



# Wood burning contribution to aerosol particulate matter in Piemonte Region



Andrea Piazzalunga, Marina Lasagni, Demetrio Pitea

*Dep. of Environmental Sciences, University of Milano-Bicocca, Piazza della Scienza 1, 20126, Milan, Italy*



Chiara Abate, Paola Fermo,

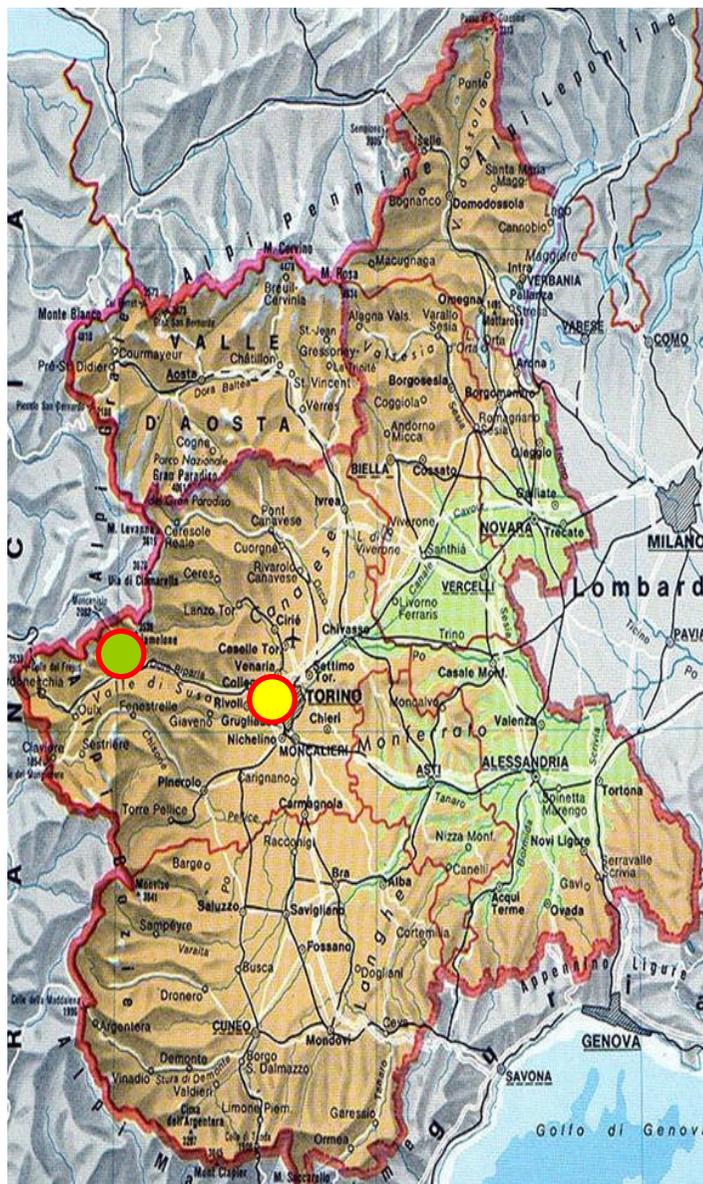
*Dep. Inorganic, Metallorganic and Analytical Chem., University of Milan, Via Venezian 21, 20133, Milan, Italy.*



Francesco Lollobrigida, Marco Pace, Milena Sacco,  
Marilena Maringo, Francesco Romeo, Giacomo  
Castrogiovanni, Carlo Bussi, Antonella Pannocchia, Marco  
Pace,

*ARPA LombardiaPiemonte-Department of MilanTurin, via Restelli 3/1, 20124, Milan, Italy  
Via Pio VII, 9, 10135, Torino*

***andrea.piazzalunga@unimib.it.***



**Torino – via Consolata**  
 zona centrale della città, stazione da traffico (~ 12.000 veicoli/giorno)

**Susa (~ 500 m slm)**  
 il campionatore è posizionato all'interno di un parcheggio

Campionamento PM10  
 24 ore – filtri in fibra di quarzo (2,3m<sup>3</sup>/h)

01 ottobre 2006 – 31 marzo 2007

Analisi su campione medio composito mensile

OC, EC e TC (metodo termico)

anioni, cationi, acidi organici (IC)

