

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI TORINO











**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 2013

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI TORINO
Struttura semplice "Attività di Produzione"
Struttura semplice "Polo Microinquinanti"

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 2013

Redazione	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale	Data:	
	Nome: Marilena Maringo	21/03/14	
	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale	Data:	Firma: 
	Nome: Laura Milizia	21/03/14	
	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale	Data:	Firma: 
	Nome: Milena Sacco	21/03/14	
Verifica	Funzione: Dirigente professionale SS Produzione	Data:	Firma: 
	Nome: Francesco Lollobrigida	24/03/14	
Approvazione	Funzione: Responsabile SS Produzione	Data:	Firma: 
	Nome: Carlo Bussi	27.03.2014	
Redazione	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale	Data:	Firma: 
	Nome: Carla Cappa	28/3/2014	
	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale	Data:	Firma: 
	Nome: Paola Spagnolo	28/3/2014	
Verifica e Approvazione	Funzione: Responsabile SS Polo Microinquinanti	Data:	Firma: 
	Nome: Ivana Bottazzi	28/3/14	

Arpa Piemonte

Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017
Dipartimento Provinciale di Torino

Via Pio VII n°9 - 10135 Torino - Tel. 01119680350/351 - Fax 01119681441 - e-mail: produzione.to@arpa.piemonte.it

Le attività oggetto della presente relazione sono state effettuate dalle Strutture Semplici *Attività di produzione, Polo Microinquinanti e Laboratorio* del Dipartimento Arpa di Torino

Il *Nucleo Operativo "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, a 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 *Polo Microinquinanti* 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
- 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.

La Struttura Semplice *Laboratorio* ha curato le determinazioni di laboratorio di idrocarburi policiclici aromatici e metalli sui campioni di particolato e deposizione atmosferica

Premessa	3
Ubicazione della stazione di monitoraggio e dotazione strumentale	4
Esame dei dati relativi alla qualità dell'aria ambiente.....	5
Introduzione	5
Ossidi di Azoto	6
Particolato Sospeso - PM ₁₀	10
Particolato Sospeso - PM _{2,5}	13
Benzene e toluene	15
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	18
Mercurio elementare gassoso e sul particolato	19
Altri metalli sul particolato	23
Policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili ...	28
Esame dei dati relativi alle deposizioni atmosferiche	38
Introduzione	38
Idrocarburi policiclici aromatici	39
Metalli	40
Policlorodibenzodiossine , policlorodibenzofurani e policlorobifenili .	44
Conclusioni.....	53

Premessa

La presente relazione costituisce il rapporto di sintesi e giudizio relativo all'anno 2013 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 ha espresso giudizio positivo di compatibilità ambientale per l'impianto citato. Tra le numerose prescrizioni era infatti prevista l'installazione di una cabina 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 a Arpa Piemonte.

In base a quanto previsto dalla D.G.P. n.1908-426648/2005 a Arpa Piemonte era anche stato affidato il compito di definire le specifiche tecniche della strumentazione di misura, a cui il Dipartimento scrivente ha ottemperato una prima volta con comunicazione prot. 125772 del 20.10.06. Le specifiche tecniche sono state successivamente aggiornate, in relazione sia ai cambiamenti della normativa in materia di qualità dell'aria (in particolare i D.Lgs. 152/2007 e 155/2010), che all'evoluzione tecnica della strumentazioni di misura. L'ultima revisione del documento di specifiche tecniche è stata trasmessa dal Dipartimento scrivente a Provincia di Torino e TRM S.p.A. con lettera prot. 18705 del 25/02/2011.

Con comunicazione prot. 111 del 21/2/2012, TRM S.p.A ha richiesto alla Direzione Generale di Arpa Piemonte di avviare le attività per la sottoscrizione degli atti necessari ad affidare all'Agenzia la gestione della stazione di monitoraggio, con lo scopo di avviare tale gestione non appena terminati i lavori di installazione. A seguito dei contatti intercorsi, in data 13 settembre 2012, TRM S.p.A. ha inviato alla Direzione Generale di Arpa Piemonte il testo finale della Convenzione per i necessari adempimenti amministrativi. In data 27 settembre 2012 la strumentazione è stata sottoposta a verifica di conformità in campo da parte di TRM S.p.A. alla presenza della ditta fornitrice.

La Convenzione citata è stata sottoscritta da Arpa e TRM S.p.A. il 4 ottobre 2012; nella stessa data il Dipartimento scrivente ha preso in consegna la stazione e ha dato inizio, in ottemperanza alle procedure interne dell'Ente, alle attività di validazione dei dati di concentrazione degli inquinanti aerodispersi prodotti da analizzatori automatici. 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.

Con lettera prot. 102386 del 09/10/2012, il Dipartimento scrivente ha dato comunicazione della presa in consegna agli Enti competenti, specificando che avrebbe provveduto a sottoporre a validazione anche i dati prodotti dagli analizzatori automatici nel periodo precedente la presa in consegna allo scopo di ampliare il più possibile la base dati.

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;
- PM10;
- 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, zinco e mercurio .

Ubicazione della stazione di monitoraggio e dotazione strumentale

La stazione è ubicata nel Comune di Beinasco – Via San Giacomo, presso il giardino pubblico Aldo Mei. 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.

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 tecnici. Nel caso di policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili, in assenza di una normativa europea, sono state utilizzate le procedure di campionamento e analisi previste dal SGQ di Arpa Piemonte e descritte in dettaglio negli specifici paragrafi.

Esame dei dati relativi alla qualità dell'aria ambiente

Introduzione

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 2013 ; 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 provinciale e rappresentative di diverse situazioni territoriali. Le caratteristiche di dettaglio delle stazioni di confronto della rete provinciale sono riportate nella **Tabella 1**.

Stazione	Tipologia stazione	Tipologia zona
Beinasco - Aleramo	fondo	urbano
Borgaro	fondo	suburbano
Chieri	traffico	suburbano
Druento	fondo	rurale
Orbassano	fondo	suburbano
Settimo T.se	traffico	urbano
TO - I.T.I.S. Grassi	traffico	urbano
TO - Lingotto	fondo	urbano
TO - Piazza Rebaudengo	traffico	urbano
TO - Via Consolata	traffico	urbano
Vinovo	fondo	suburbano
Baldissero - GDF Suez	fondo	rurale

Tabella 1 - Caratteristiche delle stazioni utilizzate per il confronto

Ulteriori informazioni di dettaglio sulle stazioni in oggetto sono disponibili all'interno della pubblicazione "Uno sguardo all'aria", disponibile all'indirizzo web:

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

Poiché la stazione oggetto della presente relazione, a seguito delle prescrizioni della Provincia di Torino, è a tutti gli effetti inserite nel Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell’Aria, la base dati completa è consultabile sia tramite il sito “Qualità dell’aria in Piemonte” all’indirizzo <http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/index.shtml> , sia attraverso il sistema AriaWeb, entrambi messi a disposizione dalla Regione Piemonte.

Nel 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 vengono 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 poichè 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.

Monossido di Azoto (NO) (valori di concentrazioni espressi in µg/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Beinasco - Aleramo	Orbassano - Gozzano	Torino - Consolata	Torino - Lingotto
Ore valide	8735	8524	8671	8620	8636
Percentuale ore valide	100%	97%	99%	98%	99%
Giorni validi	365	353	361	360	360
Percentuale giorni validi	100%	97%	99%	99%	99%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri	104	85	59	103	72
Media dei massimi giornalieri	104	86	59	103	72
Media delle medie giornaliere	35	27	20	45	30
Media dei valori orari	35	27	20	45	30

Tabella 2: Monossido di Azoto - Indicatori statistici anno 2013

Nel corso del 2013 la concentrazione media di ossido di azoto registrata dalla cabina TRM è stata superiore a quella calcolata dalla stazione di Beinasco-Aleramo, appartenente alla Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell’aria e sita nello stesso territorio comunale.

La media annuale calcolata presso la stazione di TRM risulta confrontabile con quella determinata presso la stazione di fondo urbano di Torino (Lingotto) e inferiore alla stazione di traffico urbano della città di Torino (via della Consolata). La situazione si inverte se si considerano, invece, le medie dei massimi giornalieri.

Nella **Figura 1** 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, le concentrazioni siano superiori sia a quelle della stazione di misura sita nello stesso territorio comunale sia a quelle registrate presso le stazioni di fondo urbano della città di Torino (Lingotto) e del Comune di Orbassano (Gozzano) ma risultano mediamente più basse di quelle misurate presso la stazione di traffico urbano di Torino (Consolata).

