

**DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST**

**Rapporto di sintesi sui dati prodotti dalla stazione di monitoraggio  
 della qualità dell'aria ubicata nel Comune di Beinasco  
 Giardino Pubblico Aldo Mei, di proprietà di TRM S.p.A.  
 Anno 2018**

**CODICE DOCUMENTO: F06\_2019\_00288\_001**

Redazione	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale	Data: 27/03/2019	[Redacted]
	Nome: Elisa Calderaro		[Redacted]
	Funzione: Assistente Tecnico		[Redacted]
	Nome: Laura Gerosa		[Redacted]
	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale		[Redacted]
	Nome: Laura Milizia		[Redacted]
	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale		[Redacted]
	Nome: Milena Sacco		[Redacted]
	Funzione: Collaboratore Professionale Sanitario		[Redacted]
	Roberto Sergi		
Verifica e Approvazione	Funzione: Responsabile SS Attività di Produzione		
	Nome: Carlo Bussi		
Redazione	Funzione: Laboratorio specialistico Nord Ovest	Data: 25/03/2018	[Redacted]
	Nome: Simona Possamai		[Redacted]
	Funzione: Laboratorio specialistico Nord Ovest		[Redacted]
	Carla Cappa		
Verifica e Approvazione	Funzione: Responsabile Laboratorio specialistico Nord Ovest		
	Nome: Marco Fontana		

Le attività oggetto della presente relazione sono state effettuate dalle Strutture Semplici Attività di produzione del Dipartimento Piemonte Nord-Ovest e Laboratorio specialistico Nord-Ovest

Il *Nucleo Operativo "Supporto tematismo Qualità dell'Aria"* della *Struttura Semplice Attività di produzione* ha curato:

- il prelievo dei campioni di particolato aerodisperso e deposizioni atmosferiche destinati alla determinazione di idrocarburi policiclici aromatici e metalli;
- la validazione e l'elaborazione dei dati di tutti gli inquinanti monitorati, ad eccezione di policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili;
- la redazione della presente relazione, a eccezione dei paragrafi relativi a policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili in aria ambiente e nelle deposizioni atmosferiche.

La *Struttura Semplice Laboratorio Specialistico Nord-Ovest* ha curato:

- il prelievo dei campioni di particolato aerodisperso e deposizioni atmosferiche destinati alla determinazione di policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili
- le determinazioni di laboratorio di policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili
- le determinazioni di laboratorio di idrocarburi policiclici aromatici e metalli sui campioni di particolato e deposizione atmosferica
- la validazione e l'elaborazione dei dati di policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili;
- la redazione dei paragrafi relativi a policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili in aria ambiente e nelle deposizioni della presente relazione.

## Indice

Premessa	3
Ubicazione della stazione di monitoraggio e dotazione strumentale	3
ESAME DEI DATI RELATIVI ALLA QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE	5
Ossidi di azoto	6
Particolato Sospeso - PM <sub>10</sub>	14
Particolato Sospeso - PM <sub>2.5</sub>	19
Benzene e toluene	21
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	25
Mercurio elementare gassoso e sul particolato	29
Altri metalli sul particolato	33
Policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili	38
ESAME DEI DATI RELATIVI ALLE DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE	46
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	48
Metalli	53
Policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili	59
Conclusioni	66

## Premessa

La presente relazione costituisce il rapporto di sintesi e giudizio relativo all'anno 2018 previsto dall'art. 4.7 della "Convenzione per le attività di gestione della stazione di monitoraggio della qualità dell'aria relativa all'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti della provincia di Torino ubicato in via Gorini a Torino" sottoscritta da Arpa Piemonte e TRM. S.p.A.

Tale atto trae origine dalla D.G.P. n. 1317- 433230/2006, successivamente modificata con D.G.P. n. 35-225/2012, con cui la Provincia di Torino esprime giudizio positivo di compatibilità ambientale per l'impianto citato. Tra le numerose prescrizioni, infatti, era prevista l'installazione di una stazione di monitoraggio della qualità dell'aria nel punto di potenziale massima ricaduta, con l'obbligo per TRM S.p.A. di affidarne la gestione tecnica ad Arpa Piemonte.

Si rimanda alle relazioni relative agli anni 2012 e 2013 per i dettagli dell'iter amministrativo che ha portato in data il 4 ottobre 2012 alla presa in consegna della stazione di monitoraggio citata da parte del Dipartimento scrivente. Con la presa in consegna il Dipartimento scrivente ha dato inizio anche alle attività di prelievo del particolato PM10 e delle deposizioni atmosferiche previste dalle prescrizioni della Provincia di Torino con le modalità dettagliate nel capitolo relativo.

Per quanto riguarda la tipologia degli inquinanti atmosferici misurati, le prescrizioni emanate dalla Provincia di Torino in sede di valutazione di compatibilità ambientale dell'impianto prevedono che la cabina assicuri di minima la misura di:

- ossidi di azoto totali;
- biossido di azoto;
- particolato atmosferico PM10;
- particolato atmosferico PM2,5;
- benzene;
- i seguenti idrocarburi policiclici aromatici sul particolato PM10: benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(j)fluorantene, benzo(k)fluorantene e indeno(1,2,3-cd)pirene;
- piombo, arsenico, cadmio e nichel sul particolato PM10;
- mercurio;
- policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani (PCDD/PCDF);
- deposizioni totali con caratterizzazione chimica dei costituenti, in particolare gli idrocarburi policiclici aromatici di cui sopra, piombo, arsenico, cadmio, nichel, mercurio e PCDD/PCDF.

In aggiunta a tali parametri, con lettera prot. n. 876023/LB6 del 09/11/2012, la Provincia di Torino ha comunicato l'interesse alla determinazione presso la stazione di monitoraggio anche dei policlorobifenili (PCB), sia in aria ambiente che nelle deposizioni.

Di propria iniziativa e a scopo di approfondimento tecnico-scientifico, infine, il Dipartimento scrivente provvede a effettuare la determinazione:

- sul PM10 e nelle deposizioni di cobalto, cromo, rame, selenio, vanadio e zinco
- sul PM10 anche di antimonio, titanio, mercurio e manganese

## Ubicazione della stazione di monitoraggio e dotazione strumentale

La stazione è ubicata nel Comune di Beinasco in Via San Giacomo, presso il giardino pubblico Aldo Mei, a circa 1,5 km in linea d'aria dall'impianto T.R.M. (*Figura 1 e Figura 2*)

Le determinazioni sono state effettuate sulla base delle indicazioni delle Direttive Europee in tema di qualità dell'aria ambiente, recepite con il D.Lgs 155/2010 e s.m.i., a cui si rimanda per i dettagli

tecnicisti. Nel caso di policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili, in assenza di una normativa europea, sono state utilizzate le procedure di campionamento e analisi descritte in dettaglio negli specifici paragrafi.



**Figura 1 Ubicazione della stazione di monitoraggio e dell'impianto TRM**



**Figura 2 Vista della stazione di monitoraggio (sullo sfondo l'impianto TRM)**

La dotazione strumentale è la seguente:

- Analizzatore in continuo di ossidi di azoto
- Analizzatore in continuo di PM10
- Analizzatore in continuo di PM2.5
- Analizzatore in continuo di benzene, toluene e xileni
- Analizzatore in continuo di mercurio
- Campionatore sequenziale di PM10 a basso volume finalizzato alla determinazione di idrocarburi policiclici aromatici, piombo, cadmio, arsenico e nichel
- Campionatore di particolato atmosferico finalizzato alla determinazione di policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani
- Sistema di raccolta delle deposizioni atmosferiche totali finalizzato alla determinazione di piombo, arsenico, cadmio e nichel
- Sistema di raccolta delle deposizioni atmosferiche totali finalizzato alla determinazione del mercurio
- Sistema di raccolta delle deposizioni atmosferiche totali finalizzato alla determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici
- Sistema di raccolta delle deposizioni atmosferiche totali finalizzato alla determinazione di policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani
- Campionatore sequenziale di PM10/PM2.5 ad alto volume finalizzato a eventuali approfondimenti analitici sul particolato.

## ESAME DEI DATI RELATIVI ALLA QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE

In ottemperanza a quanto previsto dalla normativa:

- i dati forniti dagli analizzatori in continuo sono espressi come media oraria per quanto riguarda ossidi di azoto, benzene, toluene, xileni e mercurio elementare gassoso e come media giornaliera per quanto riguarda PM10 e PM2.5;
- i dati relativi agli inquinanti che richiedono un prelievo in campo e una successiva analisi di laboratorio sono espressi come valore medio relativo al periodo complessivo di campionamento, di norma di durata mensile. Per le informazioni di dettaglio si rimanda agli specifici paragrafi.

Nei paragrafi successivi sono sinteticamente commentati per ogni singolo inquinante i dati rilevati presso la cabina nel corso del 2018; nei casi in cui la normativa in materia di qualità dell'aria stabilisce uno o più valori di riferimento viene riportato un confronto con tali valori. Negli altri casi sono stati utilizzati dati di confronto tratti dalla letteratura scientifica e/o le indicazioni fornite da organismi internazionali.

Allo scopo di inquadrare i valori rilevati nel contesto territoriale sono inoltre riportati per gli inquinanti misurati di routine nella rete provinciale i dati statistici relativi a una serie di stazioni appartenenti alla rete ubicata nel territorio della Città Metropolitana di Torino e rappresentative di diverse situazioni territoriali. Le caratteristiche delle stazioni utilizzate per confronto appartenenti e ulteriori informazioni di dettaglio sulle stazioni sono reperibili all'interno della pubblicazione "Uno sguardo all'aria", disponibile agli indirizzi web:

<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/torino/aria/Pubblicazioni>

<http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/ambiente/qualita-aria/dati-qualita-aria/relazioni-annuali>

Poiché la stazione oggetto della presente relazione, a seguito delle prescrizioni della Provincia di Torino (ora Città Metropolitana di Torino), è a tutti gli effetti inserita nel Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria, la base dati è consultabile sui messi a disposizione dalla Regione Piemonte:

- per quanto riguarda gli ultimi due anni tramite il sito "Qualità dell'aria in Piemonte" all'indirizzo web: <http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/conoscidati.shtml>
- per quanto riguarda l'intera base dati attraverso il sistema AriaWeb, al quale ci si può accedere seguendo lo specifico link nella pagina di cui sopra oppure direttamente: [http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/popup\\_ariaweb.htm](http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/popup_ariaweb.htm)

Nei paragrafi seguenti sono descritti in dettaglio i risultati relativi ai diversi inquinanti oggetto di monitoraggio, in particolare per quanto riguarda il confronto con i limiti previsti dalla legislazione in materia di aria ambiente.

## Ossidi di azoto

Gli ossidi di azoto sono generati da processi di combustione, qualunque sia il combustibile utilizzato, per reazione diretta tra l'azoto e l'ossigeno dell'aria ad alta temperatura.

La normativa non prevede valori limite di concentrazione in aria per il monossido di azoto (NO), ciò nonostante viene comunque misurato poiché è un inquinante primario che facilmente si trasforma in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono, rappresentando uno dei precursori dell'inquinamento fotochimico.

**Tabella 1: Monossido di Azoto - Indicatori statistici anno 2018**

Monossido di Azoto (NO) (valori di concentrazioni espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Beinasco (TRM) Aldo Mei	Orbassano Gozzano	Torino Consolata	Torino Lingotto
Ore valide	8646	8514	8584	7857
Percentuale ore valide	99%	97%	98%	90%
Giorni validi	359	354	358	320
Percentuale giorni validi	98%	97%	98%	88%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri	78	54	81	72
Media dei massimi giornalieri	77	55	81	65
Media delle medie giornaliere	24	16	32	24
Media dei valori orari	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>23</b>

Nel corso del 2018 la concentrazione media di ossido di azoto registrata dalla cabina TRM, rispetto alle stazioni della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'aria considerate per il confronto e riportate in Tabella 1, è stata superiore a quella calcolata presso le stazioni di fondo suburbano (Orbassano), mentre è risultata inferiore a quella riscontrata in quella di traffico urbano (Torino-Consolata).

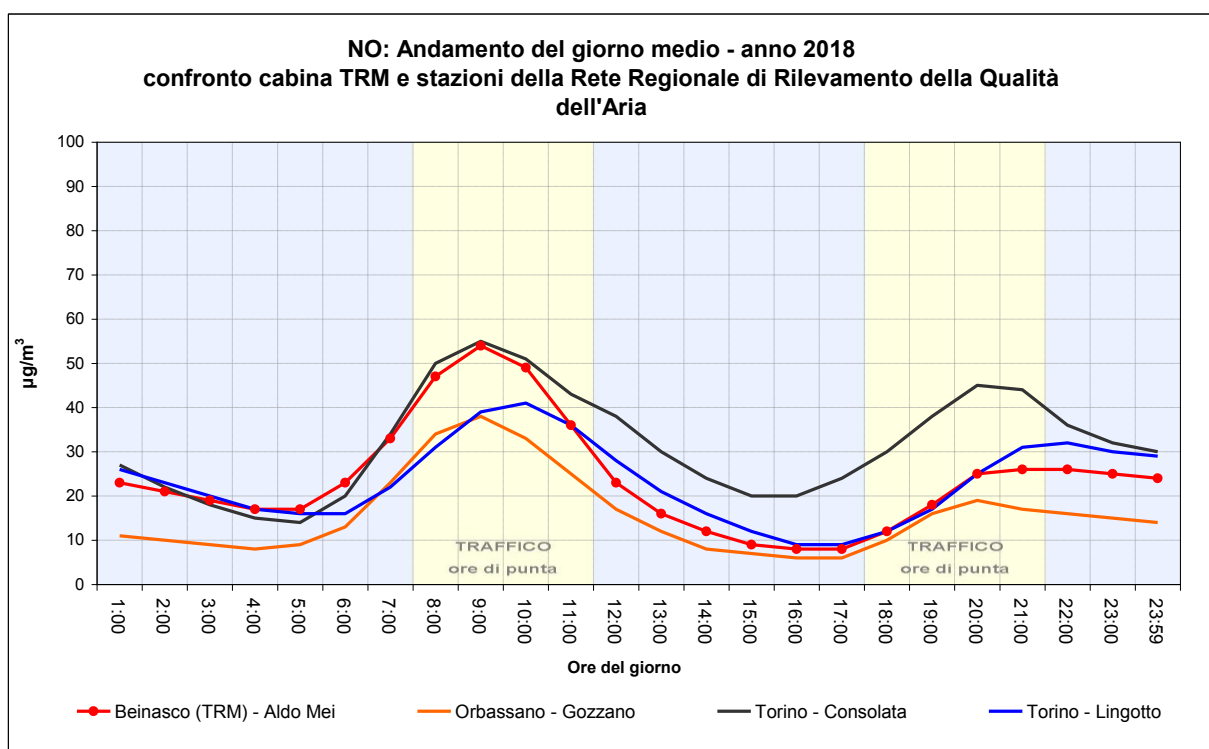
La media annuale della stazione di TRM presenta una maggiore similitudine con quella determinata presso la stazione di Torino-Lingotto. Il 2018 evidenzia un cambiamento rispetto alla situazione

fotografata nel corso del biennio precedente, quando le medie di questo inquinante risultavano più simili a quelle della stazione di traffico urbano di Torino-Consolata.

Nella figura 3 vengono riportati graficamente i dati relativi agli andamenti delle concentrazioni medie orarie di NO del giorno tipo per le stazioni prese in esame.

A conferma che il monossido di azoto è un inquinante di tipo primario e che in assenza di altri processi combustivi in atto la fonte principale di NO è il traffico veicolare, tutte le stazioni di misura presentano massimi nelle stesse ore del mattino e della sera (zona in giallo).

In particolare, dal confronto tra i diversi profili ottenuti possiamo notare come, presso la stazione TRM, nelle ore di traffico della mattina (dalle 6 alle 10) le concentrazioni siano superiori rispetto alle stazioni di fondo (Torino-Lingotto e Orbassano) e analoghe quelle di Torino-Consolata. Gli andamenti cambiano nelle ore successive quando le concentrazioni di Beinasco-TRM si situano tra quelle di Torino-Lingotto e Orbassano, risultando sensibilmente più basse alla stazione di traffico urbano di Torino-Consolata.



**Figura 3: Monossido di azoto - andamento giornaliero medio**

La formazione di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) è piuttosto complessa, in quanto si tratta di un inquinante di origine mista, in parte derivante direttamente dai fenomeni di combustione e in parte prodotto indirettamente dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto (NO).

L' NO<sub>2</sub> è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici più pericolosi sia per sua rilevanza tossicologica, sia perché svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico poiché costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari piuttosto pericolosi.

Il Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010 prevede per il biossido di azoto i seguenti valori limite:

<b>Biossido di azoto</b>	
NO <sub>2</sub> - Limite orario per la protezione della salute umana (293 °K e 101.3 kPa)	
Periodo di mediazione: 1 ora	<b>200 µg/m<sup>3</sup></b> <i>da non superare più di 18 volte per anno civile</i>
NO <sub>2</sub> - Limite annuale per la protezione della salute umana (293 °K e 101.3 kPa)	
Periodo di mediazione: anno civile	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b>
NO <sub>2</sub> - Soglia di allarme per il biossido di azoto (293 °K e 101.3 kPa)	
Periodo di mediazione: 3 ore	<b>400 µg/m<sup>3</sup></b> <i>misurati su tre ore consecutive</i>

Di seguito si riportano gli indicatori statistici calcolati per il biossido di azoto presso la stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei e presso altre tre stazioni presenti nella rete di rilevamento della qualità dell'aria piemontese.

Il limite annuale per la protezione della salute umana, pari a 40 µg/m<sup>3</sup> non è stato superato sia nella stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei, dove la media è risultata di 38 µg/m<sup>3</sup>, che in quelle di confronto classificate di fondo (Orbassano e Torino Lingotto con medie rispettivamente di 30 e 34 µg/m<sup>3</sup>); questo limite è stato superato solo in quella di traffico urbano di Torino con una media di 52 µg/m<sup>3</sup> (vedi Tabella 2).

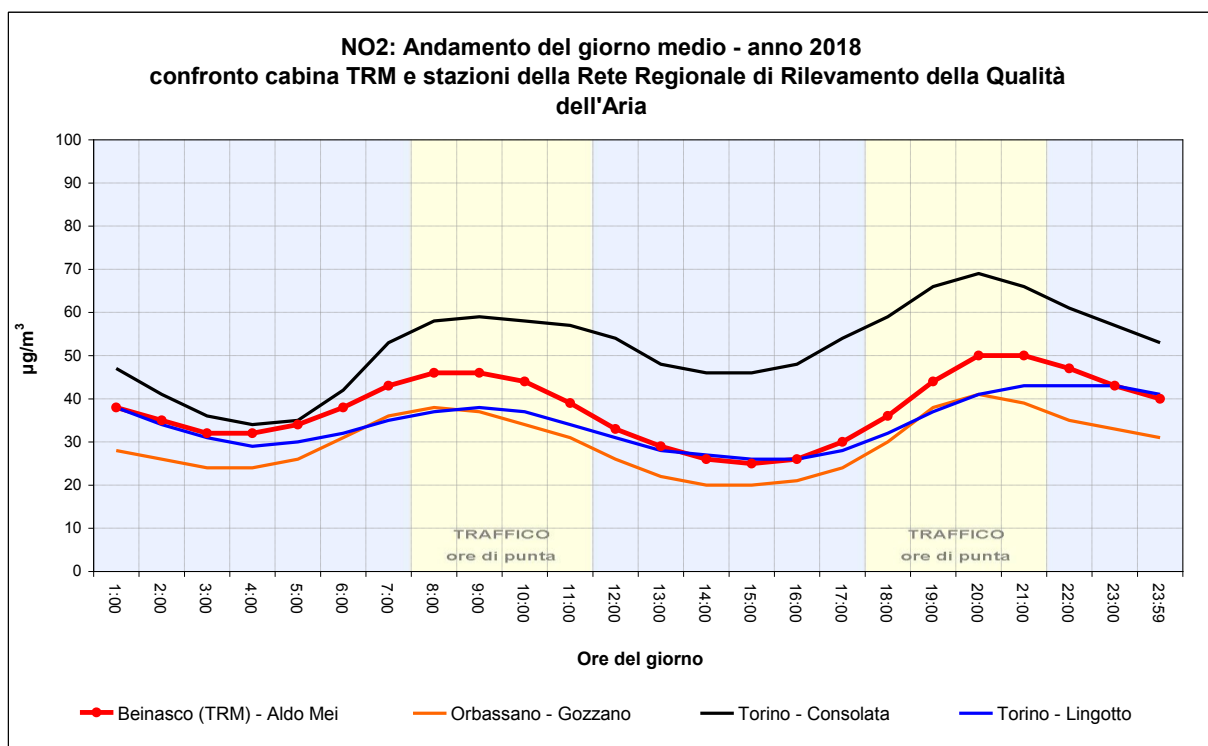
Per quanto riguarda il valore orario per la protezione della salute umana pari a 200 µg/m<sup>3</sup> (Tabella 2) presso la stazione TRM, nel 2018, non è stato registrato alcun superamento, così come nelle altre stazioni prese in considerazione.

**Tabella 2: Biossido di Azoto - Indicatori statistici anno 2018**

Biossido di Azoto (NO <sub>2</sub> ) (valori di concentrazione espressi in µg/m <sup>3</sup> )	Beinasco (TRM) Aldo Mei	Orbassano Gozzano	Torino Consolata	Torino Lingotto
Ore valide	8646	8513	8436	7857
Percentuale ore valide	99%	97%	96%	90%
Giorni validi	359	354	351	320
Percentuale giorni validi	98%	97%	96%	88%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri	68	56	83	56
Media dei massimi giornalieri	68	56	83	57
Media delle medie giornaliere	38	30	52	34
Media dei valori orari	<b>38</b>	<b>30</b>	<b>52</b>	<b>34</b>
Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0	0	0	0

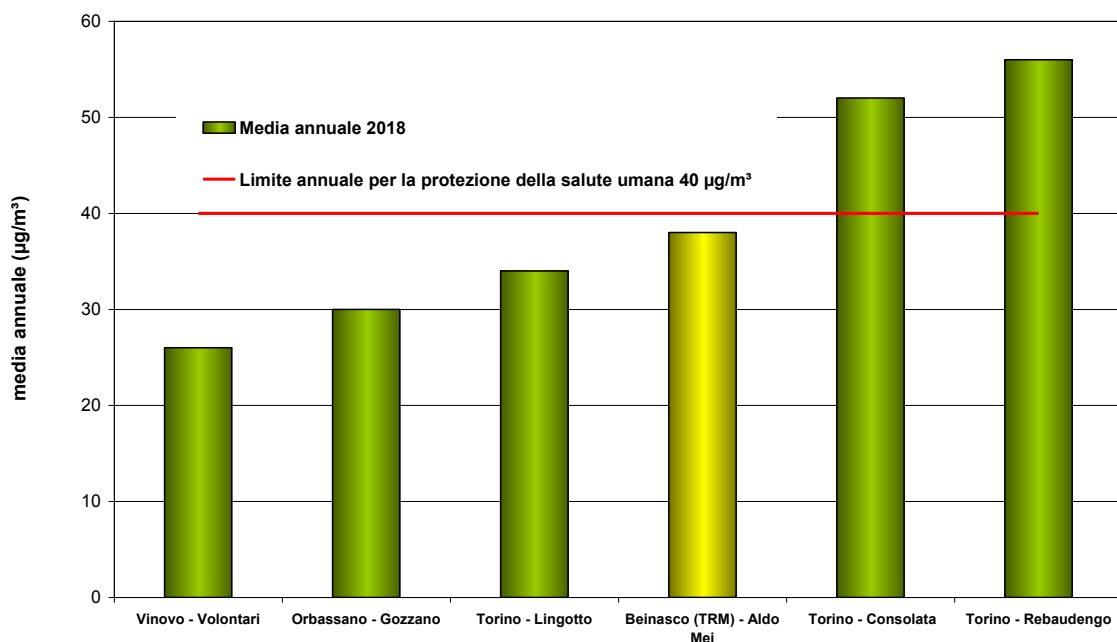
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)	0	0	0	0
Numero di superamenti livello allarme (400)	0	0	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)	0	0	0	0

Anche per il biossido di azoto, in Figura 4, si riporta il profilo del giorno medio. Per tutte le stazioni si nota il tipico andamento caratterizzato da una campana che coinvolge diverse ore del mattino e da un picco serale, leggermente più alto di quello mattutino. Dal confronto tra le stazioni si evince che il giorno medio calcolato per la stazione Beinasco (TRM) - Aldo Mei è inferiore all'andamento della stazione di Torino - Consolata classificata di traffico urbano e un po' più elevato del profilo determinato presso le stazioni di Orbassano e Torino-Lingotto.



**Figura 4: Biossido di azoto - andamento medio delle concentrazioni orarie (giorno medio)**

In Figura 5 si riportano, invece, le medie annuali di Biossido di azoto registrate presso la stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei e presso altre stazioni della provincia di Torino, da cui è possibile notare come l'indicatore normativo annuale sia rispettato presso i 3 siti di fondo (Vinovo, Orbassano, Torino-Lingotto) e presso la stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei, mentre viene superato in quelle di traffico urbano (Torino-Consolata e Torino-Rebaudengo).



**Figura 5: Biossido di azoto media annuale – 2018**

Il valore di concentrazione media annuale di biossido di azoto misurato nella stazione di Beinasco-Aldo Mei nel 2018 ( $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è risultato inferiore rispetto a quello dei due anni precedenti, quando si sono registrati  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2016 e  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2017 (vedi figura 6). Tale situazione è comune anche ad altre stazioni sul territorio della Città Metropolitana, in maniera più marcata presso la stazione di Torino-Rebaudengo che nel 2018 registra il calo più evidente rispetto ai due anni precedenti.

I livelli più bassi registrati nel corso del 2018 sono, almeno in parte, imputabili alle condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli <sup>1</sup>.

Mentre il 2017 è risultato un anno con un piovosità molto al di sotto della media del decennio precedente, con soltanto 63 giorni piovosi nell'area urbana torinese (contro 76 di media del decennio) e 540 mm precipitazioni totali (contro 1062 mm di media del decennio), nel 2018 l'apporto delle precipitazioni che è stato considerevole, con circa 1400 mm medi sulla regione che posizionano il 2018 come il 5° anno più piovoso degli ultimi 61, con un surplus pluviometrico del 32% rispetto alla norma 1971-2000, decisamente all'opposto rispetto all'anno prima (-33% nel 2017).

Un rilevante contributo all'anomalia pluviometrica positiva è stato dato dal periodo di prolungato maltempo dei giorni 27 ottobre - 7 novembre 2018.

In figura 7 si riporta il numero di giorni favorevoli all'accumulo degli inquinanti atmosferici<sup>2</sup>, per il 2018, suddiviso per mesi e confrontanti con quelli del 2016 e del 2017; si osserva che durante il 2018 (totale di 107 giorni favorevoli all'accumulo) le condizioni meteoroclimatiche sono state tali da avere un numero di giorni critici inferiori al 2016 e soprattutto al 2017 (rispettivamente 109 e 119 sul

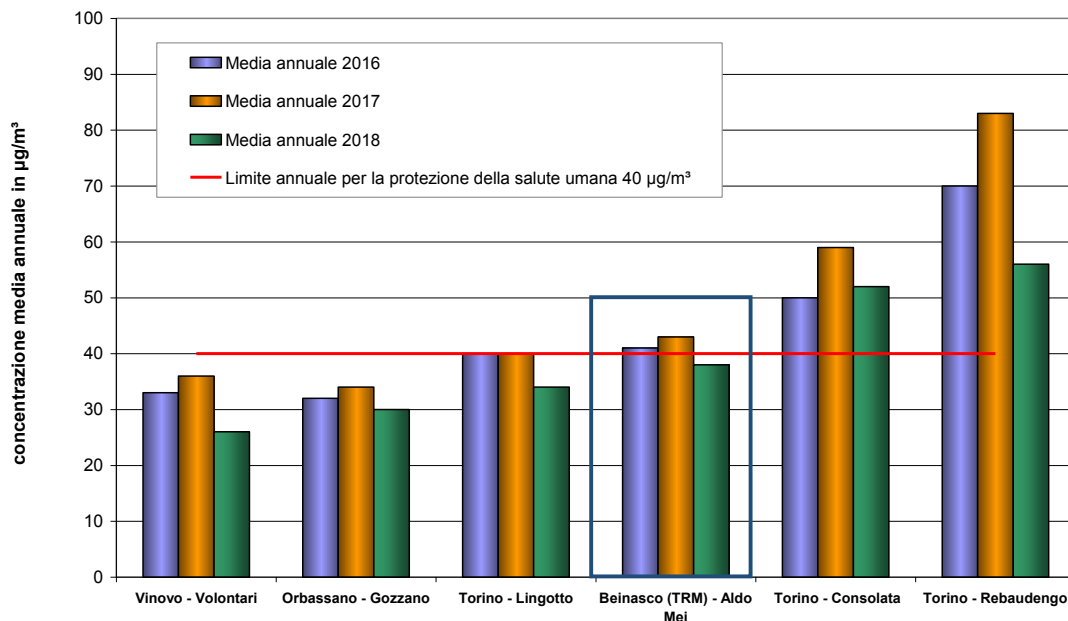
<sup>1</sup> Si veda "Uno sguardo all'aria – Anteprema 2018"

<sup>2</sup> Questo indice viene calcolato al termine di ogni anno dal Dipartimento Sistemi Previsionali di Arpa Piemonte e pubblicato nella relazione "Uno sguardo all'aria" pubblicata sui siti web dell'Agenzia e della Città Metropolitana

<http://www.arpa.piemonte.gov.it/approfondimenti/territorio/torino/aria/Pubblicazioni>

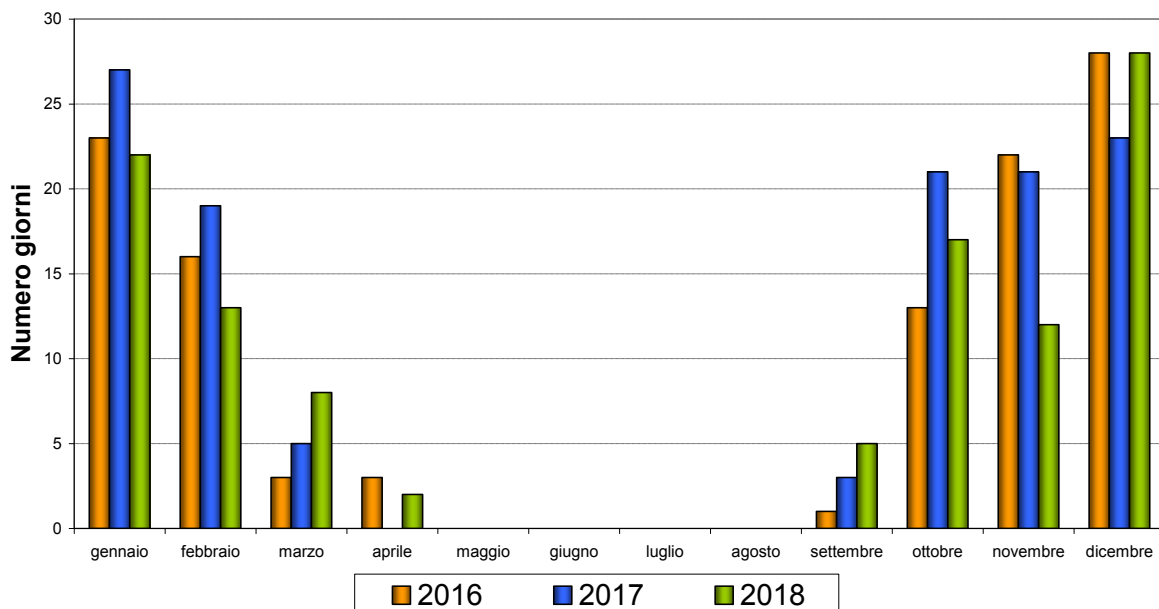
<http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/ambiente/qualita-aria/dati-qualita-aria/relazioni-annuali>

totale annuo). A queste considerazioni generali fa eccezione, tra i mesi più significativi, dicembre, quando si sono verificate più giornate critiche nel 2018 e 2016 che nel 2017.



