

***IMPIANTO di TERMOVALORIZZAZIONE di RIFIUTI  
URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
in Via Barsanti a Forlì***

***Rapporto sul monitoraggio della qualità dell'aria  
Anno 2015***

***Maggio 2016***

*a cura di : C. Mariotti, C. Nizzoli*

*In collaborazione con : P. Veronesi, M.C. Verna, P. Vittori*

## Indice generale

1 INTRODUZIONE.....	4
1.1 Descrizione della Stazione di Monitoraggio della Qualità dell’Aria.....	5
1.2 Normativa di riferimento.....	7
1.3 Gestione dei dati della stazione di monitoraggio.....	7
1.4 Determinazione del Mercurio Totale Gassoso (TGM).....	9
2 RISULTATI DEL MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA .....	10
2.1 Misure in continuo.....	10
2.1.1 Materiale particolato (PM10 – PM2.5) .....	10
2.1.2 Biossido di azoto (NO2).....	19
2.1.3 Monossido di carbonio (CO).....	25
2.1.4 Mercurio totale gassoso (Hg).....	27
2.2 Parametri meteorologici.....	31
2.3 Misure in discontinuo nel PM10.....	35
2.3.1 Metalli pesanti : Piombo (Pb), Cadmio (Cd), Nichel (Ni).....	35
2.3.2 Microinquinanti organici.....	37
2.3.2.1 Diossine e Furani (PCDD, PCDF).....	37
2.3.2.2 Policlorobifenili (PCB).....	42
2.3.2.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	47

## 1 INTRODUZIONE

L' Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciata con DGP n. 237/44849 del 29/04/2008 ad HERA S.p.A. per la gestione dell'impianto di termovalorizzazione di rifiuti urbani e speciali non pericolosi, sito a Forlì, in via Grigioni, al Punto D2.3.4 – INDAGINI E MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA, prevedeva che il gestore, ai fini di ottemperare alla prescrizione n°26 della delibera di VIA n°323 del 2 settembre 2004, provvedesse ad installare la centralina di monitoraggio di cui all'Allegato RT 1.13 della Documentazione Integrativa TV01FCAA0113 del 5/2/2008 e ad acquisire i campionatori per lo studio della qualità dell'aria secondo un determinato protocollo tecnico. Al gestore era inoltre chiesto di stipulare con Arpae un contratto di comodato d'uso e gestione per tale stazione ed i relativi campionatori. Tale contratto prevede che le spese di manutenzione preventiva e correttiva e di gestione della stazione fissa di monitoraggio, nonché le spese inerenti le attività di campionamento, analisi ed elaborazione dei dati relativi alle determinazioni discontinue manuali previste dal protocollo tecnico siano a carico di Hera.

In sede di rinnovo autorizzativo, avvenuto con DGP n. 154 del 16/04/2013 PG n. 68306/2013, sono state modificate alcune prescrizioni. Il Piano di Monitoraggio e Controllo in vigore dal 01/01/2014 prevede al punto B.2.13 – “Monitoraggio della qualità dell'aria”, un elenco più esteso di parametri da ricercarsi nei campionamenti in discontinuo di particolato fine  $PM_{10}$ , che ora comprende anche i PCB ed i PCB Dioxin Like, ed inoltre l'effettuazione di una campagna aggiuntiva in concomitanza del fermo impianto annuale per la manutenzione programmata dell'impianto, per un totale di cinque campagne nell'anno.

Al punto B.2.14 - “Monitoraggio dei suoli” è richiesta anche l'effettuazione, con frequenza biennale, di un campione di suolo con ricerca di microinquinanti organici (IPA, PCDD e PCDF, PCB e PCB-DL), metalli pesanti e microelementi.

I parametri individuati in sede di autorizzazione e che devono essere oggetto di indagine, sono pertanto i seguenti:

**(A) campionamenti in continuo:**

- Parametri meteorologici (temperatura, velocità e direzione del vento)
- Inquinanti:  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $NO_2$ , CO e Hg

**(B) campionamenti in discontinuo automatico (frequenza trimestrale con una campagna aggiuntiva in occasione del fermo impianto annuale):**

- Metalli pesanti (Pb , Cd , Ni) sul particolato fine  $PM_{10}$
- Microinquinanti organici (IPA, PCDD/PCDF, PCB e PCB-DL) sul particolato fine  $PM_{10}$

**(C) campionamento manuale di suolo (frequenza biennale):**

- Metalli pesanti e microelementi (As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, V, Zn)
- Microinquinanti organici (IPA, PCDD/PCDF, PCB e PCB-DL)

Nel 2014, come previsto nell'atto autorizzativo, è stato effettuato il primo campionamento di terreno; la relazione che segue, che è riferita ai dati di monitoraggio relativi al 2015, non contiene pertanto esiti di tale monitoraggio che ha frequenza biennale.

## **1.1 Descrizione della Stazione di Monitoraggio della Qualità dell'Aria**

La stazione di monitoraggio installata da HERA è situata in via Barsanti ed è individuata dalle seguenti coordinate:

UTM ED50 fuso 32: X = 746729; Y = 4902084

All'interno della cabina sono installati i seguenti analizzatori in continuo:

- ◆ Analizzatore automatico di monossido di carbonio: API mod. 300E
- ◆ Analizzatore automatico di ossidi di azoto: API mod. 200E
- ◆ Analizzatore automatico di PM<sub>10</sub>: FAI mod. SWAM 5A
- ◆ Analizzatore automatico di PM<sub>2.5</sub>: FAI mod. SWAM 5A
- ◆ Analizzatore automatico di Mercurio: TEKRAM mod. 2537B

Sul tetto della cabina sono posizionate le teste di prelievo per gli inquinanti gassosi, per il particolato fine con taglio granulometrico PM<sub>10</sub> e per quello con taglio PM<sub>2.5</sub>; gli analizzatori di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, infatti, dispongono ciascuno di una linea dedicata, collegata ad una testa di prelievo apposita per la selezione della granulometria del particolato. L'aria viene aspirata in continuo da una pompa attraverso la testa di prelievo collocata sulla sommità della cabina, e viene poi trasmessa ai singoli strumenti attraverso una linea di campionamento debolmente riscaldata per evitare la formazione di condensa.

Sulla sommità della cabina, ad un'altezza di circa 3 metri, sono inoltre installati i sensori per la rilevazione dei seguenti parametri meteorologici:

- ◆ Velocità e direzione del vento \_ LSI-Lastem
- ◆ Pluviometro \_ LSI-Lastem
- ◆ Temperatura \_ LSI-Lastem
- ◆ Umidità relativa \_ LSI-Lastem

Nella cartografia seguente è rappresentato in verde il sito in cui è ubicata la stazione, della quale segue un'immagine fotografica esterna.

**Figura 1.1.1**



**Figura 1.1.2**



## 1.2 Normativa di riferimento

D.Lgs. 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.

L’emanazione del D.Lgs. n°155/2010 istituisce pertanto un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell’aria ambiente.

## 1.3 Gestione dei dati della stazione di monitoraggio

A seguito del collaudo della stazione di monitoraggio nel marzo 2009 e della presa in carico da parte di Arpae della relativa gestione, si è proceduto, a far data dal 23 aprile 2009, alla validazione giornaliera dei dati di monitoraggio in continuo e alla loro pubblicazione all’indirizzo:

<http://service.arpae.emr.it/qualita-aria/bollettino.aspx>

Dallo stesso anno sono pubblicati i rapporti mensili ed annuali relativi alle concentrazioni di inquinanti monitorati in continuo all’indirizzo:

[http://www.arpae.emr.it/pubblicazioni/forlicesena/generale\\_1353.asp](http://www.arpae.emr.it/pubblicazioni/forlicesena/generale_1353.asp)

Nei grafici che seguono sono riportati i rendimenti ottenuti dai suddetti analizzatori e dai sensori meteo nel corso del 2015; l’efficienza è risultata essere sempre superiore al 90%, fatta eccezione per l’analizzatore di Mercurio. A seguito di una serie di problemi tecnici, anche quest’anno si è reso necessario inviarlo alla casa madre per effettuare una manutenzione correttiva straordinaria ed una nuova taratura, in quanto la ditta appaltatrice della manutenzione non è stata in grado di risolvere il problema di malfunzionamento dell’analizzatore.

Relativamente alle misure in discontinuo, sono state svolte quattro campagne di monitoraggio nelle diverse stagioni ed una campagna aggiuntiva, in occasione del fermo impianto per manutenzione.

I campioni raccolti sono stati inviati al laboratorio integrato della sezione provinciale Arpae di Ravenna ed i risultati pervenuti sono riportati al punto 2.3.

Grafico 1.3.1

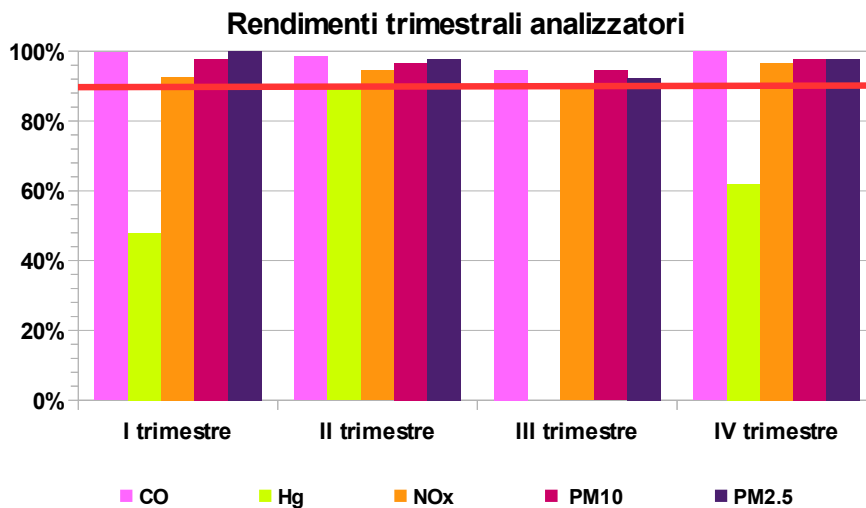
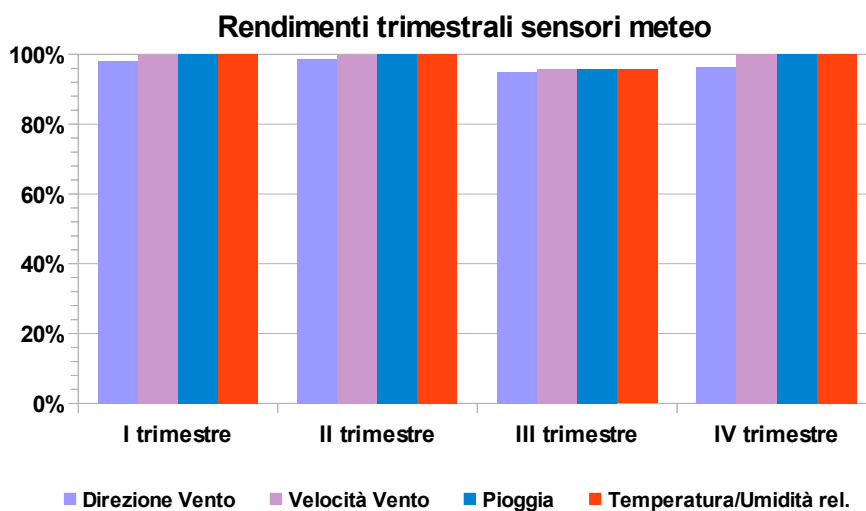


Grafico 1.3.2





## 1.4 Determinazione del Mercurio Totale Gassoso (TGM)

L'analizzatore automatico installato presso la stazione di monitoraggio utilizza il principio del metodo indicato nel Decreto Legislativo 13 agosto 2010 n. 155 \_ Allegato IV–appendice X “Metodo di riferimento per il campionamento e l'analisi del mercurio totale gassoso nell'aria”. Il campionamento del TGM (Total Gaseous Mercury) presente nell'aria, si basa sul fatto che il mercurio gassoso forma con l'oro un amalgama, da cui successivamente viene liberato. L'aria campionata attraversa alternativamente due dispositivi (trappole) disposti in parallelo, costituiti ciascuno da un tubo di quarzo contenente oro e quarzo. Nella fase successiva al campionamento, il mercurio viene riportato allo stato gassoso mediante desorbimento termico e, successivamente, determinato mediante Spettroscopia in Fluorescenza Atomica (CVAFS). L'utilizzo alternato di due trappole in parallelo consente il campionamento e la determinazione in continuo del parametro in esame; la possibilità di determinare il tempo di campionamento, e quindi il volume complessivo per la determinazione, consente di giungere a determinare concentrazioni di inquinante dell'ordine di grandezza di  $\text{ng/m}^3$ .

Il DLgs n. 250 del 24/12/2012, nel modificare ed integrare il DLgs 155/2010, indica, quale metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del mercurio nell'aria ambiente, quello descritto nella norma UNI EN 15852:2010 “Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la determinazione di mercurio gassoso totale”. Tale metodo normalizzato prevede l'utilizzo della tecnica di spettrometria ad assorbimento atomico con vapori freddi (CVAAS), o di quella di spettrometria di fluorescenza atomica con vapori freddi (CVAFS); quest'ultima corrisponde a quella impiegata dall'analizzatore in esame.

Sin dalla sua installazione avvenuta nel 2009, lo strumento ha presentato una serie di problemi tecnici che spesso hanno determinato l'invalidità delle concentrazioni medie orarie. Sono stati richiesti alla ditta, che ne garantisce la manutenzione, diversi interventi negli anni ed i rendimenti, seppur in miglioramento, restano comunque inferiori al 90% .

La scarsa efficienza dei dati validi prodotti sino ad oggi è da mettersi in correlazione anche con la rara presenza sul territorio nazionale di questo tipo di analizzatore (poche unità) e conseguentemente alla ridotta esperienza per quanto riguarda la sua manutenzione da parte delle ditte specializzate; nel corso di questi anni si è tuttavia registrato un miglioramento sia nel numero di anomalie strumentali che si sono presentate, sia nei tempi di risoluzione delle stesse.

L'ipotesi di eseguire, nei periodi di mancata disponibilità dei dati in continuo, campionamenti in discontinuo con gorgogliatori, è, come già precisato in precedenza, non praticabile, in quanto tale tecnica non consente di giungere ai livelli di concentrazioni che si possono riscontrare nell'aria ambiente.

## 2 RISULTATI DEL MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

Nei seguenti paragrafi sono riportati, suddivisi per tipologia di inquinante, gli indici statistici elaborati sui dati validi registrati ed i superamenti che si sono verificati. Seguono i grafici degli andamenti delle concentrazioni, dove i valori inferiori ai rispettivi limiti di quantificazione sono stati rappresentati pari ai 2/3 di tali limiti; nella rappresentazione grafica delle medie mensili, sono state prese in considerazione solo quelle calcolate su almeno il 75% delle medie su 24 ore teoricamente disponibili. Si è quindi rappresentato, per il parametro biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), il “giorno tipo”, ossia l’andamento delle concentrazioni medie orarie, calcolato per il periodo invernale e per quello estivo accanto a quello relativo alla stazione da traffico della RRQA a Forlì. Per ciascun parametro sono inoltre riportati gli indici statistici e le medie mensili storici. Tutte le concentrazioni sono espresse in funzione dei limiti previsti dalla normativa: nel caso del biossido di azoto sono espresse come medie orarie, per il monossido di carbonio sono state calcolate come concentrazioni medie sulle otto ore.

Viene infine riportato per ciascun inquinante l’andamento delle concentrazioni registrate nel mese di maggio, nel corso del quale vi è stato il fermo impianto, accanto a quanto misurato presso le stazioni della RRQA a livello provinciale.

### 2.1 Misure in continuo

#### 2.1.1 Materiale particolato (PM<sub>10</sub> – PM<sub>2,5</sub>)

Tabella 2.1.1 – Indici statistici PM<sub>10</sub> – PM<sub>2,5</sub> concentrazioni medie giornaliere (µg/m<sup>3</sup>)

	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
<b>Rendimento %</b>	96	96
<b>Minimo</b>	5	<5
<b>Massimo</b>	105	79
<b>Media</b>	33	18
<b>50° percentile</b>	28	13
<b>90° percentile</b>	58	38
<b>95° percentile</b>	69	47
<b>98° percentile</b>	91	64

Grafico 2.1.1 - Indici statistici PM<sub>10</sub> – PM<sub>2,5</sub>

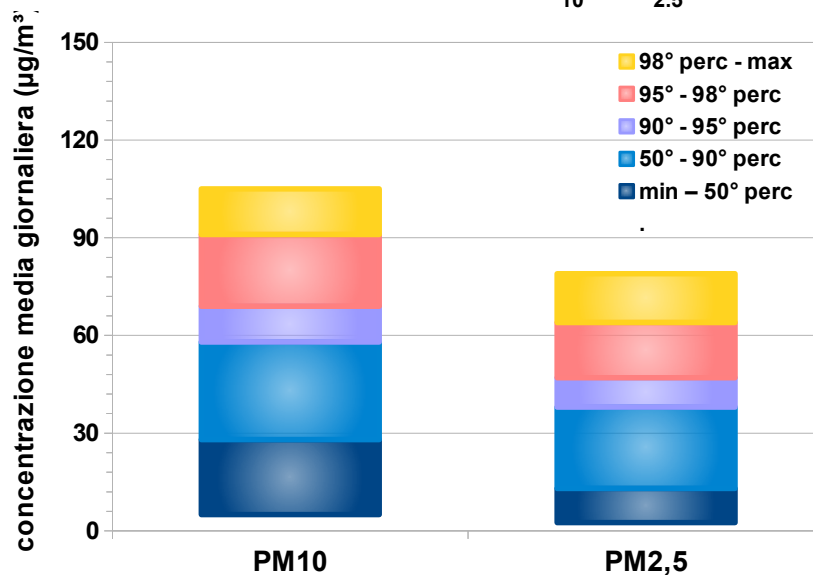


Tabella 2.1.2 – Superamenti PM<sub>10</sub>

PM <sub>10</sub>	Limite	Valore
Numero di superamenti del valore limite di 24 h per la protezione della salute umana	50 µg/m <sup>3</sup> non più di 35 volte per anno	47
Confronto tra media annua e valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m <sup>3</sup>	33 µg/m <sup>3</sup>

Tabella 2.1.3 – Superamenti PM<sub>2,5</sub>

PM <sub>2,5</sub>	Limite	Valore
Confronto tra media annua e il valore limite per la protezione della salute umana (al 2015)	25 µg/m <sup>3</sup>	18 µg/m <sup>3</sup>

Grafico 2.1.2

PM<sub>10</sub> numero mensile di superamenti del limite per la concentrazione media giornaliera

