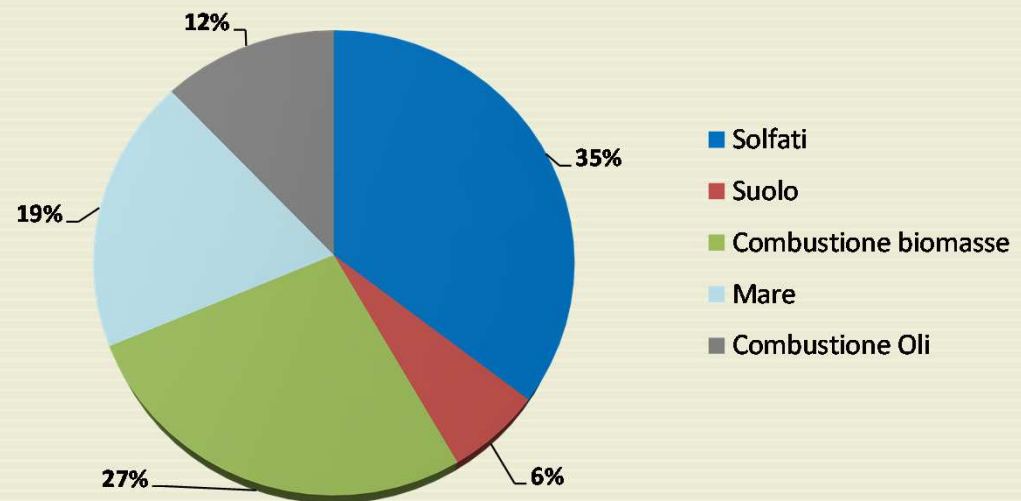


5 FATTORI rotazione 0

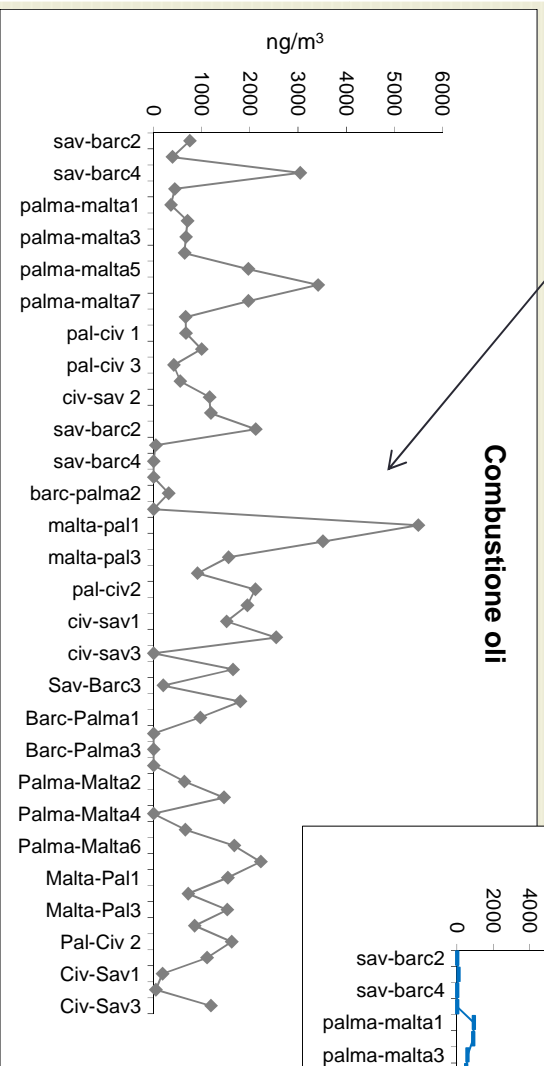
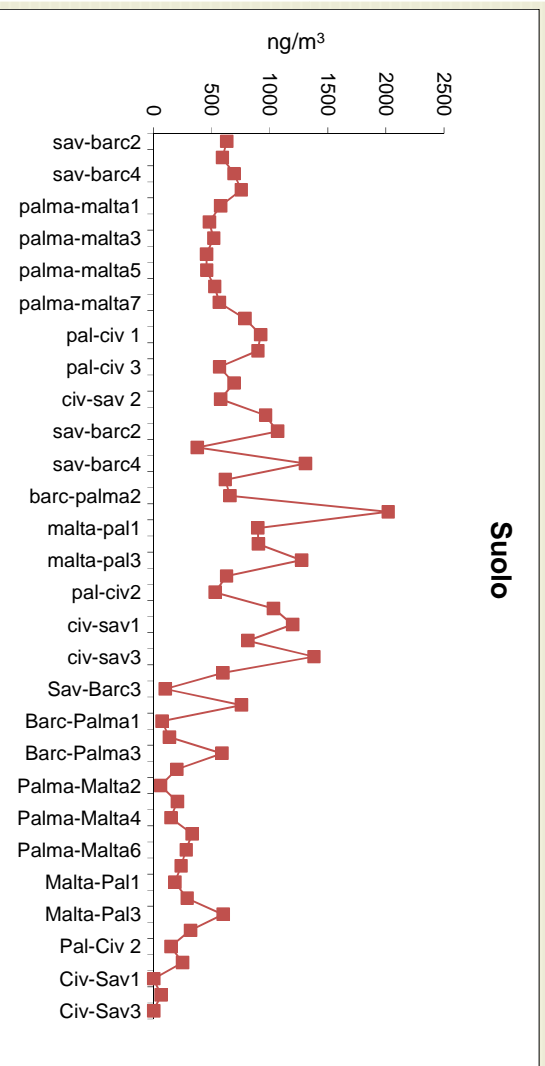
# Apporzionamento