**Figura 6: medie annuali - confronto 2016 - 2018**

**Numero di giorni favorevoli all'accumulo di inquinanti atmosferici  
 Confronto 2016-2018**



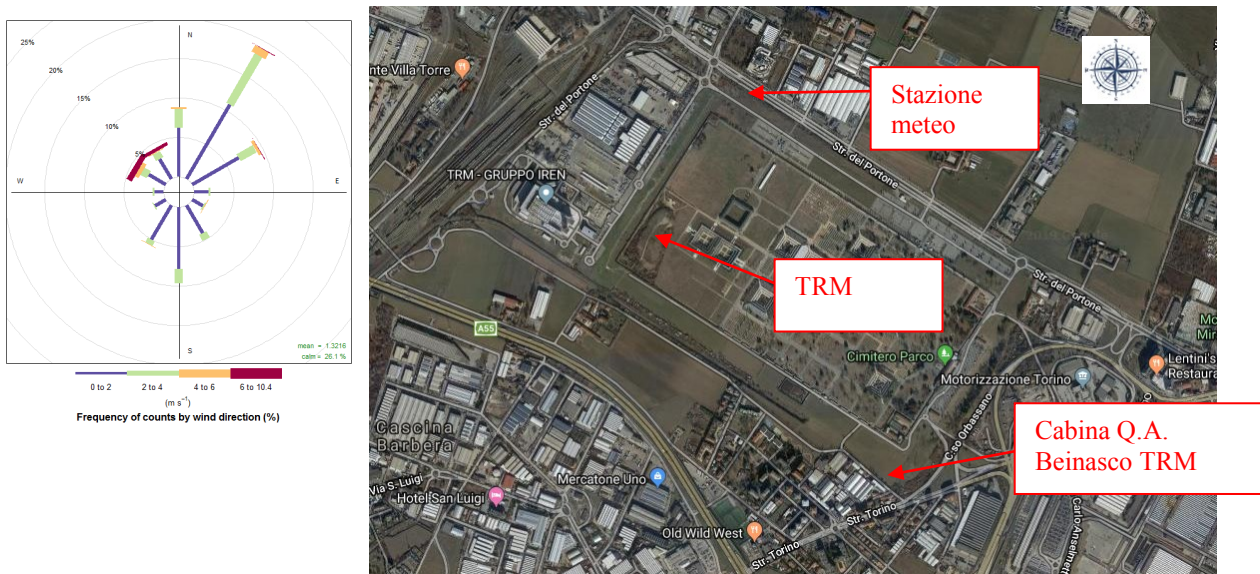
**Figura 7: Numero di giorni favorevoli all'accumulo di inquinanti atmosferici**

Nelle figure che seguono (figura 8 – figura 10) sono state rappresentate graficamente le elaborazioni della direzione e velocità del vento della centralina meteo ubicata in via Gorini a Torino come indicato nelle figure 8 e 9; successivamente questi parametri sono stati messi in correlazione

con le concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> misurate nel corso del 2018 presso la cabina di monitoraggio ubicata a Beinasco in strada delle Lose presso il giardino pubblico Aldo Mei (Figura).

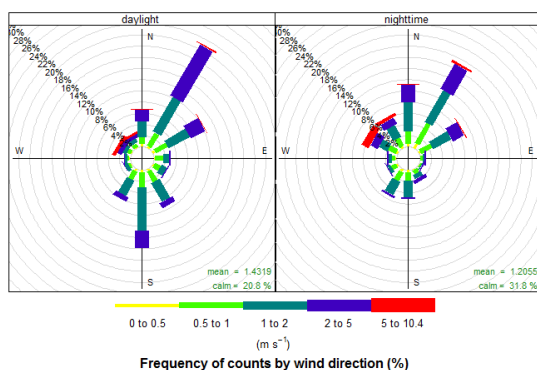
Come evidenziato nella figura 8 la stazione meteo di via Gorini si trova ad una distanza di circa un chilometro dalla cabina di monitoraggio della qualità dell'aria. Pertanto, seppur i due punti di osservazione non corrispondono, è possibile affermare con apprezzabile grado di approssimazione che i dati di vento rilevati in via Gorini siano analoghi a quelli della situazione anemologica presente nel sito di via delle Lose a Beinasco.

Dalla rosa dei venti ottenuta (Figura 8 e Figura 9) emerge che il vento prevalente proviene da NordNordEst, Est-NordEst, Nord e Sud.



**Figura 8: Rosa dei venti con le frequenze di velocità e direzione di provenienza del vento registrate presso la stazione meteo di via Gorini – Torino nel corso del 2018.**

**Nella figura di destra è rappresentata l'ortofoto della zona con la posizione dei siti della stazione meteo, dell'impianto TRM-IREN e della cabina di monitoraggio della qualità dell'aria di Beinasco.**



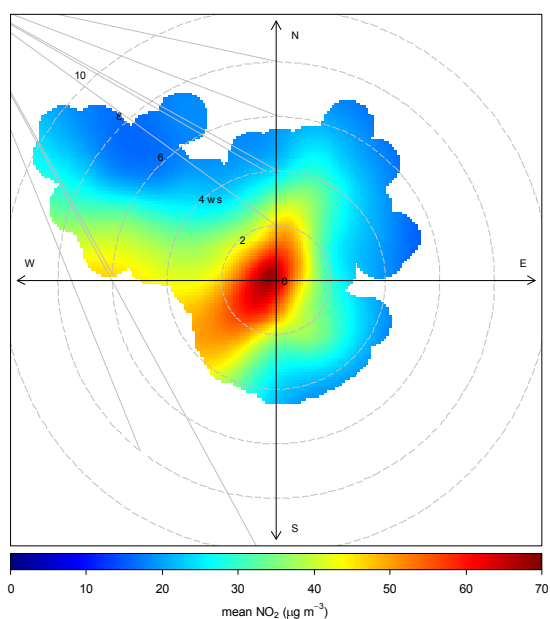
**Figura 9: Rosa dei venti suddivisa tra ore diurne e ore notturne**

La Figura 10 evidenzia l'analisi delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> in relazione ai corrispondenti dati di velocità e direzione del vento. È stata effettuata un'elaborazione per ognuno dei quattro trimestri dell'anno che evidenziano livelli differenti di concentrazione del biossido di azoto in modo analogo alla distribuzione del numero di giorni favorevoli all'accumulo degli inquinanti atmosferici mostrata nella figura 7.

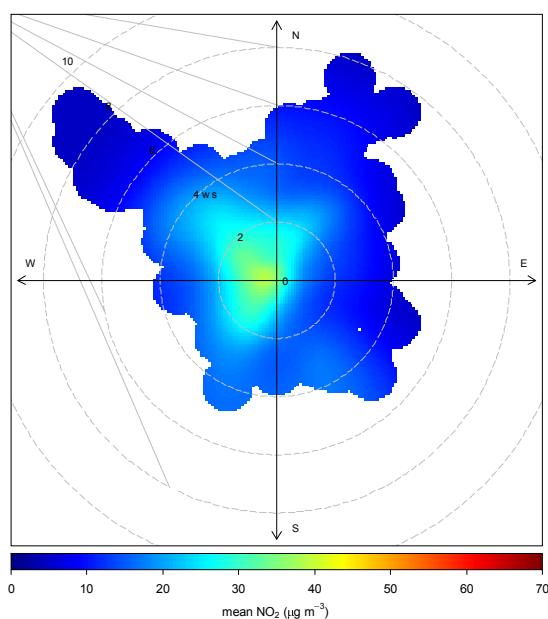
Nei quattro grafici le concentrazioni di NO<sub>2</sub> sono state rappresentate in coordinate polari dove ogni punto è identificato da un angolo che rappresenta la direzione di provenienza del vento, da una distanza dal centro che indica la velocità del vento e da un colore che individua la concentrazione media di NO<sub>2</sub> corrispondente a quei valori di direzione e velocità del vento.

Dai grafici si evince che le concentrazioni più elevate si sono registrate nel primo e nell'ultimo trimestre dell'anno. Nei primi tre mesi dell'anno i livelli più elevati di NO<sub>2</sub> si sono verificati in corrispondenza di venti provenienti da SudOvest, Nord e NordEst e con bassa velocità (2-4 m/s). Per la componente proveniente da W-S, considerando anche la bassa velocità del vento, è possibile mettere in relazione un significativo contributo a questo inquinante con la vicina tangenziale.

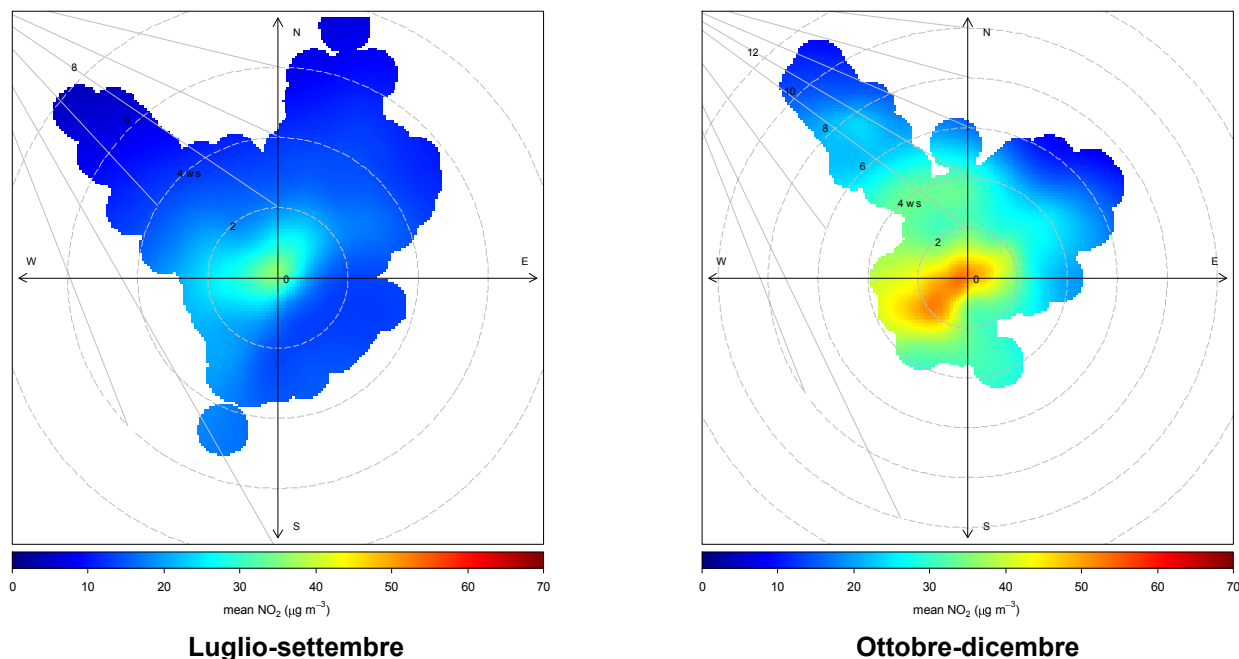
L'altra componente (provenienza da N-E), più significativa, un contributo importante è riconducibile al tessuto urbano della città di Torino. Si ha evidenza di un apporto dalla direzione N-W, dove è posizionato l'impianto TRM-IREN, solo nel 2° trimestre, dove le concentrazioni di NO<sub>2</sub> risultano essere molto più basse.



**Gennaio-marzo**



**Aprile-giugno**



**Figura 10: Rosa NO<sub>2</sub> - concentrazioni medie in funzione della direzione di provenienza del vento e della sua velocità**

### Particolato Sospeso - PM<sub>10</sub>

Il Particolato atmosferico è costituito da una miscela di particelle solide e liquide aerodisperse aventi diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni. Esse possono avere origine primaria, cioè possono essere emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, oppure secondaria, cioè possono essere formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e di origine prevalentemente umana.

Le principali sorgenti naturali sono l'erosione ed il risollevarimento del suolo, gli incendi, i pollini, lo spray marino, le eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche si riconducono principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali).

In particolare, nelle aree urbane il particolato può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel.

L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è chiamato PTS (Polveri Totali Sospese). Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana si possono distinguere una frazione in grado di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) e una frazione in grado di giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). La prima corrisponde a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM<sub>10</sub>), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM<sub>2,5</sub>).

Le dimensioni del particolato sono importanti poiché ad esse è legato il conseguente rischio sanitario di questo tipo di inquinamento. Diversi studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra la concentrazione di polveri nell'aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciati negli alveoli polmonari.

La legislazione italiana, recependo quella europea, non pone limiti per il particolato sospeso totale (PTS) ma prevede dei limiti per il particolato PM<sub>10</sub>

Il Decreto Legislativo 155/2010 prevede due limiti per la protezione della salute umana, su base annuale e su base giornaliera, che sono utilizzati nel presente rapporto:

<b>PM<sub>10</sub></b>	
PM <sub>10</sub> - valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	
media giornaliera	<b>50 µg/m<sup>3</sup></b> da non superare più di 35 volte per anno civile
PM <sub>10</sub> - valore limite annuale per la protezione della salute umana	
media annuale	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b>

Per la misurazione dei livelli di PM<sub>10</sub> è stato utilizzato un misuratore a Raggi Beta (*Fai Instruments Swam 5A Dual Chanel*), un sistema automatico di campionamento e misura della massa delle particelle aerodisperse tramite la tecnica di attenuazione  $\beta$ . Il sistema opera su due linee di prelievo indipendenti dotate di testate di prelievo EPA per la determinazione del PM<sub>10</sub> e del PM<sub>2.5</sub>.

Confrontando i livelli di concentrazioni registrati presso la stazione TRM con quelli misurati presso alcune stazioni della rete fissa di rilevamento si osserva che l'indicatore normativo annuale è stato raggiunto presso la stazione di traffico di Torino – Grassi mentre viene rispettato in tutti gli altri siti.

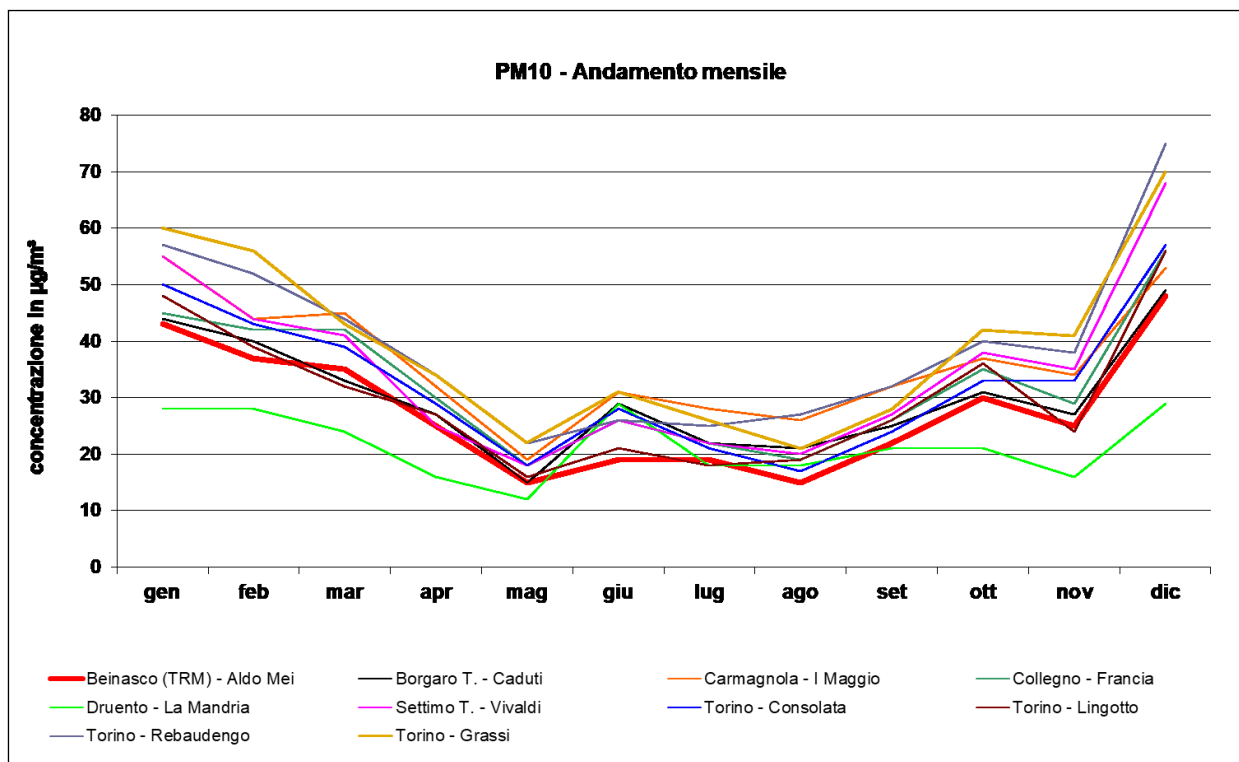
La situazione è differente se si considera il limite massimo di superamenti consentiti (vedi Tabella 3): questo è stato superato presso tutti i siti ad eccezione della stazione di fondo sita nel parco de La Mandria a Druento che presenta un numero di superamenti pari a 15 rispetto ai 35 previsti dalla normativa.

Il numero di superamenti registrati presso la stazione di Beinasco – TRM è confrontabile con quello rilevato presso la stazione di fondo urbano della città di Torino.

**Tabella 3: PM<sub>10</sub> - Indicatori statistici anno 2018**

PM10 (valori di concentrazioni espressi in µg/m <sup>3</sup> )	Beinasco (TRM) Aldo Mei	Druento La Mandria	Settimo T. Vivaldi	Torino Consolata	Torino Lingotto	Torino Grassi
Minima media giornaliera	5	5	7	7	5	13
Massima media giornaliera	119	70	114	116	96	119
Media delle medie giornaliere	<b>28</b>	<b>22</b>	<b>36</b>	<b>33</b>	<b>28</b>	<b>40</b>
Giorni validi	355	360	313	337	325	308
Percentuale giorni validi	97%	99%	86%	92%	89%	84%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50 µg/m <sup>3</sup> )	<b>41</b>	<b>15</b>	<b>65</b>	<b>55</b>	<b>39</b>	<b>76</b>

Il Particolato presenta un tipico trend stagionale con livelli di concentrazione maggiori nelle stagioni più fredde rispetto a primavera-estate (Figura 11).



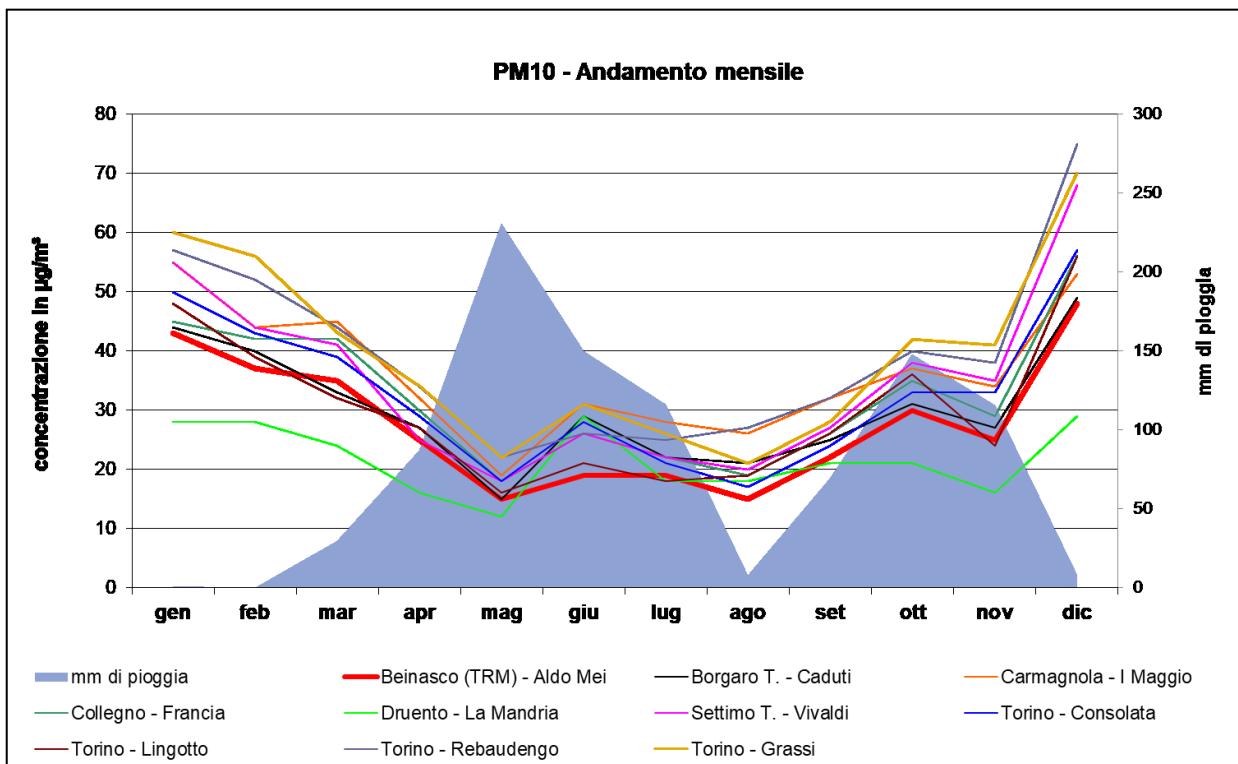
**Figura 11: PM10 - Media mensile anno 2018**

Questo è dovuto oltre alle maggiori emissioni in atmosfera durante l'inverno anche all'influenza dello strato limite planetario (o strato di rimescolamento) che in autunno e in inverno schiaccia gli inquinanti al suolo. Importante è il ruolo della meteorologia che influisce sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo degli inquinanti sia sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa.

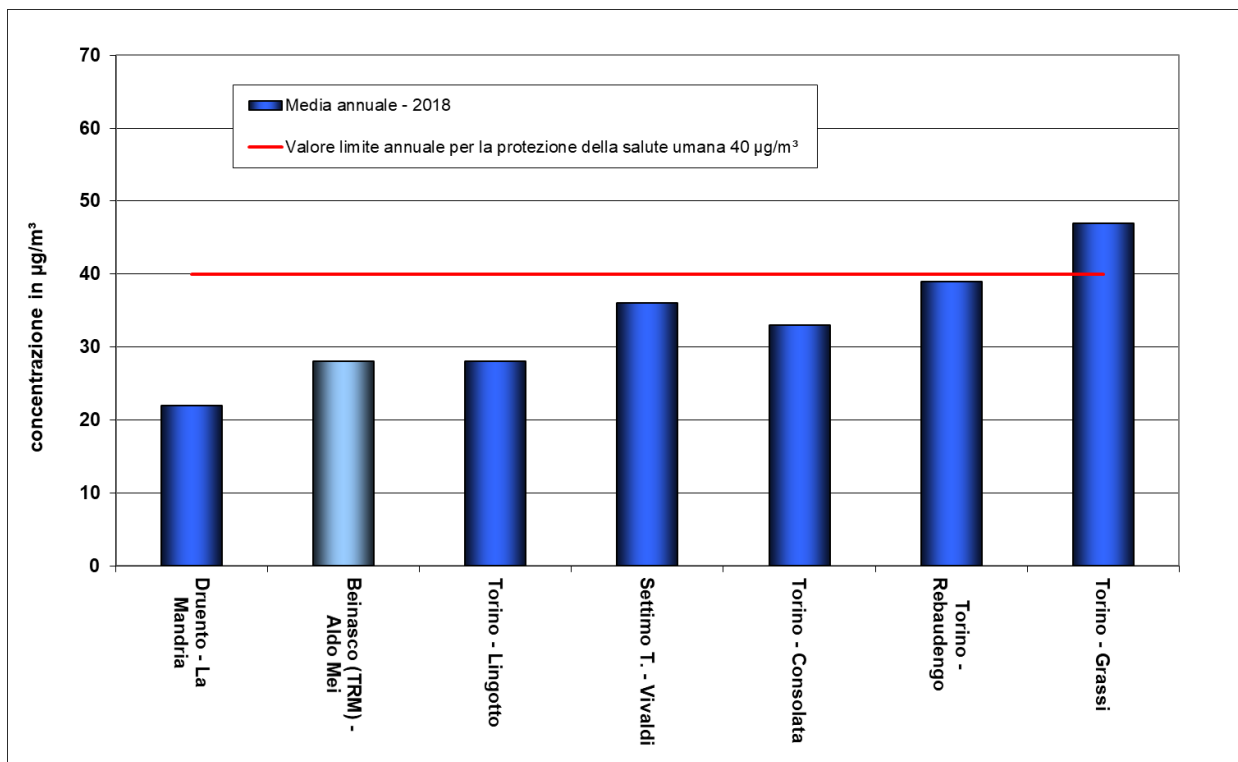
Nel mese di maggio e di novembre le medie registrate risultano inferiori all'atteso a causa delle condizioni meteorologiche sfavorevoli all'accumulo degli inquinanti in atmosfera, tra questi i numerosi episodi piovosi che si sono registrati soprattutto durante il mese di maggio (27 giorni su 31), come si può evincere dalla Figura 12.

Anche per il mese di novembre la discesa nella curva è legata alle frequenti piogge (19 giorni nel corso del mese); i millimetri caduti sono stati complessivamente inferiori a quelli rilevati a ottobre durante il quale si è registrato un numero di eventi inferiori ma di maggiore intensità.

Nella Figura 13 sono state messe a confronto le medie annuali di PM<sub>10</sub> misurate presso la stazione Beinasco (TRM) - Aldo Mei, evidenziata in azzurro, e presso altre stazioni della rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria. Il riferimento normativo su base annuale non è stato rispettato solo presso la stazione di traffico urbano del capoluogo Torino - Grassi.

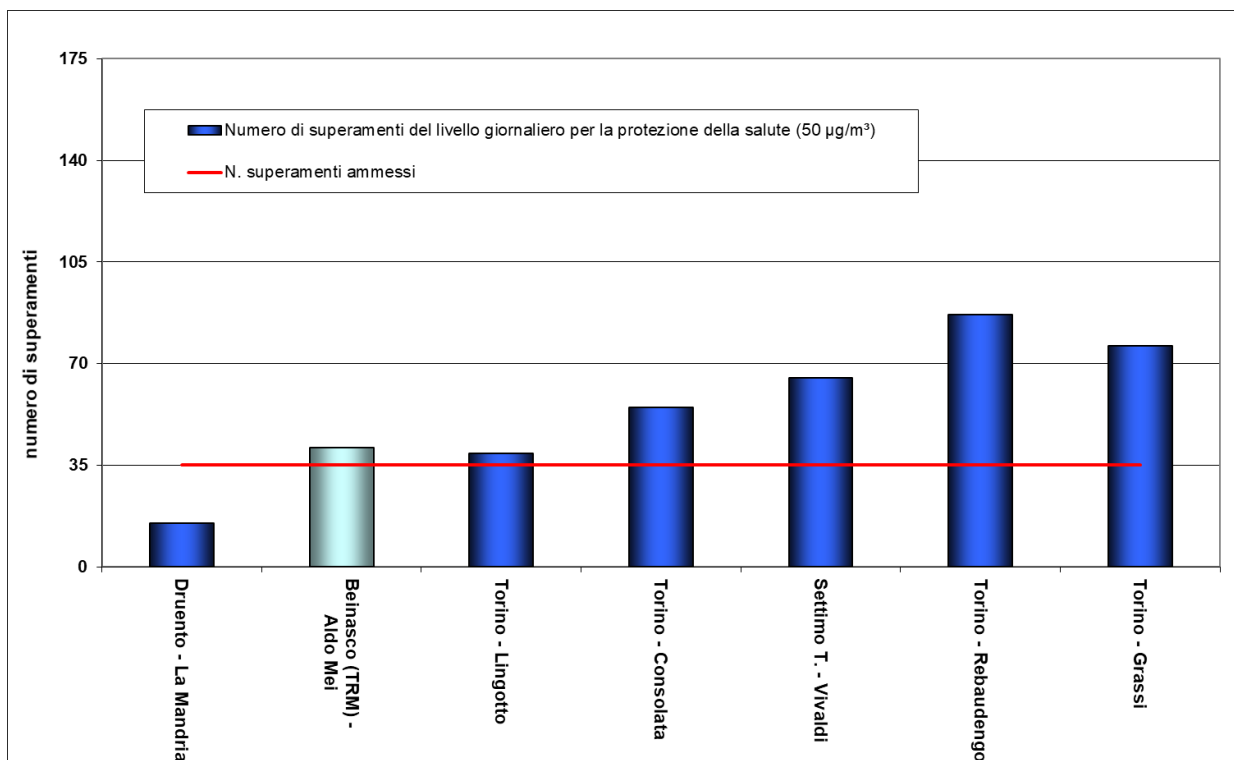


**Figura 12: PM10 - Media mensile anno 2018**



**Figura 13: PM10 - Media annuale**

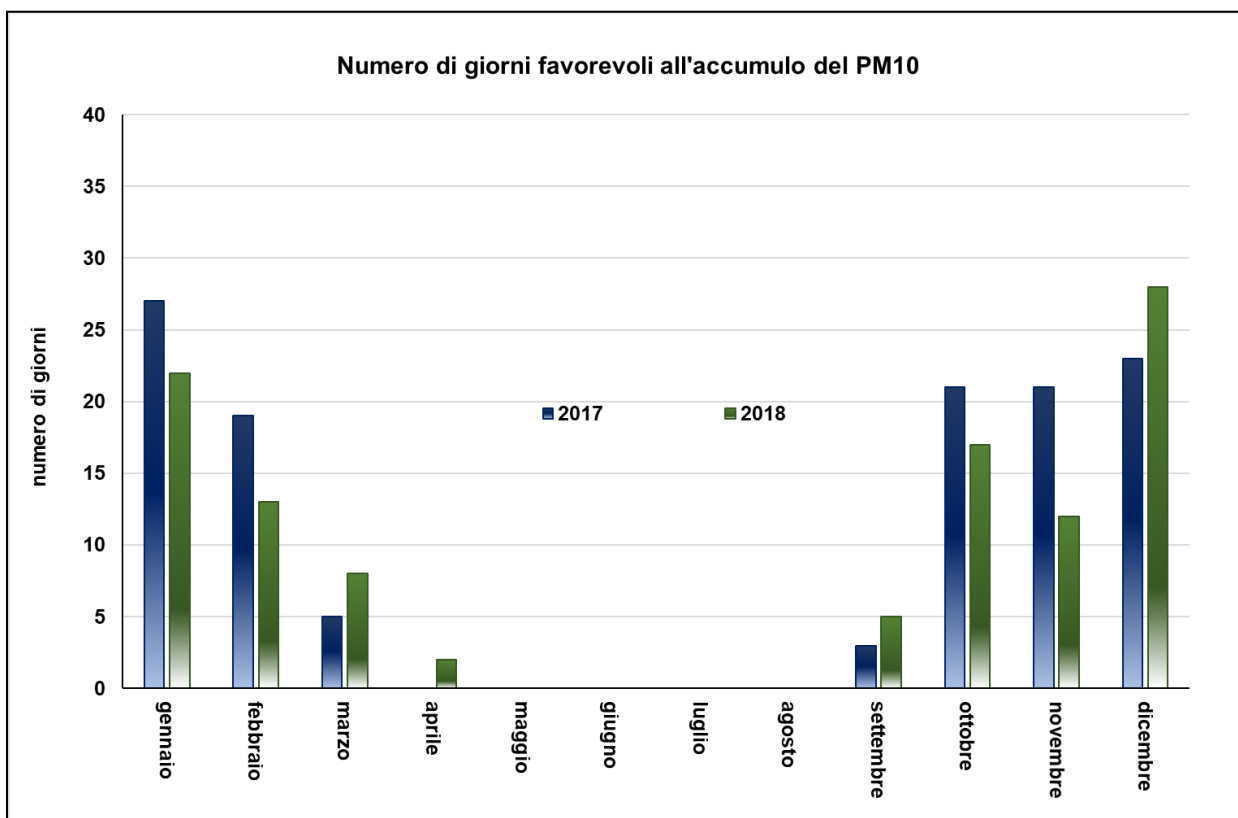
Nella Figura 14 si riportano i superamenti del livello giornaliero per la protezione della salute umana pari a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; con la linea rossa è indicato il numero di superamenti consentiti nel corso dell'anno da cui si evince che il limite di 35 superamenti è stato superato presso tutte le stazioni tranne presso la stazione rurale di Druento – La Mandria.