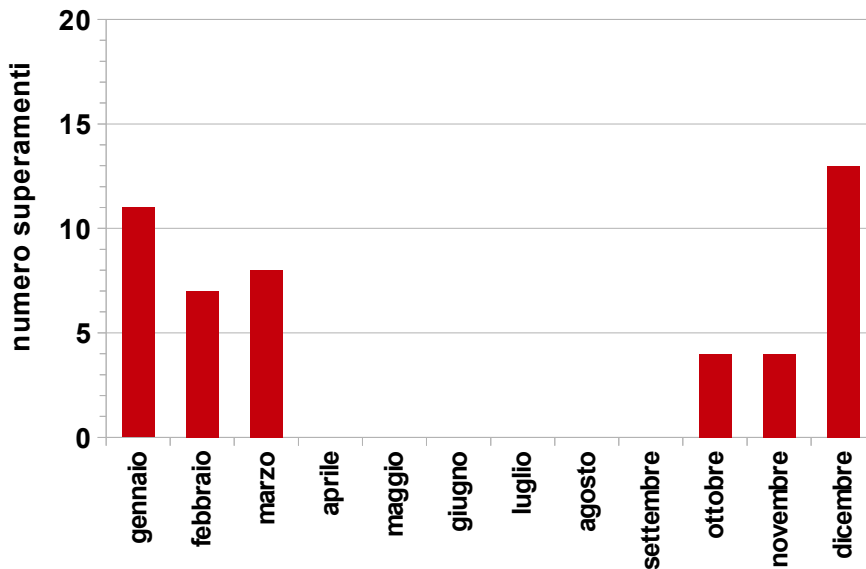
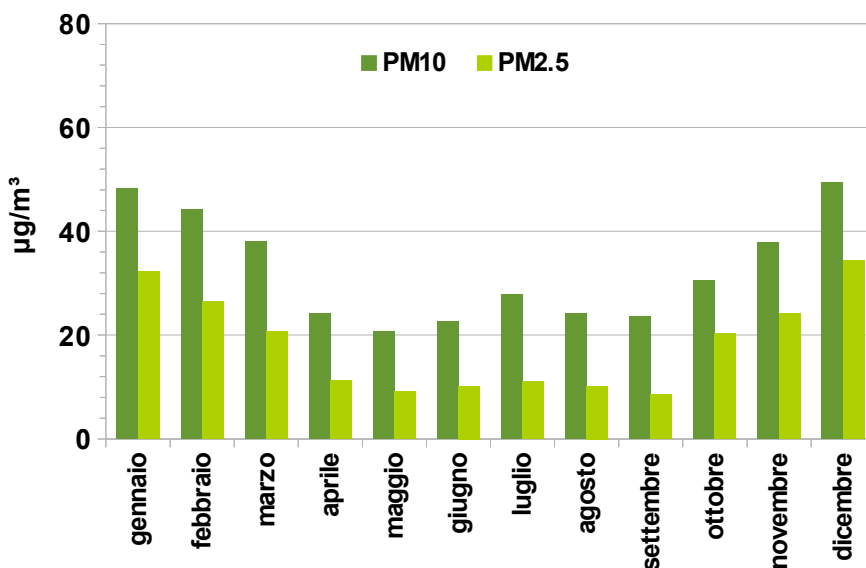
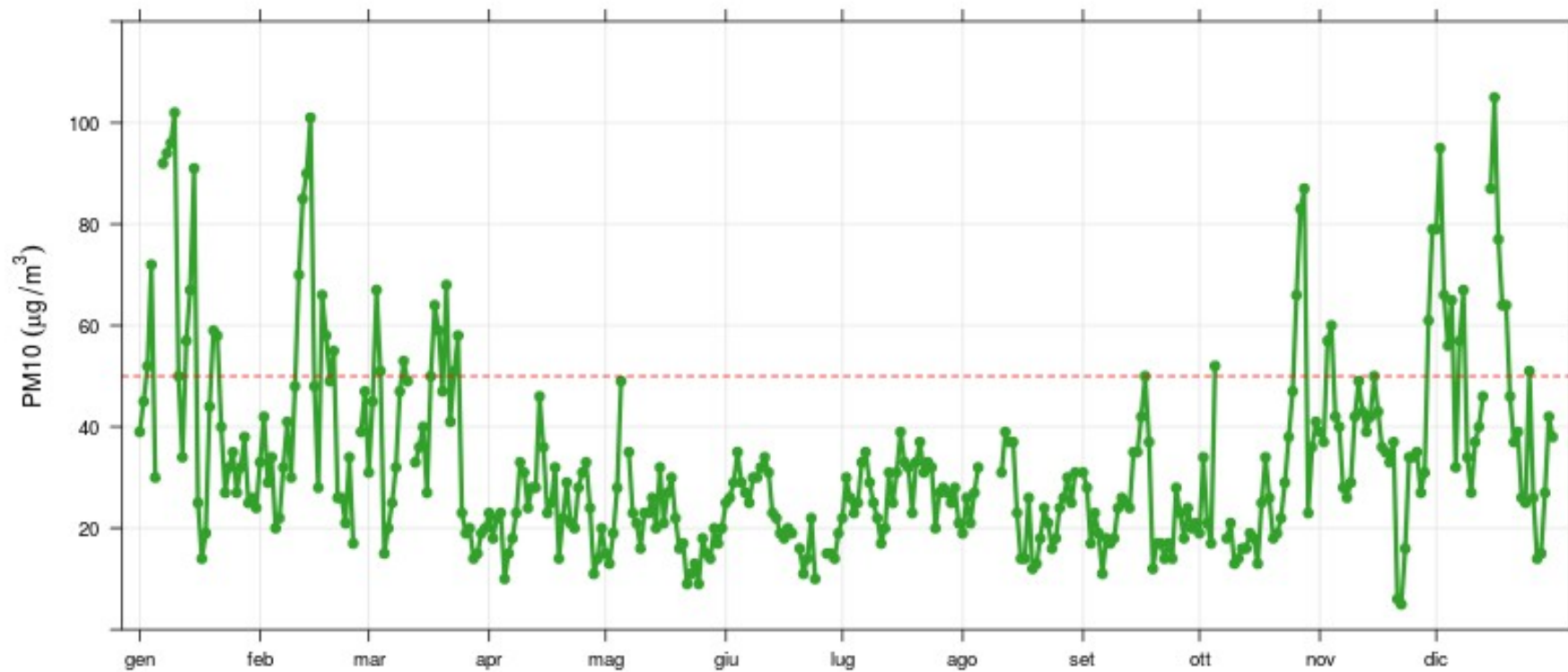


Grafico 2.1.3 \_ PM<sub>10</sub> – PM<sub>2.5</sub> concentrazioni medie mensili (µg/m<sup>3</sup>)

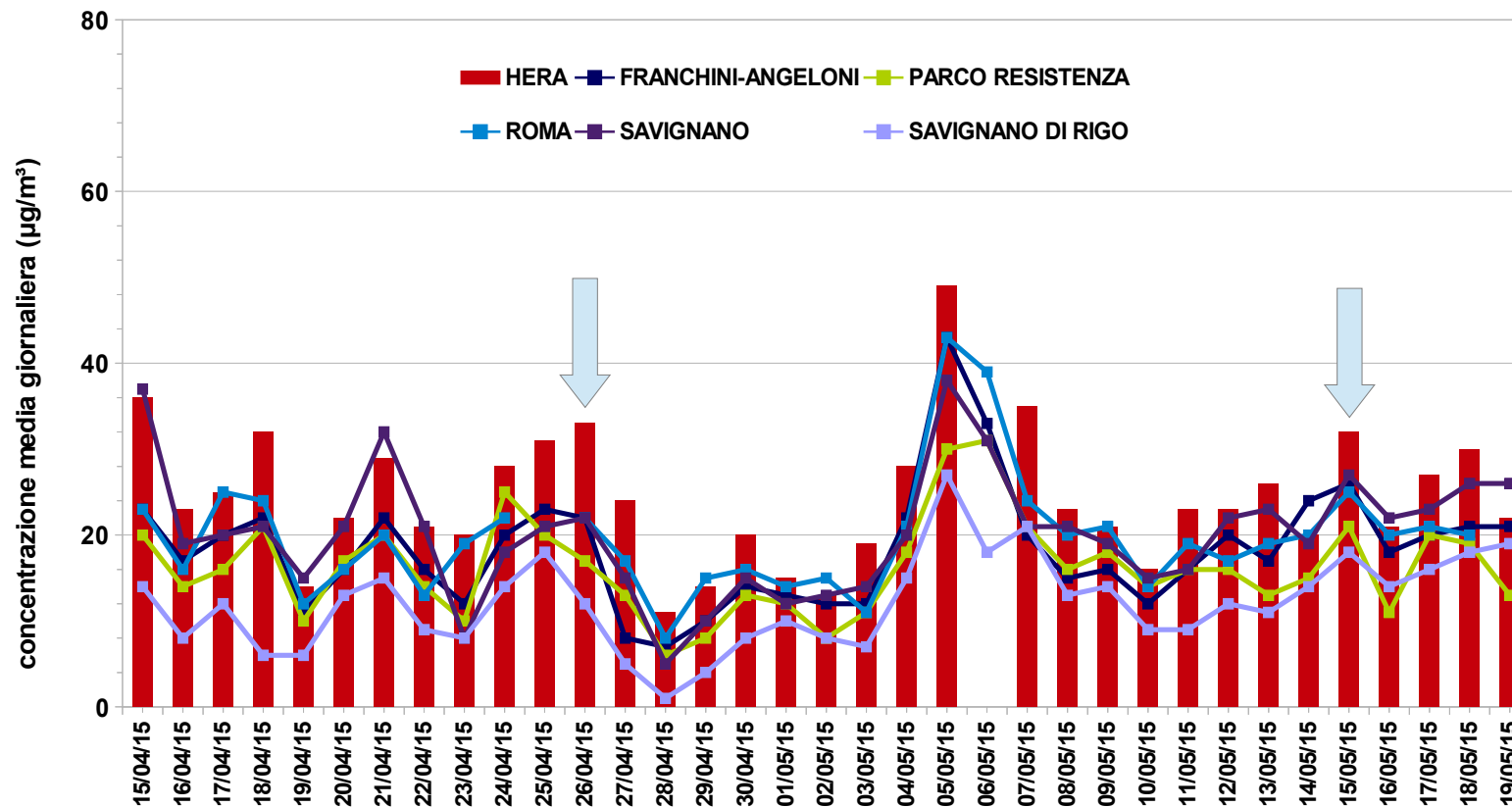


**Grafico 2.1.4**  
**concentrazioni giornaliere di PM10**



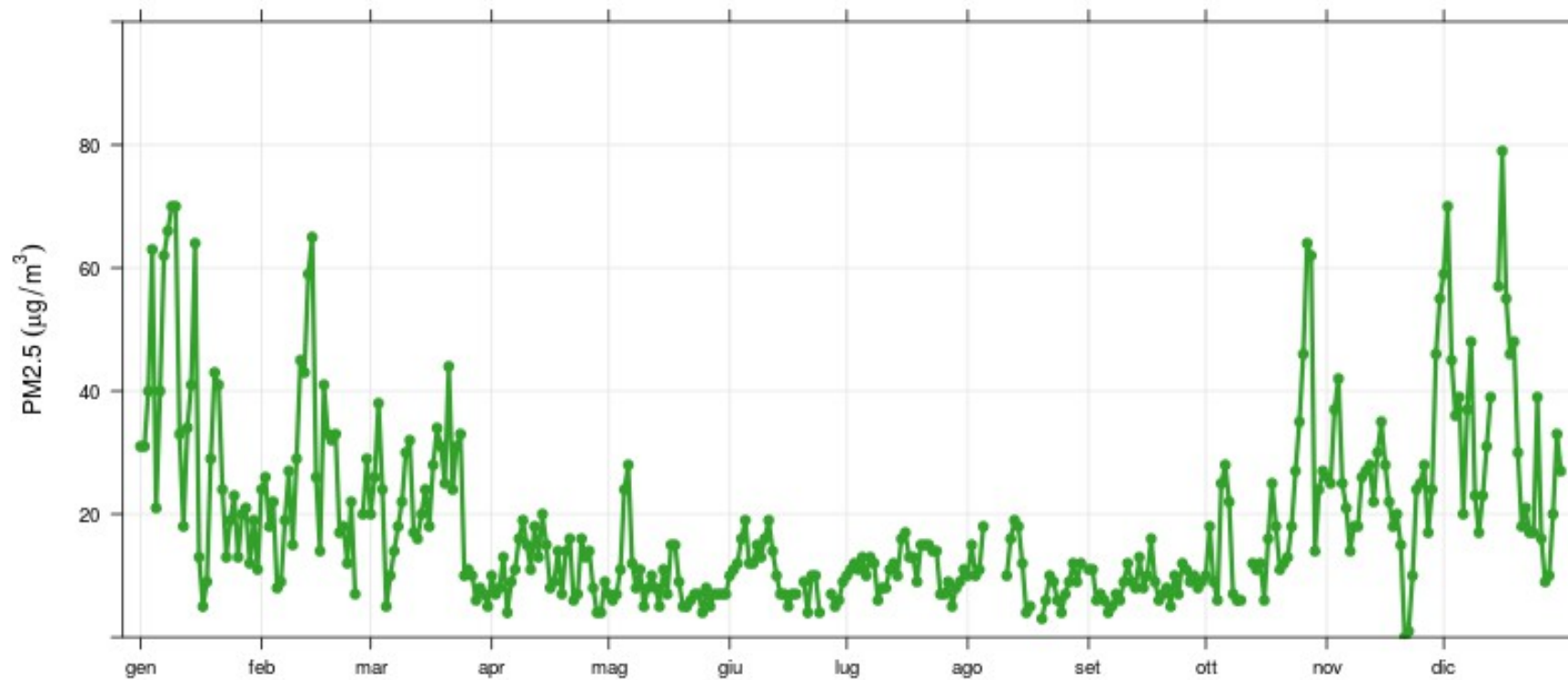
*(In rosso il limite per la concentrazione media giornaliera)*

**Grafico 2.1.5**  
**PM<sub>10</sub> concentrazioni medie giornaliere nel periodo di fermo impianto presso la stazione HERA di Via Barsanti**  
**e quelle della RRQA sul territorio provinciale**



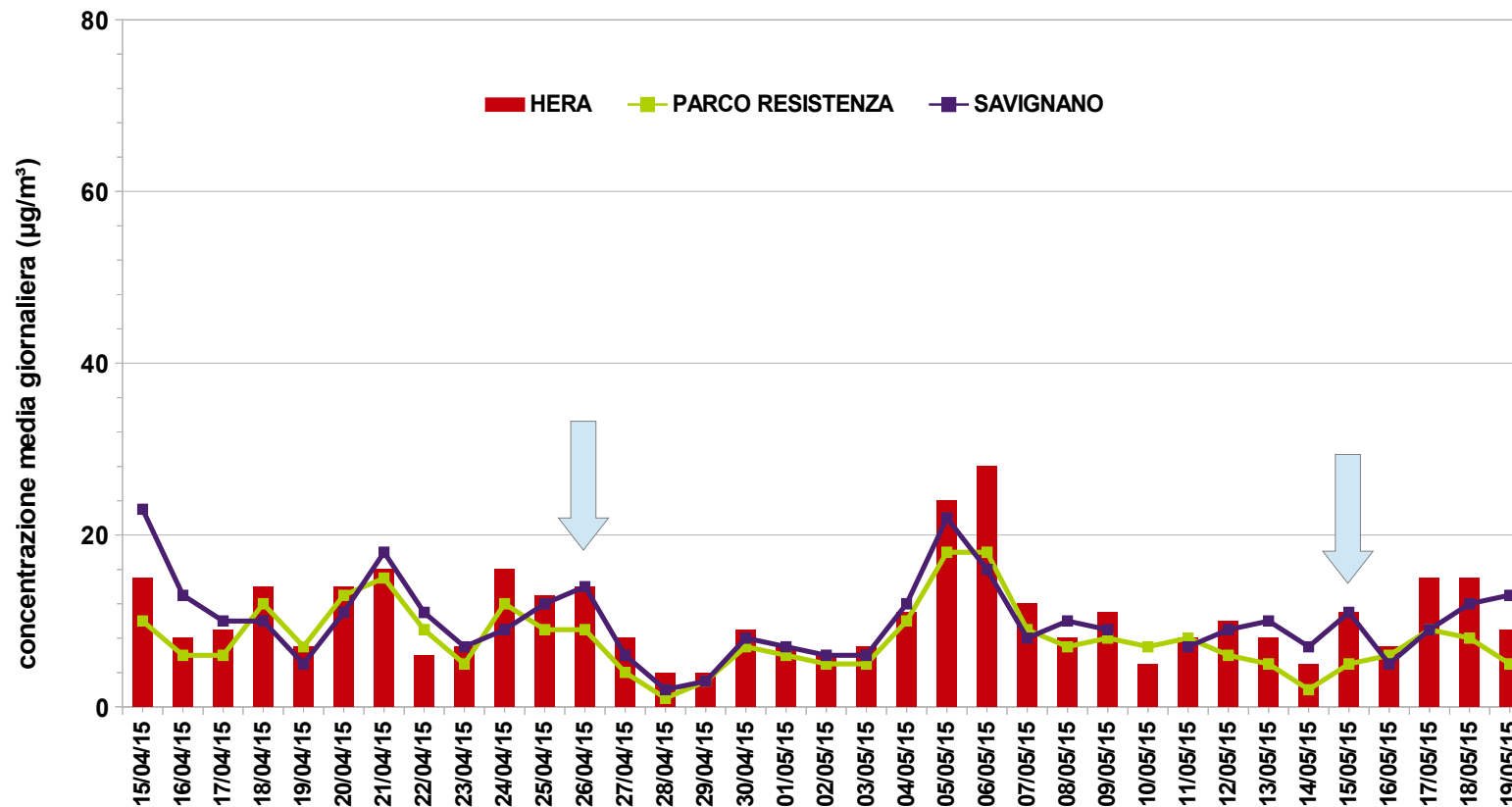
(le frecce indicano le date di spegnimento e riaccensione dell'impianto)

**Grafico 2.1.5**  
**concentrazioni giornaliere di PM2.5**



**Grafico 2.1.6**

**PM<sub>2.5</sub> concentrazioni medie giornaliere nel periodo di fermo impianto presso la stazione HERA di Via Barsanti e quelle della RRQA sul territorio provinciale**

