



# **Progetto Malpensa**

**Risultati di un anno di monitoraggio**

C. Colombi, V. Gianelle

Centro Regionale per il Monitoraggio della Qualità dell'Aria

Sulla base della molteplicità dei dati raccolti nel corso degli anni è possibile effettuare una valutazione sintetica della QA: **pur essendo l'aeroporto una sorgente emissiva importante, non risulta nell'intorno una differenziazione sensibile dello stato di QA rispetto ad altre aree del territorio provinciale.** I comuni del sedime aeroportuale sono tutti collocati in zona A (DGR 2065/2011).

A seguito dell'incontro del 5 aprile 2011 tra ARPA e i comuni del Consorzio Urbanistico Volontario (CUV), circostanti l'aeroporto di Malpensa, è stato proposto un monitoraggio della Qualità dell'Aria intensivo (emissione del 29 luglio 2011).

**Scopo** del monitoraggio intensivo: valutazione della 'possibile presenza in atmosfera di sostanze potenzialmente pericolose per la salute', non limitate agli inquinanti normalmente rilevati nelle stazioni della rete di rilevamento.

In generale, nella classificazione INEMAR le emissioni degli aeroporti sono conteggiate nel macrosettore Altre sorgenti mobili e macchinari, che comprende anche macchine di movimentazione terra, macchine agricole,...

Emissioni in Provincia di Varese	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CO	CO <sub>2</sub>	PM2.5	PM10	PTS
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	2,0	148	17	104	281	1,0	1,0	1,0
Combustione non industriale	105	1.390	1.597	12.958	1.737	1.423	1.444	1.519
Combustione nell'industria	604	4.256	354	2.404	1.394	42	57	87
Processi produttivi	493	121	506	598	855	26	63	78
Estrazione e distribuzione combustibili			818					
Uso di solventi	0,0	0,0	7.066			11	11	19
Trasporto su strada	11	7.094	1.096	5.984	1.809	402	522	651
Altre sorgenti mobili e macchinari	93	1.618	600	1.890	308	30	32	32
Trattamento e smaltimento rifiuti	4,6	132	18	53	20	8,1	8,2	8,7
Agricoltura		2,5	522			2,1	4,8	8,3
Altre sorgenti e assorbimenti	0,8	3,6	4.079	81	-500	44	45	45
<b>Totale</b>	<b>1.314</b>	<b>14.765</b>	<b>16.672</b>	<b>24.071</b>	<b>5.903</b>	<b>1.989</b>	<b>2.186</b>	<b>2.449</b>

Fonte: ARPA Lombardia, INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera Regione Lombardia nell'anno 2010 – versione Public Review  
<http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/InemarDatiWeb/Fonti+dei+dati>

INEMAR ha un modulo specifico in cui sono stimate singolarmente le emissioni degli aeroporti civili della Regione.

Emissioni dall'aeroporto MXP	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CO	CO <sub>2</sub>	PM2.5	PM10	PTS
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Traffico aereo nazionale (cicli LTO - < 1000 m)	15	201	75	248	46	1,9	2,0	2,0
Traffico aereo internazionale (cicli LTO - < 1000 m)	76	1.060	437	1.226	233	7,5	8,2	8,2
Mezzi di supporto a terra	0,2	82	17	244	5,3	6,8	7,2	7,2
<b>Totale</b>	<b>91</b>	<b>1.343</b>	<b>529</b>	<b>1.718</b>	<b>284</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>17</b>

dati calcolati in base ai cicli di atterraggio, movimentazione a terra e decollo (ciclo LTO)

Emissioni della rete autostradale della provincia di Varese:

Rete Autostradale	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CO	CO <sub>2</sub>	PM2.5	PM10	PTS
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Trasporto su strada	2,8	2.114	150	1.375	454	99	127	164

Contributo percentuale delle emissioni di Malpensa e della rete autostradale rispetto al totale delle emissioni provinciali.

	Aeroporto MXP	Rete autostradale
	(%)	(%)
SO <sub>2</sub>	6,9%	0,2%
NO <sub>x</sub>	9,1%	14,3%
COV	3,2%	0,9%
CO	7,1%	5,7%
CO <sub>2</sub>	4,8%	7,7%
PM <sub>2.5</sub>	0,8%	5,0%
PM <sub>10</sub>	0,8%	5,8%
PTS	0,7%	6,7%

E gli IPA?

L'inventario delle emissioni INEMAR relativo al 2010-PR non stima le emissioni di IPA da attività aeroportuali in quanto non comprese nel modello europeo CORINAIR.

Per una valutazione si può far riferimento ad una indicazione tratta da una review scientifica (Ravindra et al., 2008) che indica le emissioni di B(a)P in 1,24 mg per ciclo LTO. Considerando invece i consumi di diesel stimati per i mezzi di supporto a terra è invece possibile calcolare il contributo di tale attività sulle emissioni di B(a)P.

Attività	Emissioni B(a)P [kg/anno]
Cicli LTO	0,25
Mezzi di supporto a terra - diesel	0,07
Mezzi di supporto a terra - benzina	0,01
<b>Totale</b>	<b>0,33</b>

= 0.002% (PM10)

Emissioni B(a)P dal settore aeroportuale in Regione Lombardia (Fonte: INEMAR 2010 - PR)

Settore	Emissioni di B(a)P (kg/anno)
Produzione energia e trasformazione combustibili	1
Combustione non industriale	2983
Combustione nell'industria	277
Processi produttivi	14
Trasporto su strada	100
Altre sorgenti mobili e macchinari	10
Trattamento e smaltimento rifiuti	48
Agricoltura	206
Altre sorgenti e assorbimenti	30
<b>Totale</b>	<b>3668</b>

= 0.02% (PM10)

Emissioni di B(a)P in Regione Lombardia (Fonte: INEMAR 2010 - PR)



6 postazioni

4 sotto rotte aerei

2 punti di bianco

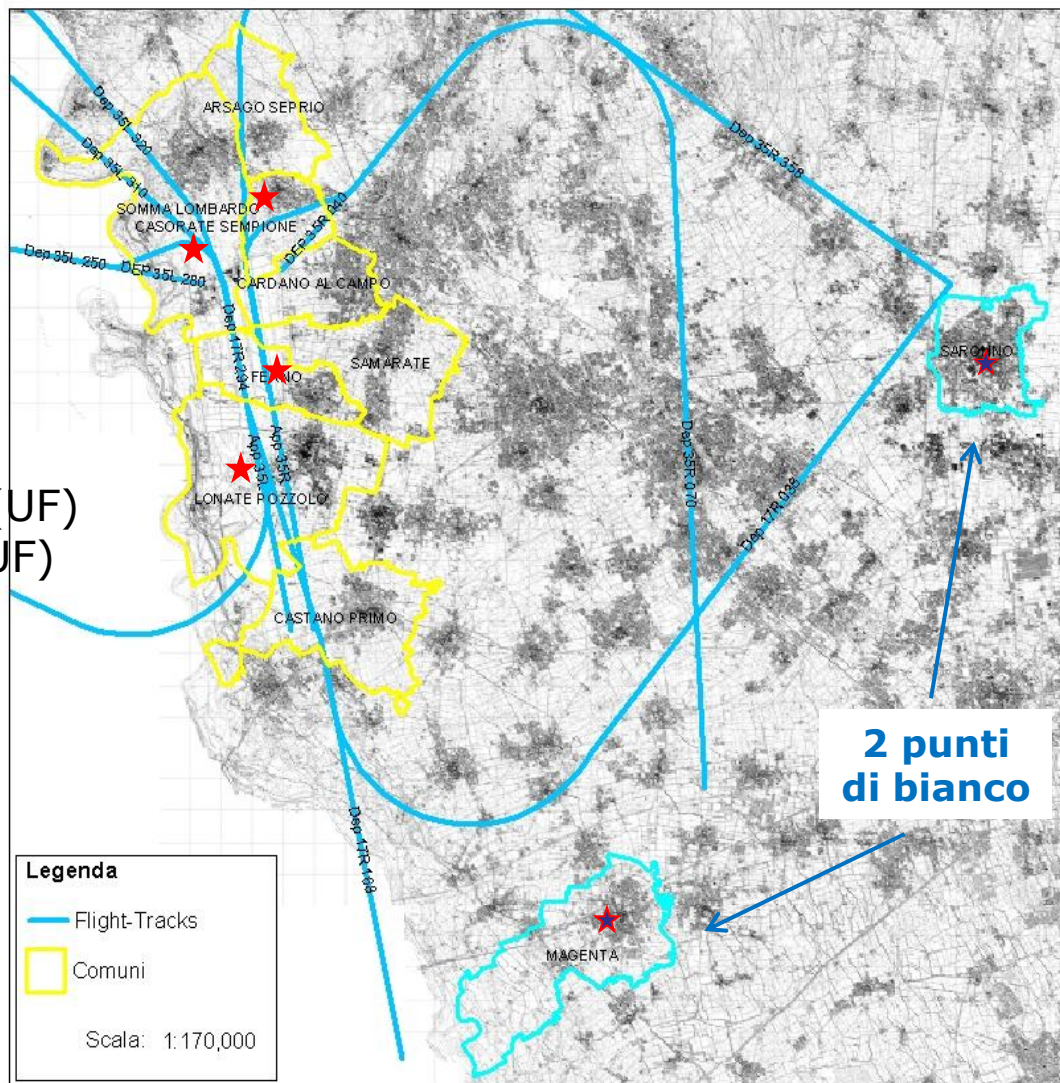
Cabine RRQA

➤ Saronno  
 Santuario (UF)  
 ➤ Magenta (UF)