**Figura 14: PM<sub>10</sub> - Numero di superamenti del livello giornaliero per la protezione della salute umana**

Dalle Figure 13 e 14 si evince che i livelli di concentrazione di PM<sub>10</sub> rilevati presso la stazione TRM sono inferiori anche a quelli dei siti di fondo urbano della città e della provincia di Torino, e superiori solo rispetto alla stazione rurale. Si precisa che la percentuale di dati validi registrati presso Settimo – Vivaldi e Torino – Lingotto sono leggermente inferiori al 90% ma questa stazione è stata comunque considerata nelle elaborazioni dal momento che i dati mancanti sono ben distribuiti nei periodi estivi ed invernali.

In generale nel corso del 2018 si è registrato un miglioramento dei livelli registrati per il PM<sub>10</sub> passando da una media annuale di 36 a 28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , questo si giustifica anche da condizioni meteorologiche più favorevoli alla dispersione degli inquinanti in atmosfera. In Figura 15 si riporta il numero di giorni favorevoli all'accumulo del PM<sub>10</sub> confrontando il 2017 e il 2018.



**Figura 15: Numero di giorni favorevoli all'accumulo del PM10 – confronto 2017-2018**

### Particolato Sospeso - PM<sub>2.5</sub>

Per la frazione respirabile delle polveri PM<sub>2.5</sub> la norma nazionale vigente (DLgs 155/10) prevede un valore obiettivo per la protezione della salute umana da rispettare entro il 2015:

PM <sub>2.5</sub>	
PM <sub>2.5</sub> - valore obiettivo annuale per la protezione della salute umana	
media annuale	25 µg/m <sup>3</sup>

Per la misurazione dei livelli di PM<sub>2.5</sub> è stato utilizzato un misuratore a Raggi Beta (*Fai Instruments Swam 5A Dual Chanel*), un sistema automatico di campionamento e misura della massa delle particelle aerodisperse tramite la tecnica di attenuazione β. Il sistema opera su due linee di prelievo indipendenti dotate di testate di prelievo EPA per la determinazione del PM<sub>10</sub> e del PM<sub>2.5</sub>.

Nella tabella 4 si riportano gli indicatori statistici misurati presso la stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei e messa a confronto con quelli relativi ad altre stazioni della rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria torinese.

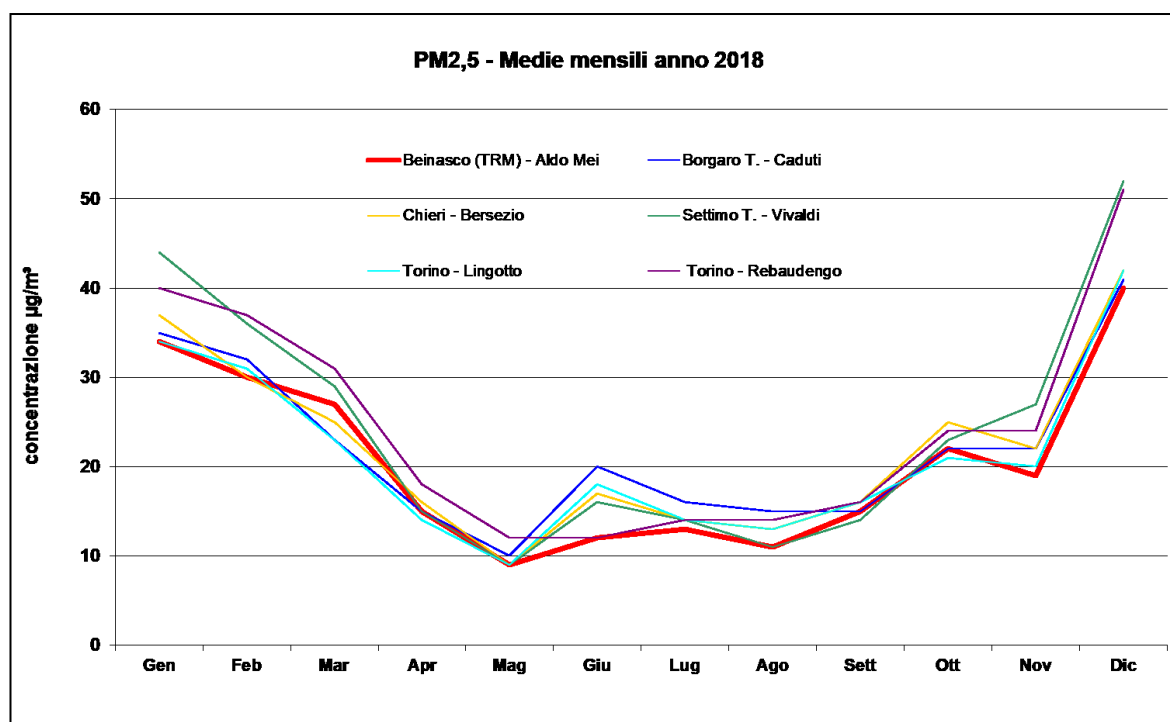
Non è stato possibile fare un confronto con una stazione di fondo di tipo rurale come avvenuto con Druento nel caso del PM<sub>10</sub>, in quanto il PM<sub>2.5</sub> non viene monitorato in nessuna stazione con tali caratteristiche nell'area scelta come riferimento.

**Tabella 4: PM<sub>2.5</sub> - Indicatori statistici anno 2018**

PM <sub>2.5</sub> (valori di concentrazione espressi in µg/m <sup>3</sup> )	Beinasco (TRM) Aldo Mei	Borgaro T. Caduti	Torino Lingotto	Torino Rebaudengo	Settimo T. Vivaldi
Minima media giornaliera	3	5	5	2	5
Massima media giornaliera	97	78	74	89	95
Media delle medie giornaliere	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	<b>24</b>
Giorni validi	354	352	324	333	352
Percentuale giorni validi	97%	96%	89%	91%	96%

Il valore obiettivo annuale per la protezione della salute umana, tra le stazioni prese in considerazione, è stato superato solo presso la stazione di traffico del capoluogo Torino - Rebaudengo.

In Figura16 si riportano i profili mensili registrati nel 2018 presso la stazione TRM e altre stazioni presenti nella rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria piemontese.



**Figura 16: PM<sub>2.5</sub> - Confronto medie mensili (TRM evidenziata in rosso)**

Nei mesi invernali, in cui le concentrazioni sono più elevate rispetto al periodo estivo, la stazione di TRM misura livelli mediamente più bassi rispetto alle altre stazioni considerate.

Come per il PM<sub>10</sub> anche per il PM<sub>2.5</sub> la media annuale diminuisce dal 2017 al 2018 (passando da 26 a 21 µg/m<sup>3</sup>).

## Benzene e toluene

Il benzene ( $C_6H_6$ ) è un composto organico aromatico liquido e incolore volatile a temperatura ambiente. È un inquinante primario che viene prodotto principalmente dalle attività antropiche e in quantità esigua da processi naturali, come eruzioni vulcaniche e incendi boschivi.

Il benzene viene sintetizzato a partire da diversi composti chimici presenti nel petrolio e trova largo impiego in vari settori industriali. Per le sue proprietà antidetonanti viene aggiunto, insieme ad altri composti aromatici nelle benzine. Per questo suo impiego, il benzene rappresenta un inquinante da traffico perché viene emesso in aria ambiente dai gas di scarico degli autoveicoli a benzina.

I valori di benzene rilevati nel corso del 2018 presso la stazione TRM di Beinasco – Aldo Mei (classificata come stazione suburbana di fondo, secondo quanto definito all'Allegato III del D. Lgs. 155/10) sono stati confrontati con i valori misurati da alcune stazioni della rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria (Tabella 5):

- Vinovo, stazione suburbana di fondo
- Torino Rubino, stazione urbana di fondo
- Torino Rebaudengo, stazione urbana di traffico

Si evidenzia, che a differenza degli scorsi anni non è stata utilizzata come stazione di confronto rappresentativa della situazione di traffico urbano la stazione di Torino Consolata in quanto non sono ancora terminate le attività di validazione dei dati rilevati nel corso del 2018 presso tale centralina.

La concentrazione media registrata dalla centralina TRM nel 2018 è  $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valore inferiore a quello misurato presso la stazione di Vinovo ( $1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e inferiore anche alla concentrazione rilevata presso la stazione di traffico di Torino Rebaudengo ( $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), come riportato in Tabella 5. Pertanto, la concentrazione di benzene media annuale misurata nel corso del 2018 presso la stazione TRM di Beinasco rispetta ampiamente il limite normativo di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  stabilito dal D.Lgs. 155/2010 (Allegato XI)

**Tabella 5 - Benzene: Indicatori statistici anno 2018**

BENZENE (espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	TRM	VINOVO	TO-REBAUGENGO
Ore valide:	8119	8043	8018
Percentuale ore valide:	93%	92%	92%
Giorni validi:	347	339	341
Percentuale giorni validi:	95%	93%	93%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri <sup>(a)</sup> :	1.8	2.0	3
Media dei massimi giornalieri <sup>(b)</sup> :	1.8	2.0	2.9
Media delle medie giornaliere <sup>(c)</sup> :	1.0	1.1	1.5
<u>Media dei valori orari:</u>	<b>1.0</b>	<b>1.1</b>	<b>1.5</b>

(a) Si calcola il valore massimo per ogni giorno del mese; poi si calcola la media di tali valori per ogni mese e infine si calcola la media di tali medie mensili

(b) Media annuale dei massimi giornalieri

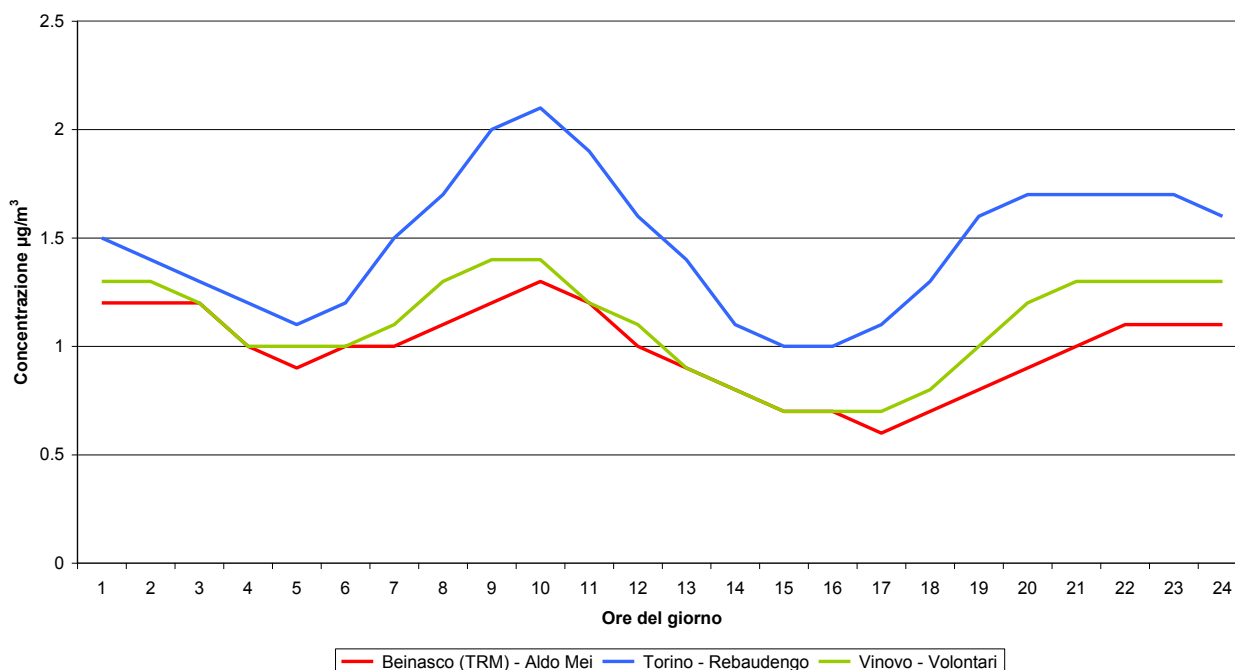
(c) Si calcola la media giornaliera per ogni giorno dell'anno solo se ci sono almeno 18 dati orari su 24; e successivamente si calcola la media di tali medie giornaliere

In Figura 17 sono mostrati gli andamenti del giorno medio per il benzene di TRM e delle varie stazioni utilizzate per il confronto. Anche nel calcolo delle concentrazioni del giorno medio si

riscontrano per TRM valori di concentrazione inferiori a quelli rilevati nelle stazioni di Vinovo e di Torino Rebaudengo, soprattutto nei picchi mattutini e serali.

L'andamento delle concentrazioni del benzene nell'arco della giornata presenta una variabilità che appare legata principalmente all'altezza dello strato di rimescolamento atmosferico, con valori sostanzialmente costanti nella notte (dalle ore 22 alle ore 4), un picco mattutino (ore 10) e concentrazioni minori nelle ore più calde della giornata.

**BENZENE - GIORNO MEDIO: confronto stazione TRM Beinasco con altre stazioni della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria - Anno 2018**



**Figura 17 - Andamento medio delle concentrazioni orarie di Benzene (giorno medio)**

Il toluene è un composto organico aromatico che viene usato come sostituto del benzene perché possiede proprietà chimico-fisiche molto simili, ma è meno tossico del benzene e non ha effetti mutageni. Viene utilizzato anche come antidetonante nelle benzine.

La normativa italiana non prevede un valore limite per questa sostanza, ma l'Organizzazione Mondiale della Sanità individua per alcuni inquinanti dei "valori guida di qualità dell'aria" che indicano i "livelli di concentrazione nell'aria degli inquinanti, associati a tempi di esposizione, al di sotto dei quali non sono attesi effetti avversi per la salute, secondo le evidenze scientifiche disponibili". Per il toluene le linee guida dell'OMS indicano un valore di concentrazione medio settimanale di 260 µg/m<sup>3</sup>.

Le concentrazioni medie di toluene riscontrate presso la centralina TRM di Beinasco sono inferiori alle concentrazioni medie massime giornaliere misurate nel corso del 2018 sia presso la stazione di Vinovo che nella stazione di traffico urbano di Torino Rebaudengo (Tabella 6)

**Tabella 6 - Toluene: Indicatori statistici anno 2018**

TOLUENE (espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	TRM	VINOVO	TO-REBAUGENGO
Ore valide:	8135	8012	8014
Percentuale ore valide:	93%	91%	91%
Giorni validi:	347	338	341
Percentuale giorni validi:	95%	93%	93%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri <sup>(a)</sup> :	8.3	10.3	13.7
Media dei massimi giornalieri <sup>(b)</sup> :	8.2	10.3	13.3
Media delle medie giornaliere <sup>(c)</sup> :	3.8	4.5	6.3
Media dei valori orari:	<b>3.8</b>	<b>4.5</b>	<b>6.3</b>

(a) Si calcola il valore massimo per ogni giorno del mese; poi si calcola la media di tali valori per ogni mese e infine si calcola la media di tali medie mensili

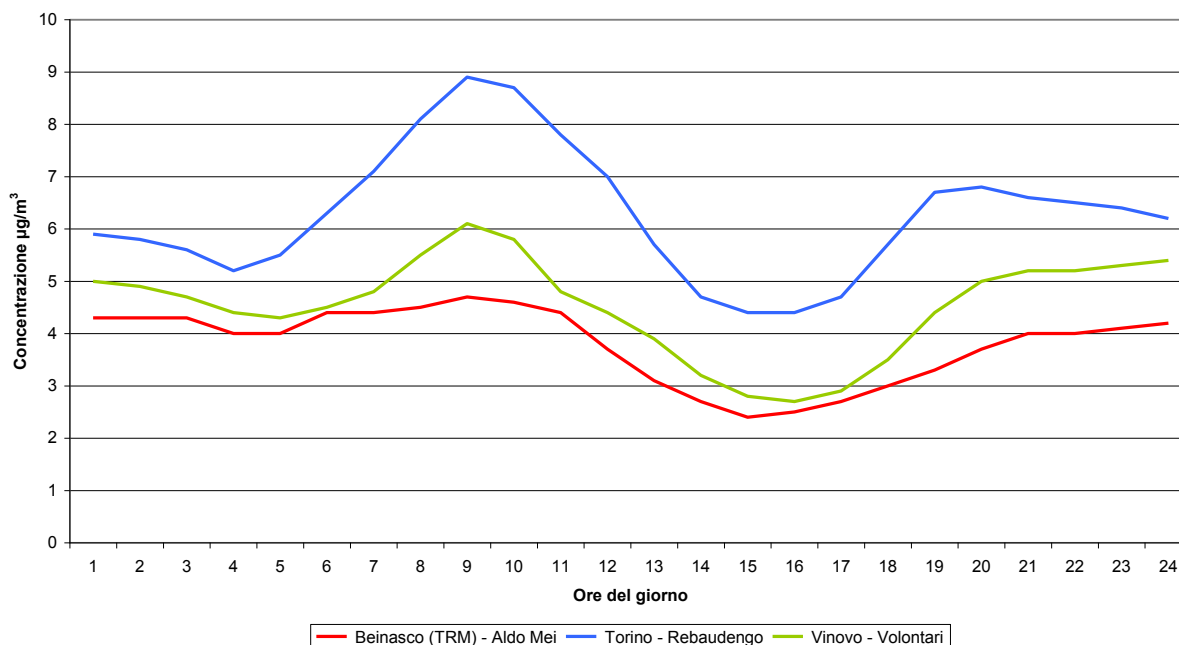
(b) Media annuale dei massimi giornalieri

(c) Si calcola la media giornaliera per ogni giorno dell'anno solo se ci sono almeno 18 dati orari su 24; e successivamente si calcola la media di tali medie giornaliere

In Figura 18 è mostrato l'andamento del giorno medio delle concentrazioni di toluene, per il quale sono presenti un picco mattutino e uno serale, in corrispondenza delle ore di maggior traffico veicolare. Durante la notte i valori di concentrazione rimangono pressoché costanti fino alle 4 del mattino, mentre durante le ore più calde della giornata i valori di concentrazione decrescono.

Le concentrazioni del toluene misurate presso la stazione TRM presentano un andamento giornaliero quasi sovrapponibile ai dati registrati nella stazione di Vinovo, tranne per il picco dalle 8 alle 10, che a Vinovo è molto più pronunciato. Si evidenzia che i valori medi giornalieri sono nettamente inferiori a quelli misurati presso la stazione di traffico di Torino Rabaudengo.

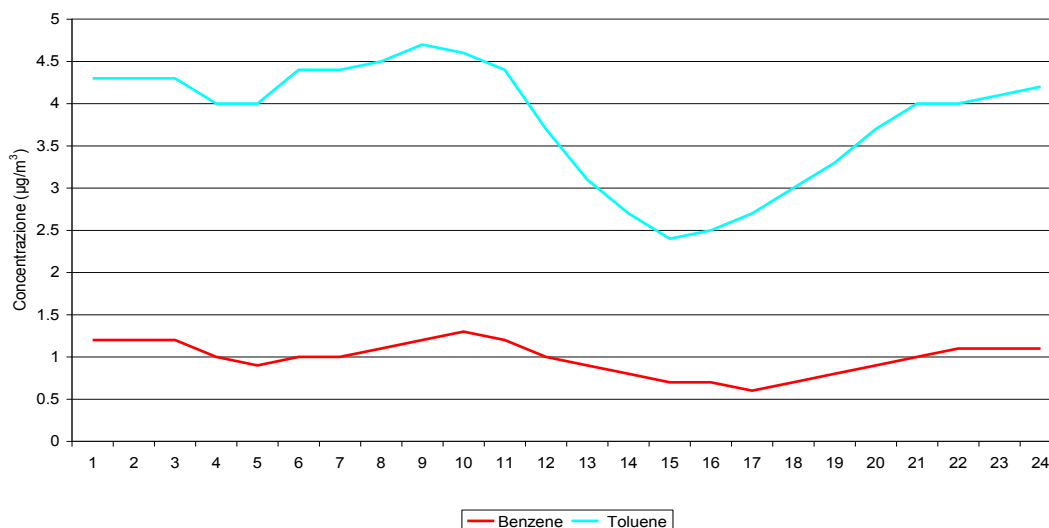
**TOLUENE - GIORNO MEDIO: confronto stazione TRM Beinasco con altre stazioni della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria - Anno 2018**



**Figura 18- Andamento medio delle concentrazioni orarie di Toluene (giorno medio)**

Analizzando i dati del benzene e del toluene rilevati a TRM si evince (*Figura 19*) che i due inquinanti presentano un andamento giornaliero molto simile che evidenzia quanto già riportato in commento alla *Figura 17* e alla *Figura* , ovvero che i valori di concentrazione più elevati si riscontrano nelle ore serali e in mattinata mentre i minimi valori di concentrazione nel pomeriggio, in corrispondenza delle ore più calde della giornata.

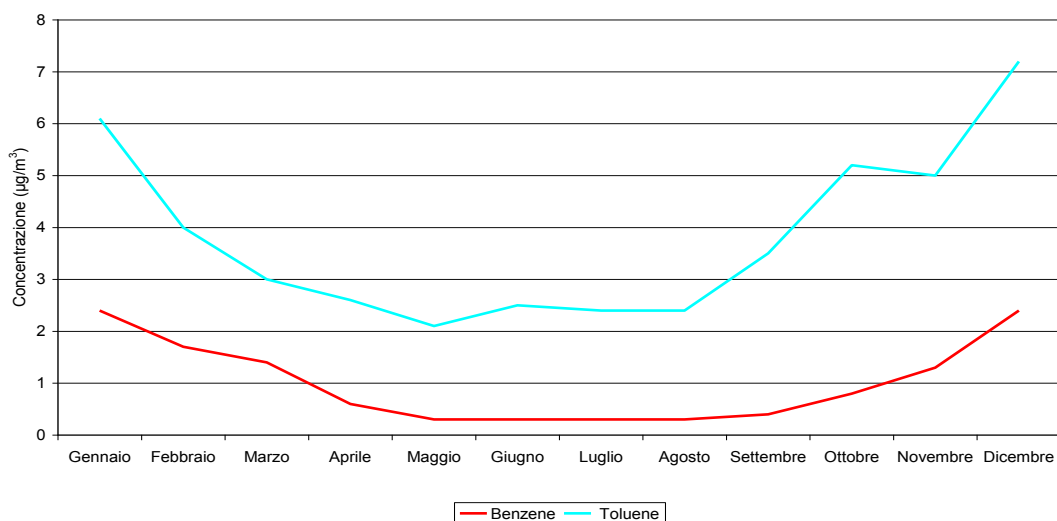
BENZENE e TOLUENE - GIORNO MEDIO stazione TRM Beinasco - Anno 2018



**Figura 19 – Andamento medio delle concentrazioni orarie di benzene e toluene (giorno medio)**

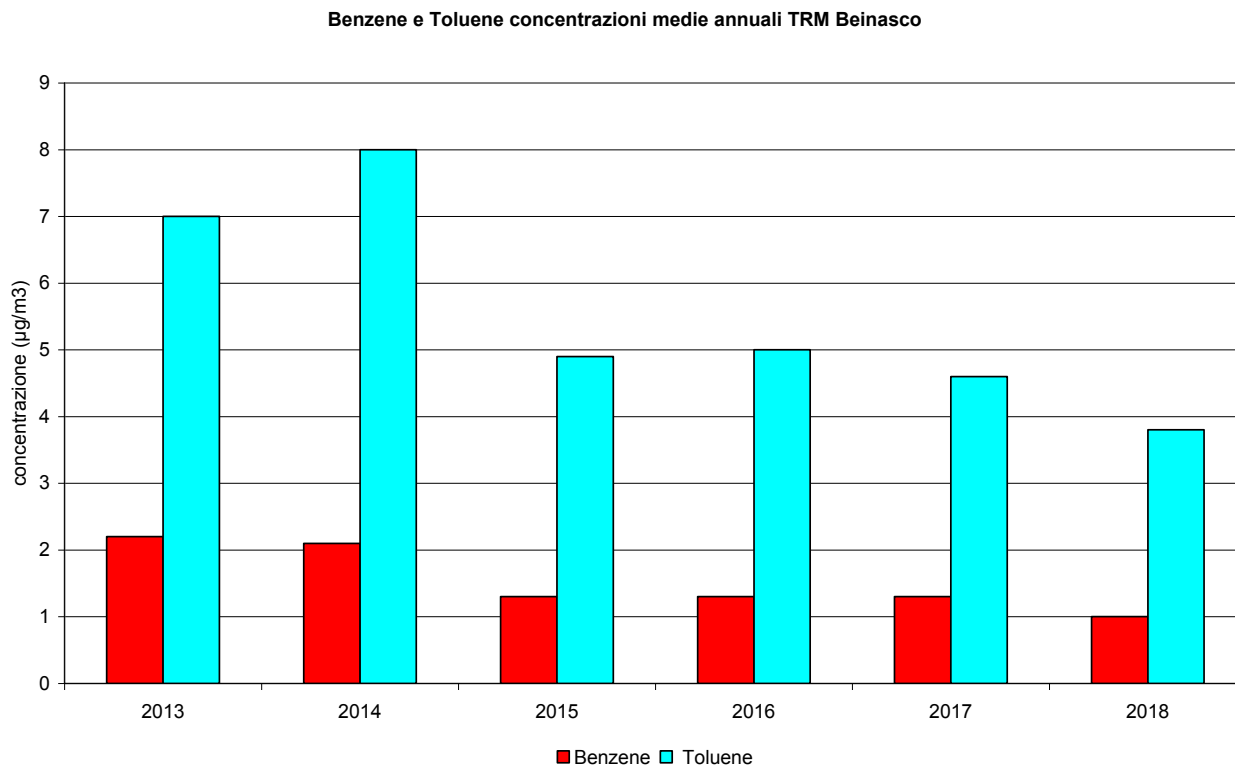
Anche i valori di concentrazione media mensile dei due inquinanti mostrano un andamento molto simile, come evidenziato in *figura 20*. Le concentrazioni maggiori sono state misurate in autunno e in inverno quando le condizioni di stabilità atmosferica favoriscono l'accumulo di inquinanti negli strati bassi dell'atmosfera. Per contro, le minori concentrazioni medie mensili sono state rilevate durante i mesi primaverili ed estivi, quando le condizioni meteorologiche dell'atmosfera agevolano la dispersione degli inquinanti.

BENZENE e TOLUENE - MEDIA MENSILE stazione TRM Beinasco - Anno 2018



**Figura 20 - Andamento medio delle concentrazioni mensili di benzene e toluene**

Le concentrazioni medie annuali sia del benzene che del toluene misurati presso la stazione TRM di Beinasco sono diminuite negli ultimi due anni, come mostrato in Figura .; in particolare le concentrazioni del benzene si sono attestate su valori piuttosto costanti dal 2015.



**Figura 21 – Andamento concentrazioni medie annuali del benzene e del toluene della stazione TRM di Beinasco – Anni 2013 - 2018**

### **Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)**

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici, noti come IPA, sono composti chimici formati da due o più anelli aromatici condensati fra loro a formare un'unica struttura generalmente planare. L'origine di tali composti è prevalentemente di tipo antropico. Si sviluppano, durante i processi di combustione incompleta di combustibili fossili come carboni e petroli, nella combustione della biomassa e dalle emissioni del traffico veicolare.

Gli IPA sono presenti nell'atmosfera in quantità più contenute rispetto ad altri inquinanti e la loro concentrazione negli ultimi anni è diminuita per l'utilizzo dei convertitori catalitici sui veicoli, l'introduzione di moderne tecnologie di riduzione delle emissioni industriali, la chiusura/delocalizzazione delle grandi industrie manifatturiere presenti sul territorio e l'utilizzo come fonti energetiche di combustibili a minore impatto ambientale. Tuttavia, la diffusione della combustione di biomasse per il riscaldamento domestico potrebbe determinare un incremento delle quantità di IPA emessi in atmosfera.

In termini di massa, gli IPA costituiscono una frazione molto piccola del particolato atmosferico rilevabile in aria ambiente (< 0,1%), ma rivestono un grande rilievo tossicologico, specialmente quelli con 5 o più anelli, e sono per la quasi totalità adsorbiti sulla frazione di particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm (PM2.5), ossia la frazione che più facilmente raggiunge la regione alveolare del polmone e da qui il sangue e quindi i tessuti.

Il componente più studiato è il benzo(a)pirene (BaP) in quanto è quello che presenta maggiore tossicità. L'International Agency for Research on Cancer (IARC)<sup>3</sup> classifica il BaP nel *gruppo 1* come “cancerogeno per l'uomo”, il dibenzo(a,h)antracene nel *gruppo 2A* come “probabile cancerogeno per l'uomo” mentre tutti gli altri IPA sono inseriti nel *gruppo 2B* come “possibili cancerogeni per l'uomo”.

La normativa italiana (D.Lgs. 155/2010) prevede per gli IPA determinati nella frazione PM10 del particolato atmosferico un valore limite di concentrazione esclusivamente per il benzo(a)pirene di 1 ng/m<sup>3</sup>, calcolato come media annuale. Non sono previsti limiti normativi per gli altri IPA perché il BaP viene utilizzato per rappresentare l'inquinamento ambientale dell'intero gruppo degli IPA essendo il composto più tossico.

Nelle tabelle seguenti sono riportati gli indicatori statistici dell'anno 2018 per i vari IPA (benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b+j+k)fluorantene, indeno(1,2,3-cd)pirene) nel PM10 campionato presso la stazione di TRM di Beinasco – Aldo Mei e confrontati con i dati rilevati in altre stazioni fisse della rete provinciale.

Si evidenzia che i valori di concentrazione degli IPA misurati nelle stazioni di Torino Lingotto e di Torino Grassi non sono rappresentativi della media annuale in quanto la percentuale di ore valide è inferiore al 90%.

