

## **Laboratorio Mobile**

### **Campagne di monitoraggio della qualità dell'aria**



### **Bagno di Romagna - SR 71 2015 - 2017**

#### **Servizio Sistemi Ambientali**

**Responsabile: Carla Nizzoli**

**Gruppo di lavoro: Paolo Veronesi, Cristina Mariotti, Maria Cristina Verna, Paolo Vittori.**

## Indice generale

<b>1 Premessa.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Riferimenti normativi.....</b>	<b>5</b>
<b>3 Risultati delle campagne di monitoraggio – misure in continuo.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Materiale Particolato (PM<sub>10</sub>).....</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Materiale Particolato (PM<sub>2,5</sub>).....</b>	<b>9</b>
<b>3.3 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>).....</b>	<b>12</b>
<b>3.4 Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).....</b>	<b>18</b>
<b>3.5 Monossido di carbonio (CO).....</b>	<b>20</b>
<b>3.6 Ozono (O<sub>3</sub>).....</b>	<b>22</b>
<b>4 Risultati delle campagne di monitoraggio – misure in discontinuo.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Metalli pesanti : Arsenico (As), Piombo (Pb), Cadmio (Cd), Nichel (Ni).....</b>	<b>24</b>
<b>4.2 Microinquinanti organici.....</b>	<b>26</b>
<b>5 Conclusioni.....</b>	<b>30</b>

## 1 Premessa

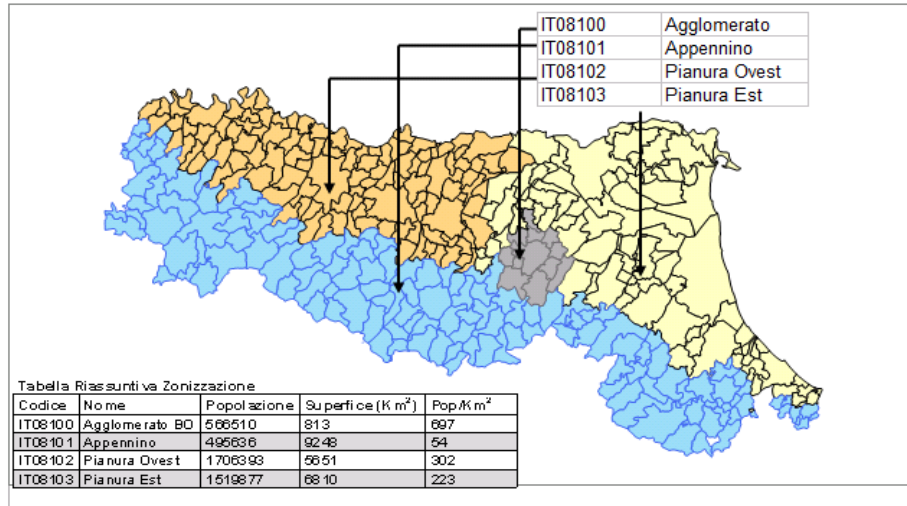
La presente relazione riguarda le campagne di monitoraggio della qualità dell'aria svolte con il Laboratorio Mobile, su richiesta dell'amministrazione comunale, per verificare i livelli di inquinanti prima e dopo la installazione di una centrale a biomassa sita in adiacenza alla piscina comunale, lungo la strada regionale Umbro-Casentinese SR 71.

Nell'ambito dell'ammodernamento dell'impianto di teleriscaldamento di Bagno di Romagna si è reso necessario integrare l'energia geotermica utilizzata con fonti rinnovabili: la centrale in esame è dotata di due caldaie a cippato di legno vergine, ciascuna di potenzialità pari a 490 kW.

Sono state pertanto pianificate tre campagne di monitoraggio in prossimità dell'impianto: una invernale, ante-operam, e due post operam rispettivamente nella stagione estiva ed invernale.



Gli esiti dei monitoraggi sono stati confrontati sia tra di loro sia con la stazione di fondo remoto della RRQA denominata "Savignano di Rigo" situata, analogamente al territorio del comune di Bagno di Romagna, nella zona "Appennino", evidenziata in azzurro nella immagine che segue.



A tale proposito, si rammenta che, in attuazione della norma quadro in materia di qualità dell'aria (DLgs. n. 155/2010), la regione Emilia-Romagna, con DGR 2001/2011, ha approvato l'attuale zonizzazione suddividendo il territorio in aree omogenee sulla base degli elementi del contesto territoriale e socio-economico. Relativamente alla Provincia di Forlì-Cesena, il territorio risulta suddiviso in due aree denominate "Pianura Est" e "Appennino".

Il programma di valutazione della qualità dell'aria si avvale di un complesso di strumenti costituito dalla modellistica previsionale e di analisi dei dati, dall'inventario delle emissioni e dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria (RRQA); quest'ultima, a seguito della DGR 2001/2011, è stata riconfigurata applicando i criteri di omogeneità ed economicità previsti dalla normativa nazionale, onde evitare la proliferazione di stazioni e contenere i costi del monitoraggio.

Sul territorio provinciale sono pertanto presenti cinque stazioni fisse di monitoraggio, ciascuna rappresentativa di un diverso tipo di esposizione in funzione delle fonti di inquinamento atmosferico presenti.

Nella tabella che segue sono riportate le stazioni a livello provinciale e la loro dotazione strumentale insieme a quella presente sul laboratorio Mobile.

**Tabella 1 – Stazioni ed analizzatori**

Zona	Stazione			Inquinanti monitorati					
	Tipologia	Nome stazione	Comune	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	NO <sub>2</sub>	BTX	O <sub>3</sub>	CO
Pianura Est	traffico	Viale Roma	Forlì	●	■	●	●	■	●
	fondo urbano	Parco Resistenza	Forlì	●	●	●	■	●	■
	fondo residenziale	Franchini-Angeloni	Cesena	●	■	●	■	■	■
	fondo suburbano	Savignano	Savignano sul Rubicone	●	●	●	■	●	■
Appennino	fondo remoto	Savignano di Rigo	Sogliano al Rubicone	●	■	●	■	●	■
Laboratorio Mobile				●	●	●	●	●	●

## 2 Riferimenti normativi

La norma quadro in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente è rappresentata dal Decreto Legislativo n°155 del 13 agosto 2010 "Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" e successive modifiche ed integrazioni.

Il Decreto qui richiamato, entrato in vigore il 30/09/2010, recepisce la direttiva 2008/50/CE e sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE; i precedenti riferimenti normativi risultano abrogati a partire dalla data di entrata in vigore del Decreto.

### **3 Risultati delle campagne di monitoraggio – misure in continuo**

Nei paragrafi che seguono sono riportati, suddivisi per tipologia di inquinante, gli indici statistici elaborati sui dati validi registrati durante la campagna; seguono i superamenti nel periodo ed infine i grafici degli andamenti delle concentrazioni. Sono inoltre riportati per il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) gli andamenti delle concentrazioni medie orarie del giorno tipo, con elaborazioni distinte per giorno della settimana.

I periodi su cui sono mediate le concentrazioni sono in relazione ai limiti normativi; nel caso del particolato PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> le concentrazioni sono espresse come medie giornaliere, per il biossido di azoto come media oraria, per il monossido di carbonio come media sulle otto ore, per l'ozono come media oraria e media sulle otto ore. Relativamente al benzene, il cui limite è riferito alla media annua, le concentrazioni sono riportate come medie giornaliere.

Si sottolinea che la valutazione dei superamenti registrati in campagna è da considerarsi indicativa in quanto le misure si riferiscono ad un periodo di molto inferiore a quello annuale previsto dalla normativa.

Accanto ai valori registrati sono presentati gli analoghi relativi alla stazione della RRQA di fondo remoto "Savignano di Rigo" situata in un'area lontana da impatti antropici.

#### **3.1 Materiale Particolato (PM<sub>10</sub>)**

Il termine PM<sub>10</sub> identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale ai 10 µm e rappresenta la frazione inalabile del particolato. Una parte delle PM<sub>10</sub> (particolato primario) viene immessa direttamente in atmosfera, è di origine antropica e deriva principalmente dalla combustione di prodotti fossili e biomasse; l'altra componente delle PM<sub>10</sub> (particolato secondario) rappresenta il prodotto di reazioni chimiche che coinvolgono altri inquinanti primari, sempre di origine antropica: traffico veicolare, agricoltura, industria e riscaldamento domestico.

Si riportano di seguito i dati registrati per ciascuna campagna insieme agli analoghi relativi alla stazione della RRQA presa a confronto.