➤ Somma Lombardo (RI)  
 ➤ Ferno (UF)  
 ➤ Lonate Pozzolo (UI)

Cabine RRQA

➤ Casorate Sempione (UF)  
 all'interno del giardino comunale



**2 punti di bianco**

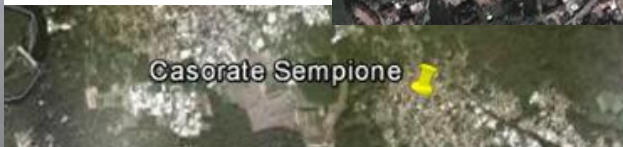
## Somma Lombardo – Industriale Rurale:

- Aeroporto
- Traffico (exhaust e risollelamento)
- Biomass burning in minor misura



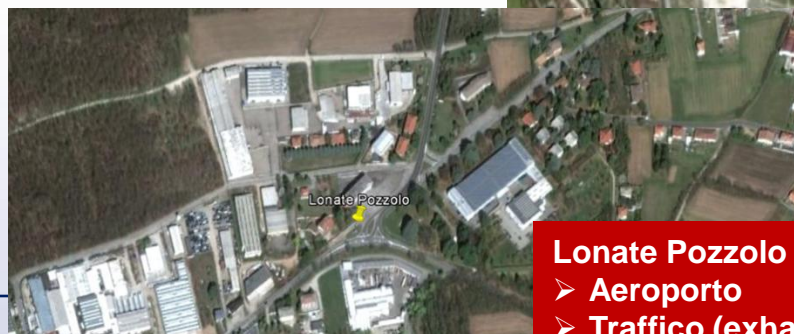
## Casorate Sempione - Fondo Urbano:

- Biomass burning
- Secondario
- Traffico in minor misura
- Aeroporto?



## Ferno - Fondo Urbano:

- Aeroporto
- Biomass burning
- Secondario
- Traffico in minor misura



## Lonate Pozzolo – Industriale Urbana:

- Aeroporto
- Traffico (exhaust e risollelamento)
- Industrie limitrofe



Dal 20 ottobre 2011 al 30 agosto 2012 si sono effettuate 4 campagne intensive, parallelamente ai consueti monitoraggi istituzionali:

	<b>Start</b>	<b>Cambio delle fiale</b>	<b>Stop</b>
<b>I campagna</b>	20 ottobre 2011	27 ottobre 2011	3 novembre 2011
<b>II campagna</b>	26 gennaio 2012	2 febbraio 2012	9 febbraio 2012
<b>III campagna</b>	3 maggio 2012	10 maggio 2012	17 maggio 2012
<b>IV campagna</b>	9 agosto 2012	16 agosto 2012	23 agosto 2012

**Autunno**  
**Inverno**  
**Primavera**  
**Estate**

Parallelamente ai monitoraggi intensivi, sono state inoltre effettuate quattro campagne con laboratorio mobile, realizzate ciascuna su due mesi rappresentativi del periodo invernale ed estivo, nei comuni di Arsago Seprio, Samarate, Golasecca e Vizzola Ticino.

Gli approfondimenti hanno riguardato la determinazione degli elementi e degli IPA in fase particolato, e il rilevamento delle aldeidi e dei COV.

Table 1  
Aircraft-Related\* HAPs Included in the  
U.S. EPA National Toxics Inventory Ranked in Order

Pollutant	Total Emission (Tons/Year)	Ranking	Percent of Total	Cumulative Percent
Formaldehyde	6,408	1	42.3	42.3
Acetaldehyde	1,969	2	13.0	55.3
Benzene	1,184	3	7.8	63.1
Toluene	1,174	4	7.7	70.8
Acrolein	938	5	6.2	77.0
1,3-Butadiene	824	6	5.4	82.5
Xylene	702	7	4.6	87.1
Lead**	541	8	3.6	90.7
Naphthalene	454	9	3.0	93.7
Propionaldehyde	396	10	2.6	96.3
Ethylbenzene	211	11	1.4	97.7
Styrene	195	12	1.3	99.0
n-Hexane	71	13	0.5	99.4
2,2,4-Trimethylpentane*	30	14	0.2	99.6
Acenaphthylene*	17	15	0.1	99.7
Phenanthrene*	10	16	0.1	99.8
Fluorene*	8	17	0.1	99.9
Fluoranthene*	5	18	<0.1	99.9
Pyrene*	5	19	<0.1	99.9
Anthracene*	4	20	<0.1	100
Acenaphthene*	3	21	<0.1	100
Benzo(ghi)perylene*	1	22	<0.1	100
Benzo(b)fluoranthene*	0.5	23	<0.1	100
Benzo(k)fluoranthene*	0.5	24	<0.1	100
Benzo(a)anthracene*	0.4	25	<0.1	100
Benzo(a)pyrene*	0.4	26	<0.1	100
Chrysene*	0.4	27	<0.1	100
Indeno(1,2,3-cd)pyrene*	0.3	28	<0.1	100
Dibenzo(a,b)anthracene*	0	29	<0.1	100

\* Includes commercial and GA aircraft and GSE.

\*\* Lead is not a component of jet fuel. It is listed here as a possible component of avgas fuel used in GA aircraft and/or GSE fuel.

\* As polycyclic organic matter (POM) or polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) given as a group of 7-PAH or 16-PAH.

= Top Ten HAPs

Perché?

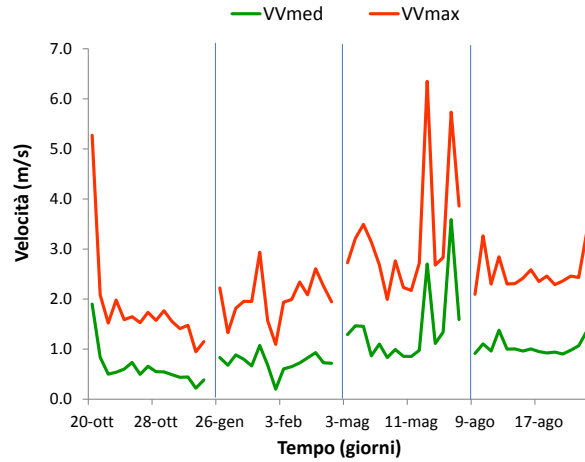
La FAA (Federal Aviation Administration) ha identificato tra le sostanze emesse dai velivoli un gruppo di 'inquinanti atmosferici potenzialmente pericolosi (Hazardous Air Pollutants, HAPs)'

Inoltre:

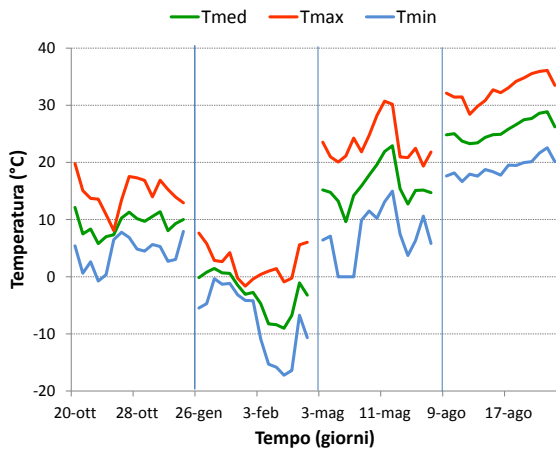
- Sebbene sia possibile che i livelli di questi inquinanti nelle aree adiacenti gli aeroporti siano superiori rispetto alle aree più lontane, tuttavia essi non sono apprezzabilmente differenti rispetto agli ambienti urbani.
- E' estremamente difficile l'individuazione della sorgente specifica aeroportuale rispetto all'emissione di sorgenti non-aeroportuali.
- Eventuali studi di esposizione devono tenere in considerazione la corretta quantità di tempo che la popolazione è esposta a tali inquinanti.

- Inquinanti convenzionali
  - PM10
  - Concentrazione numerica e distribuzione dimensionale delle particelle (OPC)
  - Microinquinanti
- FASE PARTICOLATO:
- IPA (Acenaftilene, Benzo(a)Antracene, Crisene, Benzo(b)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Benzo(j)Fluorantene, Benzo(a)Pirene, Indeno, diBenzo(a,h)Antracene, Benzo(g,h,i)Perilene, diBenzo(a,e)Perilene)
  - Elementi ( $Z > 11$ ) (alluminio (Al), silicio (Si), fosforo (P), zolfo (S), cloro (Cl), potassio (K), calcio (Ca), titanio (Ti), vanadio (V), cromo (Cr), manganese (Mn), ferro (Fe), nichel (Ni), rame (Cu), zinco (Zn), bromo (Br), rubidio (Rb), stagno (Sn), Bario (Ba), **piombo (Pb)**, antimonio (Sb) e stronzio (Sr))
  - Levoglucosano
- FASE GAS:
- Aldeidi (**Formaldeide, Acetaldeide, Acroleina** e **Propionaldeide**)
  - **Naftalene**
  - COV (**Benzene, Toluene**, EtilBenzene, **Meta/Para-Xilene** e **Orto-Xilene**)