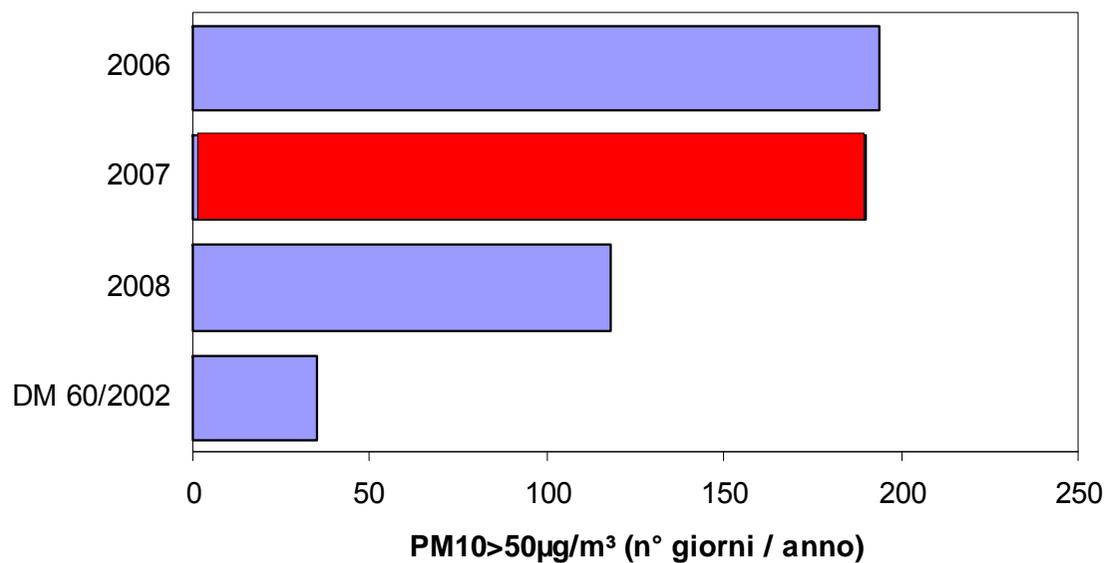
Levoglucoosano, mannosano, galactosano

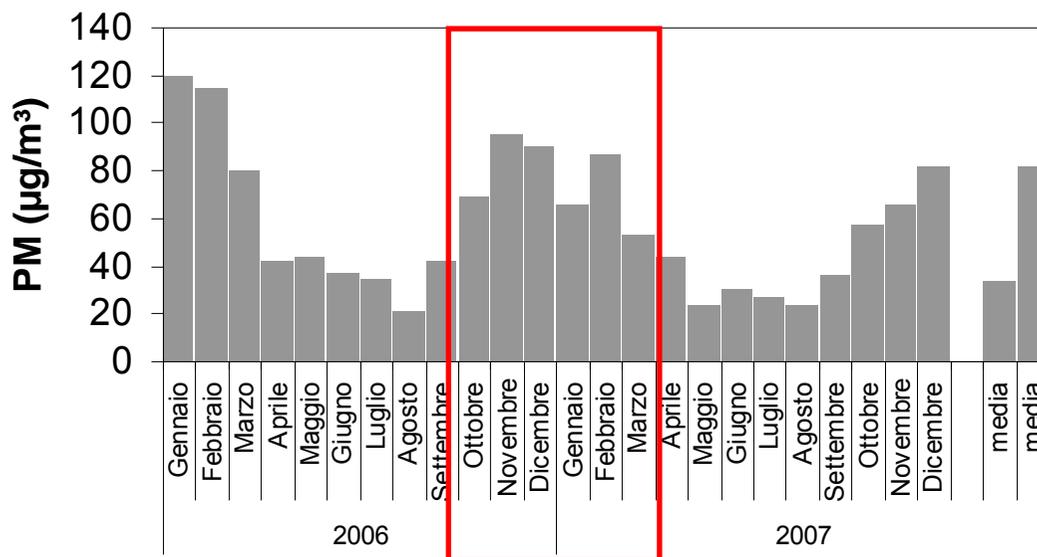
(HPAEC-PAD)

B[a]P ...

Le analisi sono state eseguite su campioni medi compositi mensili.

# Numero di giorni di superamento del limite previsto per il PM10 di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Decreto Ministeriale n.60 del 2 aprile 2002 (DM 60/2002) che recepisce la Direttiva 1999/30/CE





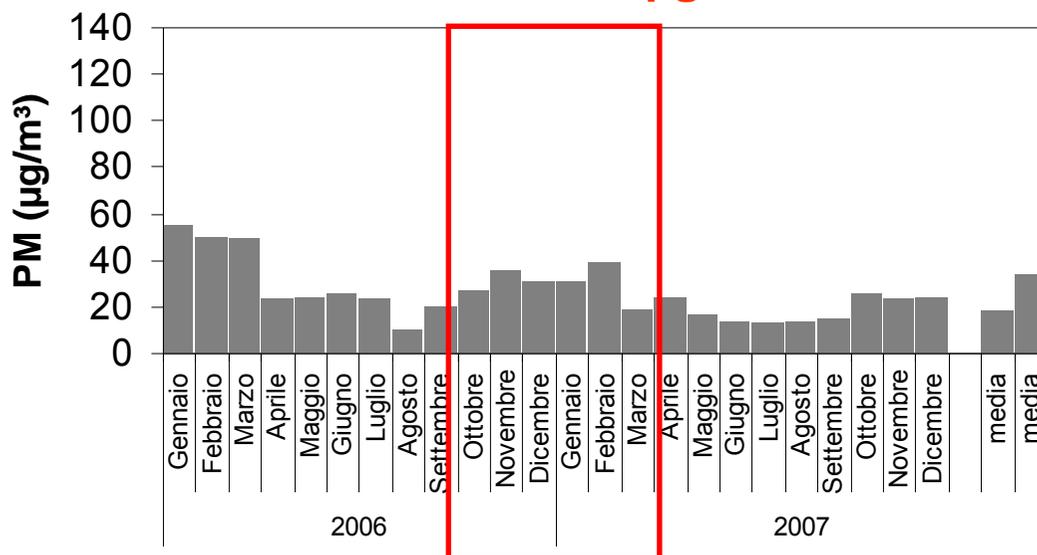
## Torino

Estate  $33,8 \pm 8,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$   
(aprile – settembre)

Inverno  $81,7 \pm 21,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$   
(ottobre - marzo)

