



Centro Regionale Aria

**RELAZIONE TECNICA DI APPROFONDIMENTO
SULLE CONCENTRAZIONI DI INQUINANTI
RILEVATE NELLE CENTRALINE TAMBURI E
COKERIA DELLA RETE ILVA**

APRILE 2015

ARPA PUGLIA
Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente
www.arpa.puglia.it

CENTRO REGIONALE ARIA
Direzione Scientifica
Corso Trieste 27, Bari
fax 080/5460200
E-mail: aria@arpa.puglia.it



Centro Regionale Aria

1. INTRODUZIONE

La prescrizione n. 85 del Decreto di riesame dell'AIA rilasciata allo stabilimento ILVA di Taranto da parte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare prevedeva che la ditta installasse sei stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, da ubicare sia in prossimità del perimetro dello stabilimento che all'interno ed all'esterno, in modo da evidenziare l'andamento degli inquinanti sia in termini temporali, che spaziali.

Sin dall'avvio, i dati rilevati da alcune di tali centraline hanno mostrato un andamento che non rispondeva a quanto prevedibile, sulla base della conoscenza del quadro della qualità dell'aria nell'area tarantina e del ciclo produttivo dello stabilimento siderurgico.

Infatti, mentre le concentrazioni di alcuni inquinanti (H₂S, PM₁₀, PM_{2,5}, benzene) risultavano più elevate nel sito di monitoraggio collocato nelle immediate vicinanze della Cokeria, per i parametri Black Carbon e Ipa totali, il sito di monitoraggio nel quartiere Tamburi (Via Orsini) mostrava valori maggiori rispetto a quelli rilevati nel sito Cokeria.

L'Agenzia riteneva, pertanto, di avviare una fase di valutazione ed approfondimento, volta a definire i possibili elementi all'origine di tale situazione.

Di seguito si riportano i risultati delle attività svolte, da parte dei vari Uffici del Centro Regionale Aria di ARPA Puglia.

2. RISULTATI DEL MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA - RETE ILVA – ANNO 2014

Elaborazione dati e redazione relazione: dott. Alessandra Nocioni e dott. Gaetano Saracino

Validazione dati: p.i. Maria Mantovan

Le caratteristiche delle sei stazioni della rete ILVA sono riportate di seguito, mentre in figura 1 è mostrata la loro collocazione. Di tali stazioni, quattro si trovano lungo il perimetro dello stabilimento, una nell'area Cokeria e una in via Orsini, nel quartiere Tamburi.

Nome stazione	INQUINANTI MONITORATI
COKERIA	H ₂ S, IPA _{TOT} , PM ₁₀ , PM _{2.5} , BTX, Black Carbon, VOC
DIREZIONE	H ₂ S, IPA _{TOT} , PM ₁₀ , PM _{2.5} , BTX, Black Carbon, VOC
RIV	H ₂ S, IPA _{TOT} , PM ₁₀ , PM _{2.5} , BTX, Black Carbon, VOC
PARCHI	H ₂ S, IPA _{TOT} , PM ₁₀ , PM _{2.5} , BTX, Black Carbon, VOC, SO ₂ , NO ₂ , CO
PORTINERIA	H ₂ S, IPA _{TOT} , PM ₁₀ , PM _{2.5} , BTX, Black Carbon, VOC
TAMBURI	H ₂ S, IPA _{TOT} , PM ₁₀ , PM _{2.5} , BTX, Black Carbon, VOC



Fig.1 - Dislocazione delle centraline di monitoraggio



Centro Regionale Aria

I limiti previsti dal D. Lgs. 155/10 non sono normativamente applicabili alle stazioni della rete ILVA interne agli ambienti di lavoro (*Cokeria, Direzione, Riv, Parchi e Portineria*) che ricadono in aree industriali private, non accessibili alla popolazione; i livelli misurati si confrontano, ugualmente, per fini comparativi con i valori limite di legge, mentre tali limiti si applicano alla stazione denominata *Tamburi*.

Di seguito si riassumono le elaborazioni dei dati medi mensili registrati nell'anno 2014 dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria ILVA.

PM₁₀

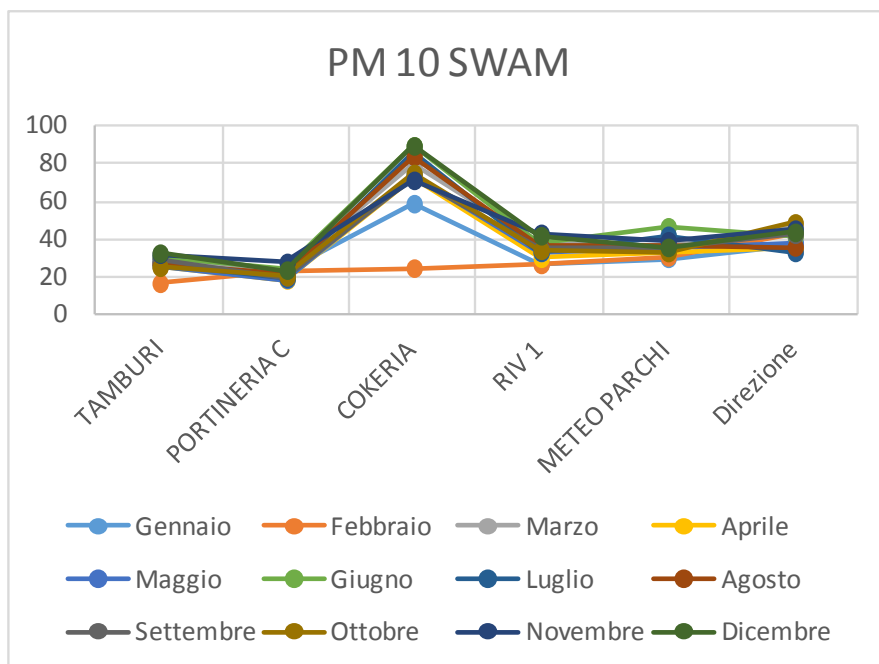
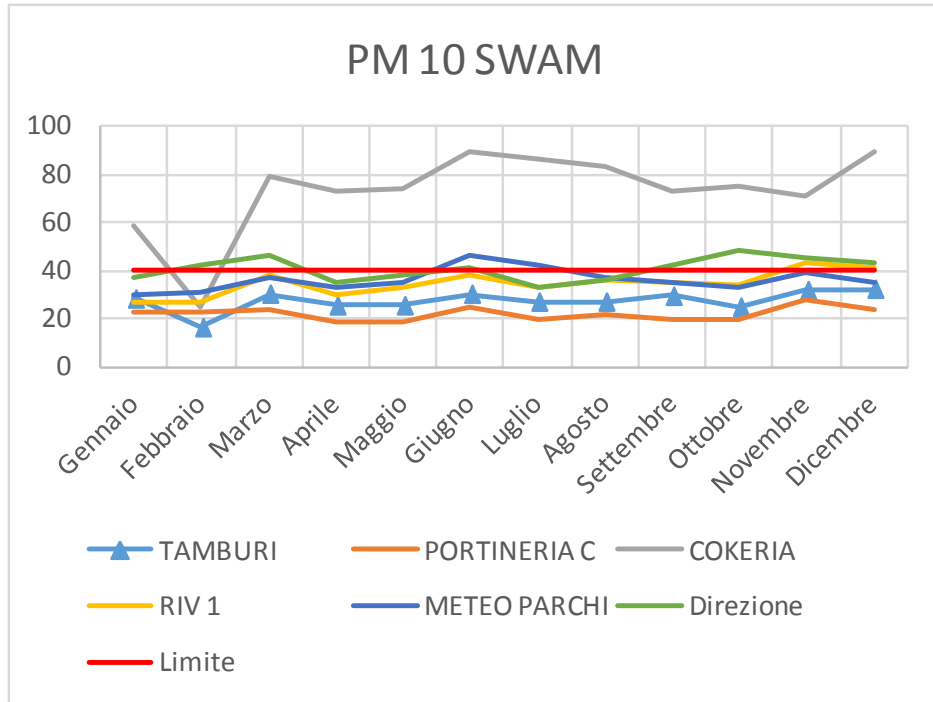
LIMITI VIGENTI	CONCENTRAZIONE LIMITE	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
VALORE LIMITE GIORNALIERO	50 µg/m³ , da non superare per più di 35 volte nell'anno	D. Lgs. 155/10
VALORE LIMITE ANNUALE	40 µg/m³	

In ogni stazione di monitoraggio sono installati 2 monitor di PM₁₀, un FAI SWAM 5a che fornisce una concentrazione media giornaliera ed un ENVIRONNEMENT MP101M che fornisce invece dati di concentrazione con frequenza bioraria; quest'ultimo analizzatore consente di valutare gli andamenti del PM₁₀ nel corso della giornata.

PM10 con SWAM 5a

Le concentrazioni medie mensili più elevate sono state registrate nel sito *Cokeria*, le più basse in quello denominato *Portineria*. Non si osservano andamenti stagionali.

Fig. 2 - Livelli di concentrazione medi mensili di PM_{10} (SWAM) in $\mu g/m^3$ – ANNO 2014



Centro Regionale Aria

Come detto, i limiti previsti dal D. Lgs. 155/10 non sono normativamente applicabili alle stazioni della rete ILVA interne agli ambienti di lavoro, mentre tali limiti si applicano alla stazione denominata *Tamburi*, per la quale non risultano superati i valori limite sulla media annuale e sulla media giornaliera.

Come visibile dalle tabelle seguenti, il maggior numero di valori medi giornalieri superiori al valore di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si è registrato nel sito *Cokeria*; anche a *Meteo Parchi* e *Direzione* sono stati rispettivamente 51 e 84 i giorni con valori medi di PM_{10} maggiori di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Si riporta di seguito un riepilogo dei valori medi giornalieri superiori alla soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nei vari mesi e dei valori medi mensili di PM_{10} nel 2014.

PM ₁₀													
Riepilogo n° di giorni con valore medio di PM ₁₀ superiore a 50 µg/m ³													
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	n° di giorni
TAMBURI	1	0*	1	0	1	0	0	0	2***	0	0	2	7
PORTINERIA C	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	5
COKERIA	17	0**	23	26	20	28	31	31	26	27	25	28	282
RIV 1	2	0	6	2	3	7	0	0	1	2	4	7	34
METEO PARCHI	1	1	5	3	5	13	8	5	3	2	3	2	51
DIREZIONE	5	7	9	4	6	5	1	5	8	14	11	9	84

NOTE: * dati validi per 3 giorni su 28

** dati validi per 4 giorni su 28

*** dati validi per 17 giorni su 30

La media annuale più elevata è quella rilevata nel sito *Cokeria*, come si evince dalla tabella seguente, che riporta anche le medie mensili, le concentrazioni di PM_{10} nella stazione *Cokeria* sono significativamente più alte (con $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$) rispetto a *Tamburi* (con $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e a tutte le altre stazioni.

PM ₁₀													
Riepilogo valore medio mensile di PM ₁₀													
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media annuale
TAMBURI	28	16*	30	26	26	30	27	27	30***	25	32	32	27
PORTINERIA C	23	23	23	19	19	25	19	21	20	20	27	23	22
COKERIA	59	58**	80	73	74	89	86	84	73	75	71	89	76
RIV 1	27	26	38	30	33	38	33	36	35	34	43	42	35
METEO PARCHI	30	30	37	33	35	46	42	37	35	33	39	36	36
DIREZIONE	37	43	46	35	38	42	33	36	42	49	45	44	41

NOTE: * dati validi per 3 giorni su 28

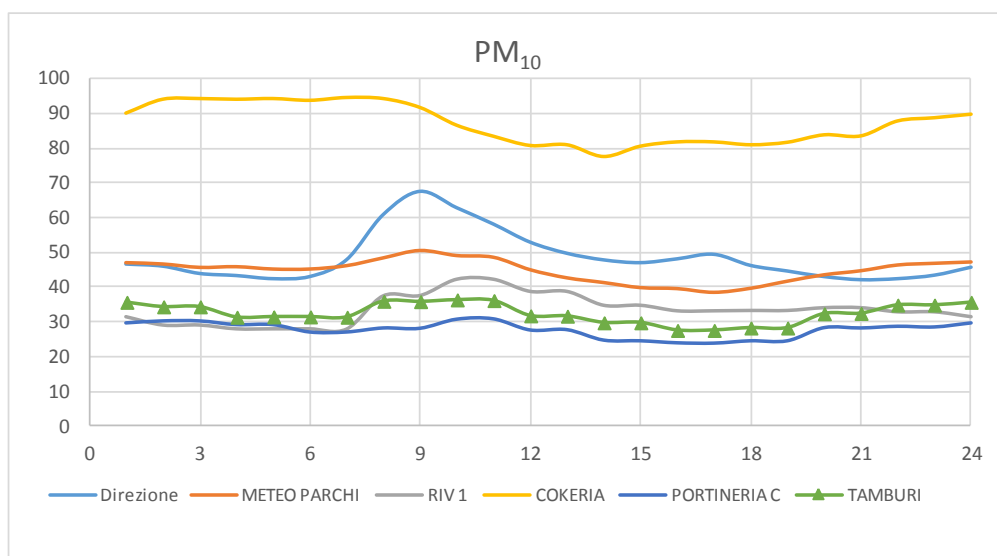
** dati validi per 4 giorni su 28

*** dati validi per 17 giorni su 30

PM10 con analizzatore biorario Environnement

Data la più breve scansione temporale dell'analizzatore PM₁₀ mod. Environnement, con tale strumento è possibile costruire l'andamento del giorno "tipo" delle concentrazioni di PM₁₀ in ogni sito per l'anno 2014.

Fig. 3 - Giorno tipo delle concentrazioni di PM10 RETE ILVA – ANNO 2014



Centro Regionale Aria

Il PM10 non mostra un andamento variabile nel corso della giornata per tutte le stazioni, tranne che nel sito *Direzione* dove osserviamo due massimi orari, con un picco nel mattino (09:00), un decremento nella parte centrale della giornata, un ulteriore lieve aumento nel pomeriggio (dalle 16:00) e infine un decremento notturno. Le concentrazioni di *Cokeria* presentano in assoluto i valori più elevati di concentrazione tutto il giorno, con un decremento lieve a partire dalle ore 09:00.

Di seguito si riporta il grafico del giorno-tipo nella centralina di Via *Orsini-Tamburi*, che mostra le concentrazioni minori nell'arco temporale tra le 15 e le 18.

Fig.4 - Giorno tipo delle concentrazioni di PM10 ORSINI – ANNO 2014

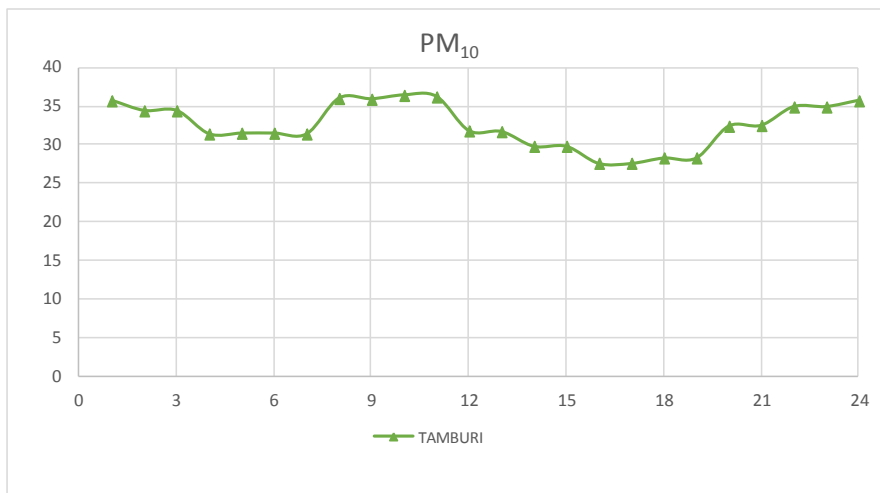
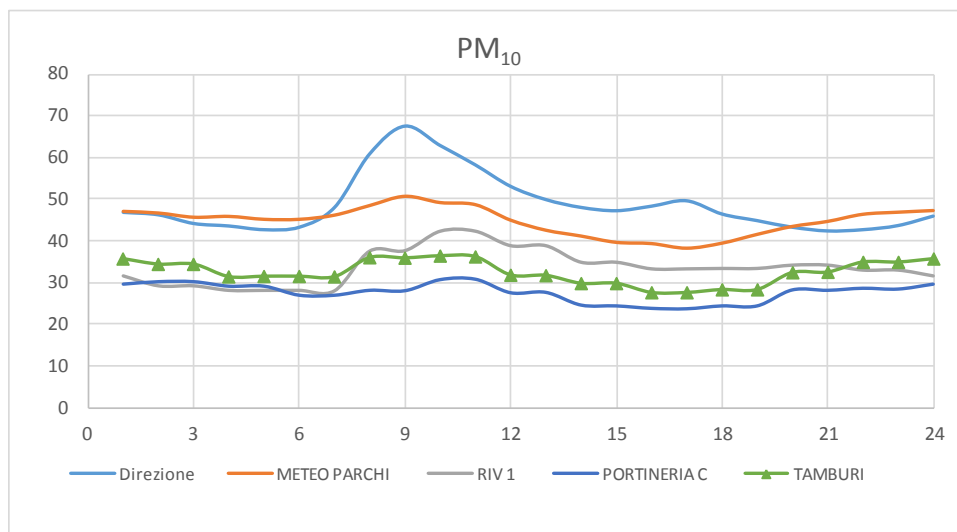


Fig.5 - Giorno tipo delle concentrazioni di PM10 - RETE ILVA – ANNO 2014





Centro Regionale Aria

Si riportano di seguito le correlazioni tra le concentrazioni medie giornaliere di PM10 registrate nei 6 siti di monitoraggio.

Risultano correlare in modo accettabile le concentrazioni medie giornaliere di PM10 di *Tamburi* con *Riv1* e *Meteo-Parchi* e di *Direzione* con *Portineria C*.

Non vi è correlazione tra le concentrazioni di PM10 rilevate a *Tamburi* con quelle misurate a *Cokeria*.