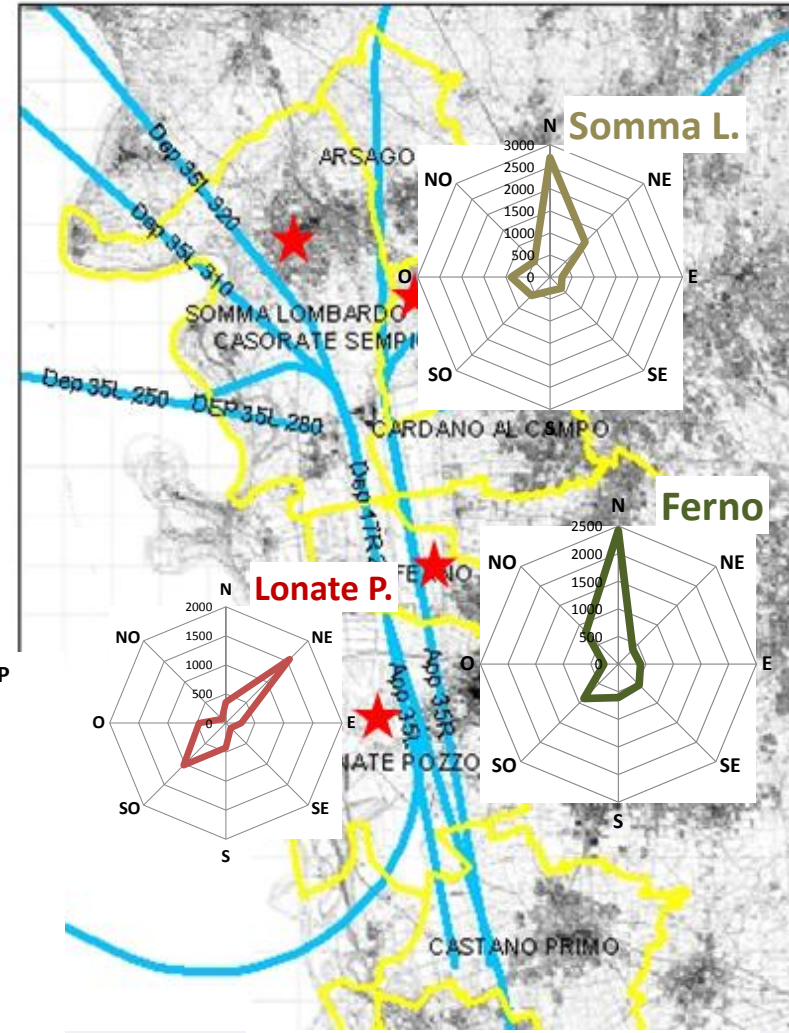
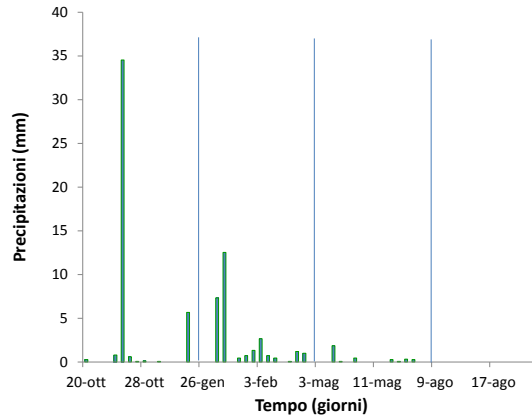
**Velocità del vento - Area MXP**



**Temperatura dell'aria - Area MXP**



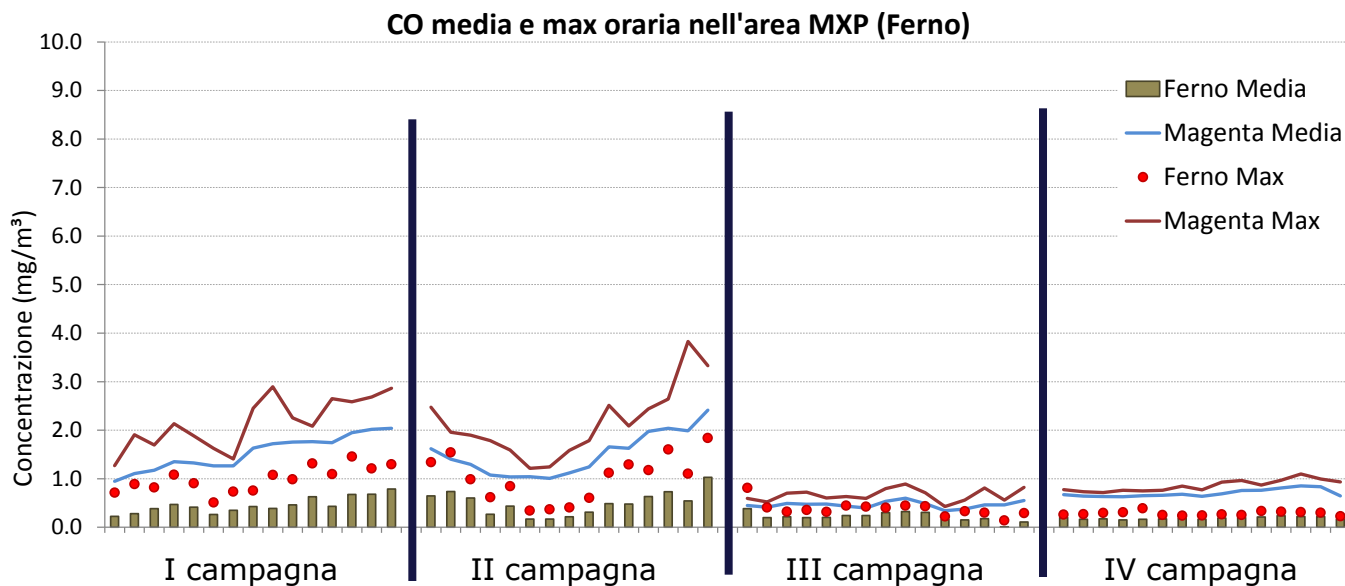
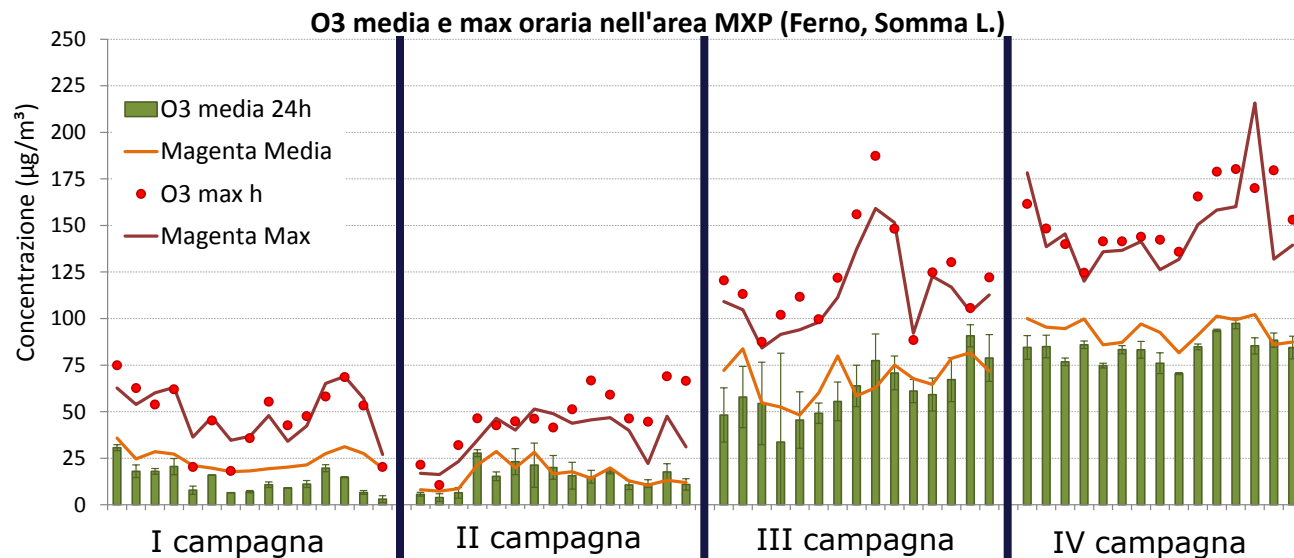
**Precipitazioni totali giornaliere - Area MXP**