**Tabella 2 – Indici statistici PM<sub>10</sub> (concentrazioni medie giornaliere µg/m<sup>3</sup>) e superamenti  
 Campagna invernale ante-operam**

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Savignano Di Rigo	97	< 5	52	11	9	25	30	42	1
Laboratorio Mobile	89	< 5	48	17	13	32	41	47	0

**Tabella 3 – Indici statistici PM<sub>10</sub> (concentrazioni medie giornaliere µg/m<sup>3</sup>) e superamenti  
 Campagna estiva post-operam**

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Savignano Di Rigo	92	5	29	14	13	23	25	28	0
Laboratorio Mobile	90	< 5	29	15	14	23	26	26	0

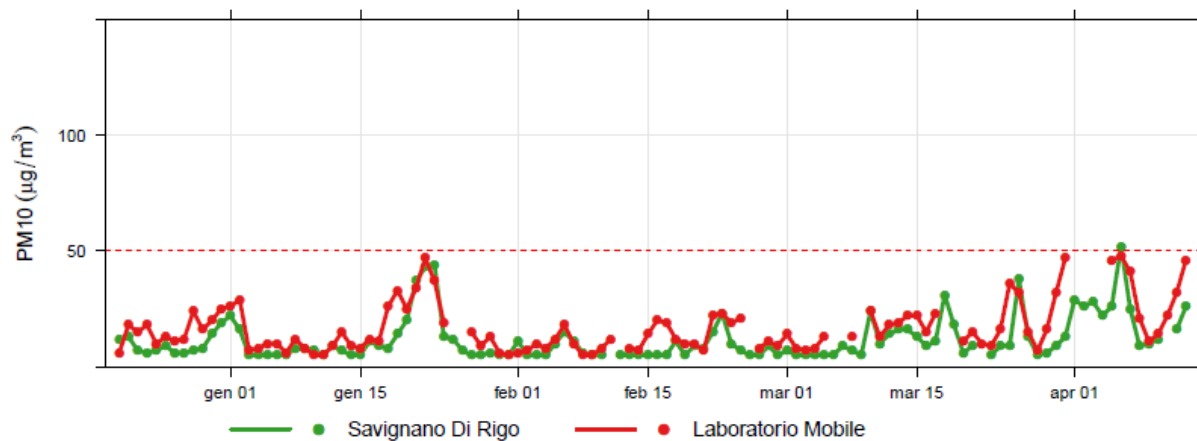
**Tabella 4 – Indici statistici PM<sub>10</sub> (concentrazioni medie giornaliere µg/m<sup>3</sup>) e superamenti  
 Campagna invernale post-operam**

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Savignano Di Rigo	98	< 5	42	11	9	19	28	34	0
Laboratorio Mobile	94	< 5	45	18	15	34	36	45	0

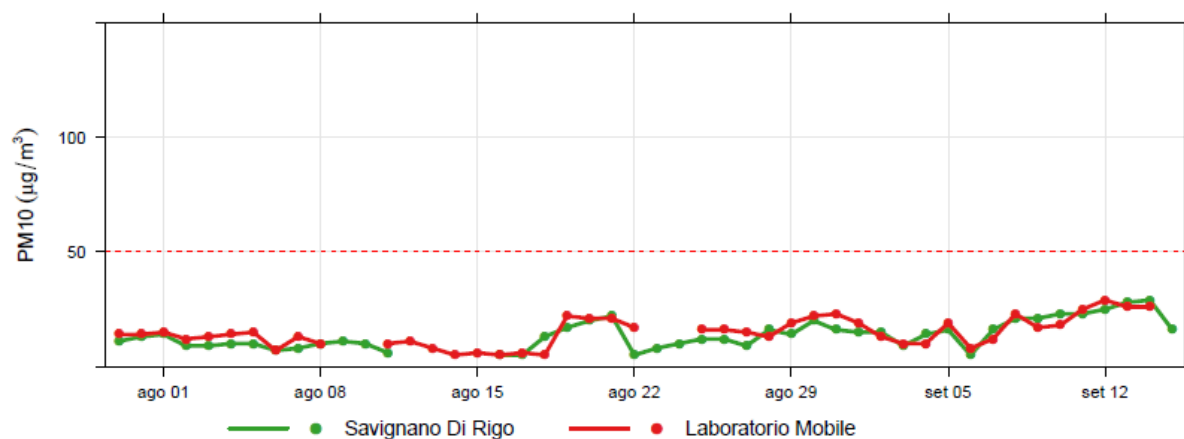
**Tabella 5 – Limiti normativi PM<sub>10</sub>**

DLgs n 155/2010	Limite
Numero di superamenti annuali del valore limite di 24h per la protezione della salute umana (50 µg/m <sup>3</sup> )	35
Concentrazione media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>

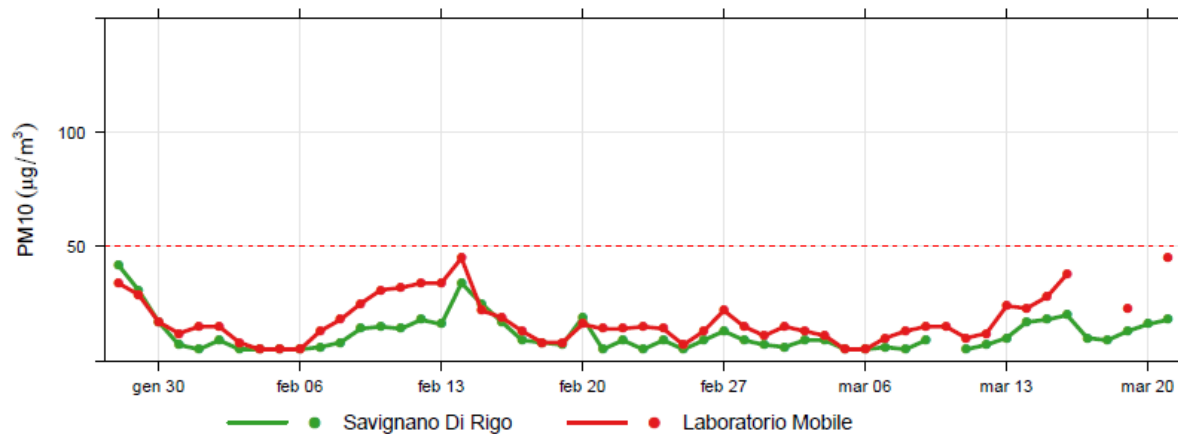
**Grafico 1 – Medie giornaliere di PM<sub>10</sub> - campagna invernale ante-operam**



**Grafico 2 – Medie giornaliere di PM<sub>10</sub> - campagna estiva post-operam**



**Grafico 3 – Medie giornaliere di PM<sub>10</sub> - campagna invernale post-operam**





I livelli di concentrazione di particolato PM<sub>10</sub> sono risultati essere molto contenuti in tutte le campagne, confrontabili con quelli registrati presso la stazione di fondo remoto; nei periodi considerati non si sono registrati superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana (50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte in un anno).

Il confronto fra i valori misurati nella stagione invernale, prima e dopo l'attivazione della centrale, non evidenzia variazioni significative.

A titolo puramente informativo, si riportano le medie ed il numero di superamenti registrati presso le stazioni della RRQA situate nella zona "Pianura est" negli stessi periodi. Diversamente da quanto visto precedentemente, in entrambi i periodi invernali si evidenziano diverse criticità nell'area di pianura, maggiormente nel periodo invernale 2017.

**Tabella 6 – Valori medi del periodo e superamenti PM<sub>10</sub> presso le stazioni della RRQA del territorio di competenza provinciale "Pianura est"**

Concentrazione (µg/m <sup>3</sup> )	Stazione da traffico "Roma" a Forlì	Stazione di fondo urbano "Parco Resistenza" a Forlì	Stazione di fondo urbano "Franchini-Angeloni" a Cesena	Stazione di fondo suburbano "Savignano" a Savignano s. R.
<b>dal 20/12/2015 al 13/04/2016</b>				
<b>media</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>27</b>	<b>31</b>
<b>n. superamenti</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>16</b>
<b>dal 30/07 al 15/09/2016</b>				
<b>media</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
<b>n. superamenti</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>dal 25/01 al 21/03/2017</b>				
<b>media</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>41</b>
<b>n. superamenti</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>16</b>

### 3.2 Materiale Particolato (PM<sub>2,5</sub>)

Il termine PM<sub>2,5</sub> identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale ai 2.5 µm, rappresenta la frazione respirabile ad alto rischio, in grado di penetrare in profondità nei polmoni ed entrare anche nel flusso sanguigno; esse sono di natura sia solida che liquida. Analogamente al

PM<sub>10</sub> possono essere sia di origine primaria sia, la maggior parte, di origine secondaria.

La stazione di fondo remoto non è dotata di analizzatore di PM<sub>2,5</sub>, pertanto i dati che seguono riguardano unicamente le campagne effettuate con il Laboratorio Mobile.

In occasione della campagna estiva, l'analizzatore ha presentato numerosi problemi tecnici che hanno determinato un rendimento altamente insufficiente, pertanto non sono presentati né indici statistici, né il grafico relativo in quanto non significativi; si fa presente tuttavia che le concentrazioni maggiori per il particolato fine si rilevano nel periodo invernale, a causa delle condizioni meteo sfavorevoli che non consentono il rimescolamento dell'aria e la dispersione degli inquinanti.

Nel corso della campagna invernale 2017 l'analizzatore ha fornito dati validi solo a partire dal 26 febbraio.