I/E=2

**$82,8 \pm 18,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$**



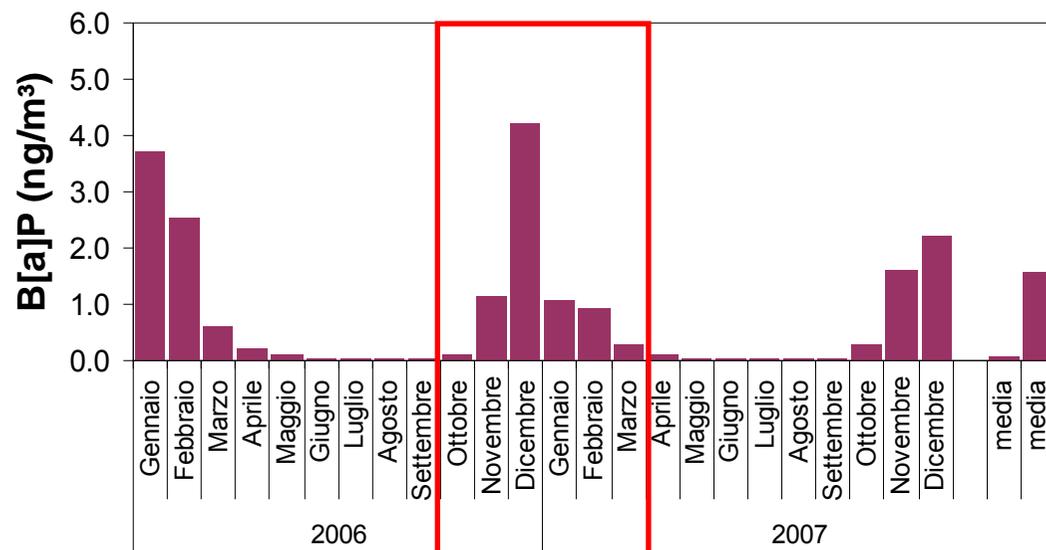
## Susa

Estate  $18,5 \pm 5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$   
(aprile – settembre)

Inverno  $34,1 \pm 11,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$   
(ottobre - marzo)

I/E=2

**$31,7 \pm 7,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$**



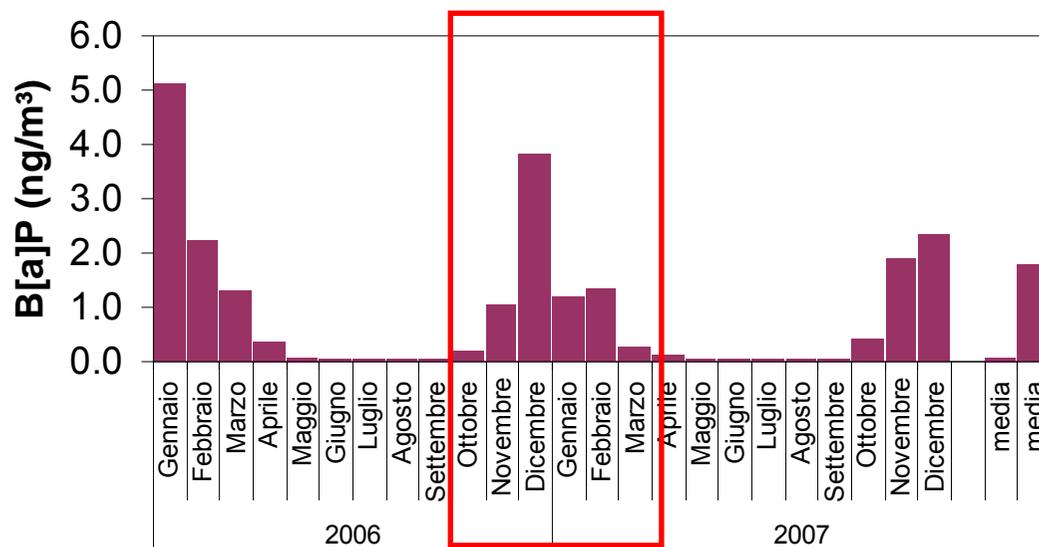
## Torino

Estate  $0,07 \pm 0,05 \text{ ng/m}^3$   
(aprile – settembre)

Inverno  $1,56 \pm 1,36 \text{ ng/m}^3$   
(ottobre - marzo)

I/E=24

**$0.67 \pm 0.46 \text{ ng/m}^3$**



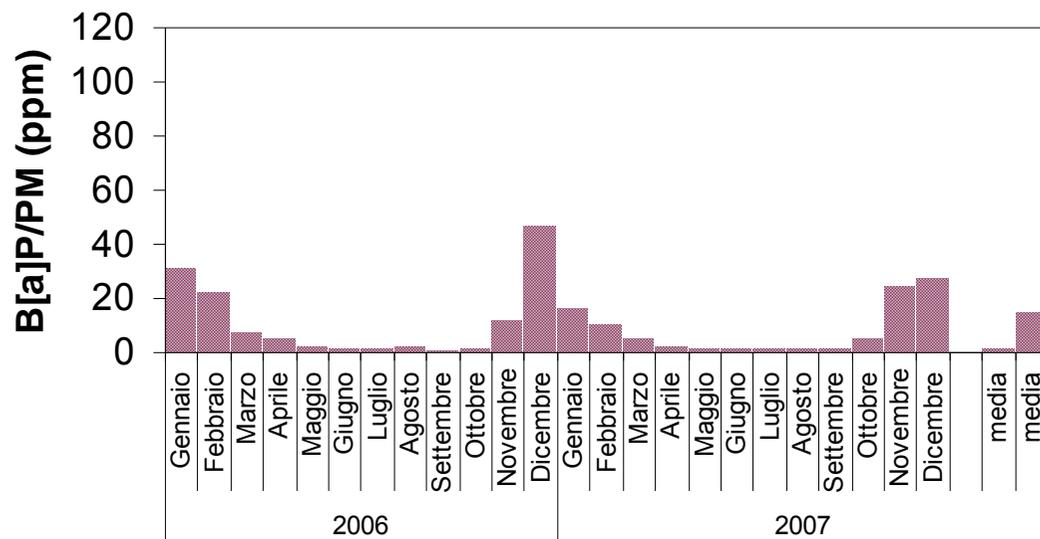
## Susa

Estate  $0,08 \pm 0,09 \text{ ng/m}^3$   
(aprile – settembre)

Inverno  $1,76 \pm 1,47 \text{ ng/m}^3$   
(ottobre - marzo)