**Rose del vento**

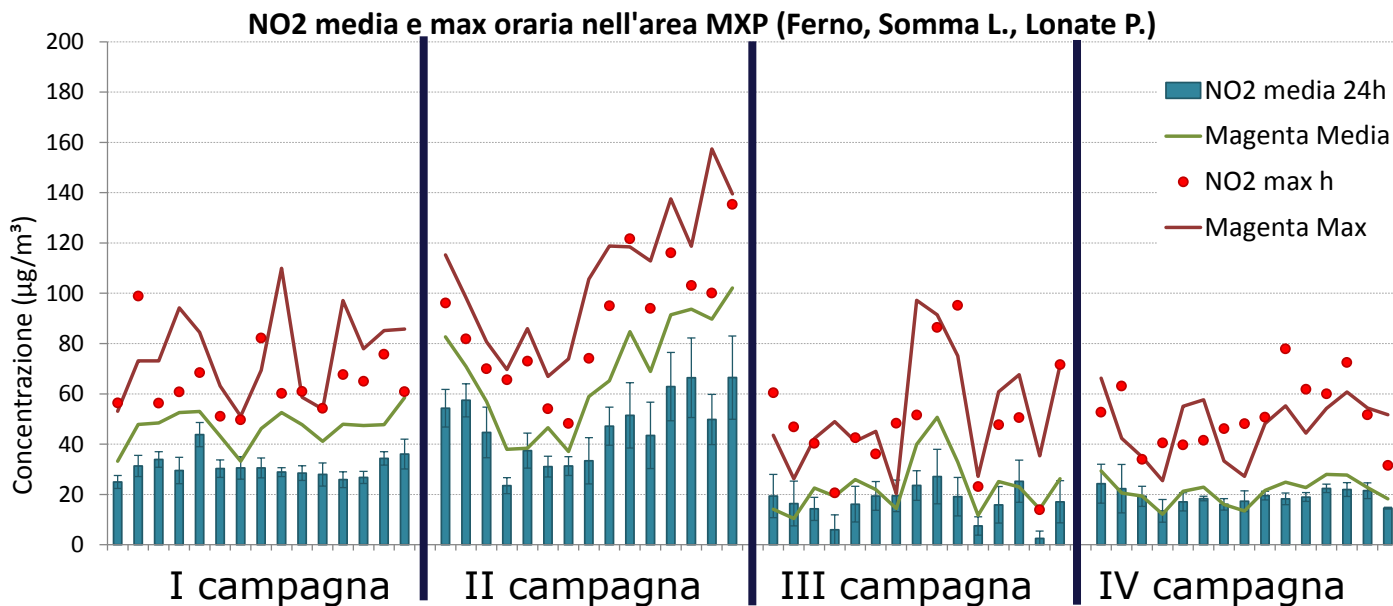
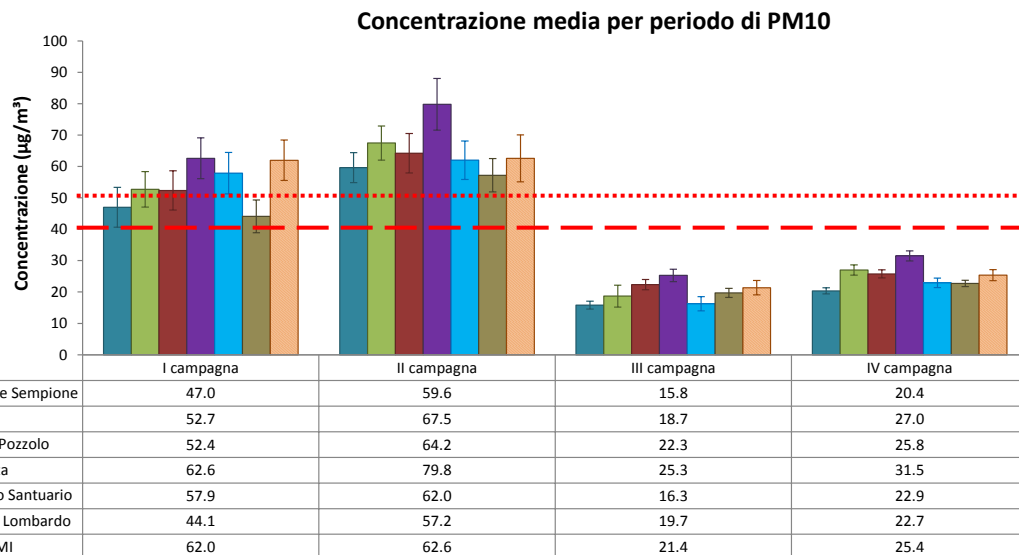


## Gli inquinanti convenzionali: O<sub>3</sub> e CO

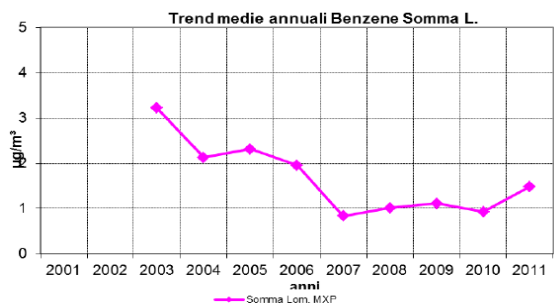


## Gli inquinanti convenzionali: NO<sub>2</sub> e PM10

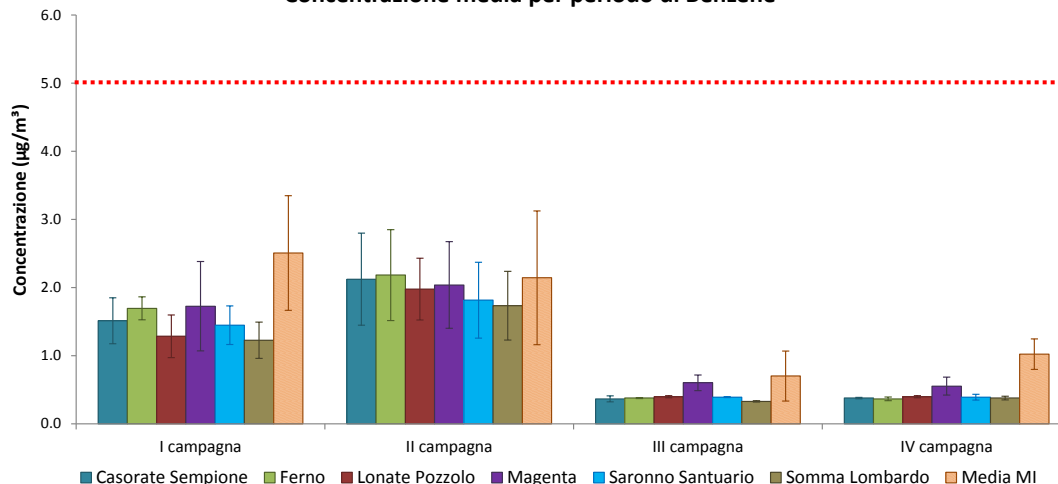
PM10	N. Superamenti	Max sui periodi	Media
	(#)	(µg/m <sup>3</sup> )	(µg/m <sup>3</sup> )
Casorate Sempione	16	99.5	35.7
Ferno	17	104.0	41.5
Lonate Pozzolo	16	102.9	41.2
Magenta	20	132.3	49.8
Saronno Santuario	19	110.4	39.8
Somma Lombardo	14	85.8	35.9
Media MI	18	144.6	42.8



## I microinquinanti: Benzene

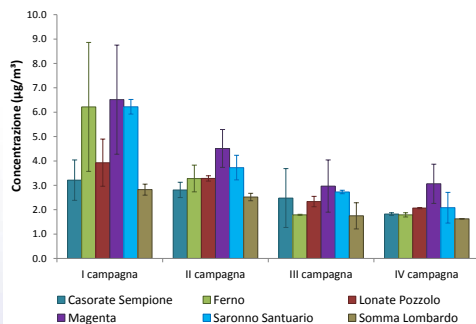


Concentrazione media per periodo di Benzene

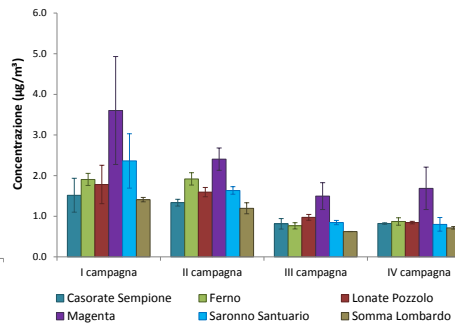


## Toluene, M-P-Xylene, Etilbenzene, O-Xylene

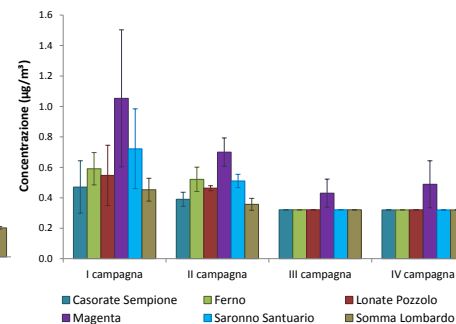
Concentrazione media per periodo di Toluene



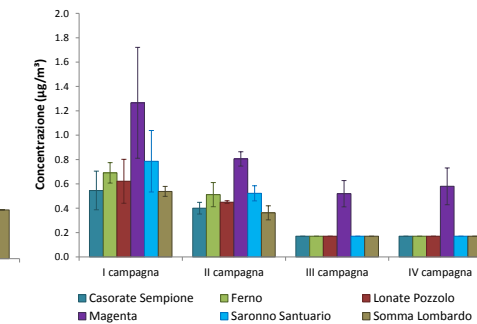
Concentrazione media per periodo di M-P-Xylene



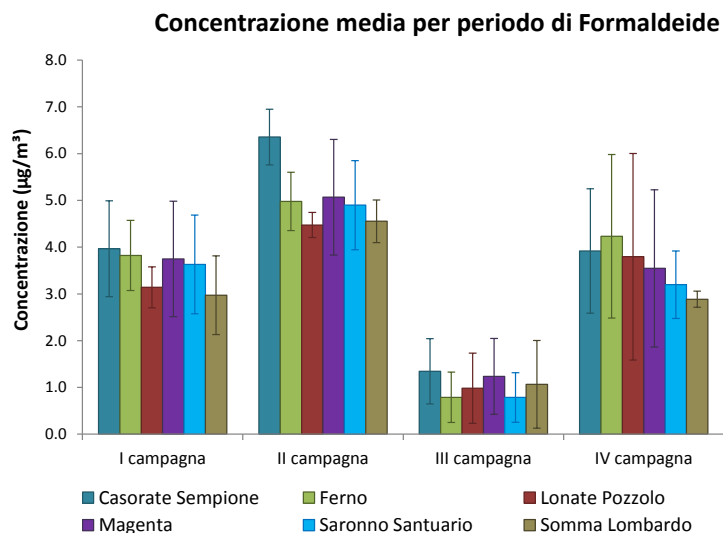
Concentrazione media per periodo di Etilbenzene