**Tabella 7 – Indici statistici PM<sub>2,5</sub> (medie giornaliere µg/m<sup>3</sup>)  
Campagna invernale ante-operam**

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %
Laboratorio Mobile	92	< 5	38	10	8	19	22	28

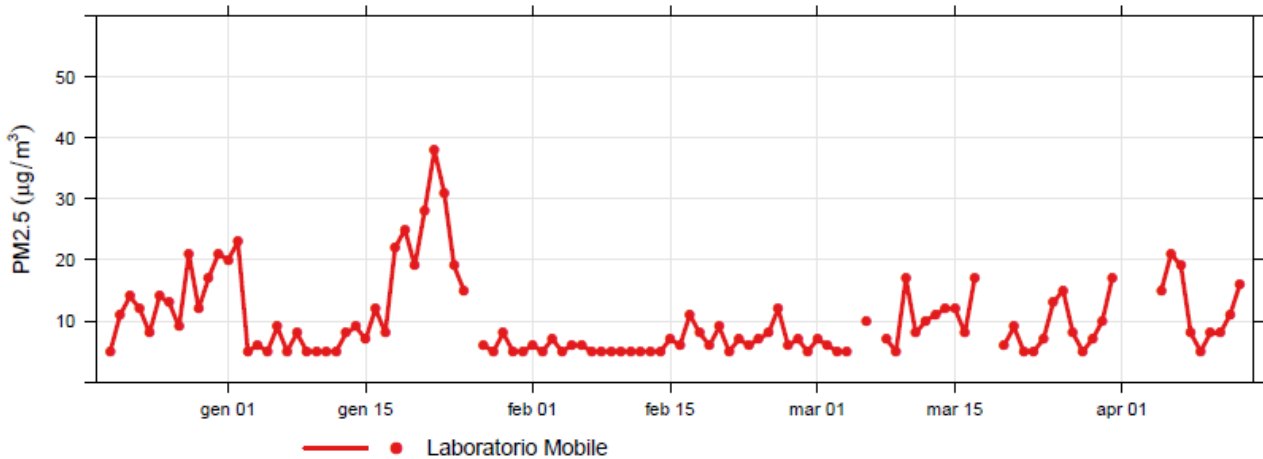
**Tabella 8 – Indici statistici PM<sub>2,5</sub> (medie giornaliere µg/m<sup>3</sup>)  
Campagna invernale post-operam (26/2/17-21/3/17)**

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %
Laboratorio Mobile	92	< 5	24	11	12	19	20	22

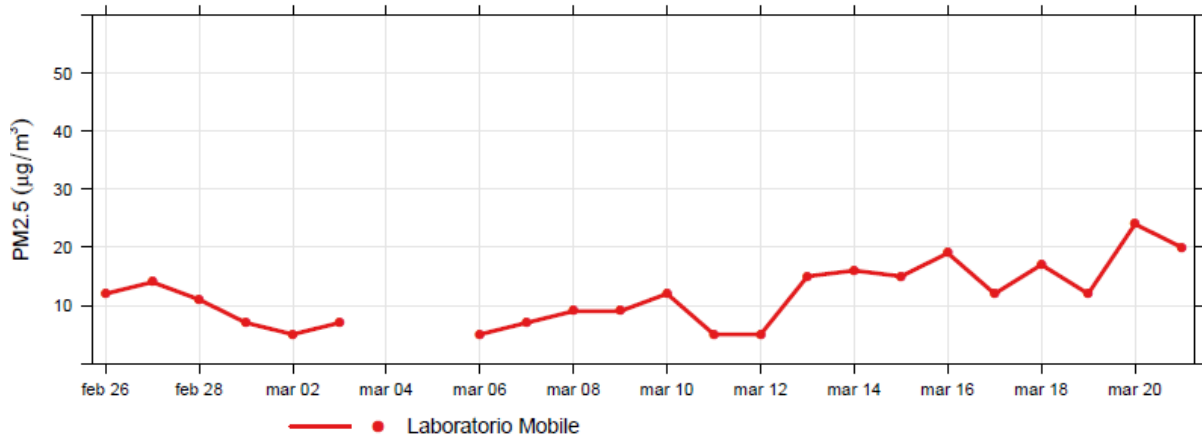
**Tabella 9 – Limiti normativi PM<sub>2,5</sub>**

DLgs n 155/2010	Limite
Concentrazione media annuale	25 µg/m <sup>3</sup>

**Grafico 4 – Medie giornaliere di PM<sub>2,5</sub> - campagna invernale ante-operam**



**Grafico 5 – Medie giornaliere di PM<sub>2,5</sub> campagna invernale post-operam (26/2/17-21/3/17)**



Il confronto tra gli indici statistici elaborati per le due campagne invernali non evidenzia anche in questo caso differenze significative fra i livelli di PM<sub>2,5</sub> misurati prima e dopo l'attivazione dell'impianto. Nell'area di pianura le medie del periodo sono risultate essere nettamente superiori rispetto a quelle sopra riportate; anche in questo caso i valori più alti si sono verificati nella campagna invernale 2017.

**Tabella 10 – Valori medi del periodo PM<sub>2,5</sub> presso le stazioni della RRQA del territorio di competenza provinciale “Pianura est”**

Concentrazione (µg/m <sup>3</sup> )	Stazione di fondo urbano “Parco Resistenza” a Forlì	Stazione di fondo suburbano “Savignano” a Savignano s. R.
dal 20/12/2015 al 13/04/2016		
media	20	23
dal 25/01 al 21/03/2017		
media	31	31

### 3.3 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Il biossido di azoto è un gas reattivo, di colore bruno e di odore acre e pungente; l'esposizione a breve termine può causare diminuzione della funzionalità polmonare, specie nei gruppi più sensibili della popolazione, mentre l'esposizione a lungo termine può causare effetti più gravi come un aumento della suscettibilità alle infezioni respiratorie. Esso determina effetti negativi sugli ecosistemi contribuendo all'acidificazione e all'eutrofizzazione ed è precursore, tra l'altro, del particolato secondario di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>.

Le maggiori sorgenti di NO<sub>2</sub> sono i processi di combustione, come quelli che avvengono, ad esempio, nei motori degli autoveicoli e negli impianti di riscaldamento.

Nella prima parte della campagna estiva, l'analizzatore di biossido di azoto ha presentato problemi tecnici e sono stati pertanto considerati i dati disponibili che riguardano il periodo 5/08 – 1/09.

**Tabella 11 – Indici statistici NO<sub>2</sub> (medie orarie µg/m<sup>3</sup>) e superamenti  
Campagna invernale ante-operam**

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Savignano Di Rigo	80	< 12	30	< 12	< 12	< 12	< 12	13	0
Laboratorio Mobile	85	< 12	141	15	12	30	36	41	0

**Tabella 12 – Indici statistici NO<sub>2</sub> (medie orarie µg/m<sup>3</sup>) e superamenti  
 Campagna estiva post-operam (5/08/17 – 1/09/17)**

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Savignano Di Rigo	79	< 12	< 12	< 12	< 12	< 12	< 12	< 12	0
Laboratorio Mobile	100	< 12	64	< 12	< 12	20	24	31	0

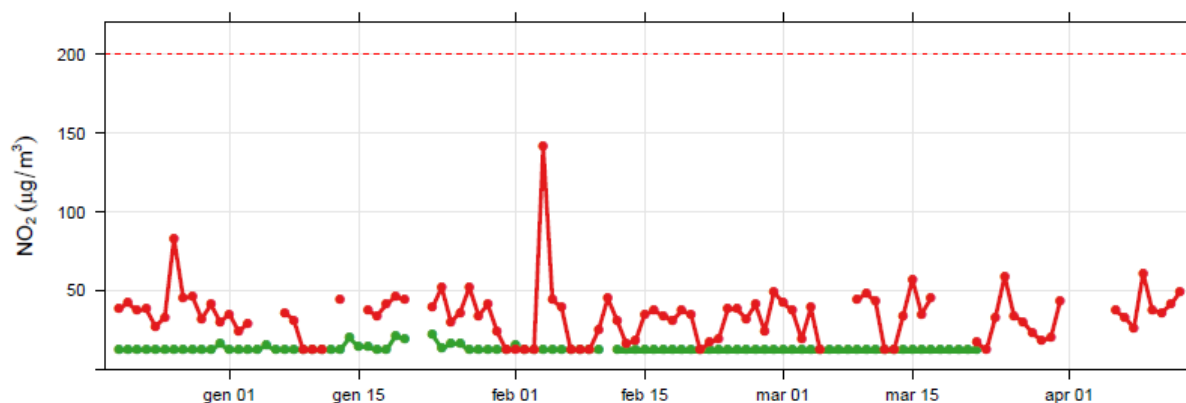
**Tabella 13 – Indici statistici NO<sub>2</sub> (medie orarie µg/m<sup>3</sup>) e superamenti  
 Campagna invernale post-operam**

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Savignano Di Rigo	93	< 12	14	< 12	< 12	< 12	< 12	< 12	0
Laboratorio Mobile	100	< 12	52	< 12	< 12	26	33	38	0

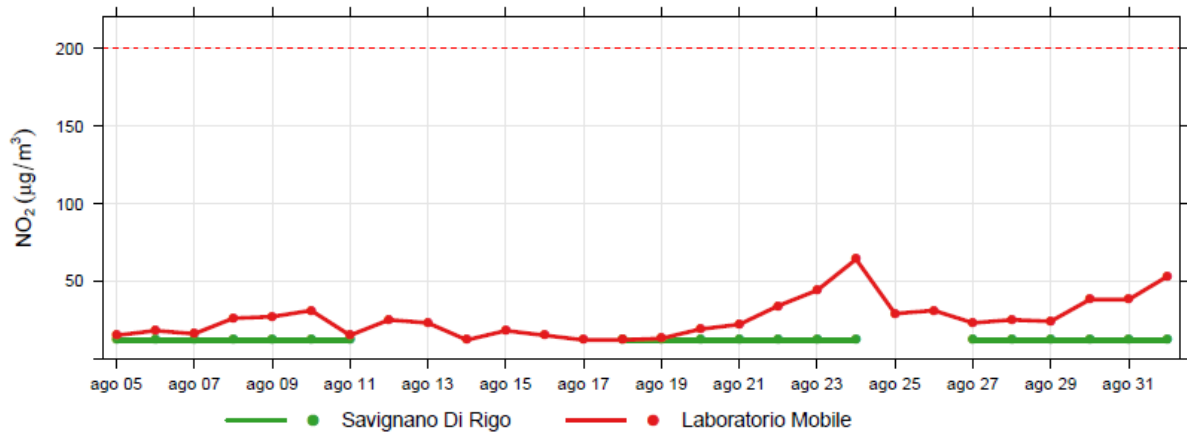
**Tabella 14 – Limiti normativi NO<sub>2</sub>**