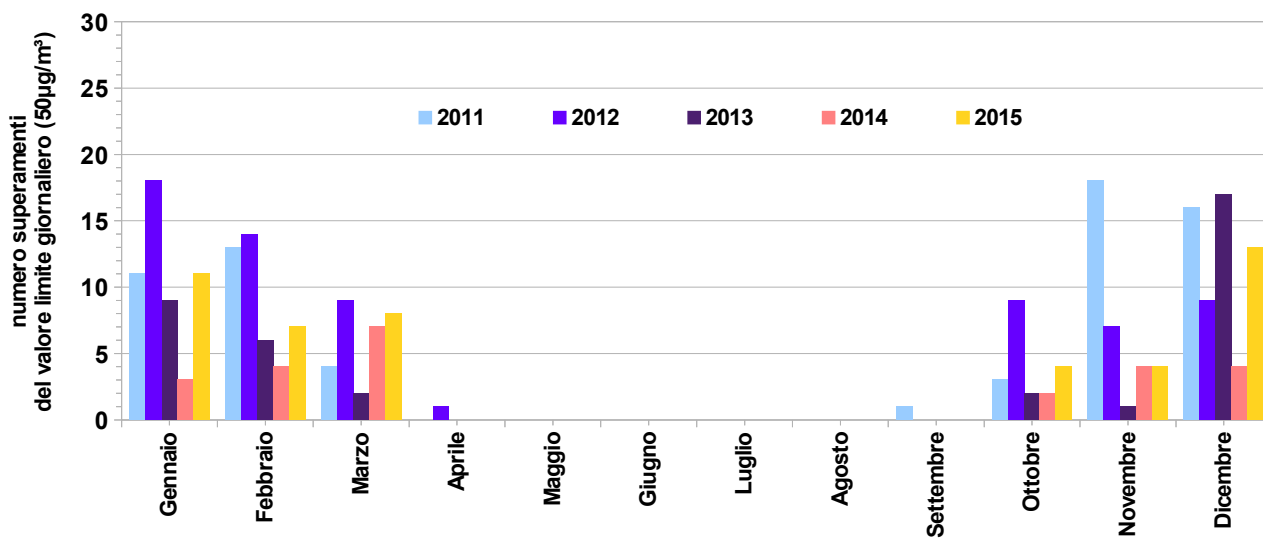


(le frecce indicano le date di spegnimento e riaccensione dell'impianto)



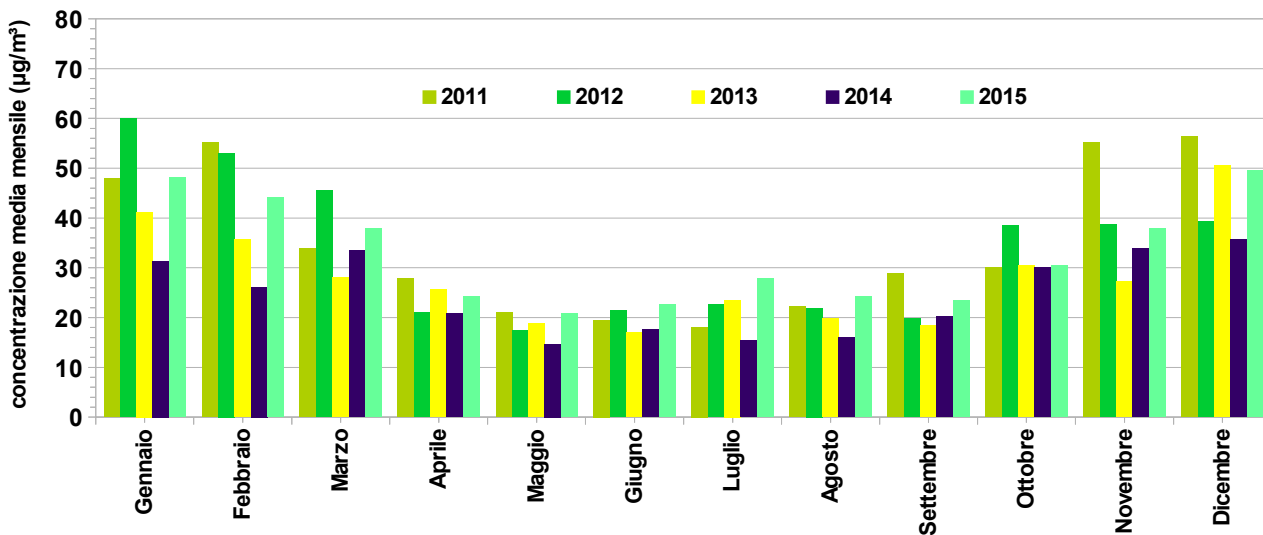
**Grafico 2.1.7**

**PM<sub>10</sub> numero di superamenti del limite per la concentrazione media giornaliera dal 2011 al 2015**

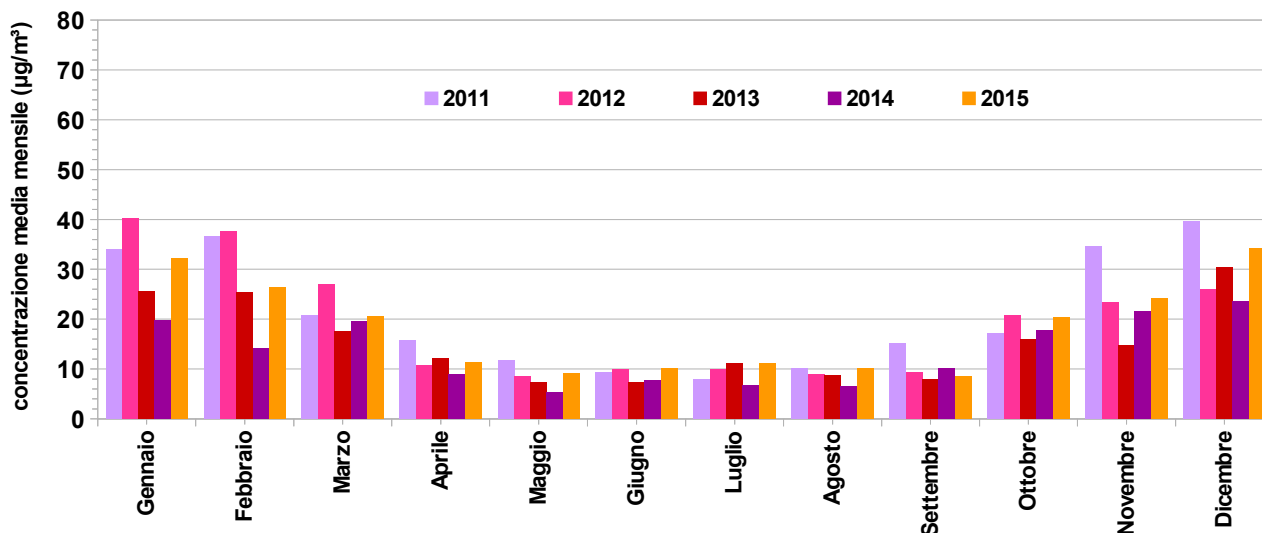


**Grafico 2.1.8**

**PM<sub>10</sub> concentrazione media mensile dal 2011 al 2015**



**Grafico 2.1.9**  
**PM<sub>2,5</sub> concentrazione media mensile dal 2011 al 2015**



**Tabella 2.1.4 – concentrazioni medie giornaliere  
 indici statistici PM<sub>10</sub> dal 2011 al 2015**

PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	2011	2012	2013	2014	2015
Minimo	6	<5	<5	<5	5
Media	34	33	28	25	33
Massimo	127	149	97	91	105
50° percentile	28	26	23	20	28
90° percentile	62	61	51	43	58
95° percentile	73	70	63	56	69
98° percentile	101	86	69	69	91
Rendimento %	97	97	97	98	96

**Tabella 2.1.5 – concentrazioni medie giornaliere  
 indici statistici PM<sub>2,5</sub> dal 2011 al 2015**

PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	2011	2012	2013	2014	2015
Minimo	<5	<5	<5	<5	<5
Media	21	19	15	13	18
Massimo	87	117	65	70	79
50° percentile	16	13	11	10	13
90° percentile	41	39	31	27	38
95° percentile	54	49	38	35	47
98° percentile	70	59	45	47	64
Rendimento %	98	98	98	98	96

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

Tabella 2.1.6– Indici statistici NO<sub>2</sub> concentrazioni medie orarie (µg/m<sup>3</sup>)

	NO <sub>2</sub>
Rendimento %	93
Minimo	<12
Massimo	90
Media	24
50° percentile	21
90° percentile	45
95° percentile	52
98° percentile	60

Grafico 2.1.10 - Indici statistici NO<sub>2</sub>

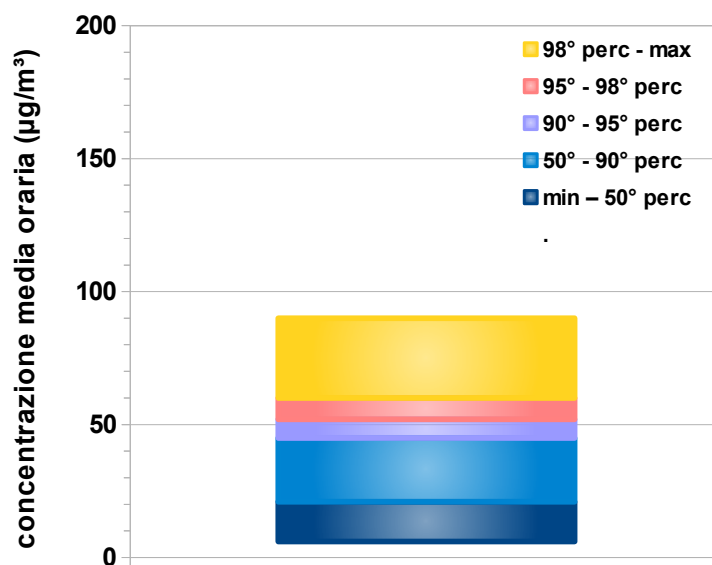
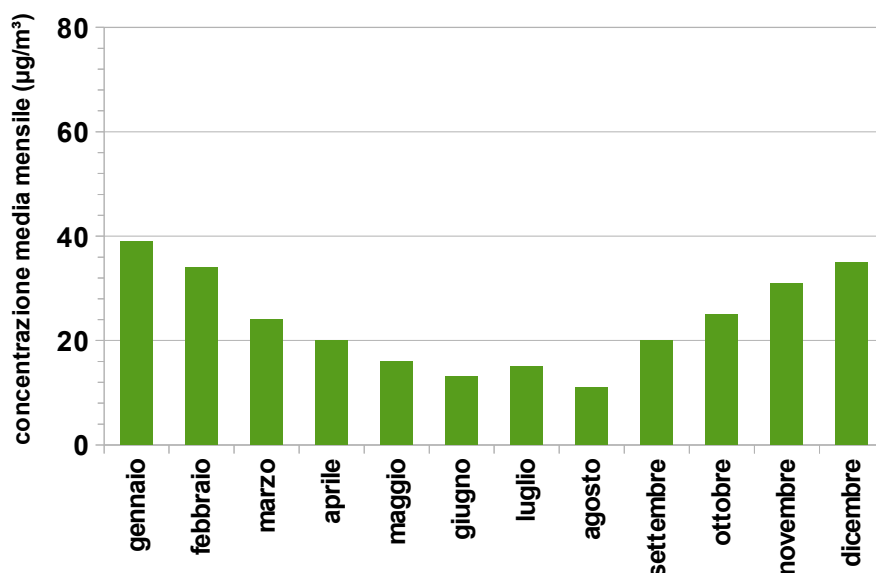


Tabella 2.1.7 – Superamenti dei valori limite nel 2015

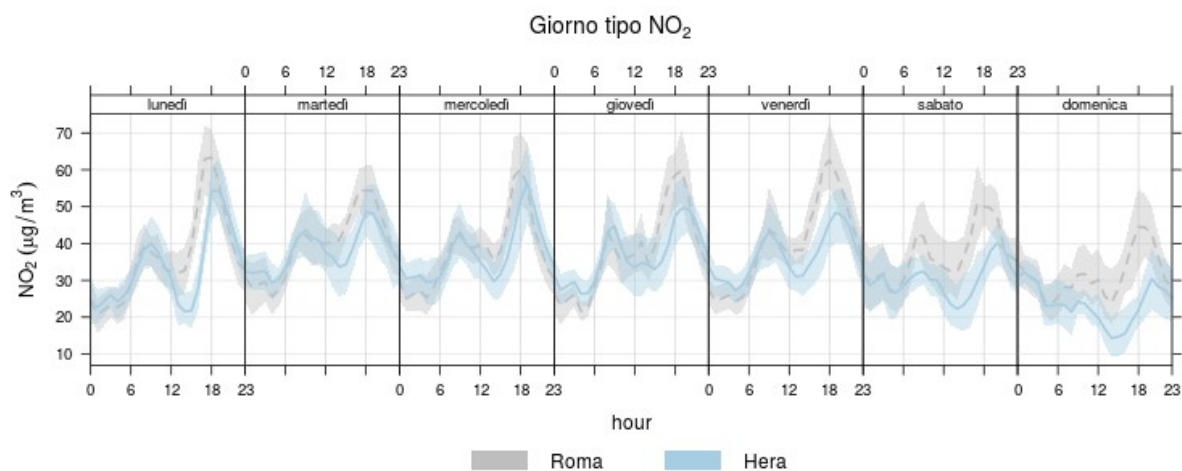
NO <sub>2</sub>	Limite	Valore
Numero di superamenti della soglia di allarme	400 µg/m <sup>3</sup> su 3 ore consecutive	0
Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana	200 µg/m <sup>3</sup> non più di 18 volte per anno	0
Concentrazione media annua	40 µg/m <sup>3</sup>	24 µg/m <sup>3</sup>

Grafico 2.1.11 – Concentrazioni medie mensili NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

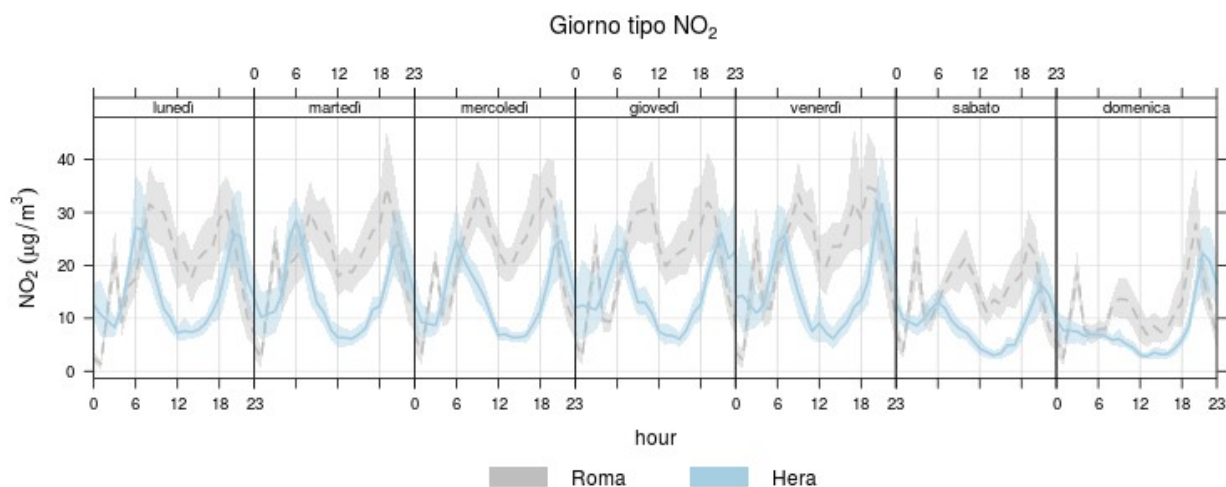


Si riportano di seguito gli andamenti del giorno tipo per i vari giorni della settimana; i periodi considerati si riferiscono alle stagioni invernale ed estiva, in quanto proprio nel corso di queste due periodi dell'anno si verificano le condizioni opposte sia dal punto di vista meteorologico che, di conseguenza, sotto il profilo dell'inquinamento atmosferico. Nei grafici sono rappresentate anche le fasce di variabilità dei dati orari elaborati.

**Grafico 2.1.12 – Confronto fra “giorno tipo” NO<sub>2</sub> rilevato presso la stazione Hera e la stazione di Viale Roma (traffico) nell'inverno 2014-2015 (dicembre, gennaio, febbraio)**



**Grafico 2.1.13 – Confronto fra “giorno tipo” NO<sub>2</sub> rilevato presso la stazione Hera e la stazione di Viale Roma (traffico) nell'estate 2015 (giugno, luglio, agosto)**



In entrambe le stagioni l'andamento tipico giornaliero evidenzia per la stazione di via Barsanti un profilo simile a quello che caratterizza la stazione da traffico della RRQA; i valori di concentrazione aumentano nelle ore tipicamente legate al traffico veicolare per gli spostamenti mattutini (8-9) e serali (19-20), mentre nelle ore intermedie scendono a valori inferiori rispetto alla stazione da traffico. In estate le concentrazioni si attestano su livelli inferiori rispetto a quelli che caratterizzano il periodo invernale. Le elaborazioni relative ai giorni di sabato e domenica presentano per entrambe le cabine valori di concentrazione oraria inferiori a quelli che caratterizzano i giorni feriali; tale differenza è ancora più marcata per la stazione situata in Via Barsanti, dove solo nel periodo estivo si nota un aumento dei valori nella serata della domenica.