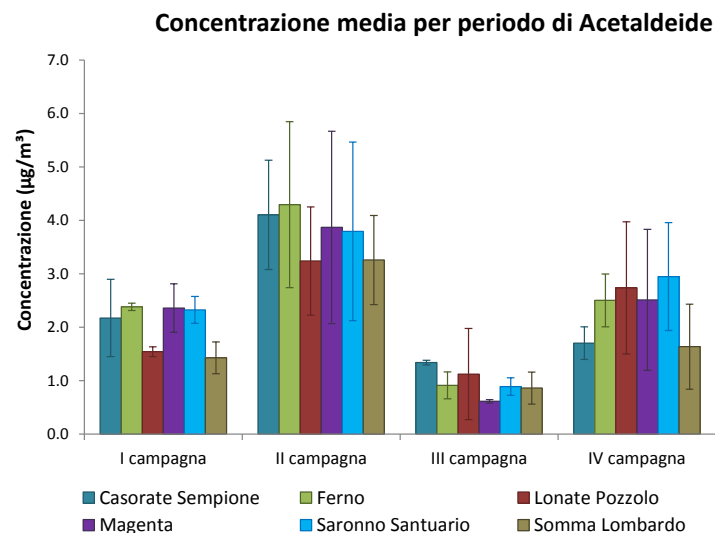
Concentrazione media per periodo di O-Xylene



## I microinquinanti: le aldeidi



Media area MXP:  $3.33 \pm 1.59 \mu\text{g}/\text{m}^3$   
 Media siti 'bianco':  $3.26 \pm 1.54 \mu\text{g}/\text{m}^3$   
 Media Varese (2004-2008):  $3.35 \pm 0.59 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Media area MXP:  $2.20 \pm 1.08 \mu\text{g}/\text{m}^3$   
 Media siti 'bianco':  $2.42 \pm 1.19 \mu\text{g}/\text{m}^3$   
 Media Varese (2004-2008):  $1.82 \pm 0.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$

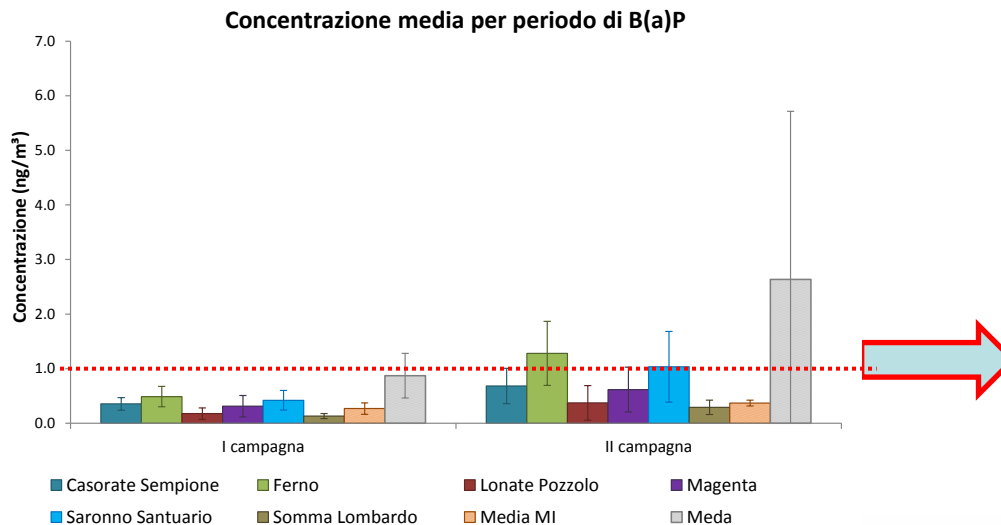
N.B: Propionaldeide ed Acroleina sempre  $< \text{LR} (\approx 1 \mu\text{g}/\text{m}^3)$



## I microinquinanti: IPA

	Casorate S.	Ferno	Lonate P.	Magenta	Saronno S.	Somma L.	Media MI
<b>IPA totali</b>	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )
I campagna	2.741	4.490	1.559	2.415	3.945	1.153	3.087
II campagna	5.378	12.763	3.566	5.581	11.417	2.528	2.579
III campagna	< 0.050	0.663	< 0.050	0.150	0.664	0.051	< 0.050
IV campagna	< 0.050	< 0.050	0.188	< 0.050	0.163	< 0.050	< 0.050

## B(a)P



**!!Attenzione:**

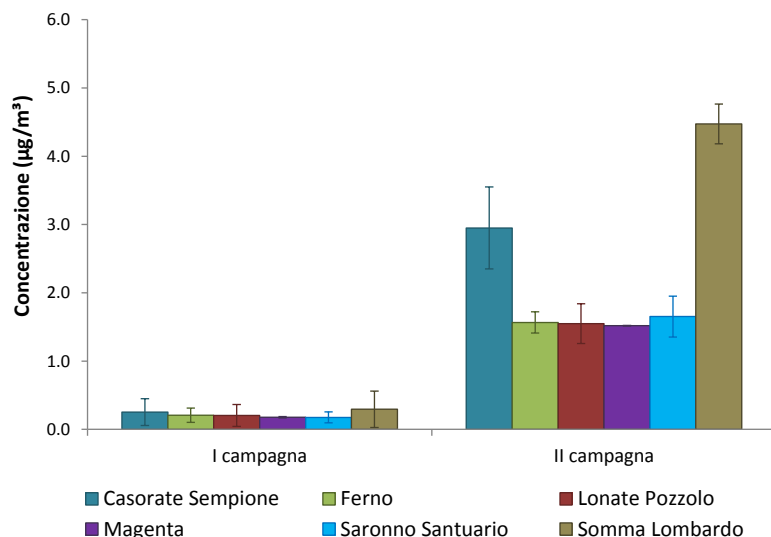
➤ Il limite è annuale, non stagionale!

➤ La Dev.St rappresenta la variabilità delle concentrazioni!

	Casorate S.	Ferno	Lonate P.	Magenta	Saronno S.	Somma L.	Media MI
<b>B(a)P</b>	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )
MEDIA	0.272	0.455	0.150	0.244	0.375	0.118	0.172
DEV. ST	0.315	0.592	0.165	0.282	0.476	0.126	0.174

## I microinquinanti: Naftalene

Concentrazione media per periodo di Naftalene



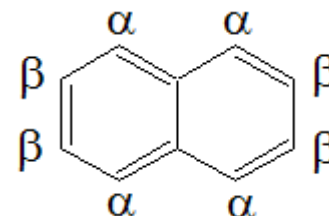
Media area MXP:  $0.744 \pm 1.290 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Media siti 'bianco':  $0.465 \pm 0.694 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tipico valore urbano:  $0.943 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (US-EPA)

Nelle campagne primaverile ed estiva il Naftalene è sempre  $< \text{LR}$  ( $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Il naftalene (o naftalina) è un IPA. La sua molecola è formata da due anelli benzenici fusi:



Si ottiene per distillazione dal catrame, dal carbone e dal petrolio.

Oltre all'impiego nell'industria chimica principalmente come materia prima per la sintesi di coloranti, trova uso domestico anche come insetticida, specialmente contro le tarme. In passato è stato utilizzato come combustibile nel campo automobilistico e ferroviario.

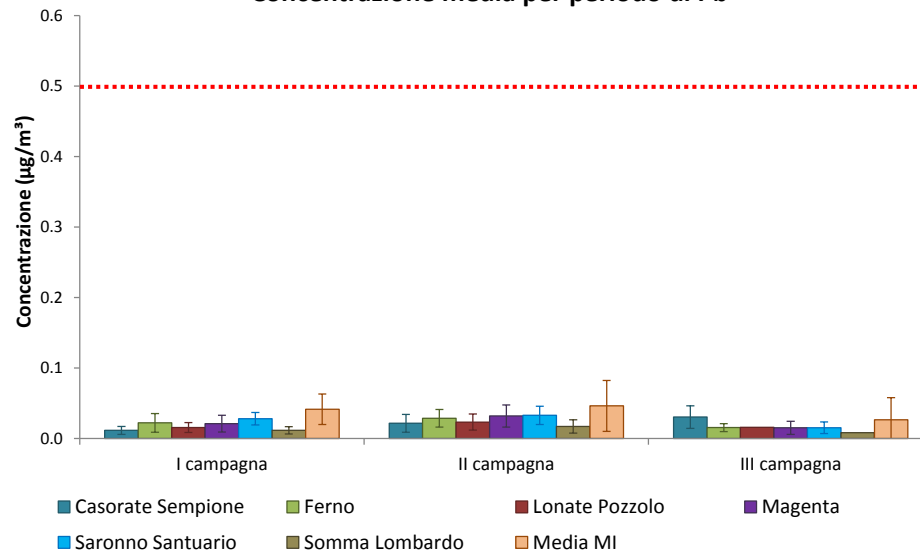
Evapora facilmente ma la temperatura e l'umidità dell'aria tendono facilmente ad abbatterlo.

La principale sorgente di naftalene nell'aria è rappresentata dalle aree a traffico sostenuto o dove vi siano esalazioni di carburante o in prossimità di raffinerie di petrolio.