**Tabella 7 - Benzo(a)Pirene nel PM10 – Indicatori statistici anno 2018**

<b>Benzo(a)pirene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Druento</b>	<b>Torino-Consolata</b>	<b>Torino - Grassi</b>	<b>Torino-Lingotto</b>	<b>Torino-Rebaudengo</b>
Media 2018	0.25	0.17	0.34	0.67	0.37	0.47
Giorni validi:	355	362	337	308	325	355
Percentuale giorni validi:	97%	99%	92%	84%	89%	97%

**Tabella 8 - Benzo[a]Antracene nel PM10 – Indicatori statistici anno 2018**

<b>Benzo(a)antracene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Druento</b>	<b>Torino-Consolata</b>	<b>Torino - Grassi</b>	<b>Torino-Lingotto</b>	<b>Torino-Rebaudengo</b>
Media 2018	0.4	0.2	0.4	0.7	0.5	0.7
Giorni validi:	355	362	337	308	325	355
Percentuale giorni validi:	97%	99%	92%	84%	89%	97%

**Tabella 9 - Benzo[b+j+k]Fluorantene nel PM10 – Indicatori statistici anno 2018**

<b>Benzo(b+j+k)fluorantene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Druento</b>	<b>Torino-Consolata</b>	<b>Torino - Grassi</b>	<b>Torino-Lingotto</b>	<b>Torino-Rebaudengo</b>
Media 2018	0.97	0.7	1.06	1.52	1.21	1.46
Giorni validi:	355	362	337	308	325	355
Percentuale giorni validi:	97%	99%	92%	84%	89%	97%

<sup>3</sup> International Agency for Research on Cancer (IARC) –Agents reviewed by the IARC monographs Volumes 1-100A last updated 2 april 2009

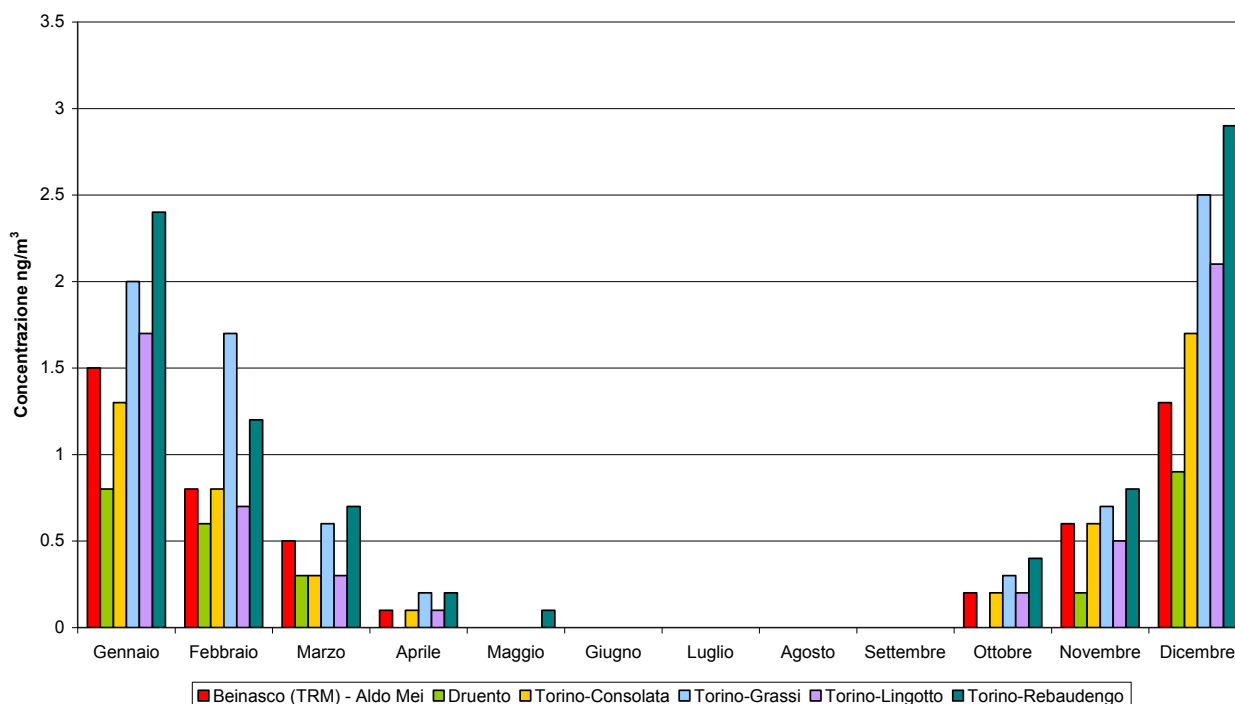
**Tabella 10 - Indeno[1,2,3-cd]Pirene nel PM10 – Indicatori statistici anno 2018**

Indeno(1,2,3-cd)pirene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m <sup>3</sup> )	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino - Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
Media 2018	0.3	0.35	0.51	0.68	0.56	0.81
Giorni validi:	355	362	337	308	325	355
Percentuale giorni validi:	97%	99%	92%	84%	89%	97%

Per il periodo considerato, le concentrazioni degli IPA analizzati presso la stazione di TRM Beinasco risultano inferiori a quelli osservati presso tutte le altre stazioni di tipo urbano utilizzate per il confronto. La concentrazione media annua di indeno[1,2,3-cd]pirene è addirittura minore di quella misurata presso la stazione di Druento, rappresentativa di una situazione rurale di fondo. Il limite normativo annuale di 1 ng/m<sup>3</sup> previsto dal D.Lgs 155/2010 per il benzo(a)pirene è stato rispettato presso la stazione di TRM Beinasco, così come nelle altre stazioni considerate.

In Figura 22 sono riportati gli andamenti mensili delle concentrazioni di benzo(a)pirene determinate nelle stazioni poste a confronto. Nel corso del 2018, i mesi più ricchi di B(a)P rispetto al resto dell'anno sono stati gennaio e dicembre, a causa delle condizioni meteorologiche di stabilità atmosferica che hanno favorito l'accumulo di inquinanti.

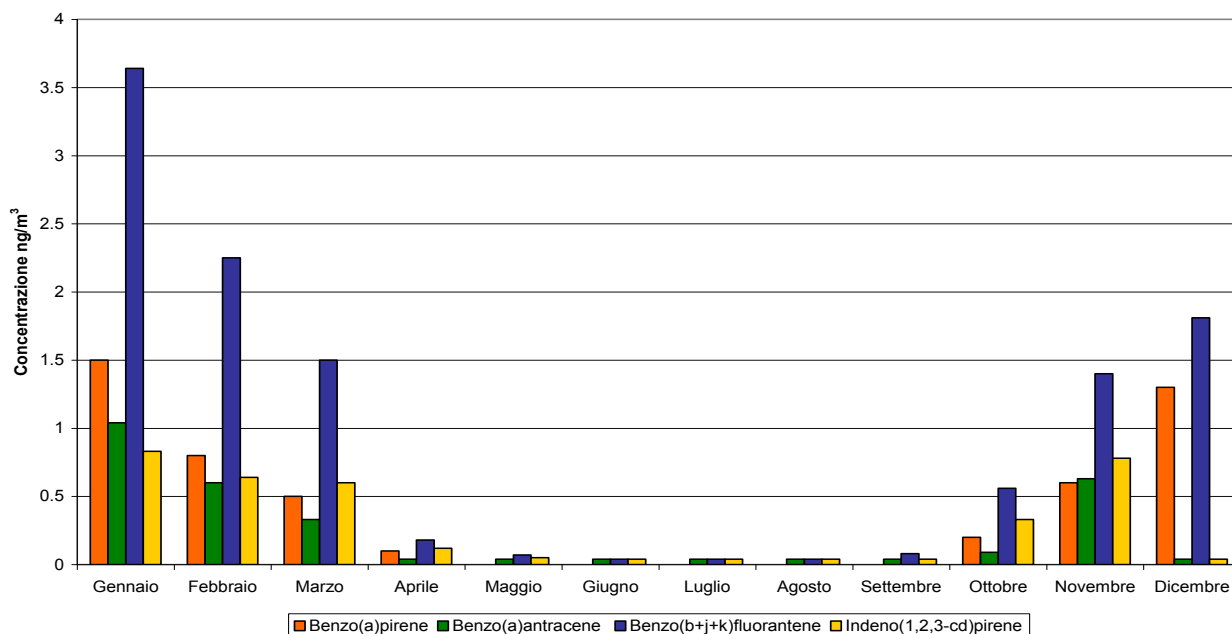
**Benzo(a)pirene nel PM10, andamento mensile - Anno 2018**



**Figura 22 - Concentrazione di Benzo(a)Pirene nel PM10, andamento mensile nel 2018**

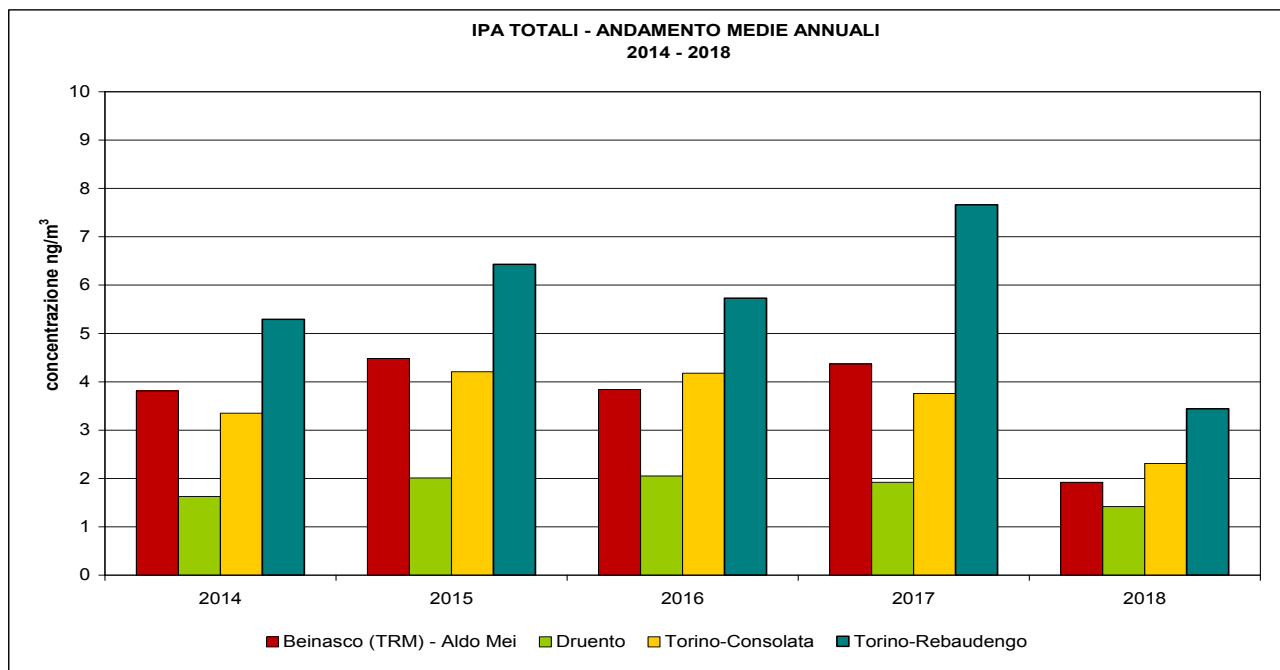
Analizzando in Figura 23 l'andamento mensile di tutti gli IPA determinati sui campioni di PM10 prelevati presso la stazione di Beinasco – TRM si osserva una variazione mensile di concentrazione che conferma quanto già osservato per il grafico di Figura 22

IPA nel PM10 stazione TRM Beinasco, andamento mensile - Anno 2018



**Figura 23 – Concentrazione degli IPA rilevati nel PM10 presso la stazione TRM Beinasco – Aldo Mei nel 2018**

L'andamento delle concentrazioni medie annuali degli IPA rilevati sulla frazione PM10 della stazione di TRM e delle altre stazioni di confronto, evidenzia per il 2018 una diminuzione delle concentrazioni di queste sostanze in atmosfera, sia nelle stazioni urbane di traffico (Torino Consolata e Torino Rebaudengo) sia nella stazione rurale di fondo (Druento), come mostrato figura 24.



**Figura 24- Concentrazione degli IPA rilevati nel PM10 presso la stazione TRM Beinasco e in altre stazioni di confronto nel periodo 2014-2018**

Questa inversione di tendenza rispetto agli anni precedenti è molto probabilmente dovuta alle condizioni meteo climatiche che hanno determinato una situazione più favorevole alla dispersione di questi inquinanti.

## **Mercurio elementare gassoso e sul particolato**

Il D.Lgs 155/2010 e s.m.i. di recepimento della Direttiva 2008/50/CE non prevede valori di riferimento per le concentrazioni di mercurio in aria ambiente, né (Allegato V) un numero minimo di stazioni di misurazione nelle zone e agglomerati definiti dalle pianificazioni regionali, ma unicamente una serie di stazioni speciali a livello nazionale (art. 6, comma 1.c) da individuare con Decreto Ministeriale.

I Decreti Ministeriali 29 novembre 2012 e 5 maggio 2015 hanno individuato come stazioni nazionali speciali sul tema:

- quella dell'Istituto per l'Inquinamento Atmosferico del CNR nel Comune di Montelibretti, in provincia di Roma, in relazione alle concentrazioni del mercurio gassoso totale, alla deposizione totale del mercurio e alla misura e del mercurio bivalente particolato e gassoso;
- le stazioni di Schivenoglia in Provincia di Mantova e quella di Monte Sant'Angelo in Provincia di Foggia, in relazione alle concentrazioni del mercurio gassoso totale e alla deposizione totale del mercurio.

I relativi dati non sono ancora disponibili nella banca dati nazionale gestita dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, per cui per l'esame dei valori rilevati nella stazione di Beinasco-Aldo Mei si farà riferimento:

1. a dati reperibili in letteratura e in particolare a quanto riportato nei documenti:
  - *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pubblicato nel 2002 da un gruppo di lavoro europeo come supporto scientifico all'emanazione delle Direttive in tema di qualità dell'aria da parte della Commissione Europea;
  - *WHO Air Quality Guidelines for Europe*, 2<sup>nd</sup> edition, pubblicato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità nell'anno 2000;
  - L'ultima edizione disponibile dell'*AMA/UNEP Technical Background Report for the Global Mercury Assessment*, pubblicato nel 2013 dall'Arctic Monitoring and Assessment Programme e dallo United Nations Environment Programme.
2. ai dati forniti dal Centro Regionale Aria di ARPA Puglia, riferiti alla stazione Torchiarolo Don Minzoni ubicata nel Comune di Torchiarolo, in Provincia di Brindisi, che si trova sottovento a un impianto industriale (centrale termoelettrica a carbone) e i cui dati risultano quindi di particolare interesse nella presente relazione.
3. ai dati forniti dal Centro Regionale Aria di ARPA Puglia, riferiti alla stazione Monte Sant'Angelo in Provincia di Foggia, stazione di fondo rurale individuata come stazione nazionale speciale, le cui misure sono state avviate il 10/10/2016.

Occorre innanzitutto considerare che in generale il mercurio si ritrova nell'ambiente in molteplici forme, di cui due sono quelle più rilevanti dal punto di vista tossicologico: il mercurio elementare e il metilmercurio<sup>4</sup>. Quest'ultimo è in assoluto la forma maggiormente tossica e biodisponibile per gli

---

<sup>4</sup> Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper, pag. 167

organismi viventi<sup>5</sup>. In aria ambiente il mercurio si ritrova principalmente (dal 90 al 99%) come mercurio elementare allo stato gassoso e, in percentuale molto minore, come mercurio sul particolato e come mercurio gassoso bivalente (ad esempio come cloruro mercurico)<sup>6</sup>. Più precisante il mercurio elementare si ritrova in aria ambiente a concentrazioni dell'ordine dei ng/m<sup>3</sup>, mentre il mercurio sul particolato, le specie bivalenti gassose e i composti del tipo del metilmercurio hanno valori dell'ordine dei pg/m<sup>3</sup> <sup>7 8</sup>. Ciò è legato al fatto che, mentre i tempi di permanenza in atmosfera del mercurio elementare sono dell'ordine di anni, quelli del mercurio gassoso bivalente (in particolare il cloruro mercurico) e del mercurio presente sul particolato sono dell'ordine di giorni o al massimo di settimane; i composti del tipo del metilmercurio, infine, hanno tempi di vita in atmosfera di poche ore <sup>9</sup>.

Di conseguenza, dal punto di vista degli impatti, il mercurio elementare è di fatto un contaminante a livello globale perché può essere trasportato anche a distanza molto grande dal punto di emissione prima di ricadere al suolo, mentre le altre forme del mercurio aerodisperso rivestono una maggiore importanza come contaminanti del suolo a livello locale e possono quindi essere monitorate nel loro insieme tramite la determinazione del mercurio nelle deposizioni atmosferiche in prossimità delle fonti di emissione.

Per quanto riguarda le concentrazioni tipiche di mercurio in aria ambiente l'Organizzazione Mondiale della Sanità riporta che i valori tipici in aree remote e in aree urbane sono dell'ordine, rispettivamente, di 2-4 ng/m<sup>3</sup> e 10 ng/m<sup>3</sup>. Il documento *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper* indica che concentrazioni tipiche sono dell'ordine di 1.2-3.7 ng/m<sup>3</sup>, con punte nei siti più impattati dell'ordine di 20-30 ng/m<sup>3</sup>; questi valori sono confermati anche dai dati più recenti messi a disposizione dall'Agenzia Europea dell'Ambiente<sup>10</sup>.

Il documento *AMAP/UNEP Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2013* riporta tra l'altro i dati della stazione del sito EMEP di Waldhof, ubicata in un sito rurale e quindi rappresentativa dei valori di fondo più bassi rilevabili in Europa. La stazione di Waldhof, gestita dall'Agenzia Federale per l'Ambiente della Germania, è uno dei quattro siti europei del GMOS (Global Mercury Observation System), un progetto iniziato nel 2010 con l'obiettivo di sviluppare un sistema coordinato di osservazione del mercurio su scala planetaria.

Per le diverse forme di mercurio aerodisperso le concentrazioni medie annuali rilevate a Waldhof tra il 2009 e il 2011 si situano nei seguenti intervalli:

- tra 1,61 e 1,66 ng/m<sup>3</sup> per il mercurio elementare gassoso;
- tra 6,42 e 7,20 pg/m<sup>3</sup> per il mercurio presente sul PM2.5;
- tra 0,73 e 1,72 pg/m<sup>3</sup> per il mercurio ossidato in fase gassosa

La stazione di Torchiarolo (BR) ha rilevato nel 2018 un valore di media annuale pari a 1.8 ng/m<sup>3</sup>, con un massimo orario di 13.1 ng/m<sup>3</sup>. La stazione di Monte Sant'Angelo (FG) ha registrato nel 2018 una media di 1.6 ng/m<sup>3</sup>, con un massimo di 4.6 ng/m<sup>3</sup>.

Per quanto riguarda i limiti per la protezione della salute umana, in assenza di indicazioni normative sono stati utilizzati i seguenti riferimenti:

<sup>5</sup> Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper, pag. 16

<sup>6</sup> Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper, pag. 4

<sup>7</sup> Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper, pag. 114

<sup>8</sup> AMAP/UNEP Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2013, tabella 3.3 pag. 47

<sup>9</sup> Schroeder-Munthe, Atmospheric mercury- an overview *Atm. Env.* 332 (1998) 809-822; Lin, Pehkonen, The chemistry of atmospheric mercury: a review, *Atm. Env.* 33 (1999) 2067-2079

<sup>10</sup> Si veda il rapporto EEA *Air quality in Europe — 2015 report*, pag. 38

- il valore di linea guida in aria ambiente stabilito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, che è pari a 1000 ng/m<sup>3</sup> come media annuale per il mercurio inorganico<sup>11</sup>;
- l'RfC (Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure) defijnto da U.S. – EPA (Environmental Protection Agency), pari a 300 ng/m<sup>3</sup> per il mercurio elementale<sup>12</sup>;
- l'MRL (Miminal Risk Level) per esposizione cronica defijnto dall'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), pari a 200 ng/m<sup>3</sup> per il mercurio elementale<sup>13</sup>

Nella stazione di Beinasco-Aldo Mei il mercurio elementare gassoso viene analizzato con un analizzatore in continuo che fornisce concentrazioni medie orarie; i dati statistici relativi all'anno 2018 sono riassunti nella Tabella 11 Tabella\_ mentre la Tabella 12 riporta nel dettaglio le concentrazioni medie mensili.

**Tabella 11 Mercurio elementare gassoso- indicatori statistici anno 2018**

<b>Mercurio elementare gassoso (valori di concentrazione espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) Aldo Mei</b>
<i>Minima media giornaliera</i>	2
<i>Massima media giornaliera</i>	5
<i>Media delle medie giornaliere</i>	3
<i>Giorni validi</i>	334
<i>Percentuale giorni validi</i>	92%
<i>Media dei valori orari</i>	3
<i>Massima media oraria</i>	41
<i>Ore valide</i>	8072
<i>Percentuale ore valide</i>	92%

Come ricordato in premessa, il Dipartimento scrivente ha provveduto, di propria iniziativa e a scopo di approfondimento tecnico-scientifico, a effettuare la determinazione del mercurio anche sul particolato PM10, con le modalità indicate dalle procedure dell'Agenzia per gli altri metalli. Tali procedure prevedono che al termine di ogni mese solare venga prelevata una porzione definita da

<sup>11</sup> WHO Air Quality Guidelines for Europe , 2nd edition, pag. 157-160. Per mercurio inorganico si intende la somma di mercurio allo stato di vapore e dei composti di mercurio divalente Nella definizione della linea guida non viene considerato il metilmercurio in quanto l'OMS sottolinea che l'esposizione a questo composto per inalazione è alcuni ordini di grandezza inferiore a quella legata alla contaminazione della catena alimentare attraverso gli ecosistemi acquatici. A questo proposito il Position Paper citato specifica (pag. 4 e pag.29) che la contaminazione da mercurio degli ecosistemi acquatici è originata – oltre che dallo scarico diretto di mercurio nei sistemi acquatici - dal lento processo di trasporto dai i suoli in cui il mercurio si accumula a causa delle emissioni antropogeniche in atmosfera e dei conseguenti fenomeni di trasporto, trasformazione e deposizione anche su lunga distanza. Nei sistemi acquatici una parte del mercurio si trasforma per azione di microorganismi in composti del tipo del metilmercurio che hanno facilità a bioaccumularsi nella catena alimentare causa la loro caratteristiche lipofile

<sup>12</sup> US-EPA IRIS (Integrated Risk Information System) Mercury, elemental (CASRN 7439-97-6). In generale, l'RfC è una stima dell'esposizione giornaliera per inalazione della popolazione (inclusi i gruppi sensibili) che è presumibile non dia origine a un rischio significativo per la salute nel corso della vita

<sup>13</sup> US- ATSDR Toxicological Profiles – Mercury. L' MRL è una stima dell'esposizione umana giornaliera a una sostanza pericolosa che è presumibile non produca un rischio misurabile di danno, con riferimento agli effetti non cancerogeni. L' MRL è calcolato in relazione all'esposizione su uno specifico periodo temporale (acuta, intermedia, cronica)

ognuno dei singoli filtri campionati giornalmente nel corso del mese stesso; in questo modo si ottiene un campione medio composito su cui viene effettuata la determinazione, per cui la concentrazione dei metalli risulta disponibile come valore medio mensile. Le medie mensili del mercurio sul PM10 sono riportate in Tabella 1.

**Tabella 12: Mercurio elementare gassoso – Concentrazioni medie mensili anno 2018**

<b>Mercurio elementare gassoso (valori di concentrazione espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>
Gennaio	3
Febbraio	3
Marzo	3
Aprile	3
Maggio	3
Giugno	3
Luglio	3
Agosto	3
Settembre	3
Ottobre	3
Novembre	3
Dicembre	3

**Tabella 13 Mercurio sul PM10 – Concentrazioni medie mensili anno 2018**

<b>Mercurio sul PM10 (valori di concentrazione espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>
Gennaio	< 0,14
Febbraio	< 0,16
Marzo	< 0,14
Aprile	< 0,15
Maggio	< 0,14
Giugno	< 0,15
Luglio	< 0,14
Agosto	< 0,14
Settembre	< 0,15
Ottobre	< 0,14
Novembre	< 0,15
Dicembre	< 0,14

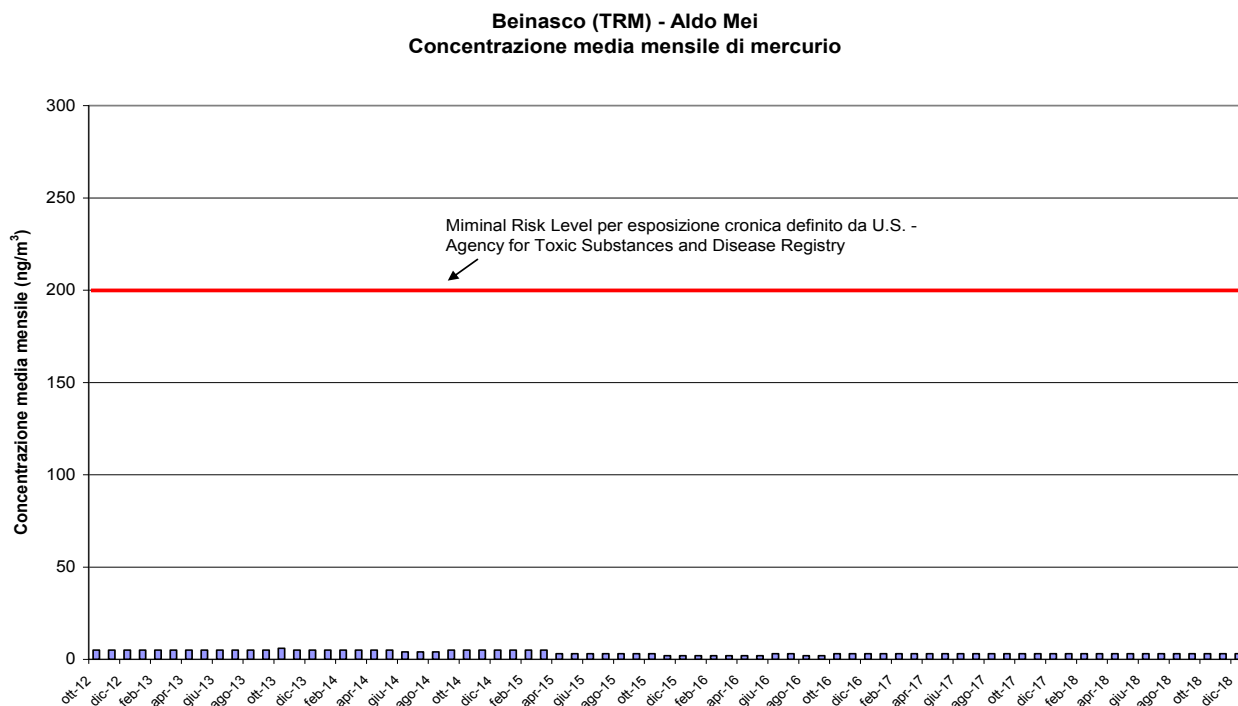
Analizzando nel dettaglio la serie temporale del mercurio elementare gassoso, si osserva che i valori misurati nel 2018 si sono costantemente assestati attorno ad alcuni  $\text{ng/m}^3$ , con un massimo assoluto orario, verificatosi a settembre, pari a  $41 \text{ ng/m}^3$ .

Sotto il profilo della protezione della salute, anche considerando la somma delle due forme di mercurio aerodisperso (gassoso e presente sul  $\text{PM}_{10}$ ), sia le singole medie mensili che la media annuale risultano nel 2018 inferiori di duecento volte o più al valore di linea guida stabilito dall'O.M.S. e di cinquanta volte o più a quelli stabiliti da U.S. – EPA e ATSDR.

Nella

Figura 25 è riportato l'andamento temporale delle concentrazioni medie mensili di mercurio dall'attivazione della stazione sino a tutto il 2018. Come riferimento è indicato il valore più restrittivo tra i tre precedentemente citati disponibili nella letteratura scientifica (MRL per esposizione cronica definito dalla Agency for Toxic Substances and Disease Registry degli Stati Uniti)

I valori medi rilevati sono inoltre in linea con quanto riportato in letteratura per le aree urbane europee.



**Figura 25 Andamento delle concentrazioni mensili di mercurio nella stazione di Beinasco Aldo Mei dal 2012 al 2018**

### Altri metalli sul particolato

Il Decreto Legislativo n. 155/2010 e s.m.i. di recepimento della Direttiva 2008/50/CE prevede per quanto riguarda i metalli sul  $\text{PM}_{10}$ :

- un valore limite per il piombo, espresso come media annuale e pari a  $0.5 \mu\text{g/m}^3$ ;
- valori obiettivo, anch'essi espressi come media annuale, per arsenico ( $6 \text{ ng/m}^3$ ), cadmio ( $5 \text{ ng/m}^3$ ) e nichel ( $20 \text{ ng/m}^3$ ).

La determinazione dei quattro metalli normati presso la stazione Beinasco - Aldo Mei è espressamente prevista dalle prescrizioni emanate dalla Provincia di Torino in sede di valutazione di compatibilità ambientale dell'inceneritore di Torino.

Dalla Tabella 14 alla Tabella 17 sono riportati gli indicatori statistici dell'anno 2018 per arsenico, cadmio, nichel e piombo sul PM10 relativi alla stazione di Beinasco – Aldo Mei e ad una serie di altre stazioni fisse utilizzate a scopo di confronto.

**Tabella 14 - Arsenico sul PM10 – indicatori statistici anno 2018**

<b>Arsenico sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Druento</b>	<b>Torino Consolata</b>	<b>Torino Grassi</b>	<b>Torino Lingotto</b>	<b>Torino Rebaudengo</b>
Media 2018	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Giorni validi:	355	362	337	308	325	355
Percentuale giorni validi:	97%	99%	92%	84%	89%	97%

**Tabella 15 - Cadmio sul PM10 – indicatori statistici anno 2018**

<b>Cadmio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Druento</b>	<b>Torino- Consolata</b>	<b>Torino - Grassi</b>	<b>Torino- Lingotto</b>	<b>Torino Rebaudengo</b>
Media 2018	0.1	0.07	0.09	0.15	0.1	0.19
Giorni validi:	355	362	337	308	325	355
Percentuale giorni validi:	97%	99%	92%	84%	89%	97%

**Tabella 16 - Nichel sul PM10 – indicatori statistici anno 2018**

<b>Nichel sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) Aldo Mei</b>	<b>Druento</b>	<b>Torino- Consolata</b>	<b>Torino - Grassi</b>	<b>Torino Lingotto</b>	<b>Torino Rebaudengo</b>
Media 2018	2.2	1.3	2.6	3.2	1.4	2.3
Giorni validi:	355	362	337	308	325	355
Percentuale giorni validi:	97%	99%	92%	84%	89%	97%

**Tabella 17 - Piombo sul PM10 – indicatori statistici anno 2018**

<b>Piombo sul PM10 (valori di conc. espressi in µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) Aldo Mei</b>	<b>Druento</b>	<b>Torino- Consolata</b>	<b>Torino - Grassi</b>	<b>Torino- Lingotto</b>	<b>Torino- Rebaudengo</b>
Media 2018	0.005	0.003	0.006	0.008	0.005	0.01
Giorni validi:	355	362	337	308	325	355
Percentuale giorni validi:	97%	99%	92%	84%	89%	97%

Si osserva in generale che i valori rilevati nella stazione di Beinasco-Aldo Mei sono confrontabili con

quelli della stazione di fondo urbano di Torino-Lingotto e intermedi tra quelli di stazioni urbane da traffico (Torino-Consolata, Torino-Rebaudengo) e la stazione di fondo rurale di Druento, ubicata all'interno del Parco regionale La Mandria<sup>14</sup>.