**Grafico 2.1.14**  
**concentrazioni giornaliere massime di biossido di azoto**

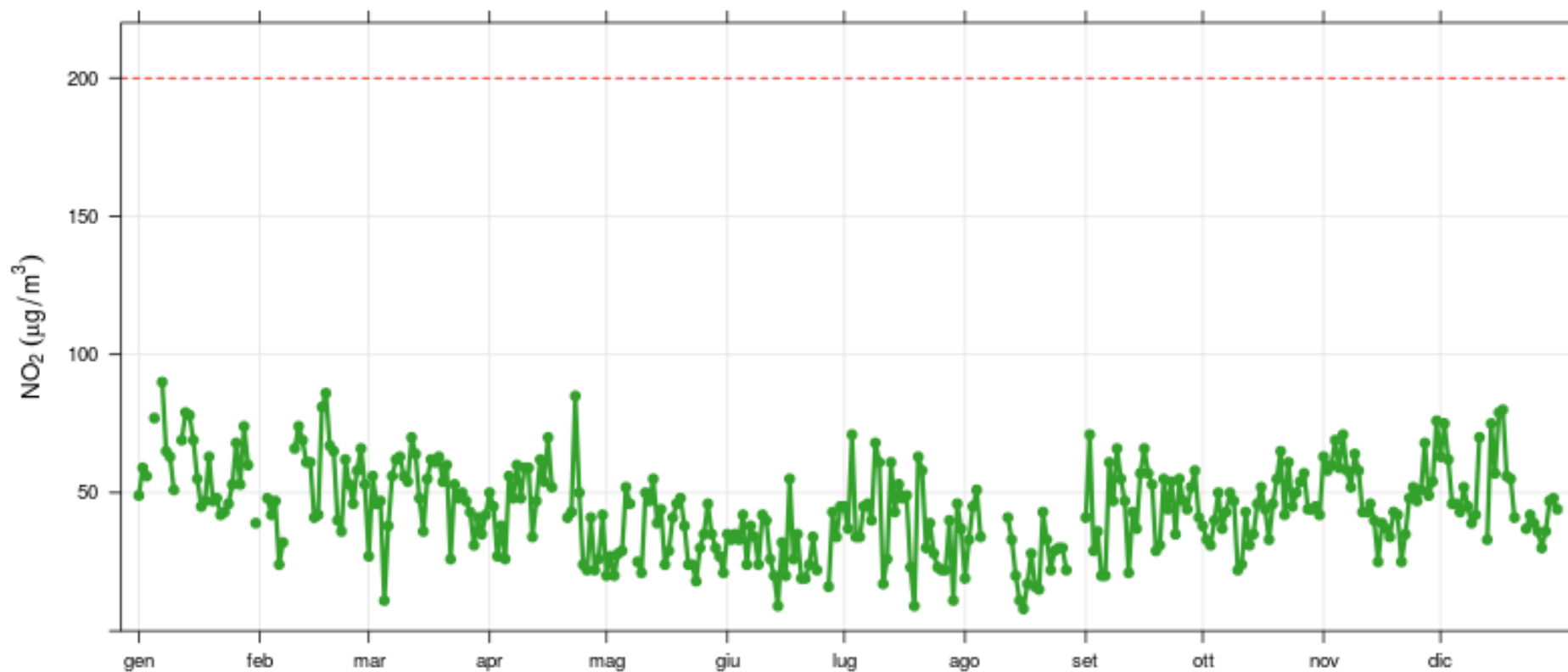
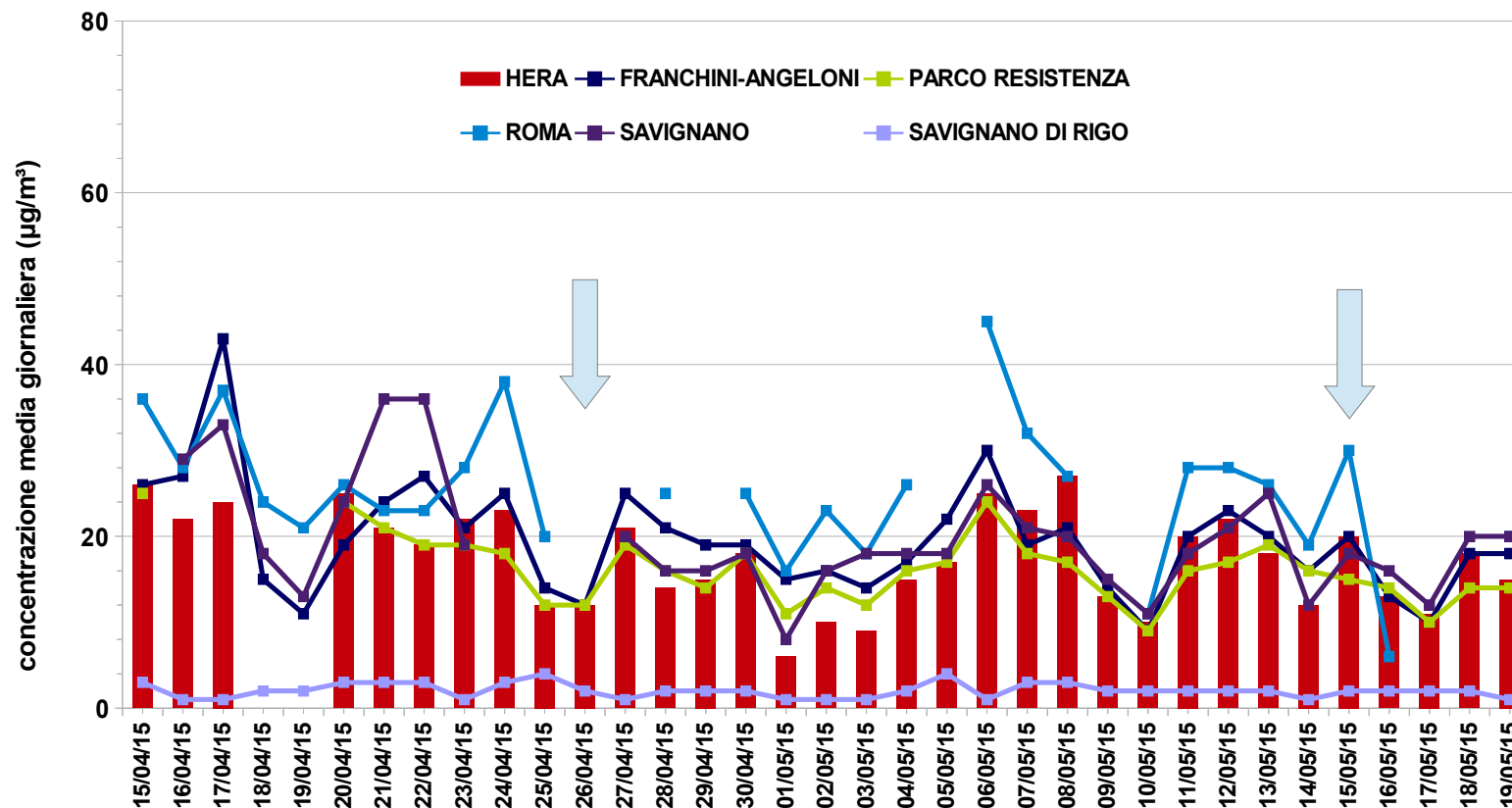


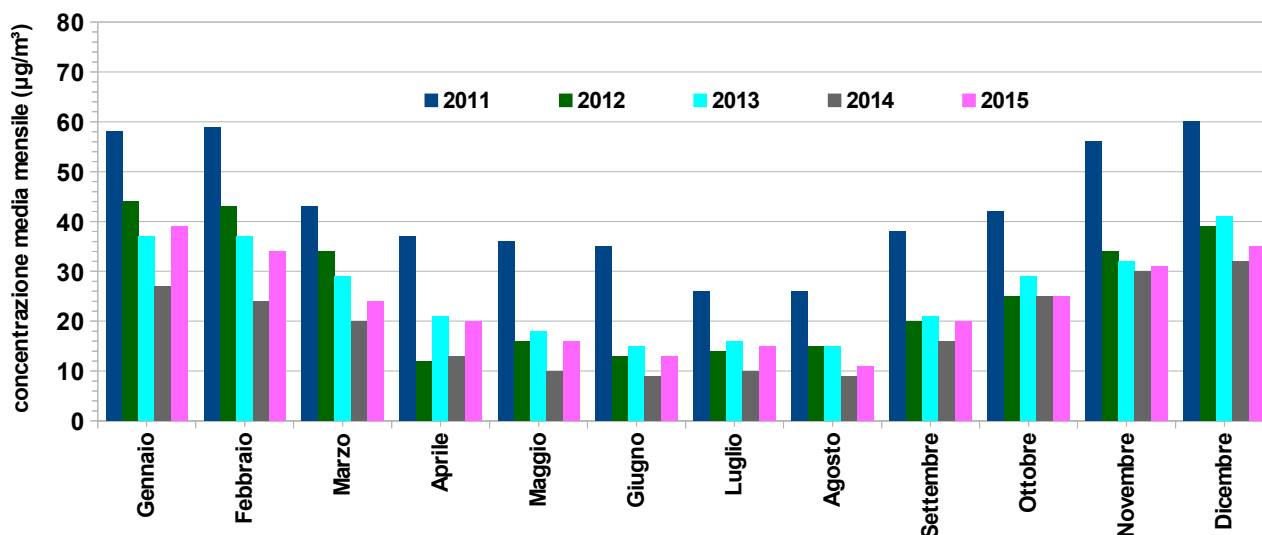
Grafico 2.1.15

NO<sub>2</sub> concentrazioni medie giornaliere nel periodo di fermo impianto presso la stazione HERA di Via Barsanti e quelle della RRQA sul territorio provinciale



(le frecce indicano le date di spegnimento e riaccensione dell'impianto)

**Grafico 2.1.16**  
**NO<sub>2</sub> concentrazione media mensile dal 2011 al 2015**



**Tabella 2.1.8 – concentrazioni medie orarie**  
**indici statistici NO<sub>2</sub> dal 2011 al 2015**

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	2011	2012	2013	2014	2015
Minimo	<12	<12	<12	<12	<12
Media	43	25	26	19	24
Massimo	190	126	109	90	90
50° percentile	43	21	24	15	21
90° percentile	70	51	46	37	45
95° percentile	79	59	53	43	52
98° percentile	90	70	62	49	60
Rendimento %	97	95	97	95	93



### 2.1.3 Monossido di carbonio (CO)

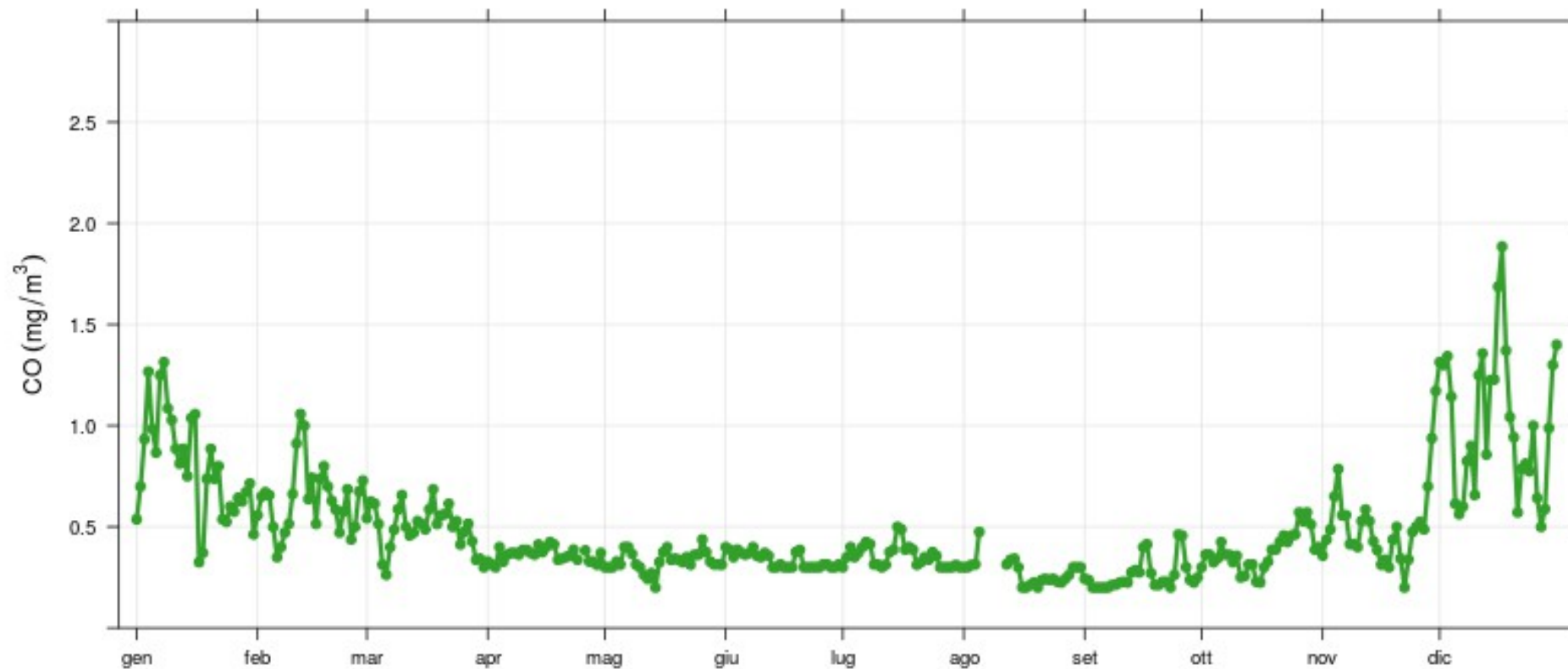
Tabella 2.1.9– Indici statistici CO concentrazioni medie su 8 ore (mg/m<sup>3</sup>)

	CO
Rendimento %	98
Minimo	< 0,6
Massimo	2,2
Media	< 0,6
50° percentile	< 0,6
90° percentile	0,6
95° percentile	0,8
98° percentile	1,0

Tabella 2.1.7 – Superamenti dei valori limite nel 2015

CO	Limite	Valore
Numero di superamenti del valore limite su 8 h per la protezione della salute umana	10 mg/m <sup>3</sup>	0

**Grafico 2.1.17**  
**massimi giornalieri della media di 8 ore di CO**



**Tabella 2.1.8 – concentrazioni medie su 8 ore indici statistici CO dal 2011 al 2015**

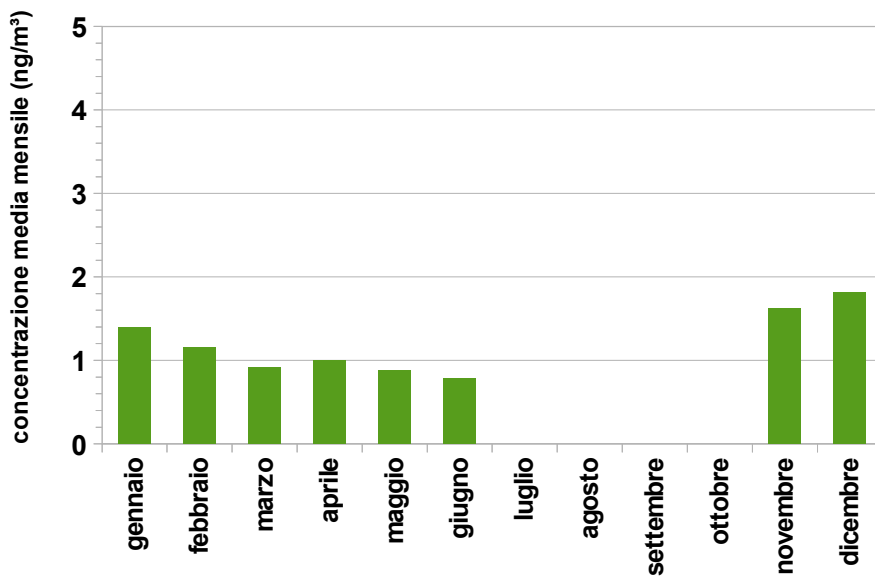
CO concentrazione media su 8 ore (mg/m <sup>3</sup> )	2011	2012	2013	2014	2015
Minimo	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Media	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Massimo	1,7	1,5	1,6	1,1	2,2
50° percentile	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
90° percentile	0,7	0,6	<0,6	<0,6	0,6
95° percentile	0,8	0,7	0,7	0,6	0,8
98° percentile	1,0	0,9	0,9	0,7	1,0
Rendimento %	98	100	98	98	98

## 2.1.4 Mercurio totale gassoso (Hg)

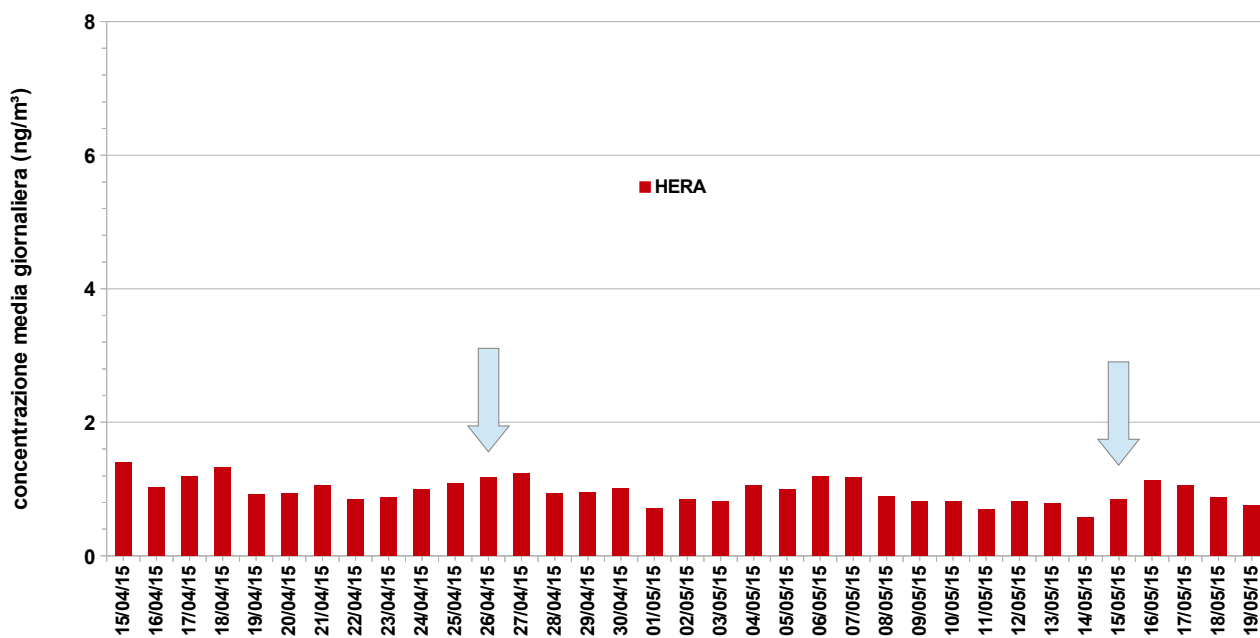
**Tabella 2.1.9 – Indici statistici Hg (ng/m<sup>3</sup>)**

Hg (ng/m <sup>3</sup> )	medie orarie	medie giornaliere
Rendimento %	50	50
Minimo	<0,2	0,5
Massimo	10,5	2,6
Media	1,2	1,2
50° percentile	1,1	1,1
90° percentile	2,0	2,0
95° percentile	2,3	2,1
98° percentile	2,7	2,3