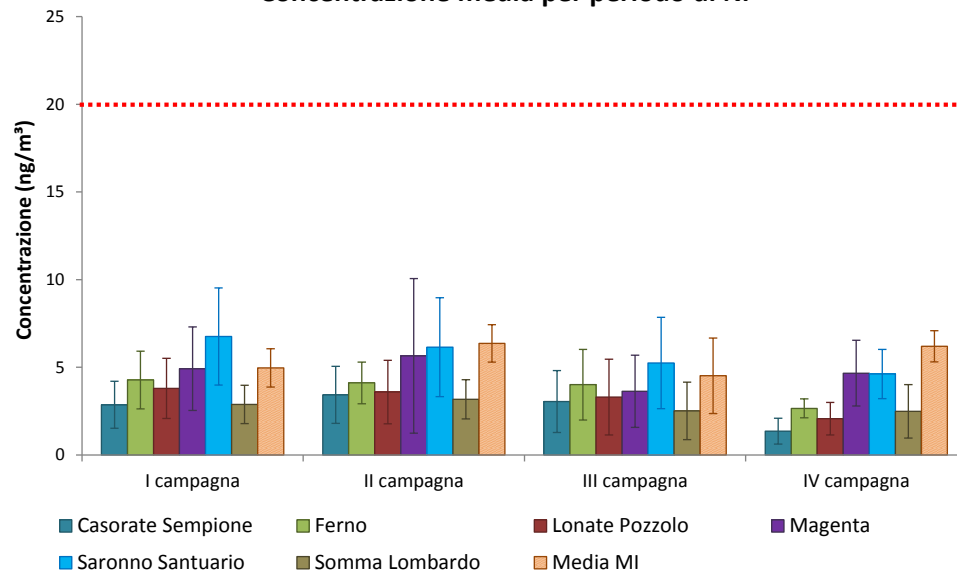
Dalla letteratura: soglia olfattiva in aria  $\approx 480 \mu\text{g}/\text{m}^3$

## I microinquinanti: Pb e Ni

Concentrazione media per periodo di Pb



Concentrazione media per periodo di Ni



Piombo	Casorate S.	Ferno	Lonate P.	Magenta	Saronno S.	Somma L.	Media MI
	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)
MEDIA	0.018	0.019	0.016	0.019	0.021	0.011	0.030
DEV. ST MEDIA	0.005	0.005	0.003	0.006	0.004	0.003	0.010

Nichel	Casorate S.	Ferno	Lonate P.	Magenta	Saronno S.	Somma L.	Media MI
	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)
MEDIA	2.7	3.8	3.2	4.7	5.7	2.8	5.5
DEV. ST MEDIA	2.8	2.9	3.4	5.7	4.9	2.7	2.8

Non sono stati rilevati impatti significativi sulle concentrazioni di microinquinanti direttamente o indirettamente connessi alle emissioni legate alle attività aeroportuali.

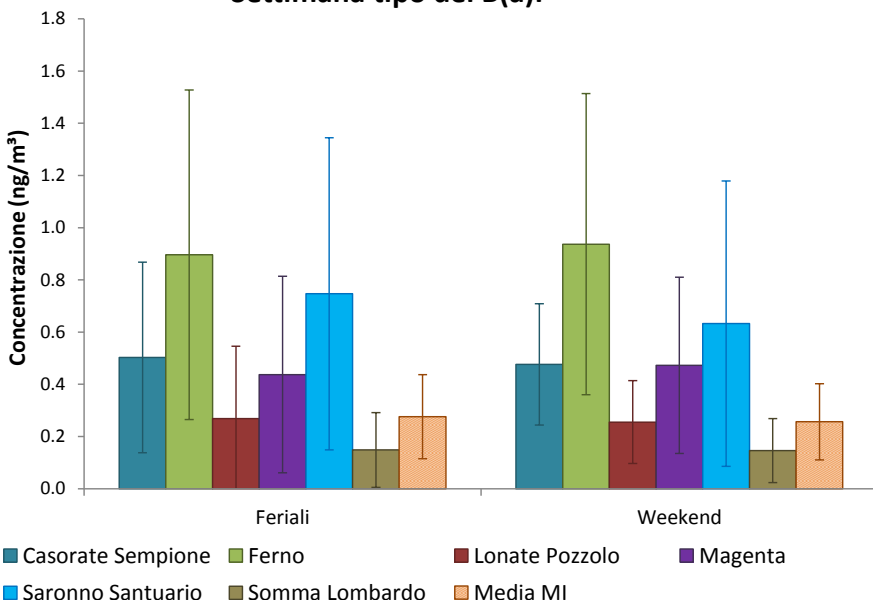


## Esiste un 'effetto week-end'?

N. voli	Riduzione nel w-end
	(%)
I campagna	10.8
II campagna	11.0
III campagna	14.2
IV campagna	-1.9

Sull'attività aeroportuale: SI'

Settimana tipo del B(a)P



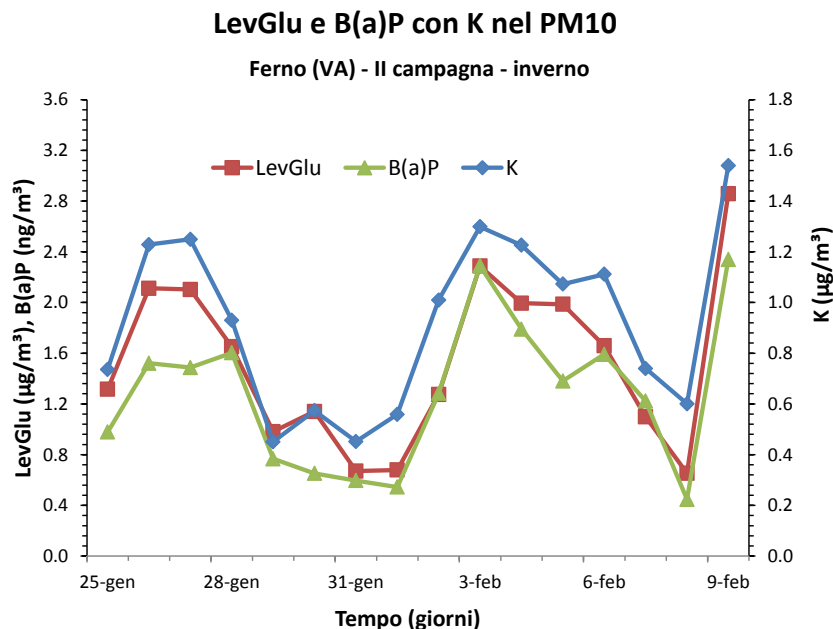
	Casorate S.	Ferno	Lonate P.	Magenta	Saronno S.	Somma L.	Media MI
	PM10	PM10	PM10	PM10	PM10	PM10	PM10
MEDIA	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)
Feriali	32.2	40.2	39.5	49.1	39.3	30.6	43.4
Weekend	33.2	41.2	38.8	48.6	37.1	31.3	43.3
DEV. ST.							
Feriali	26.1	26.3	28.3	33.3	29.9	23.9	30.6
Weekend	21.6	28.9	21.5	26.9	27.0	22.1	23.2

	Casorate S	Ferno	Lonate P.	Magenta	Saronno S.	Somma L.	Media MI
	B(a)P	B(a)P	B(a)P	B(a)P	B(a)P	B(a)P	B(a)P
MEDIA	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)
Weekday	0.503	0.896	0.268	0.437	0.747	0.148	0.276
Weekend	0.477	0.937	0.255	0.473	0.632	0.146	0.256
DEV. ST.							
Weekday	0.365	0.631	0.278	0.376	0.598	0.143	0.161
Weekend	0.233	0.577	0.159	0.338	0.547	0.123	0.146

NON si evidenzia altrettanto sulle concentrazioni!