Nel sito di Beinasco-Aldo Mei i valori di riferimento del D.Lgs 155/2010 e s.m.i. sono ampiamente rispettati, così come nelle altre stazioni della rete provinciale.

Come evidenziato in premessa il Dipartimento scrivente ha provveduto, a scopo di approfondimento tecnico-scientifico, ad effettuare sul PM10 anche la determinazione di una serie di metalli per i quali non vi sono limiti normativi: il mercurio è stato trattato nel paragrafo precedente, mentre nel seguito verranno esaminati i dati relativi a antimonio, cobalto, cromo, manganese, rame, selenio, titanio, vanadio e zinco.

Per questi metalli, in assenza di indicazioni normative e analogamente al mercurio, sono stati utilizzati i seguenti riferimenti:

- i valori di linea guida in aria ambiente stabiliti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità;
- gli RfC (Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure) definito da U.S. – EPA (Environmental Protection Agency);
- gli MRL (Minimal Risk Level) per esposizione cronica/subcronica definito dall'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry).

La stessa documentazione è stata utilizzata per identificare gli intervalli di concentrazione tipici in aria ambiente. Nella Tabella 18 è riportato un riassunto delle informazioni desunte dai documenti citati.

<b>Metallo</b>	<b>Linea guida O.M.S. (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>U.S. EPA RfC (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>ATSDR MRL (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valori tipici in aria ambiente secondo O.M.S. (ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valori tipici in aria ambiente secondo ATSDR (**)(ng/m<sup>3</sup>)</b>
<i>Antimonio</i>	-	-	-	-	-
<i>Cobalto</i>	-	-	100 (esposizione cronica)	1-2 in area urbana (*)	-
<i>Cromo</i>	(***)	100 come Cr(VI) sul particolato	300 come Cr(VI) sul particolato (esposizione sub-cronica) 100 come Cr(III) solubile sul particolato (esposizione sub-cronica)	5-200	< 20
<i>Manganese</i>	150 come media annuale	50	300 (esposizione cronica)	10-70(media annuale) in aree urbane e rurali; 200-500 (media annuale) nell'intorno di sorgenti industriali specifiche	40 in aree urbane; 10 in aree rurali
<i>Rame</i>	-	-	-	-	1-200
<i>Selenio</i>	-	-	-	-	< 10 come concentrazione di fondo
<i>Titanio</i>	-	-	-	-	-
<i>Vanadio</i>	1000 come media su 24 h	-	100 (esposizione cronica)	50-200 in area urbana	11 come media nazionale degli Stati Uniti
<i>Zinco</i>	-	-	-	-	20-160 in area urbana

<sup>14</sup> L'arsenico in tutte le stazioni presenta concentrazione inferiori al limite di quantificazione (LCL) del metodo di misura strumentale; in base alle procedure del SGQ dell'Agenzia, tali concentrazioni vengono convenzionalmente assimilate a un valore calcolato a partire da LCL/2

(\*) Concise International Chemical Assessment COBALT AND INORGANIC COBALT COMPOUNDS , WHO 2006

(\*\*) Dati contenuti nei documenti ToxGuide e Public Health Statement di ATSDR

(\*\*\*) O.M.S. stima un rischio carcinogenico per il Cr(VI) pari a  $4 \times 10^{-2}$  per una esposizione a  $1000 \text{ ng/m}^3$  per l'intero arco della vita

### **Tabella 18 - Metalli sul PM10 non normati – valori di riferimento**

Va considerato che i metalli non normati in questione vengono determinati da Arpa Piemonte a scopo di studio anche nelle stazioni fisse di Torino-Rebaudengo, Torino - Rubino e Settimo Torinese; queste ultime due hanno sostituito dal 2018 le stazioni di Torino-Lingotto e Torino-Grassi, i metalli delle quali sono stati indagati fino ad agosto 2017.

Rispetto agli anni passati sono state interrotte le analisi del Cobalto, in quanto ha sempre avuto concentrazioni non rilevabili dalla strumentazione di analisi.

Permangono le analisi del selenio su Beinasco, ma non sugli altri siti per le stesse motivazioni indicate per le analisi del cobalto. Dal 2018 si è deciso di introdurre il ferro come nuovo metallo su cui fare approfondimenti, in quanto è un elemento di origine crostale, che si trova prevalentemente nella frazione coarse (PM10-PM2.5) del particolato, ma si può originare anche dai processi di combustione come ossidi di ferro e quindi ritrovare nella frazione PM2.5.

Dalla Tabella 19 alla Tabella 27 sono riportati gli indicatori statistici dell'anno 2018 per i metalli citati sul PM10 relativi alla stazione di Beinasco – Aldo Mei e alle altre stazioni fisse del territorio provinciale su cui vengono determinati gli stessi analiti.

### **Tabella 19 - Antimonio sul PM10 – indicatori statistici anno 2018**

<b>Antimonio sul PM10 (valori di conc. espressi in <math>\text{ng/m}^3</math>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Settimo T.se</b>	<b>TO- Rebaudengo</b>	<b>TO-Rubino</b>
<i>Media del periodo</i>	1.4	1.3	3.0	1.3
<i>Giorni validi</i>	355	320	355	319
<i>Percentuale giorni validi</i>	97%	88%	97%	87%

### **Tabella 20 - Cromo sul PM10 – indicatori statistici anno 2018**

<b>Cromo sul PM10 (valori di conc. espressi in <math>\text{ng/m}^3</math>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Settimo T.se</b>	<b>TO- Rebaudengo</b>	<b>TO-Rubino</b>
<i>Media del periodo</i>	3.5	4.6	7.6	3.5
<i>Giorni validi</i>	355	320	355	319
<i>Percentuale giorni validi</i>	97%	88%	97%	87%

### **Tabella 21 - Ferro sul PM10 – indicatori statistici anno 2018**

<b>Ferro sul PM10 (valori di conc. espressi in <math>\text{ng/m}^3</math>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Settimo T.se</b>	<b>TO- Rebaudengo</b>	<b>TO-Rubino</b>
<i>Media del periodo</i>	662.8	731.9	1003.4	640.0
<i>Giorni validi</i>	355	320	355	319
<i>Percentuale giorni validi</i>	97%	88%	97%	87%

**Tabella 22 - Manganese sul PM10 – indicatori statistici anno 2018**

Manganese sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m <sup>3</sup> )	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Settimo T.se	TO- Rebaudengo	TO-Rubino
Media del periodo	11.0	11.0	12.6	9.1
Giorni validi	355	320	355	319
Percentuale giorni validi	97%	88%	97%	87%

**Tabella 23 - Rame sul PM10 – indicatori statistici anno 2018**

Rame sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m <sup>3</sup> )	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Settimo T.se	TO- Rebaudengo	TO-Rubino
Media del periodo	32	41	58	34
Giorni validi	355	320	355	319
Percentuale giorni validi	97%	88%	97%	87%

**Tabella 24 - Selenio sul PM10 – indicatori statistici anno 2018 (N.B.: il Selenio è determinato solo sui campioni di Beinasco TRM)**

Selenio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m <sup>3</sup> )	Beinasco (TRM) - Aldo Mei
Media del periodo	0.7
Giorni validi	355
Percentuale giorni validi	97%

**Tabella 25 - Titanio sul PM10 – indicatori statistici anno 2018**

Titanio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m <sup>3</sup> )	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Settimo T.se	TO- Rebaudengo	TO-Rubino
Media del periodo	3.7	5.9	2.6	3.9
Giorni validi	355	320	355	319
Percentuale giorni validi	97%	88%	97%	87%

**Tabella 26 - Vanadio sul PM10 – indicatori statistici anno 2018**

Vanadio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m <sup>3</sup> )	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Settimo T.se	TO- Rebaudengo	TO-Rubino
Media del periodo	0.8	0.8	0.8	0.8
Giorni validi	355	320	355	319
Percentuale giorni validi	97%	88%	97%	87%

**Tabella 27 - Zinco sul PM10 – indicatori statistici anno 2018**

<b>Zinco sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</b>	<b>Settimo T.se</b>	<b>TO- Rebaudengo</b>	<b>TO-Rubino</b>
<i>Media del periodo</i>	44	51	32	56
<i>Giorni validi</i>	355	320	355	319
<i>Percentuale giorni validi</i>	97%	88%	97%	87%

Per i metalli non normati, non essendo disponibile una stazione di confronto di fondo rurale, i dati rilevati presso la stazione di Beinasco-Aldo Mei risultano tra i più bassi dell'area urbana e sono in generale confrontabili con quelli della stazione di fondo urbano di Torino-Rubino.

Nel caso di cromo e vanadio le concentrazioni rilevate risultano inferiori di circa due ordini di grandezza ai valori di riferimento in aria ambiente definiti da organismi internazionali (

Tabella ); in tutti casi, inoltre, le concentrazioni rilevate sono confrontabili o inferiori ai valori indicati dai medesimi organismi come tipici delle aree urbane.

### **Policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili**

Con il termine generico di "diossine" si indica un gruppo di 210 composti chimici aromatici policlorurati, divisi in due famiglie: PCDD e PCDF. Le diossine non vengono prodotte intenzionalmente, ma sono sottoprodotti indesiderati di una serie di processi chimici e/o di combustione.

Si tratta di composti particolarmente stabili e persistenti nell'ambiente, tossici per l'uomo, gli animali e l'ambiente stesso; le diossine e i furani costituiscono infatti due delle dodici classi di inquinanti organici persistenti riconosciute a livello internazionale dall'UNEP (United Nations Environment Programme).

Esistono in totale 75 congeneri di diossine e 135 di furani, che si differenziano per il numero e la posizione degli atomi di cloro sugli anelli benzenici; di questi solo 17 (7 PCDD e 10 PCDF) destano particolare preoccupazione dal punto di vista tossicologico.

Le diossine sono sostanze semivolatili, termostabili, scarsamente polari, insolubili in acqua, altamente liposolubili, resistenti alla degradazione chimica e biologica. A causa della loro presenza ubiquitaria nell'ambiente, persistenza e liposolubilità, le diossine tendono, nel tempo, ad accumularsi nei tessuti e organi dell'uomo e degli animali. Inoltre, salendo nella catena trofica, la concentrazione di tali sostanze può aumentare (biomagnificazione), giungendo a esporre a rischio maggiore il vertice della catena.

L'uomo può venire in contatto con le diossine attraverso tre principali fonti di esposizione: accidentale, occupazionale e ambientale.

La prima è relativa a contaminazioni dovute a incidenti, la seconda riguarda gruppi ristretti di popolazione, professionalmente esposti.

L'esposizione ambientale, infine, può interessare ampie fasce di popolazione e avviene, per lo più, attraverso l'assunzione di cibo contaminato, anche se vi possono essere altre vie di esposizione quali l'inalazione di polvere o il contatto dermico. Recenti studi hanno stimato che circa il 95% dell'esposizione alle diossine avviene attraverso cibi contaminati e, in particolare, grassi animali.

I policlorobifenili (PCB) sono una serie di 209 composti aromatici costituiti da molecole di bifenile variamente clorate. Si tratta di molecole sintetizzate all'inizio del secolo scorso e prodotte commercialmente fin dal 1930, sebbene attualmente in buona parte banditi a causa della loro tossicità e della loro tendenza a bioaccumularsi. A differenza delle diossine, quindi, i PCB sono sostanze chimiche largamente prodotte tramite processi industriali per le loro proprietà chimico-fisiche.

I PCB sono composti chimici molto stabili, resistenti ad acidi e alcali e alla fotodegradazione, non sono ossidabili, non attaccano i metalli, sono poco solubili in acqua, ma lo sono nei grassi e nei solventi organici. Non sono infiammabili, evaporano a temperature comprese fra 170-380 °C e si decompongono solo oltre i 1000°C. Sono poco volatili, si possono distribuire su superfici formando sottili pellicole, hanno bassa costante dielettrica, densità maggiore dell'acqua, elevata lipoaffinità e sono scarsamente biodegradabili.

Solo 12 dei 209 congeneri di PCB presentano caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche paragonabili alle diossine e ai furani: questi vengono definiti PCB dioxin-like (PCB DL).

### Campionamento

Il campionamento dell'aria è una tecnica che permette di valutare la quantità di microinquinanti in sospensione.

Il prelievo viene condotto in conformità al metodo EPA TO9A "Determination Of Polychlorinated, Polybrominated And Brominated/Chlorinated Dibenzo-p-Dioxins And Dibenzofurans In Ambient Air" (codice ARPA U.RP.T118 "Campionamento di aria ambiente per la determinazione di PCDD/DF e PCB - EPA TO9A Determinazione di PCDD/DF in aria ambiente").

I dettagli relativi al campionamento sono riportati nelle relazioni prodotte negli anni precedenti.

### Determinazione analitica e espressione dei risultati

La ricerca di PCDD/DF e PCB viene eseguita rispettivamente secondo i metodi EPA 1613B:1994 e EPA 1668C:2010, prove accreditate dall'Ente ACCREDIA, in conformità con quanto prescritto dalla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Generalmente PCDD/PCDF e PCB non vengono rilevati nelle diverse matrici come singoli composti, ma come miscele complesse dei diversi congeneri aventi differente tossicità.

Per esprimere la tossicità dei singoli congeneri è stato introdotto il concetto di fattore di tossicità equivalente, TEF.

I fattori di tossicità equivalente si basano sulla considerazione che PCDD, PCDF e PCB dioxin-like sono composti strutturalmente simili che presentano nell'organismo il medesimo meccanismo di azione (attivazione del recettore Ah) e producono effetti tossici simili: il legame tra le diossine e il recettore Ah è il passo chiave per il successivo innescarsi degli effetti tossici.

I TEF vengono calcolati confrontando l'affinità di legame dei vari composti organoclorurati con il recettore Ah, rispetto a quella della 2,3,7,8-TCDD (2,3,7,8- tetraclorodibenzodiossina), la più tossica, considerando l'affinità di questa molecola come il valore unitario di riferimento.

Per esprimere la concentrazione complessiva di PCDD/PCDF e PCB nelle diverse matrici si è introdotto il concetto di tossicità equivalente (TEQ), che si ottiene sommando i prodotti tra i valori TEF dei singoli congeneri e le rispettive concentrazioni, espresse con l'unità di misura della matrice in cui vengono ricercate.

In tabella 28 si riportano due gruppi di TEF: gli I-TEF (International TEF) attualmente utilizzati per l'espressione della concentrazione totale di PCDD/PCDF in campioni ambientali, e i WHO-TEF

definiti per PCDD/PCDF e PCB dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS = WHO), attualmente utilizzati per i campioni alimentari e, nel caso dei PCB, per i campioni ambientali.

**Tabella 28 - Fattori di Tossicità Equivalente**

	<b>I-TEF</b> (NATO/CCMS, 1988) <sup>15</sup>	<b>WHO-TEF<sup>16</sup></b> (WHO, 2005)
<b>PCDD/PCDF</b>		
2,3,7,8 TETRA-CDD	1	1
1,2,3,7,8 PENTA-CDD	0,5	1
1,2,3,4,7,8 ESA-CDD	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8 ESA-CDD	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9 ESA-CDD	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDD	0,01	0,01
OCTA-CDD	0,001	0,0003
2,3,7,8 TETRA-CDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8 PENTA-CDF	0,05	0,03
2,3,4,7,8 PENTA-CDF	0,5	0,3
1,2,3,4,7,8 ESA-CDF	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8 ESA-CDF	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8 ESA-CDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9 ESA-CDF	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDF	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9 EPTA-CDF	0,01	0,01
OCTA-CDF	0,001	0,0003
<b>PCB</b>		
3,3',4,4' TETRA-CB (IUPAC 77)		0,0001
3,4,4',5 TETRA-CB (IUPAC 81)		0,0003
3,3',4,4',5 PENTA-CB (IUPAC 126)		0,1
3,3',4,4',5,5' ESA-CB (IUPAC 169)		0,03
2,3,3',4,4' PENTA-CB (IUPAC 105)		0,00003
2,3,4,4',5 PENTA-CB (IUPAC 114)		0,00003
2,3',4,4',5 PENTA-CB (IUPAC 118)		0,00003
2',3,4,4',5 PENTA-CB (IUPAC 123)		0,00003
2,3,3',4,4',5 ESA-CB (IUPAC 156)		0,00003
2,3,3',4,4',5' ESA-CB (IUPAC 157)		0,00003
2,3',4,4',5,5' ESA-CB (IUPAC 167)		0,00003
2,3,3',4,4',5,5' EPTA-CB (IUPAC 189)		0,00003

<sup>15</sup> NATO/CCMS: North Atlantic Treaty Organization/Committee on the Challenges of Modern Society.

International Toxicity Equivalency Factor (I-TEF) method of risk assessment for complex mixtures of dioxin and related compounds, 186, 1988

<sup>16</sup> WHO: World Health Organization

The 2005 World Health Organization Re-evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds. Van den Berg, M. et al., ToxSci Advance Access published July 7, 2006.

Nell'espressione della sommatoria dei congeneri di PCDD/PCDF e PCB dioxin-like viene applicato il criterio del "middle bound", secondo cui, nel caso di congeneri non rilevabili, si suppone che gli stessi contribuiscano alla sommatoria per la metà dei rispettivi limiti di rilevabilità.

I PCB totali si ottengono dalla sommatoria dei gruppi omologhi a diverso grado di clorurazione da triclorobifenili a octaclorobifenili.

L'unità di misura con cui vengono espressi gli esiti di PCDD/DF in qualità dell'aria è: fg I-TEQ/m<sup>3</sup>.

L'unità di misura con cui vengono espressi gli esiti per le diverse sommatorie di PCB in qualità dell'aria è: pg/m<sup>3</sup>, mentre per i PCB dioxin like è: pg WHO-TEQ/m<sup>3</sup>.

L'unità di misura con cui viene espressa la sommatoria di PCDD/DF + PCB dioxin-like in qualità dell'aria è fg WHO-TEQ/m<sup>3</sup>.

#### Linee guida per i valori di microinquinanti. Qualità dell'aria.

Per tutti questi inquinanti non sono al momento stati stabiliti né a livello europeo, né a livello nazionale o regionale valori limite o soglie di riferimento in qualità dell'aria.

L'unico riferimento reperito in letteratura, esclusivamente per PCDD e PCDF, sono le linee guida della Germania (LAI-Laenderausschuss fuer Immissiosschutz - Comitato degli Stati per la protezione ambientale) pari a:

Linea guida per aria ambiente: 150 fg I-TEQ/m<sup>3</sup>.

Si ritiene opportuno evidenziare che le suddette linee guida individuano anche dei valori obiettivo di lungo periodo per il controllo dell'inquinamento atmosferico, con particolare attenzione alla valutazione degli inquinanti atmosferici cancerogeni in aria ambiente, e stabiliscono per la somma PCDD/DF + PCB dioxin like, espressa con i fattori di tossicità WHO 2005, il valore di 150 fg WHO-TEQ/m<sup>3</sup>.

Non sono reperibili valori guida o di riferimento per i PCB totali.

#### Concentrazioni di PCDD, PCDF e PCB rilevate in qualità dell'aria.

<b>GENNAIO '16</b>	39,2	0,00344	103,0	38,4
<b>FEBBRAIO '16</b>	25,5	0,00245	85,1	25,6
<b>MARZO '16</b>	12,1	0,00176	62	11,3
<b>APRILE '16</b>	6,23	0,00134	54,6	6,6
<b>MAGGIO '16</b>	3,58	0,00151	82,9	4,6
<b>GIUGNO '16</b>	2,96	0,00645	105	9,1
<b>LUGLIO '16</b>	4,15	0,00387	149	7,4
<b>AGOSTO '16</b>	1,13	0,00457	105	5,8
<b>SETTEMBRE '16</b>	6,06	0,00290	133	9,7
<b>OTTOBRE '16</b>	15,7	0,00553	126	18,5
<b>NOVEMBRE '16</b>	20,9	0,00213	159	19,2
<b>DICEMBRE '16</b>	48,1	0,00235	218	53,6
<b>GENNAIO '17</b>	<b>49,2</b>	<b>0,00338</b>	<b>79</b>	<b>42,1</b>
<b>FEBBRAIO '17</b>	<b>23,5</b>	<b>0,00267</b>	<b>105</b>	<b>21,6</b>
<b>MARZO '17</b>	<b>19,8</b>	<b>0,00250</b>	<b>96,4</b>	<b>20,3</b>
<b>APRILE '17</b>	<b>5,34</b>	<b>0,00168</b>	<b>75,4</b>	<b>5,9</b>
<b>MAGGIO '17</b>	<b>4,67</b>	<b>0,00237</b>	<b>87,7</b>	<b>6,3</b>
<b>GIUGNO '17</b>	<b>3,65</b>	<b>0,00341</b>	<b>127</b>	<b>6,7</b>
<b>LUGLIO '17</b>	<b>2,50</b>	<b>0,00386</b>	<b>141</b>	<b>6,2</b>

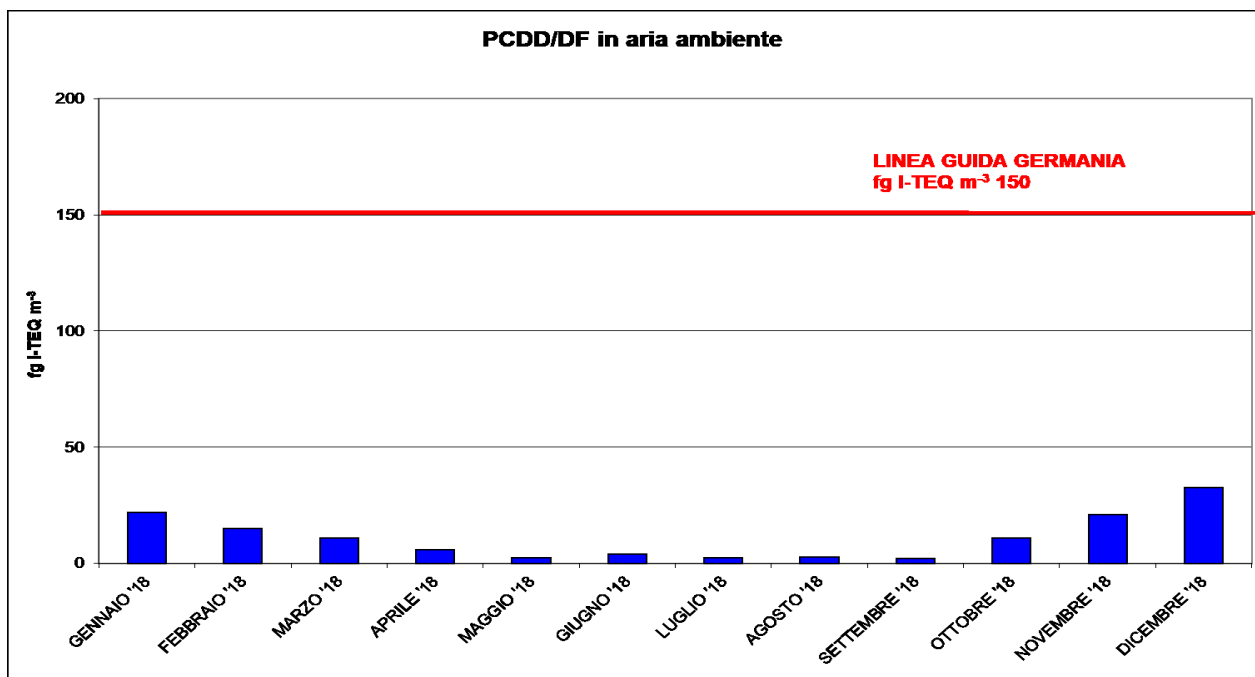
<b>AGOSTO '17</b>	<b>2,35</b>	<b>0,00375</b>	<b>137</b>	<b>6,2</b>
<b>SETTEMBRE '17</b>	<b>4,86</b>	<b>0,00173</b>	<b>95,6</b>	<b>5,9</b>
<b>OTTOBRE '17</b>	<b>14,5</b>	<b>0,00263</b>	<b>169</b>	<b>15,8</b>
<b>NOVEMBRE '17</b>	<b>24,5</b>	<b>0,00229</b>	<b>127</b>	<b>24,6</b>
<b>DICEMBRE '17</b>	<b>41,5</b>	<b>0,00271</b>	<b>86,6</b>	<b>39,4</b>

In tabella 29 e nei grafici che seguono sono riportati gli esiti delle determinazioni analitiche relative a PCDD/DF e PCB realizzate sui campioni di qualità dell'aria prelevati sia nel corso dell'ultimo anno (2018) che dall'inizio del monitoraggio (ottobre 2012), ai fini di disporre di una visione complessiva dell'andamento.

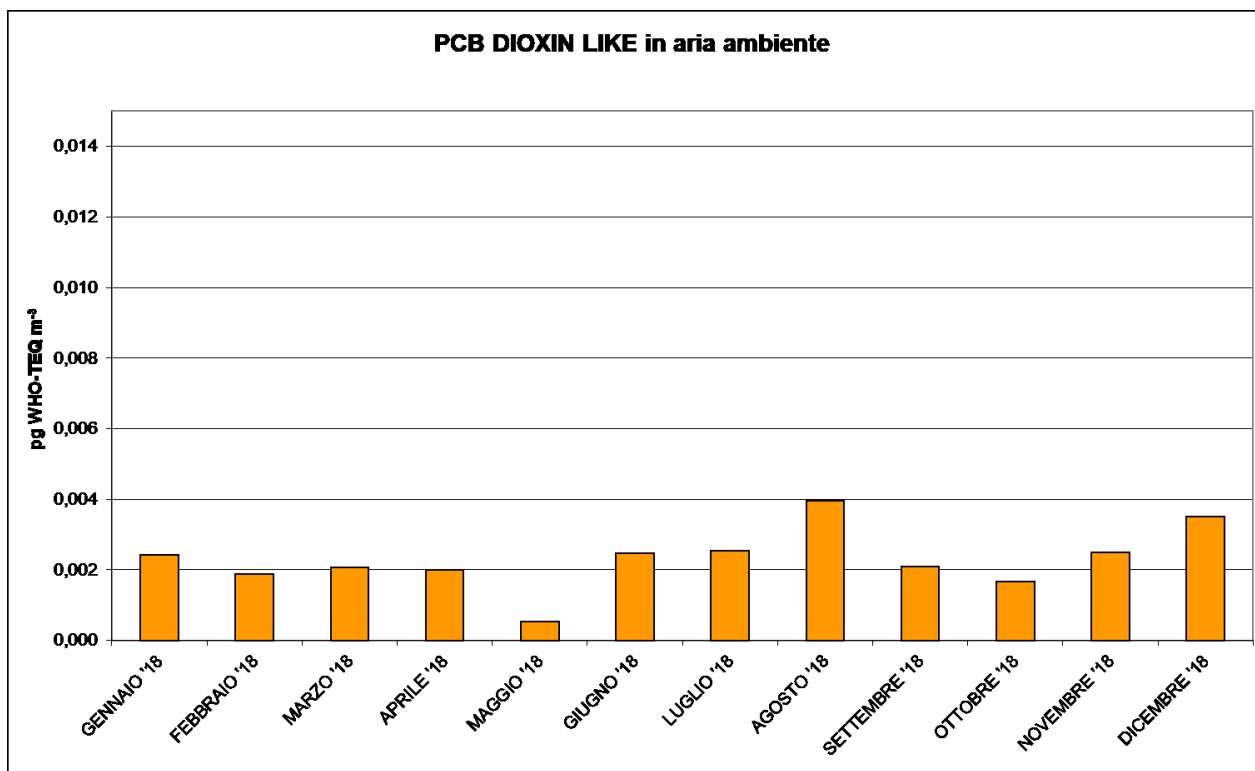
**Tabella 29 - Concentrazioni di PCDD, PCDF e PCB in aria ambiente**

	<b>PCDD/DF</b>	<b>PCB Dioxin Like</b>	<b>PCB Totale Famiglie</b>	<b>PCDD/DF+PCB DL</b>
<i>Unità di misura</i>	<b>fg I-TEQ m<sup>-3</sup></b>	<b>pg WHO-TEQ m<sup>-3</sup></b>	<b>pg m<sup>-3</sup></b>	<b>fg WHO-TEQ m<sup>-3</sup></b>
<b>OTTOBRE '12</b>	20,4	0,00418	273	23,4
<b>NOVEMBRE '12</b>	52,2	0,00470	207	53,2
<b>DICEMBRE '12</b>	226	0,0294	847	213
<b>GENNAIO '13</b>	64,6	0,00526	236	67,9
<b>FEBBRAIO '13</b>	86,6	0,00351	198	72,0
<b>MARZO '13</b>	81,8	0,00322	186	70,2
<b>APRILE '13</b>	18,6	0,00377	144	27,2
<b>MAGGIO '13</b>	5,4	0,00243	143	8,52
<b>GIUGNO '13</b>	18,0	0,00289	135	19,1
<b>LUGLIO '13</b>	3,8	0,00234	155	5,36
<b>AGOSTO '13</b>	-	-	-	-
<b>SETTEMBRE '13</b>	8,3	0,00186	161	9,09
<b>OTTOBRE '13</b>	16,4	0,00350	218	18,1
<b>NOVEMBRE '13</b>	35,7	0,00494	171	37,2
<b>DICEMBRE '13</b>	62,3	0,00833	324	64,1
<b>GENNAIO '14</b>	55,3	0,00453	185	53,8
<b>FEBBRAIO '14</b>	30,5	0,00272	149	29,8
<b>MARZO '14</b>	0,624	0,00671	136	7,18
<b>APRILE '14</b>	5,70	0,00223	147	6,79
<b>MAGGIO '14</b>	12,6	0,00151	159	11,5
<b>GIUGNO '14</b>	3,40	0,00323	150	5,90
<b>LUGLIO '14</b>	3,27	0,00408	194	6,91
<b>AGOSTO '14</b>	18,9	0,00103	277	20,5
<b>SETTEMBRE '14</b>	6,60	0,00370	206	9,23
<b>OTTOBRE '14</b>	13,0	0,00332	225	14,8
<b>NOVEMBRE '14</b>	41,0	0,00637	272	41,1
<b>DICEMBRE '14</b>	91,3	0,00751	173	91,4
<b>GENNAIO '15</b>	49,9	0,00431	144	51,0
<b>FEBBRAIO '15</b>	38,2	0,00320	117	36,7
<b>MARZO '15</b>	16,2	0,00219	90,5	16,7
<b>APRILE '15</b>	11,7	0,00235	95,9	12,3
<b>MAGGIO '15</b>	4,58	0,00252	156,7	6,4
<b>GIUGNO '15</b>	12,2	0,00622	200,0	19,2