**Grafico 2.1.18**  
**Hg concentrazione media mensile**



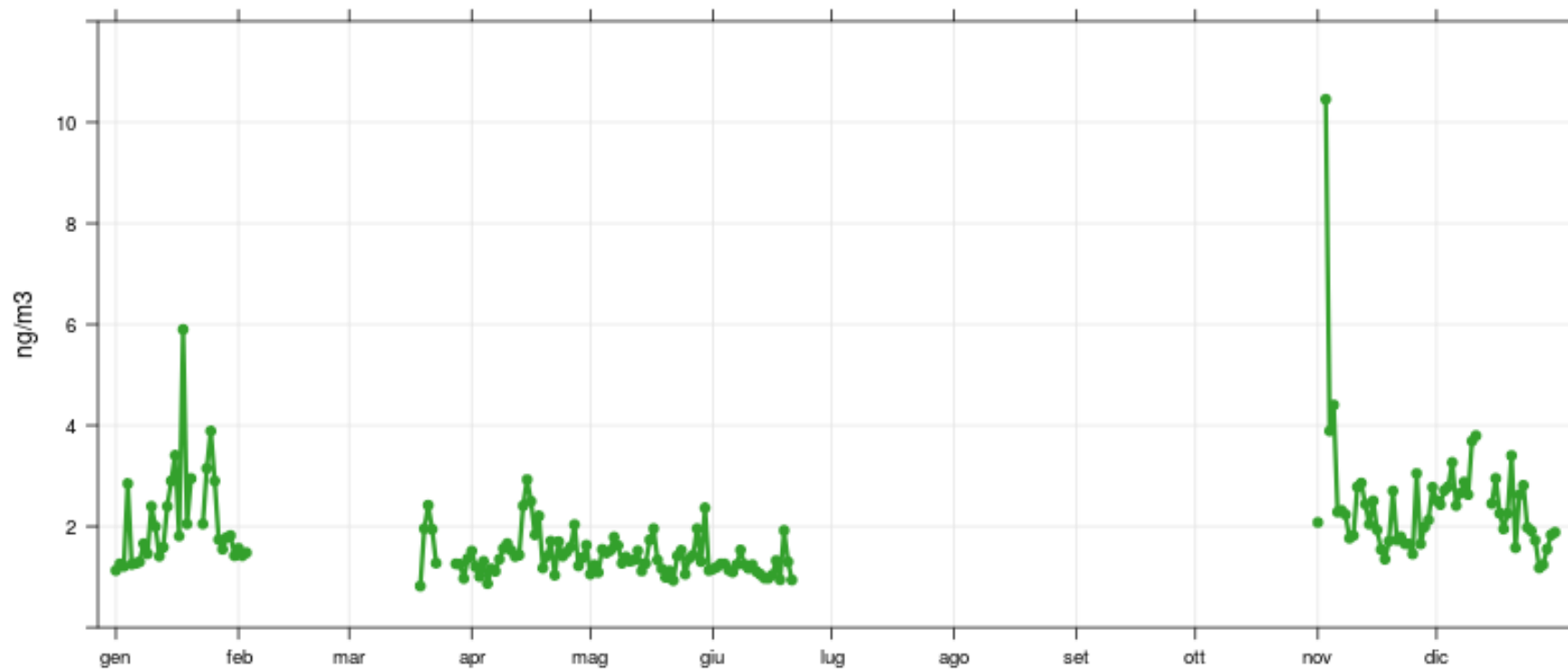
**Grafico 2.1.19**  
**Hg concentrazioni medie giornaliere nel periodo di fermo impianto**



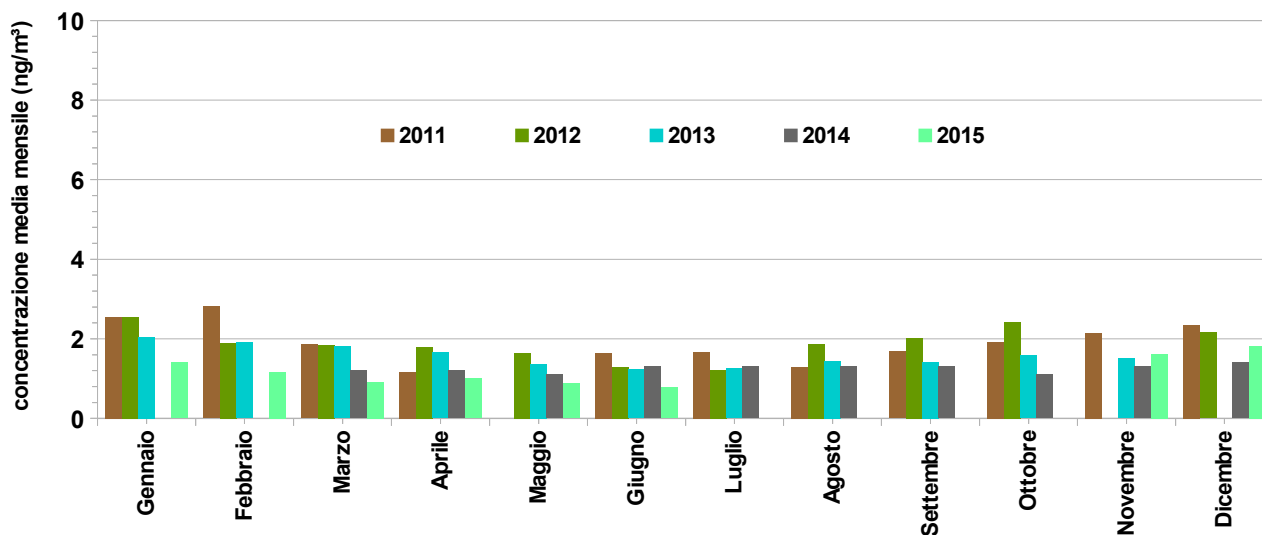
(le frecce indicano le date di spegnimento e riaccensione dell'impianto)

Grafico 2.1.20

**Mercurio - Massimi giornalieri**



**Grafico 2.1.21**  
**Hg concentrazione media mensile dal 2011 al 2015**



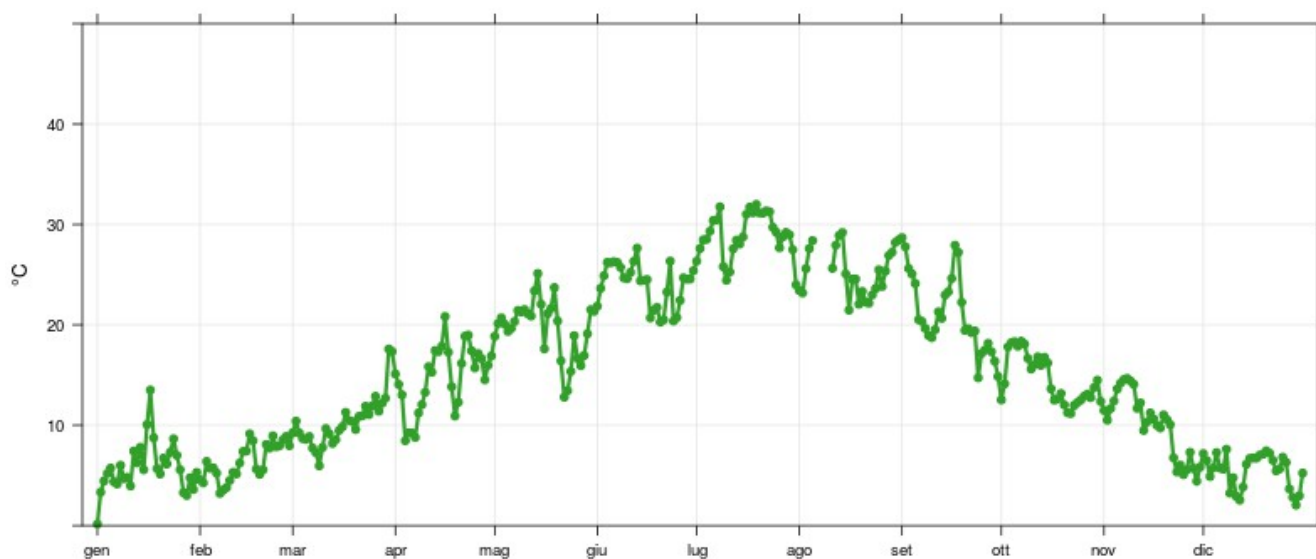
**Tabella 2.1.10 – concentrazioni medie orarie indici statistici Hg dal 2011 al 2015**

Hg (ng/m3)	2011	2012	2013	2014	2015
Minimo	<0,2	0,5	0,3	<0,2	<0,2
Media	1,9	1,8	1,6	1,2	1,2
Massimo	9,4	15,5	4	3,8	10,5
50° percentile	1,8	1,8	1,5	1,2	1,1
90° percentile	2,9	2,6	2,2	1,6	2,0
95° percentile	3,2	2,9	2,5	1,8	2,3
98° percentile	3,7	3,5	2,7	2,1	2,7
Rendimento %	79	76	78	75	50

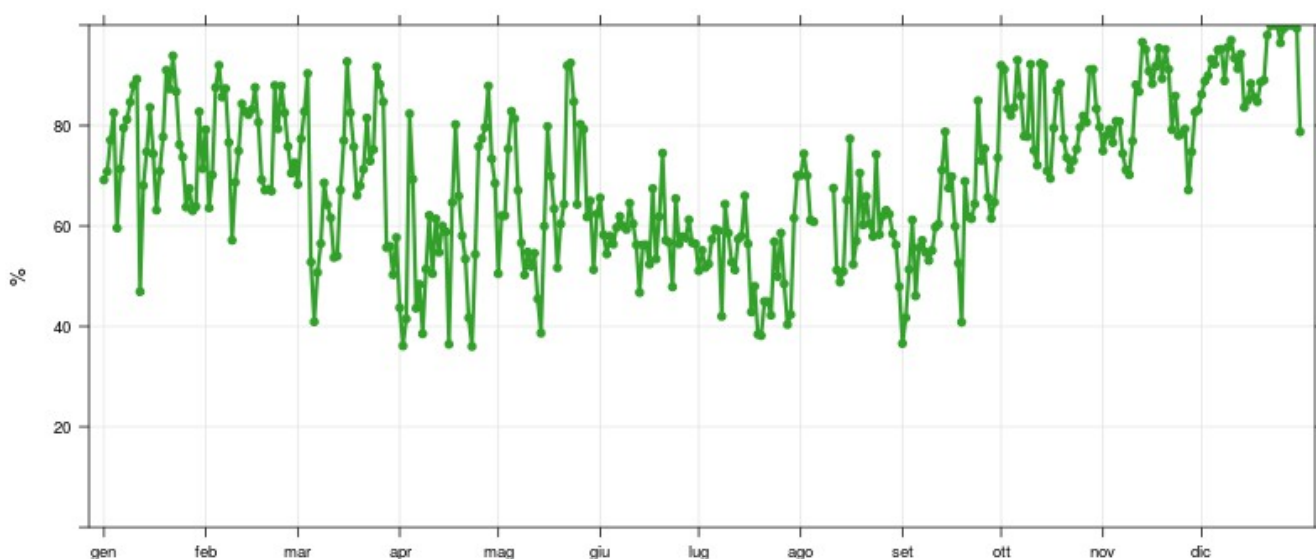
## 2.2 Parametri meteorologici

Sulla sommità della cabina, ad un'altezza di circa 3 metri, sono installati i sensori per la rilevazione dei parametri meteorologici; è pertanto opportuno sottolineare, con particolare riguardo per direzione e velocità del vento, che gli andamenti che seguono sono riferiti alle condizioni atmosferiche che si registrano a tale altezza e non rappresentano la situazione che si può verificare nelle zone più alte dell'atmosfera.

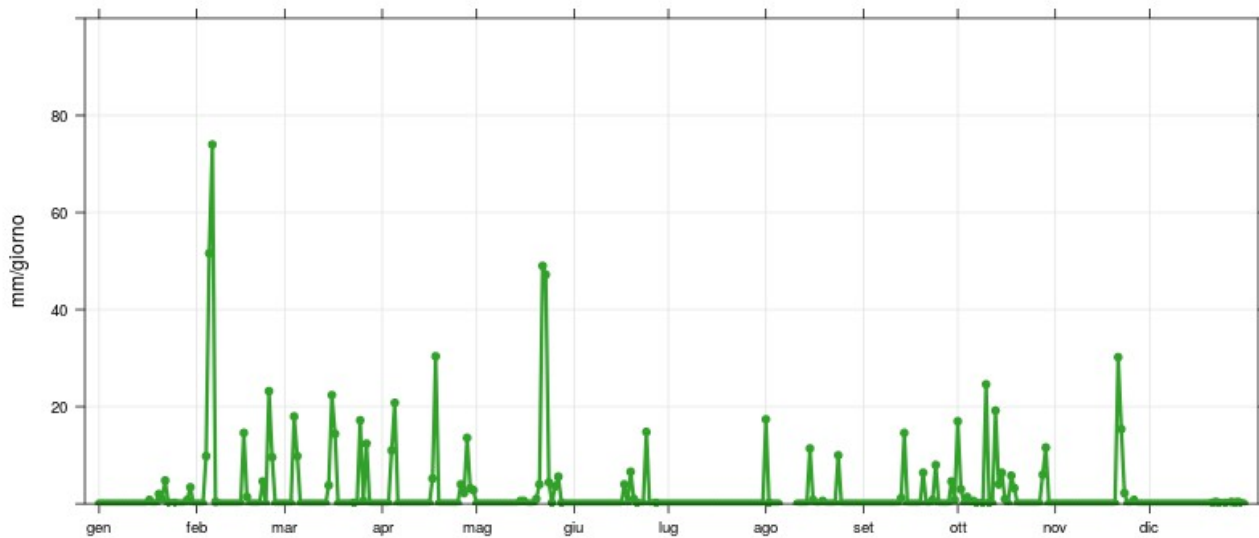
**Grafico 2.2.1 – Temperatura media giornaliera**



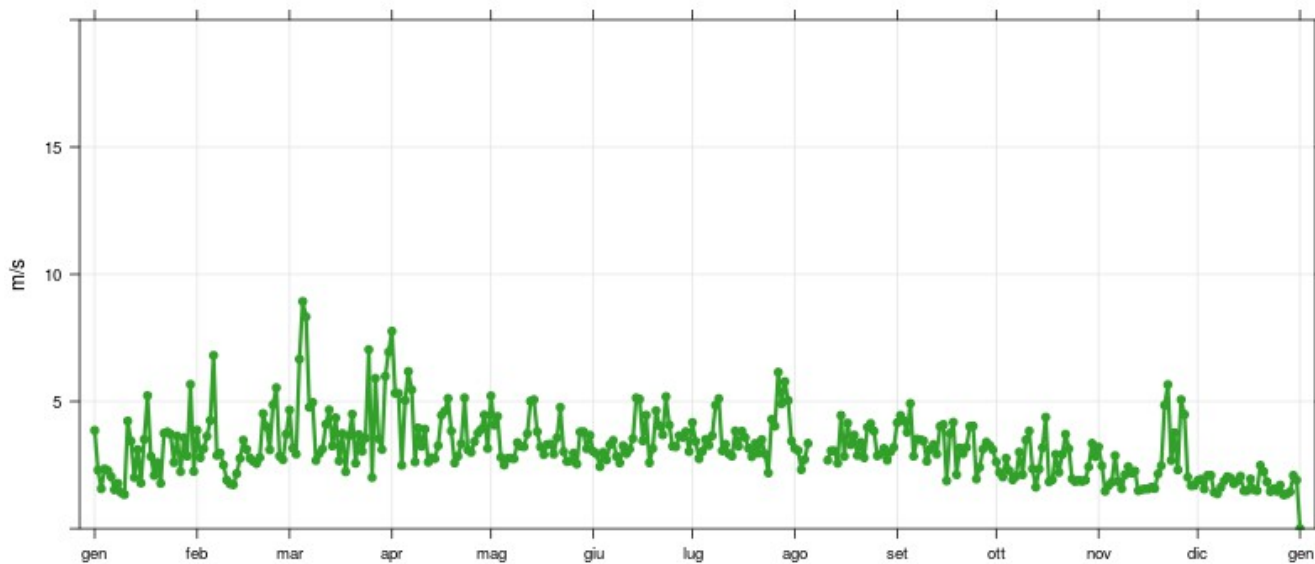
**Grafico 2.2.2 – Umidità relativa media giornaliera**



**Grafico 2.2.3 – Pioggia - mm. giornalieri**



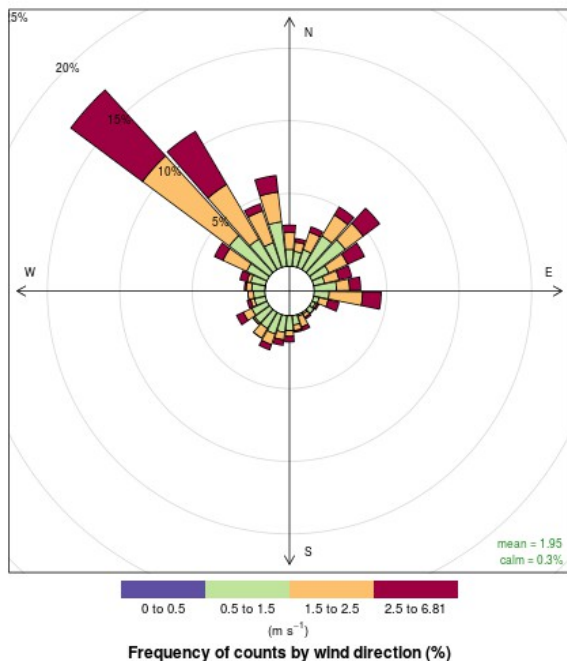
**Grafico 2.2.4 – Velocità del vento – massimi giornalieri**