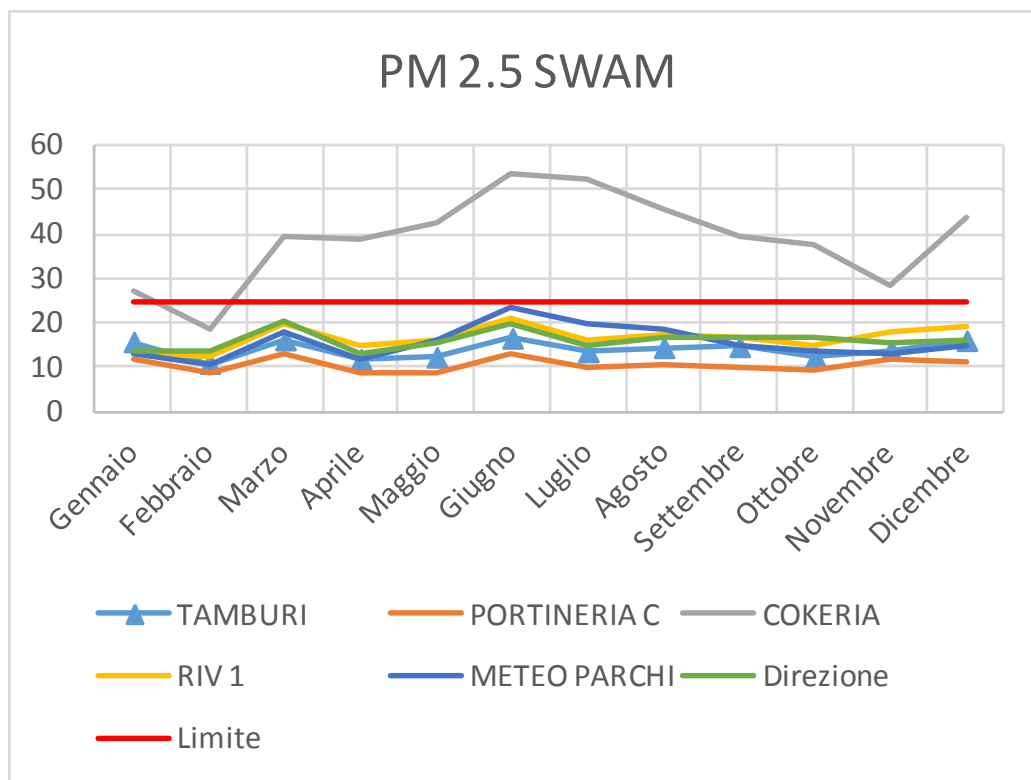
CORRELAZIONI STESSO ANALITA DIFFERENTI STAZIONI						
PM10 SWAM						
	TAMBURI	PORTINERIA C	COKERIA	RIV 1	METEO PARCHI	Direzione
TAMBURI	1.00	0.64	0.44	0.72	0.70	0.49
PORTINERIA C		1.00	0.14	0.63	0.22	0.71
COKERIA			1.00	0.35	0.51	0.28
RIV 1				1.00	0.44	0.65
METEO PARCHI					1.00	0.18
Direzione						1.00

PM_{2,5}

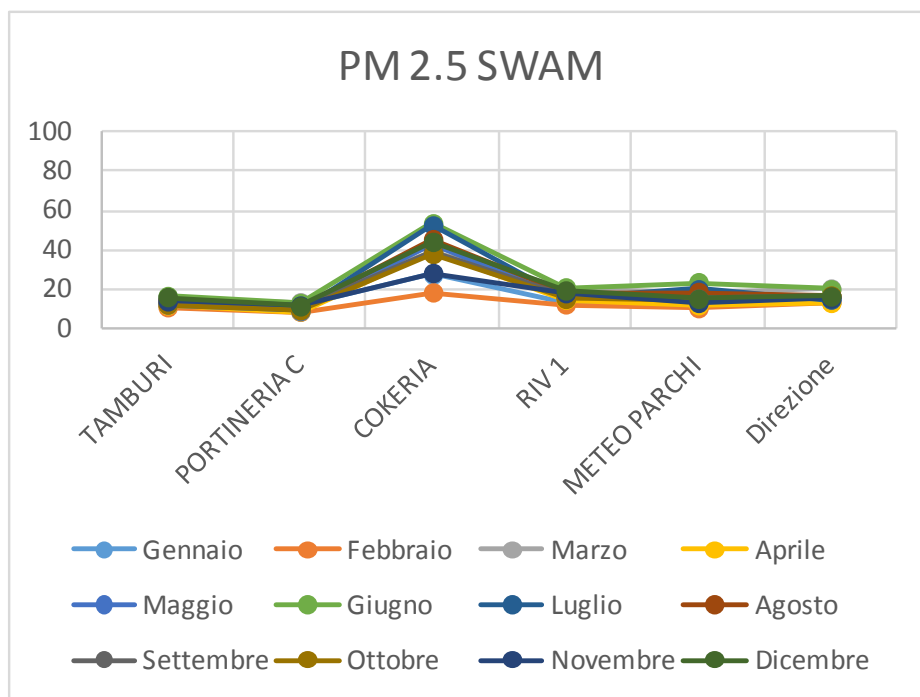
LIMITI VIGENTI	CONCENTRAZIONE LIMITE	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	25 µg/m ³	D. Lgs. 155/10

Come per il PM₁₀, anche per il PM_{2,5} le concentrazioni più elevate sono state registrate per tutti i mesi nel sito *Cokeria*, e la media mensile è risultata superiore a 25 µg/m³ in ogni mese ad esclusione di febbraio. In questa stazione i livelli aumentano nei mesi estivi, mostrando pertanto un andamento stagionale. Nelle altre stazioni gli andamenti sono paragonabili fra loro.

Fig. 6 - Livelli di concentrazione di PM_{2,5} in µg/m³ – ANNO 2014 rete ILVA



Centro Regionale Aria



Il limite sulla media annuale previsto dal D. Lgs. 155/10 non risulta superato nella stazione denominata *Tamburi* in Via Orsini.

Nella stazione *Cokeria* il valore medio annuale è risultato pari a 39 µg/m³.

Si riporta di seguito un riepilogo dei valori medi giornalieri superiori al valore obiettivo annuale di 25 µg/m³ e dei valori medi mensili di PM_{2,5}.

PM _{2,5}													
Riepilogo n° di giorni con media giornaliera di PM _{2,5} superiore al valore obiettivo di 25 µg/m ³													
2014	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	n° di giorni
TAMBURI	5	0	6	0	1	1	0	0	1*	0	1	2	17
PORTINERIA C	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
COKERIA	15	6	22	16	19	27	28	27	21	20	14	21	236
RIV 1	1	0	8	2	2	5	0	1	3	0	3	4	29
METEO PARCHI	0	0	7	1	2	11	7	4	1	2	0	0	35
DIREZIONE	2	0	9	0	2	4	1	2	2	2	3	4	31

NOTE: * dati validi per 16 giorni su 30

Centro Regionale Aria

PM _{2,5}													
Riepilogo valore medio mensile PM _{2,5}													
2014	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media annuale
TAMBURI	16	11	16	12	12	17	13	14	15*	12	14	16	14
PORTINERIA C	12	9	13	9	9	13	10	10	10	9	12	11	11
COKERIA	27	18	40	39	43	53	52	45	40	38	28	44	39
RIV 1	13	12	20	15	16	21	16	17	17	15	18	19	17
METEO PARCHI	13	10	18	12	16	24	20	19	15	14	13	15	16
DIREZIONE	15	13	20	13	15	20	15	16	16	17	15	16	16

NOTE: * dati validi per 16 giorni su 30

Si riportano di seguito le correlazioni tra le concentrazioni medie giornaliere di PM_{2.5} registrate nei 6 siti di monitoraggio. Risulta quanto segue:

- una accettabile correlazione delle concentrazioni medie giornaliere di PM_{2.5} di Tamburi con tutti i siti, tranne che con Cokeria
- *Cokeria correla solo con Meteo-Parchi*
- *Direzione correla con tutti i siti tranne che con Cokeria e Meteo-Parchi.*

CORRELAZIONI STESSO ANALITA DIFFERENTI STAZIONI						
PM _{2.5} SWAM						
	TAMBURI	PORTINERIA C	COKERIA	RIV 1	METEO PARCHI	Direzione
TAMBURI	1.00	0.77	0.49	0.78	0.72	0.73
PORTINERIA C		1.00	0.10	0.75	0.38	0.72
COKERIA			1.00	0.34	0.70	0.33
RIV 1				1.00	0.54	0.74
METEO PARCHI					1.00	0.51
Direzione						1.00

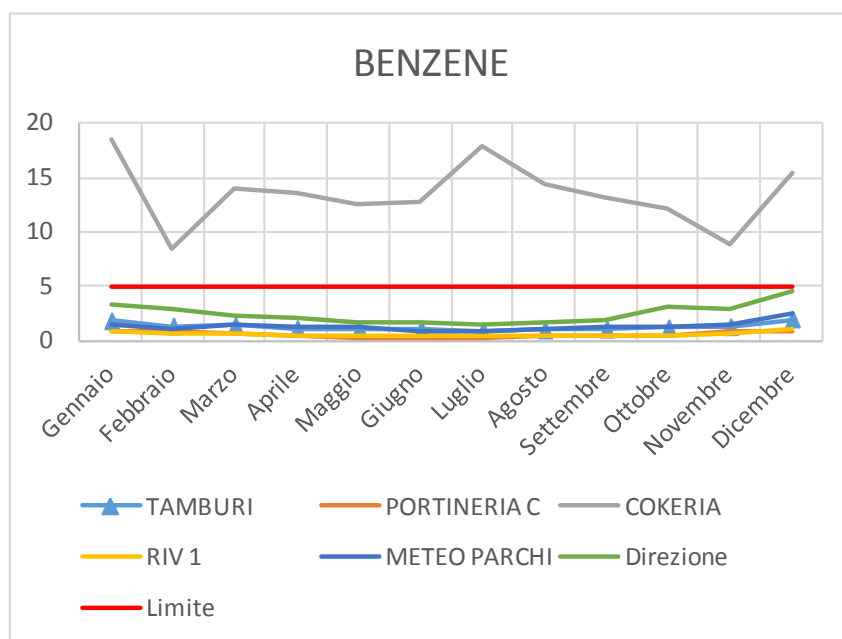
Benzene

LIMITI VIGENTI	CONCENTRAZIONE LIMITE	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
VALORE LIMITE ANNUALE	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	D. Lgs 155/10

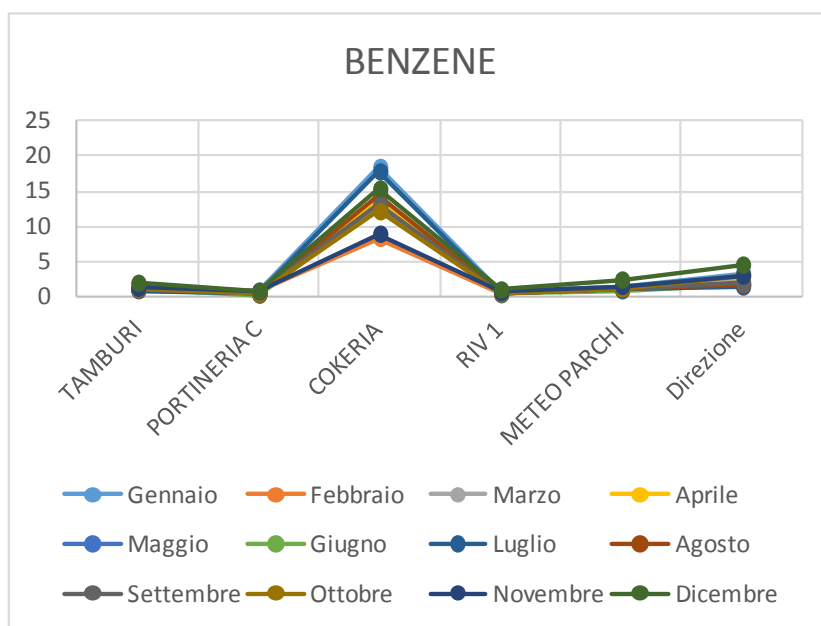
Il D. Lgs 155/10 fissa un valore limite di concentrazione annuo di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I limiti previsti da tale Decreto non sono normativamente applicabili alle stazioni della rete ILVA interne agli ambienti di lavoro (*Cokeria, Direzione, Riv, Parchi e Portineria*) che ricadono in aree industriali private, non accessibili alla popolazione; i livelli misurati si confrontano, ugualmente, per fini comparativi con i valori limite di legge, mentre tali limiti si applicano alla stazione denominata Tamburi, per la quale non risulta superato il valore limite sulla media annuale.

Nell'anno 2014 le concentrazioni più elevate si sono registrate nel sito *Cokeria*, con livelli medi mensili sempre superiori a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ad esclusione dei mesi di febbraio e novembre. Negli altri siti le concentrazioni medie mensili si sono mantenute al di sotto del valore di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore limite medio annuale).

Fig.7 - Livelli di concentrazione di benzene in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – ANNO 2014



Centro Regionale Aria



Nelle tabelle seguenti è riportato un riepilogo dei valori medi giornalieri di benzene maggiori del valore limite annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e dei valori medi mensili registrati nel corso dell'anno.

BENZENE													
Riepilogo n° di giorni con valore medio giornaliero di Benzene superiore a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$													
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	n° di giorni
TAMBURI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORTINERIA C	0	0	0	0	0	0	0*	0	0	0	0	0**	0
COKERIA	22	14	25	23	21	22	28	24	20	16	14	21	250
RIV 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
METEO PARCHI	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	6
DIREZIONE	5	5	2	2	2	0	0	0	0	2	5	5	28

NOTE: * dati validi per 6 giorni su 31

** dati validi per 14 giorni su 31

Nelle tabelle seguenti sono mostrate le medie mensili da gennaio a dicembre 2014 nelle stazioni della rete ILVA. Anche in questo caso, le medie sono al di sotto del limite consentito, tranne che a Cokeria, dove la media annuale è risultata pari a $13,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

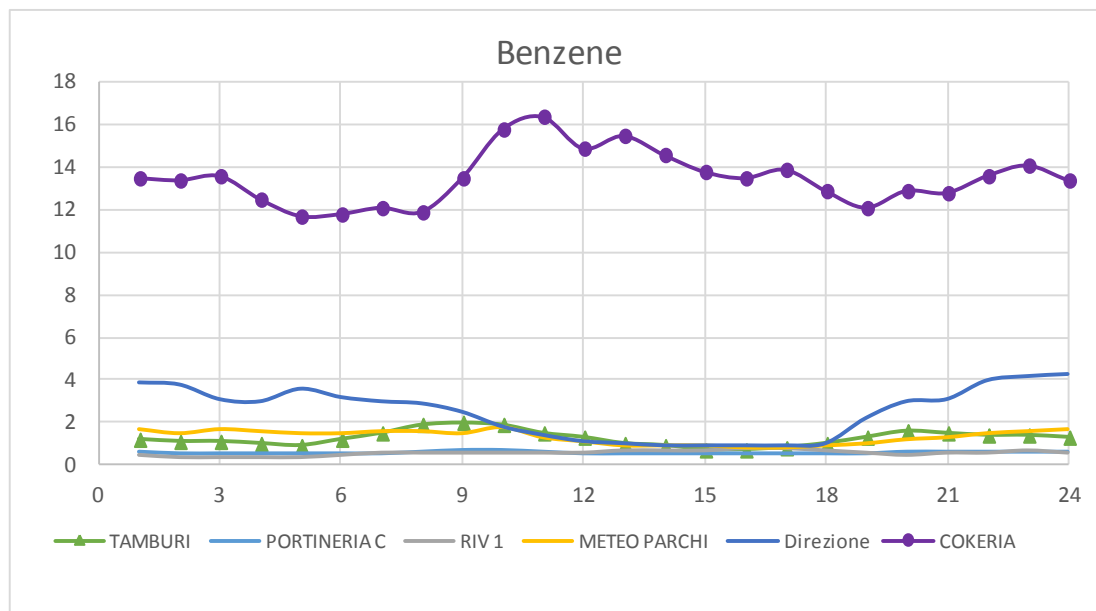
BENZENE													
Riepilogo valore medio mensile Benzene													
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Valore medio annuale
TAMBURI	1,8	1,3	1,4	1,1	1,1	1,0	0,9	1,0	1,0	1,2	1,3	2,0	1,3
PORTINERIA C	0,9	0,8	0,6	0,5	0,3	0,3	0,4*	0,4	0,4	0,5	0,8	0,9**	0,5
COKERIA	18,4	8,5	13,9	13,8	12,4	12,8	17,8	14,5	13,1	12,1	9,4	15,3	13,5
RIV 1	0,8	0,6	0,7	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5	0,7	1,0	0,6
METEO PARCHI	1,5	1,1	1,4	1,2	1,2	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,6	2,5	1,3
DIREZIONE	3,4	3,0	2,2	2,1	1,7	1,7	1,4	1,7	1,9	3,1	3,0	4,2	2,5

NOTE: * dati validi per 6 giorni su 31

** dati validi per 14 giorni su 31

Si riporta di seguito l'andamento del giorno "tipo" delle concentrazioni di benzene in ogni sito per l'anno 2014.

Fig.8 - Giorno tipo delle concentrazioni di benzene RETE ILVA – ANNO 2014



Il benzene non mostra un andamento variabile nel corso della giornata nei siti *Portineria C* e *Riv 1*. Si osserva, invece, una netta variazione del giorno *tipo* nel sito *Direzione* dove registriamo valori massimi orari nelle prime ore della giornata, un decremento netto nella parte centrale della giornata,

Centro Regionale Aria

e poi un aumento ugualmente netto nel pomeriggio (dalle ore 18:00); le concentrazioni orarie di *Cokeria* presentano in assoluto i valori più elevati di concentrazione tutto il giorno, con un andamento abbastanza costante e un lieve ulteriore aumento a partire dalle ore 09:00, con i valori massimi dalle 10 alle 17, nella parte centrale della giornata. Di seguito si riporta il grafico del giorno-tipo nella centralina di *Via Orsini-Tamburi*, che mostra le concentrazioni minori dalle 15 alle 18 e un andamento tipico da traffico, con due picchi orari nelle ore di maggiore traffico, con valori massimi alle ore 9:00 e alle 19:00. Lo stesso andamento delle concentrazioni orarie tipicamente “da traffico” nel sito *Orsini-Tamburi* si osserva anche per gli Ipa totali.