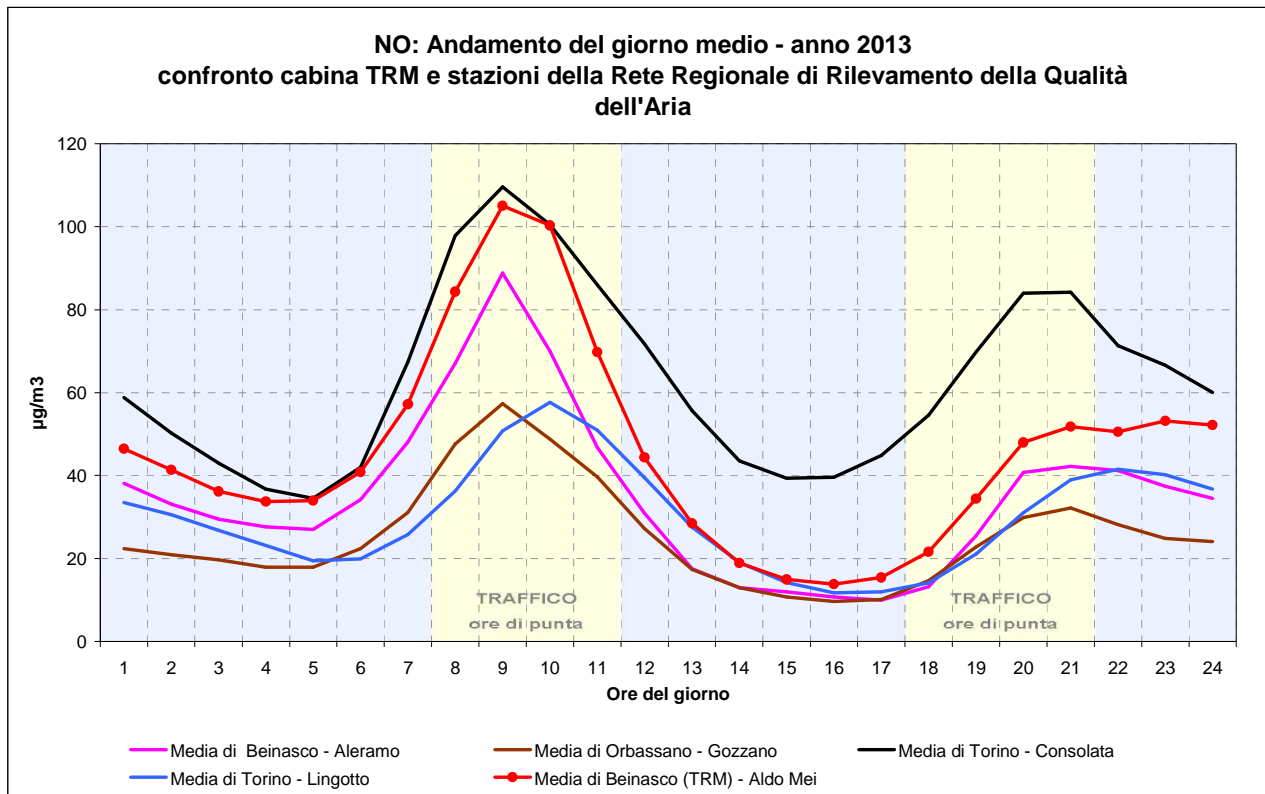


Figura 1: Monossido di azoto - andamento giornaliero medio

La formazione di **biossido di azoto** (NO₂) 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).

Il NO₂ 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 in quanto 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:

Biossido di azoto	
NO₂ - Limite orario per la protezione della salute umana (293 °K e 101.3 kPa)	
Periodo di mediazione: 1 ora	200 µg/m³ <i>da non superare più di 18 volte per anno civile</i>
NO₂ - Limite annuale per la protezione della salute umana (293 °K e 101.3 kPa)	
Periodo di mediazione: anno civile	40 µg/m³
NO₂ - Soglia di allarme per il biossido di azoto (293 °K e 101.3 kPa)	
Periodo di mediazione: 3 ore	400 µg/m³ <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 quattro stazioni presenti nella rete di rilevamento della qualità dell'aria piemontese.

Il limite annuale per la protezione della salute umana, pari a 40 µg/m³, è stato superato sia presso la stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei sia presso le due stazioni delle città di Torino, ma risulta al di sotto del limite normativo presso la stazione della rete di rilevamento della qualità dell'aria regionale sita del territorio comunale di Beinasco.

Per quanto riguarda il valore orario per la protezione della salute umana pari a 200 µg/m³ (**Tabella 3**) presso la stazione TRM, nel 2013, non è stato registrato alcun superamento.

Biossido di Azoto (NO ₂) (valori di concentrazione espressi in µg/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Beinasco - Aleramo	Orbassano - Gozzano	Torino - Consolata	Torino - Lingotto
Ore valide	8731	8536	8668	8237	8621
Percentuale ore valide	100%	97%	99%	94%	98%
Giorni validi	365	354	361	341	358
Percentuale giorni validi	100%	97%	99%	93%	98%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri	78	70	61	88	70
Media dei massimi giornalieri	77	70	61	89	70
Media delle medie giornaliere	41	35	32	60	42
Media dei valori orari	41	35	32	60	42
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	5	0	5	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)	0	4	0	4	0
Numero di superamenti livello allarme (400)	0	0	0	0	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)	0	0	0	0	0

Tabella 3: Biossido di Azoto - Indicatori statistici anno 2013

Anche per il biossido di azoto, in **Figura 2**, 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 leggermente più alto di quello registrato nella stazione fissa sita nel comune di Beinasco, ma comunque inferiore agli andamenti delle stazioni di Torino soprattutto rispetto alla stazione di traffico urbano (Consolata).

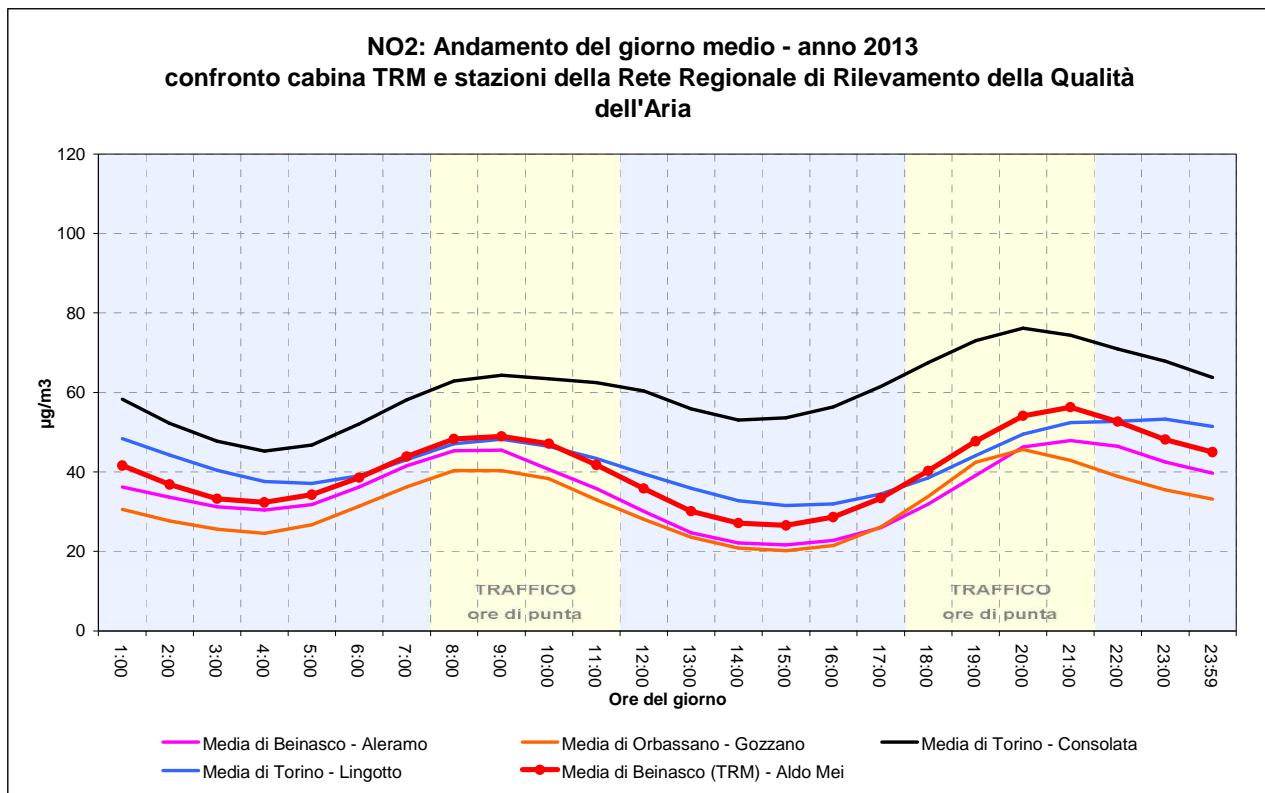


Figura 2: Biossido di azoto - andamento medio delle concentrazioni orarie (giorno medio)

In **Figura 3** 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 appena al di sopra del limite presso la stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei e presso la stazione di fondo urbano di Torino (Lingotto) mentre il limite è ampiamente superato presso le due stazioni di traffico urbano della città di Torino (via della Consolata e piazza Rebaudengo).