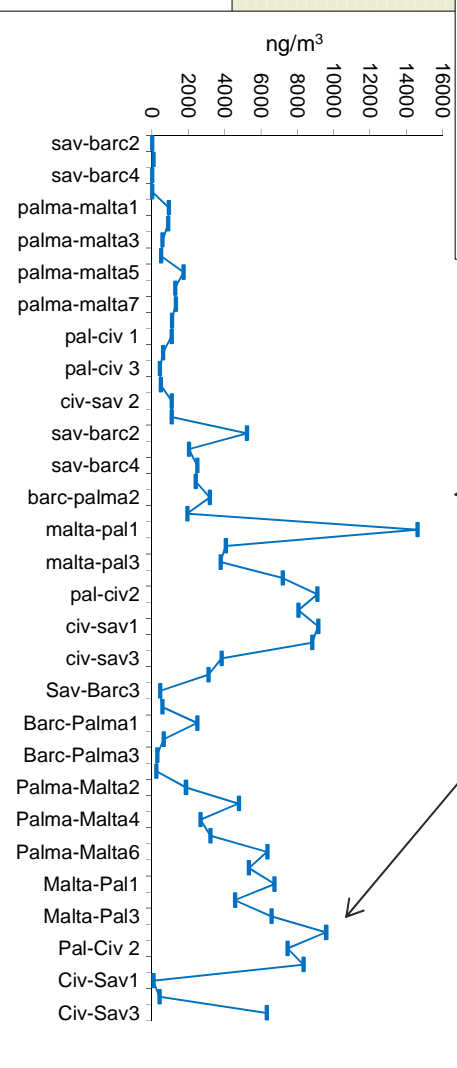
Elementi principalmente emessi dalla sorgente "Combustione Oli"