Fig. 9 - Giorno tipo delle concentrazioni di Benzene RETE ILVA – ANNO 2014

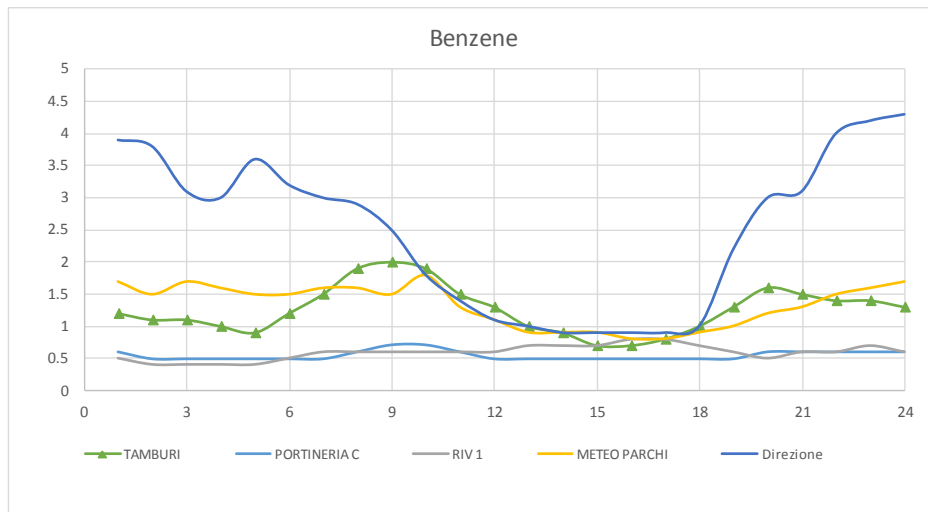


Fig.10 - Giorno tipo delle concentrazioni di benzene Tamburi– ANNO 2014

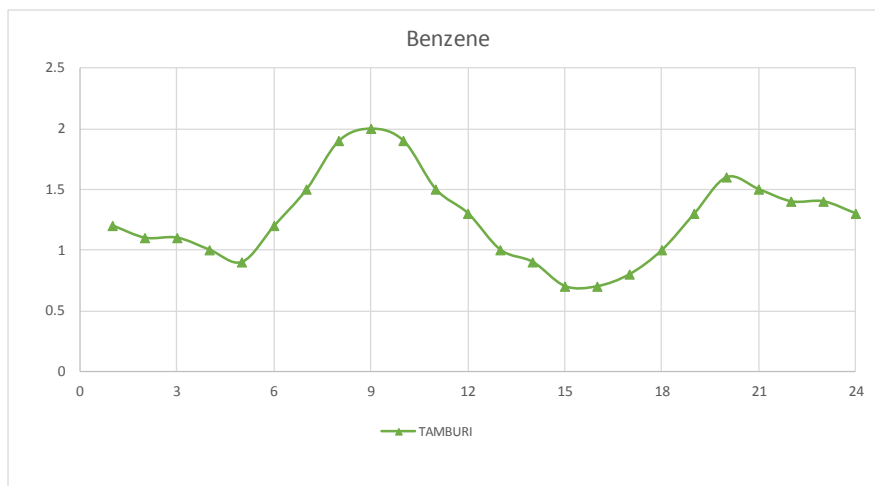


Fig.11 - Giorno tipo delle concentrazioni di IPA TOT Tamburi e Cokerie – ANNO 2014

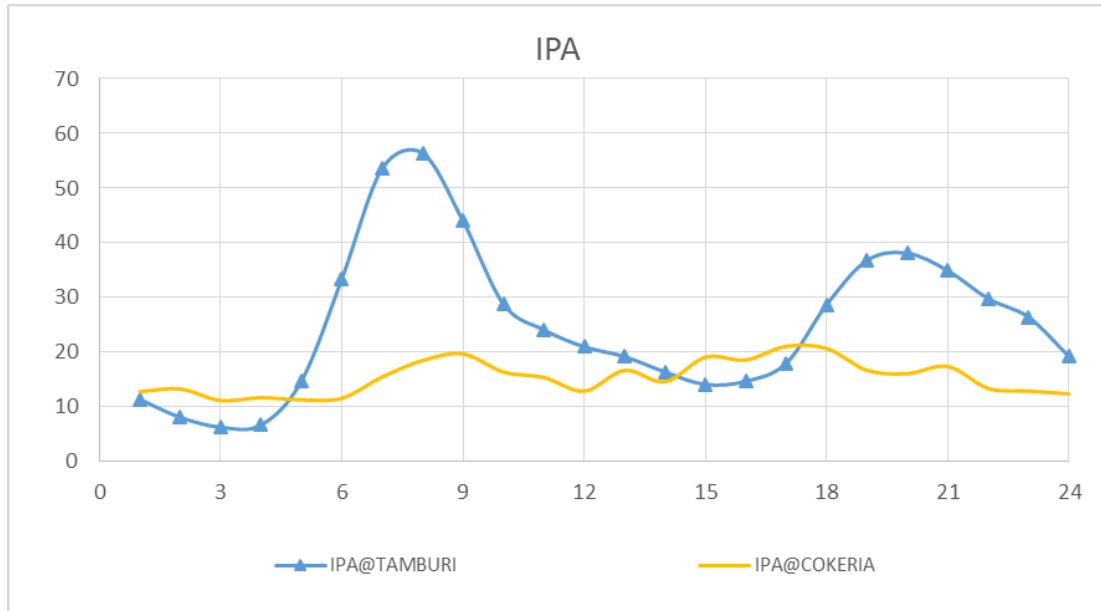
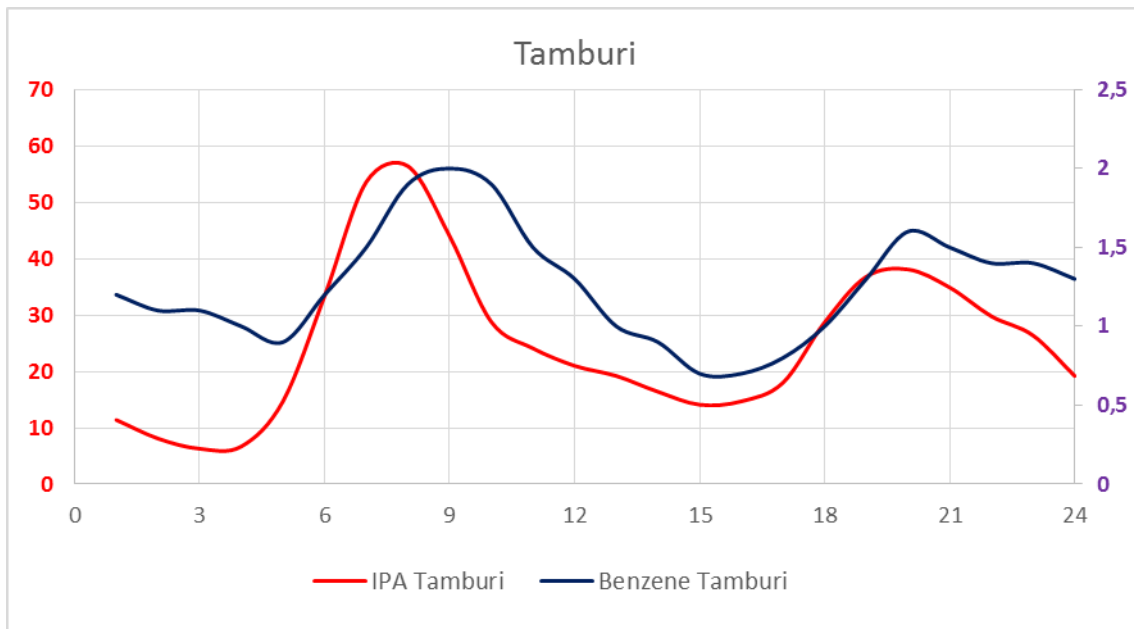


Fig.11a - Giorno tipo delle concentrazioni di IPA_{TOT} e benzene a Tamburie – ANNO 2014





Centro Regionale Aria

Black carbon

Il black carbon (BC) si forma in seguito a combustione incompleta di combustibili fossili e biomassa; può essere emesso da sorgenti naturali ed antropiche sotto forma di fuliggine. Il parametro relativo al BC totale in aria ambiente non è normato. Lo strumento installato nelle stazioni di monitoraggio della rete ILVA, un etalometro, sfrutta il principio dell'assorbimento della radiazione luminosa da parte del BC a determinate lunghezze d'onda.

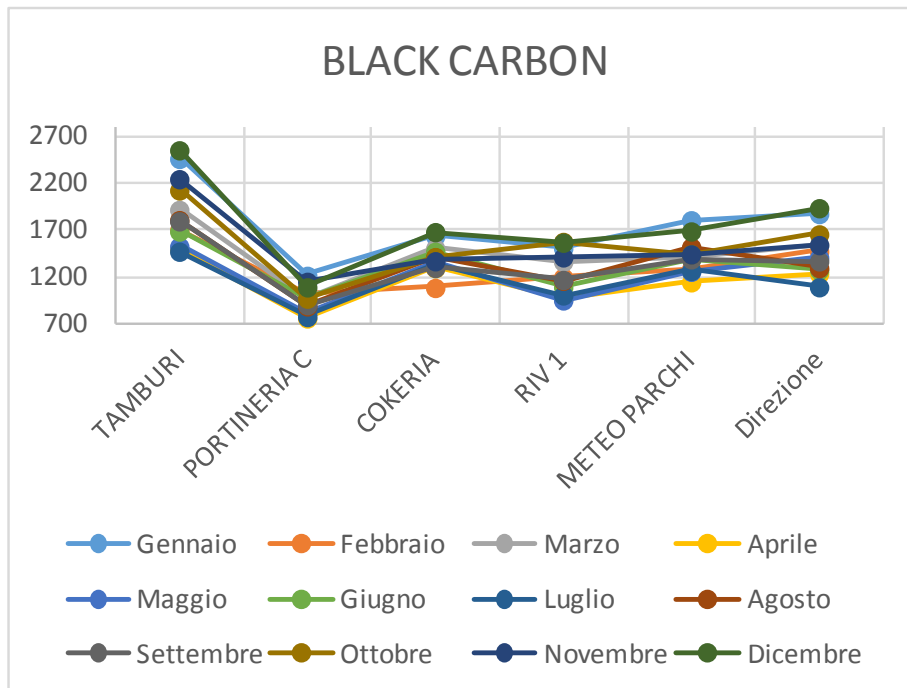
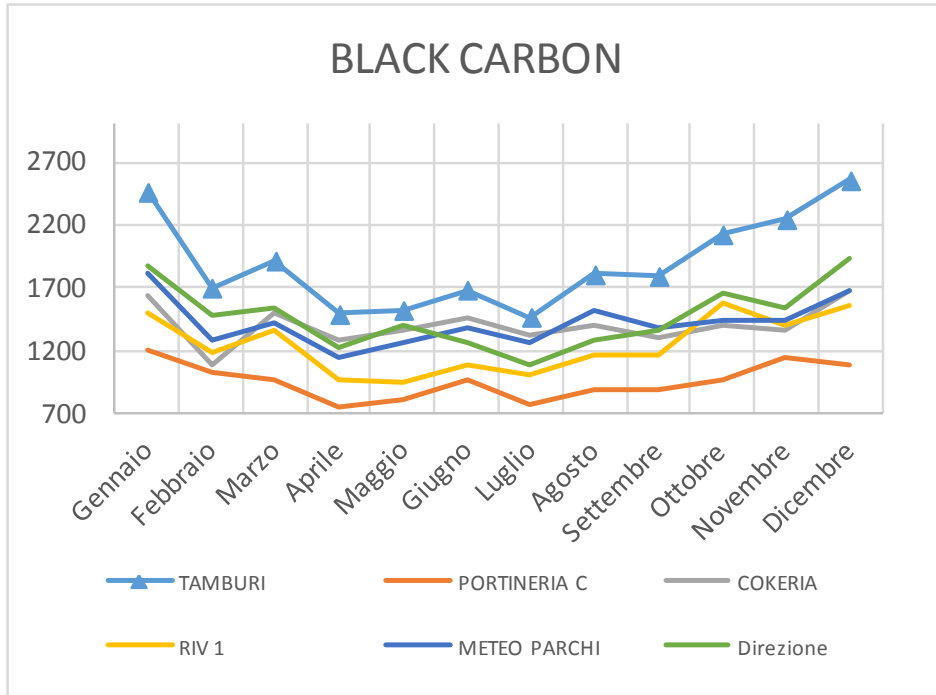
La concentrazione media annuale più alta nell'anno 2014 è stata registrata nella stazione *Tamburi-Orsini*.

La media annuale più bassa è quella rilevata nel sito *Portineria C*, come si evince dalla tabella seguente, che riporta anche le medie mensili nelle 6 stazioni.

Non vi è una sostanziale differenza tra le medie annuali delle stazioni *Cokeria*, *Meteo Parchi* e *Direzione*.

ANNO 2014	BC in ng/m ³					
Media mensile	TAMBURI	PORTINERIA C	COKERIA	RIV 1	METEO PARCHI	Direzione
Gennaio	2465	1213	1639	1507	1808	1875
Febbraio	1704	1025	1084	1196	1288	1474
Marzo	1919	974	1505	1363	1417	1546
Aprile	1494	758	1295	966	1144	1236
Maggio	1527	811	1362	951	1257	1406
Giugno	1688	967	1471	1092	1394	1275
Luglio	1472	773	1327	1004	1268	1092
Agosto	1809	887	1410	1161	1520	1296
Settembre	1797	901	1298	1169	1390	1369
Ottobre	2127	970	1414	1576	1446	1657
Novembre	2248	1150	1370	1411	1443	1543
Dicembre	2557	1090	1681	1568	1688	1937
Valori medi annuali	1892.4	957.8	1410.4	1222.9	1422.9	1466.3

Fig.12 - Livelli di concentrazione di black carbon



Si riportano di seguito le correlazioni tra le concentrazioni medie giornaliere di BC registrate nei 6 siti di monitoraggio. Risulta quanto segue:



Centro Regionale Aria

- una buona correlazione delle concentrazioni medie giornaliere di BC di *Tamburi* con tutte le stazioni, tranne che con *Cokerie e Portineria C*,
- *Cokeria* correla solo con *Meteo-Parchi*
- *Direzione* correla con *Tamburi* e con *Riv1*.

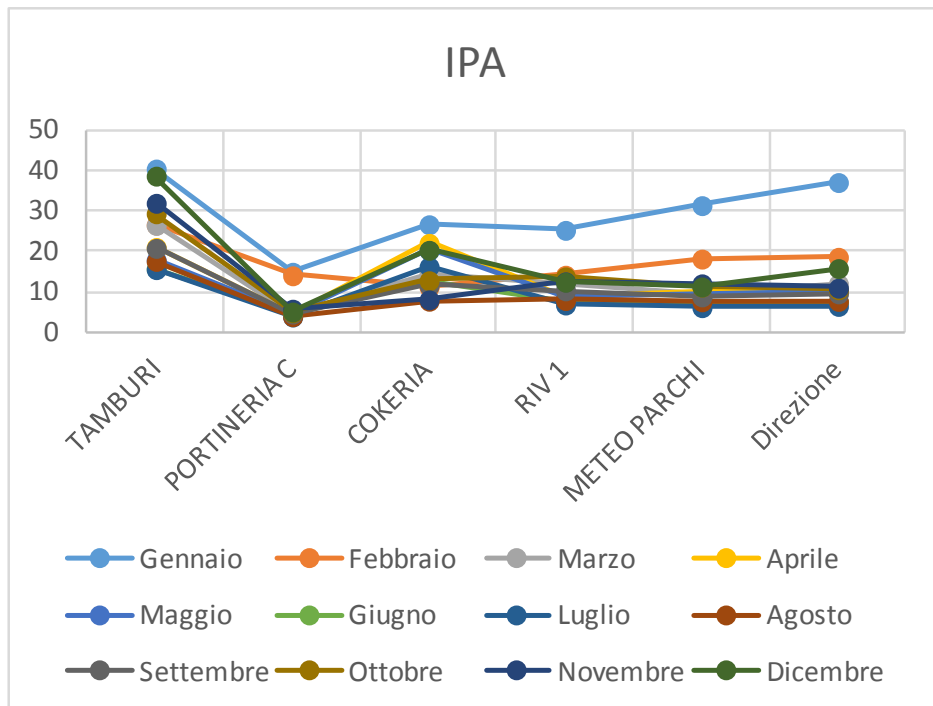
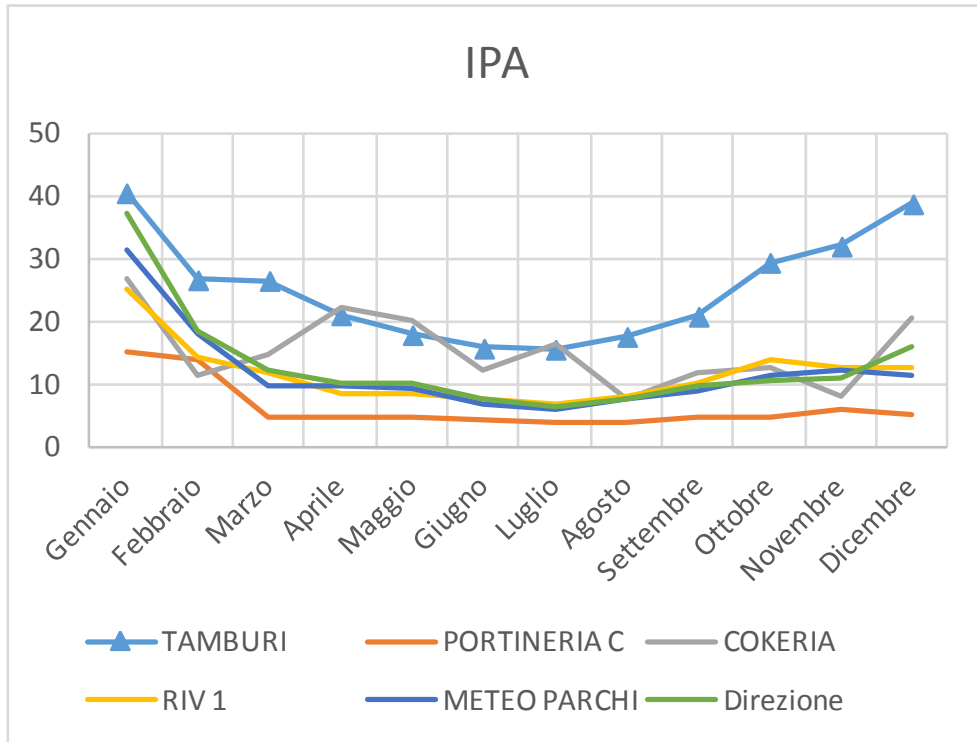
CORRELAZIONI STESSO ANALITA DIFFERENTI STAZIONI						
BLACK CARB						
	TAMBURI	PORTINERIA C	COKERIA	RIV 1	METEO PARCHI	Direzione
TAMBURI	1.00	0.56	0.60	0.76	0.77	0.69
PORTINERIA C		1.00	0.44	0.56	0.58	0.60
COKERIA			1.00	0.53	0.61	0.55
RIV 1				1.00	0.73	0.70
METEO PARCHI					1.00	0.65
Direzione						1.00

IPA_{TOTALI}

I valori di IPA_{TOT} presenti in aria ambiente sono rilevati con il Monitor ECOCHEM mod. PAS 2000 “Standard Real-Time for Particle-Bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons”, che utilizza il metodo della fotoionizzazione selettiva degli IPA_{TOT}, adsorbiti sulle superfici degli aerosol carboniosi aventi diametro aerodinamico compreso tra 0,01 e 1,5 µm. Il parametro relativo agli IPA_{TOT} in aria ambiente non è normato, mentre il D. Lgs. 155/10 si riferisce unicamente al benzo(a)pirene adsorbito sulla frazione di particolato PM₁₀, indicando un valore obiettivo annuale da non superare. Le misure di IPA_{TOT}, pertanto, sono da considerarsi puramente indicative.

In figura seguente è mostrato il trend mensile delle concentrazioni di IPA totali nelle stazioni della rete ILVA. I valori medi mensili più elevati sono stati registrati nel sito *Orsini-Tamburi*.