I/E=22

**$0.85 \pm 0.59 \text{ ng/m}^3$**

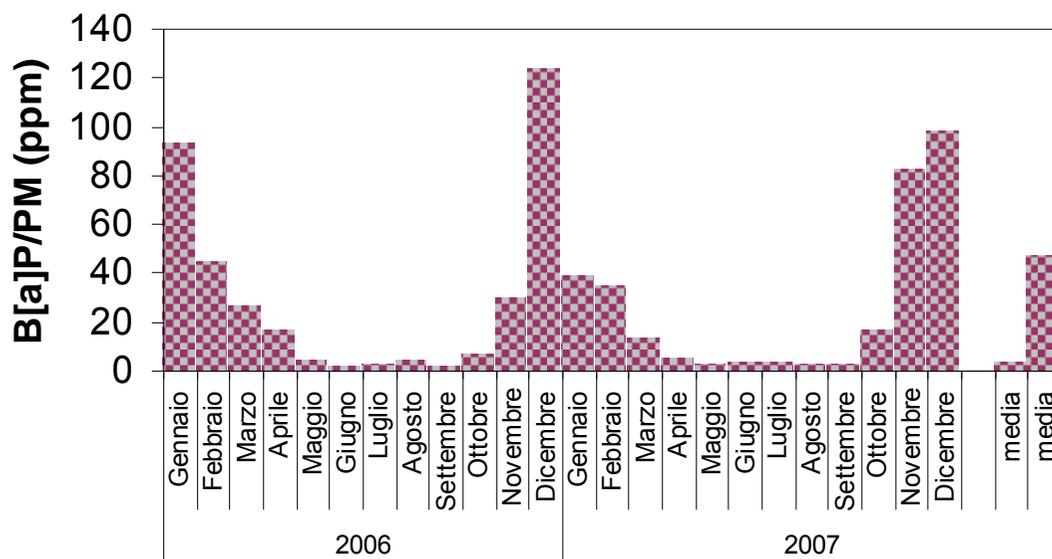


## Torino

Estate  $1,68 \pm 0,46$  ppm  
(aprile – settembre)

Inverno  $14,79 \pm 9,45$  ppm  
(ottobre - marzo)

I/E=9



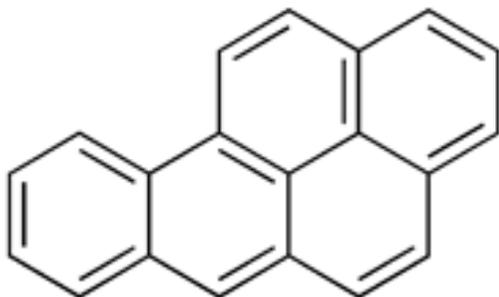
## Susa

Estate  $3,28 \pm 3,87$  ppm  
(aprile – settembre)

Inverno  $47,10 \pm 38,55$  ppm  
(ottobre - marzo)

I/E=14

## Obiettivo: individuare le sorgenti di B[a]P



All'aumentare del peso molecolare aumenta la cancerogenicità degli IPA e diminuisce la tossicità acuta.

Il **B[a]P** è famoso per essere il primo composto chimico cancerogeno scoperto.

K. Ravindra et al. Atmos. Environ 42 (2008) 2895

### Formazione

Gli IPA si formano da idrocarburi saturi in condizioni di carenza di ossigeno.

La **Pirosintesi** e la **Pirolisi** possono spiegare la formazione degli IPA nei processi di combustione.

K. Ravindra et al. Atmos. Environ 42 (2008) 2895

### Sorgenti

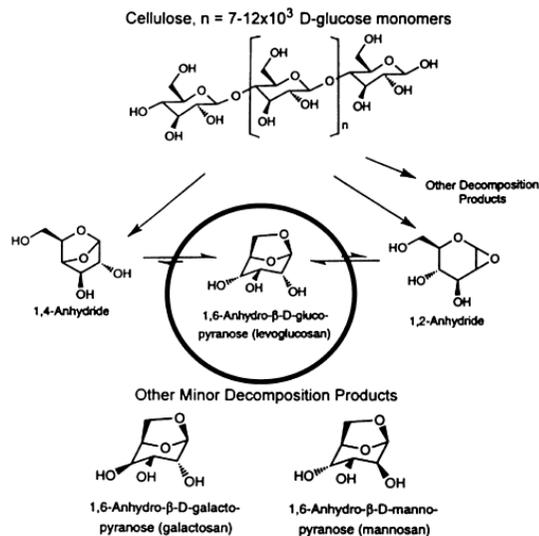
Gli IPA sono i più stabili degli idrocarburi che hanno un basso rapporto H/C. Questi inquinanti si formano abbondantemente durante la combustione incompleta e la pirolisi di **combustibili fossili** e del **legno**

Manahan, Environmental Chemistry (1994)

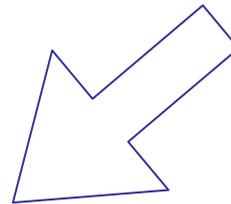
# In questo lavoro: *Macro tracer approach*

Caseiro et al., Atmos. Environ 43 (2009) 2186

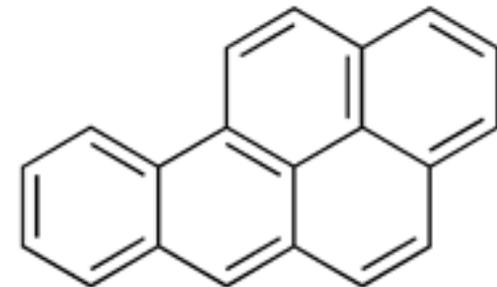
Shafidzoh F. (1984) Adv  
Chem Ser 207:489-529