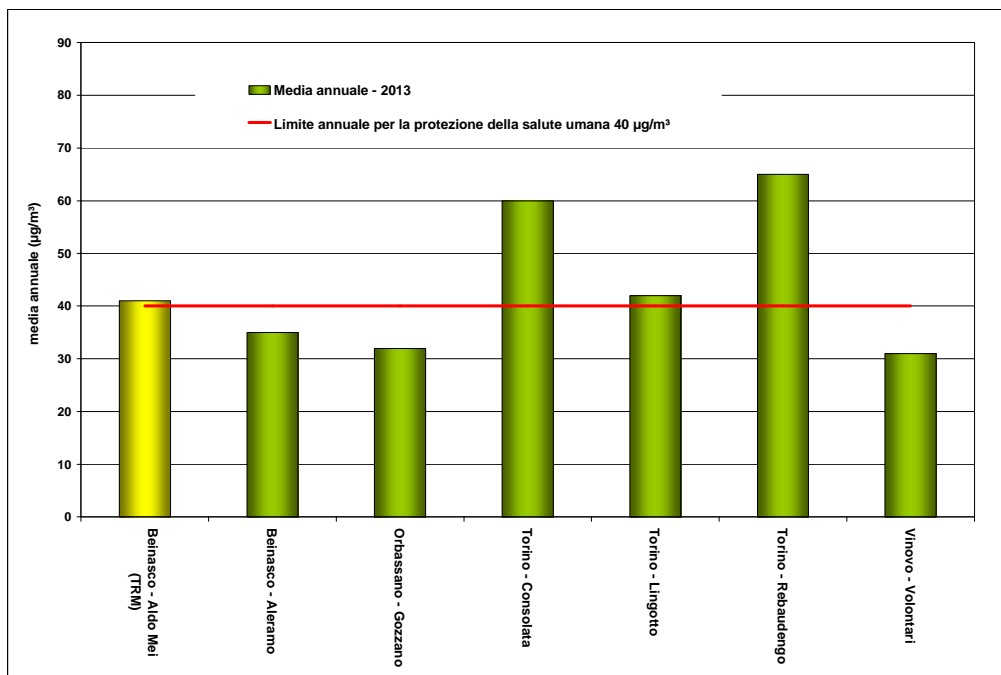


Figura 3: Biossido di azoto media annuale – 2013

Particolato Sospeso - PM₁₀

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 (PM₁₀), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM_{2,5}).

Le dimensioni del particolato sono importanti poichè 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 PM₁₀.

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:

PM ₁₀	
PM ₁₀ - valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	
media giornaliera	50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile
PM ₁₀ - valore limite annuale per la protezione della salute umana	
media annuale	40 µg/m³

Per la misurazione dei livelli di PM₁₀ 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 PM₁₀ e del PM_{2.5}.

Confrontando i livelli di concentrazioni registrati presso la stazione TRM con quelli misurati presso alcune stazioni della rete fissa di rilevamento si osserva che, fatta eccezione per la stazione di fondo sita nel parco della Mandria a Druento, in tutte le stazioni scelte come riferimento è stato abbondantemente superato il limite massimo di superamenti consentiti (vedi **Tabella 4**).

PM10 (valori di concentrazioni espressi in µg/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento - La Mandria	Settimo T. - Vivaldi	Torino- Consolata	Torino- Lingotto
Minima media giornaliera	4	5	5	5	5
Massima media giornaliera	110	101	147	144	157
Media delle medie giornaliere	33	24	39	40	38
Giorni validi	351	356	346	357	340
Percentuale giorni validi	96%	98%	95%	98%	93%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50 µg/m ³)	70	29	88	100	89

Tabella 4: PM₁₀ - Indicatori statistici anno 2013

Il Particolato presenta un tipico trend stagionale con livelli di concentrazione maggiori nelle stagioni autunno-inverno rispetto a primavera-estate (vedi **Figura 4**). Questo è dovuto oltre alle maggiori emissioni in atmosfera in questo periodo dell'anno anche all'influenza dello strato limite planetario (o strato di rimescolamento) che in autunno e in inverno schiaccia gli inquinanti al suolo facendone aumentare la concentrazione.

Importante è il ruolo della situazione meteorologica che influisce sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo degli inquinanti sia sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa. Nei mesi di maggio e novembre, infatti, la flessione della curva è da ricondurre ad una maggiore piovosità.

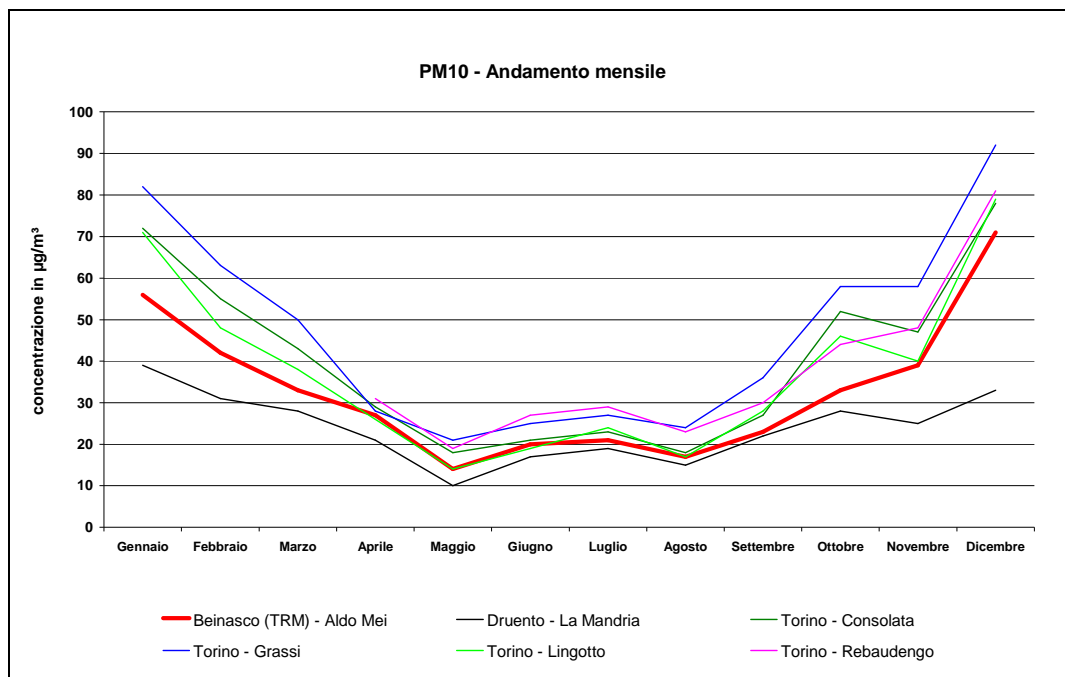


Figura 4: PM₁₀ - Media mensile anno 2013

Nella **Figura 5** sono state messe a confronto le medie annuali di PM₁₀ misurate presso la stazione Beinasco (TRM) - Aldo Mei, evidenziata in azzurro, e presso altre stazioni della rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria.

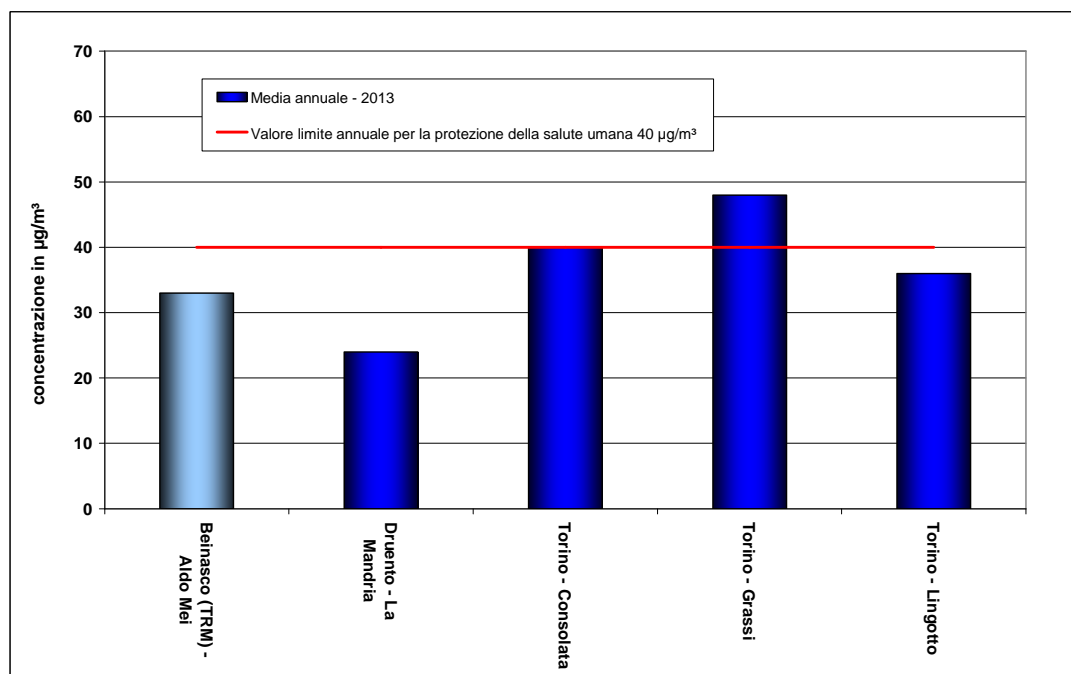


Figura 5: PM₁₀ - Media annuale

Nella **Figura 6** si riportano i superamenti del livello giornaliero per la protezione della salute umana pari a 50 µg/m³; con la linea rossa è indicato il numero di superamenti (35) consentiti nel corso dell'anno da cui si evince che a parte presso la stazione rurale sita nel parco della Mandria a

Venaria Reale in tutte le stazioni oggetto di studio il limite di 35 superamenti è stato abbondantemente superato.