Fig. 13 - Livelli di concentrazione di IPA_{TOT}



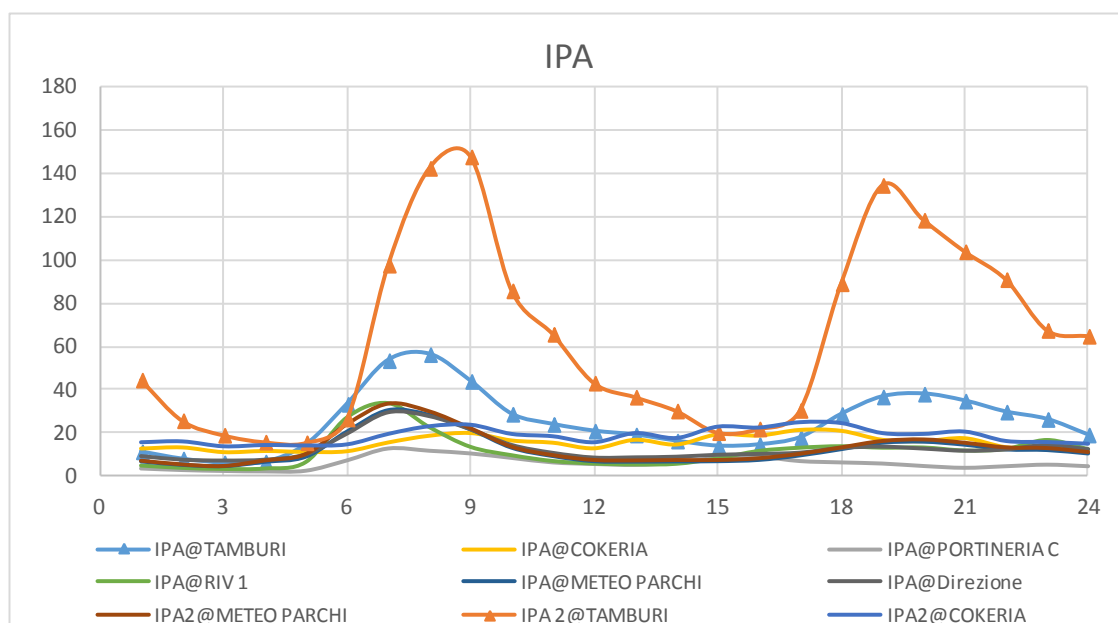
Centro Regionale Aria

La concentrazione media annuale più alta nell'anno 2014 è stata registrata nella stazione *Tamburi*, risultata pari a 25,2 ng/m³; i valori più bassi nella stazione *Portineria* (6,3 ng/m³) mentre nelle altre stazioni i valori medi mensili sono risultati mediamente intorno ai 13 ng/m³.

ANNO 2014	IPA in ng/m ³					
Media mensile	TAMBURI	PORTINERIA C	COKERIA	RIV 1	METEO PARCHI	Direzione
Gennaio	40.6	15.0	26.8	25.4	31.5	37.2
Febbraio	26.7	14.1	11.2	14.2	18.2	18.7
Marzo	26.6	4.7	14.7	11.8	9.7	12.1
Aprile	21.1	4.8	22.1	8.6	9.8	10.1
Maggio	18.0	4.6	20.3	8.7	9.2	10.3
Giugno	15.8	4.5	12.3	7.8	6.9	7.6
Luglio	15.6	3.9	16.3	6.8	6.2	6.5
Agosto	17.7	3.9	7.8	8.0	7.6	7.7
Settembre	20.9	4.6	11.6	10.4	8.9	9.6
Ottobre	29.5	4.9	12.9	13.8	11.3	10.6
Novembre	32.1	5.8	8.1	12.6	12.1	11.0
Dicembre	38.8	5.1	20.4	12.5	11.3	15.9
Valori medi annuali	25.2	6.3	15.4	11.7	11.9	13.1

Si riporta di seguito l'andamento del giorno "tipo" delle concentrazioni di IPA TOT. in ogni sito per l'anno 2014.

Fig.14 - Giorno tipo delle concentrazioni di IPA TOT RETE ILVA – ANNO 2014

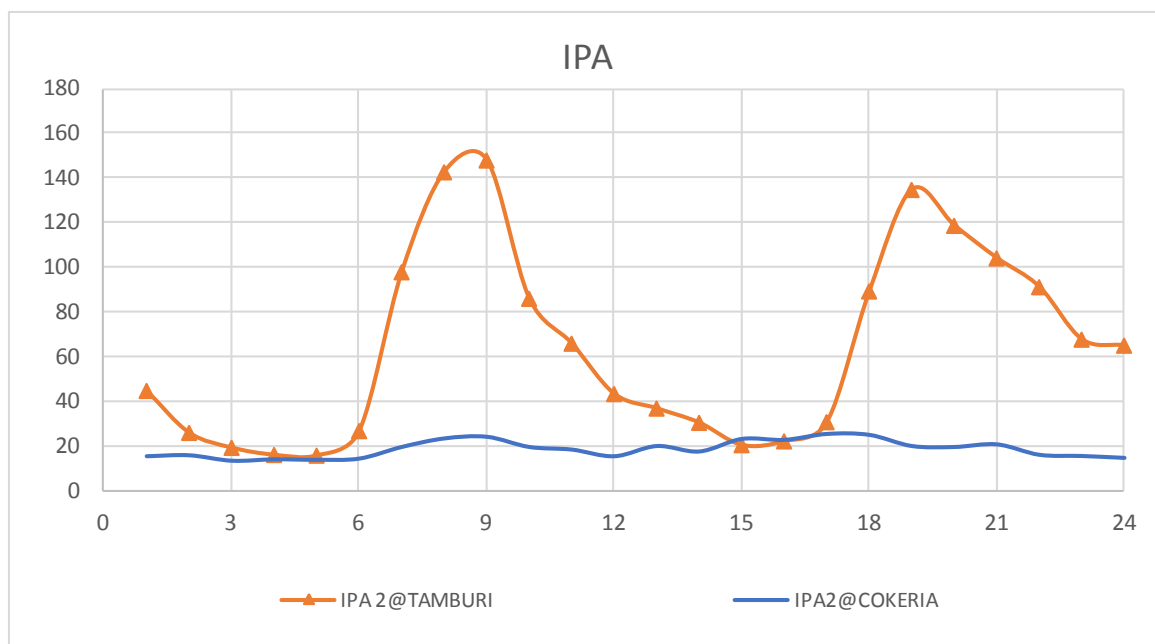


Non si osserva un andamento variabile nel corso della giornata nei siti interni ad Ilva. Si osserva, invece, una netta variazione del giorno *tipo* nel sito *Tamburi* dove registriamo valori massimi orari nelle prime ore della giornata, un decremento netto nella parte centrale della giornata, e poi un aumento ugualmente netto nel pomeriggio (dalle ore 18:00).

Di seguito si riporta il grafico del giorno-*tipo* nella centralina di *Via Orsini-Tamburi*, che mostra le concentrazioni minori dalle 15 alle 18 e un andamento tipico da traffico, con due picchi orari nelle ore di maggiore traffico, con valori massimi alle ore 9:00 e alle 20:00.

Come detto in precedenza, lo stesso andamento delle concentrazioni orarie, tipicamente “da traffico”, nel sito *Orsini-Tamburi* si osserva anche per il benzene, come detto in precedenza.

Fig.15 - Giorno tipo delle concentrazioni di IPA TOT Tamburi e Cokerie – ANNO 2014



Si riportano di seguito le correlazioni tra le concentrazioni medie giornaliere di IPA tot. registrate nei 6 siti di monitoraggio. Risulta quanto segue:

- una buona correlazione delle concentrazioni medie giornaliere di *Tamburi* con *Parchi* e con *Direzione*,
- *Cokeria* non correla in modo accettabile con nessun'altra stazione,
- *Parchi* correla anche con *Riv1*.



Centro Regionale Aria

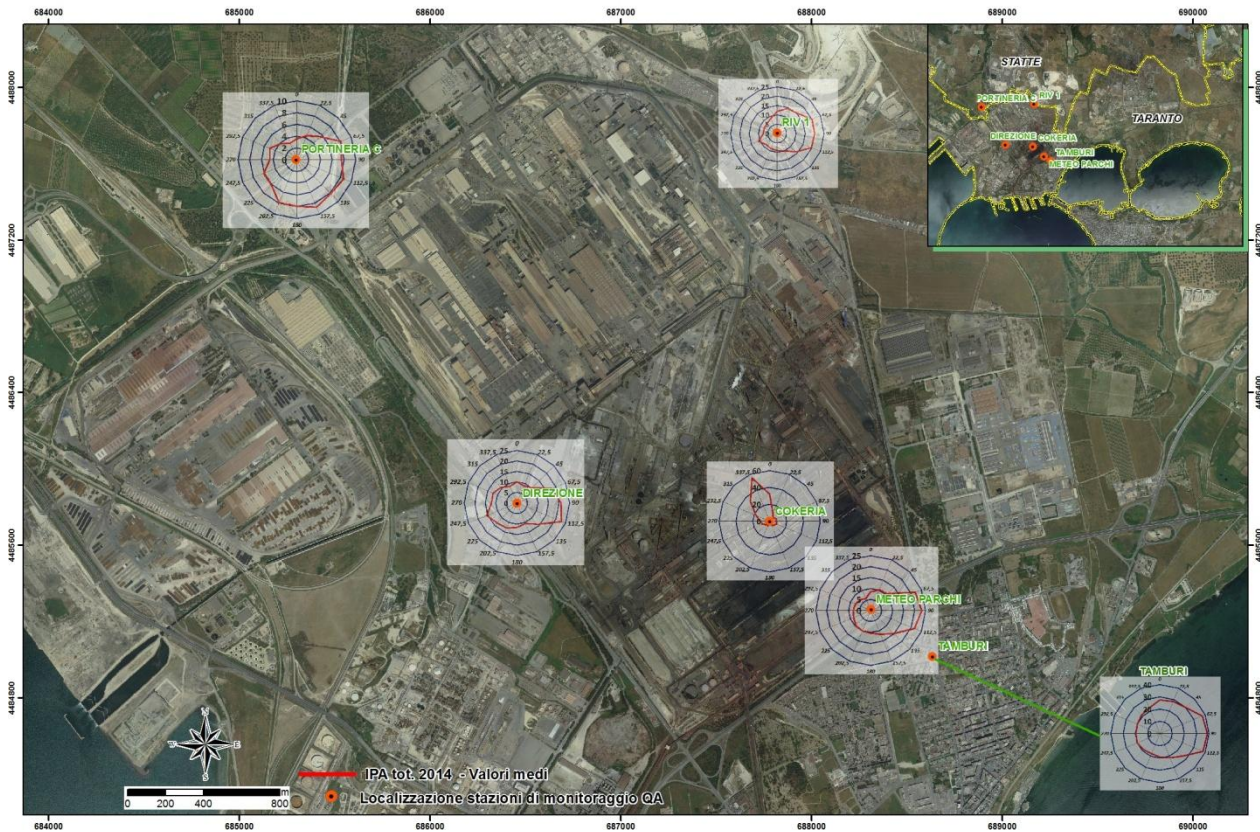
CORRELAZIONI STESSO ANALITA DIFFERENTI STAZIONI									
IPA									
	TAMBURI IPA	TAMBURI IPA 2	PORTINERIA C	COKERIA IPA	COKERIA IPA 2	RIV 1	METEO PARCHI IPA	METEO PARCHI IPA 2	Direzione
TAMBURI IPA	1.00	0.98	0.37	0.06	0.04	0.69	0.71	0.72	0.63
TAMBURI IPA 2		1.00	0.48	0.68	0.68	0.64	0.81	0.81	0.76
PORTINERIA C			1.00	-0.05	-0.08	0.45	0.53	0.45	0.52
COKERIA IPA				1.00	0.98	0.02	0.05	0.00	0.04
COKERIA IPA 2					1.00	0.00	0.02	-0.01	0.00
RIV 1						1.00	0.73	0.73	0.67
METEO PARCHI IPA							1.00	0.96	0.62
METEO PARCHI IPA 2								1.00	0.55
Direzione									1.00

DIREZIONALITA' E STAGIONALITA' DEGLI IPA TOTALI – TAMBURI E COKERIA

Al fine di caratterizzare la direzionalità, nella figura successiva si riportano per IPA TOT le rose dell'inquinamento, elaborate per l'intero anno 2014 per tutte le stazioni della rete ILVA.

Fig.16 - Rose degli inquinanti per gli IPA totali 2014 – valori medi annuali

Rose degli inquinanti per gli IPA totali 2014 - Valori medi annuali registrati nelle stazioni della rete ILVA



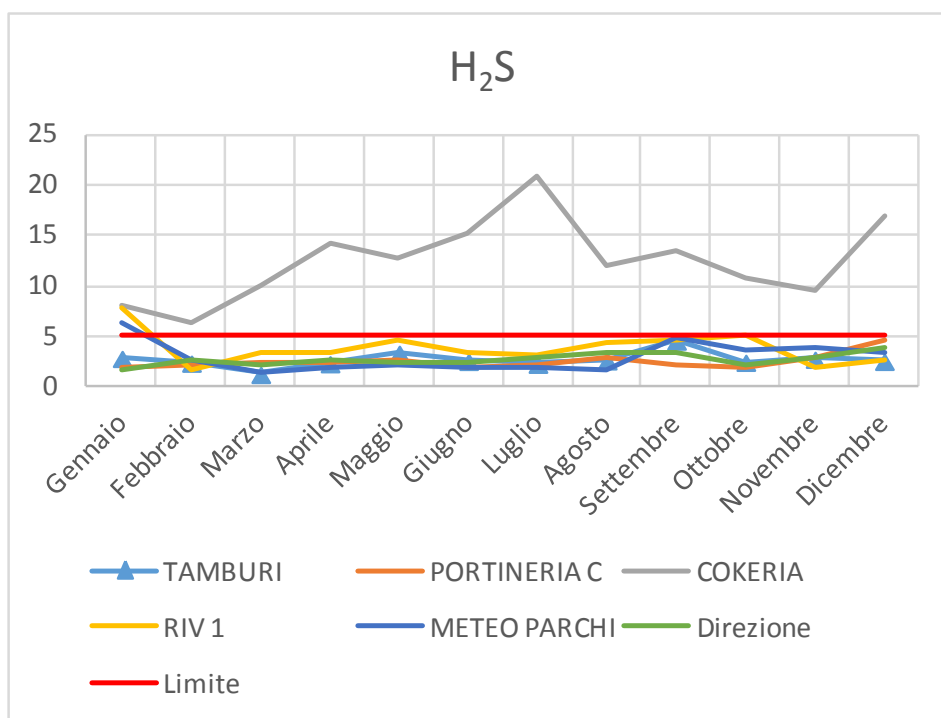
La rosa dell'inquinamento è un'elaborazione ottenuta calcolando il valore medio delle concentrazioni di un dato inquinante in funzione della direzione del vento, ovvero controllando la direzione del vento in corrispondenza ad ogni dato orario e/o giornaliero di concentrazione e svolgendo quindi la media di tutti i dati di concentrazione relativi ad una stessa direzione. In questo modo si identificano le direzioni di provenienza del vento che contribuiscono in modo più significativo al fenomeno di inquinamento rilevato presso la centralina di monitoraggio.

Le concentrazioni di IPA totali nella centralina Cokeria mostrano una direzionalità molto elevata.

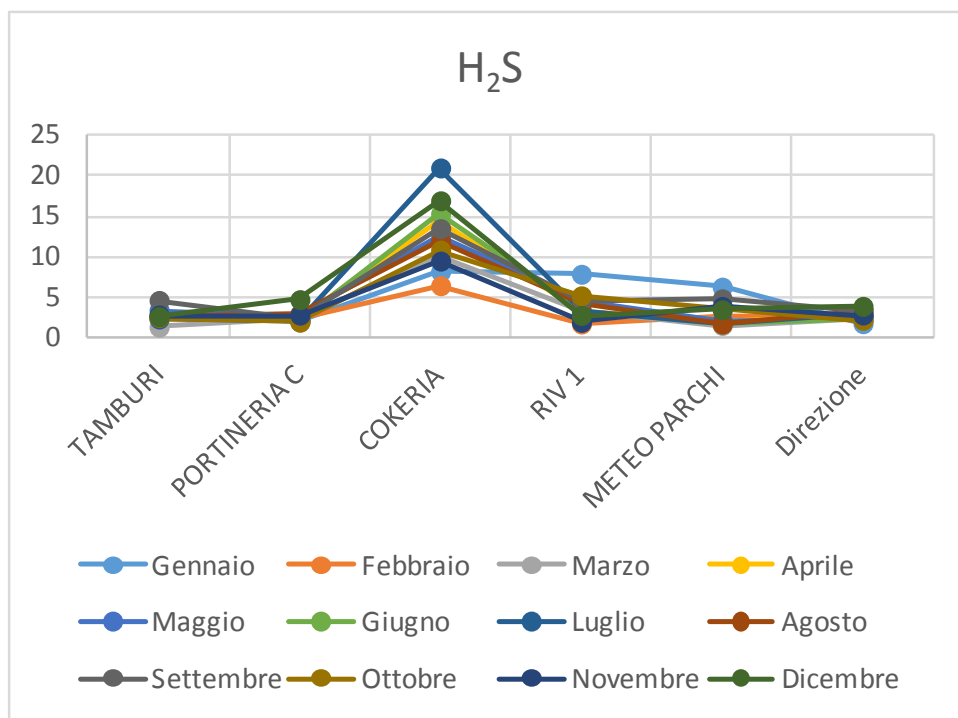
H₂S

Nel corso dell'anno 2014, le concentrazioni medie mensili si sono mantenute sotto i 10 µg/m³ ad eccezione del sito *Cokeria* nel quale sono state registrate sempre le concentrazioni più elevate rispetto agli altri siti, con livelli che in numerosi giorni hanno superato i 10 µg /m³ come media giornaliera.

Fig.17 - Livelli medi mensili di concentrazione di H₂S in µg/m³ – ANNO 2014



Centro Regionale Aria



La media annuale più elevata è quella rilevata nel sito *Cokeria*, come si evince dalla tabella seguente, che riporta anche le medie mensili.

Non vi è una sostanziale differenza tra le medie annuali di tutte le altre stazioni.