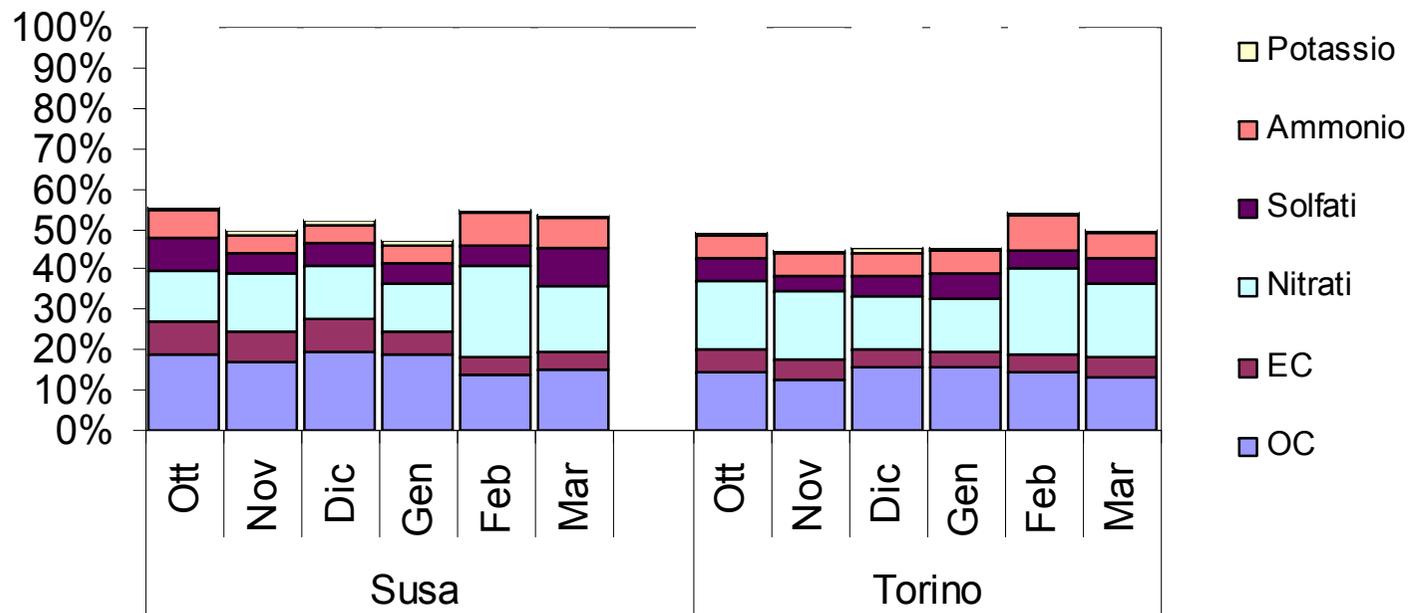
Utilizziamo le concentrazioni di **Levoglucosano** per identificare l'impatto della combustione della legna sulla concentrazione e sulla composizione del particolato atmosferico



Stimiamo la percentuale di **B[a]P** dovuto all'utilizzo della combustione della legna

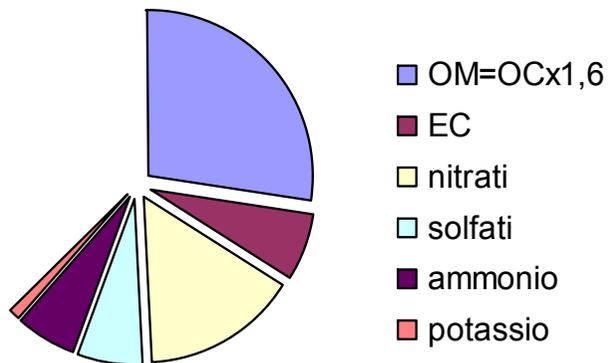


In **letteratura** viene anche proposto l'utilizzo di modelli a recettore (?) e la misura del  $^{14}\text{C}$  (€)



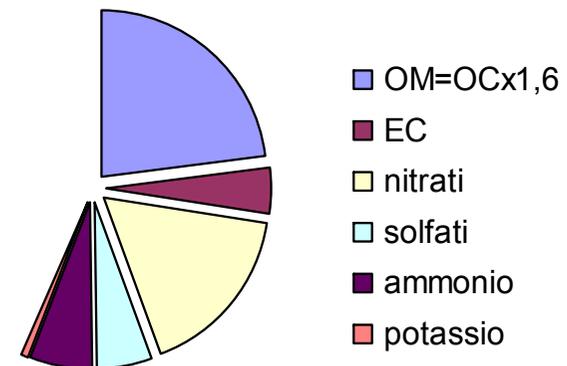
### Susa

(01 ottobre '06 - 31 marzo '07)

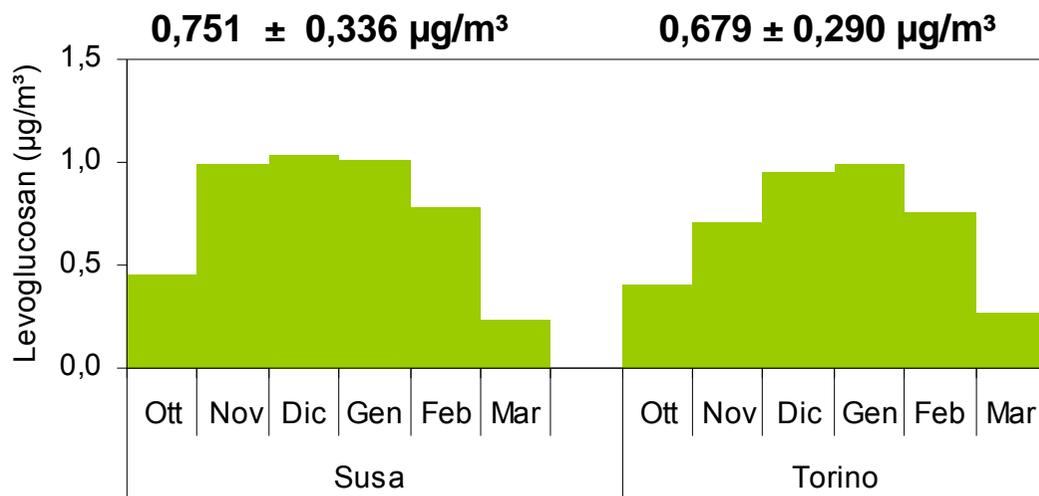
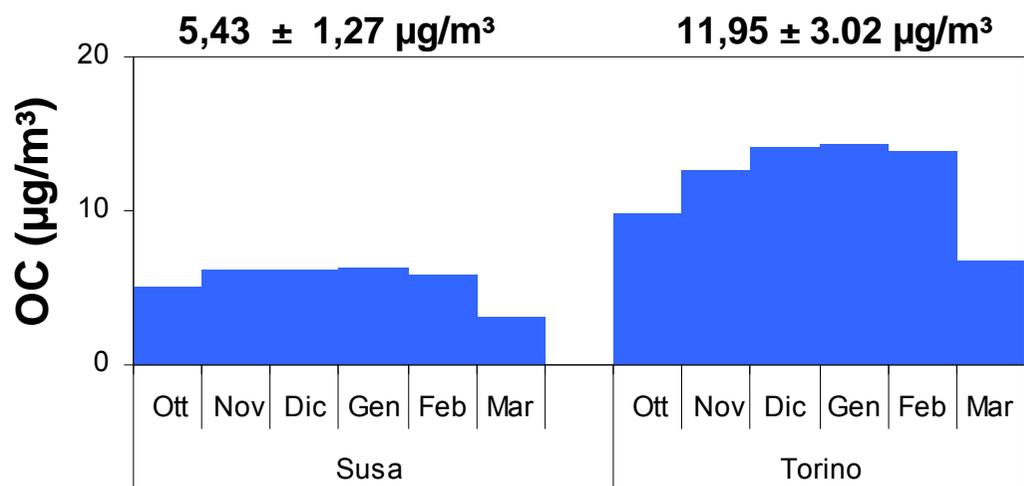