## Quale sorgente prevalente per gli IPA può essere individuata?

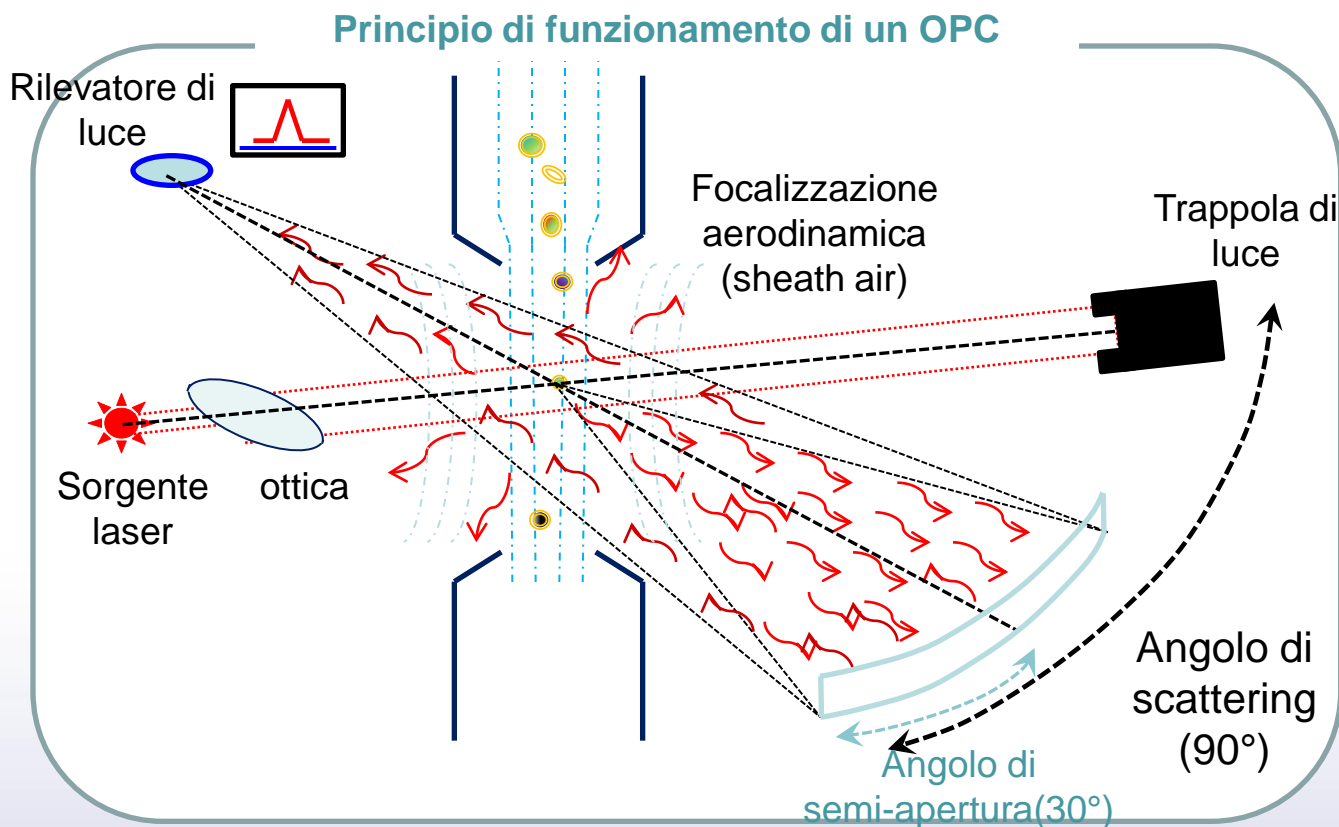
Dalle stime dell'inventario INEMAR le combustioni non industriali sono la sorgente di B(a)P prevalente; il levoglucosano è un tracciante specifico delle combustioni di biomassa; Il potassio è un altro tracciante, seppur non specifico, delle stesse combustioni. Le tre specie hanno caratteristiche di «inquinanti primari»



La buona correlazione osservata tra B(a)P, levoglucosano e potassio indica che le **combustioni di biomassa** sono la sorgente prevalente di IPA nell'area.

## Quale distribuzione dimensionale seguono le particelle?

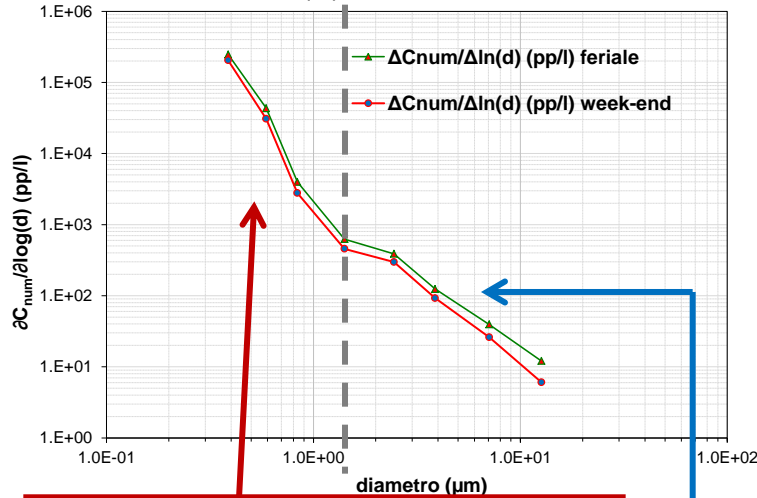
Strumentazione non convenzionale installata a Somma L. e Ferno, siti più vicini al sedime:



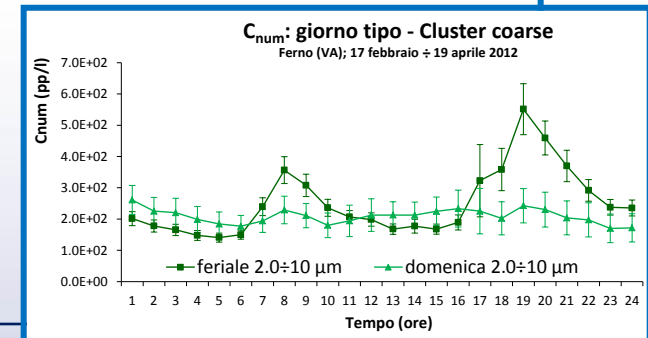
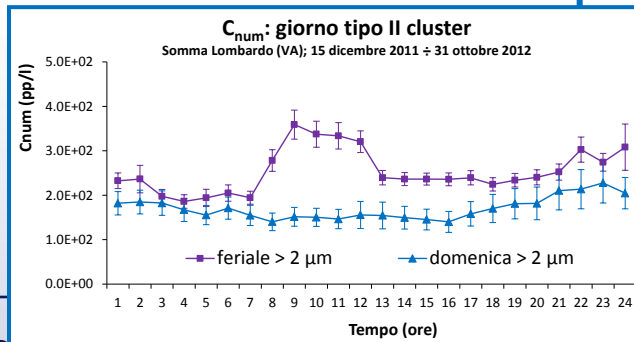
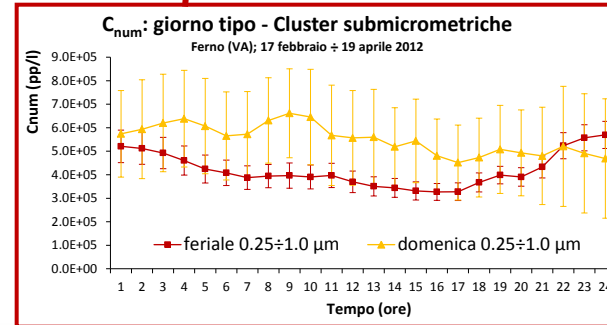
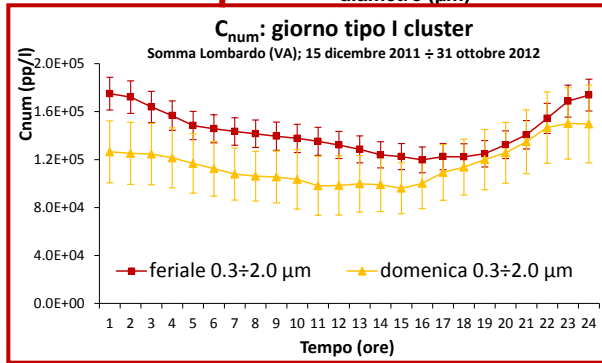
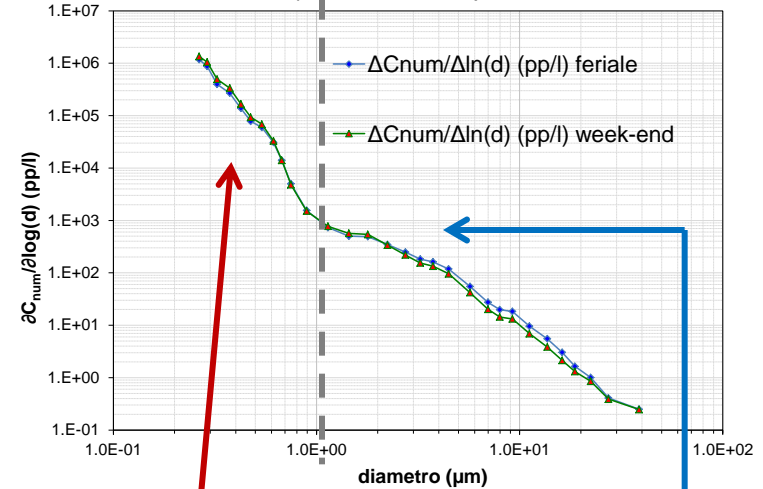
Somma Lombardo

Ferno

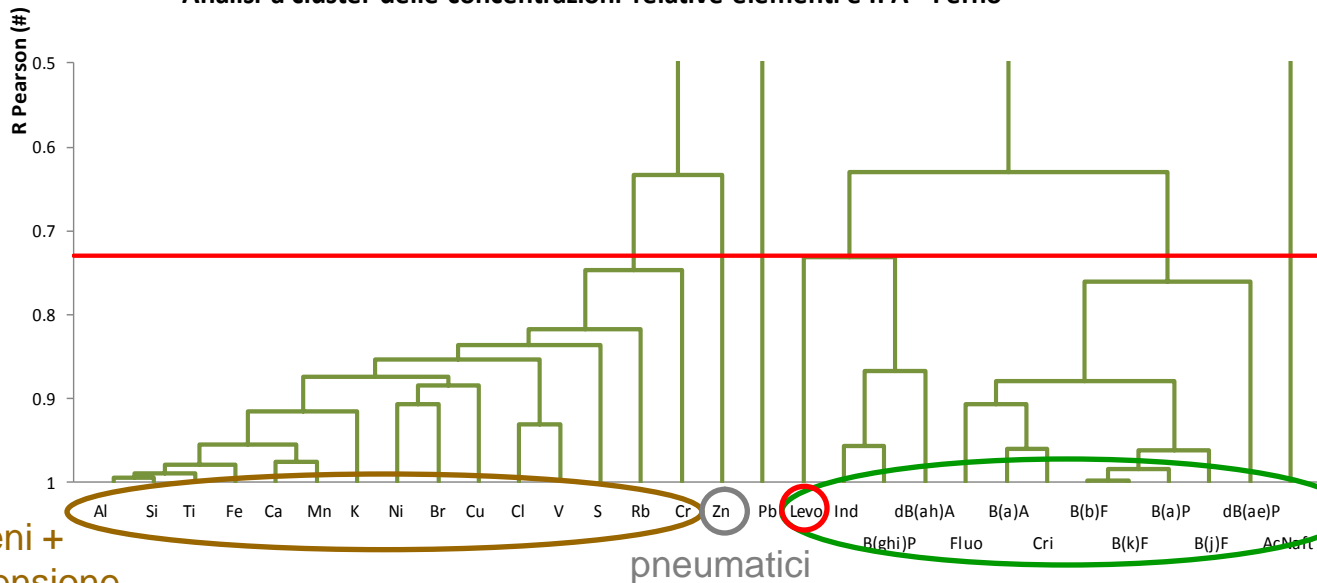
**Funzione distribuzione dimensionale numerica**  
Somma Lombardo (VA); 15 dicembre 2011 ÷ 31 ottobre 2012