ANNO 2014	H ₂ S – IDROGENO SOLFORATO in µg/m ³					
Media mensile	TAMBURI	PORTINERIA C	COKERIA	RIV 1	METEO PARCHI	Direzione
Gennaio	2.9	1.9	8.1	7.8	6.2	1.7
Febbraio	2.4	2.2	6.4	1.7	2.6	2.6
Marzo	1.3	2.3	10.0	3.3	1.5	2.2
Aprile	2.3	2.3	14.3	3.3	1.9	2.6
Maggio	3.4	2.6	12.6	4.5	2.1	2.3
Giugno	2.6	2.0	15.3	3.3	1.8	2.4
Luglio	2.3	2.2	21.0	3.2	1.8	2.8
Agosto	2.6	2.9	11.9	4.3	1.7	3.3
Settembre	4.6	2.2	13.5	4.6	4.8	3.4
Ottobre	2.5	1.9	10.8	5.2	3.6	2.1
Novembre	2.8	2.8	9.4	1.9	3.8	2.8
Dicembre	2.6	4.7	16.9	2.7	3.4	3.9
Valori medi annuali	2.7	2.5	12.5	3.8	3.0	2.7

CORRELAZIONI PER STAZIONE

Si riportano di seguito le correlazioni tra i dati medi giornalieri degli inquinanti rilevati benzene-PM10-PM2.5-IPA tot-Black Carbon nel corso dell'anno 2014, per sito di monitoraggio.

Cokeria

COCKERIA								
	H2S	BENZENE	BLACK CARB	PM10 SWAM	PM2.5 SWAM	PM10 ENV	IPA	IPA 2
H2S	1.00	0.61	0.13	0.31	0.46	0.18	0.63	0.65
BENZENE		1.00	-0.02	0.16	0.32	0.01	0.43	0.41
BLACK CARB			1.00	0.32	0.26	0.44	0.37	0.38
PM10 SWAM				1.00	0.82	0.57	0.26	0.31
PM2.5 SWAM					1.00	0.47	0.37	0.41
PM10 ENV						1.00	0.20	0.23
IPA							1.00	0.98
IPA 2								1.00

Nel sito *Cokeria* non risulta esservi una correlazione accettabile tra nessun inquinante.

Orsini-Tamburi

	H2S	BENZENE	BLACK CARB	PM10 SWAM	PM2.5 SWAM	PM10 ENV	IPA	IPA 2	NOX	NO	NO2	IPA TOT V. Machiavelli	PM10 V. Machiavelli	BENZENE V. Machiavelli
H2S	1.00	0.15	0.02	0.14	0.00	0.17	0.01	0.06	0.09	0.07	0.12	0.02	0.14	0.00
BENZENE		1.00	0.44	0.17	0.24	0.21	0.44	0.62	0.51	0.45	0.53	0.40	0.04	0.22
BLACK CARB			1.00	0.21	0.32	0.16	0.92	0.96	0.88	0.82	0.81	0.69	0.16	0.11
PM10 SWAM				1.00	0.76	0.70	0.14	0.30	0.17	0.14	0.20	0.11	0.90	0.15
PM2.5 SWAM					1.00	0.48	0.19	0.25	0.24	0.18	0.30	0.18	0.56	0.10
PM10 ENV						1.00	0.06	0.04	0.15	0.12	0.20	0.08	0.62	0.11
IPA							1.00	0.98	0.92	0.91	0.77	0.76	0.11	0.12
IPA 2								1.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0.23	0.36
NOX									1.00	0.96	0.88	0.78	0.12	0.14
NO										1.00	0.70	0.79	0.13	0.12
NO2											1.00	0.64	0.08	0.15
IPA TOT V. Machiavelli												1.00	0.05	0.12
PM10 V. Machiavelli													1.00	0.05
BENZENE V. Machiavelli														1.00

Nel sito *Tamburi-Via Orsini* risulta esservi una buona correlazione (>0.9) tra gli IPA e il Black Carbon, che correlano bene anche con gli ossidi di azoto. il PM10 correla col PM2.5 (0.76).

Centro Regionale Aria

Vista la vicinanza tra la stazione Ilva in Via *Orsini* e la stazione Arpa in Via *Machiavelli*, si è ritenuto importante correlare le medie giornaliere degli inquinanti rilevati tra loro.

I dati di IPA totali delle due stazioni correlano tra loro in modo accettabile (0.8). Anche i dati di PM10 correlano bene nei due siti (0.9).

Meteo Parchi

METEO PARCHI													
	H2S	NOX	NO	NO2	CO	SO2	BENZENE	BLACK CARB	PM10 SWAM	PM2.5 SWAM	PM10 ENV	IPA	IPA2
H2S	1.00	0.16	0.14	0.17	0.33	0.19	0.19	0.04	-0.01	-0.02	-0.09	0.15	0.10
NOX		1.00	0.95	0.88	0.28	0.02	0.14	0.84	0.00	0.05	-0.01	0.87	0.91
NO			1.00	0.69	0.20	-0.02	0.09	0.74	-0.02	0.01	-0.05	0.85	0.88
NO2				1.00	0.33	0.06	0.18	0.81	0.03	0.09	0.03	0.74	0.78
CO					1.00	0.52	0.38	0.12	0.23	0.29	0.22	0.13	0.12
SO2						1.00	0.22	-0.15	0.33	0.35	0.31	-0.12	-0.14
BENZENE							1.00	0.05	0.13	0.14	0.16	0.01	0.00
BLACK CARB								1.00	-0.01	0.06	0.00	0.81	0.88
PM10 SWAM									1.00	0.80	0.72	-0.09	-0.09
PM2.5 SWAM										1.00	0.61	-0.06	-0.06
PM10 ENV											1.00	-0.16	-0.12
IPA												1.00	0.96
IPA2													1.00

Nel sito *Parchi* risulta esservi una correlazione buona (>0.9) tra gli IPA e gli ossidi di azoto (0.9) e tra IPA e Black Carbon (0.8). Il PM10 correla bene col PM2.5 (0.8).

Direzione

DIREZIONE							
	H2S	BENZENE	BLACK CARB	PM10 SWAM	PM2.5 SWAM	PM10 ENV	IPA
H2S	1.00	0.30	0.17	0.10	0.07	0.14	0.09
BENZENE		1.00	0.21	0.12	0.08	0.12	0.09
BLACK CARB			1.00	0.42	0.38	0.44	0.74
PM10 SWAM				1.00	0.73	0.68	0.21
PM2.5 SWAM					1.00	0.49	0.17
PM10 ENV						1.00	0.22
IPA							1.00

Centro Regionale Aria

Risulta esservi una correlazione accettabile (0.7) tra gli IPA e Black Carbon. Il PM10 correla bene col PM2.5 (0.8).

Portineria c

PORTINERIA C							
	H2S	BENZENE	BLACK CARB	PM10 SWAM	PM2.5 SWAM	PM10 ENV	IPA
H2S	1.00	0.21	0.14	0.11	0.05	0.16	0.05
BENZENE		1.00	0.39	0.19	0.21	0.23	0.29
BLACK CARB			1.00	0.42	0.48	0.39	0.71
PM10 SWAM				1.00	0.77	0.73	0.22
PM2.5 SWAM					1.00	0.54	0.14
PM10 ENV						1.00	0.16
IPA							1.00

Nel sito *Portineria C* risulta esservi una correlazione accettabile tra gli IPA e il Black Carbon. Il PM10 correla col PM2.5.

Riv1

RIV1							
	H2S	BENZENE	BLACK CARB	PM10 SWAM	PM2.5 SWAM	PM10 ENV	IPA
H2S	1.00	0.10	0.14	-0.02	0.02	0.08	0.20
BENZENE		1.00	0.27	0.21	0.21	0.18	0.21
BLACK CARB			1.00	0.30	0.30	0.19	0.86
PM10 SWAM				1.00	0.85	0.56	0.14
PM2.5 SWAM					1.00	0.47	0.11
PM10 ENV						1.00	0.07
IPA							1.00

Risulta esservi una correlazione buona (0.86) tra gli IPA e Black Carbon. Il PM10 correla bene col PM2.5 (0.85).

SO₂, NO₂ e CO

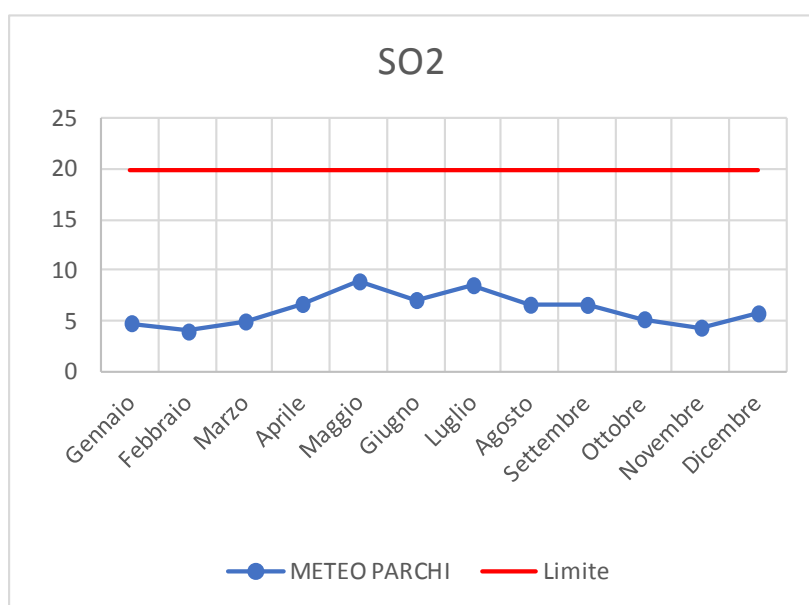
Questi inquinanti sono monitorati nella stazione *Meteo Parchi*; il parametro NO₂ viene misurato anche nella stazione *Tamburi-Orsini*. Per nessuno di essi si sono registrate concentrazioni particolarmente elevate.

È opportuno evidenziare che la stazione *Meteo Parchi* si trova ad un'altezza di circa 15 metri dal suolo. Questa collocazione può verosimilmente portare alla registrazione di concentrazioni più basse di quelle registrate al suolo, a causa di fenomeni di diluizione degli inquinanti emessi dagli impianti dello stabilimento ILVA.

SO₂

Nel grafico di seguito mostrato, è riportato il valore medio mensile della concentrazione di SO₂ rilevata nel 2014 nel sito di *Meteo Parchi*. Le concentrazioni appaiono al di sotto del valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi e degli altri valori limite imposti dalla normativa vigente (D.Lgs 155/2010). Si ricorda che il valore limite orario per la protezione della salute umana è pari a 350 µg/m³ mentre il valore limite calcolato come media delle 24 ore è pari a 125 µg/m³.

Fig.18 - Livelli di concentrazione di SO₂



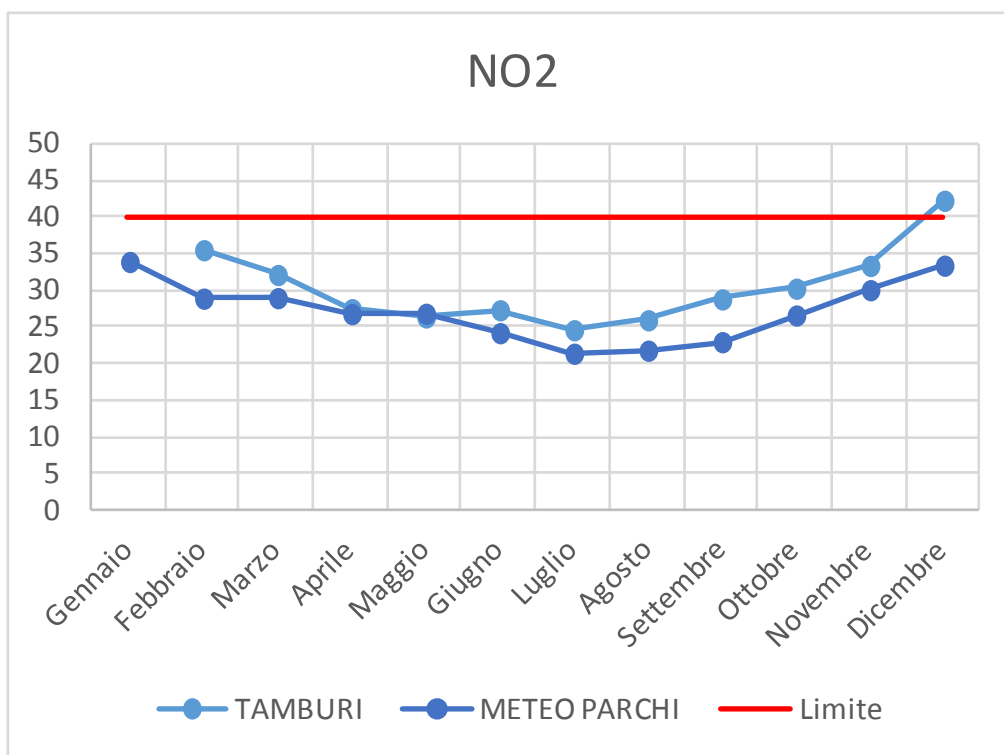
NO₂

LIMITI VIGENTI NO2	CONCENTRAZIONE LIMITE	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
VALORE LIMITE ORARIO PER L'ANNO 2014	200 µg/m ³ , da non superare per più di 18 volte nell'anno	D. Lgs. 155/10
VALORE LIMITE ANNUALE PER L'ANNO 2014	40 µg/m ³	
SOGLIA DI ALLARME	400 µg/m ³ da misurarsi su 3 ore consecutive	

Per l'NO₂ il D. Lgs 155/10 prevede due valori limite: la media oraria di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte nel corso dell'anno solare e la media annua di 40 µg/m³. Nel grafico seguente sono mostrate le medie mensili del 2014. Come si evince, le medie sono al di sotto del limite consentito.

Non si è verificato nessun superamento del valore limite di 200 µg/m³.

Fig.19 - Livelli di concentrazione di NO₂





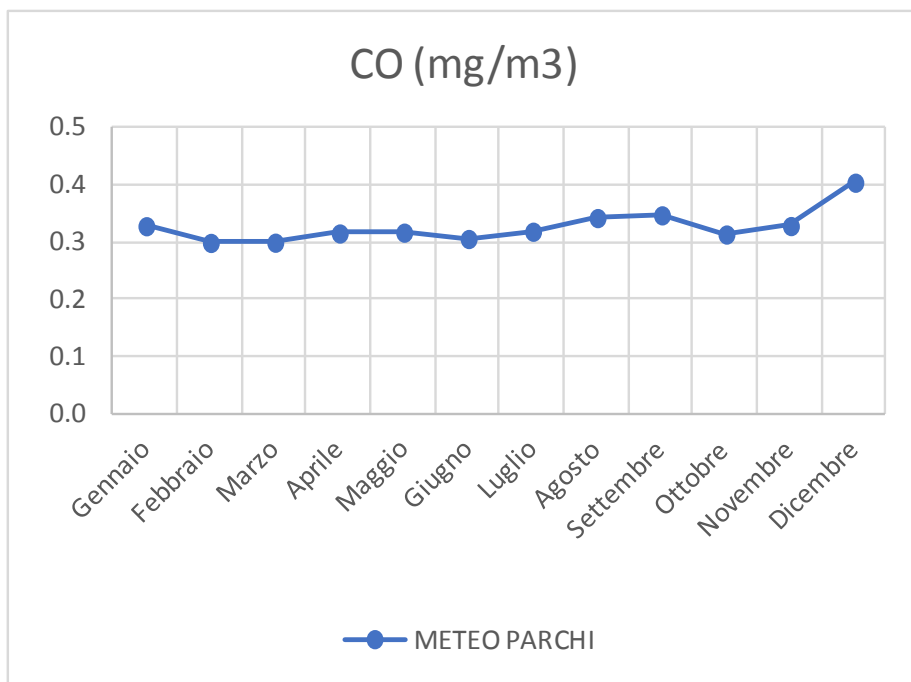
Centro Regionale Aria

Media mensile	TAMBURI ug(m3)	METEO PARCHI ug(m3)
Gennaio		33.9
Febbraio	35.5	28.9
Marzo	32.2	29.0
Aprile	27.5	26.8
Maggio	26.4	26.9
Giugno	27.3	24.2
Luglio	24.6	21.4
Agosto	26.0	21.8
Settembre	28.8	23.0
Ottobre	30.3	26.6
Novembre	33.4	30.1
Dicembre	42.3	33.4
Valori medi annuali	30.4	27.2

CO

Nel seguente grafico sono riportati i valori massimi orari di CO delle medie mobili sulle 8 ore di ogni giorno. Durante l'anno 2014 non è stato mai superato il valore limite definito in base alla normativa vigente in aria ambiente che è pari a 10 mg/m^3 , dove viene misurato, cioè nel sito *Meteo Parchi*.

Fig.13 - Livelli di concentrazione di CO



Benzo (a) pirene

In relazione alla convenzione in essere ed al successivo protocollo stipulato fra ARPA ed ILVA in data 5/9/2013, il benzo(a)pirene (di seguito BaP) è determinato in autocontrollo da ILVA sui filtri di PM10 campionati giornalmente nelle stazioni di COKERIA e METEO PARCHI.

L'attività è stata avviata dal mese di agosto 2013; per il periodo di riferimento del primo semestre 2014, Arpa ha ricevuto da Ilva i rapporti di prova relativi agli esiti delle analisi dei filtri giornalieri di PM10, prelevati congiuntamente da personale di Arpa e di Ilva dalle centraline COKERIE e PARCHI e sottoposti a quartatura.

Per il BaP, il D.Lgs 155/2010 fissa un valore obiettivo annuo di 1 ng/m³. Di seguito si riportano le medie mensili di BaP del primo semestre 2014. Non sono ad oggi pervenuti i risultati delle analisi relative ai campioni del II semestre 2014¹.

DATI ILVA							
Meteo Parchi							
	gen-14	feb-14	mar-14	apr-14	mag-14	giu-14	MEDIA I SEM 2014
	Media su pool di 12 filtri	Media su pool di 9 filtri	Media su pool di 13 filtri	Media su pool di 8 filtri	Media su pool di 11 filtri	Media su pool di 12 filtri	
benzo(a)antracene (ng/m3)	0.17	0.07	0.06	0.06	1.2	0.08	0.27
benzo(a)pirene (ng/m3)	0.3	0.1	0.07	0.06	0.15	0.09	0.13
benzo(b+j)fluorantene (ng/m3)	0.79	0.27	0.2	0.1	0.37	0.28	0.34
benzo(k)fluorantene (ng/m3)	0.21	0.07	0.05	0.06	0.14	0.05	0.10
dibenzo(a,h)antracene (ng/m3)	0.07	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.03
indeno(1,2,3-cd)pirene (ng/m3)	43	0.13	0.1	0.07	0.2	0.08	7.26
volume campionato (m3)	657.085	492.779	711.955	438.112	602.837	657.219	
Cokeria							
	gen-14	feb-14	mar-14	apr-14	mag-14	giu-14	MEDIA I SEM 2014
benzo(a)antracene (ng/m3)	3.87	0.35	0.54	1.74	2.93	2.85	2.05
benzo(a)pirene (ng/m3)	4.57	0.24	0.73	1.87	4.63	4.93	2.83
benzo(b+j)fluorantene	10.71	1.34	1.81	5.27	6.21	11.32	6.11
benzo(k)fluorantene (ng/m3)	3.22	0.23	0.5	1.59	2.38	2.96	1.81
dibenzo(a,h)antracene (ng/m3)	1.41	0.8	0.56	0.48	1.12	1.38	0.96
indeno(1,2,3-cd)pirene (ng/m3)	4.86	0.24	1.09	1.9	3.67	4.79	2.76
volume campionato (m3)	656.817	54.736	492.975	602.331	602.357	657.007	

¹ Come già precisato, il valore obiettivo citato non è valido per le centraline COKERIA e METEO PARCHI, collocate all'interno degli ambienti lavorativi ILVA; tale valore è solo utile come riferimento numerico.