DLgs n 155/2010	Limite
Numero di superamenti della soglia di allarme	400 µg/m <sup>3</sup> (su tre ore consecutive)
Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana	200 µg/m <sup>3</sup> (non più di 18 volte per anno)
Concentrazione media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>

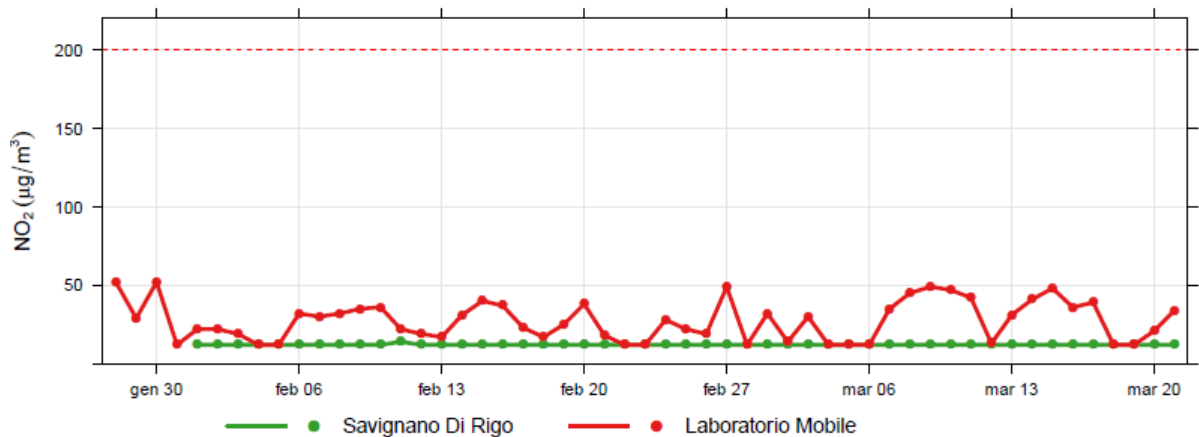
**Grafico 6 – Medie orarie massime giornaliere di NO<sub>2</sub>  
 campagna invernale ante-operam**



**Grafico 7 – Medie giornaliere di NO<sub>2</sub>  
 campagna estiva post-operam (5/08/17 – 1/09/17)**



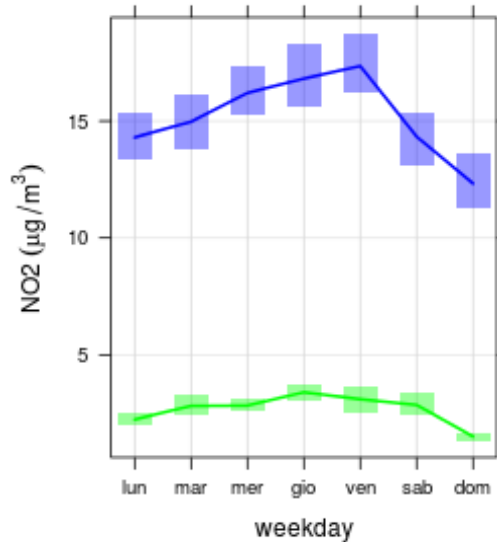
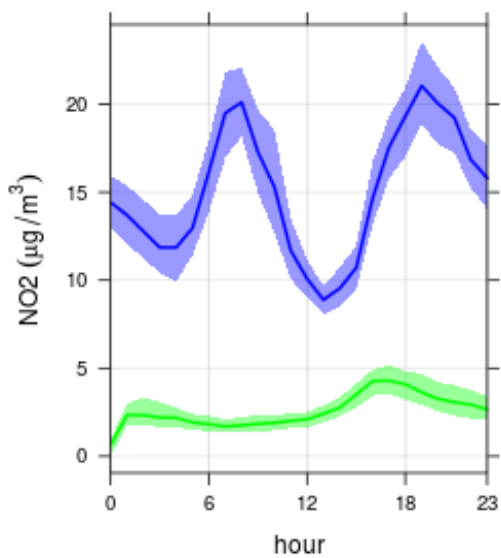
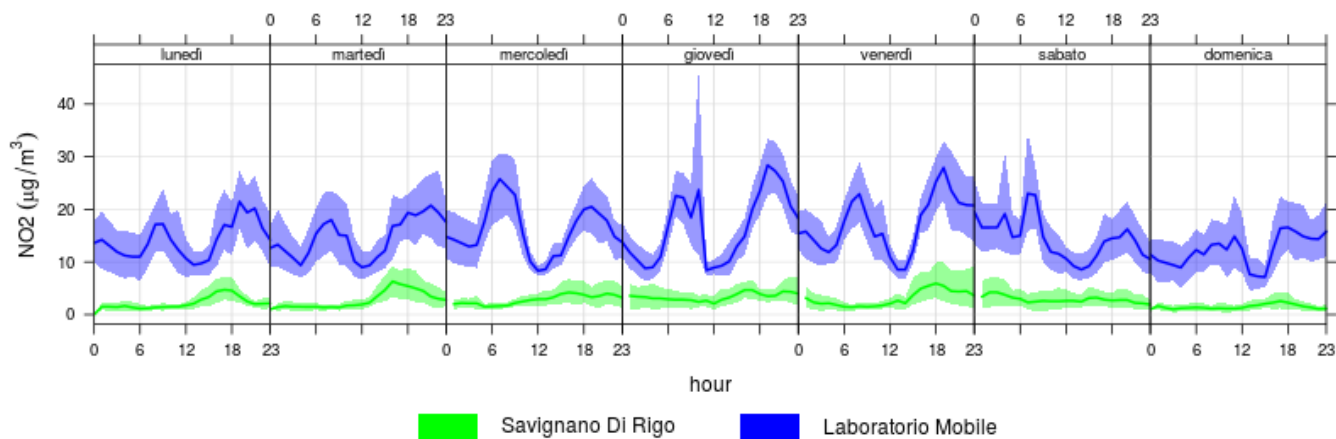
**Grafico 8 – Medie giornaliere di NO<sub>2</sub>  
 campagna invernale post-operam**



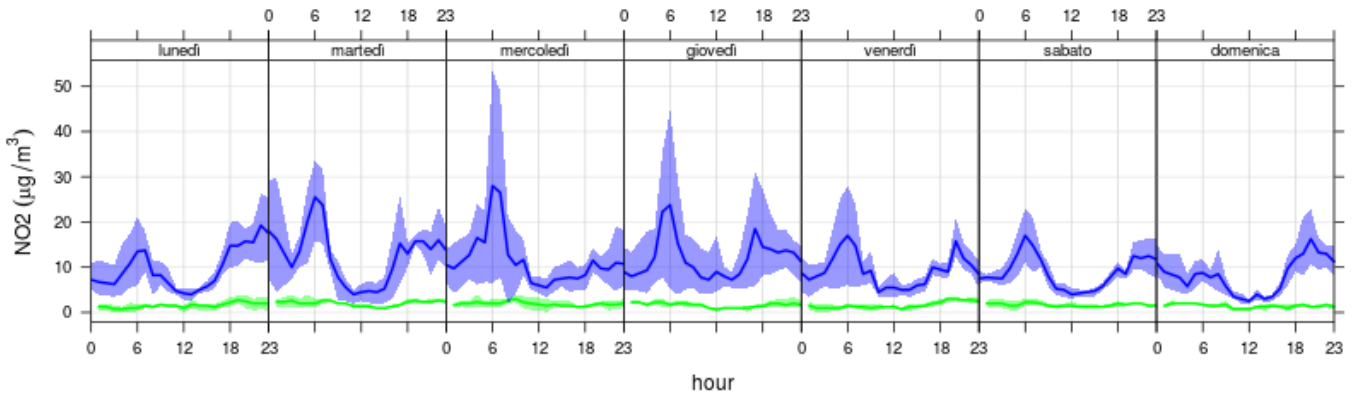
Si riportano di seguito gli andamenti del giorno tipo per i vari giorni della settimana; nei grafici sono rappresentate anche le fasce di variabilità dei dati orari elaborati.

Si fa presente che, in considerazione del fatto che le concentrazioni rilevate da sottoporre ad elaborazione sono risultate essere frequentemente al di sotto del limite di quantificazione (12µg/m<sup>3</sup>), si è reso necessario utilizzare tutti i dati a disposizione, anche quelli inferiori a 12 µg/m<sup>3</sup>, per poter individuare l'andamento tipo nel corso del giorno e della settimana. I grafici che seguono hanno pertanto un significato unicamente di tipo descrittivo.