**Funzione distribuzione dimensionale numerica**  
Ferno (VA); 17 febbraio ÷ 19 aprile 2012



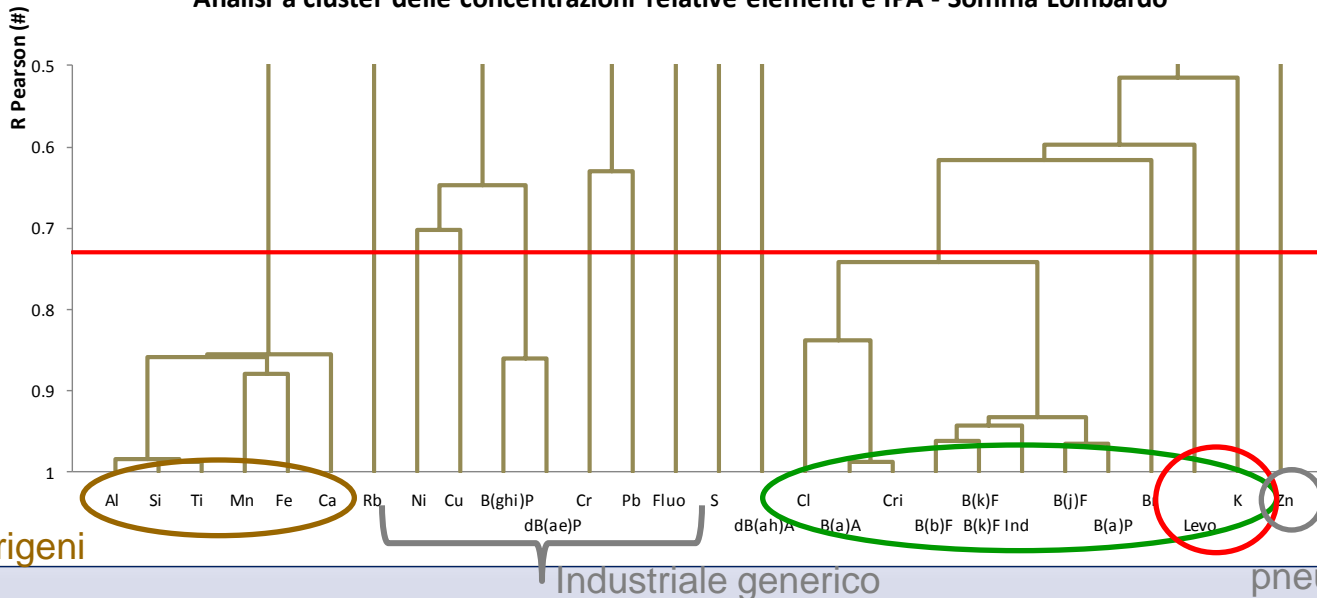
### Analisi a cluster delle concentrazioni relative elementi e IPA - Ferno



Terrigeni +  
risospensione

combustione

### Analisi a cluster delle concentrazioni relative elementi e IPA - Somma Lombardo



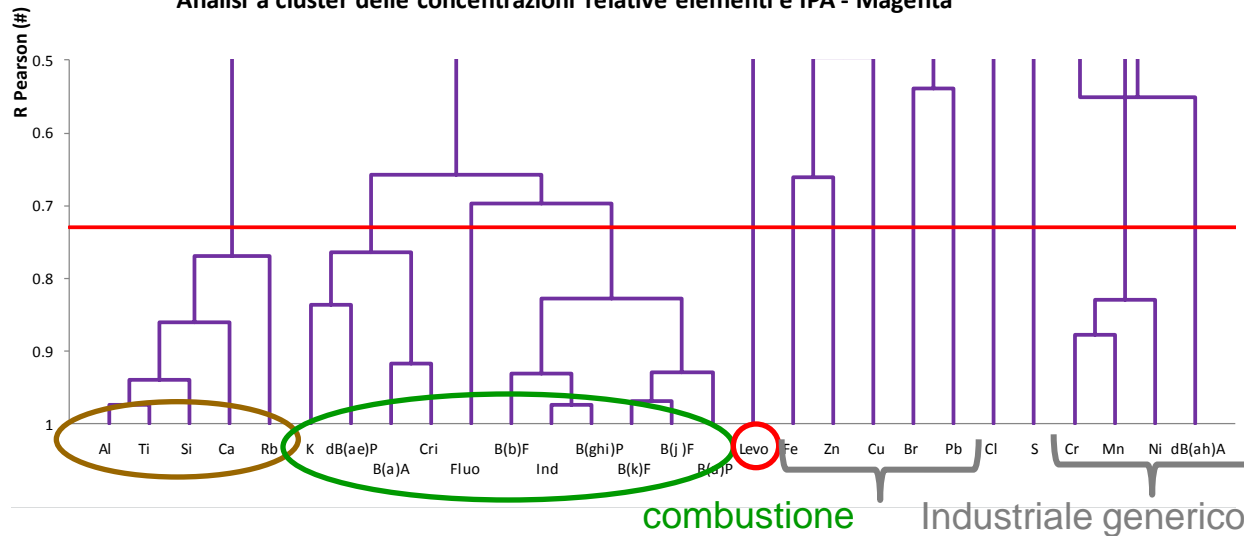
terrigeni

Industriale generico

combustione

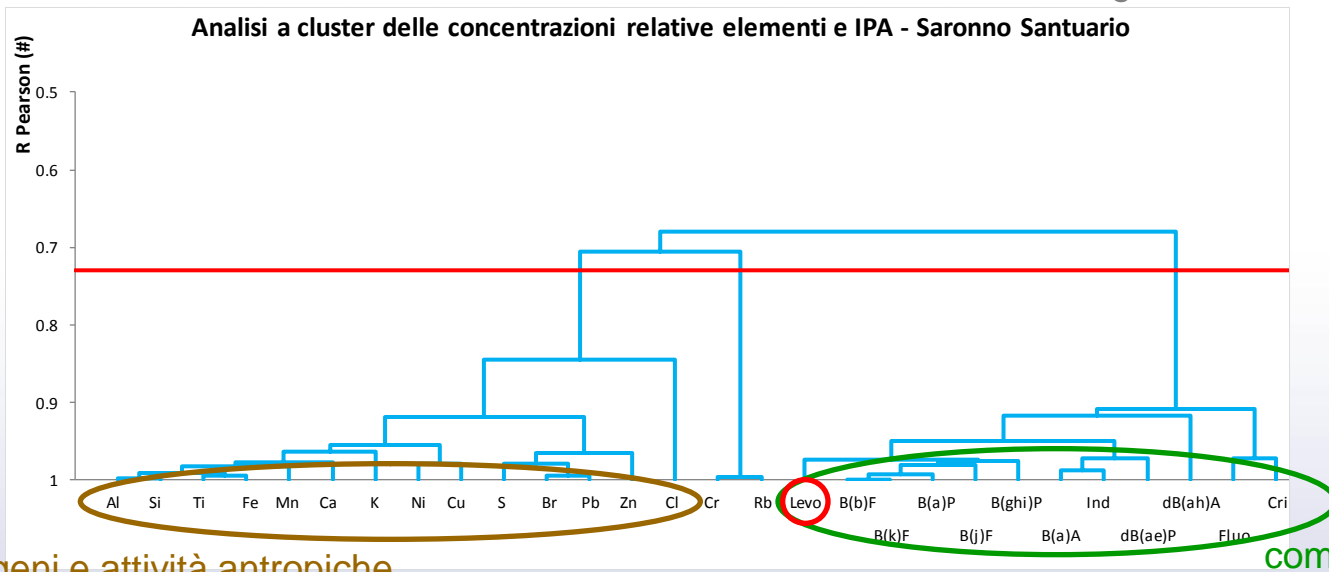
pneumatici

Analisi a cluster delle concentrazioni relative elementi e IPA - Magenta



Terrigeni

Analisi a cluster delle concentrazioni relative elementi e IPA - Saronno Santuario



Terrigeni e attività antropiche

- Non sono stati rilevati impatti significativi sulle concentrazioni di microinquinanti direttamente o indirettamente connessi alle emissioni legate alle attività aeroportuali.
- Sono stati individuati legami con le emissioni da traffico veicolare o da combustione di legna, analogamente a quanto accade in altre parti del territorio regionale, variabili in funzione delle stazioni e della stagione.
- Nonostante le basse concentrazioni, i dati raccolti sono stati elaborati con tecniche varie: ancora non è emerso alcun comportamento attribuibile alle attività aeroportuali.
- Le emissioni aeroportuali si «mescolano» alle emissioni tipiche presenti nell'area.