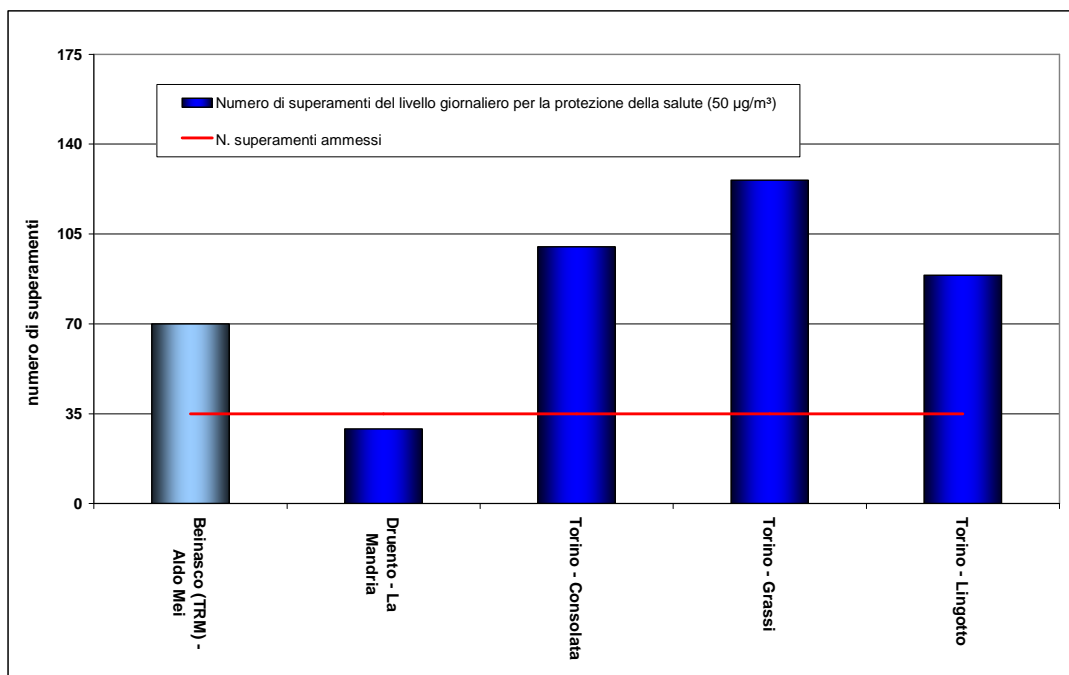


Figura 6: PM₁₀ - Numero di superamenti del livello giornaliero per la protezione della salute umana.

Dalle **Figura 5** e **Figura 6** si evince che i livelli di concentrazione di PM₁₀ rilevati presso la stazione TRM sono confrontabili con quelli dei siti di fondo urbano della città e della provincia di Torino e restano inferiori a quelli registrati nei siti di traffico urbano

Particolato Sospeso - PM_{2.5}

Per la frazione respirabile delle polveri PM_{2.5} la norma nazionale vigente (DLgs 155/10) prevede un valore limite per la protezione della salute umana da rispettare entro il 1 gennaio 2015:

PM_{2,5}	
PM _{2,5} - valore limite annuale per la protezione della salute umana	
media annuale	25 µg/m³

Per la misurazione dei livelli di PM_{2.5} 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 PM₁₀ e del PM_{2.5}.

Nella **Tabella 5** si riportano gli indicatori statistici misurati presso la stazione di Beinasco (TRM) - Aldo Mei e messa a confronto con quelli relativi ad altre due 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 PM₁₀, in quanto il PM_{2.5} non viene monitorato in nessuna stazione con tali caratteristiche nell'area scelta come riferimento.

Il valore obiettivo annuale per la protezione della salute umana è stato raggiunto presso la stazione TRM e superato sia presso la stazione di fondo urbano di Torino (lingotto) sia presso quella di traffico urbano sita nel comune di Settimo Torinese.

PM2.5 (valori di concentrazione espressi in µg/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Settimo T. - Vivaldi	Torino - Lingotto
Minima media giornaliera	3	5	5
Massima media giornaliera	92	125	126
Media delle medie giornaliere	25	33	29
Giorni validi	348	351	343
Percentuale giorni validi	95%	96%	94%

Tabella 5: PM_{2.5} - Indicatori statistici anno 2013

In **Figura 7** si riportano i profili mensili registrati nel 2013 presso la stazione TRM e altre stazioni presenti nella rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria piemontese.

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

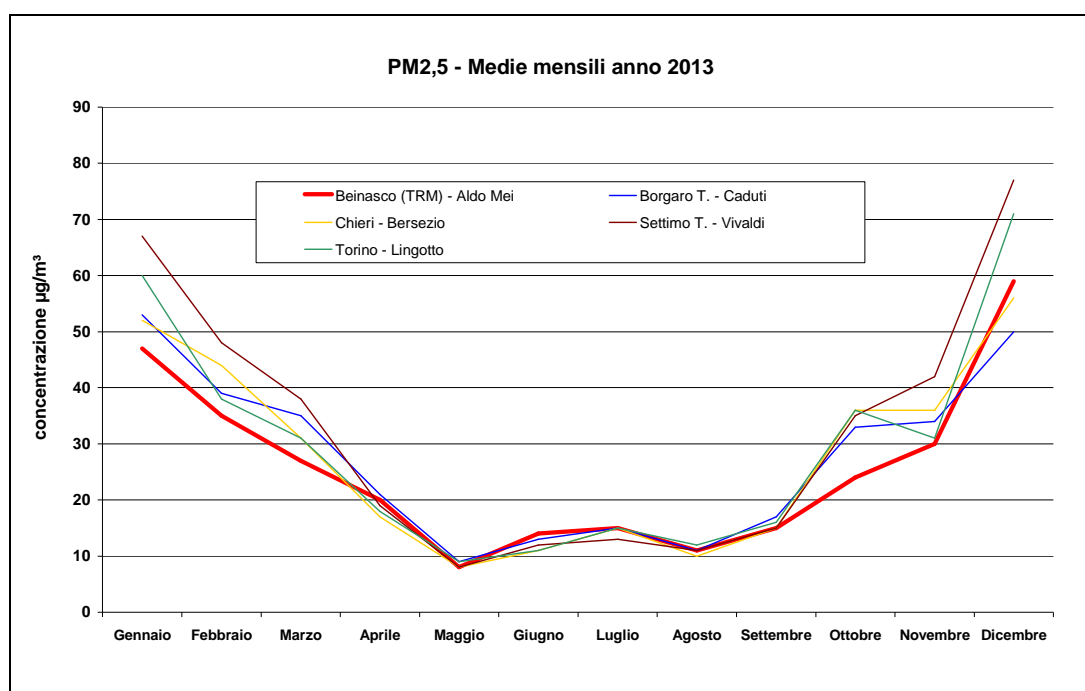


Figura 7: PM_{2.5} - Confronto medie mensili (TRM evidenziata in rosso)

Benzene e toluene

Il benzene presente in atmosfera viene prodotto dall'attività umana, in particolare dall'uso del petrolio, degli oli minerali e dei loro derivati.

La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina; stime effettuate dall'Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene.

Il benzene è presente nelle benzine come tale e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici. La normativa italiana in vigore a partire dal 1 luglio 1998 fissa all'uno per cento il tenore massimo di benzene nelle benzine.

Il benzene è una sostanza classificata:

- dalla Comunità Europea come cancerogeno di categoria 1, R45;
- dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo) ;
- dalla A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) in classe A1 (cancerogeno accertato per l'uomo).

Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule. In seguito a esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo.

Un'esposizione cronica può provocare la leucemia (casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell'industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera). Stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che, a fronte di un'esposizione a 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

La normativa vigente (D.Lgs. 155 del 13/8/2010) prevede per il benzene un limite annuale pari 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da rispettare dal 2010 in avanti.