### Torino

(01 ottobre '06 - 31 marzo '07)

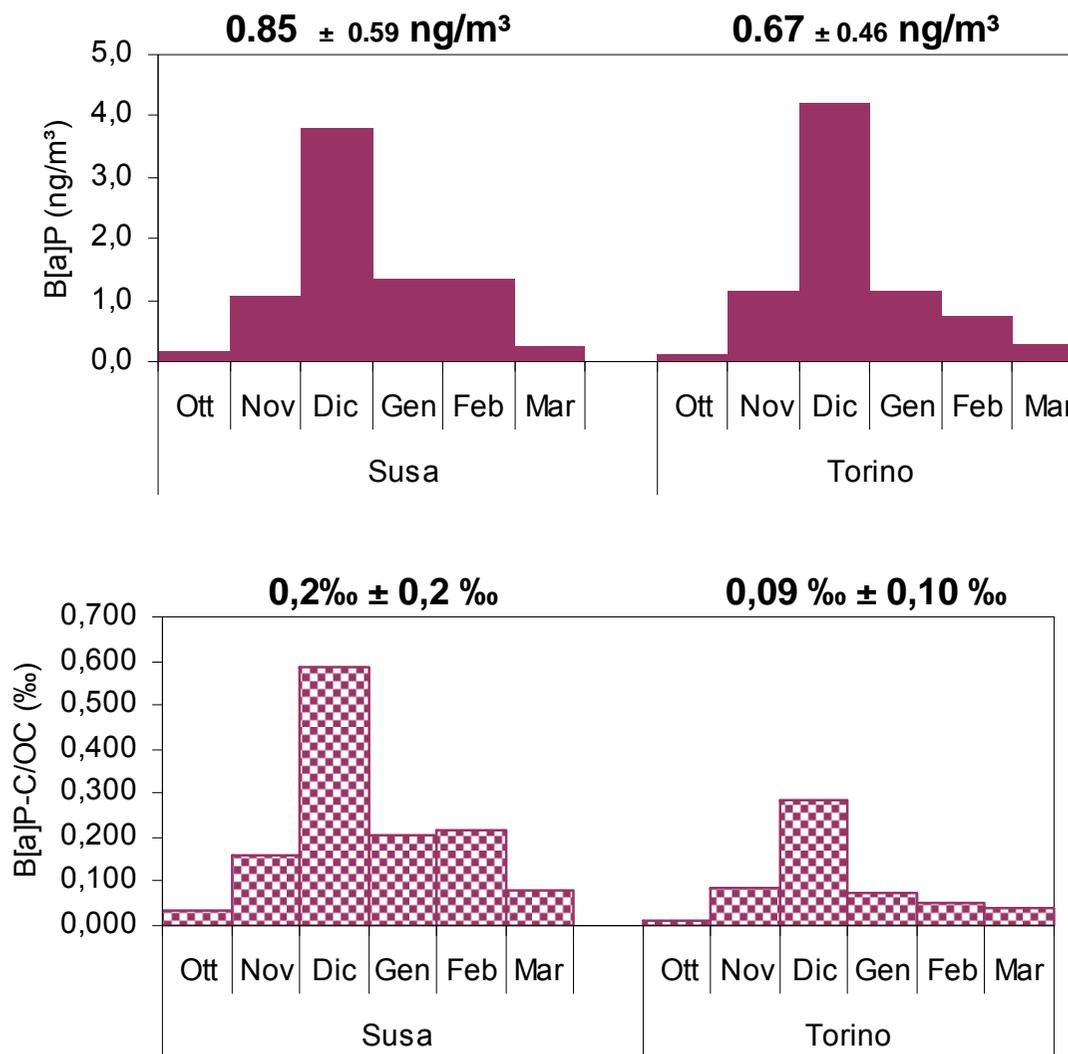


## Carbonio Organico - Levoglucosano



**LG-C/OC**  
**Susa 1,0% ± 0,4%**  
**Torino 0,7% ± 0,3%**

## Benzo [a] Pirene



## Macro tracer approach

### Stima della percentuale di PM, OC ed EC dovuta al wood burning

I fattori di emissione per il levoglucosano dipendono dalla **tipologia di legna**, posso ricavare i rapporti  $(PM/LG)_{WB}$ ,  $(OC/LG-C)_{WB}$ , ed  $(OC/EC)_{WB}$ , in funzione di  $\alpha$  (percentuale di *hard wood* rispetto al *soft wood*) che dipende dal **rapporto LG/MN**

$$\alpha = 0.093 \times \frac{LG}{MN} - 0.343$$

$$\left(\frac{PM}{LG}\right)_{WB} = \alpha \times 8,7 + (1 - \alpha) \times 12,5$$

$$\left(\frac{OC}{LG - C}\right)_{WB} = \alpha \times 12,9 + (1 - \alpha) \times 9,8$$

$$\left(\frac{OC}{EC}\right)_{WB} = \alpha \times 2,9 + (1 - \alpha) \times 3,4$$