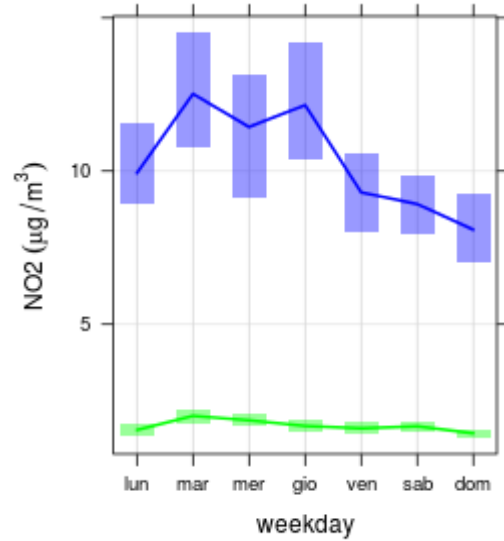
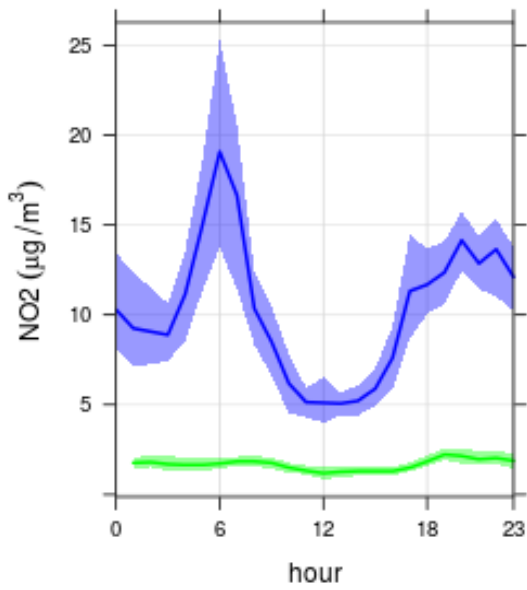
**Grafico 9 – “Giorno tipo” e “settimana tipo” NO<sub>2</sub>  
 Campagna invernale ante-operam**



**Grafico 10 – “Giorno tipo” e “settimana tipo” NO<sub>2</sub>  
 campagna estiva post-operam (5/08/17 – 1/09/17)**

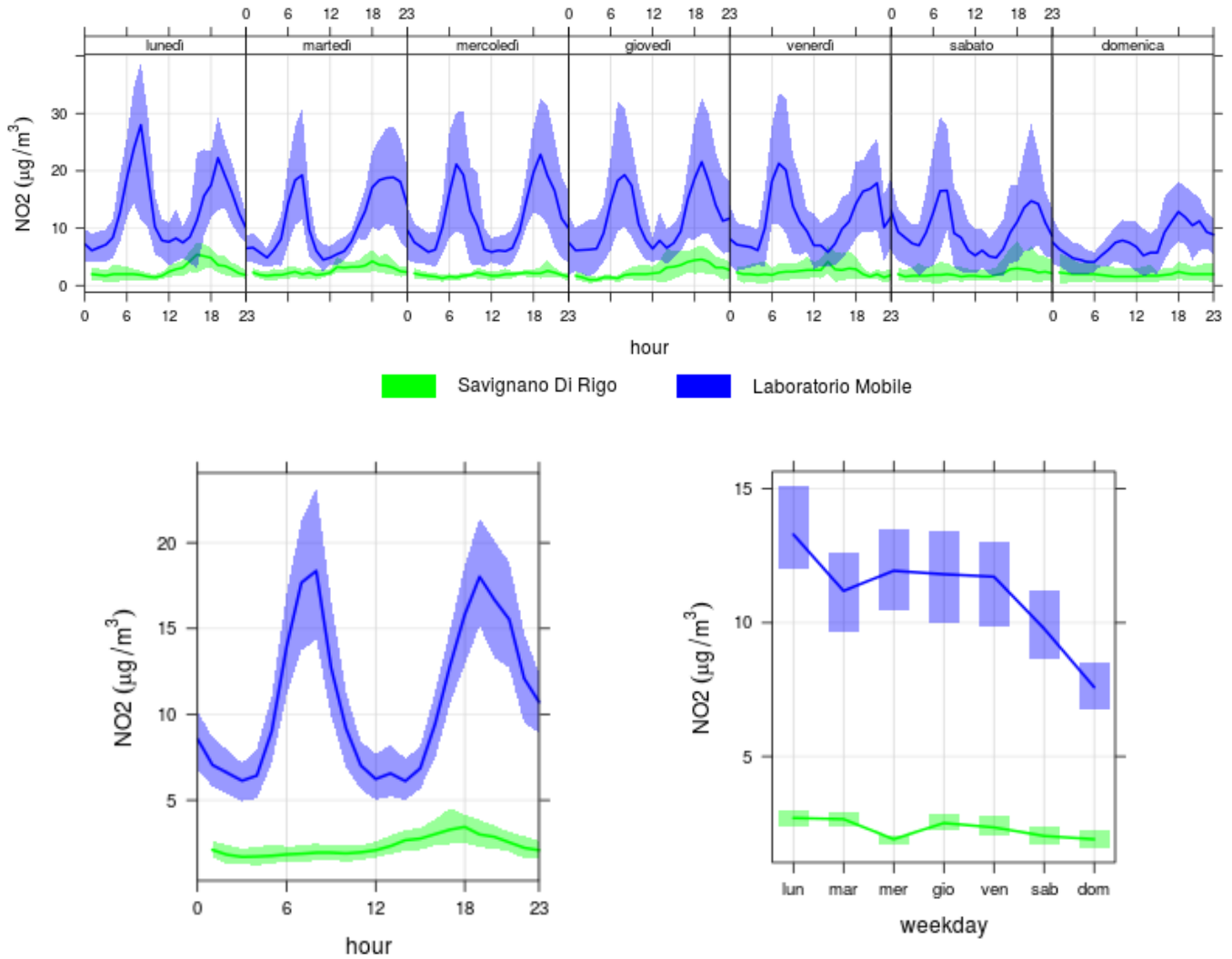


■ Savignano Di Rigo      ■ Laboratorio Mobile





**Grafico 11 – “Giorno tipo” e “settimana tipo” NO<sub>2</sub>  
 campagna invernale post-operam**



I valori medi di concentrazione nel periodo sono risultati essere spesso inferiori al limite di quantificazione (12 µg/m<sup>3</sup>), sia a Bagno di Romagna sia presso la stazione di fondo remoto.

Diversi invece risultano gli andamenti che, presso la postazione di monitoraggio, mostrano concentrazioni medie giornaliere ed orarie variabili, con valori più alti nei giorni feriali e nelle ore mattutine e serali, con un profilo tipico da traffico veicolare.

La centrale a cippato si trova infatti in prossimità della SR71, inoltre accanto è presente una palestra con annesso parcheggio.

In corrispondenza degli stessi periodi di monitoraggio effettuati con il Laboratorio Mobile, le stazioni fisse della rete presenti nell'area di pianura hanno evidenziato indici statistici molto più alti per quanto riguarda le concentrazioni misurate, in quanto maggiormente esposte al traffico veicolare; i profili del giorno tipo sono simili a quanto visto per gli andamenti registrati presso la centrale anche se, ovviamente, a livelli nettamente più alti.

**Tabella 15 – Valori medi del periodo NO<sub>2</sub> presso la rete fissa zona “Pianura est”**

Concentrazione (µg/m <sup>3</sup> )	Stazione da traffico “Roma” a Forlì	Stazione di fondo urbano “Parco Resistenza” a Forlì	Stazione di fondo urbano “Franchini-Angeloni” a Cesena	Stazione di fondo suburbano “Savignano” a Savignano s. R.
dal 20/12/2015 al 13/04/2016				
media	28	31	30	31
dal 30/07 al 15/09/2016				
media	23	<12	14	17
dal 25/01 al 21/03/2017				
media	37	28	26	26

### 3.4 Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Il benzene è una sostanza chimica liquida ed incolore dal caratteristico odore aromatico pungente. L’Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) classifica il benzene come sostanza cancerogena di classe I; il traffico veicolare costituisce una fonte emissiva importante.

Nelle prime due campagne di monitoraggio non è stato utilizzato tale analizzatore in quanto in riparazione presso la ditta che ne effettua la manutenzione; i dati che seguono riguardano unicamente i dati misurati dal Laboratorio Mobile; il benzene analogamente al monossido di carbonio, è misurato unicamente presso le stazioni da traffico.

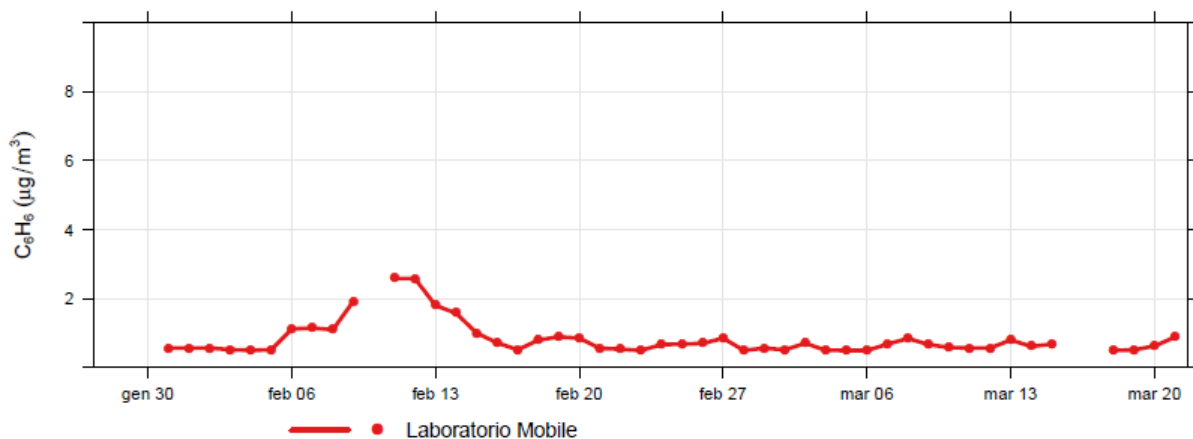
**Tabella 16 – Indici statistici C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (medie orarie µg/m<sup>3</sup>)  
 campagna invernale post-operam**

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Laboratorio Mobile	94	< 0.5	3.3	0.8	0.5	1.7	2.3	2.6	0

**Tabella 17 – Limiti normativi C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>**

DLgs n 155/2010	Limite
Valore medio annuale	5,0 µg/m <sup>3</sup>

**Grafico 12 – Medie giornaliere di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>  
 Campagna invernale post-operam**



I problemi strumentali verificatisi per l'analizzatore di benzene non consentono di fare un confronto fra le concentrazioni prima e dopo l'avvio della centrale, tuttavia le medie giornaliere registrate durante il monitoraggio 2017 sono risultate essere molto contenute ed ampiamente entro il limite per la media annua stabilito dalla normativa per la protezione della salute umana; nello stesso periodo la stazione da traffico, situata in Viale Roma a Forlì, ha presentato una concentrazione media del periodo pari a 1,8 µg/m<sup>3</sup>.