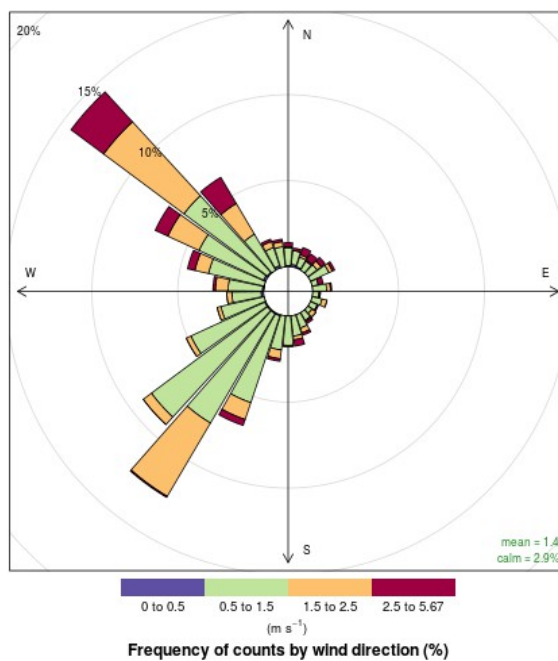


**Grafico 2.2.5 – Rose dei venti nei mesi invernali (dicembre, gennaio, febbraio)**

**Rosa dei venti diurna**

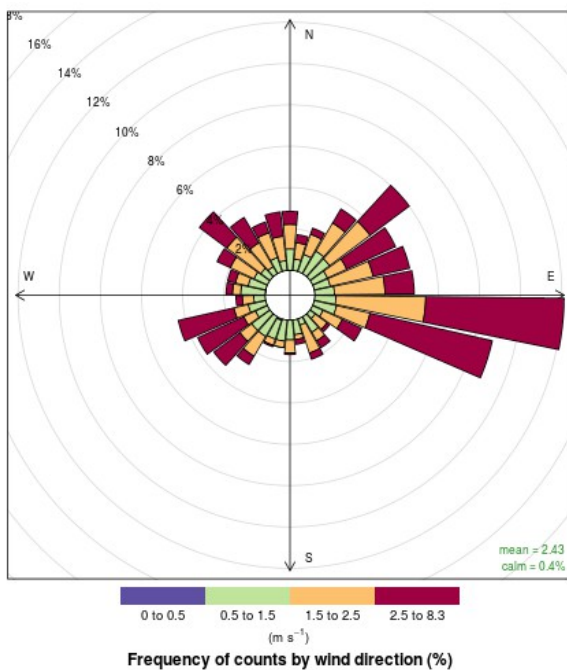


**Rosa dei venti notturna**

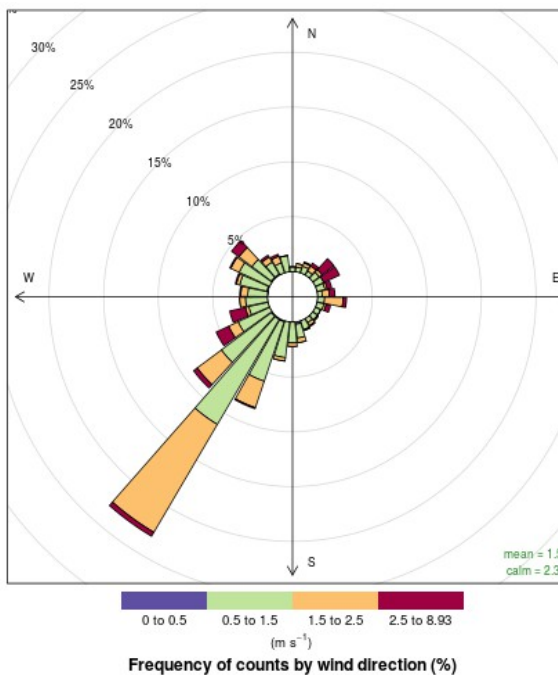


**Grafico 2.2.6 – Rose dei venti nei mesi primaverili (marzo, aprile, maggio)**

**Rosa dei venti diurna**

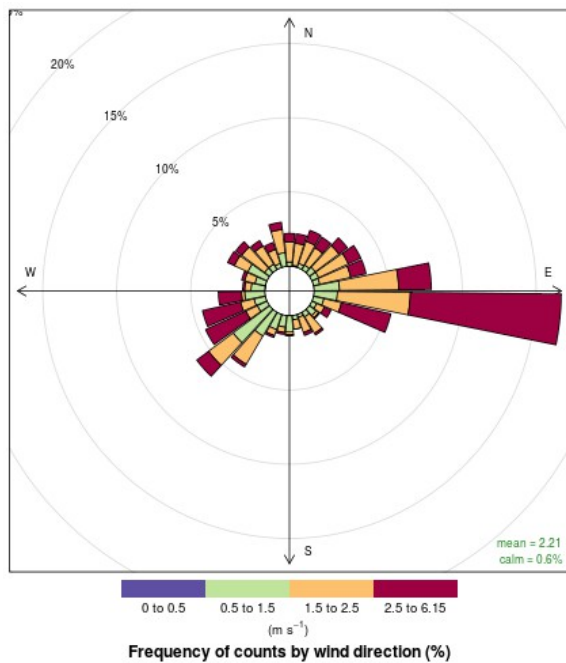


**Rosa dei venti notturna**

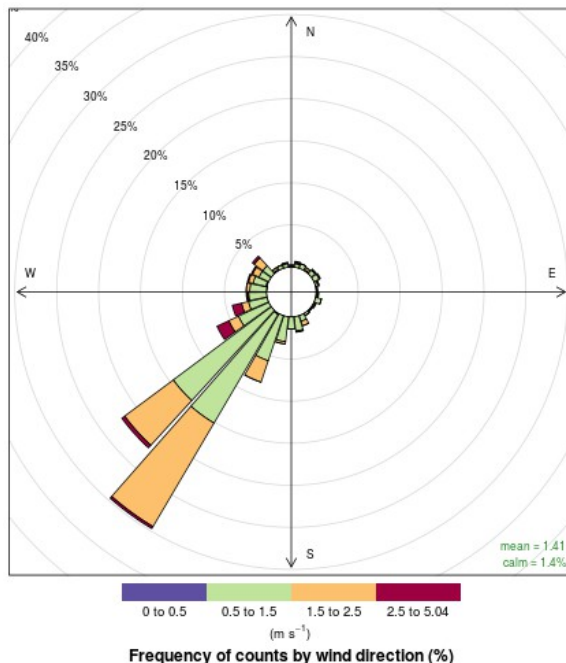


**Grafico 2.2.7 – Rose dei venti nei mesi estivi (giugno, luglio, agosto)**

**Rosa dei venti diurna**

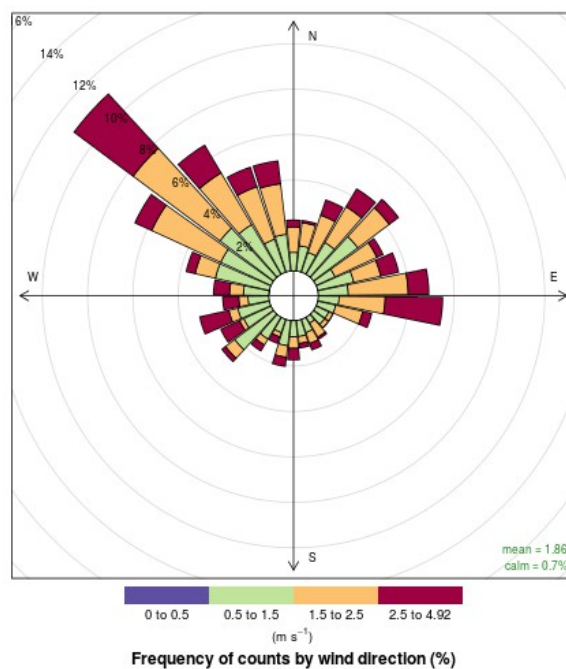


**Rosa dei venti notturna**

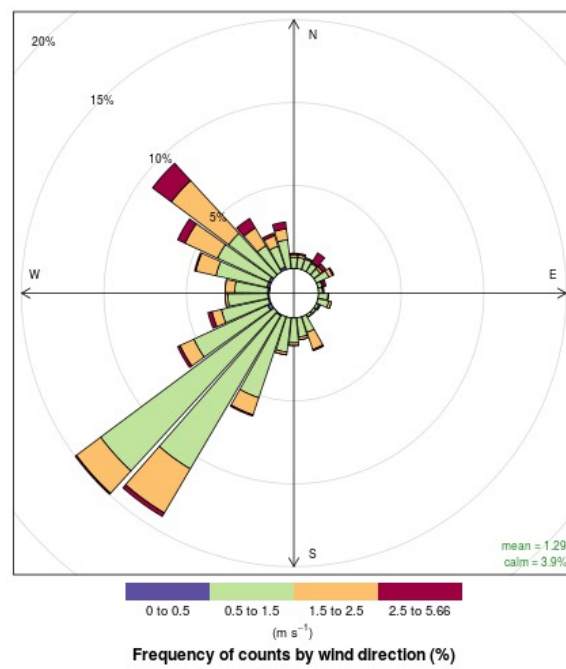


**Grafico 2.2.8 – Rose dei venti nei mesi autunnali (settembre, ottobre, novembre)**

**Rosa dei venti diurna**



**Rosa dei venti notturna**



## 2.3 Misure in discontinuo nel PM<sub>10</sub>

Il monitoraggio in discontinuo della qualità dell'aria riguarda la determinazione delle concentrazioni di metalli pesanti e microinquinanti organici nel particolato PM<sub>10</sub> ed è effettuato con frequenza trimestrale mediante campionamento discontinuo automatico e determinazione per ciascun parametro del valore medio di concentrazione per campagna; viene inoltre effettuata una campagna aggiuntiva in occasione del fermo impianto (F.I.). Nei grafici e nelle tabelle che seguono le misure relative a tale campagna sono evidenziate con colori e motivi diversi.

### 2.3.1 Metalli pesanti : Piombo (Pb), Cadmio (Cd), Nichel (Ni)

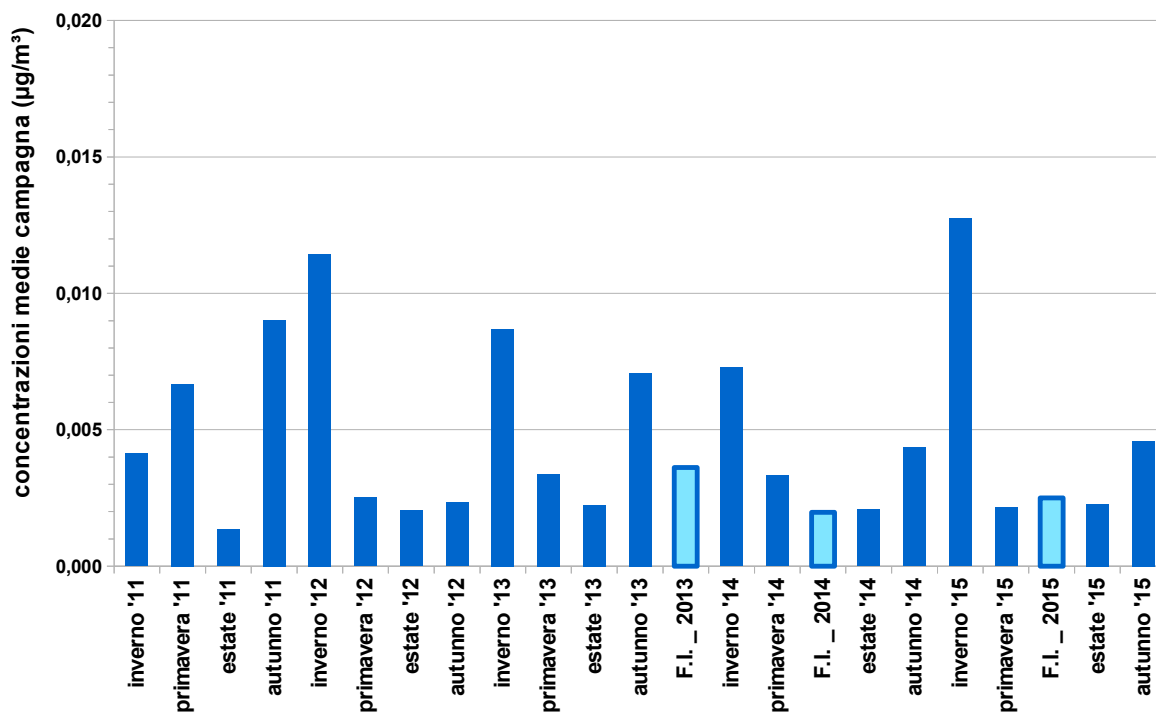
Si riportano di seguito gli esiti delle campagne svolte nel corso del 2015 ed a seguire gli andamenti registrati negli ultimi cinque anni.

Nel corso dell'anno la durata delle misure relative ai metalli, per i quali è sufficiente un campionamento pari ad una settimana, è stata aumentata al fine di avere gli esiti dei monitoraggi relativi ai metalli ed ai microinquinanti organici mediati su uno stesso periodo temporale. Ciò non sempre è stato possibile in conseguenza di problemi tecnici talora presentati dai campionatori.

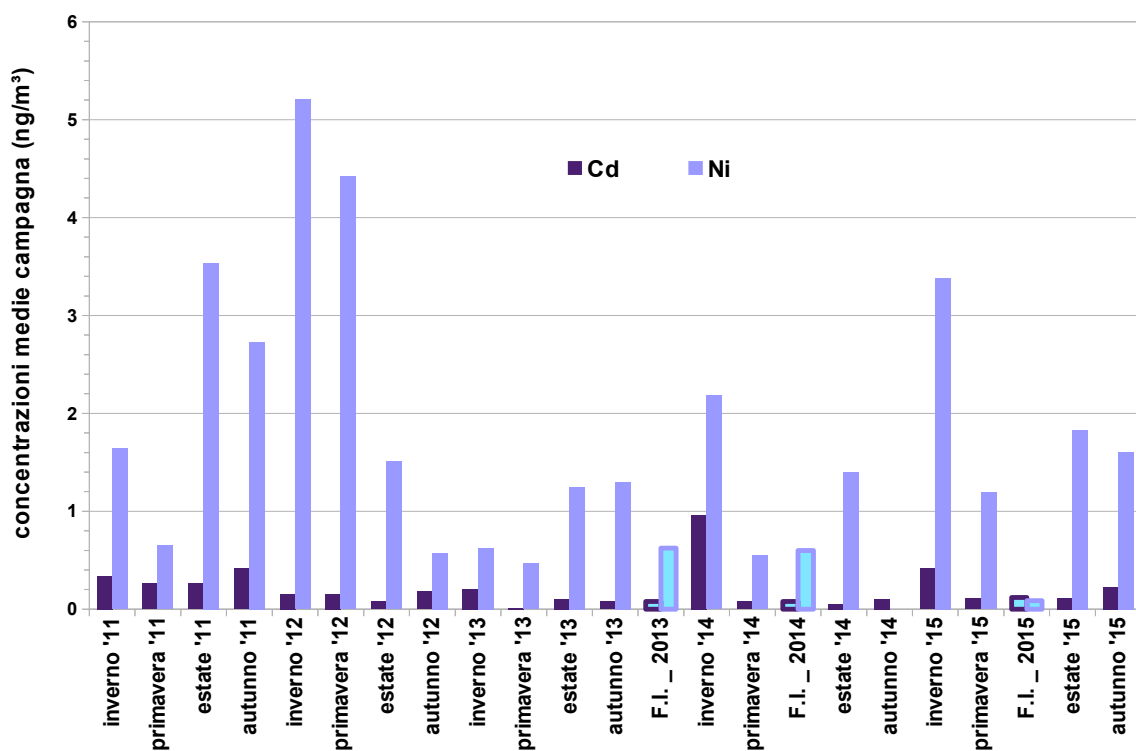
**Tabella 2.3.1 – Pb, Cd, Ni concentrazioni medie campagna e confronto con valori limite e valori obiettivo Dlgs. 155/2010 e s.m.i.**

DLgs. n. 155 del 13/08/2010				Pb (µg/m <sup>3</sup> ) Valore limite	Cd (ng/m <sup>3</sup> ) Valore obiettivo	Ni (ng/m <sup>3</sup> ) Valore obiettivo	
Concentrazione media annuale				0,5	5	20	
Soglia di valutazione superiore				0,35	3	14	
Soglia di valutazione inferiore				0,25	2	10	
Concentrazioni medie				Pb (µg/m <sup>3</sup> )	Cd (ng/m <sup>3</sup> )	Ni (ng/m <sup>3</sup> )	
I Campagna	dal	09/01/15	al	15/01/15	0,013	0,42	3,38
II Campagna	dal	28/03/15	al	12/04/15	0,002	0,11	1,19
III Campagna fermo impianto	dal	08/05/15	al	14/05/15	<0,005	<0,24	<1,92
IV Campagna	dal	03/07/15	al	18/07/15	0,002	0,11	1,83
V Campagna	dal	13/10/15	al	28/10/15	0,005	0,23	1,60

**Grafico 2.3.1 – Piombo concentrazioni medie di campagna dal 2011 al 2015**



**Grafico 2.3.2 – Cadmio e Nichel concentrazioni medie di campagna dal 2011 al 2015**



## 2.3.2 Microinquinanti organici

Il monitoraggio della qualità dell'aria per quanto riguarda i microinquinanti organici presenti nel particolato PM10 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.