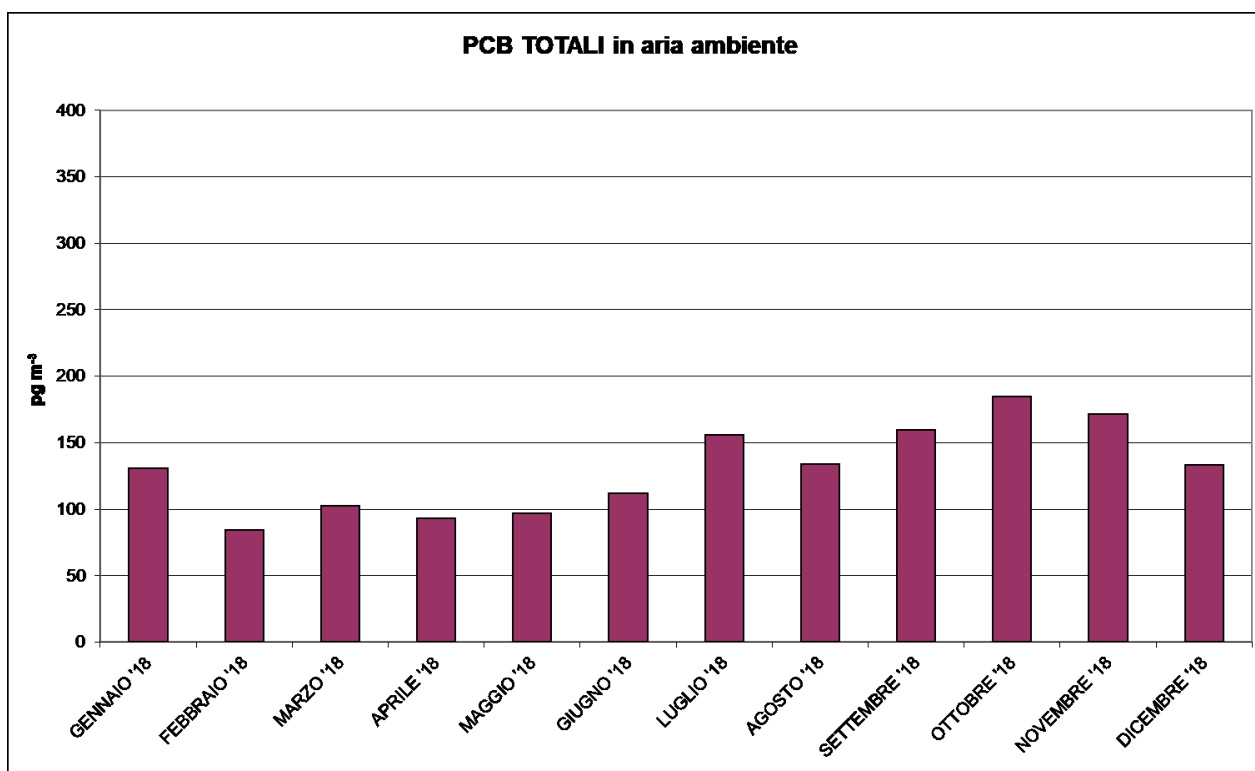
	PCDD/DF	PCB Dioxin Like	PCB Totale Famiglie	PCDD/DF+PCB DL
Unità di misura	fg I-TEQ m <sup>-3</sup>	pg WHO-TEQ m <sup>-3</sup>	pg m <sup>-3</sup>	fg WHO-TEQ m <sup>-3</sup>
LUGLIO '15	4,07	0,00956	262,7	13,0
AGOSTO '15	3,19	0,00401	132,7	6,9
SETTEMBRE '15	4,04	0,00303	90,9	6,4
OTTOBRE '15	13,6	0,00291	125	15,1
NOVEMBRE '15	45,0	0,00346	125	43,2
DICEMBRE '15	80,6	0,00636	177	78,3
GENNAIO '16	39,2	0,00344	103,0	38,4
FEBBRAIO '16	25,5	0,00245	85,1	25,6
MARZO '16	12,1	0,00176	62	11,3
APRILE '16	6,23	0,00134	54,6	6,6
MAGGIO '16	3,58	0,00151	82,9	4,6
GIUGNO '16	2,96	0,00645	105	9,1
LUGLIO '16	4,15	0,00387	149	7,4
AGOSTO '16	1,13	0,00457	105	5,8
SETTEMBRE '16	6,06	0,00290	133	9,7
OTTOBRE '16	15,7	0,00553	126	18,5
NOVEMBRE '16	20,9	0,00213	159	19,2
DICEMBRE '16	48,1	0,00235	218	53,6
GENNAIO '17	49,2	0,00338	79	42,1
FEBBRAIO '17	23,5	0,00267	105	21,6
MARZO '17	19,8	0,00250	96,4	20,3
APRILE '17	5,34	0,00168	75,4	5,9
MAGGIO '17	4,67	0,00237	87,7	6,3
GIUGNO '17	3,65	0,00341	127	6,7
LUGLIO '17	2,50	0,00386	141	6,2
AGOSTO '17	2,35	0,00375	137	6,2
SETTEMBRE '17	4,86	0,00173	95,6	5,9
OTTOBRE '17	14,5	0,00263	169	15,8
NOVEMBRE '17	24,5	0,00229	127	24,6
DICEMBRE '17	41,5	0,00271	86,6	39,4
GENNAIO '18	22,0	0,00241	131	22,0
FEBBRAIO '18	15,0	0,00188	84,3	15,8
MARZO '18	10,8	0,00206	103	10,9
APRILE '18	5,79	0,00200	93,0	7,6
MAGGIO '18	2,36	0,00053	96,9	2,7
GIUGNO '18	3,85	0,00247	112	5,9
LUGLIO '18	2,49	0,00255	156	4,8
AGOSTO '18	2,72	0,00396	134	6,42
SETTEMBRE '18	1,99	0,00209	159	4,13
OTTOBRE '18	10,9	0,00166	185	11,6
NOVEMBRE '18	20,9	0,00249	172	21,8
DICEMBRE '18	32,6	0,00351	133	34,5



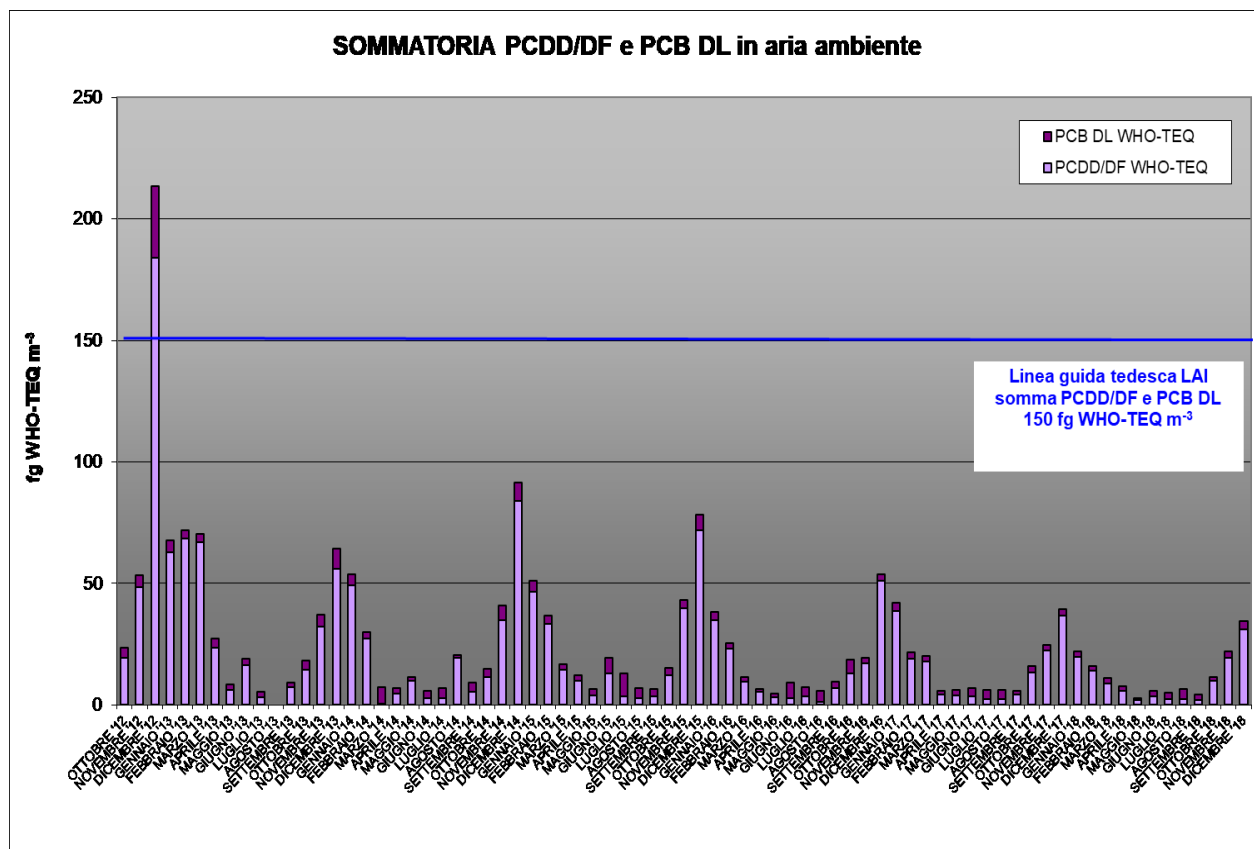
**Figura 26 - Concentrazioni di PCDD e PCDF in aria ambiente anno 2018**



**Figura 27 - Concentrazioni di PCB dioxin like in aria ambiente anno 2018**



**Figura 28 - Concentrazioni di PCB Totali in aria ambiente anno 2018**



**Figura 29 – Andamento sommatoria PCDD/DF + PCB dioxin like in aria ambiente dal 2012**

Come si evince dai grafici, tutti i valori si posizionano al di sotto delle linee guida definite dalla Germania sia per PCDD/DF che per la sommatoria PCDD/DF e PCB dioxin like, tranne la concentrazione rilevata a dicembre 2012 prima dell'entrata in funzione dell'impianto di incenerimento.

**ESAME DEI DATI RELATIVI ALLE DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE**

Con il termine “deposizione atmosferica” si intende l’insieme di quei processi chimico-fisici attraverso i quali le sostanze inquinanti presenti nell’aria sotto forma di particelle, aerosol o gas passano al suolo o ad altri tipi di superfici (vegetazione, corpi idrici, edifici). I processi di deposizione comprendono le “deposizioni umide” che avvengono attraverso le precipitazioni atmosferiche (pioggia, neve, nebbia) e le “deposizioni secche” che avvengono per azione della sedimentazione gravitazionale.

Nel corso del 2010 e fino al 2018, il quadro normativo in materia di qualità dell’aria ha subito sostanziali modifiche.

Con il D.Lgs del 13 agosto 2010, n.155 “Attuazione della Direttiva 2008/50/Ce relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”, poi modificato dal D.Lgs. 250/2012, dal DM 26 gennaio 2017 e dal Dlgs 81 del 30 maggio 2018, si ha un'unica norma che sostituisce la precedente legge quadro (D.L. 351/99) e vari decreti attuativi.

Nessuna di queste leggi prevede valori limite o valori obiettivo per le deposizioni atmosferiche totali ma fornisce indicazioni di riferimento per i diversi inquinanti, permettendo quindi una valutazione dell'aria, su base annuale.

Il dato ottenuto è il risultato del rapporto tra la quantità di analita, in relazione con i giorni di esposizione, e la superficie di esposizione espressa in m<sup>2</sup>.

In caso di dati inferiori al limite di quantificazione, nel calcolo dei risultati analitici si è utilizzato l'approccio "medium-bound", sostituendo NR con LR/2 (Rapporto ISTISAN 04/15).

Il sistema di raccolta dei campioni delle deposizioni totali installato presso la stazione Beinasco-Aldo Mei, è conforme a quanto previsto dalla normativa vigente e dalle norme tecniche europee in materia di campionamenti e determinazione di metalli e agli IPA nelle deposizioni.

Inoltre con il decreto 29 novembre 2012, Art.4, sono stati definiti tre ulteriori stazioni di fondo rurale nelle aree sensibili intorno al TRM considerate di possibile ricaduta, per avere una visione completa della situazione ambientale circostante l'inceneritore e dove misurare la deposizione totale di dell'arsenico, del cadmio, del nichel, del benzo(a)pirene e degli altri idrocarburi policiclici aromatici (IPA) di rilevanza tossicologica.

Questo studio è stato condotto in quanto, come già detto, la normativa non prevede dei limiti per le deposizioni, per questo motivo Arpa ha previsto l'installazione di altri tre deposimetri  
 I punti per il campionamento delle deposizioni totali sono stati localizzati, come mostra la Figura 30 nell'area considerata di "massima ricaduta" del termovalorizzatore di TRM.



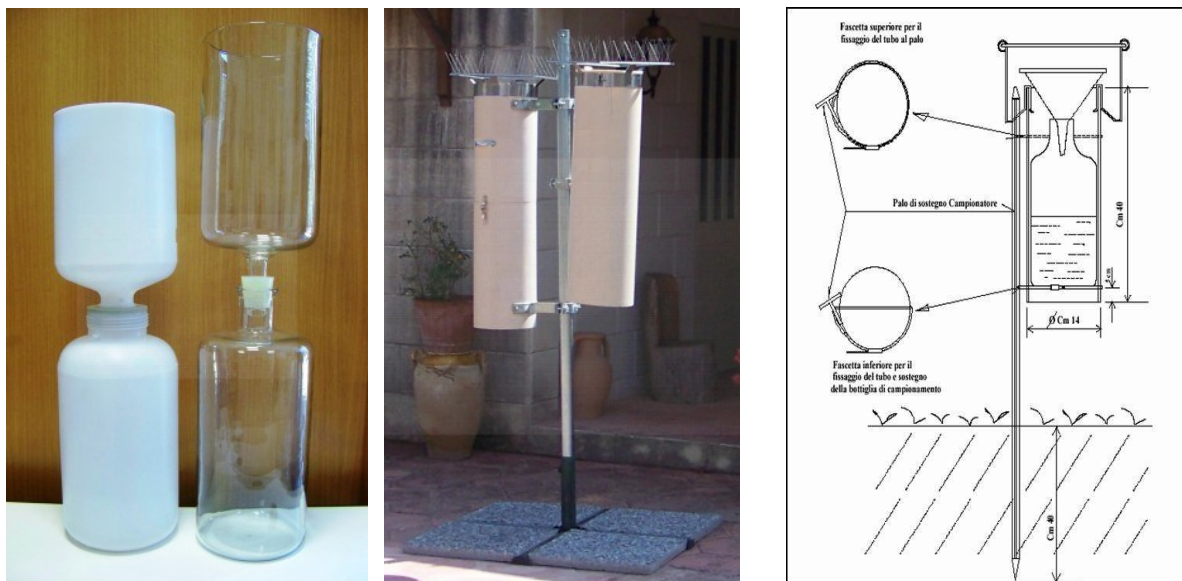
**Figura 30 – Siti di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche totali, valutati nell'area di massima ricaduta**

Il campionamento per i parametri IPA e metalli viene condotto utilizzando un deposimetro di tipo bulk per la raccolta delle deposizioni totali, comprendenti sia le deposizioni umide che le deposizioni secche.

Il deposimetro (vedi Figura 31) è costituito da un imbuto e da un contenitore di capacità pari a 10 litri collegati tra loro, entrambi in polietilene o vetro a seconda che si debbano ricercare metalli o IPA. Il

deposimetro è installato su di una struttura metallica di sostegno a treppiede dotata di una camicia cilindrica in plastica per la protezione del campione dalla radiazione solare. L'altezza della bocca dell'imbuto del deposimetro dal piano campagna è compresa tra 1,5 e 2 metri.

Il campionamento ha solitamente la durata di un mese, nel corso del quale, in un unico contenitore, vengono raccolte le deposizioni secche e quelle umide. A fine periodo di esposizione, i campioni vengono portati presso la Struttura Semplice "Laboratorio" del Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest, accreditato dalla norma ISO/IEC 17025, dove sono analizzati per la determinazione di IPA, Metalli secondo le metodiche ufficiali.



**Figura 31 – Deposimetro - Sistema di raccolta non presidiato a norma ISTISAN 06/38 -**

Nelle tabelle seguenti sono riportati i flussi di deposizione dei metalli e degli IPA rilevate nelle deposizioni.

### Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Secondo il Dlgs 155/2010 la presenza di benzo(a) pirene nell'aria ambiente non deve superare 1 ng/m<sup>3</sup> come media annuale nella frazione PM10 ma non vengono date indicazioni per valori nelle deposizioni.

Si precisa che i dati relativi alla determinazione di IPA nelle deposizioni atmosferiche, data la notevole presenza di valori inferiori al limite di rilevabilità del metodo di analisi, sono stati cautelativamente posti uguali alla metà del limite di quantificazione (come indicato nelle linee US EPA 2000) e pertanto vanno considerati come "valori indicativi".

Nei grafici seguenti sono stati riportati i dati raccolti durante i campionamenti del 2018 presso la stazione di Beinasco – Aldo Mei, e messi a confronto con i dati degli anni precedenti a partire dal 2014. A titolo di paragone, sono stati osservati e raffrontati fra loro i valori delle deposizioni situati nei siti di

- Grugliasco – Campo Golf
- Rivalta – campo pozzi SMAT
- Orbassano – Ospedale San Luigi
- Baldissero T. (ACEA) – Parco

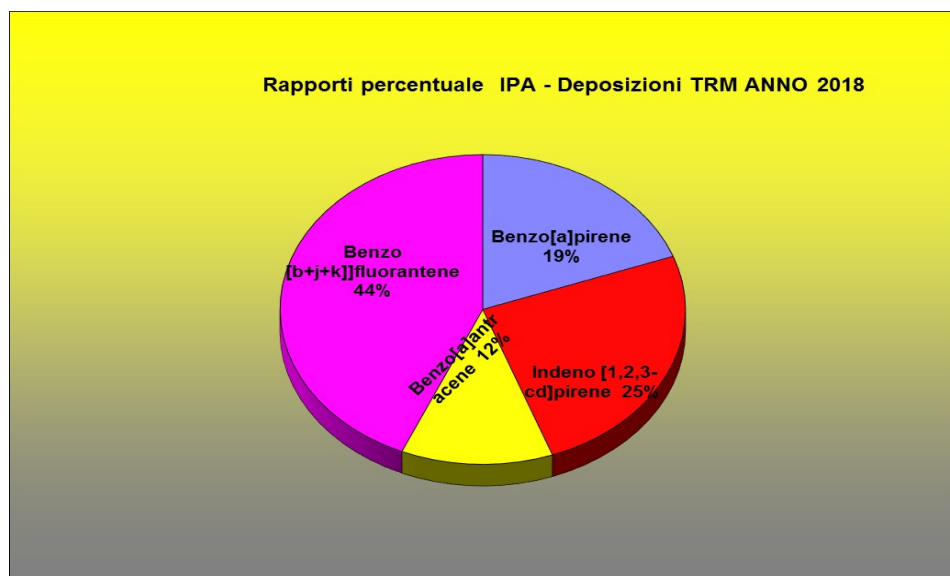
Escluso il sito di Baldissero, dove i campioni di IPA nel 2018 sono stati raccolti tutti i mesi, negli altri siti di campionamenti i contenitori per la determinazione degli IPA sono stati alternati a quelli per la determinazione dei Metalli.

Nella tabella 30, sono stati inseriti anche i dati del quadriennio 2014-2018, nei diversi siti di campionamento delle deposizioni eseguite da Arpa Piemonte.

**Tabella 30 – IPA nelle deposizioni – Indicatori statistici anni 1 2014-2018**

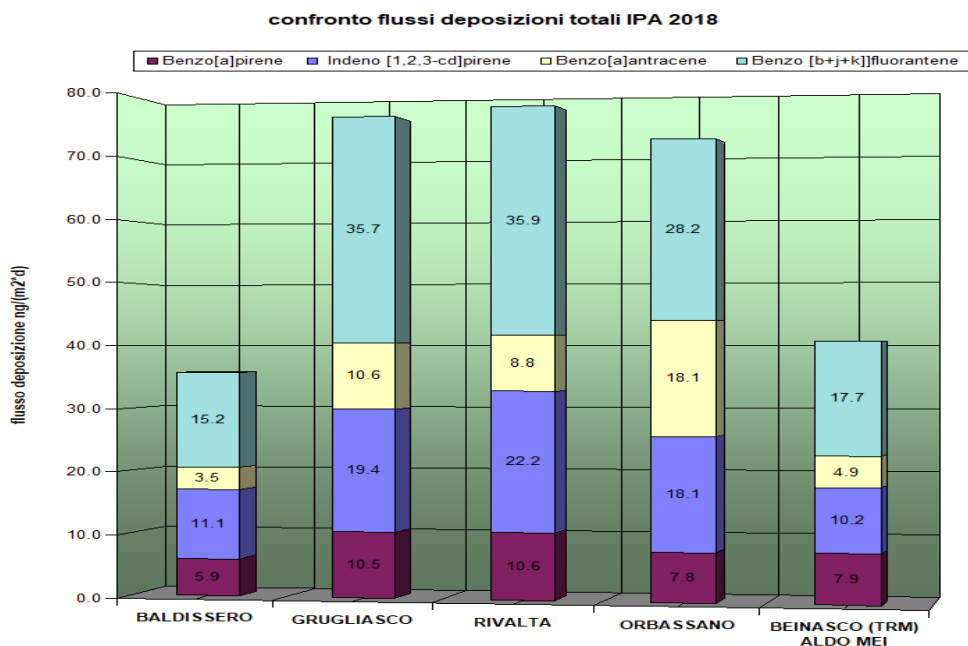
STAZIONE	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
	Benzo[a]pirene					Indeno [1,2,3-cd]pirene					Benzo[a]antracene					Benzo [b+j+k]fluorantene				
BALDISSERO	6,2	9,1	6,1	9,3	5,9	15,9	11,5	13,9	9,3	11,1	6,5	6,6	4,4	5,8	3,5	29,6	24,9	22,2	16,8	15,2
GRUGLIASCO	6,9	7,5	6,9	14,3	10,5	8,7	8,9	9,4	21,0	19,4	5,2	8,1	4,6	13,2	10,6	19,5	22,0	18,4	31,9	35,7
RIVALTA	10,4	5,3	10,1	15,1	10,6	12,5	7,8	9,3	17,1	22,2	10,4	5,4	5,7	9,0	8,8	18,4	24,3	21,9	24,0	35,9
ORBASSANO	5,2	5,8	8,9	11,2	7,8	8,8	7,7	11,4	18,0	18,1	5,1	7,7	8,4	10,6	18,1	18,7	18,3	24,9	25,4	28,2
BEINASCO (TRM)	8,3	7,3	6,2	10,3	7,9	18,9	8,9	9,85	18,47	10,2	10,2	7,1	4,5	7,5	4,9	26,9	19,2	18,2	22,8	17,7

In figura 32, sono stati messi a confronto, in percentuale, i dati delle deposizioni totali di TRM del 2018. Come si può notare, il B(a)P, considerato critico per l'uomo, non risulta essere preponderante rispetto a gli altri contaminanti, anzi il suo contributo è pari solo per il 19%. Considerando che tali percentuali sono calcolate su base annua, non bisogna dimenticare l'apporto delle fonti emissive nei periodi invernali che incrementano notevolmente le percentuali.



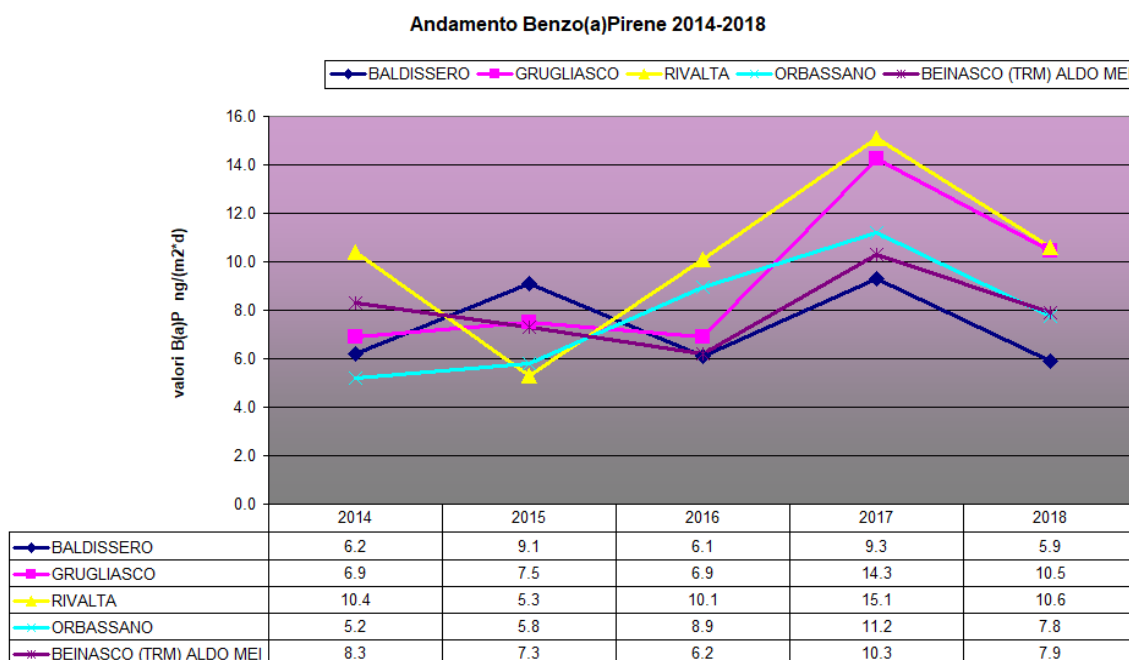
**Figura 32 - Rapporto percentuale IPA 2018 TRM**

La Figura 33 sono rappresentati in valore assoluto il contributo che ogni IPA, oggetto di studio, ha nel quadro generale annuo per ogni singolo sito di campionamento. Grugliasco, Rivalta ed Orbassano data la loro posizione geografica, subiscono infatti lo stesso tipo di inquinamento con valori molto simili, mentre Baldissero, situato in una zona geograficamente diversa per esposizioni, presenta una riduzione generale dei contaminanti e risulta inoltre molto più simile alla stazione di TRM.



**Figura 33 - Grafico di confronto flussi deposizioni totali anno 2018**

Nella Figura 34, viene evidenziato l'andamento del B(a)P nelle diverse località di campionamento dal 2014 al 2018. Il trend, come si può notare, è uniforme nei diversi siti, inoltre dopo un innalzamento dei valori nel 2017 dovuto a fattori meteorologici, e solo in parte imputabili agli incendi boschivi divampati a fine ottobre- inizio novembre nelle vallate alpine, si ha una diminuzione netta nel 2018 che riporta i valori ad un livello simile a quello del 2014. L'uniformità nell'andamento fa pensare anche all'influenza del traffico veicolare sui livelli di inquinamento dell'aria in tutta la zona interessata nel monitoraggio.



**Figura 34 - Grafico di confronto dell'andamento del B(a)P nelle deposizioni 2014-2018**

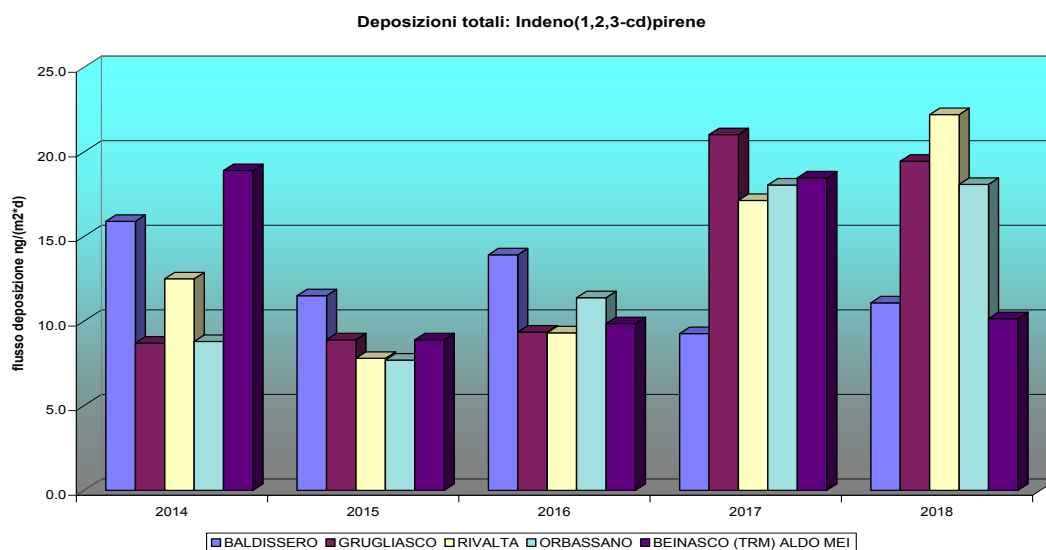
Per avere un'idea più ampia delle concentrazioni del Benzo(a)pirene, nella tabella 31, sono stati confrontati i dati in letteratura tra i valori massimi e minimi sia nelle aree rurali italiane che in Finlandia e in Svezia. Nei tre casi presi d'esempio si nota come l'Italia abbia valori massimi inferiori rispetto a le due città europee, mentre i valori minimi sono allineati.

**Tabella 31 – Dati estratti dalla letteratura Benzo(a)Pirene (Fonte convegno Istituto Superiore di Sanità)**

<b>Dati di letteratura del B[a]P in (ng/m<sup>2</sup> d)</b>		
<b>Aree rurali</b>	<b>min-max</b>	<b>riferimenti bibl.</b>
<b>Italia</b>		
Melfi	1,9-6,9	Menichini et al. 2006
Laguna di Venezia	6-9	Rossini et al. 2001, magistrato acque 2000
<b>Finlandia</b>		
Pallas	2-10	EMEP 2005
<b>Svezia</b>		
Rorvik	5-17	EMEP 2005
<b>Aree urbane</b>		
<b>Italia</b>		
Venezia	30	Rossini et al. 2001, magistrato Acque 2000
<b>Francia</b>		
Parigi	25	Motelay-Massei et al. 2003
<b>Inghilterra</b>		
Cardiff	219	Halsall et al. 1997
Manchester	300	

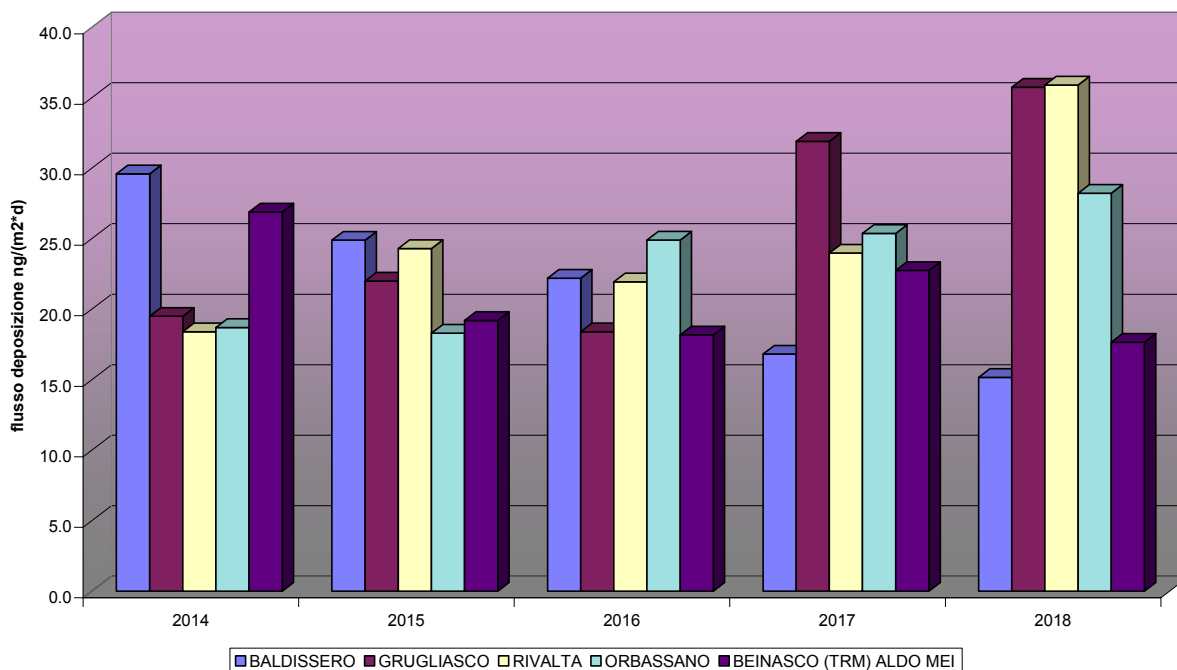
Come media annuale, si può notare come nell'area urbana italiana e nello specifico nella città di Venezia, i valori di B(a)P siano in linea con Parigi nonostante la realtà geografica diversa, e nettamente inferiori rispetto a città come Cardiff o Manchester. Tutto ciò può essere imputabile alle fonti primarie di produzione del contaminante stesso, quali emissioni da motori diesel e alimentati a benzina, da centrali termiche alimentate con combustibili solidi e liquidi pesanti e in alcune attività industriali (cokerie, produzione e lavorazione grafite, trattamento del carbon fossile).