### 3.5 Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio è un gas incolore ed inodore; a bassissime dosi non è pericoloso mentre, quando raggiunge livelli di concentrazione nel sangue pari al 10-20%, compaiono i primi sintomi di intossicazione. Il CO è un prodotto derivante dalla combustione incompleta e la sua principale fonte di emissione è il traffico veicolare (circa l'80% a livello mondiale), in particolare quello legato ai veicoli a benzina. La sua emissione è connessa alle condizioni di funzionamento del motore; l'evoluzione delle tecnologie ed il rinnovo del parco auto negli anni hanno determinato una significativa riduzione delle emissioni di CO.

Di seguito sono riportati gli esiti delle due campagne di monitoraggio invernali, in quanto in occasione della stagione estiva l'analizzatore di CO ha presentato numerosi problemi tecnici ed il relativo rendimento è stato altamente insufficiente, invalidando pertanto la significatività dei dati; anche questo inquinante, come già visto per il benzene, è misurato unicamente presso la stazione da traffico.

**Tabella 18 – Indici statistici CO (concentrazioni medie su 8 ore mg/m<sup>3</sup>) e superamenti  
Campagna invernale ante-operam**

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Laboratorio Mobile	80	< 0.6	5.4	0.6	0.6	0.9	1	1.2	0

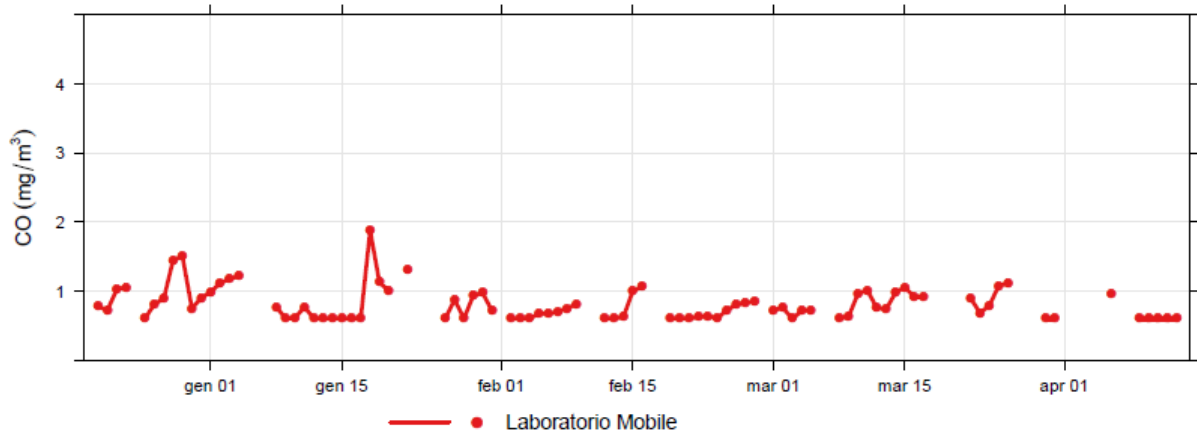
**Tabella 19 – Indici statistici CO (concentrazioni medie su 8 ore mg/m<sup>3</sup>) e superamenti  
Campagna invernale post-operam**

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	superamenti
Laboratorio Mobile	83	< 0.6	0.9	< 0.6	< 0.6	0.6	0.7	0.7	0

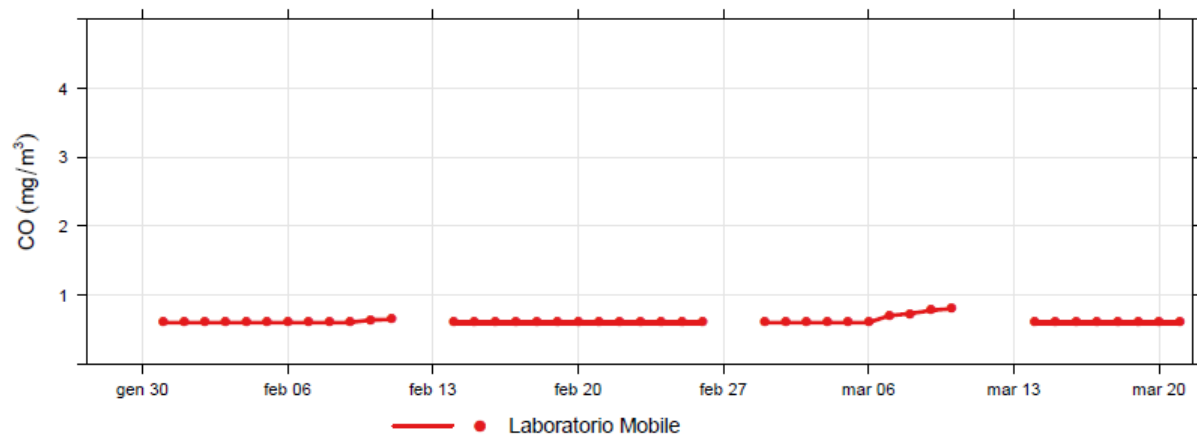
**Tabella 20 – Limiti normativi CO**

DLgs n 155/2010	Limite
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>

**Grafico 13 – Concentrazioni medie su 8 ore massime giornaliere di CO  
 campagna invernale ante-operam**



**Grafico 14 – Concentrazioni medie su 8 ore massime giornaliere di CO  
 campagna invernale post-operam**



L'esame delle concentrazioni misurate in entrambe le campagne evidenzia valori molto contenuti, spesso al di sotto del limite di quantificazione; non si riscontra nessuna evidenza di variazione a seguito dell'avvio della centrale. Nel corso della prima campagna di misure alcuni valori puntuali sono risultati superiori alla serie e potrebbero essere in relazione all'utilizzo del parcheggio adiacente.

### 3.6 Ozono (O<sub>3</sub>)

L'ozono è una forma altamente reattiva di ossigeno; esso è presente sia nella stratosfera, dove ci protegge dalle radiazioni ultraviolette, sia nello strato più basso dell'atmosfera (troposfera) dove, se presente a livelli superiori ai valori normativi, può essere dannoso sia per la salute umana che per l'ambiente.

L'ozono si forma a seguito di complesse reazioni chimiche radicaliche tra gas precursori presenti in atmosfera (ossidi di azoto, composti organici volatili COV, monossido di carbonio); tali reazioni chimiche sono catalizzate dalla radiazione solare, di conseguenza questo inquinante è tipico del periodo estivo.

In considerazione della scarsa significatività per il periodo, per quanto concerne le due campagne invernali si riportano unicamente gli indici e le statistiche relative alle concentrazioni medie orarie.

**Tabella 21 – Indici statistici O<sub>3</sub> (concentrazioni medie orarie µg/m<sup>3</sup>) e superamenti campagna invernale ante-operam**

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	sup. (ore)	180	sup. (giorni)	120
Savignano Di Rigo	97	< 10	101	64	66	80	84	90	0		0	
Laboratorio Mobile	87	< 10	92	37	41	61	68	78	0		0	

**Tabella 22 – Indici statistici O<sub>3</sub> (concentrazioni medie orarie µg/m<sup>3</sup>) e superamenti campagna estiva post-operam**

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	sup. (ore)	180	sup. (giorni)	120
Savignano Di Rigo	88	38	168	103	103	131	139	146	0		18	
Laboratorio Mobile	94	< 10	117	58	61	90	99	106	0		0	

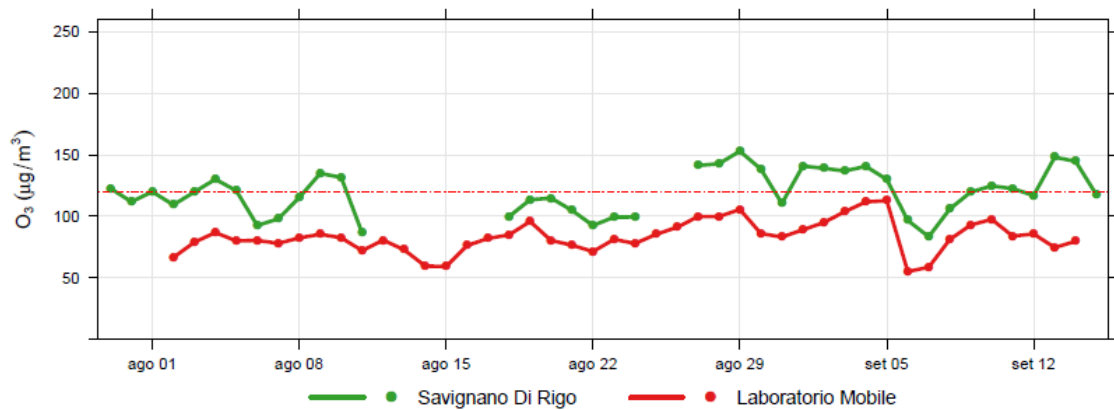
**Tabella 23 – Indici statistici O<sub>3</sub> (concentrazioni medie orarie µg/m<sup>3</sup>) e superamenti campagna invernale post-operam**

stazione	% dati validi	min	max	media	50° %	90° %	95° %	98° %	sup. (ore)	180	sup. (giorni)	120
Savignano Di Rigo	95	16	135	75	80	92	100	117	0		2	
Laboratorio Mobile	100	< 10	128	53	57	83	89	105	0		1	