### 2.3.2.1 Diossine e Furani (PCDD, PCDF)

**Tabella 2.3.2 – Diossine (PCDD) e Furani (PCDF)  
concentrazioni medie per campagna**

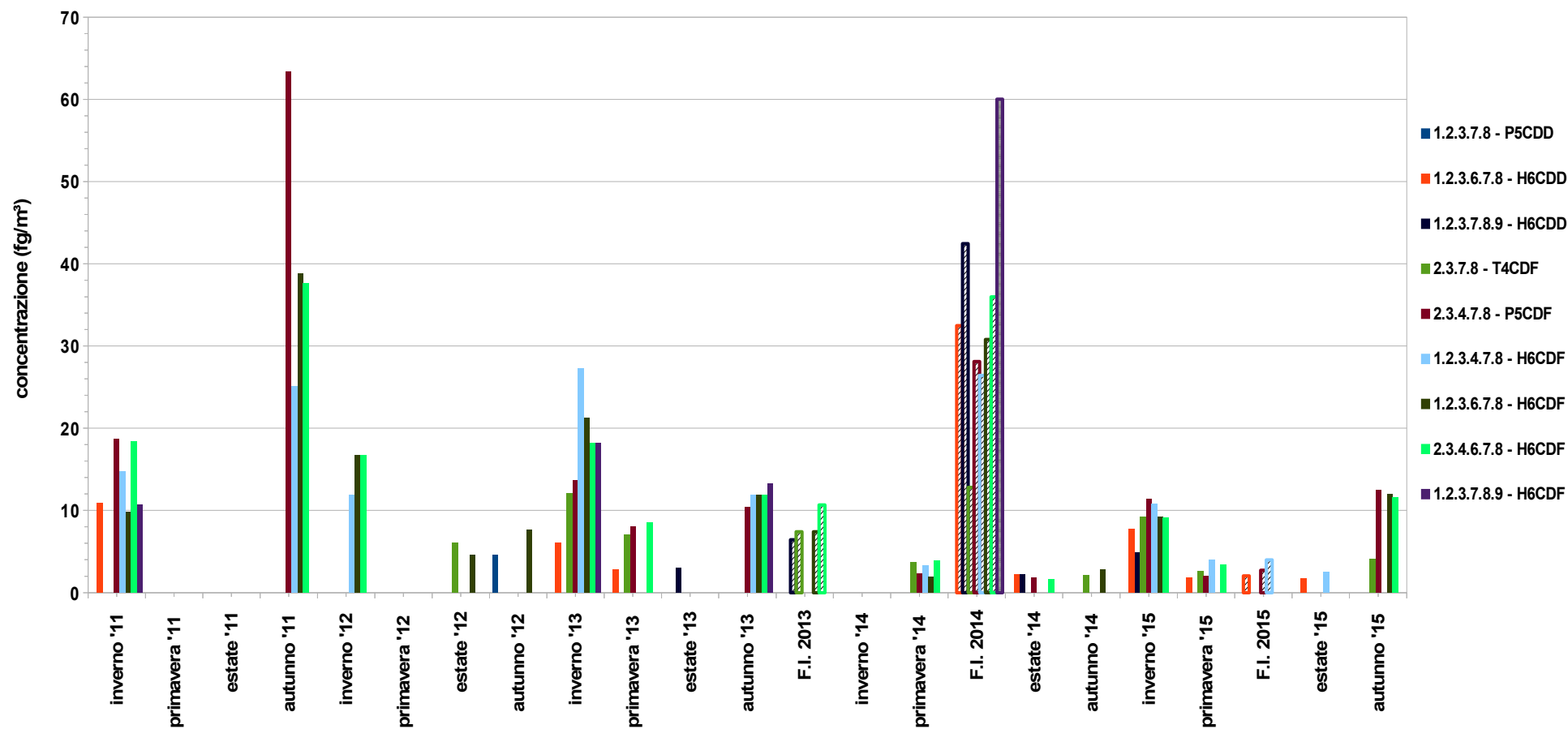
Periodo di campionamento		I campagna dal 22/01/15 al 05/02/15		II campagna dal 28/03/15 Al 12/04/15		III campagna F.I. dal 27/04/15 Al 12/05/15		IV campagna Dal 04/07/15 Al 19/07/15		V campagna Dal 13/10/15 Al 28/10/15	
unità di misura		fg/m <sup>3</sup>	I-TE fg/m <sup>3</sup>	fg/m <sup>3</sup>	I-TE 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>	fg/m <sup>3</sup>	I-TE fg/m <sup>3</sup>
	Fattore Tossicità Equivalente (TEF)										
2.3.7.8 - T4CDD	1	<1,6	0,79	<1,4	0,71	<1,5	0,74	<1,5	0,74	<1,6	0,74
1.2.3.7.8 - P5CDD	0,5	<1,6	0,39	<1,4	0,36	<1,5	0,37	<1,5	0,37	<1,6	0,37
1.2.3.4.7.8 - H6CDD	0,1	<1,6	0,08	<1,4	0,07	<1,5	0,07	<1,5	0,07	<1,6	0,07
1.2.3.6.7.8 - H6CDD	0,1	7,8	0,78	1,9	0,19	2,0	0,20	1,7	0,17	<1,6	0,07
1.2.3.7.8.9 - H6CDD	0,1	4,9	0,49	<1,4	0,07	<1,5	0,07	<1,5	0,07	<1,6	0,07
1.2.3.4.6.7.8 - H7CDD	0,01	109,4	1,09	18,4	0,18	12,5	0,13	4,0	0,04	37,9	0,38
O8CDD	0,001	383,8	0,38	58,3	0,06	40,7	0,04	32,4	0,03	142,5	0,14
2.3.7.8 - T4CDF	0,1	9,2	0,92	2,6	0,26	<1,5	0,07	<1,5	0,07	4,1	0,41
1.2.3.7.8 - P5CDF	0,05	6,1	0,30	<1,4	0,04	<1,5	0,04	<1,5	0,04	5,9	0,30
2.3.4.7.8 - P5CDF	0,5	11,4	5,70	2,0	0,98	2,7	1,37	<1,5	0,37	12,5	6,26
1.2.3.4.7.8 - H6CDF	0,1	10,8	1,08	3,9	0,39	4,0	0,40	2,5	0,25	<1,6	0,07
1.2.3.6.7.8 - H6CDF	0,1	9,2	0,92	<1,4	0,07	<1,5	0,07	<1,5	0,07	11,9	1,19
2.3.4.6.7.8 - H6CDF	0,1	9,1	0,91	3,4	0,34	<1,5	0,07	<1,5	0,07	11,6	1,16
1.2.3.7.8.9 - H6CDF	0,1	<1,6	0,08	<1,4	0,07	<1,5	0,07	<1,5	0,07	<1,6	0,07
1.2.3.4.6.7.8 - H7CDF	0,01	21,5	0,21	8,6	0,09	13,3	0,13	4,3	0,04	49,3	0,49
1.2.3.4.7.8.9 - H7CDF	0,01	<1,6	0,01	<1,4	0,01	<1,5	0,01	<1,5	0,01	<1,6	0,01
O8CDF	0,001	19,1	0,02	6,9	0,01	6,6	0,01	6,8	0,01	41,6	0,04
<b>SOMMA VALORI</b>		<b>610,0</b>	<b>14,17</b>	<b>117,4</b>	<b>3,89</b>	<b>96,7</b>	<b>3,87</b>	<b>68,0</b>	<b>2,51</b>	<b>329,2</b>	<b>11,86</b>

Nel calcolo della somma valori e del I-TE gli analiti non rilevabili sono considerati come pari a metà del rispettivo limite di quantificazione.

Il Fattore Equivalente di Tossicità (I-TE) è calcolato moltiplicando la concentrazione di ogni analita per il corrispondente Fattore di Tossicità Equivalente (TEF) secondo NATO/CCMS del 1988 (vedi tabella); rapportando il valore di I-TE così

*calcolato, al volume prelevato si ottiene la concentrazione sopra riportata.*

**Grafico 2.3.3 – Diossine (PCDD) e Furani (PCDF) con TEF  $\geq 0,1$   
 concentrazioni medie di campagna dal 2011 al 2015**



In tabella 2.3.2 sono riportati i dati di concentrazione riscontrati per ciascun analita con accanto il rispettivo contributo alla Tossicità Equivalente (TEQ) complessiva del campione. Nel calcolo del contributo I-TE gli analiti non rilevabili sono stati considerati, in via cautelativa, come presenti in concentrazione pari a metà del rispettivo limite di rilevabilità (medium bound). Ciascun contributo alla TEQ (espresso in I-TE fg/m<sup>3</sup>), è calcolato moltiplicando la concentrazione rilevata (fg/m<sup>3</sup>) per il corrispondente Fattore di Tossicità Equivalente (TEF) secondo NATO/CCMS del 1988 (vedi tabella).

Nel grafico 2.3.3 sono rappresentati gli andamenti storici della concentrazioni riscontrate per i composti che presentano i fattori di tossicità più alti, in particolare quelli con valore maggiore o uguale a 0.1.

La rappresentazione grafica che segue riguarda la ripartizione dei contributi al I-TE da parte dei componenti suddivisi tra quelli rilevati e quelli che sono risultati essere inferiori ai limiti di rilevabilità; si fa presente che, a partire da fine 2012, il laboratorio Arpae che esegue le analisi garantisce livelli di rilevabilità inferiori rispetto al passato e, poichè nel conteggio degli equivalenti di tossicità si sommano anche quelli dovuti ai componenti non rilevati, ciò ha determinato la diminuzione del contributo dovuto agli analiti assenti al valore di tossicità equivalente complessivo dei campioni.

**Grafico 2.3.4 – Suddivisione dei contributi agli Indici di tossicità da parte dei PCDD e PCDF rilevati e non dal 2011 al 2015**

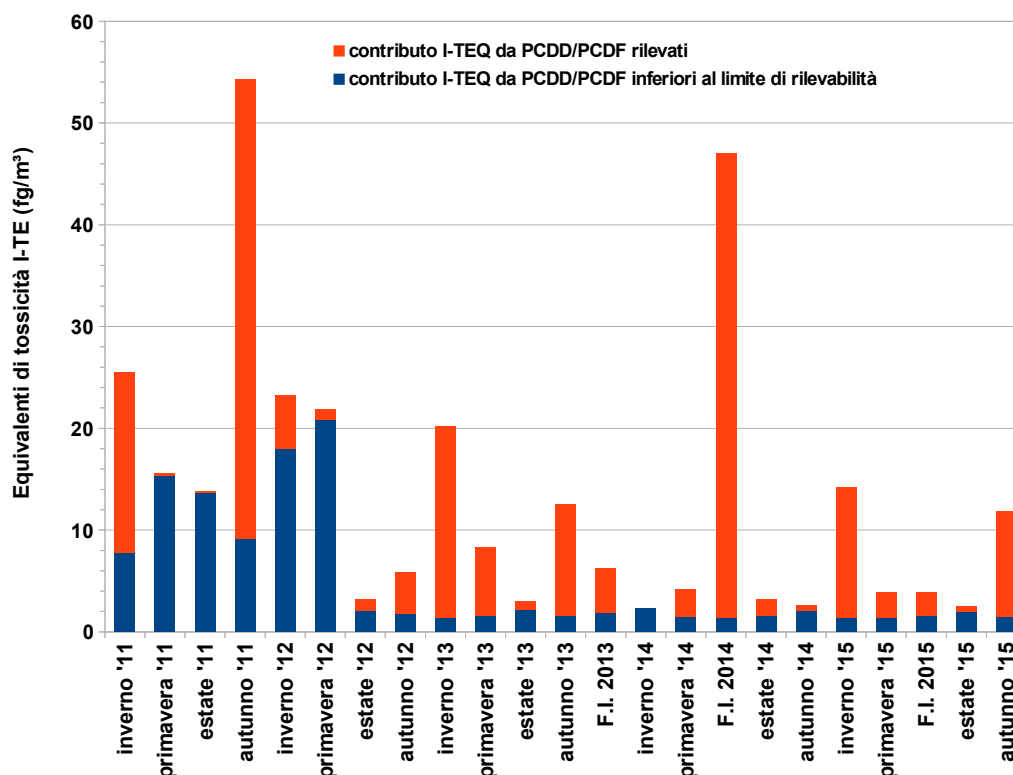
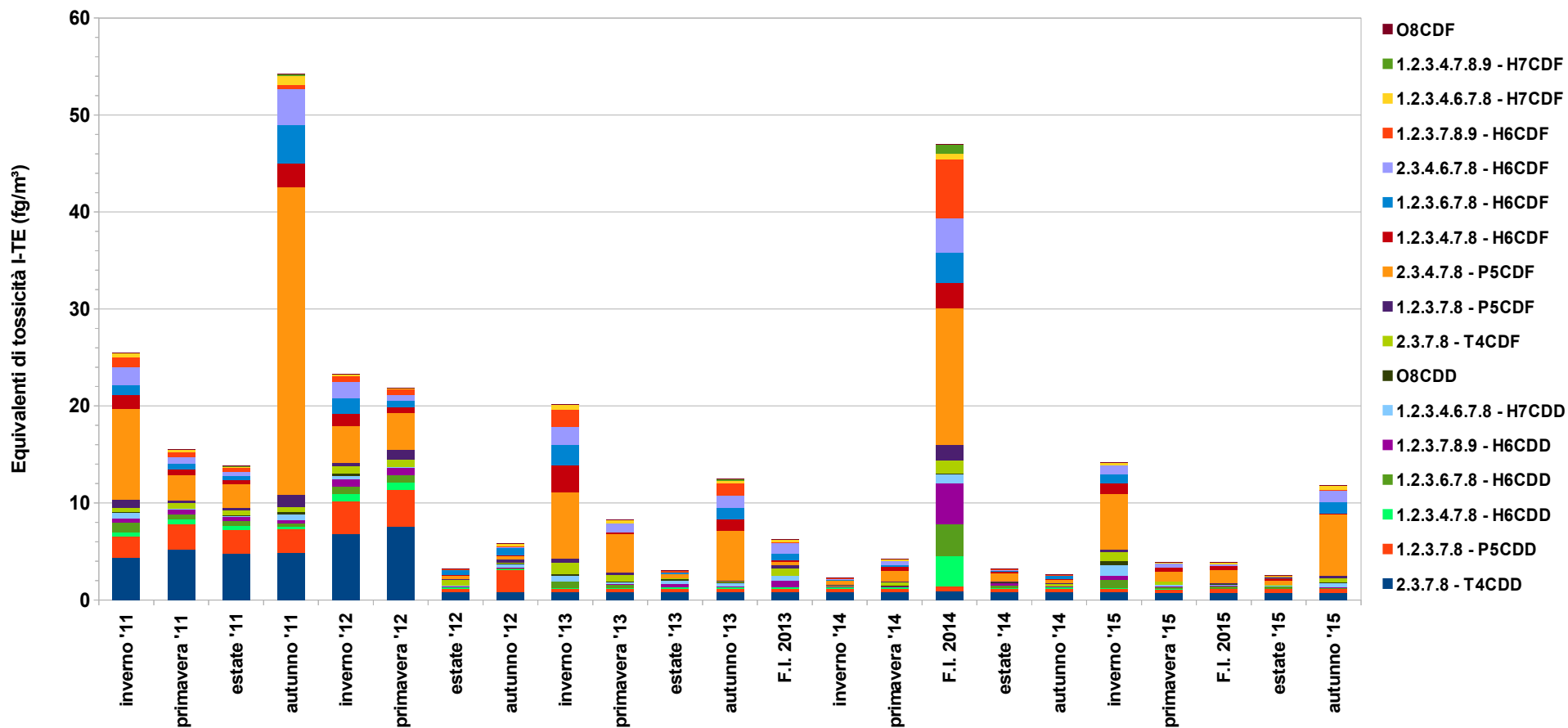




Grafico 2.3.5 – Indici di tossicità calcolati dal 2011 al 2015 suddivisi per singolo composto



Nel grafico 2.3.5 sono evidenziati i contributi alla tossicità totale per ciascuna campagna da parte di tutti i singoli composti, rilevati e non.

### 2.3.2.2 Policlorobifenili (PCB)

Nel particolato PM<sub>10</sub> raccolto sono stati ricercati anche una serie di Policlorobifenili le cui concentrazioni sono riportate nelle tabelle che seguono, distinguendo i congeneri di tipo coplanare, definiti PCB-Dioxin Like, i quali, per le loro caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche, sono paragonabili alle Diossine ed ai Furani. Il Fattore Equivalente di Tossicità è calcolato moltiplicando per ciascun composto la concentrazione rilevata per il corrispondente Fattore di Tossicità Equivalente (TEF) secondo WHO (vedi tabella) ed è espresso in fg/m<sup>3</sup>. Nel calcolo del valore di tossicità equivalente (TEQ), i composti che non sono risultati rilevabili sono stati considerati, in via cautelativa, come presenti in concentrazione pari a metà del rispettivo limite di rilevabilità (medium bound).

**Tabella 2.3.3 – PCB concentrazioni medie per campagna**

	I campagna	II campagna	III campagna F.I.	IV campagna	V campagna
Periodo di campionamento	dal 22/01/15 al 05/02/15	dal 28/03/15 al 12/04/15	dal 27/04/15 al 12/05/15	dal 04/07/15 al 19/07/15	dal 13/10/15 al 28/10/15
Unità di misura	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>
#31+#28	1,18	0,26	1,18	0,94	1,02
#52	1,30	0,45	1,00	0,94	0,97
#95	1,82	1,00	1,50	1,77	1,66
#101	3,47	1,99	2,42	2,87	2,79
#99	1,26	0,78	0,94	0,96	0,97
#110	2,99	2,03	2,43	2,75	2,58
#151	0,56	0,44	<0.03	0,57	0,51
#149	1,87	1,58	1,76	2,09	1,99
#146	0,51	0,27	0,33	0,36	0,33
#153+#168	2,32	2,22	2,40	2,83	2,54
#138	2,54	2,40	2,53	3,53	2,81
#187	0,42	0,45	0,50	0,75	0,53
#183	0,17	0,25	0,25	0,41	0,27
#177	0,21	0,19	0,20	0,38	0,17
#180 + #193	0,53	0,63	0,71	1,52	0,55
#170	0,27	0,24	<0.03	0,68	0,20
<b>SOMMA VALORI</b>	<b>21,41</b>	<b>15,17</b>	<b>18,17</b>	<b>23,36</b>	<b>19,90</b>

Tabella 2.3.4 – PCB-Dioxin like concentrazioni medie per campagna e I-TE secondo WHO-TEF 2005

Periodo di campionamento		I campagna		II campagna		III campagna F.I.		IV campagna		V campagna	
		dal 22/01/15 al 05/02/15		dal 28/03/15 al 12/04/15		dal 27/04/15 al 12/05/15		dal 04/07/15 al 19/07/15		dal 13/10/15 al 28/10/15	
unità di misura		pg/m <sup>3</sup>	I-TE fg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	I-TE fg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	I-TE fg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	I-TE fg/m <sup>3</sup>	pg/m <sup>3</sup>	I-TE fg/m <sup>3</sup>
	Fattore Tossicità Equivalente (TEF-WHO <sub>05</sub> )										
#81	0,0003	<0.04	0,005	<0.03	0,005	<0.03	0,005	0,03	0,010	0,09	0,027
#77	0,0001	0,12	0,012	0,08	0,008	0,13	0,013	0,13	0,013	0,20	0,020
#123	0,00003	0,06	0,002	<0.03	0,000	0,08	0,002	0,07	0,002	0,11	0,003
#118	0,00003	2,50	0,075	1,98	0,059	3,72	0,112	4,20	0,126	6,13	0,184
#114	0,00005	0,07	0,004	0,09	0,004	0,11	0,006	0,10	0,005	0,17	0,009
#105	0,00003	1,01	0,030	0,81	0,024	1,77	0,053	1,90	0,057	2,67	0,080
#126	0,1	<0.04	1,821	<0.03	1,641	<0.03	1,706	<0.03	1,706	<0.03	1,707
#167 + # 128 (*)	0,00003	0,27	0,008	0,31	0,009	0,61	0,018	0,74	0,022	0,75	0,023
#156	0,00003	0,13	0,004	0,11	0,003	0,27	0,008	0,44	0,013	0,36	0,011
#157	0,00003	<0.04	0,001	<0.03	0,000	0,06	0,002	0,10	0,003	0,07	0,002
#169	0,03	<0.04	0,546	<0.03	0,492	<0.03	0,512	<0.03	0,512	<0.03	0,512
#189	0,00003	<0.04	0,001	<0.03	0,000	<0.03	0,001	<0.03	0,001	0,03	0,001
<b>SOMMA VALORI</b>		4,16	2,51	3,37	2,25	6,76	2,44	7,71	2,47	10,60	2,58

(\*) Determinazione espressa come somma delle concentrazioni; il fattore WHO-TEF riportato è riferito al #167