Nelle figure che seguono sono riportati gli andamenti nel corso degli anni degli idrocarburi policiclici significativi.



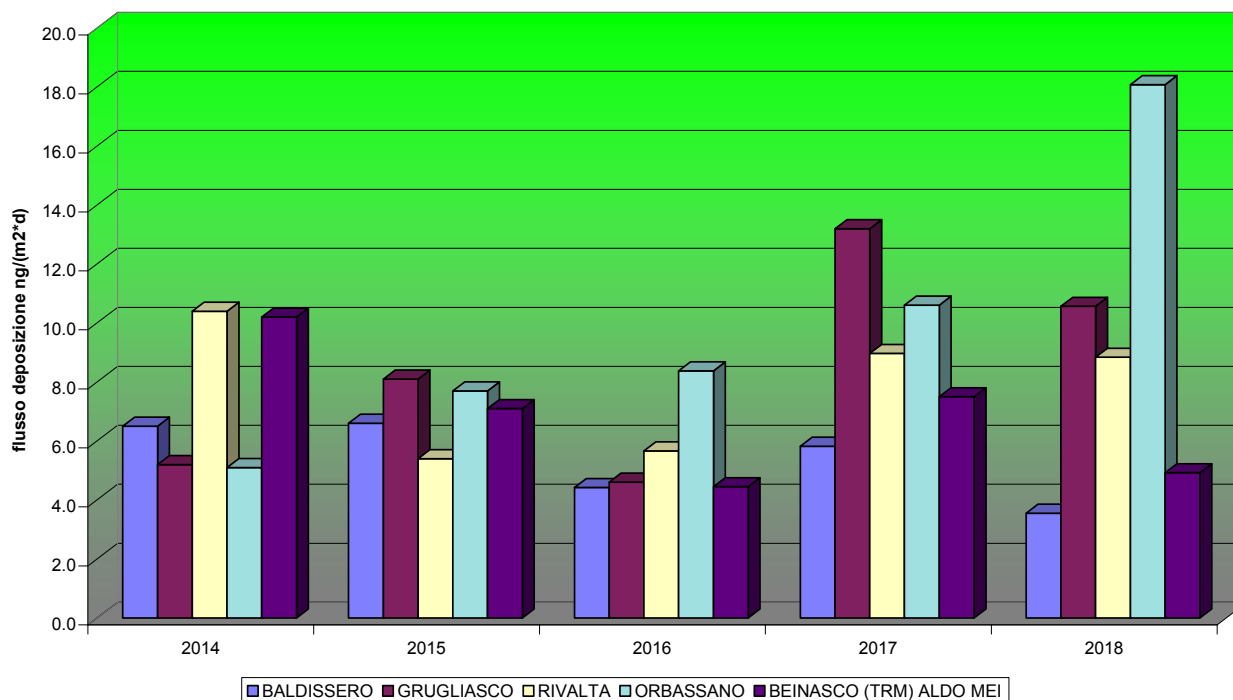
**Figura 35 Indeno(1,2,3-cd)pirene nelle deposizioni confronto andamento 2014-2018**

Deposizioni totali: Benzo(b+j+K)fluorantene



**Figura 36 Benzo(b+j+k)fluorantene nelle deposizioni confronto andamento 2014-2018**

Deposizioni totali: Benzo(a)antracene



**Figura 37: Benzo(a)antracene nelle deposizioni confronto andamento 2014-2018**

## Metalli

Il campionamento viene condotto utilizzando un deposimetro di tipo bulk in polietilene ad alta densità (HDPE). Il campione raccolto nel mese di esposizione viene analizzato nel laboratorio Arpa di Grugliasco seguendo il metodo BS EN 15841:2009 impiegando la tecnica analitica strumentale più appropriata (ICP-MS e/o GF-AAS). Per ogni inquinante la deposizione totale è data dalla somma dei contributi rilevati nel filtro e nella soluzione filtrata.

Nel calcolo dei risultati analitici in caso di dati inferiori al limite di quantificazione, si è utilizzato l'approccio "medium-bound", sostituendo NR con LR/2 (Rapporto ISTISAN 04/15); e ciò comporta che in alcuni casi, come ad esempio per l'arsenico, il dato finale possa apparire leggermente superiore in un sito rispetto all'altro pur essendo tutti sotto il limite di quantificazione.

Analogamente a quanto avviene per gli Idrocarburi policiclici Aromatici anche per i metalli, la normativa non prevede dei valori limite.

In alcuni Paesi sono stati stabiliti dei valori limite per i flussi di deposizione espressi in termini di deposizioni atmosferiche totali riferiti a un periodo di mediazione annuale. Riguardo al contenuto di metalli e metalloidi, limitatamente al cadmio, piombo e al tallio, alcuni Paesi europei hanno stabilito dei valori limite espressi come contenuto totale dell'elemento in massa ( $\mu\text{g}$ ) depositato sull'unità di superficie ( $\text{m}^2$ ) nell'unità di tempo (d) su un periodo di riferimento annuale. (rif. Rapporti ISTISAN 06/43).

In tabella 32 è riportata la tabella 7 estratta da ISTISAN 06/43 con i valori medi internazionali per le deposizioni atmosferiche totali.

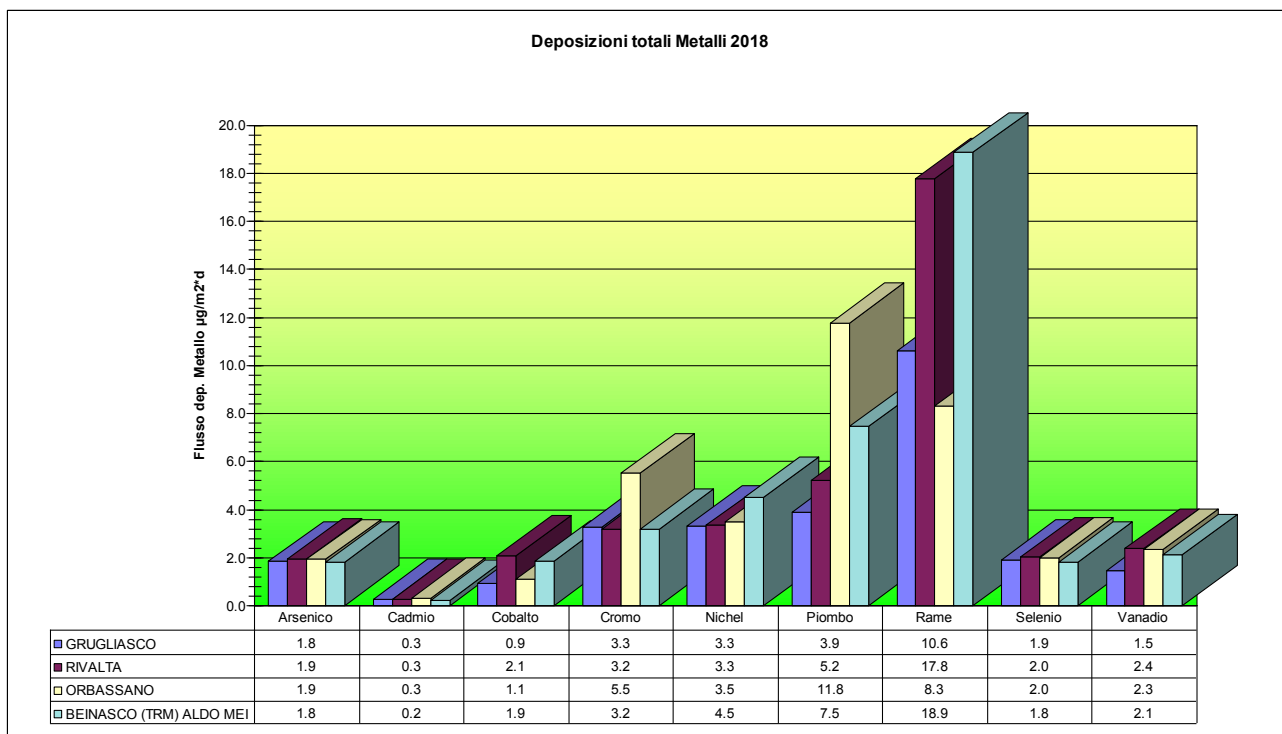
**Tabella 32 – Valori limite internazionali per le deposizioni atmosferiche totali e per alcuni elementi contenuti nelle deposizioni – estratta da ISTISAN 06/43 (Tabella 7)**

Nazione	Deposizione atmosferica totale (media annuale) $\text{mg}/\text{m}^2\text{d}$	Cd $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$	Pb $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$	Tl $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$
Austria	–	2	–	–
Germania	350-650 (*)	5	250	10
Svizzera	–	2	–	–
Spagna	200	–	–	–
Finlandia	333	–	–	–
Argentina	333	–	–	–
Canada	153-180	–	–	–
USA	183-262	–	–	–

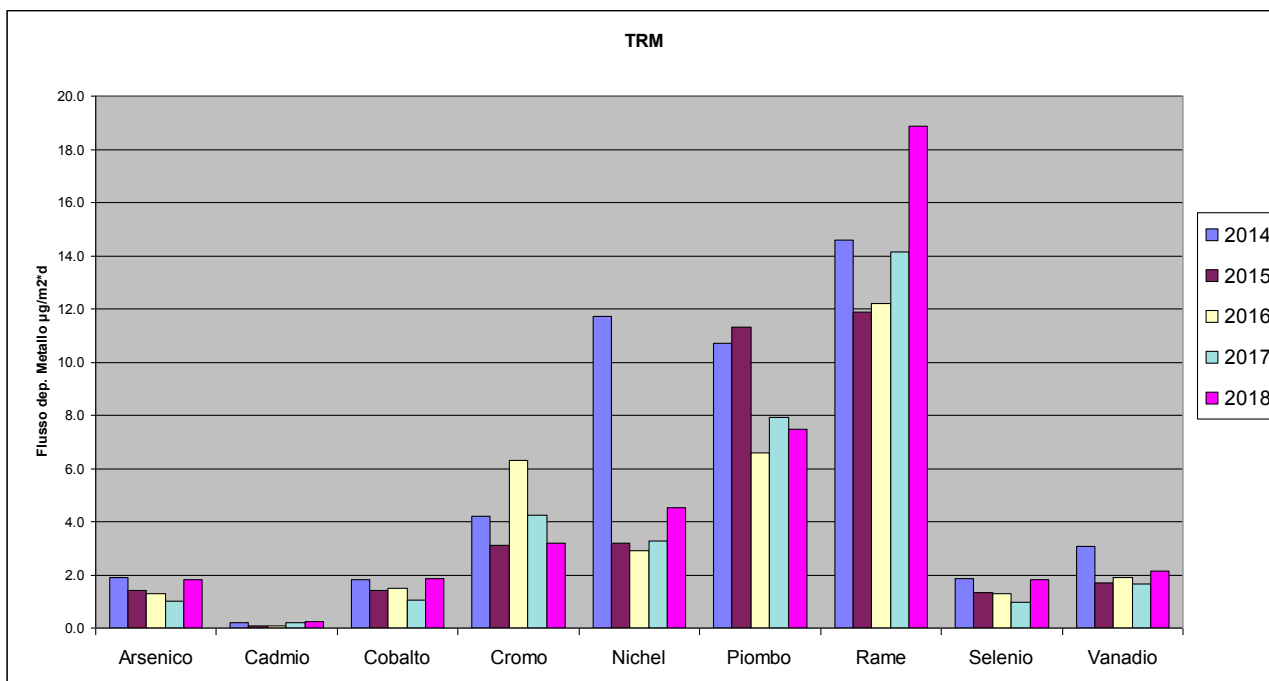
\* breve periodo

Fonte: Cattani G, Viviano G. Stazione di rilevamento dell'Istituto Superiore di Sanità per lo studio della qualità dell'aria - anni 2003 e 2004. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2006. (Rapporti ISTISAN 06/13)

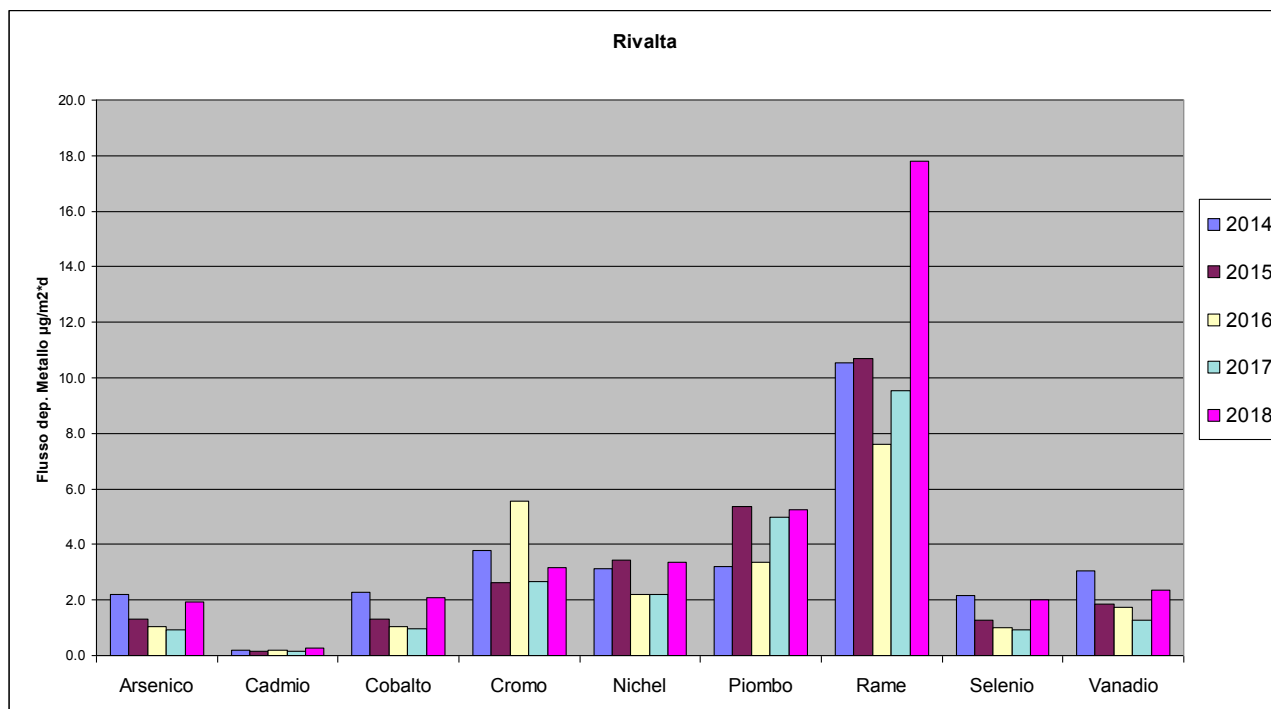
Nei grafici successivi (Figure 38 – 42) sono riportati i valori delle deposizioni totali per l'anno 2018 nei vari siti e i confronti nel tempo (anni 2014-2018) per ogni singola stazione di misura.



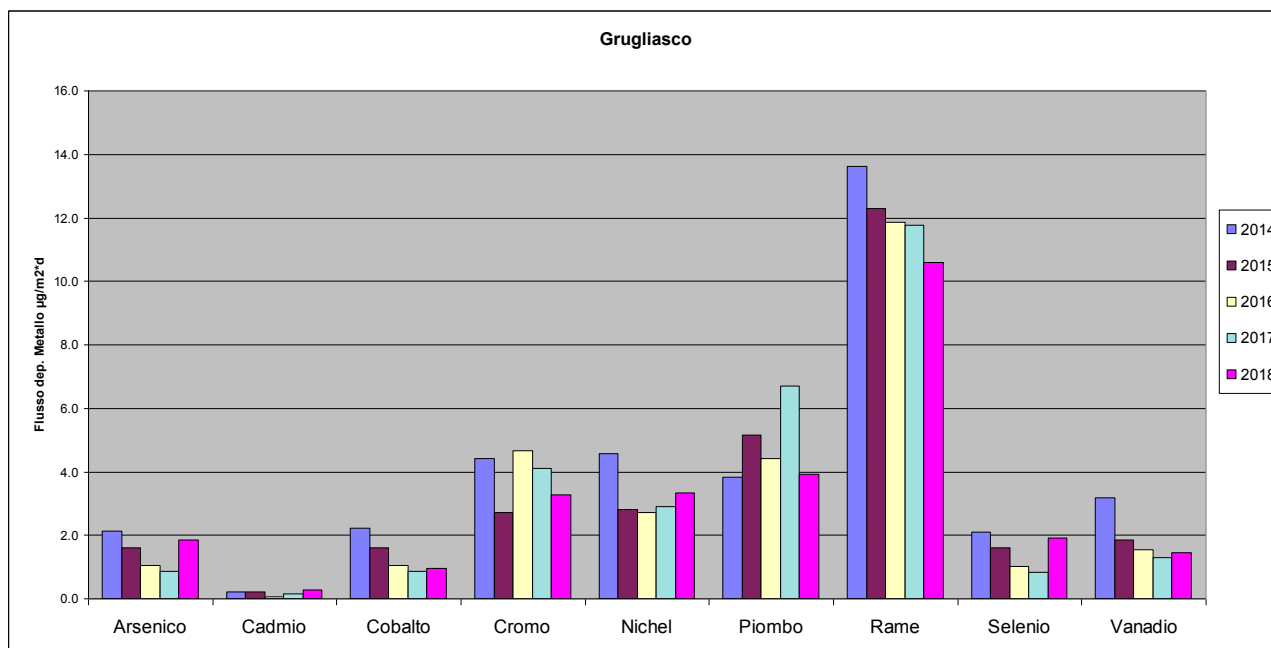
**Figura 38 – Metalli nelle Deposizioni Totali 2018**



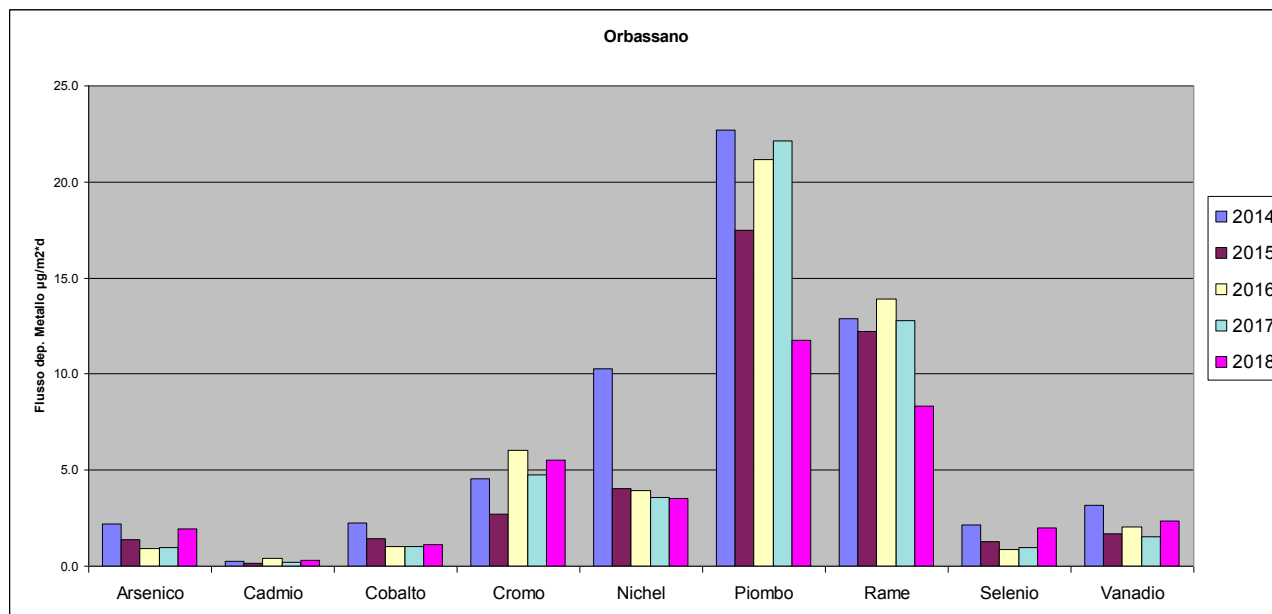
**Figura 39 – Deposizioni metalli 2014-2018 nel sito di BeinascoTRM**



**Figura 40 - Deposizioni metalli 2014-2018 nel sito di Rivalta**



**Figura 41 - Deposizioni metalli 2014-2018 nel sito di Grugliasco**



**Figura 42 - Deposizioni metalli 2014-2018 nel sito di Orbassano**

Oltre i metalli dei quali è stato riferito precedentemente, Arpa effettua il controllo anche sul mercurio nelle deposizioni atmosferiche totali.

Le norme tecniche che vengono seguite per il campionamento e l'analisi sono la BS EN 15853 2010 "Ambient air quality. Standard method for the determination of mercury deposition" e la UNI EN ISO 17852:2008, la quale specifica un metodo per la determinazione del mercurio in acqua potabile, superficiale, sotterranea e di pioggia, utilizzando la spettrometria di fluorescenza atomica.

Nel Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155 all'Art. 6, comma b), è previsto il controllo delle concentrazioni nell'aria ambiente del mercurio gassoso totale e la deposizione totale del mercurio. Il DM Ambiente 29 novembre 2019 ha individuato la stazione EMEP dell'Istituto Inquinamento Atmosferico del CNR a Montelibretti (RM), come stazione di riferimento in cui misurare le deposizioni del mercurio, i cui dati però non sono ancora disponibili al pubblico.

Attualmente la normativa nazionale ed europea non prevede valori limite per le deposizioni. Tuttavia, alcuni stati europei, quali Germania, Austria, Svizzera, Croazia e Slovenia, hanno introdotto per alcuni metalli dei valori soglia (Istituto Superiore di Sanità, 2006). La Germania e la Croazia hanno identificato un valore di 1000 ng/(m²d) come valore medio annuale per la protezione di effetti dannosi inclusi quelli di alterazione dei suoli.

Avendo pochissimi dati a disposizione sul mercurio nelle deposizioni totali atmosferiche, sono state confrontate le concentrazioni ottenute da Arpa Piemonte, Arpa Toscana, L'Istituto Superiore di Sanità e l'Azienda Sanitaria Locale di Mantova, i quali hanno realizzato un programma comune di ricerca avente come obiettivo la localizzazione delle aree maggiormente a rischio e la valutazione dei possibili livelli di concentrazione, nell'aria e nelle deposizioni al suolo, di microinquinanti organici<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> Istituto Superiore di Sanità Microinquinanti organici e inorganici nell'area di Mantova: studio dei livelli ambientali. A cura di Giuseppe Viviano, Paolo Mazzoli e Gaetano Settimo 2006, v, 86 p. Rapporti ISTISAN 06/43

In Tabella 33 sono state riportate le concentrazioni medie del contenuto totale di mercurio dei campioni di deposizioni atmosferiche totali che sono stati raccolti in due campagne di circa un mese ciascuno, dal 15 ottobre 2000 al 8 novembre 2000 e dal 2 febbraio al 5 aprile 2001.

Per il confronto con le concentrazioni del mercurio sono stati utilizzati i dati prodotti dall'Arpa Toscana nella "Campagna di caratterizzazione deposizioni umide e secche 2011-2013 postazione Castelluccio comune Capolona – Arezzo" (Tabella 34).

**Tabella 33 Rapporti ISTISAN 06/43 Tabella 44. Concentrazione media di metalli espressa in  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$  nelle deposizioni atmosferiche\***

Sito	Post 1ASL v. Trento		Post 2Sede CGIL		Post.3v.le Ariosto		Post. 4 Forte Frassinò	
	15/10/00-6/11/00	2/2/01-5/4/01	15/10/00-4/11/00	2/2/01-5/4/01	15/10/00-6/11/00	2/2/01-5/4/01	15/10/00-6/11/00	2/2/01-5/4/01
1 <sup>a</sup> 2 <sup>a</sup> campagna								
Hg solubile	0,53	0,33	0,63	0,38	0,47	0,23	0,53	0,42
insolubile	0,05	0,020	0,04	0,020	0,01	0,0010	0,01	0,0001
totale	0,58	0,35	0,67	0,40	0,48	0,24	0,54	0,42
	Post.5 Parrocchia Frassinò		Post. 6 ASI Virgiliana		Post. 7 Foresteria		Burgo Post. 8 Bosco Fontana	
1 <sup>a</sup> 2 <sup>a</sup> campagna								
Hg solubile	0,53	0,34	0,57	0,32	0,50	0,35	0,45	0,40
insolubile	0,02	0,020	0,03	0,0001	0,01	0,010	0,01	0,010
Totale	0,55	0,36	0,60	0,32	0,51	0,36	0,46	0,41

\*nella somma dei dati relativi alla frazione solubile, i valori inferiori al limite di rilevabilità sono stati considerati, cautelativamente, al 50% come valore da sommare al dato della frazione insolubile

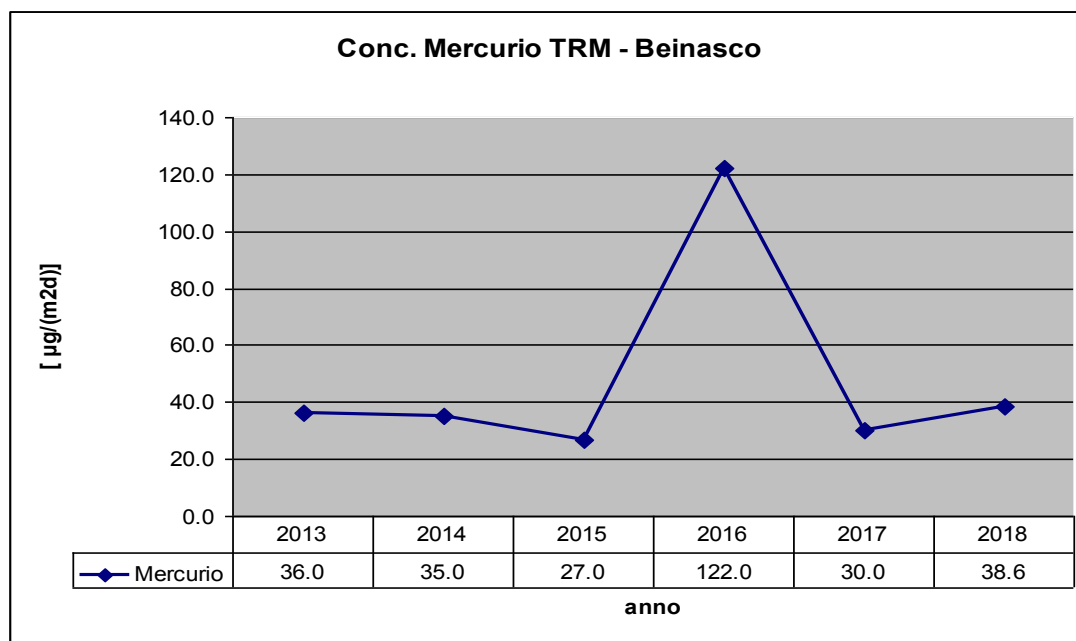
**Tabella 34 dati comparativi ratei medi di deposizione annuali ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{y}$ ) Badia al Pino, Castelluccio, Laguna di Venezia, Enel Parco Cavriaglia (Tabella 8.3.2)**

$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{y}$	Castelluccio	Badia al Pino	Laguna di Venezia	Parco Cavriaglia	Beinasco TRM 2018
	medie delle deposizioni annuali 2011-2013				
Arsenico	207	153	290	100	1.8
Cadmio	364	55	672	17	0.2
Cromo	807	979	536	257	3.2
Rame	6685	5316	5818	570	18.9
<b>Mercurio</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>6</b>	<b>--</b>	<b>38.6</b>
Nichel	916	821	1633	190	4.5
Piombo	1367	1945	11392	157	7.5
Vanadio	757	499	1109	281	2.1
Zinco	31516	29735	11864	7933	131

Fonte ARPAT \_PROVINCIA DI AREZZO CAMPAGNA DI CARATTERIZZAZIONE DEPOSIZIONI UMIDE E SECHE 2011-2013 POSTAZIONE CASTELLUCCIO COMUNE CAPOLONA - AREZZO

In figura 43 è riportato l'andamento annuale del flusso di Beinasco – Aldo Mei nel corso del degli anni 2013-2018. Il valore determinato presso la stazione di Beinasco – Aldo Mei nel corso del 2017

risulta pari a 38.6 ng/(m<sup>2</sup>d), in linea con il valore negli altri anni (ad eccezione del valore del 2016 caratterizzato dall'anomalia descritta nella relazione 2016).



**Figura 43 – Andamento concentrazione Mercurio TRM**

Il dettaglio dei valori mensili riportato in tabella 35 mostra che i valori maggiori sono stati rilevati a maggio e giugno 2018, mentre il valore minimo è stato determinato ad agosto dello stesso anno. Non viene tenuto in considerazione il dato di dicembre 2018 in quanto non essendoci state precipitazioni atmosferiche non è stato possibile raccogliere un campione significativo.

**Tabella 35: Dettaglio mensile del flusso di deposizione di mercurio a Beinasco – Aldo Mei 2013 - 2018**

Beinasco – Aldo Mei Mercurio ng/(m <sup>2</sup> d)						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Gennaio	7	47	20	13	18	63
Febbraio	22	99	7	15	27	23
Marzo	39	22	26	57	17	38
Aprile	78	22	20	50	23	49
Maggio	78	22	69	37	28	79
Giugno	8	38	55	21	37	69
Luglio	58	26	21	53	48	51
Agosto	50	26	29	35	n.d.	18
Settembre	10	30	27	22	n.d.	26
Ottobre	25	22	18	794	n.d.	23
Novembre	37	56	0	333	n.d.	33
Dicembre	20	24	22	23	63	2

n.d.: dati non disponibili per guasto strumentale

## Policlorodibenziodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili

Relativamente alle caratteristiche chimico-fisiche di questi composti si rimanda al relativo paragrafo nel capitolo “Esame dei dati relativi alla qualità dell’aria ambiente”. Anche per quanto riguarda le deposizioni, per questi inquinanti non sono fissati limiti di riferimento nella normativa attuale.

Per poter valutare l’entità dei valori riscontrati si può fare riferimento ai valori guida che alcuni stati hanno proposto per le deposizioni a partire dai valori di “dose tollerabile per l’organismo umano” (TDI - *Tolerable daily intake*: quantità cumulativa di PCDD/DF e PCB “diossina-simili” che può essere giornalmente assunta, per la durata di vita media, senza che si abbiano effetti tossici apprezzabili) stabiliti dall’Unione Europea e dall’Organizzazione Mondiale della Sanità.

Nel 2001 il Comitato Scientifico dell’Alimentazione Umana (SCF — Scientific Committee on Food) dell’Unione Europea ha stabilito un valore cumulativo per la dose tollerabile settimanale di diossine e PCB diossina-simili pari a 14 picogrammi (pg) di equivalente tossico (WHO-TEQ) per chilogrammo di peso corporeo (14 pg WHO-TEQ/kgpc).