METALLI (As, Ni, Cd, Pb)

Di seguito si riportano gli esiti analitici per i metalli As, Ni, Cd e Pb determinati da ILVA nei siti METEO PARCHI e COKERIA in virtù del protocollo, precedentemente citato, relativamente al primo semestre 2014 (risultati in ng/m³).

METEO PARCHI	DATI ILVA			
MESE	As	Cd	Ni	Pb
gen-14	0.11	0.03	4.15	10.92
feb-14	0.29	<LDQ	1.03	6.99
mar-14	0.29	<LDQ	1.03	6.99
apr-14	<LDQ	<LDQ	3.25	6.13
mag-14	0.23	<LDQ	2.59	5.64
giu-14	<LDQ	0.03	3.27	10.69

COKERIA	DATI ILVA			
MESE	As	Cd	Ni	Pb
gen-14	1.98	0.26	6.97	16.23
feb-14	1.00	0.20	1.35	4.89
mar-14	4.27	0.30	4.96	36.42
apr-14	6.90	0.54	8.49	76.49
mag-14	4.10	0.36	3.20	43.25
giu-14	4.27	0.42	3.59	60.04



Centro Regionale Aria

Considerazioni finali

Nella tabella seguente si riassumono le medie degli inquinanti monitorati nell'anno 2014.

RETE ILVA : MEDIE ANNO 2014									
	IPA	BENZENE	BLACK CARB	PM10 SWAM	PM2.5 SWAM	NO2	CO	SO2	H2S
	ng/m3	ug/m3 293K	ng/m3	ug/m3	ug/m3	ug/m3	mg/m3	ug/m3	ug/m3
TAMBURI	25.2	1.3	1892.4	28.3	14.0	/	/	/	2.7
PORTINERIA C	6.3	0.5	957.8	21.8	10.5	/	/	/	2.5
COKERIA	15.4	13.5	1410.4	77.0	39.3	/	/	/	12.5
RIV 1	11.7	0.6	1222.9	34.4	16.7	/	/	/	3.8
METEO PARCHI	11.9	1.3	1422.9	36.2	15.8	27.2	0.3	6.1	3.0
Direzione	13.1	2.5	1466.3	40.7	16.0	/	/	/	2.7

Nell'anno 2014, le concentrazioni di inquinanti più elevate (H_2S , PM_{10} , $PM_{2,5}$, benzene), rilevate con la rete di qualità dell'aria di Ilva, sono state registrate nel sito *Cokeria*. L'eccezione è costituita dal Black Carbon e dagli Ipa tot, che nel sito di *Tamburi* (Via Orsini) mostrano valori di concentrazione maggiori rispetto a quelli rilevati nel sito *Cokeria*.



Centro Regionale Aria

3. CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DI PM2.5 E PM1 E DETERMINAZIONE PER VIA ANALITICA DEGLI IPA

Autori: Lorenzo Angiuli, Livia Trizio

Analisi IPA: Maria Tutino. Analisi EC/OC: Alessia Digilio

Nelle stazioni di monitoraggio *Cokeria* ed *Orsini* sono installati analizzatori di IPA totali del tipo ECOCHEM PAS 2000. Dall'avvio del monitoraggio della rete ILVA si sono osservati livelli di IPA mediamente più alti nel sito *Orsini* che in quello *Cokeria*. Al fine di chiarire le ragioni di questa apparente incongruenza (le emissioni di IPA in cokeria sono decisamente maggiori di un sito come quello di Orsini, pur esposto ad emissioni da traffico), in passato ARPA ha effettuato delle misure in parallelo, affiancando agli analizzatori installati in cabina un secondo analizzatore della medesima tipologia. Dai dati raccolti si è rilevato che gli analizzatori in parallelo registravano valori di concentrazioni tra loro sovrapponibili, escludendo così la possibilità di un problema strumentale.²

Con l'obiettivo di indagare più a fondo i livelli e la distribuzione di IPA nelle diverse frazioni granulometriche di particolato, nel periodo compreso dal 7 febbraio al 30 marzo 2014 ARPA ha effettuato il campionamento del PM2.5 e del PM1 in quattro stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria di Taranto, secondo il seguente calendario:

stazione di monitoraggio	Data inizio monitoraggio	Data fine monitoraggio
COKERIA	07.02.2014	05.03.2014
ORSINI	17.02.2014	05.03.2014
MACHIAVELLI	10.03.2014	30.03.2014
ALTO ADIGE	13.03.2014	30.03.2014

Per il campionamento del PM2.5 sono stati utilizzati gli analizzatori già presenti nelle cabine. Per il campionamento del PM1 sono stati utilizzati gli analizzatori presenti in cabina e normalmente destinati al monitoraggio del PM10 ai quali è stata sostituita la testa di prelievo con quella per il

² Relazione sui dati della qualità dell'aria – Taranto 2013. ARPA Puglia

Centro Regionale Aria

PM1. Il grafico seguente riporta le concentrazioni di PM2.5 e PM1 rilevate durante la campagna di monitoraggio:

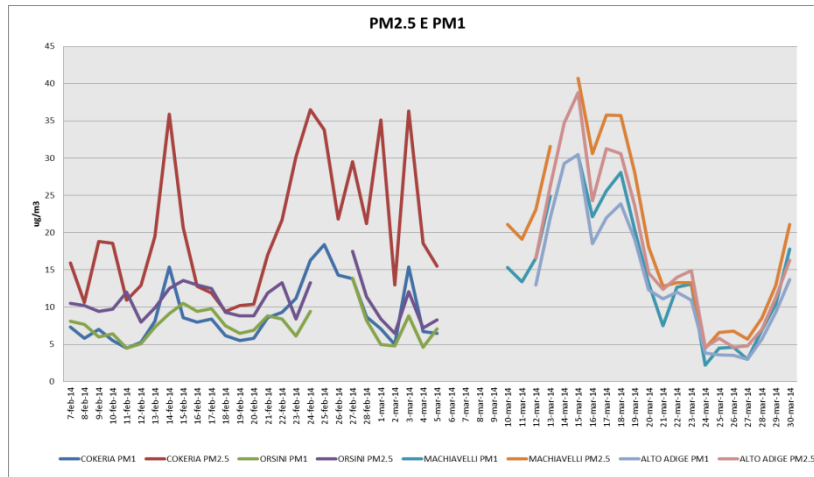


Figura 1: concentrazioni di PM2.5 ePM1

Nel confronto tra *Cokeria* e *Orsini* si nota che, sia per il PM2.5 che per il PM1, le concentrazioni misurate all’interno dello stabilimento ILVA sono più elevate di quelle rilevate nelle stazioni esterne. Nel sito *Cokeria* si osservano dei picchi di concentrazione delle due frazioni di particolato nei giorni 14, 23, 24 febbraio, 1 e 3 marzo. Ad esclusione del primo marzo, in questi giorni il vento proveniva dai quadranti settentrionali e quindi l’analizzatore si trovava sottovento alle emissioni delle batterie di cokefazione. Al contrario la stazione *Orsini* non rileva picchi di concentrazione nei giorni in cui è sottovento all’area industriale, mostrando quindi una scarsa correlazione con *Cokeria* (fig.2), suffragando l’ipotesi dell’esistenza di sorgenti emmissive almeno in parte diverse nei due siti.

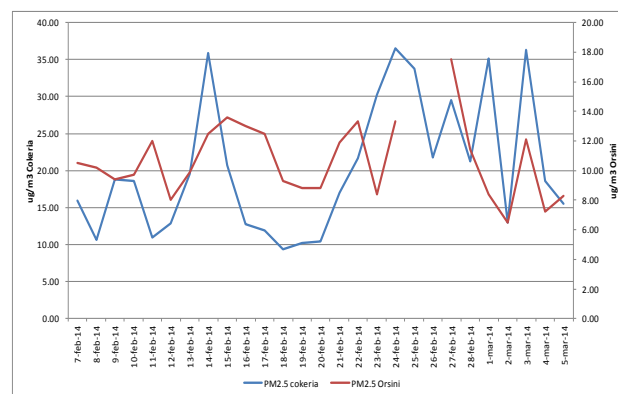


Figura 2: concentrazioni di PM2.5 nei siti Cokeria e Orsini

Machiavelli e Alto Adige, invece, mostrano andamenti tra loro analoghi, con una buona correlazione tra i dati registrati e concentrazioni paragonabili tra i due siti. In questo caso pertanto è ipotizzabile la medesima sorgente emissiva nel periodo monitorato, ovvero il traffico veicolare.

Sul particolato raccolto è stata effettuata la determinazione per via analitica dei seguenti 8 IPA: benzo(a)antracene, crisene, benzo(b+j)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(a)pirene, indeno(1,2,3-cd)pirene, benzo (ghi)perilene, dibenzo (ah)antracene.

I grafici che seguono riportano, rispettivamente, le concentrazioni di benzo(a)pirene e la somma delle concentrazioni degli 8 IPA. Come per il PM, nel sito *Cokeria* si osservano dei picchi di concentrazione nei giorni 14, 23, 24 febbraio e 3 marzo (giorni in cui la cabina era sottovento rispetto alle batterie di cokefazione), mentre manca il picco dell' 1 marzo, giorno in cui il vento spirava prevalentemente dal quadrante S/SO. Per quanto riguarda *Orsini*, per cui si hanno a disposizione i dati di IPA solo nel periodo dal 17 febbraio al 5 marzo, si osserva un innalzamento della concentrazione solo nella giornata del 24 febbraio nella frazione del PM2.5 (fig. 5), mentre le concentrazioni rimangono pressoché costanti e basse durante tutto il periodo monitorato (è da considerare che il livello di BaP rilevato non supera mai il valore obiettivo annuale di 1 ng/m^3).

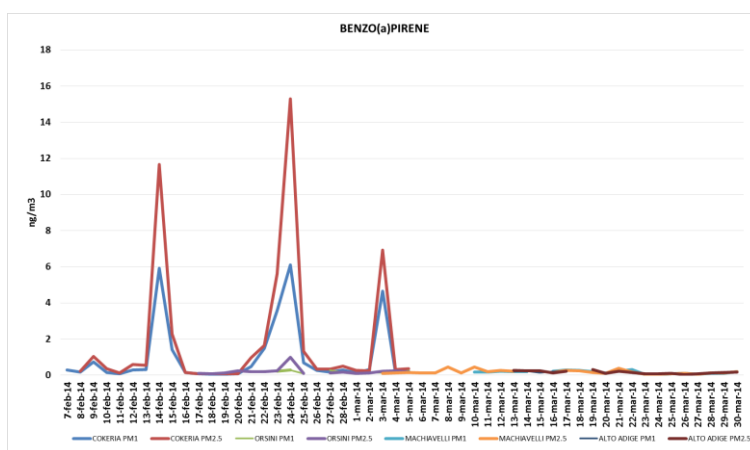


Figura 3: concentrazioni di B(a)P

Centro Regionale Aria

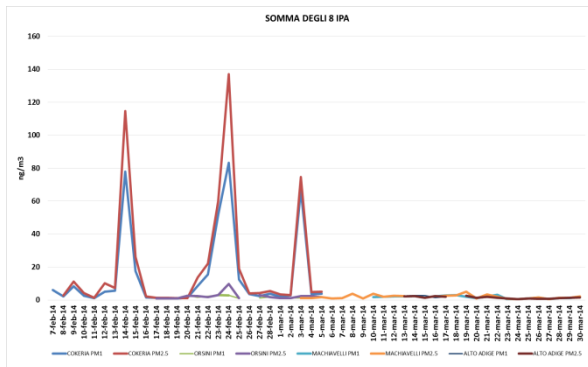


Figura 4: concentrazioni della somma degli 8 IPA

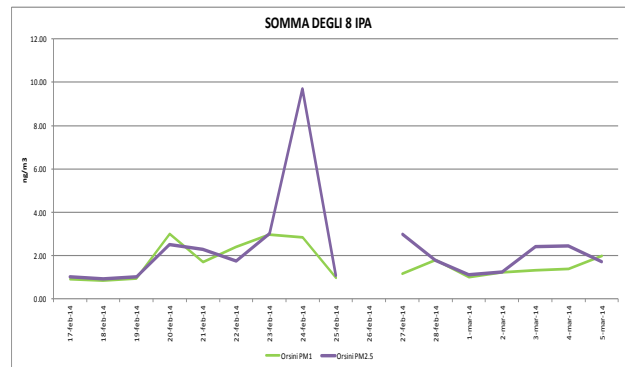


Figura 5: concentrazioni della somma nella stazione Orsini

CONFRONTO TRA CONCENTRAZIONI DI IPA DETERMINATE PER VIA ANALITICA E LIVELLI DI IPA tot RILEVATI DAGLI ANALIZZATORI ECOCHEM PAS 2000

Di seguito si riportano in grafico i confronti tra le concentrazioni di IPA_{tot} misurate dagli analizzatori ECOCHEM PAS 2000 installati nelle quattro cabine e la somma delle concentrazioni degli 8 IPA determinati per via analitica. Si evidenzia che lo strumento è tarato rispetto a una miscela di IPA ignota³. Pertanto i confronti seguenti sono utili esclusivamente a determinare l'esistenza di una coerenza tra le concentrazioni determinate e non a verificare se lo strumento automatico registri concentrazioni esatte.

Ad Orsini, Machiavelli e Alto Adige l'Ecochem PAS 2000 registra concentrazioni costantemente più elevate di quelle determinate per via analitica. Considerato che lo strumento automatico misura un numero di analiti maggiore degli otto determinati per gas-cromatografia, si può affermare che si tratta di un risultato atteso.

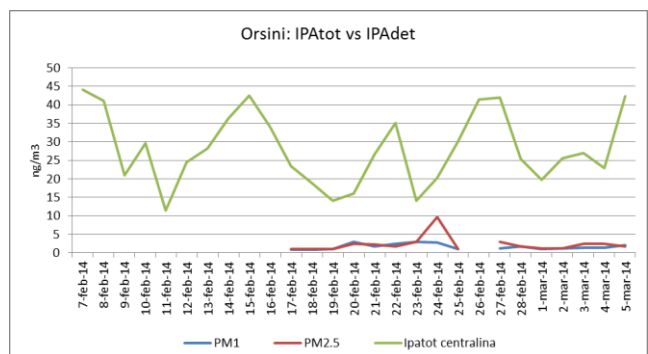


Figura 6: Orsini. confronto tra IPA_{tot} e IPA_{analitici}

³ ARPA Puglia ha fatto richiesta al fornitore italiano dello strumento ECOCHEM PAS 2000 di conoscere la miscela di IPA utilizzata per la taratura. Alla data di redazione del presente report non è ancora giunta risposta.

Centro Regionale Aria

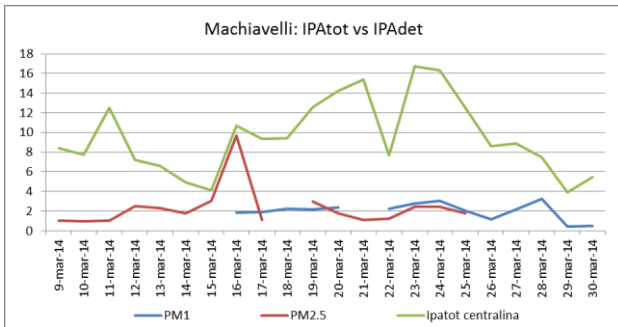


Figura 7: Machiavelli - confronto tra IPAtot e IPAanalitici

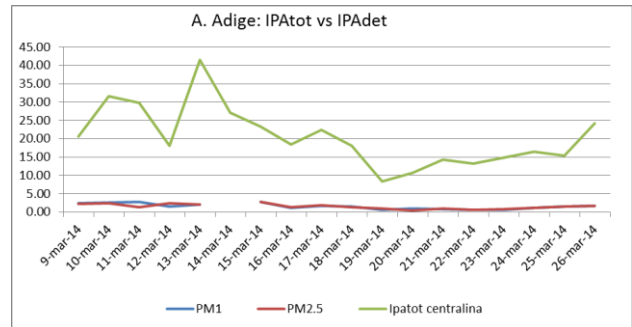


Figura 8: A. Adige - confronto tra IPAtot e IPAanalitici

In *Cokeria* si osserva un comportamento differente. Nei giorni in cui la cabina non è sottovento alle batterie di cokefazione e nei quali i livelli di concentrazione sono relativamente bassi, le concentrazioni di IPAtot sono raffrontabili a quelle determinate per via analitica. Al contrario, nei giorni in cui la cabina si trova sottovento rispetto alle batterie e nei quali le concentrazioni raggiungono livelli molto elevati, l'Ecochem PAS 2000 registra concentrazioni inferiori a quelle determinate analiticamente.

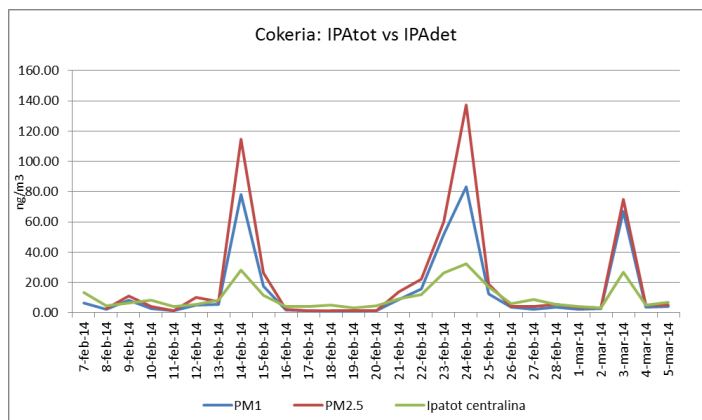


Figura 9: Cokeria. confronto tra IPA tot e IPAanalitici

Di seguito, infine, è mostrato il giorno tipo degli Ipatot per l'anno 2014 per le stazioni di *Cokeria* e *Orsini*.