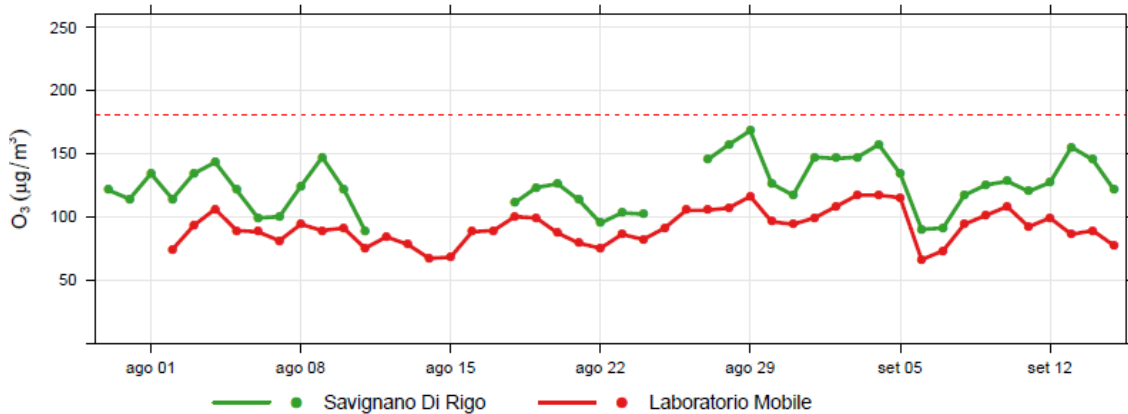
**Tabella 24 – Limiti normativi O<sub>3</sub>**

DLgs n 155/2010	Limite
Numero di superamenti della soglia di informazione	<b>180 µg/m<sup>3</sup></b> (come media oraria)
Numero di superamenti della soglia di allarme	<b>240 µg/m<sup>3</sup></b> (come media oraria)
Giorni con superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana	<b>120 µg/m<sup>3</sup></b> (come media su 8 ore massima giornaliera)

**Grafico 15 – Concentrazioni massime giornaliere della media di 8 ore di O<sub>3</sub>**  
 Campagna estiva post-operam



**Grafico 16 – Concentrazioni medie orarie massime giornaliere di O<sub>3</sub>**  
 Campagna estiva post-operam



Nel corso della campagna estiva i livelli di ozono sono risultati essere inferiori rispetto alla stazione di fondo remoto; non si sono riscontrati superamenti.

#### 4 Risultati delle campagne di monitoraggio – misure in discontinuo

In occasione di ciascuna delle tre campagne di monitoraggio sono state effettuate anche misure in discontinuo automatico; i campioni di PM<sub>10</sub> raccolti e riferiti ad un periodo di tempo di circa un mese sono stati inviati al laboratorio integrato della sezione provinciale Arpae di Ravenna per la determinazione delle concentrazioni di metalli pesanti e microinquinanti organici.

Si riportano di seguito i valori medi di concentrazione per ciascun campione; in occasione della prima campagna, che si è protratta per diverso tempo, sono stati effettuati due campionamenti mensili, uno a febbraio ed uno a marzo, mentre nelle campagne successive è stato eseguito un unico campionamento.

##### 4.1 Metalli pesanti : Arsenico (As), Piombo (Pb), Cadmio (Cd), Nichel (Ni)

Si riportano di seguito gli esiti delle campagne svolte nel corso negli anni 2016 e 2017 accanto ai rispettivi valori obiettivo o limite stabiliti dalla normativa.

**Tabella 25 – Limiti normativi e concentrazioni medie di campagna**

DLgs. n. 155 del 13/08/2010	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (µg/m <sup>3</sup> )
	Valore obiettivo	Valore obiettivo	Valore obiettivo	Valore limite
<b>Concentrazione media annuale</b>	20	6	5	0,5
Concentrazioni medie	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (µg/m <sup>3</sup> )
Campagna dal 01/02/16 al 29/02/16	1,69	0,13	0,06	0,001
Campagna dal 01/03/16 al 31/03/16	1,49	0,26	<0,01	0,003
Campagna dal 01/08/16 al 31/08/16	4,93	1,47	0,59	0,006
Campagna dal 27/01/17 al 28/02/17	4,47	2,32	0,77	0,009



Le concentrazioni rilevate mostrano una certa variabilità nel corso delle campagne, mantenendosi molto al disotto del rispettivo valore limite od obiettivo; nelle ultime due campagne i livelli sembrano lievemente aumentati, tuttavia occorre tenere conto della variabilità delle misure. A tale proposito si riportano gli esiti dei monitoraggi effettuati presso la stazione di fondo remoto per conto della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria; pur mantendosi la concentrazione media annuale entro i valori di riferimento si può notare come emergano variazioni delle concentrazioni medie mensili nel corso dell'anno.

**Tabella 26 – Limiti normativi e concentrazioni medie anno monitoraggio RRQA presso la stazione di fondo remoto a Savignano di Rigo**

DLgs. n. 155 del 13/08/2010	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (µg/m <sup>3</sup> )
	Valore obiettivo	Valore obiettivo	Valore obiettivo	Valore limite
Concentrazione media annuale	20	6	5	0,5
<b>Stazione di fondo remoto "Savignano di Rigo" - anno 2016</b>				
Concentrazioni medie mensili	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	As (ng/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Pb (µg/m <sup>3</sup> )
gennaio	2,5	18,1	5,2	0,056
febbraio	1,8	5,0	1,5	0,019
marzo	0,8	0,2	0,1	0,002
aprile	1,8	2,9	1,0	0,012
maggio	1,2	2,8	0,9	0,011
giugno	1,4	2,6	0,8	0,010
luglio	2,0	7,2	2,6	0,039
agosto	1,8	5,6	1,9	0,023
settembre	<1,1	0,3	<0,14	0,002
ottobre	1,4	<0,04	<0,23	<0,002
novembre	1,2	0,1	0,1	0,001
dicembre	4,8	0,6	0,2	0,004
<b>medie anno</b>	<b>1,9</b>	<b>4,1</b>	<b>1,4</b>	<b>0,016</b>

## 4.2 Microinquinanti organici

Il monitoraggio della qualità dell'aria per quanto riguarda i microinquinanti organici presenti nel particolato PM<sub>10</sub> richiede un campionamento in discontinuo automatico della durata di almeno due settimane, al fine di ottenere un volume di aria ambiente sufficiente a raggiungere il limite di quantificazione della metodica analitica.

In tabella 26 sono riportati i dati di concentrazione riscontrati per ciascun analita appartenente alla classe delle **Policlorodibenzodiossine (PCDD)** e dei **Policlorodibenzofurani (PCDF)** espressi in  $\text{fg}/\text{m}^3$ .

Accanto alla concentrazione di ciascun composto è riportato il rispettivo contributo alla Tossicità Equivalente (TEQ) del campione.

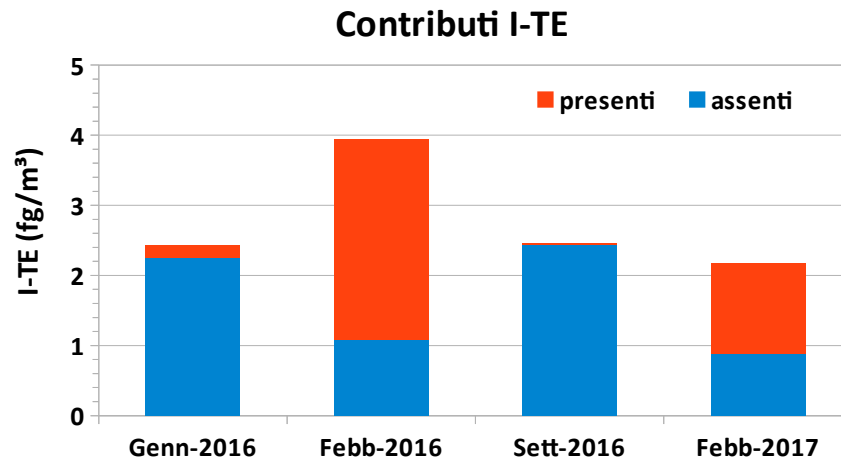
Nel calcolo del contributo I-TE i composti non rilevabili sono stati considerati, in via cautelativa, come presenti in concentrazione pari a metà del rispettivo limite di rivelabilità (criterio "medium bound"). Ciascun contributo alla TEQ (espresso in I-TE  $\text{fg}/\text{m}^3$ ), è calcolato moltiplicando la concentrazione ( $\text{fg}/\text{m}^3$ ) per il corrispondente Fattore di Tossicità Equivalente (TEF) secondo NATO/CCMS del 1988; dalla somma dei contributi I-TE si ottiene il valore di Tossicità Equivalente (TEQ) complessiva del campione.

In considerazione del criterio cautelativo adottato per il calcolo della tossicità dei campioni, il grafico 17 evidenzia la ripartizione dei contributi al TEQ da parte dei componenti suddivisi tra quelli rilevati e quelli che sono risultati essere inferiori ai limiti di rivelabilità.