Questo valore coincide anche con il valore minimo della gamma di TDI pari a 1-4 pg WHO-TEQ/kgpc, definito all’Organizzazione Mondiale della Sanità nel 1998 (2001/C 322/02: Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo e al Comitato Economico e Sociale - Strategia comunitaria sulle diossine, i furani e i bifenili policlorurati - GU CE 17/11/2001).

Per rispettare i citati valori di assunzione giornaliera, il Belgio, paese in cui la Commissione per la valutazione dei regolamenti ambientali (CEM) ha proposto un valore di *Tolerable daily intake* pari a 3 pg I-TEQ kg-1d-1, ha individuato per le deposizioni di diossina i valori guida indicati nella tabella sottostante.

**Tabella 36 - Proposta di valori guida per le deposizioni di diossina**

assunzione giornaliera (TDI)	media annua permessa	media mensile permessa
pg I-TEQ kg pc	pg I-TEQ/m <sup>2</sup> d	pg I-TEQ/m <sup>2</sup> d
<b>4</b>	14	27
<b>3</b>	10	20
<b>1</b>	3,4	6,8

(L. Van Lieshout et al Deposition of dioxin in Flanders (Belgium) and a proposition for guide values. *Atm. Env.* 35 suppl. n. 1 2001 S83-S90 citato dal Dott. Viviano dell’ISS)

In letteratura si trova inoltre il valore delle linee guida della Germania (LAI-Laenderausschuss fuer Immissioschutz - Comitato degli stati per la protezione ambientale) pari a 15 pg I-TEQ/(m<sup>2</sup> d).

Si ritiene opportuno evidenziare che le suddette linee guida individuano anche dei valori obiettivo di lungo periodo per il controllo dell’inquinamento atmosferico, con particolare attenzione alla valutazione degli inquinanti atmosferici cancerogeni nelle deposizioni, e stabiliscono per la somma PCDD/DF + PCB diossin like, espressa con i fattori di tossicità WHO 2005, il valore di 4 pg WHO-TEQ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>.

Non sono stati reperiti valori guida o di riferimento per i PCB totali.

### Campionamento

L’atmosfera costituisce un importante veicolo di trasporto di sostanze naturali ed immissioni inquinanti a breve ed a lunga distanza con ricadute sulle varie matrici ambientali.

Il monitoraggio dei microinquinanti nelle deposizioni atmosferiche viene realizzato con apposita strumentazione per la raccolta delle deposizioni totali (secche e umide) i cui dettagli sono riportati nelle relazioni prodotte negli anni precedenti.

Il campionamento è effettuato secondo la procedura interna Arpa U.RP.T117 "Campionamento della deposizione atmosferica totale per la determinazione di PCDD/DF e PCB".

#### Determinazione analitica e espressione dei risultati

Analogamente a quanto avviene per i campioni di aria ambiente, anche per i deposimetri la determinazione analitica di PCDD/DF e PCB viene eseguita rispettivamente secondo i metodi EPA 1613B:1994 e EPA 1668C:2010, prove accreditate dall'Ente ACCREDIA, in conformità con quanto prescritto dalla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Lo studio delle deposizioni simula la ricaduta degli inquinanti al suolo e consiste nella valutazione del particolato e delle precipitazioni che si depositano su una determinata superficie nell'unità di tempo (il risultato è infatti espresso in relazione all'area dei deposimetri esposti e al tempo di esposizione).

Anche nel caso delle deposizioni atmosferiche si utilizzano i fattori di tossicità equivalente per l'espressione del risultato come somma di congeneri.

Il risultato della determinazione è espresso in:

- per PCDD/DF: pg I-TEQ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>
- per PCB: ng m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>
- per PCB dioxin-like: ng WHO-TEQ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>
- per PCDD/DF + PCB dioxin-like: pg WHO-TEQ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>

#### Concentrazioni di PCDD, PCDF e PCB rilevate nelle deposizioni atmosferiche.

Per una migliore lettura dell'andamento di lungo termine delle concentrazioni di microinquinanti organici rilevate nelle deposizioni atmosferiche, nella tabella e nei grafici seguenti sono riportati, oltre ai valori determinati nel 2018, anche quelli rilevati da inizio monitoraggio (ottobre 2012).

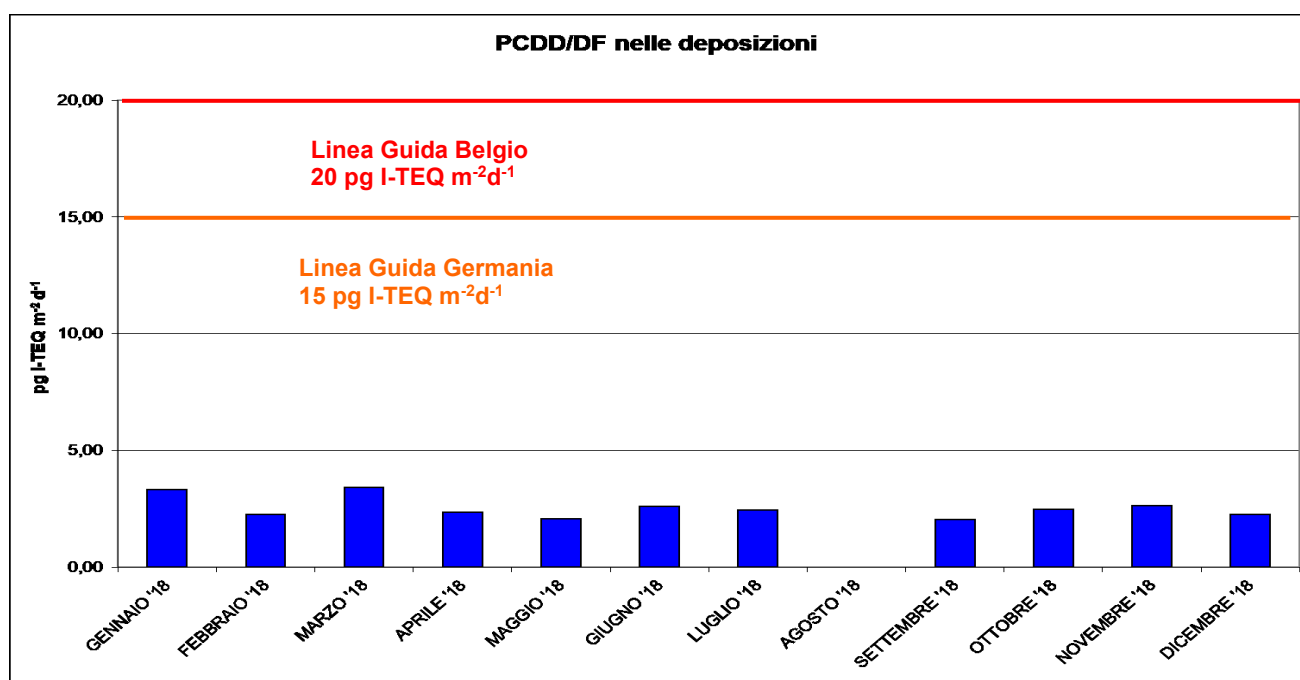
**Tabella 37 - Concentrazioni di PCDD, PCDF e PCB nelle deposizioni atmosferiche**

	PCDD/DF	PCB Dioxin Like	PCB Totale Famiglie	PCDD/DF+PCB DL
Unità di misura	pg I-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	ng WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	ng m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	pg WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
<b>OTTOBRE '12</b>	2,30	0,00092	12,6	2,82
<b>NOVEMBRE '12</b>	6,33	0,00063	9,05	6,43
<b>DICEMBRE '12</b>	27,1	0,00205	34,7	23,0
<b>GENNAIO '13</b>	1,85	0,00127	19,8	3,14
<b>FEBBRAIO '13</b>	8,03	0,00206	41,9	10,1
<b>MARZO '13</b>	7,36	0,00000	0,0	8,18
<b>APRILE '13</b>	2,31	0,00099	19,5	2,865
<b>MAGGIO '13</b>	2,15	0,00110	27,1	2,61
<b>GIUGNO '13</b>	0,70	0,00058	11,7	1,27
<b>LUGLIO '13</b>	1,30	0,00062	14,6	1,64
<b>AGOSTO '13</b>	-	-	-	-
<b>SETTEMBRE '13</b>	0,45	0,00028	6,93	0,628

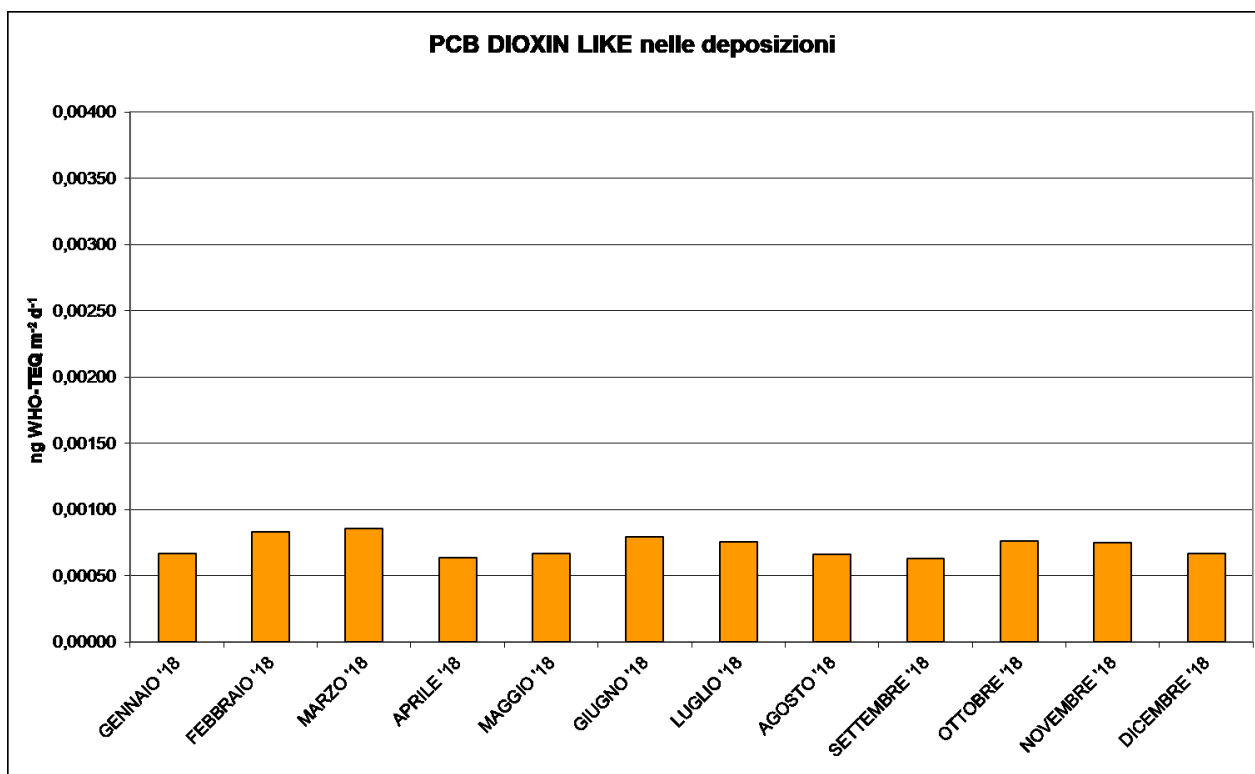
	PCDD/DF	PCB Dioxin Like	PCB Totale Famiglie	PCDD/DF+PCB DL
Unità di misura	pg I-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	ng WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	ng m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	pg WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
<b>OTTOBRE '13</b>	0,868	0,00011	9,15	0,810
<b>NOVEMBRE '13</b>	2,08	0,00093	9,74	2,59
<b>DICEMBRE '13</b>	1,32	0,00045	8,71	1,60
<b>GENNAIO '14</b>	2,51	0,00041	10,6	2,48
<b>FEBBRAIO '14</b>	1,63	0,00011	8,98	1,48
<b>MARZO '14</b>	1,34	0,00086	11,7	1,91
<b>APRILE '14</b>	1,14	0,00258	10,5	3,46
<b>MAGGIO '14</b>	0,757	0,00057	12,8	1,39
<b>GIUGNO '14</b>	1,59	0,00064	10,5	1,92
<b>LUGLIO '14</b>	1,96	0,00000	0,00	2,76
<b>AGOSTO '14</b>	1,70	0,00069	-	2,51
<b>SETTEMBRE '14</b>	1,78	0,00076	11,1	2,68
<b>OTTOBRE '14</b>	2,14	0,00089	16,3	3,18
<b>NOVEMBRE '14</b>	2,49	0,00066	21,7	2,92
<b>DICEMBRE '14</b>	1,61	0,00066	6,87	2,39
<b>GENNAIO '15</b>	2,15	0,00087	14,8	3,17
<b>FEBBRAIO '15</b>	2,32	0,00081	14,0	3,27
<b>MARZO '15</b>	2,13	0,00080	19,1	3,05
<b>APRILE '15</b>	2,55	0,00063	9,60	3,31
<b>MAGGIO '15</b>	2,35	0,00074	14,4	3,23
<b>GIUGNO '15</b>	2,63	0,00086	20,2	3,7
<b>LUGLIO '15</b>	2,28	0,00181	31,06	4,2
<b>AGOSTO '15</b>	2,75	0,00085	10,1	3,8
<b>SETTEMBRE '15</b>	1,94	0,00063	10,4	2,7
<b>OTTOBRE '15</b>	2,27	0,00070	10,1	3,1
<b>NOVEMBRE '15</b>	2,40	0,00075	11,04	3,3
<b>DICEMBRE '15</b>	2,78	0,00082	11,5	3,7
<b>GENNAIO '16</b>	2,35	0,00071	9,1	3,2
<b>FEBBRAIO '16</b>	3,01	0,00071	14,0	3,6
<b>MARZO '16</b>	2,43	0,00074	5,60	3,3
<b>APRILE '16</b>	2,56	0,00077	7,28	3,5
<b>MAGGIO '16</b>	2,27	0,00067	8,9	3,1
<b>GIUGNO '16</b>	2,47	0,00077	15,2	3,4
<b>LUGLIO '16</b>	2,47	0,00073	12,1	3,3
<b>AGOSTO '16</b>	2,30	0,00203	9,6	4,4
<b>SETTEMBRE '16</b>	2,80	0,00065	11,4	3,5
<b>OTTOBRE '16</b>	3,11	0,00079	12,1	4,0
<b>NOVEMBRE '16</b>	3,07	0,00082	12,7	4,0
<b>DICEMBRE '16</b>	2,59	0,00076	10,3	3,5
<b>GENNAIO '17</b>	<b>2,51</b>	<b>0,00310</b>	<b>11,7</b>	<b>5,7</b>
<b>FEBBRAIO '17</b>	<b>2,09</b>	<b>0,00036</b>	<b>6,73</b>	<b>2,6</b>
<b>MARZO '17</b>	<b>2,56</b>	<b>0,00093</b>	<b>8,56</b>	<b>3,6</b>

	PCDD/DF	PCB Dioxin Like	PCB Totale Famiglie	PCDD/DF+PCB DL
Unità di misura	pg I-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	ng WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	ng m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	pg WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
APRILE '17	2,16	0,00320	12,1	5,5
MAGGIO '17	2,06	0,00230	8,70	4,5
GIUGNO '17	2,43	0,00088	10,5	3,5
LUGLIO '17	2,36	0,00074	12,4	3,2
AGOSTO '17	2,35	0,00073	8,68	3,2
SETTEMBRE '17	2,24	0,00069	7,54	3,1
OTTOBRE '17	2,67	0,00083	15,2	3,7
NOVEMBRE '17	2,41	0,00074	11,2	3,3
DICEMBRE '17	2,51	0,00076	8,64	3,4
GENNAIO '18	3,31	0,00067	48,50	3,9
FEBBRAIO '18	2,28	0,00083	11,3	3,2
MARZO '18	3,41	0,00085	15,7	4,4
APRILE '18	2,34	0,00064	13,7	3,1
MAGGIO '18	2,08	0,00067	11,5	2,9
GIUGNO '18	2,60	0,00079	13,9	3,5
LUGLIO '18	2,43	0,00076	10,2	3,3
AGOSTO '18	nd*	0,00066	10,9	nd*
SETTEMBRE '18	2,05	0,00063	7,6	2,8
OTTOBRE '18	2,49	0,00076	35,4	3,4
NOVEMBRE '18	2,63	0,00075	33,6	3,5
DICEMBRE '18	2,25	0,00067	7,0	3,0

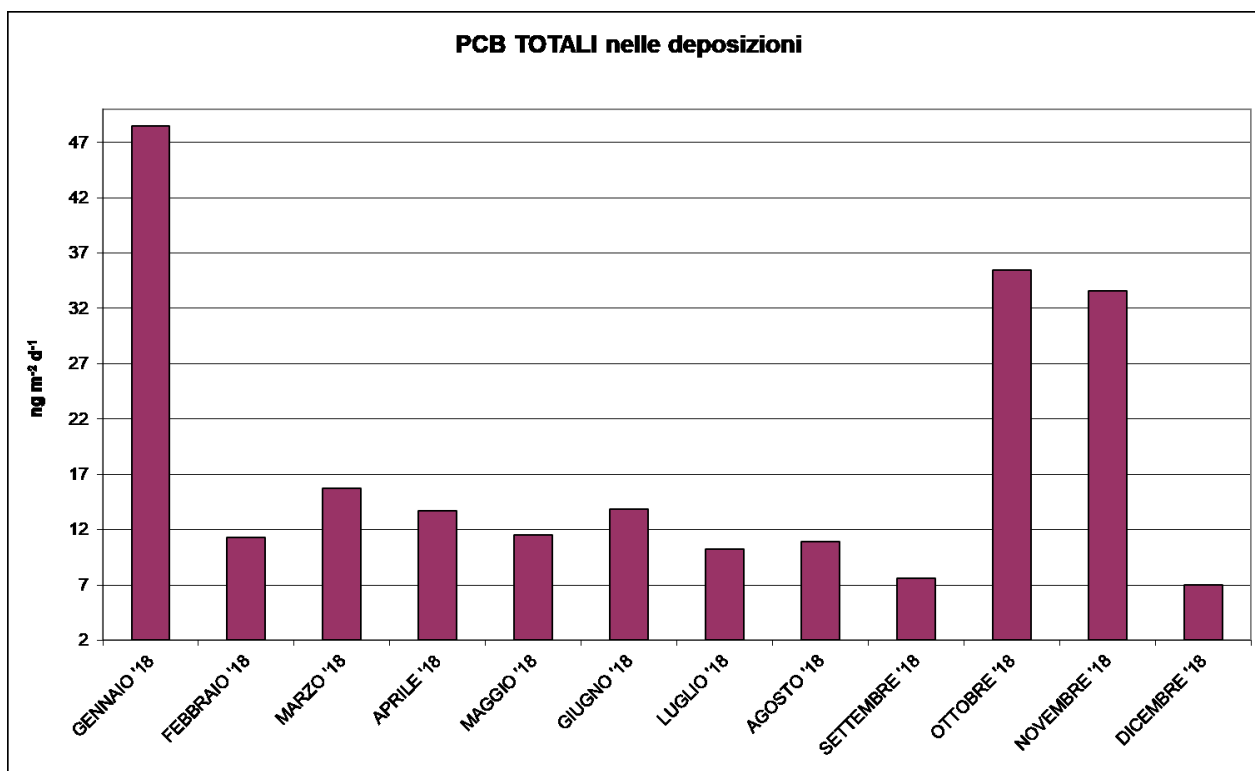
\* il parametro PCDD/DF per il mese di marzo '18 non è disponibile a causa di problemi tecnici



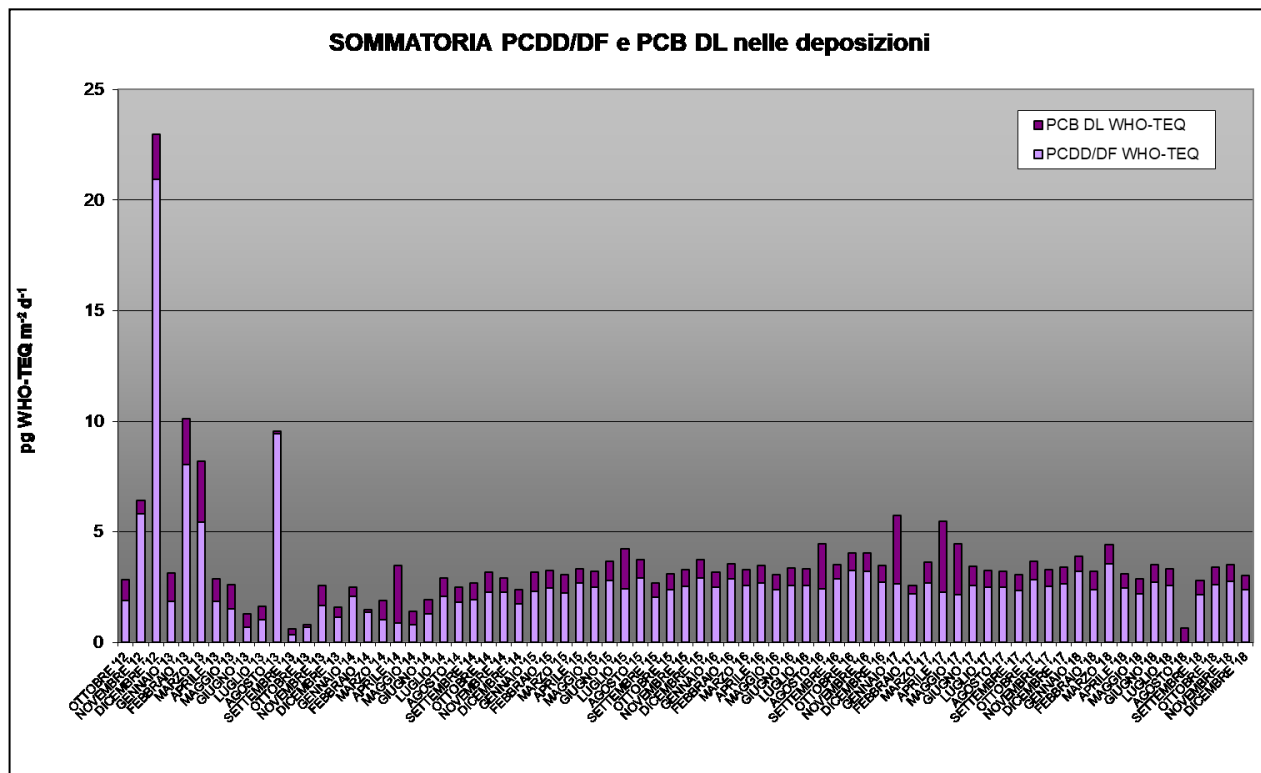
**Figura 44 - Concentrazioni di PCDD e PCDF nelle deposizioni mensili anno 2018**



**Figura 45 - Concentrazione di PCB DIOXIN LIKE nelle deposizioni mensili anno 2018**



**Figura 46 - Concentrazione di PCB TOTALI nelle deposizioni mensili anno 2018**



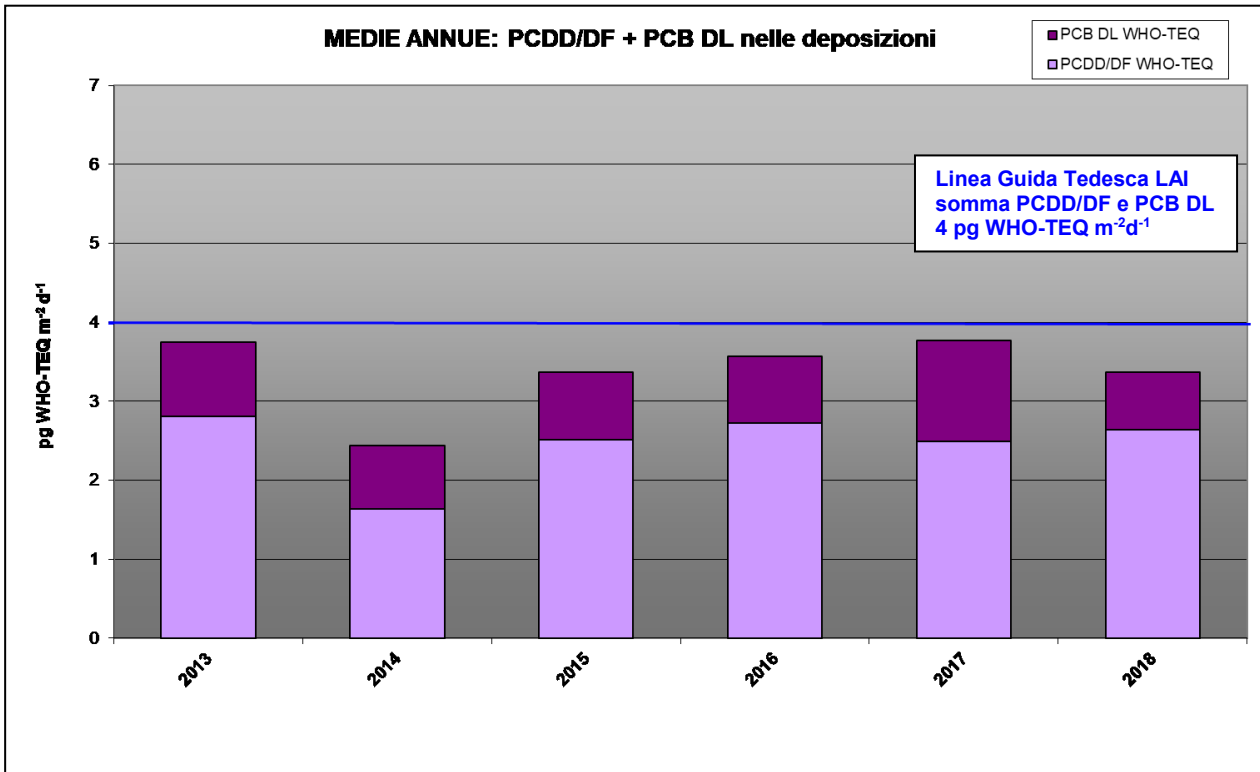
**Figura 47 – Andamento sommatoria PCDD/DF + PCB dioxin like nelle deposizioni mensili dal 2012**

Come mostrano la tabella e il grafico relativo alla somma di PCDD/DF e PCB dioxin like, il valore calcolato per il mese di marzo 2018 (4,4 pg WHO TE m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>) risulta superiore alla linea guida tedesca LAI (4 pg WHO TE m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>).

La linea guida tedesca fornisce indicazioni per la sommatoria di PCDD/DF e PCB dioxin like nelle deposizioni calcolata su “lungo periodo” e non sulle singole mensilità, per il confronto riportiamo qui di seguito le medie annuali calcolate dal 2013 al 2018.

**Tabella 38 – Medie annuali concentrazioni di PCDD/DF e PCB dioxin like nelle deposizioni**

MEDIA ANNO	PCDD/DF WHO-TEQ	PCB DL WHO-TEQ	PCDD/DF+PCB DL
	pg WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	pg WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>	pg WHO-TEQ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
2013	2,81	0,94	3,75
2014	1,63	0,80	2,44
2015	2,52	0,86	3,37
2016	2,72	0,84	3,57
2017	2,49	1,27	3,77
2018	2,64	0,72	3,37



**Figura 48 – Medie annuali della sommatoria PCDD/DF + PCB dioxin like nelle deposizioni**

## Conclusioni

Nel corso dell'anno 2018 la stazione di Beinasco - Aldo Mei ha avuto un rendimento strumentale in linea con quanto previsto dalle prescrizioni normative. Le principali considerazioni che si possono trarre dall'analisi dei dati raccolti sono le seguenti:

- come già evidenziato dalla serie storica dei dati, la stazione di Beinasco – Aldo Mei presenta generalmente valori analoghi a quelli rilevati nelle stazioni di fondo urbano della rete provinciale di monitoraggio. In particolare anche nel 2018 i valori riscontrati sono in media confrontabili (ed in alcuni casi, come quello del PM10) uguali a quelli della stazione di fondo urbano di Torino Lingotto;
- per quanto riguarda gli inquinanti normati, nel caso di PM10, PM2.5, biossido di azoto, benzene, arsenico, cadmio, nichel, piombo e benzo(a)pirene i dati rilevati nel 2018, complice una meteorologia particolarmente favorevole, mostrano un miglioramento rispetto al 2017. Tale fenomeno, è comune a tutti i punti di misura dell'area metropolitana e per la prima volta, da quando si effettuano misurazioni, è stato rispettato il valore limite annuale in tutte le stazioni della rete di monitoraggio per il PM10
- tutti i valori di riferimento previsti dalla normativa sulla qualità dell'aria (D.Lgs. 155/2010 e s.m.i) sono rispettati, ad eccezione del valore limite giornaliero del PM10.
- Il valore limite annuale per il biossido di azoto, solitamente superato, nel 2018 è stato rispettato, a conferma della situazione meteorologica favorevole dal punto di vista della dispersione degli inquinanti. L'andamento medio delle concentrazioni sia di monossido che di biossido di azoto nel corso della giornata presenta i valori più alti nelle ore maggiormente interessate dal traffico autoveicolare;
- per quanto riguarda gli inquinanti in aria ambiente non normati (idrocarburi policiclici aromatici diversi dal benzo(a)pirene, antimonio, cobalto, cromo, manganese, mercurio, rame, selenio, titanio, vanadio e zinco) le concentrazioni misurate sono risultate anche nel 2018 inferiori alle linee guida definite da organismi internazionali e confrontabili con i valori rilevati in siti analoghi del territorio della Città Metropolitana o reperibili in letteratura per le aree urbane;
- i valori di deposizione atmosferica per metalli e idrocarburi policiclici aromatici sono risultati in linea con quelli di siti che presentano analoghe caratteristiche ubicati nel territorio della Città Metropolitana o in ambito regionale o i cui dati sono disponibili nella letteratura scientifica. Anche nel caso del mercurio - il cui flusso di deposizione nel 2016 era risultato molto più elevato che negli anni precedenti, - si osserva un rientro a valori confrontabili con quelli rilevati tra il 2013 e il 2017;
- relativamente ai microinquinanti (PCDD/DF e PCB) rilevati in aria ambiente nel corso del 2018 si conferma un andamento di tipo stagionale, situazione tipica del bacino padano, dovuta al progressivo aumento delle condizioni di stabilità atmosferica dai mesi autunnali a quelli invernali, con tendenza al confinamento degli inquinanti in prossimità del suolo e valori leggermente più alti nei periodi invernali. Le quantità rilevate sono in linea con quelle normalmente riscontrate in un sito urbano e sempre inferiori alle citate linee guida;
- i valori di deposizione atmosferica relativi ai microinquinanti (PCDD/DF e PCB) sono leggermente inferiori a quelli del 2017 e in linea con siti che presentano analoghe caratteristiche ubicati nel territorio provinciale/regionale o i cui dati sono disponibili nella letteratura scientifica;
- si ricorda che, come già comunicato nella nota prot. 79007 del 26/09/2014, a partire dagli esiti riferiti al mese di luglio 2014, il Polo Microinquinanti ha sostituito il limite di quantificazione strumentale con un limite di quantificazione elaborato a partire dai bianchi

analitici. Tale limite di quantificazione, più elevato di quello strumentale, ma più conforme al campo di misura, ha comportato, come previsto, un incremento dei valori calcolati come medium bound, in particolare per quei campioni che presentano un elevato valore di congeneri inferiori al limite di quantificazione. Questo effetto è osservabile nel grafico di Figura 47 in cui si nota un livellamento verso l'alto dei dati riferiti alla sommatoria di PCDD/DF e PCB da luglio 2014 in poi.