BENZENE (espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TRM	VINOVO	TO-LINGOTTO	TO-CONSOLATA
Ore valide:	6519	7523	7758	8348
Percentuale ore valide:	74%	86%	89%	95%
Giorni validi:	268	317	321	357
Percentuale giorni validi:	73%	87%	88%	98%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri (a):	4.6	3.4	2.3	4.0
Media dei massimi giornalieri (b):	3.8	3.2	2.3	4.0
Media delle medie giornaliere (c):	2.1	1.8	1.3	2.2
<u>Media dei valori orari:</u>	2.2	1.8	1.3	2.2

Tabella 6 - Benzene: Indicatori statistici anno 2013

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

Il benzene della stazione TRM di Beinasco – Aldo Mei è stato messo a confronto con quello misurato da alcune stazioni della rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria (**Tabella 6**). La concentrazione media registrata dalla centralina TRM nel 2013 è di $2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore pari alla stazione di Torino-Consolata che si trova in centro città, in una zona soggetta a traffico veicolare. E' da tenere presente che la percentuale di dati validi misurati a Beinasco – a causa di problemi tecnici allo strumento - è risultata inferiori al 90 % su base annua , pertanto il dato di media annuale va considerato indicativo. La concentrazione media del 2013 è comunque molto al di sotto del limite normativo pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I dati invalidi sono distribuiti soprattutto nei mesi di maggio, giugno, agosto e settembre, pertanto, se si considera che la media dei valori del periodo invernale è pari a $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed è rappresentativa dei massimi annuali e che le stazioni di confronto rispettano il limite di legge annuale, è del tutto presumibile che anche presso la cabina TRM il limite sia rispettato.

Per il toluene la normativa italiana non prevede un limite, ma le linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (2000) indicano un valore di $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media settimanale.

Gli effetti del toluene sono stati studiati soprattutto in relazione all'esposizione lavorativa e sono stati dimostrati casi di disfunzioni del sistema nervoso centrale, ritardi nello sviluppo e anomalie congenite, oltre a sbilanci ormonali in donne e uomini.

TOLUENE (espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TRM	VINOVO	TO-LINGOTTO	TO-CONSOLATA
Ore valide:	5773	7535	7465	8316
Percentuale ore valide:	66%	86%	85%	95%
Giorni validi:	236	318	307	353
Percentuale giorni validi:	65%	87%	84%	97%
Media delle medie mensili dei massimi giornalieri (a):	17.4	8.9	19.3	21.1
Media dei massimi giornalieri (b):	14	8.4	19.2	21.1
Media delle medie giornaliere (c):	6.9	4.2	9.9	10.5
Media dei valori orari:	6.9	4.1	9.8	10.5

Tabella 7 - Toluene: Indicatori statistici anno 2013

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

Le concentrazioni medie di toluene presso la centralina TRM si collocano a livello intermedio tra le concentrazioni di picco misurate presso la stazione di Torino-Consolata e i minimi della rete provinciale registrati a Vinovo (**Tabella 7**).

Nella **Figura 8** e nella **Figura 9** vengono mostrati infine gli andamenti del giorno medio per i due composti organici aromatici. Il calcolo del giorno medio conferma quanto precedentemente detto in base all'osservazione dei dati: le concentrazioni di benzene sono vicine a quelle di Torino-Consolata, mentre il toluene è al di sotto dei valori registrati nella stazione di Torino-Lingotto. L'andamento presenta un doppio picco tra le 9 e le 10 del mattino e tra le 22-23 della sera, in analogia con le altre stazioni della rete provinciale.

GIORNO MEDIO: BENZENE confronto stazione TRM e stazioni della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria

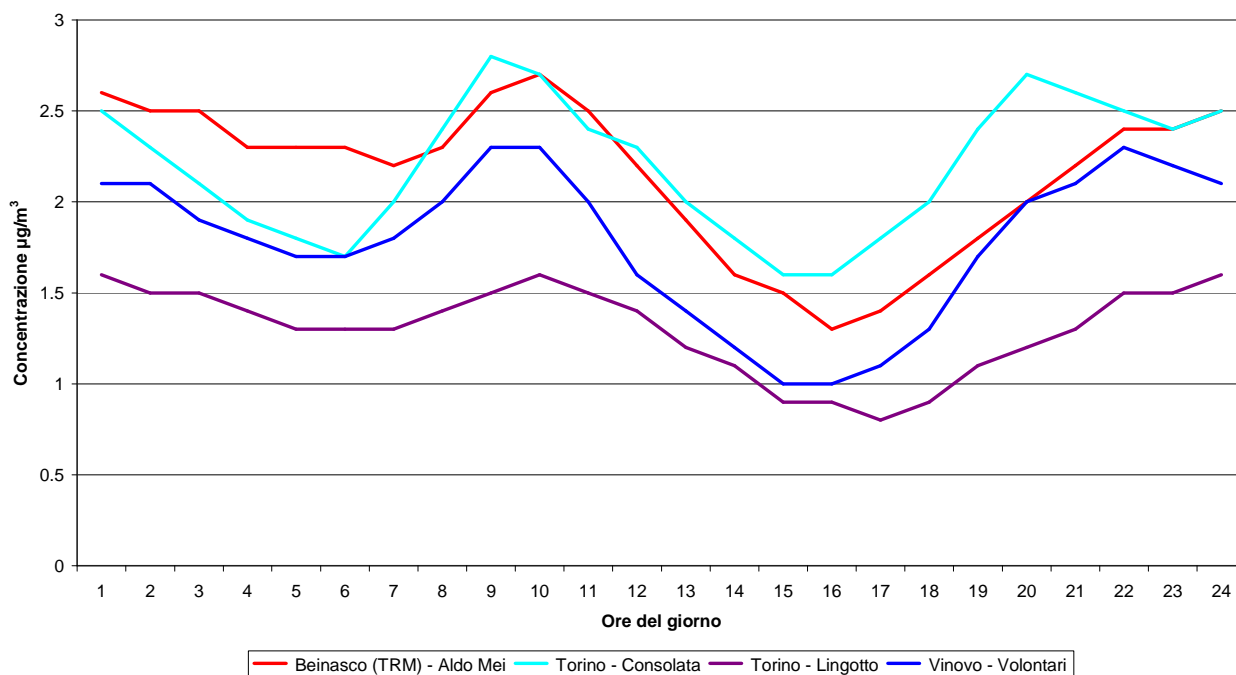


Figura 8 - Benzene: Andamento medio delle concentrazioni orarie (giorno medio)

GIORNO MEDIO: TOLUENE confronto stazione TRM e stazioni della Rete Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria

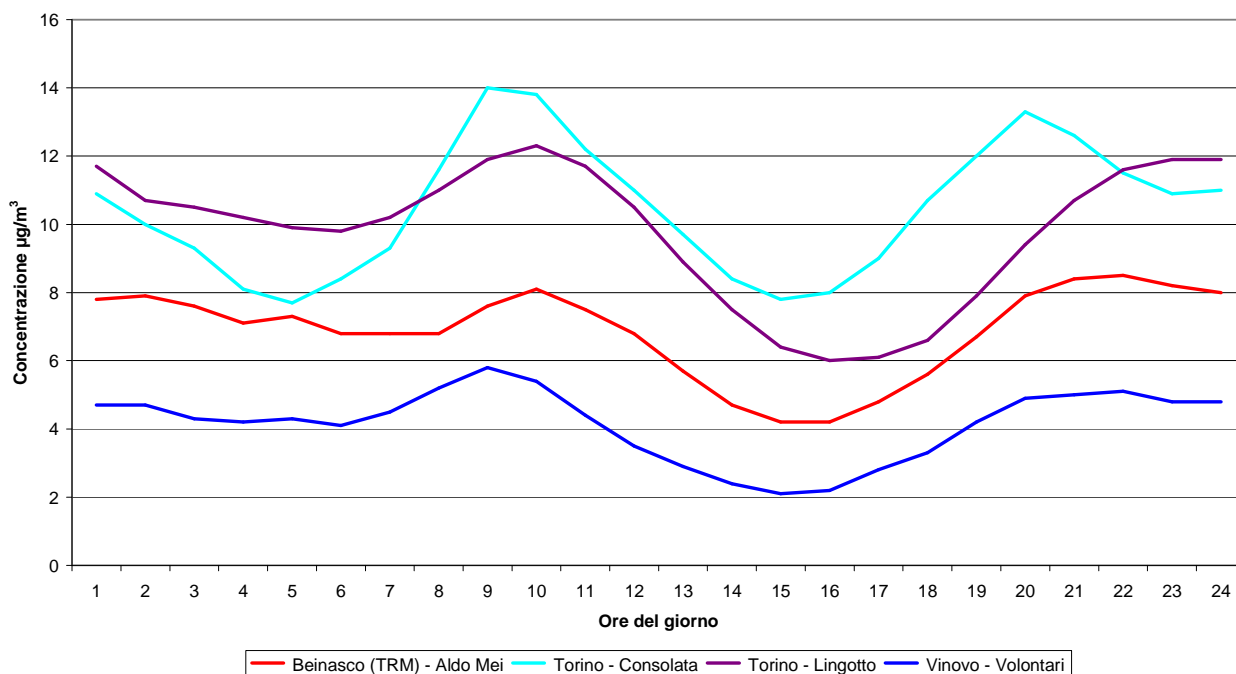


Figura 9 - Toluene: Andamento medio delle concentrazioni orarie (giorno medio)

Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Il D.Lgs 155/2010 prevede per quanto riguarda gli idrocarburi policiclici aromatici sul PM₁₀ un valore limite per il benzo(a)pirene, espresso come media annuale, pari a 1 ng/m³.