**Tabella 26 – Policlorodibenzodiossine (PCDD) Policlorodibenzofurani (PCDF)  
concentrazioni ed equivalenti di tossicità (TEQ)**

Policlorodibenzodiossine (PCDD) Policlorodibenzofurani (PCDF)	Fattore di Tossicità Equivalente (TEF-NATO/CCMS 1988)	Inverno 2016				Estate 2016		Inverno 2017	
		Dal 1 al 31 gennaio		Dal 1 al 29 febbraio		Dal 1 al 14 settembre 2016		Dal 27 gennaio al 28 febbraio	
Periodo di campionamento		concentrazione	contributo TEQ	concentrazione	contributi TEQ	concentrazione	contributi TEQ	concentrazione	contributi TEQ
unità di misura		fg/m <sup>3</sup>	I-TE fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	I-TE fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	I-TE fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	I-TE fg/m <sup>3</sup>
2.3.7.8 - T4CDD	1	<1,6	0,784	<0,8	0,422	<1,1	0,845	<0,7	0,358
1.2.3.7.8 - P5CDD	0,5	<1,6	0,392	<0,8	0,211	<1,1	0,423	<0,7	0,179
1.2.3.4.7.8 - H6CDD	0,1	<1,6	0,078	<0,8	0,042	<1,1	0,085	<0,7	0,036
1.2.3.6.7.8 - H6CDD	0,1	<1,6	0,078	<0,8	0,042	<1,1	0,085	<0,7	0,036
1.2.3.7.8.9 - H6CDD	0,1	<1,6	0,078	<0,8	0,042	<1,1	0,085	<0,7	0,036
1.2.3.4.6.7.8 - H7CDD	0,01	10,0	0,100	5,3	0,053	<1,1	0,008	9,7	0,097
O8CDD	0,001	67,3	0,067	20,0	0,020	17,0	0,017	33,2	0,033
2.3.7.8 - T4CDF	0,1	<1,6	0,078	<0,8	0,042	<1,1	0,085	2,3	0,232
1.2.3.7.8 - P5CDF	0,05	<1,6	0,039	<0,8	0,021	<1,1	0,042	<0,7	0,018
2.3.4.7.8 - P5CDF	0,5	<1,6	0,392	<0,8	0,211	<1,1	0,423	<0,7	0,179
1.2.3.4.7.8 - H6CDF	0,1	<1,6	0,078	19,5	1,950	<1,1	0,085	3,4	0,336
1.2.3.6.7.8 - H6CDF	0,1	<1,6	0,078	3,4	0,338	<1,1	0,085	4,3	0,430
2.3.4.6.7.8 - H6CDF	0,1	<1,6	0,078	4,1	0,409	<1,1	0,085	<0,7	0,036
1.2.3.7.8.9 - H6CDF	0,1	<1,6	0,078	<0,8	0,042	<1,1	0,085	1,5	0,149
1.2.3.4.6.7.8 - H7CDF	0,01	<1,6	0,008	7,0	0,070	<1,1	0,008	<0,7	0,004
1.2.3.4.7.8.9 - H7CDF	0,01	<1,6	0,008	1,4	0,014	<1,1	0,008	<0,7	0,004
O8CDF	0,001	4,1	0,004	3,6	0,004	<1,1	0,001	7,4	0,007
<b>SOMMA VALORI</b>		<b>81,5</b>	<b>2,42</b>	<b>64,3</b>	<b>3,93</b>	<b>17,0</b>	<b>2,45</b>	<b>61,8</b>	<b>2,17</b>

**Grafico 17 – Suddivisione dei contributi agli Indici di tossicità da parte dei PCDD e PCDF rilevati e non**



Si evidenzia come, sia per quanto riguarda le concentrazioni rilevate per ciascun composto, che per le tossicità equivalenti riscontrate in occasione dei vari campionamenti, non si notano differenze sostanziali attribuibili all'attivazione della centrale a cippato.

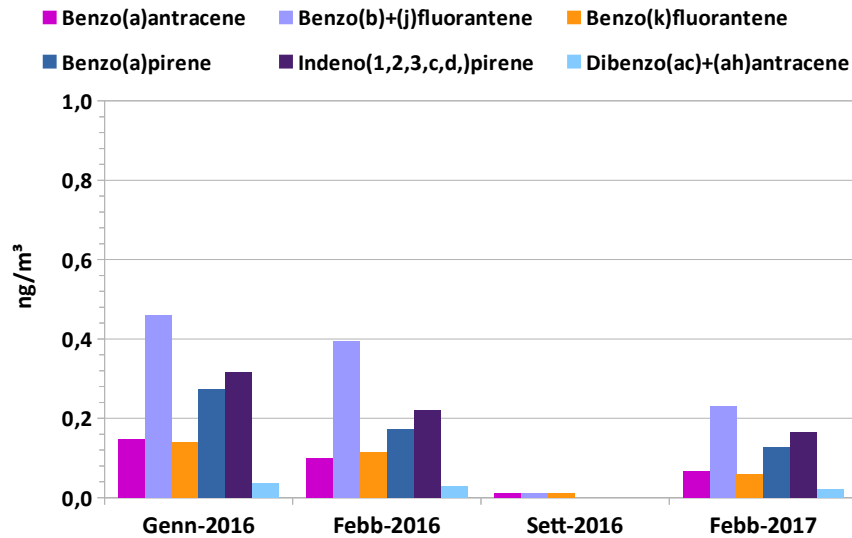
I campioni di particolato PM<sub>10</sub> sono stati sottoposti ad analisi anche per la ricerca di **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)**. Nella tabella che segue sono riportate le concentrazioni medie riscontrate nelle campagne, con indicato il valore obiettivo previsto dal Dlgs n. 155/2010 per il benzo(a)pirene; nel grafico successivo sono riportati gli andamenti per gli "IPA cancerogeni" di cui al Decreto sopra richiamato.

Il valore obiettivo previsto per il benzo(a)pirene è sempre ampiamente rispettato; l'andamento complessivo delle concentrazioni non rileva differenze sostanziali fra i livelli ante e post operam.

**Tabella 27 – Idrocarburi Policiclici Aromatici concentrazioni medie di campagna**

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	Valore obiettivo Digs 155/2010	Inverno 2016		Estate 2016	Inverno 2017
		Periodo di campionamento	Dal 1 al 31 gennaio	Dal 1 al 29 febbraio	Dal 1 al 14 settembre
unità di misura	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>
Naftalene		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Acenaftilene		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Acenaftene		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Fluorene		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<b>0,0029</b>
Fenantrene		<b>0,0019</b>	<b>0,0185</b>	<0,0001	<b>0,0208</b>
Antracene		<b>0,0004</b>	<b>0,0010</b>	<0,0001	<0,0001
Fluorantene		<b>0,0651</b>	<b>0,0836</b>	<0,0001	<b>0,0692</b>
Pirene		<b>0,0953</b>	<b>0,0936</b>	<0,0001	<b>0,0705</b>
Benzo(a)antracene		<b>0,1462</b>	<b>0,0994</b>	<b>0,0110</b>	<b>0,0663</b>
Ciclopenta(c,d)pirene		<b>0,1047</b>	<b>0,0484</b>	<0,0001	<b>0,0489</b>
Crisene		<b>0,1982</b>	<b>0,1589</b>	<0,0001	<b>0,0800</b>
Benzo(b)+(j)fluorantene		<b>0,4606</b>	<b>0,3947</b>	<b>0,0109</b>	<b>0,2312</b>
Benzo(k)fluorantene		<b>0,1396</b>	<b>0,1141</b>	<b>0,0114</b>	<b>0,0585</b>
Benzo(e)pirene		<b>0,2360</b>	<b>0,2005</b>	<b>0,0074</b>	<b>0,1105</b>
Benzo(a)pirene	<b>1</b>	<b>0,2741</b>	<b>0,1725</b>	<0,0001	<b>0,1262</b>
Indeno(1,2,3,c,d,)pirene		<b>0,3172</b>	<b>0,2202</b>	<0,0001	<b>0,1652</b>
Dibenzo(ac)+(ah)antracene		<b>0,0355</b>	<b>0,0284</b>	<0,0001	<b>0,0207</b>
Benzo(g,h,i)perilene		<b>0,2921</b>	<b>0,2063</b>	<0,0001	<b>0,1518</b>
Dibenzo(a,l)pirene		<b>0,0275</b>	<b>0,0175</b>	<0,0001	<b>0,0084</b>
Dibenzo(a,e)fluorantene		<b>0,0209</b>	<b>0,0149</b>	<0,0001	<0,0001
Dibenzo(a,e)pirene		<b>0,0269</b>	<b>0,0175</b>	<0,0001	<b>0,0192</b>
Dibenzo(a,i)pirene		<b>0,0074</b>	<b>0,0045</b>	<0,0001	<0,0001
Dibenzo(a,h)pirene		<b>0,0036</b>	<b>0,0021</b>	<0,0001	<0,0001
<b>SOMMA VALORI ANALITICI</b>		<b>2,45</b>	<b>1,90</b>	<b>0,04</b>	<b>1,25</b>

**Grafico 18 – Concentrazioni IPA cancerogeni**



## 5 Conclusioni

L'esame dei dati relativi alle tre campagne di monitoraggio non ha evidenziato differenze significative tra i singoli periodi, mostrando come non si riscontrino variazioni dei livelli di qualità dell'aria a seguito dell'attivazione della centrale a cippato. I campionamenti in discontinuo hanno confermato anch'essi una sostanziale confrontabilità fra le misure.

Il raffronto fra i dati delle tre campagne con quelli relativi alle stazioni fisse della RRQA conferma tenori contenuti per tutti gli inquinanti oggetto di indagine, confrontabili con quelli che caratterizzano la stazione di fondo remoto di Savignano di Rigo, situata anch'essa nella zona Appennino. Rispetto a quest'ultima, posizionata lontano da fonti antropiche e quindi anche da traffico veicolare, le concentrazioni massime e l'andamento del giorno tipo del biossido di azoto mostrano differenze dovute alla presenza di traffico lungo la strada SR71 e presso il parcheggio adiacente.