Caseiro et al., Atmos. Environ 43 (2009) 2186

## Stima della percentuale di PM, OC ed EC dovuta al *wood burning*

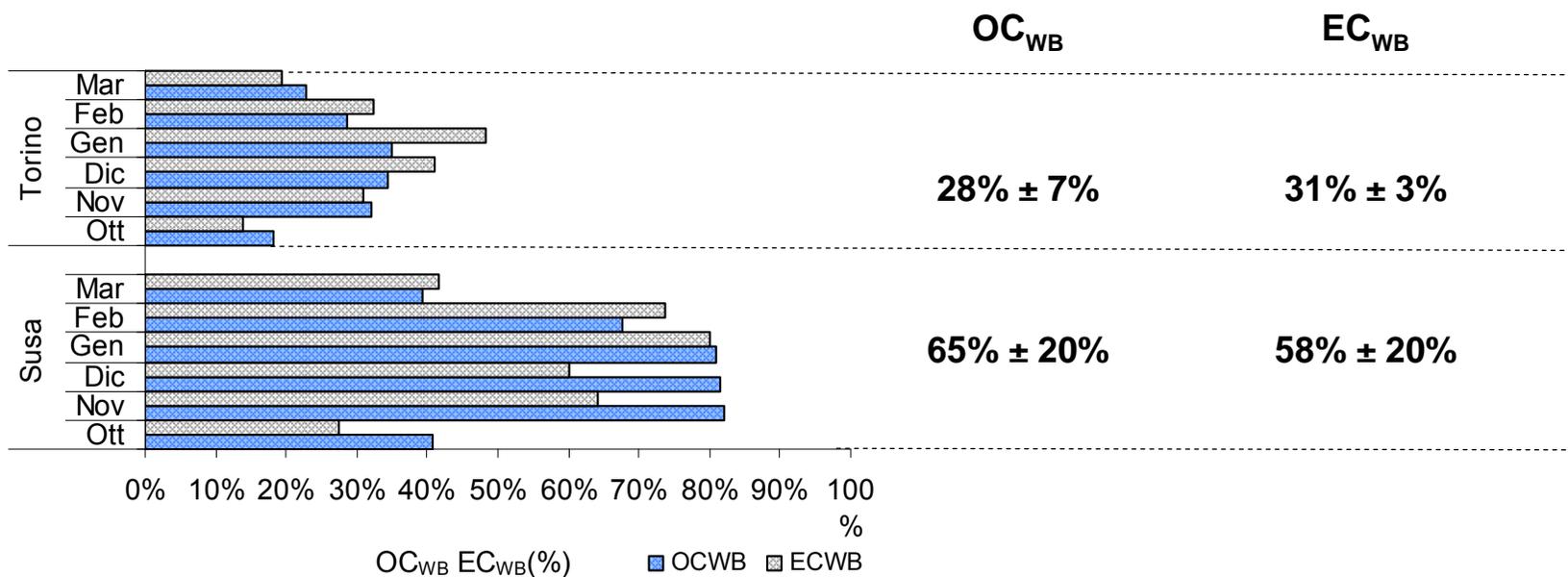
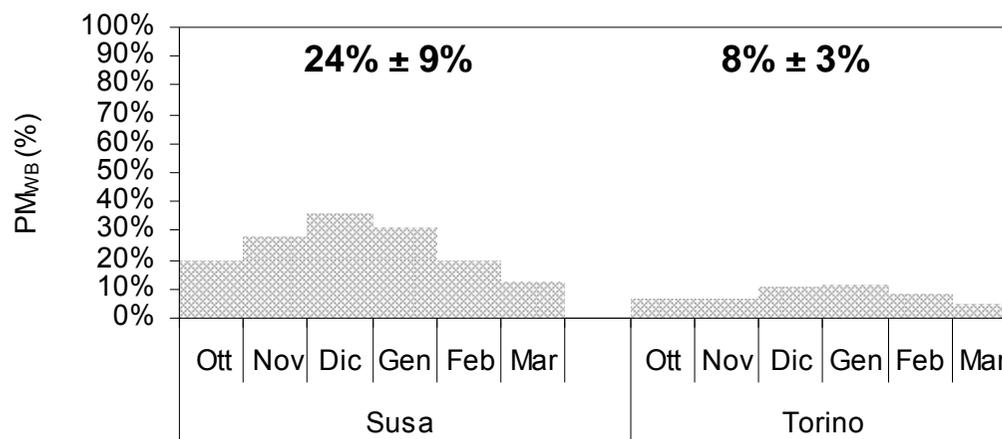
	LG/MN	LG/GA	a	(PM/LG) <sub>WB</sub>	(OC/LG-C) <sub>WB</sub>	(OC/EC) <sub>WB</sub>
Susa ott 06	5.4	32.7	0.16	11.90	10.29	3.32
Susa nov 06	10.4	20.9	0.63	10.11	11.75	3.09
Susa dic 06	7.9	20.7	0.39	11.00	11.02	3.20
Susa gen 07	9.3	21.1	0.52	10.52	11.42	3.14
Susa feb 07	9.5	24.5	0.54	10.46	11.46	3.13
Susa mar 07	9.9	37.6	0.58	10.29	11.60	3.11
TO ott 06	5.4	56.8	0.16	11.91	10.28	3.32
TO nov 06	15.2	41.0	1.00	8.70	12.90	2.90
TO dic 06	10.1	31.0	0.59	10.24	11.64	3.10
TO gen 07	9.7	58.0	0.56	10.38	11.53	3.12
TO feb 07	11.0	43.0	0.68	9.93	11.90	3.06
TO mar 07	21.7	51.0	1.00	8.70	12.90	2.90

?