Non sono previsti limiti normativi per gli altri composti. Tuttavia il rapporto quantitativo dei singoli IPA sul totale degli IPA presenti nell'aria è costante nel tempo, per cui il benzo(a)pirene, il più studiato della classe e per il quale sono stati accertati gli effetti cancerogeni, viene utilizzato come indicatore di esposizione dell'intera classe degli IPA.

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono composti formati da due o più anelli aromatici che derivano prevalentemente dalla combustione incompleta di materia organica come ad esempio carbone, derivati del petrolio, olio o biomassa. Le proprietà fisiche degli IPA, in particolare la pressione di vapore e il coefficiente di partizione tra la fase gassosa e la fase solida, variano in funzione del loro numero di anelli e del loro peso molecolare. Gli IPA sono sostanze semivolatili trasportate dalle masse d'aria sia allo stato di gas sia adsorbite sulla frazione solida in sospensione. Gli IPA sono sostanze di interesse tossicologico in quanto alcune di esse sono considerate probabili o possibili cancerogeni (cIPA) (IARC, 1984).

Nella **Tabella 8** e seguenti sono riportati gli indicatori statistici dell'anno 2013 per i vari idrocarburi determinati sul PM₁₀ campionato presso la stazione di Beinasco – Aldo Mei e confrontati con i dati raccolti in una serie di altre stazioni fisse della rete provinciale.

Benzo(a)pirene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino-Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
Media 2013	0.8	0.3	0.7	1.1	0.8	1.2
Giorni validi:	350	356	358	326	340	352
Percentuale giorni validi:	96%	98%	98%	89%	93%	96%

Tabella 8: Benzo(a)Pirene sul PM10 – indicatori statistici anno 2013.

Benzo(a)antracene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino-Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
Media 2013	0.55	0.2	0.5	0.92	0.55	0.96
Giorni validi:	350	356	358	326	340	352
Percentuale giorni validi:	96%	98%	98%	89%	93%	96%

Tabella 9: Benzo[a]Antracene sul PM10 – indicatori statistici anno 2013.

Benzo(b+j+k)fluoranten e sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino-Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
Media 2013	1.76	0.89	1.63	2.29	1.79	2.46
Giorni validi:	350	356	358	326	340	352
Percentuale giorni validi:	96%	98%	98%	89%	93%	96%

Tabella 10: Benzo[b+j+k]Fluorantene sul PM10 – indicatori statistici anno 2013.

<i>Indeno(1,2,3-cd)pirene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)</i>	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino-Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
<i>Media 2013</i>	0.73	0.39	0.71	0.95	0.75	0.98
<i>Giorni validi:</i>	350	356	358	326	340	352
<i>Percentuale giorni validi:</i>	96%	98%	98%	89%	93%	96%

Tabella 11: Indeno[1,2,3-cd]Pirene sul PM10 – indicatori statistici anno 2013

Per il periodo considerato i livelli determinati presso la stazione di Beinasco sono in linea con quelli osservati presso la stazione urbana di traffico di To-Consolata e quella di fondo urbano di To-Lingotto. Il limite normativo annuale di 1 ng/m³ previsto dal D.Lgs 155/2010 è rispettato.

In **Figura 10** sono state riportate le concentrazioni di Benzo(a)Pirene determinate nei singoli campioni mensili per le stazioni poste a confronto. Si osserva come il mese di dicembre sia molto più ricco di B(a)P rispetto al resto dell'anno, probabilmente a causa delle particolari condizioni meteo climatiche; si tratta infatti di una situazione che accomuna siti con caratteristiche e localizzazioni molto differenti tra loro. Il mese di dicembre è stato il più critico anche per il PM10, in particolar modo fino alla giornata del 19, periodo caratterizzato da temperature più alte della media.

Andamento analogo si osserva anche per gli altri IPA determinati nel PM₁₀.

Benzo(a)pirene - Anno 2013

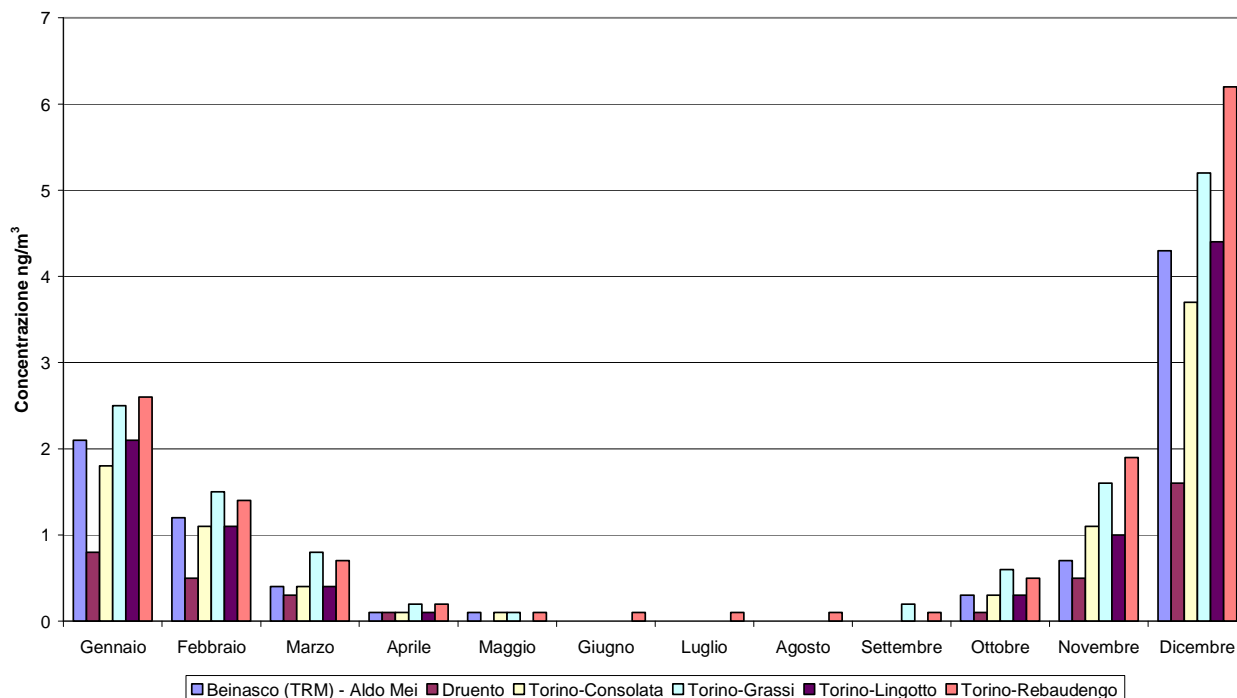


Figura 10 - Concentrazione di Benzo(a)Pirene nel PM10, andamento mensile anno 2013.

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.

il Decreto 29 novembre 2012 ha individuato come stazione nazionale speciale per la misura del mercurio quella dell'Istituto per l'Inquinamento Atmosferico del CNR nel Comune di Montelibretti, in provincia di Roma. I relativi dati non sono ancora disponibili nella banca dati nazionale BRACE 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 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* , 2nd edition, pubblicato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità nell'anno 2000;
- *AMA/UNEP Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2013* pubblicato nel 2013 dall'Arctic Monitoring and Assessment Programme e dallo United Nations Environment Programme.

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 metilmercurio¹. Quest'ultimo è in assoluto la forma maggiormente tossica e biodisponibile per gli organismi viventi². 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)³. Più precisamente il mercurio elementare si ritrova in aria ambiente a concentrazioni dell'ordine dei ng/m³, mentre il mercurio sul particolato, le specie bivalenti gassose e i composti del tipo del metilmercurio hanno valori dell'ordine dei pg/m³^{4 5}. 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 ore⁶.

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/m³ e 10 ng/m³. Il documento *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper* indica che concentrazioni tipiche sono dell'ordine di 1.2-3.7 ng/m³, con punte nei siti più impattati dell'ordine di 20-30 ng/m³; questi valori sono confermati anche dai dati più recenti messi a disposizione dall'Agenzia Europea dell'Ambiente⁷.

¹ *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pag. 167

² *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pag. 16

³ *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pag. 4

⁴ *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pag. 114

⁵ AMAP/UNEP Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2013, tabella 3.3 pag. 47

⁶ 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

⁷ Si veda la versione sette del db AirBase (<http://acm.eionet.europa.eu/databases/airbase/>) e il rapporto EEA *Air quality in Europe — 2012 report*, pag. 78

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/m³ per il mercurio elementare gassoso;
- tra 6,42 e 7,20 pg/m³ per il mercurio presente sul PM2.5;
- tra 0,73 e 1,72 pg/m³ per il mercurio ossidato in fase gassosa

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

- il valore di linea guida in aria ambiente stabilito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, che è pari a 1000 ng/m³ come media annuale per il mercurio inorganico⁸;
- l'RfC (Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure) definito da U.S. – EPA (Environmental Protection Agency), pari a 300 ng/m³ per il mercurio elementare⁹;
- l'MRL (Minimal Risk Level) per esposizione cronica definito dall'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), pari a 200 ng/m³ per il mercurio elementare¹⁰

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 2013 sono riassunti nella **Tabella 12** mentre la **Tabella 13** riporta nel dettaglio le concentrazioni medie mensili.