Centro Regionale Aria

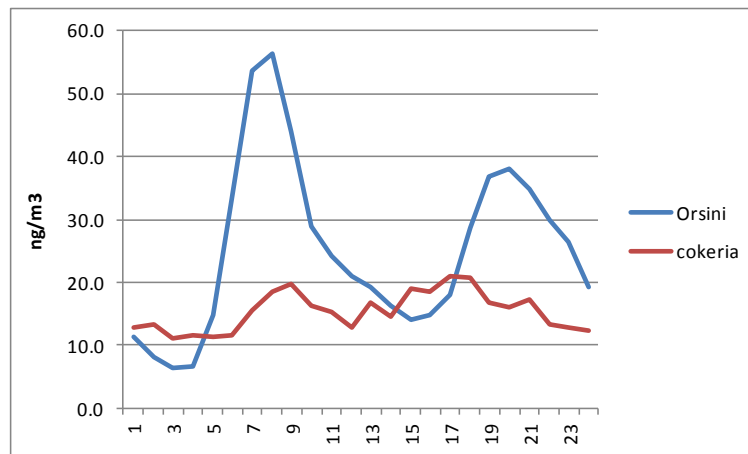


Figura 10: Giorno tipo per gli IPA tot ad Orsini e Cokeria

Le concentrazioni di *Orsini* presentano picchi di concentrazione nelle classiche ore di punta di traffico veicolare, ovvero verso le 8 del mattino e verso le 20 in serata. Al contrario, *Cokeria* presenta un andamento diverso con livelli di concentrazione abbastanza omogenei nell'arco delle 24 ore e, come detto in precedenza, inferiori rispetto a quelli registrati all'esterno dello stabilimento.

Questi dati inducono ad alcune considerazioni:

1. il sito di *Orsini* presenta un classico andamento di un sito da traffico;
2. nel sito *Cokeria*, pur in presenza di concentrazioni basse (giorni di sopravvento rispetto alle batterie) l'Ecochem PAS 2000 non è in grado di fornire valori accurati di IPA. Infatti, nei giorni in cui le concentrazioni di IPA determinate per via analitica all'interno e all'esterno dello stabilimento ILVA sono dello stesso ordine di grandezza, lo strumento Ecochem installato a *Cokeria* registra concentrazioni di un ordine di grandezza inferiori di quelli installati all'esterno;
3. all'aumentare delle concentrazioni in *Cokeria*, l'incapacità dello strumento di rispondere correttamente si accentua, tanto da generare una palese sottostima delle concentrazioni.

Le cause di questo comportamento sono da individuare nel principio di funzionamento dell'Ecochem PAS 2000. Questo genere di strumento automatico permette la determinazione degli IPA adsorbiti sulle superfici degli aerosol carboniosi con diametro aerodinamico compreso tra 0.01 e 1,5 μm sfruttando il principio della fotoionizzazione. La lampada ad eccimeri dello strumento



Centro Regionale Aria

genera una radiazione ad alta intensità nel campo del vicino ultravioletto a cui l'aerosol campionato è esposto. La lunghezza d'onda impiegata permette la ionizzazione degli IPA aventi potenziale di fotoionizzazione pari o inferiore a 5.6eV, mentre le molecole gassose e gli aerosol non carboniosi conservano carica neutra. La corrente elettrica generata risulta proporzionale alla concentrazione di IPA *particle-bound*.

Per quanto utile nella determinazione quali-quantitativa dei livelli di IPA presenti in aria ambiente, lo strumento ha delle limitazioni insite nel principio di misura utilizzato. Innanzitutto, esso fornisce un'informazione sulla somma e non sui singoli IPA. Inoltre, poiché gli IPA prodotti nei processi di combustione sono una miscela molto complessa di composti in fase vapore e fase solida, la risposta dello strumento varia in maniera significativa in funzione della sorgente emissiva analizzata⁴. Pertanto, una calibrazione *source-specific* risulta fondamentale per una maggiore accuratezza nella determinazione quantitativa degli IPA. Questo tipo di calibrazione può essere condotta confrontando la risposta dell'analizzatore con la concentrazione determinata per via analitica degli IPA campionati presso la sorgente emissiva⁵.

Elemento peculiare di questo genere di strumenti è di sfruttare una tecnica di superficie, ovvero capace di rilevare solo lo strato più esterno del rivestimento delle particelle solide. Questo significa che altre sostanze adsorbite sugli IPA possono ridurre l'energia assorbita dagli stessi e, di conseguenza, il segnale fotoelettrico da essi generato^{6,7}. Inoltre, la linearità della risposta fotoelettrica in funzione della concentrazione degli IPA può essere attesa solo per monolayer di IPA adsorbiti sulle particelle⁸, mentre al sovrapporsi di strati di IPA la tecnica non permette più di ottenere una informazione quantitativa accurata⁹.

⁴ User Guide for Characterizing Particulate Matter – Evaluation of several Real-Time Methods. University of Utah

⁵ Environmental Technology Verification Report – Ecochem Analytics PAS 2000 Particulate PAH Monitor. U.S: EPA. 2001

⁶ Aerosol Photoemission for quantification of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in simple mixtures adsorbed on carbonaceous and sodium chloride aerosols. R. Niessner et al. Anal. Chem. 1990, 62, 2071-2074.

⁷ Sources and transformations of particle-bound polycyclic aromatic hydrocarbons in Mexico City. L. C. Marr et al. Atmos. Chem. Phys. 2006, 6, 1733-1745

⁸ Evaluation of 1047 nm photoacoustic instruments and photoelectric aerosol sensors in source-sampling of black carbon aerosol and particle-bound PAHs from gasoline and diesel powered vehicles.

⁹ The chemical response of the photoelectric aerosol sensor (PAS) to different aerosol systems. R. Niessner. J. Aerosol Sci., 1986, vol 17, No. 4, pp. 705-714.

Centro Regionale Aria

Gli strumenti montati nelle stazioni Cokeria, Orsini, Machiavelli e Alto Adige sono stati calibrati dalla casa produttrice utilizzando una miscela di IPA non resa nota e, in ogni caso, non sito specifica.

Un'ulteriore conferma dei limiti strumentali dell'utilizzo dell' Ecochem PAS 2000 in un sito dalle caratteristiche come quelle di Cokeria si trova nei dati di black carbon (BC) rilevati nelle stazioni di monitoraggio Cokeria ed Orsini. Qui sono installati analizzatori di black carbon modello Magee Scientific AE22, detti etalometri. Questi strumenti forniscono la concentrazione di BC misurando l'attenuazione ottica della radiazione a 880nm causata dall'aerosol raccolto su filtro.

Dall'inizio del monitoraggio, i livelli di BC rilevati nella stazione Cokeria sono stati mediamente più bassi di quelli rilevati ad Orsini, rispecchiando quindi la stessa problematica degli Ipatot.

Al fine di comprendere meglio anche questo fenomeno, sugli stessi filtri utilizzati per la determinazione gascromatografica degli IPA, sono state effettuate analisi per la determinazione della componente carboniosa tramite misure termo-ottiche impiegando l'analizzatore EC/OC Sunset (Laboratory Inc.). Infatti il carbonio elementare EC determinato in laboratorio è identificabile con il BC rilevato in continuo nelle centraline di monitoraggio.

Ad Orsini l'etalometro registra concentrazioni non significativamente diverse da quelle determinate per via analitica (fig.11), sebbene vi siano a disposizione solo pochi dati. Nella stazione Cokeria, invece, i livelli registrati dallo strumento in continuo risultano quasi sempre inferiori a quelli determinati sperimentalmente (fig. 12).

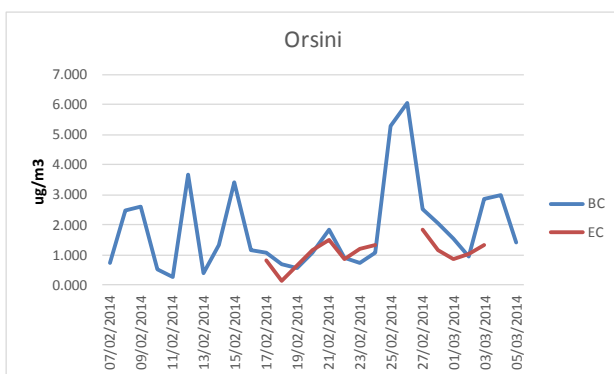


Figura 11. Orsini: confronto tra BC ed EC

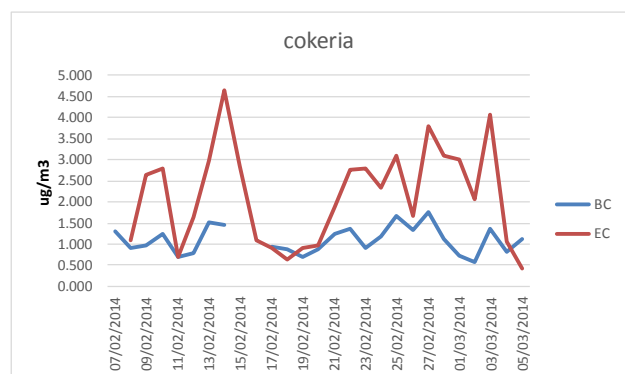


Figura 12. Cokeria: confronto tra BC ed EC



Centro Regionale Aria

Anche in questo caso, le ragioni del comportamento apparentemente anomalo sono da ricercare nel principio di misura sfruttato dallo strumento. La concentrazione di black carbon rilevata dallo strumento è infatti funzione del coefficiente di attenuazione, parametro impostato sullo strumento e che permette di convertire l'attenuazione della radiazione nella concentrazione di BC. Tale coefficiente richiede una calibrazione sito-specifica, in quanto dipende dalla distribuzione dimensionale delle particelle, dal tipo di aerosol e della massa depositata per unità di tempo. In più studi^{10,11,12} è stato dimostrato che in siti particolarmente inquinati il coefficiente di attenuazione da impostare è molto diverso da quello utilizzato di default dalla casa madre. L'utilizzo di un errato coefficiente di attenuazione può condurre, in ambienti molto inquinati, alla sottostima delle concentrazioni di black carbon. Anche questi strumenti richiederebbero, quindi, una configurazione ed una calibrazione sito-specifica, al fine di tener conto dell'influenza dell'ambiente in cui si realizza la misura.

¹⁰ "The comparison between thermal – optical transmittance elemental carbon and Aethalometer black carbon measured at multiple monitoring sites", Jeong C. et al, Atmospheric Environment 2004, 38, 5193-5204

¹¹ "Absorption of light by soot particles: determination of the absorption coefficient by means of aethalometers", Weingartner et al, J. of Aerosol Science 34 (2003), 1445-1465

¹² "Intercomparison of thermal and optical measurement methods for elemental carbon and black carbon at an urban location". Hitzenberger H. et al. Environ. Sci. Technol. 2006, 40, 6377-6383



Centro Regionale Aria

4. SIMULAZIONI MODELLISTICHE: DOWNSCALING DELLA MODELLISTICA NELL'AREA DELLA COKERIA

Redattori: Dott. Angela Morabito, Dott.ssa Annalisa Tanzarella

In questo paragrafo vengono descritti i risultati della simulazione modellistica eseguita al fine di valutare gli impatti delle emissioni prodotte dalla cokeria sull'area circostante.

In particolare è stata effettuata una simulazione con il modello lagrangiano a particelle SPRAY con l'obiettivo di valutare l'area di ricaduta delle emissioni diffuse, provenienti dalla cokeria (Fig. 1a), rispetto alle postazioni della rete Ilva, identificate col nome *Cokeria* e *Meteo parchi* e della postazione *Tamburi* (Via Orsini) (Fig. 1b). Tale simulazione è stata condotta su base annuale (2007) su un dominio di larghezza 4km*4km e risoluzione 100m, innestato nel dominio meteorologico a risoluzione inferiore. Lo schema della catena utilizzata è illustrato in Figura 2.

Occorre sottolineare che, generalmente, le simulazioni si effettuano su un dominio di calcolo coincidente con il dominio della meteorologia. In situazioni particolari, caratterizzate da un dominio con una orografia prevalentemente piana e una scarsa variabilità spaziale della meteorologia, il dominio di calcolo di SPRAY può essere un sottodominio del dominio meteorologico. Perciò, i maggiori dettagli non derivano dal fatto che la meteo risulta più risolta e definita, ma solo perché si sta aumentando la risoluzione delle concentrazioni.

Centro Regionale Aria

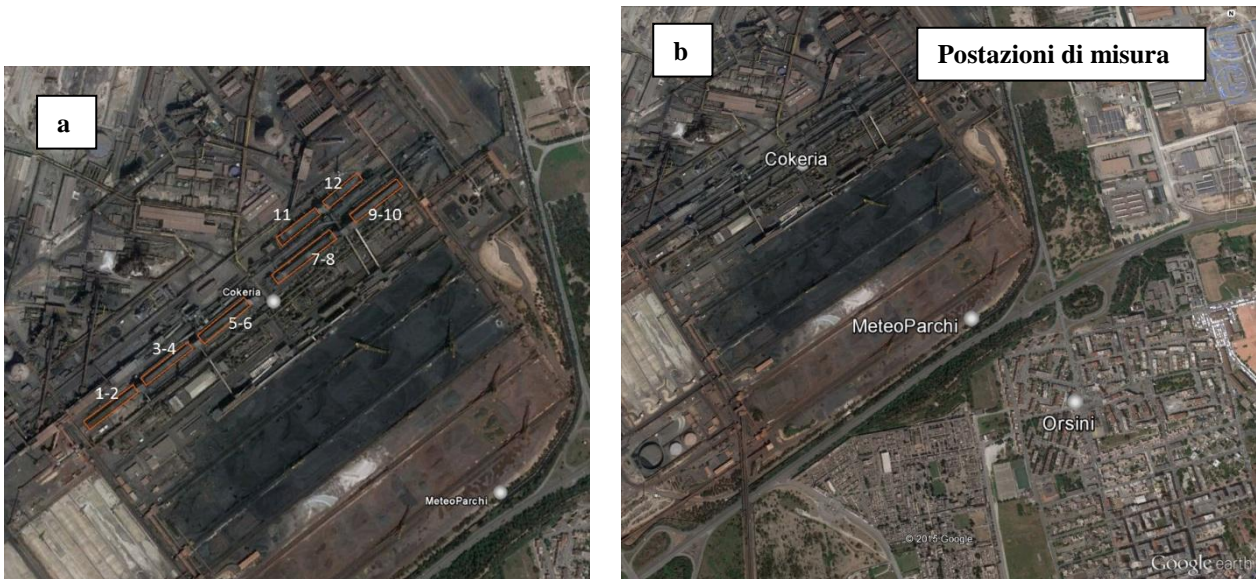


Figura 1: (a) area cokeria con batterie evidenziate, (b) postazioni di misura

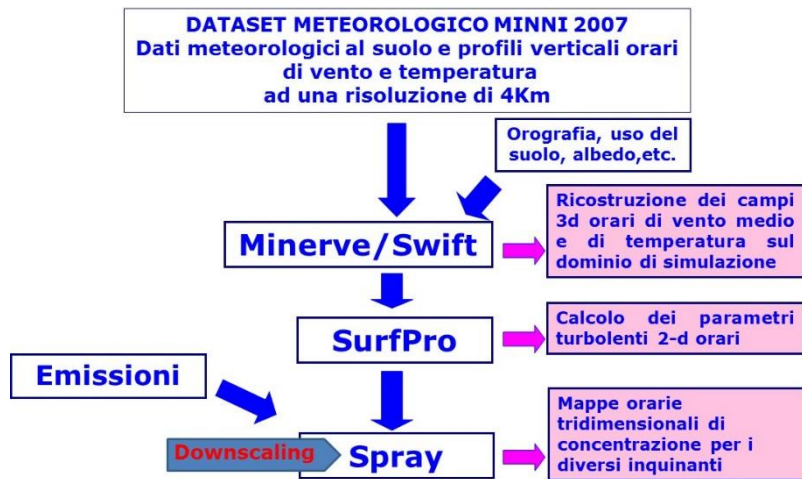


Figura 2: schema della cascata modellistica

Centro Regionale Aria

La Figura 3 mostra la rosa dei venti estratta dal modello nella centralina di via Machiavelli, poco distante dalla cokeria. La distribuzione del campo di vento nell'area di studio risulta caratterizzata da una forte componente dai quadranti nordoccidentali ed una da quadranti meridionali.

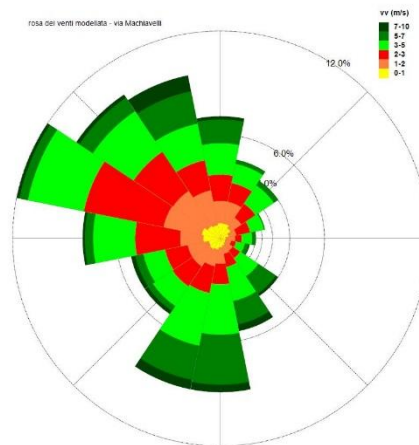


Figura 3: rosa dei venti modellata nella postazione di via Machiavelli

Viste le finalità dello studio sopra evidenziate, la simulazione è stata condotta considerando l'emissione di 1 tonnellata/anno di una specie generica X, con una modulazione temporale costante su tutto l'anno 2007.

Di seguito si mostra la mappa relativa al campo di concentrazione media annuale al suolo della specie generica emessa dalla cokeria. A tale risoluzione è possibile apprezzare con maggiore dettaglio come le concentrazioni si distribuiscano attorno al massimo e come questo si collochi in prossimità della sorgente simulata, in direzione sud-est per effetto dei venti prevalenti. Si osserva come i valori di concentrazione via via decrescano allontanandosi dalla sorgente.

Centro Regionale Aria

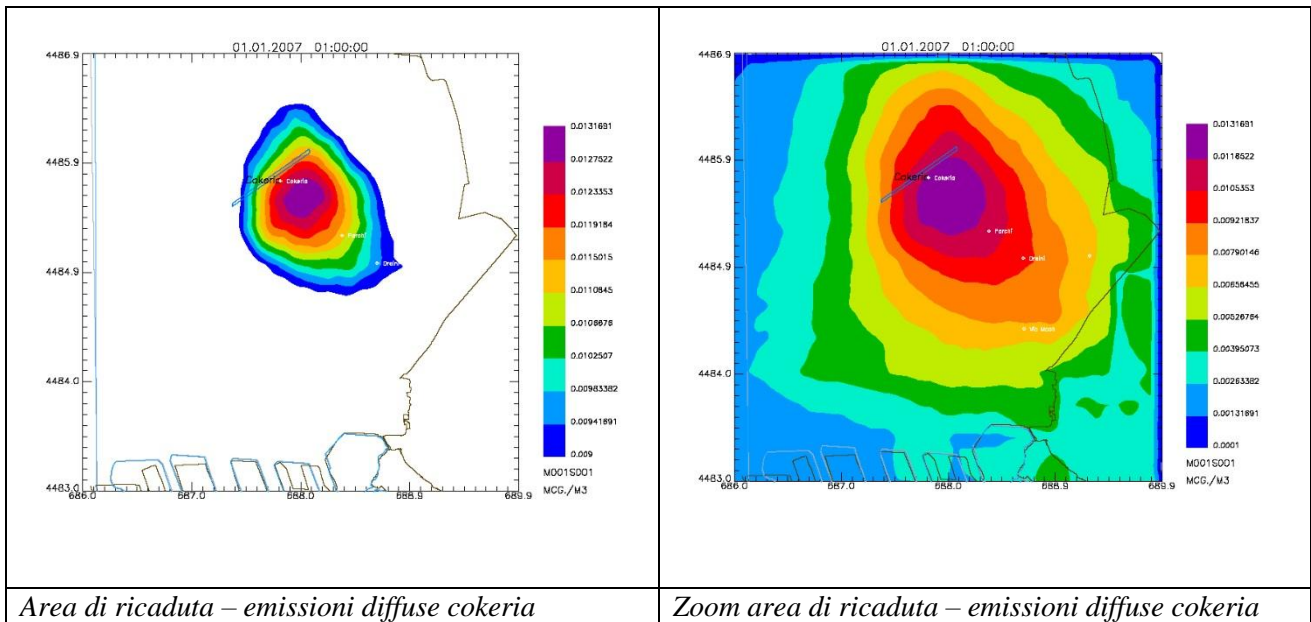


Figura 4: (sx) campo di concentrazione al suolo della specie X sul dominio di simulazione e (dx) relativo zoom con scala di maggior dettaglio

Quanto sinora affermato appare evidente anche estraendo il dato modellato nei tre punti di misura (Figura 5) ed osservando come i valori maggiori sono quelli stimati presso la postazione Cokeria, seguiti da *Meteo parchi* e *Orsini*. Anche la media annua, sebbene il valore sia solo indicativo, mostra un dato decrescente via via che ci si allontana dalla sorgente.