# Serie temporali

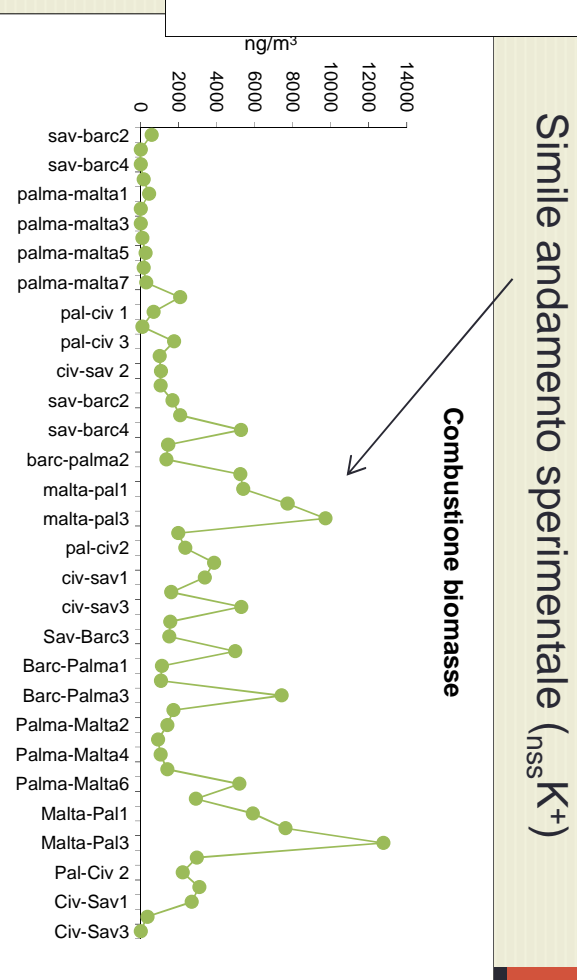
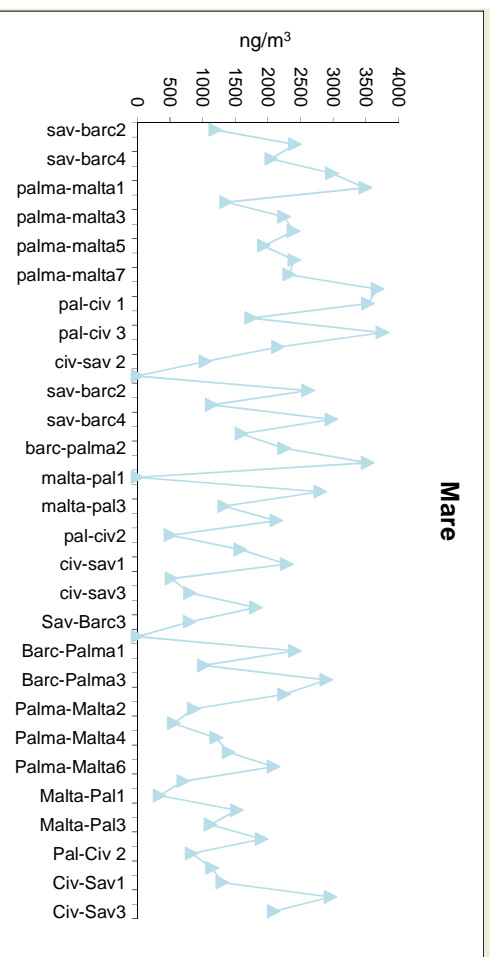


In prossimità delle principali rotte navali nel Mediterraneo



Simile andamento sperimentale ( $_{nss}SO_4^{--}$ )

# ...Serie temporali



Simile andamento sperimentale ( $n_{ss}K^+$ )

## Apporzionamento PM10

Apporzionamento PM10 da IC e XRF		Apporzionamento PM10 da PMF	
Mare	(18±5)%	Mare	19%
Suolo	(10±9)%	Suolo	6%
$n_{ss}NH_4SO_4$	(40±4)%	Solfati	35%
Combustione oli*	(15±1)%	Combustione oli	12%

\* Contributo di emissioni navali

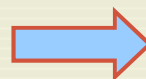
$PMa = < r > * Va / < F_{v,HFO} > [Zhao et al., Atmospheric Environment 64, 2013]$

Dati preliminari

# Confronto tra PMF

Input:

2 dataset separati per il 2009 e il 2010  
(Na, Mg, Al, Si, S\_fine, S\_coarse, Cl, K, Ca,  
Fe, V, Ni, BC)