⁸ 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 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

⁹ 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

¹⁰ US- ATSDR Toxicological Profiles – Mercury. L'MRL è una stima dell'esposizione umana giornaliera a una sostanza pericolosa che è resumibile no 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)

Mercurio elementare gassoso (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei
<i>Minima media giornaliera</i>	4
<i>Massima media giornaliera</i>	26
<i>Media delle medie giornaliere</i>	5
<i>Giorni validi</i>	361
<i>Percentuale giorni validi</i>	99%
<i>Media dei valori orari</i>	5
<i>Massima media oraria</i>	224
<i>Ore valide</i>	8668
<i>Percentuale ore valide</i>	99%

Tabella 12 Mercurio elementare gassoso- indicatori statistici anno 2013

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 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 14**.

Mercurio elementare gassoso (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei
<i>Gennaio</i>	5
<i>Febbraio</i>	5
<i>Marzo</i>	5
<i>Aprile</i>	5
<i>Maggio</i>	5
<i>Giugno</i>	5
<i>Luglio</i>	5
<i>Agosto</i>	5
<i>Settembre</i>	5
<i>Ottobre</i>	6
<i>Novembre</i>	5
<i>Dicembre</i>	5

Tabella 13 Mercurio elementare gassoso – Concentrazioni medie mensili anno 2013

Mercurio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei
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

Tabella 14 Mercurio sul PM10 – Concentrazioni medie mensili anno 2013

Analizzando nel dettaglio la serie temporale del mercurio elementare gassoso, si osserva che i valori misurati nel 2013 si sono costantemente assestati attorno ad alcuni ng/m³, con l'unica eccezione di un episodio avvenuto tra le ore 22 del 2 ottobre e le ore 1 del 3 ottobre 2013 (ora legale¹¹) in cui la stazione di monitoraggio ha rilevato medie orarie di mercurio aerodisperso tra 39 e 224 ng/m³. Dalle ore 2 (ora legale) del 3 ottobre le concentrazioni sono ritornate agli usuali valori di fondo.

Sotto il profilo della protezione della salute, data la durata estremamente limitata dell'episodio citato, si osserva che, anche considerando la somma delle due forme di mercurio aerodisperso (gassoso e presente sul PM10), sia le singole medie mensili che la media annuale risultano nel 2013 inferiori di più di due ordini di grandezza al valore di linea guida stabilito dall'O.M.S. e di più di un ordine di grandezza a quelli stabiliti da U.S. – EPA e ATSDR.

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

Per completezza di trattazione si ritiene opportuno evidenziare che nel corso dell'episodio citato del 2-3 ottobre i valori di mercurio al camino TRM misurati dal Sistema di Monitoraggio delle Emissioni (SME) – ai quali ha accesso il Servizio territoriale di Tutela e Vigilanza del Dipartimento scrivente – sono sempre risultati inferiori al limite di rilevabilità strumentale.

Altri metalli sul particolato

Il D.Lgs 155/2010 e s.m.i. di recepimento della Direttiva 2008/50/CE prevede per quanto riguarda i metalli sul PM10 :

- un valore limite per il piombo, espresso come media annuale e pari a 0.5 µg/m³;
- valori obiettivo, anch'essi espressi come media annuale, per arsenico (6 ng/m³), cadmio (5 ng/m³) e nichel (20 ng/m³).

¹¹ La specificazione è necessaria perché nel sito "Qualità dell'Aria in Piemonte", che diffonde al pubblico i dati di tutte le stazioni regionali, le misure di qualità dell'aria sono sempre riferiti all'ora solare anche nei mesi in cui è in vigore l'ora legale. Nel 2013 l'ora legale è stata in vigore sino al 26 ottobre.

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 15** alla **Tabella 18** sono riportati gli indicatori statistici dell'anno 2013 per arsenico, cadmio, nichel e piombo sul PM₁₀ relativi alla stazione di Beinasco – Aldo Mei ed a una serie di altre stazioni fisse utilizzate a scopo di confronto.

Arsenico sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino-Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
<i>Media 2013</i>	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
<i>Giorni validi:</i>	350	356	358	326	340	352
<i>Percentuale giorni validi:</i>	96%	98%	98%	89%	93%	96%

Tabella 15 - Arsenico sul PM10 – indicatori statistici anno 2013

Cadmio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino-Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
<i>Media 2013</i>	0.2	0.1	0.24	0.27	0.19	0.33
<i>Giorni validi:</i>	350	356	358	326	340	352
<i>Percentuale giorni validi:</i>	96%	98%	98%	89%	93%	96%

Tabella 16 - Cadmio sul PM10 – indicatori statistici anno 2013

Nichel sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino-Consolata	Torino-Grassi	Torino-Lingotto	Torino-Rebaudengo
<i>Media 2013</i>	2.9	1.6	4.9	5.5	3.5	5.2
<i>Giorni validi:</i>	350	356	358	326	340	352
<i>Percentuale giorni validi:</i>	96%	98%	98%	89%	93%	96%

Tabella 17 - Nichel sul PM10 – indicatori statistici anno 2013

<i>Piombo sul PM10 (valori di conc. espressi in µg/m³)</i>	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	Druento	Torino- Consolata	Torino- Grassi	Torino- Lingotto	Torino- Rebaudengo
<i>Media 2013</i>	0.009	0.004	0.01	0.01	0.009	0.019
<i>Giorni validi:</i>	350	356	358	295	340	352
<i>Percentuale giorni validi:</i>	96%	98%	98%	81% (a)	93%	96%

Tabella 18 - Piombo sul PM10 – indicatori statistici anno 2013

(a) i dati di dicembre di Torino-Grassi sono ancora in fase di verifica, pertanto non sono stati inseriti nelle elaborazioni statistiche

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 Torino-Grassi) e la stazione di fondo rurale di Druento, ubicata all'interno del Parco regionale La Mandria¹².

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 cobalto, cromo, rame, selenio, 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 19** è riportato un riassunto delle informazioni desunte dai documenti citati.

¹² 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

Metallo	Linea guida O.M.S. (ng/m ³)	U.S. EPA RfC (ng/m ³)	ATSDR MRL (ng/m ³)	Valori tipici in aria ambiente secondo O.M.S. (ng/m ³)	Valori tipici in aria ambiente secondo ATSDR (**)(ng/m ³)
Cobalto	-	-	100 (esposizione cronica)	1-2 in area urbana (*)	-
Cromo	(***)	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
Rame	-	-	-	-	1-200
Selenio	-	-	-	-	< 10 come concentrazione di fondo
Vanadio	1000 come media su 24 h	-	100 (esposizione cronica)	50-200 in area urbana	11 come media nazionale degli Stati Uniti
Zinco	-	-	-	-	20-160 in area urbana

(*) 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 4×10^2 per un'esposizione a 1000 ng/m³ per l'intero arco della vita

Tabella 19 - 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-Lingotto, Torino-Rebaudengo e Torino-Grassi, le quali verranno quindi utilizzate nel seguito come confronto.

Dalla **Tabella 20** alla **Tabella 25** sono riportati gli indicatori statistici dell'anno 2013 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.

Cobalto sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO-Lingotto	TO-Rebaudengo
Media del periodo	0.7	0.7	0.7	0.7
Giorni validi	350	326	340	352
Percentuale giorni validi	96%	89%	93%	96%

Tabella 20 - Cobalto sul PM10 – indicatori statistici anno 2013

Cromo sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO- Lingotto	TO- Rebaudengo
Media del periodo	2.5	6.6	3	8.1
Giorni validi	350	272	340	352
Percentuale giorni validi	96%	75% (a)	93%	96%

Tabella 21 - Cromo sul PM10 – indicatori statistici anno 2013

(a) i dati di ottobre e dicembre di Torino-Grassi sono ancora in fase di verifica, pertanto non sono stati inseriti nelle elaborazioni statistiche

Rame sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO- Lingotto	TO- Rebaudengo
Media del periodo	38.1	75.6	44.1	82.1
Giorni validi	350	272	340	322
Percentuale giorni validi	96%	75% (a)	93%	88%

Tabella 22 - Rame sul PM10 – indicatori statistici anno 2013

(a) i dati di ottobre e dicembre di Torino-Grassi sono ancora in fase di verifica, pertanto non sono stati inseriti nelle elaborazioni statistiche

Selenio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO- Lingotto	TO- Rebaudengo
Media del periodo	0.7	0.7	0.7	0.7
Giorni validi	350	326	340	352
Percentuale giorni validi	96%	89%	93%	96%

Tabella 23 - Selenio sul PM10 – indicatori statistici anno 2013

Vanadio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO- Lingotto	TO- Rebaudengo
Media del periodo	0.7	1.4	0.9	1.5
Giorni validi	350	303	340	352
Percentuale giorni validi	96%	83%(a)	93%	96%

Tabella 24 - Vanadio sul PM10 – indicatori statistici anno 2013

(a) i dati di dicembre di Torino-Grassi sono ancora in fase di verifica, pertanto non sono stati inseriti nelle elaborazioni statistiche

Zinco sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO- Lingotto	TO- Rebaudengo
<i>Media del periodo</i>	57.4	69.7	60.8	84
<i>Giorni validi</i>	350	303	340	352
<i>Percentuale giorni validi</i>	96%	83% (a)	93%	96%

Tabella 25 - Zinco sul PM10 – indicatori statistici anno 2013

(a) i dati di dicembre di Torino-Grassi sono ancora in fase di verifica, pertanto non sono stati inseriti nelle elaborazioni statistiche

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-Lingotto.