**Grafico 2.3.6 – PCB concentrazioni medie di campagna dal 2013 al 2015**

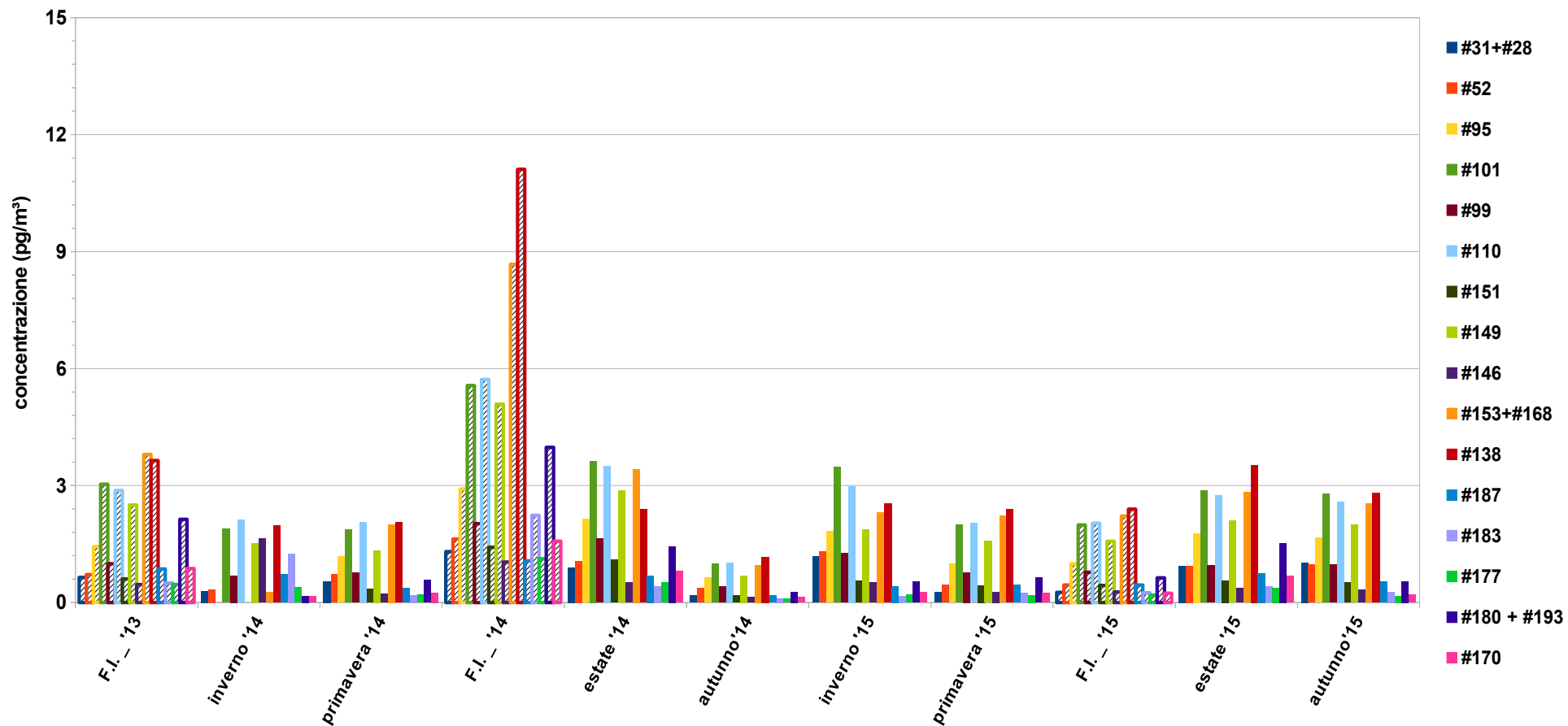
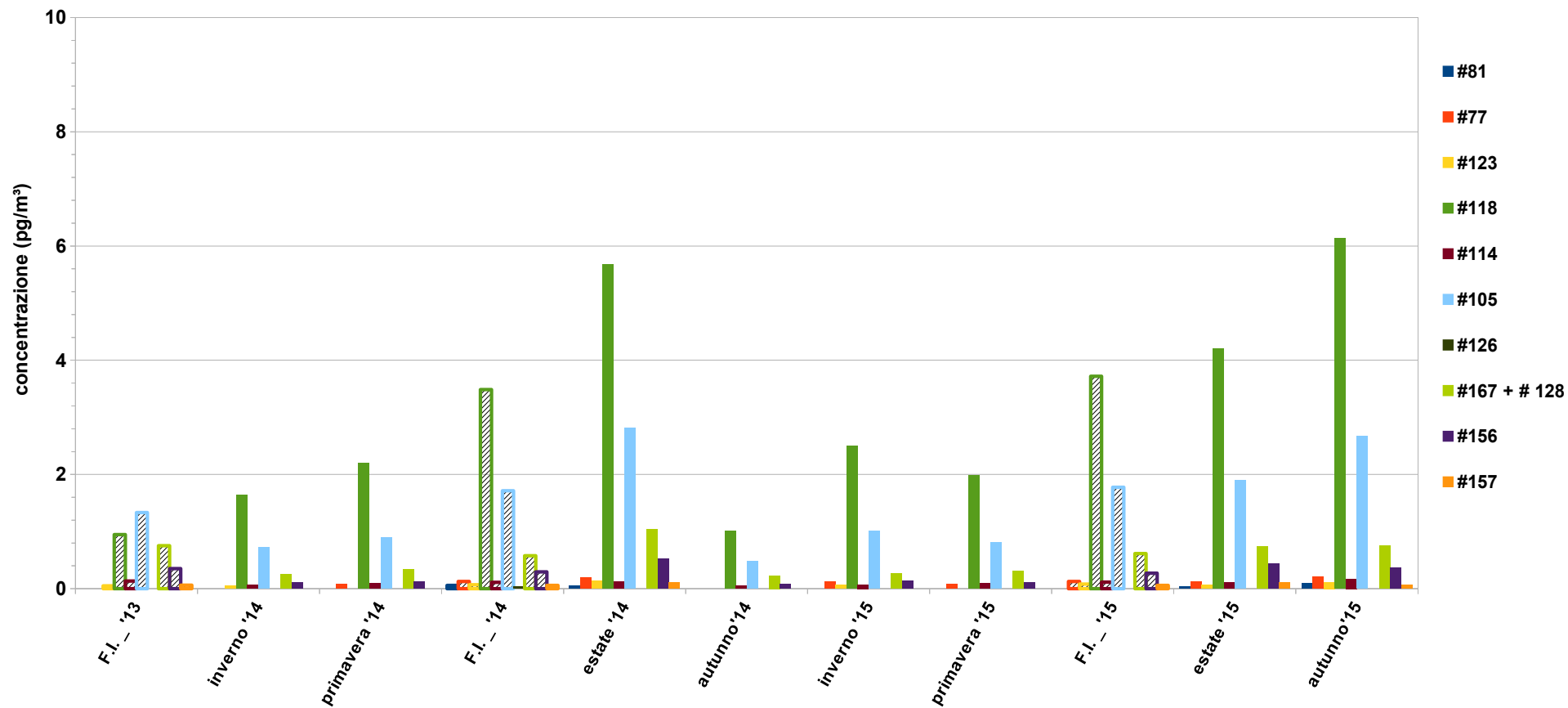
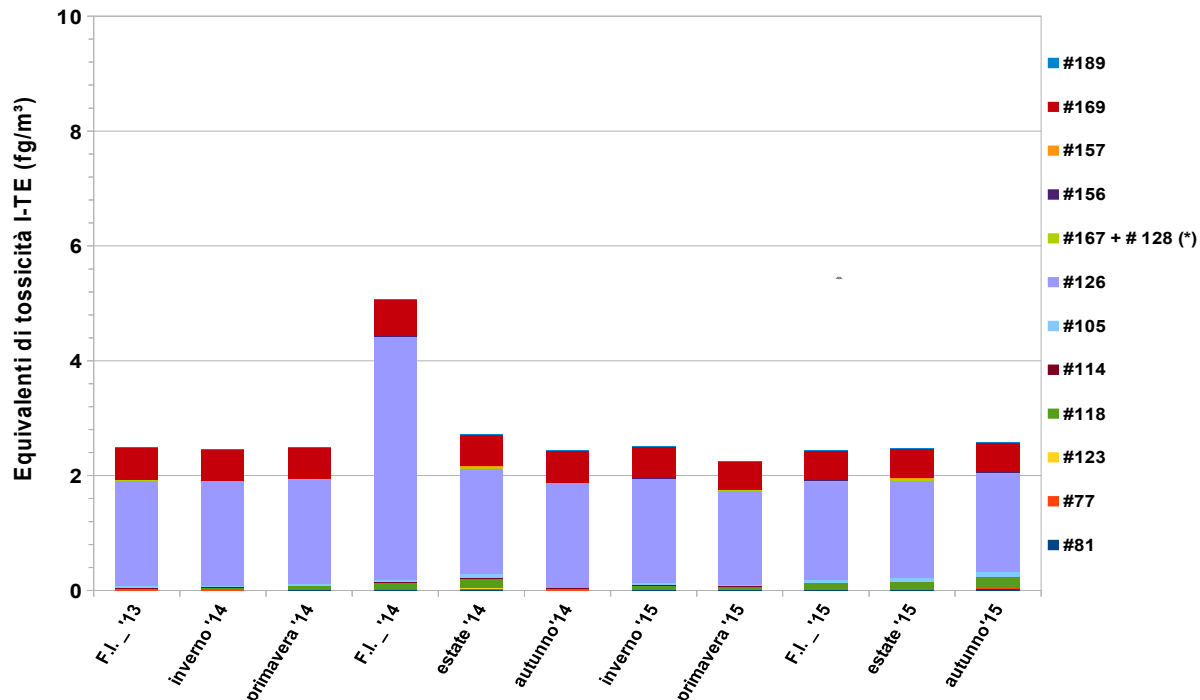


Grafico 2.3.7 – PCB-Dioxin like concentrazioni medie di campagna dal 2013 al 2015

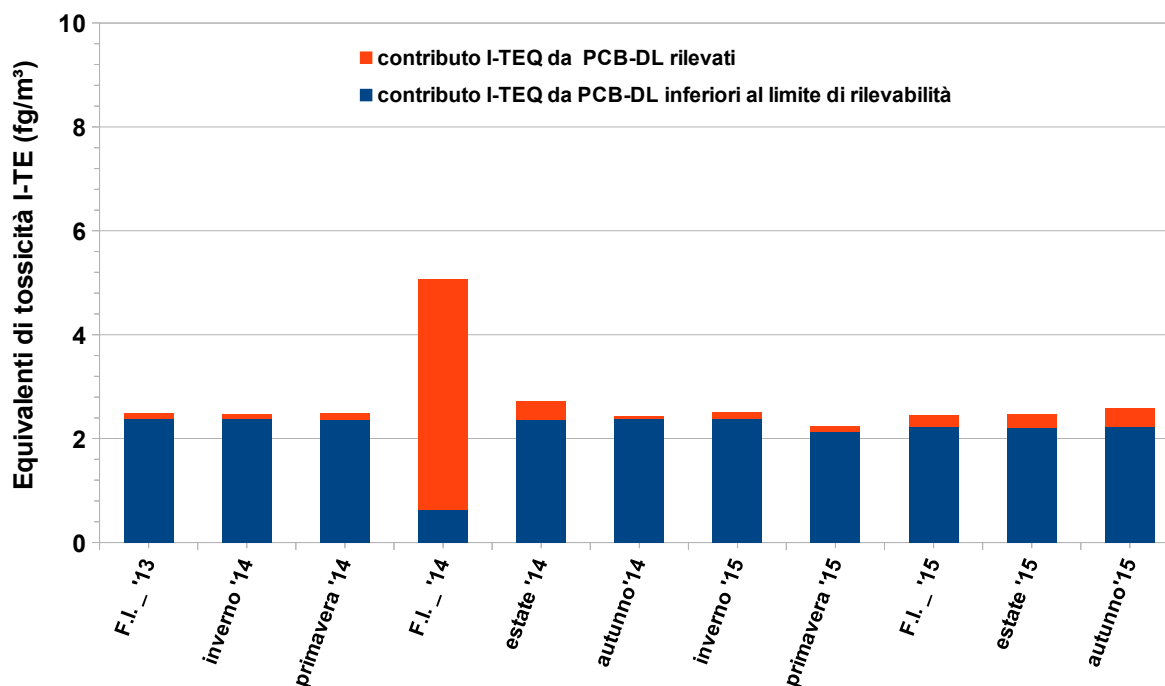


**Grafico 2.3.8 – Indici di tossicità calcolati suddivisi per singolo PCB-Dioxin like dal 2013 al 2015 (WHO-TEF 1998)**



*In evidenza gli esiti delle campagne effettuate nel periodo di fermo impianto*

**Grafico 2.3.9 – Suddivisione dei contributi agli Indici di tossicità da parte dei PCB-DL rilevati e non dal 2011 al 2015**



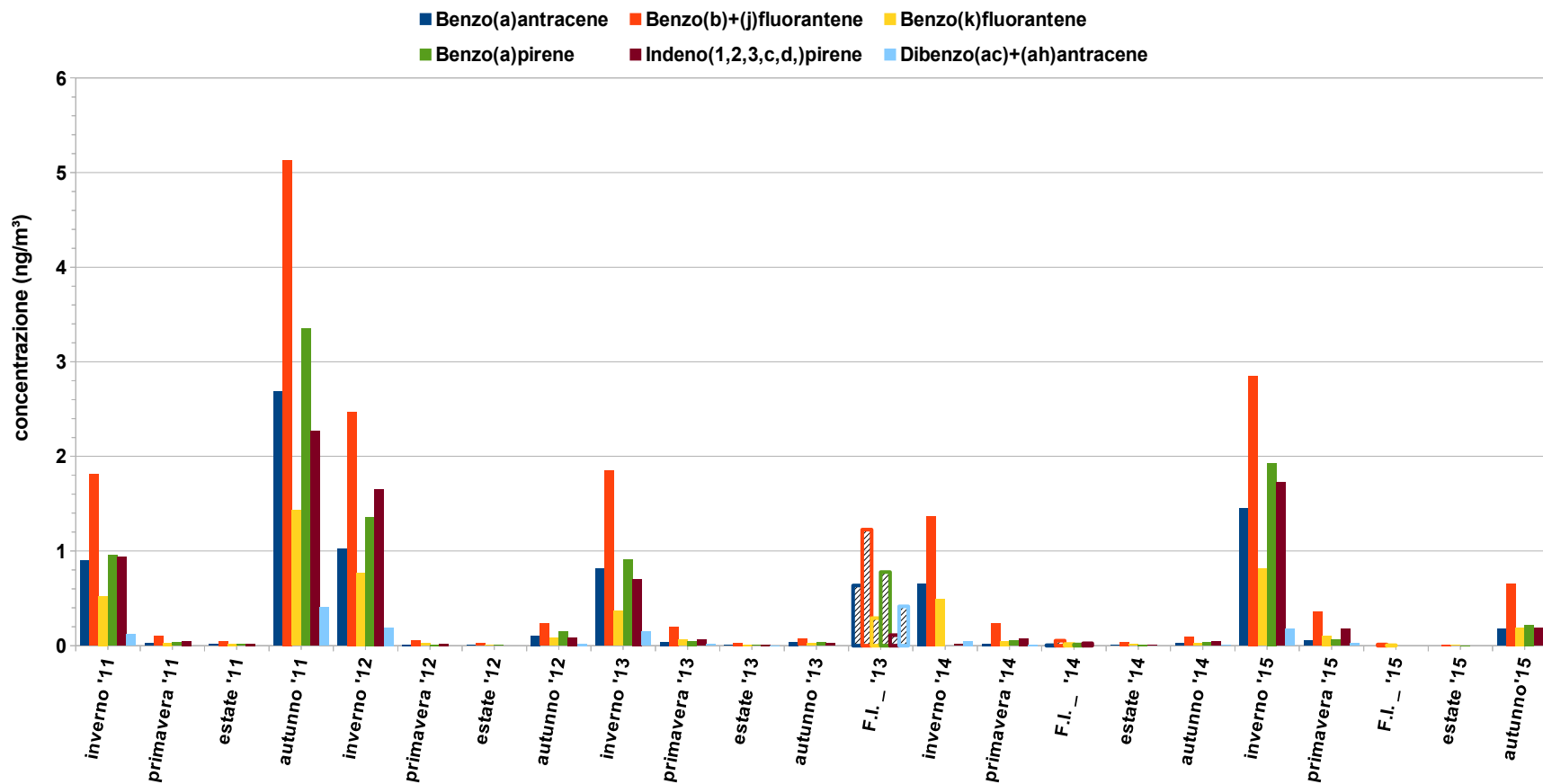
### 2.3.2.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

I campioni di particolato PM<sub>10</sub> sono stati sottoposti ad analisi anche per la ricerca di Idrocarburi Policiclici Aromatici; di seguito si riportano le concentrazioni medie riscontrate nelle cinque campagne 2015 e l'andamento negli anni per quanto riguarda sia le concentrazioni degli IPA di cui al DM 25/11/1994, che di quelle totali.

**Tabella 2.3.5 – Idrocarburi Policiclici Aromatici concentrazioni medie di campagna**

		I campagna	II campagna	III campagna F.I.	IV campagna	V campagna
Periodo di campionamento		dal 22/01/15 al 05/02/15	dal 28/03/15 al 12/04/15	dal 27/04/15 al 12/05/15	dal 04/07/15 al 19/07/15	dal 13/10/15 al 28/10/15
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		0,0010	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0007
Acenaftilene		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Acenaftene		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Fluorene		0,0056	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Fenantrene		0,3313	0,0065	0,0016	0,0024	0,0200
Antracene		0,0408	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Fluorantene		1,9974	0,2129	0,0102	0,0107	0,2759
Pirene		1,9749	0,1634	0,0078	0,0096	0,2967
<b>Benzo(a)antracene</b>		1,4510	0,0545	<0,0001	<0,0001	0,1786
Ciclopenta(c,d)pirene		1,2403	0,0180	<0,0001	<0,0001	0,0652
Crisene		1,3720	0,1869	0,0126	0,0065	0,2661
<b>Benzo(b)+(j)fluorantene</b>		2,8538	0,3578	0,0101	0,0080	0,6582
<b>Benzo(k)fluorantene</b>		0,8152	0,1062	0,0039	0,0043	0,1893
Benzo(e)pirene		1,2696	0,1453	0,0042	0,0035	0,2878
<b>Benzo(a)pirene</b>	<b>1 ng/m<sup>3</sup></b>	1,9311	0,0648	<0,0001	0,0015	0,2197
<b>Indeno(1,2,3,c,d,)pirene</b>		1,7217	0,1765	<0,0001	<0,0001	0,1852
<b>Dibenzo(ac)+(ah)antracene</b>		0,1761	0,0260	<0,0001	<0,0001	0,0385
<b>Benzo(g,h,i)perilene</b>		1,5108	0,1900	0,0034	0,0031	0,3093
Dibenzo(a,l)pirene		0,1354	0,0225	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibenzo(a,e)fluorantene		0,1260	0,0171	<0,0001	<0,0001	0,0447
Dibenzo(a,e)pirene		0,1272	0,0184	<0,0001	<0,0001	0,0232
Dibenzo(a,i)pirene		0,0671	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Dibenzo(a,h)pirene		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<b>SOMMA VALORI ANALITICI</b>		<b>19,1483</b>	<b>1,7667</b>	<b>0,0539</b>	<b>0,0495</b>	<b>3,0590</b>

**Grafico 2.3.10 – Idrocarburi Policiclici Aromatici DM 25/11/1994  
 concentrazioni medie di campagna dal 2011 al 2015**





**Grafico 2.3.11 – Somma delle concentrazioni totali di campagna dal 2011 al 2015**