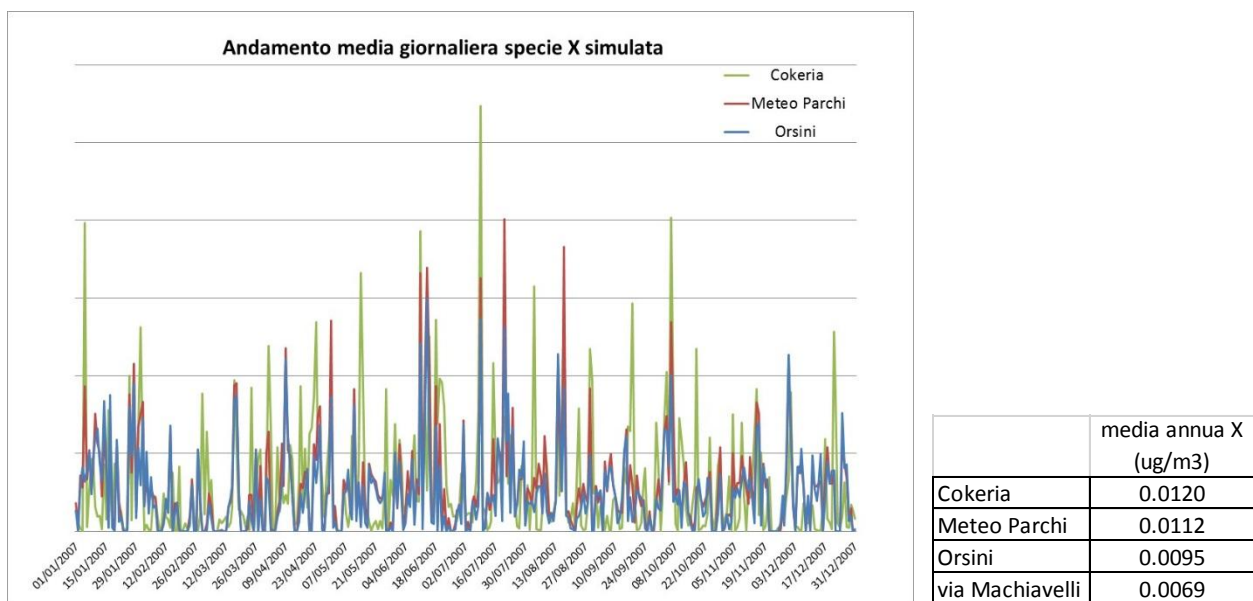


Figura 5: media giornaliera della specie X estratta nei tre punti di misura e valori medi annui



Centro Regionale Aria

Tali risultati permettono di supportare l'ipotesi che la sorgente emissiva responsabile delle elevate concentrazioni di IPA tot, misurate presso la postazione di monitoraggio sita in via Orsini, ed in media superiori a quelle misurate presso la postazione di monitoraggio sita presso la stessa cokeria, siano le emissioni dovute al traffico locale.

5. ATTIVITÀ DI VERIFICA IN CAMPO NELL'AREA DI VIA ORSINI

Redattori: Dott. Gianluigi de Gennaro, Dott.ssa Alessia Di Gilio, Dott.ssa Livia Trizio, Dott. Gaetano Saracino

Al fine di confermare quanto esposto nei paragrafi precedenti a riguardo delle concentrazioni di IPA totali registrate dalla centralina di monitoraggio denominata *Orsini*, è stata sperimentata su campo una soluzione diagnostica innovativa per il controllo delle emissioni diffuse. In particolare, è stata condotta una campagna ‘mobile’ di misura di IPA totali negli archi stradali di via Orsini e via Lisippo utilizzando un analizzatore EcoCHEM PAS 2000.

Il disegno sperimentale di monitoraggio ha previsto che le concentrazioni di IPA totali fossero monitorate in continuo lungo il percorso riportato in figura 1 ed in condizioni anemometriche tali per cui il rione Tamburi risultasse sopravento all’area industriale. Lo scopo era di minimizzare il contributo dell’ILVA sulle concentrazioni di IPA totali registrate dalla centralina di via Orsini e di confermare che tale centralina fosse rappresentativa di un sito hot spot di traffico piuttosto che dell’impatto industriale sul rione Tamburi.

Nello specifico, sono stati raccolti dati di concentrazione di IPA totali lungo tutto il percorso, sostando per circa cinque minuti in corrispondenza dei 16 incroci riportati in figura 1.

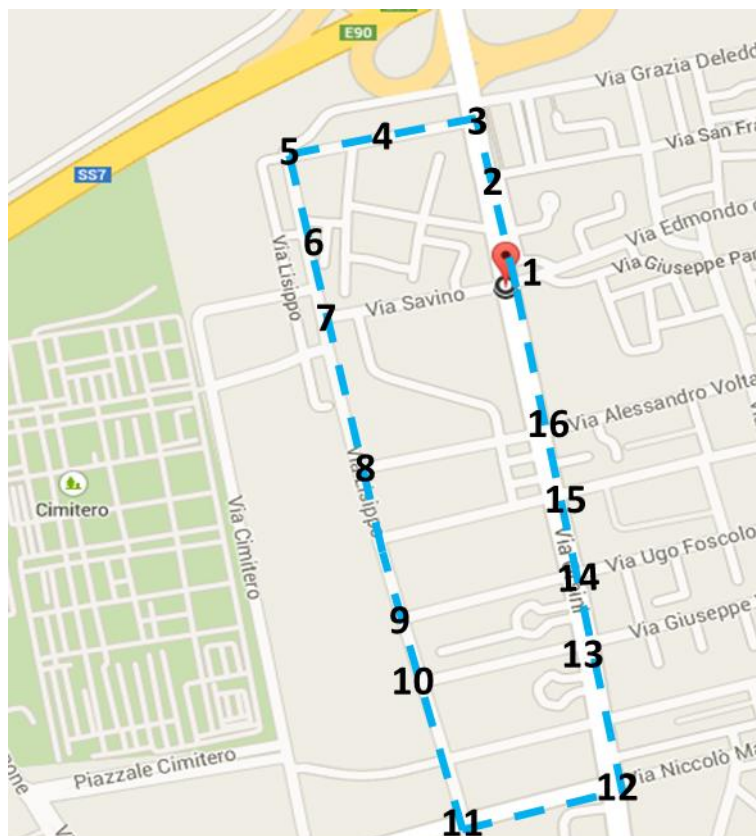
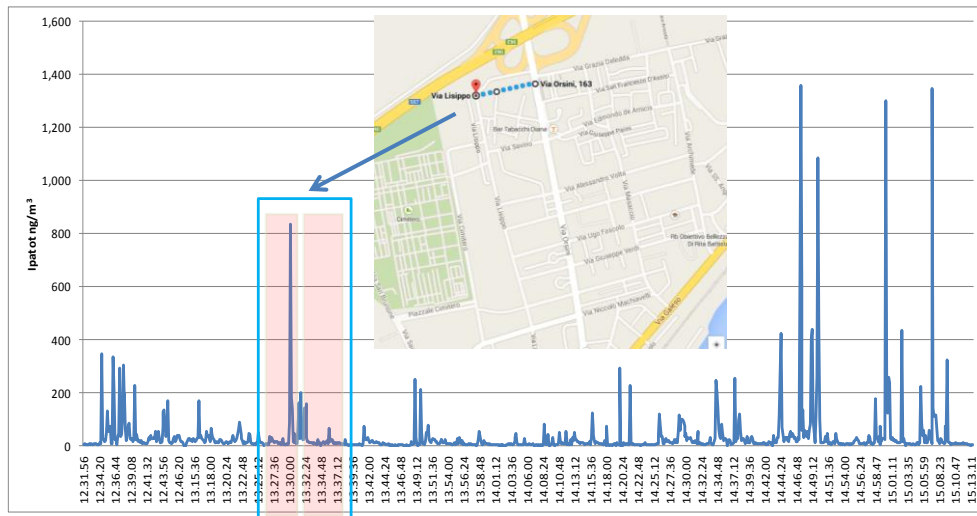
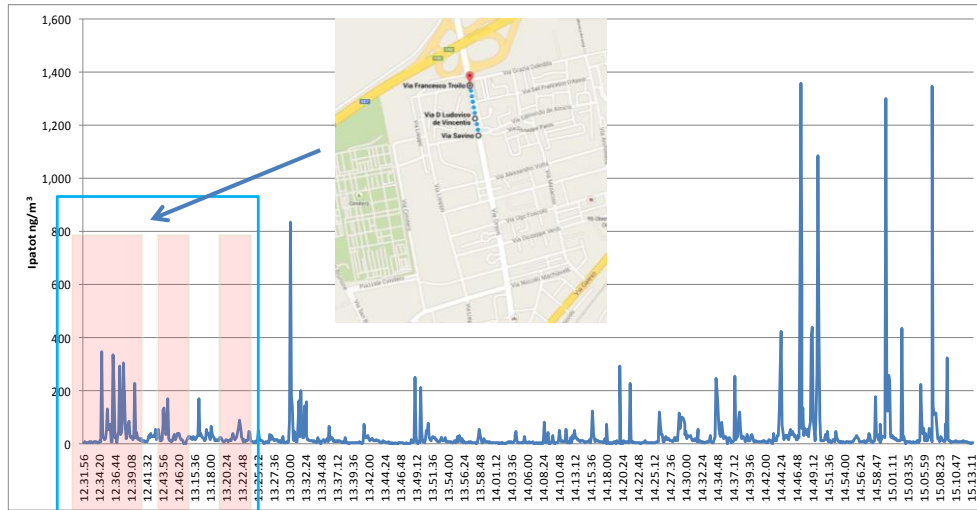


Fig. 1: Percorso di monitoraggio

Nei grafici seguenti sono mostrati gli andamenti delle concentrazioni degli IPA totali lungo il percorso, con evidenziate le soste nei diversi tratti stradali.



Centro Regionale Aria



Fig. 2: Andamento delle concentrazioni di IPA totali

Centro Regionale Aria

Le concentrazioni medie di IPA totali nei punti di sosta del percorso sono di seguito mostrate in forma tabellare e grafica.

SITO	IPA TOTALI (ng/m ³)
ORSINI CENTRALINA	53
ORSINI ANGOLO DE VINCENTIS	38
ORSINI ANGOLO VIA TROILO	23
VIA TROILO	44
VIA TROILO ANGOLO VIA LISIPPO	25
VIA LISIPPO INCROCIO VIA de VINCENTIS	12
VIA LISIPPO INCROCIO VIA SAVINO	3
VIA LISIPPO ANGOLO VIA A. VOLTA	8
VIA LISIPPO ANGOLO VIA FOSCOLO	9
VIA LISIPPO ANGOLO VIA VERDI	19
VIA LISIPPO ANGOLO VIA MACHIAVELLI	21
VIA MACHIAVELLI ANGOLO ORSINI	27
VIA ORSINI ANGOLO VIA VERDI	28
VIA ORSINI ANGOLO VIA FOSCOLO	119
VIA ORSINI ANGOLO VIA BUONARROTI	91
VIA ORSINI ANGOLO VIA VOLTA	65
ORSINI CENTRALINA	70

Tab. 1: Concentrazioni medie di IPA totali in ciascun punto di sosta

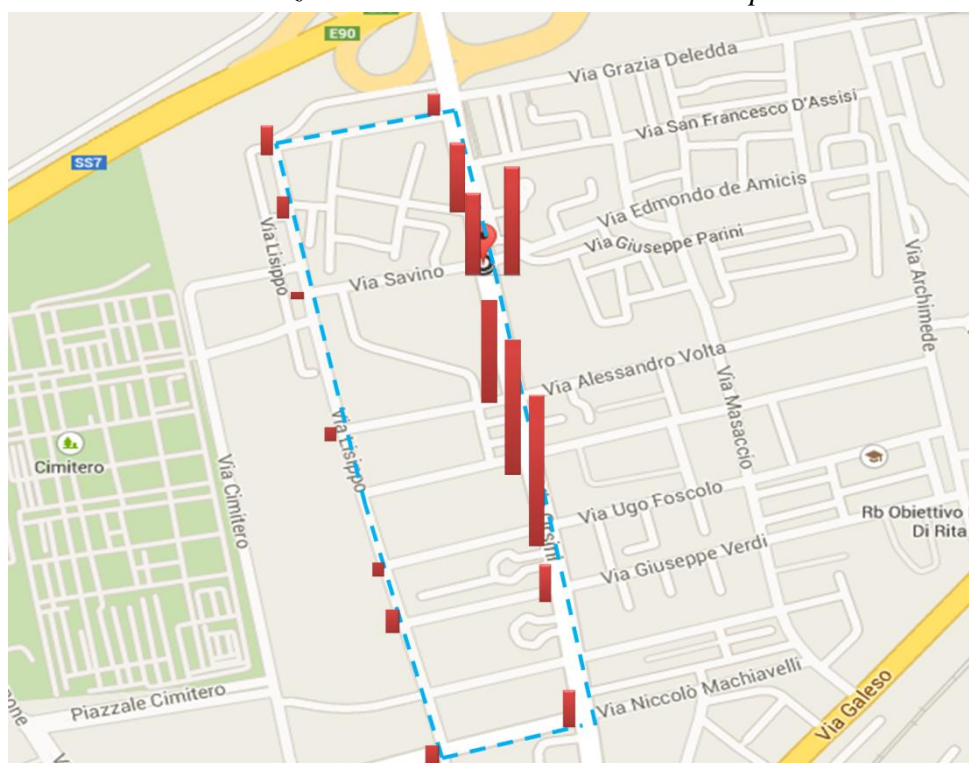


Fig. 3: Concentrazioni medie di IPA totali in ciascun punto di sosta



Centro Regionale Aria

Dall'analisi dei risultati della campagna emerge che le medie delle concentrazioni di IPA totali rilevate nell'arco stradale di Via Orsini sono circa 4 volte maggiori rispetto a quelle determinate in Via Lisippo e che le concentrazioni più elevate di IPA totali si registrano in corrispondenza dei maggiori flussi di traffico (Fig.3). Considerato che i due archi stradali risentono in maniera paragonabile dell'influenza delle emissioni industriali, le più alte concentrazioni di IPA totali misurate lungo tutto l'arco stradale di via Orsini sono da attribuire alle emissioni del traffico veicolare. Tale ipotesi è avvalorata anche dalla mancata correlazione tra le concentrazioni di IPA totali misurate lungo entrambi gli archi stradali e la distanza dal polo industriale dell'ILVA.



Centro Regionale Aria

6. CONCLUSIONI

Dai risultati delle elaborazioni, delle rilevazioni e degli approfondimenti tecnico-strumentali riportati in precedenza emerge quanto segue.

- Nell'anno 2014, le concentrazioni di inquinanti più elevate (H_2S , PM_{10} , $PM_{2,5}$, benzene), rilevate con la rete di qualità dell'aria di Ilva, sono state registrate nel sito *Cokeria*. L'eccezione è costituita dal black carbon e dagli IPA totali, che nel sito *Tamburi* (Via Orsini) mostrano valori di concentrazione maggiori rispetto a quelli rilevati nel sito *Cokeria*.
- Per gli altri inquinanti rilevati il sito *Cokeria* mostra, in generale, concentrazioni più elevate con medie annuali superiori a quelle di tutti gli altri siti, all'interno o all'esterno dello stabilimento ILVA.
- I dati di IPA totali rilevati dal monitor Ecochem Pas 2000 della rete di monitoraggio della qualità dell'aria ILVA, per quanto riguarda la stazione *Cokeria*, risentono essenzialmente delle emissioni dell'impianto, con una spiccata direzionalità di provenienza. Ciò è confermato dalla modellistica di ricaduta delle emissioni, che mostra un decremento delle concentrazioni medie al progressivo allontanamento dalla sorgente (l'impianto cokeria).
- Misure di IPA totali effettuate in loco in giorni in cui il vento proviene da settori opposti rispetto all'area industriale evidenziano come il sito di monitoraggio *Tamburi* (Via Orsini) si configuri essenzialmente come uno "hot spot" da traffico, a differenza delle vie limitrofe, quali via Lisippo. In ogni caso, non si rileva una significativa correlazione fra i dati di IPA totali rilevati presso le due stazioni *Cokeria* e *Tamburi*.
- Il confronto dei dati raccolti nei siti di monitoraggio di *Tamburi* (Via Orsini), *Machiavelli*, *Alto Adige* e *Cokeria* mostra che non è possibile determinare una relazione funzionale fra le misure di IPA totali rilevati mediante il monitor Ecochem Pas 2000 e le concentrazioni degli 8 IPA¹³ misurati tramite analisi gas-cromatografica dell'estratto del campione di particolato raccolto su membrana. L'assenza di tale relazione è da attribuirsi al differente principio di misura, ai diversi tempi e modalità di campionamento oltre che al diverso numero di congeneri rivelati dalle due metodologie di misura.

¹³ Benzo(a)antracene, crisene, benzo(b+j)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(a)pirene, indeno(1,2,3-cd)pirene, benzo(ghi)perilene, dibenzo(ah)antracene.



Centro Regionale Aria

Le evidenze emerse permettono di ribadire, in definitiva, che le concentrazioni di IPA totali rilevate dagli apparecchi Ecochem Pas 2000 abbiano un significato puramente indicativo e possano essere utilizzate esclusivamente per verificare gli andamenti temporali, con elevata definizione, delle concentrazioni di IPA totali, mentre non appaiono confrontabili con i risultati dei metodi analitici “ufficiali”¹⁴, né fra i vari siti interni ed esterni allo stabilimento siderurgico.

Il Dirigente Responsabile
Centro Regionale Aria
(Dott. Roberto Giua)

¹⁴ Ovvero quelli previsti dal D.Lgs 155/2010.