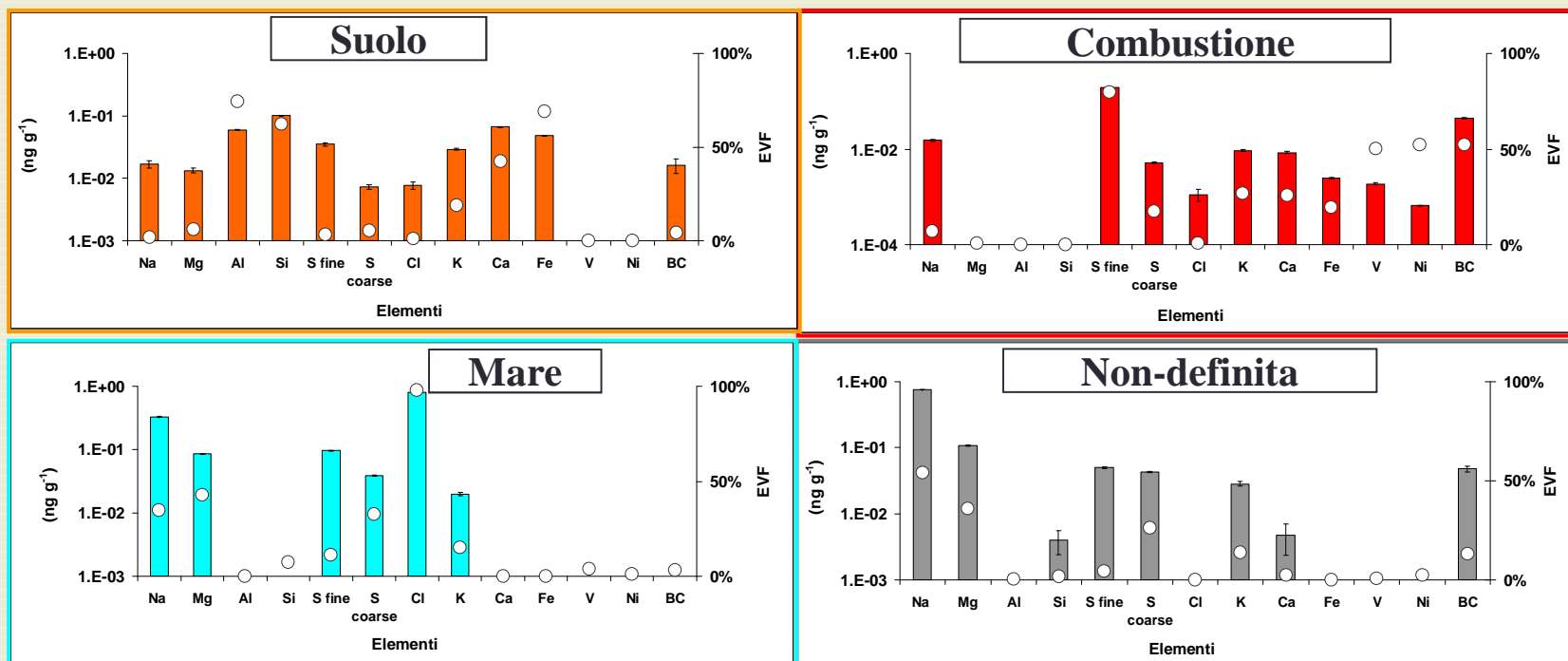


Output:

stesse 4 sorgenti

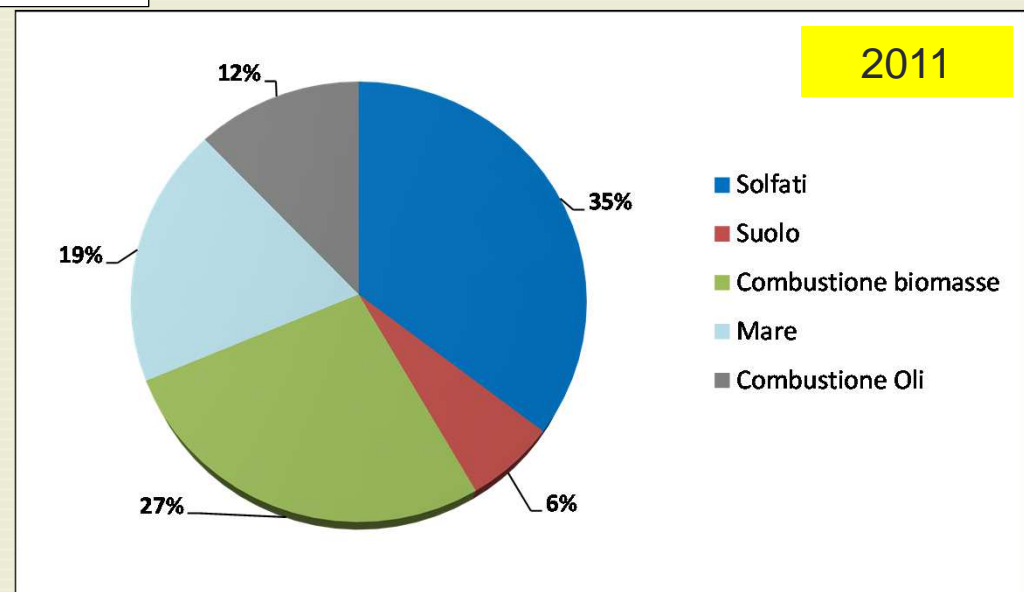
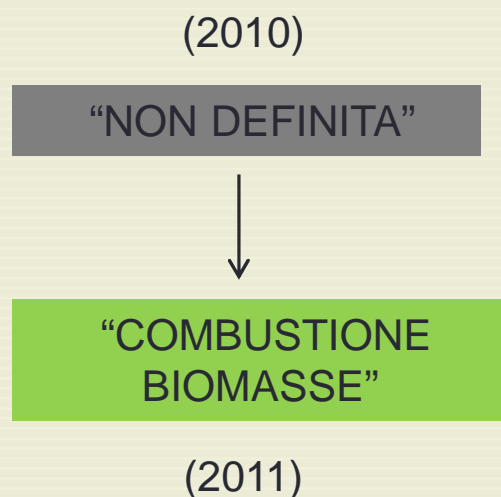
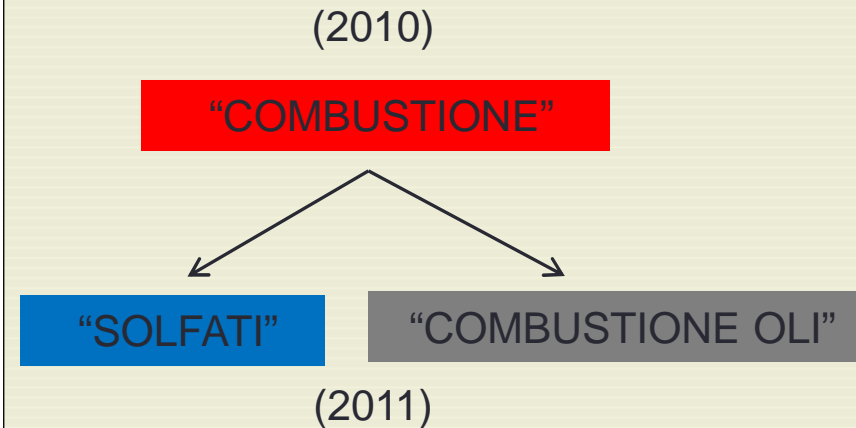
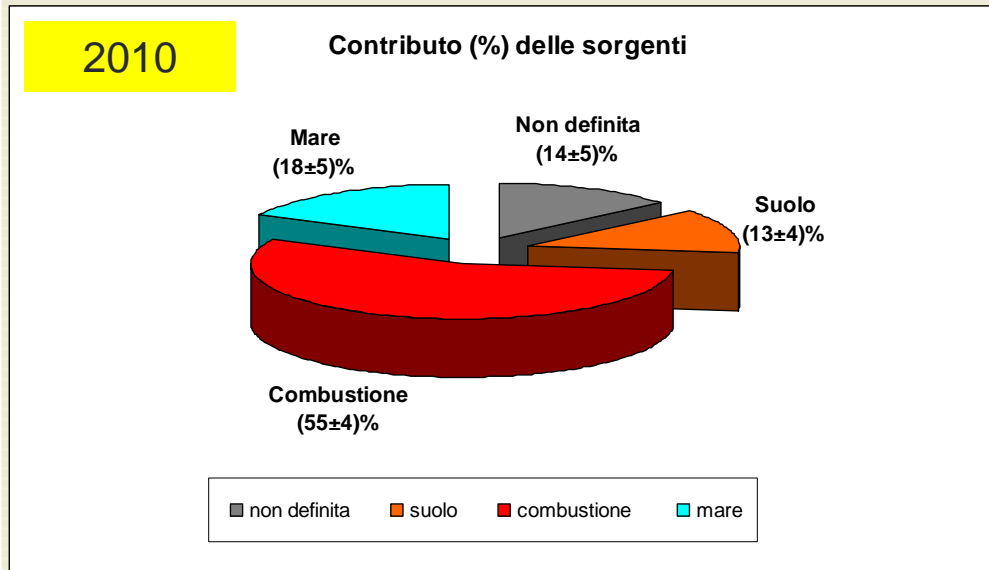
Campioni ottenuti mediante campionatore continuo a due stadi (STREAKER) in grado di ottenere la concentrazione degli elementi nelle frazioni "fine" e "coarse" con risoluzione oraria

2010



# Analisi delle sorgenti

Il contributo delle sorgenti per le campagne del 2010 è stato ottenuto mediante regressione dopo l'analisi PMF, utilizzando la concentrazione di PM10 misurata mediante GRIMM.



# Conclusioni

**Il Nuovo studio**, effettuato durante le campagne del 2011 a bordo della nave da crociera, ha ottenuto una maggiore speciazione chimica del PM rispetto alle campagne del 2009-2010:

- I risultati delle analisi di cromatografia ionica hanno permesso di evidenziare l'impatto del particolato secondario nelle diverse tratte, ma anche l'origine antropogenica del Solfato ottenuto in mare aperto
- Il modello a recettore PMF ha identificato 5 sorgenti principali diversamente dalle 4 individuate con il database del 2010
- I contributi chimici delle sorgenti e quelli ottenuti dalla PMF risultano abbastanza confrontabili
- La sorgente "Combustione" del 2010 è risultata divisibile, mediante il nuovo database del 2011, in "Combustione oli" e "Solfati"



**Grazie per la cortese attenzione**