In letteratura  $4,5 < LG/MN < 14$

Caseiro et al., Atmos. Environ 43 (2009) 2186

## Stima della percentuale di PM, OC ed EC dovuta al wood burning



# B[a]P<sub>WB</sub>

## Stima della percentuale di B[a]P dovuta al wood burning

wood name	wood	LG/BP	unità di misura	LG	BP	OA	unità di misura	LG/BP	LG/BP	OA/BP	ref.	note
logs (FP)	hard	0,840	b	31,1			b	68			Quilley et al., 2003	
pinon pine	soft	0,120	b	10,0	1,8		b	63	13		Fine et al., 2004 b	
pine (FP)	soft	0,310	b	49,3			b	140			Quilley et al., 2003	
oak (FP)	soft	0,680	b	149,7			b	248			Quilley et al., 2003	
oak (H&S)	hard	0,680	b	149,9			b	262			Quilley et al., 2003	
white pine	soft	0,177	m	66,3	6,0	1,3	m	268	61	7	Fine et al., 2001	
loblolly pine	soft	0,111	m	36,4	6,0		m	328	72		Fine et al., 2002	
american beech	hard	0,190	m	70,0	4,6	2,2	m	470	28	14	Fine et al., 2004 b	
white oak (white)	hard	0,217	m	107,9	4,1	3,6	m	498	16	16	Fine et al., 2004 m	
slash pine	soft	0,082	m	49,9	6,8		m	610	104		Fine et al., 2002	
douglas fir catalpa	soft	0,573	m	366,8	68,2	11,4	m	680	101	17	Fine et al., 2004 m	
white ash	hard	0,160	m	66,0	7,7		m	616	48		Fine et al., 2002	
loblolly pine	soft	0,361	m	269,1	49,3	11,6	m	664	122	30	Fine et al., 2004 m	
mussum	soft	0,610	b	600,0	22,0	20,0	b	620	36	39	Burns et al., 2007	
red maple	hard	0,263	m	213,2	11,1	4,0	m	648	44	16	Fine et al., 2004 m	
pine with greens		1,000	b	680,0	130,0	160,0	b	680	130	160	Burns et al., 2007	
paper birch	hard	0,127	m	106,8	1,3		m	663	10		Fine et al., 2001	
red maple	hard	0,124	m	106,8	3,3		m	678	27		Fine et al., 2001	
ponderosa pine	soft	0,076	m	71,0	21,0	6,1	m	647	280	66	Fine et al., 2004 b	
sevens grass	soft	0,600	b	600,0	29,0	39,0	b	1000	46	66	Burns et al., 2007	
hemlock	soft	0,081	m	66,8	26,8	2,6	m	1048	261	27	Fine et al., 2001	
white oak	hard	0,112	m	126,1	6,6	6,6	m	1117	46	66	Fine et al., 2004 m	
sugar maple	hard	0,166	m	210,1	12,6	2,6	m	1117	66	14	Fine et al., 2004 m	
balamir	soft	0,070	m	61,4	17,4	2,6	m	1164	246	37	Fine et al., 2001	
white oak	hard	0,076	m	66,0	7,6	4,6	m	1266	100	66	Fine et al., 2004 b	
white spruce	soft	0,066	m	146,0	36,0	10,0	m	1466	376	106	Fine et al., 2004 b	
mcclelland hickory	hard	0,102	m	166,2	6,4	3,6	m	1661	66	36	Fine et al., 2003	
sweet-gum	hard	0,076	m	126,0	7,0		m	1664	62		Fine et al., 2002	
douglas fir	soft	0,266	m	266,8	12,8	14,8	m	266	56	106	Fine et al., 2004 m	
ya low poplar											Fine et al., 2002	
quaking aspen											Fine et al., 2004 b	
black cherry											Fine et al., 2004 b	
black oak											Fine et al., 2004 b	
spruce with green											Burns et al., 2007	
sugar maple	hard	0,166	m	166,0	6,6	2,6	m	2664	146	36	Fine et al., 2004 b	
douglas fir	soft	0,066	m	271,0	61,0	12,0	m	2614	666	126	Fine et al., 2004 b	
red oak	hard	0,066	m	166,3	4,7	3,6	m	3066	66	64	Fine et al., 2001	
pine		0,110	b	1200,0	330,0	240,0	b	10606	2606	2162	Burns et al., 2007	o
indonesian peat			b	2600,0	230,0	66,0	b				Burns et al., 2007	o
german peat			b	4600,0	660,0	670,0	b				Burns et al., 2007	o

$$\langle LG/B[a]P_{WB} \rangle = 1171$$

B[a]P<sub>WB</sub>

Stima della percentuale di B[a]P dovuta al *wood burning*

gennaio – febbraio – marzo 2007

$$B[a]P_{WB} = LG/1171$$

SUSA B[a]P<sub>WB</sub>

64%

TORINO B[a]P<sub>WB</sub>

83%

## CONCLUSIONI

---

La combustione della legna è una importante sorgente di particolato atmosferico sia a Torino che a Susa

La combustione della legna, durante l'inverno, sembra essere la sorgente principale di B[a]P

Una migliore valutazione dell'impatto della combustione della legna necessiterebbe della conoscenza dei profili di emissione rappresentativi della tipologia di impianti e delle tipologie di legna utilizzati nel territorio oggetto dello studio

# Grazie per l'attenzione!

Per ulteriori informazioni:

[andrea.piazzalunga@unimib.it](mailto:andrea.piazzalunga@unimib.it)

[f.lollobrigida@arpa.piemonte.it](mailto:f.lollobrigida@arpa.piemonte.it)