Nel caso di cobalto, 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 19**); in tutti i 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), come nel caso di coloro che lavorano nella produzione di pesticidi o determinati prodotti chimici.

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.

Prima che nel 1985 ne fossero vietati il commercio e l'uso, i PCB erano generalmente utilizzati in due tipologie d'applicazione:

- nei sistemi chiusi come ad esempio fluidi dielettrici in apparecchiature elettriche (principalmente trasformatori); in questo caso le principali vie di contaminazione ambientale sono riconducibili a perdite, incendi, scarichi illeciti e smaltimento inadeguato;
- nei sistemi aperti come additivi per antiparassitari, ritardanti di fiamma, isolanti, vernici, ecc.; tra questi usi le principali fonti di contaminazione ambientale sono le discariche, la migrazione di particelle e l'emissione in atmosfera a seguito di evaporazione.

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).

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 Immissioschutz - Comitato degli Stati per la protezione ambientale) pari a:

Linea guida per aria ambiente: 150 fg I-TEQ/m³.

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

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").

Gli strumenti utilizzati sono campionatori ad alto volume tipo echo puf; il prelievo viene realizzato aspirando e filtrando il flusso di aria su un dispositivo che permette di intrappolare diossine e PCB sia in forma vapore che come particolato. La durata del campionamento è di circa 30 giorni.

Il campionatore è strutturato come nella figura sottostante. La portata di campionamento viene controllata elettronicamente e i parametri di prelievo vengono misurati e memorizzati dallo strumento (flusso di campionamento, volumi totalizzati, temperatura ambiente, pressione ambiente, intasamento del filtro).

Il modulo di campionamento, costituito da filtro e cartuccia adsorbente, consente campionamenti simultanei di particolato e frazione vapore.

Il campione destinato all'analisi consiste in un filtro e un adsorbente su cui viene realizzata la determinazione di policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili.



Dettaglio modulo di campionamento: filtro e cartuccia adsorbente

Figura 11: Campionatore echo puf.

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.

La procedura analitica prevede le seguenti fasi:

- contaminazione del campione in fase di estrazione con miscele di materiali di riferimento marcati con $^{13}\text{C}_{12}$ per PCDD/DF e PCB;
- estrazione in Soxhlet per le spugne e il materiale depositato;
- purificazione automatica con Power Prep System per purificare e separare PCDD/DF da PCB;
- contaminazione del campione in fase di analisi strumentale con miscele di materiali di riferimento marcati con $^{13}\text{C}_{12}$ per PCDD/DF e PCB;
- analisi strumentale in HRGC/HRMS (gascromatografia ad alta risoluzione abbinata a spettrometria di massa ad alta risoluzione) per PCDD/DF e PCB.

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 il medesimo meccanismo di azione (attivazione del recettore Ah) e producono effetti tossici simili: proprio 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 26 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.

	I-TEF (NATO/CCMS, 1988) ¹³	WHO-TEF¹⁴ (WHO, 2005)
PCDD/PCDF		
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
PCB		
3,3',4,4' TETRA-CB (IUPAC 77)		0,0001
3,4,4',5 TETRA-CB (IUPAC 81)		0,0003

¹³ 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

¹⁴ 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.

	I-TEF (NATO/CCMS, 1988) ¹³	WHO-TEF ¹⁴ (WHO, 2005)
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

Tabella 26 - Fattori di Tossicità Equivalente.

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 riferiscono alla somma delle singole famiglie, da triclorobifenili ad octaclorobifenili.

L'unità di misura con cui vengono espressi gli esiti di PCDD/DF in qualità dell'aria è: fg I-TEQ/m³.

L'unità di misura con cui vengono espressi gli esiti per le diverse sommatorie di PCB in qualità dell'aria è: pg/m³, mentre per i PCB dioxin like è: pg WHO-TEQ/m³.

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

In **Tabella 27** e **Tabella 28** sono riportati gli esiti delle determinazioni analitiche relative rispettivamente a PCDD/DF e PCB realizzate sui campioni prelevati da gennaio a dicembre 2013.

Le stesse concentrazioni sono state riportate in grafico nella **Figura 12**, **Figura 13** e **Figura 14**.

Relativamente ai campionamenti effettuati nel mese di agosto, si sono verificati problemi analitici che hanno portato all'annullamento del campione.

MESE	GENNAIO 2013	FEBBRAIO 2013	MARZO 2013	APRILE 2013	MAGGIO 2013	GIUGNO 2013	LUGLIO 2013	AGOSTO 2013	SETTEMBRE 2013	OTTOBRE 2013	NOVEMBRE 2013	DICEMBRE 2013
Campione n°	5344	11299	16244	20736	26254	32975	41354	46644	51411	56220	60350	3473
Unità di misura	fg/m ³	fg/m ³	fg/m ³	fg/m ³	fg/m ³	fg/m ³	fg/m ³	fg/m ³	fg/m ³	fg/m ³	fg/m ³	fg/m ³
2,3,7,8 TETRA-CDD	4,33	6,59	4,40	2,40	<0,306	<0,190	<0,135	N.D.	<0,179	<0,533	<0,681	2,96
1,2,3,7,8 PENTA-CDD	17,2	9,54	8,84	2,63	<0,284	2,63	<0,170	N.D.	1,28	2,78	6,90	11,4
1,2,3,4,7,8 ESA-CDD	8,88	8,10	8,84	3,41	1,98	2,80	<0,251	N.D.	1,38	3,20	6,44	7,96
1,2,3,6,7,8 ESA-CDD	18,2	15,7	21,0	7,79	<0,236	8,78	2,06	N.D.	2,96	7,50	13,0	16,9
1,2,3,7,8,9 ESA-CDD	13,1	13,2	15,7	5,34	2,65	7,72	<0,275	N.D.	2,43	6,04	11,2	16,0
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDD	118	100	141	42,1	12,4	84,2	8,54	N.D.	15,3	50,2	88,2	121
OCTA-CDD	234	187	246	68,5	33,4	257	19,6	N.D.	29,3	91,2	164	240
2,3,7,8 TETRA-CDF	51,0	28,0	15,5	10,1	4,07	6,63	5,08	N.D.	5,60	7,92	21,5	46,9
1,2,3,7,8 PENTA-CDF	6,48	29,2	20,5	8,1	3,64	7,21	3,29	N.D.	3,99	8,62	18,1	33,8
2,3,4,7,8 PENTA-CDF	51,2	110	92,3	12,6	5,68	13,8	3,72	N.D.	7,77	14,6	32,0	56,4
1,2,3,4,7,8 ESA-CDF	50,0	39,1	47,3	16,1	4,01	16,5	3,59	N.D.	7,21	13,7	26,5	38,8
1,2,3,6,7,8 ESA-CDF	44,9	36,7	37,9	12,9	3,76	13,2	2,76	N.D.	5,69	12,5	24,5	37,0
2,3,4,6,7,8 ESA-CDF	32,8	17,0	61,0	12,5	1,95	13,7	0,446	N.D.	3,06	7,25	25,1	45,8
1,2,3,7,8,9 ESA-CDF	5,3	1,61	2,40	0,584	0,226	1,69	<0,146	N.D.	0,630	<0,412	2,26	<1,11
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDF	153	125	252	65,2	12,6	93,4	11,3	N.D.	29,1	50,8	80,9	106
1,2,3,4,7,8,9 EPTA-CDF	27,2	17,5	40,1	8,04	2,40	12,1	1,51	N.D.	4,83	6,32	10,8	15,3
OCTA-CDF	94,1	63,9	232	45,4	12,7	68,3	8,16	N.D.	22,0	35,5	52,2	64,1
PCDD/F totali (fg I-TEQ/m³)	64,6	86,6	81,8	18,6	5,44	18,0	3,80	N.D.	8,25	16,4	35,7	62,3

N.D. non determinato

Tabella 27 - Concentrazioni di PCDD e PCDF in aria ambiente.

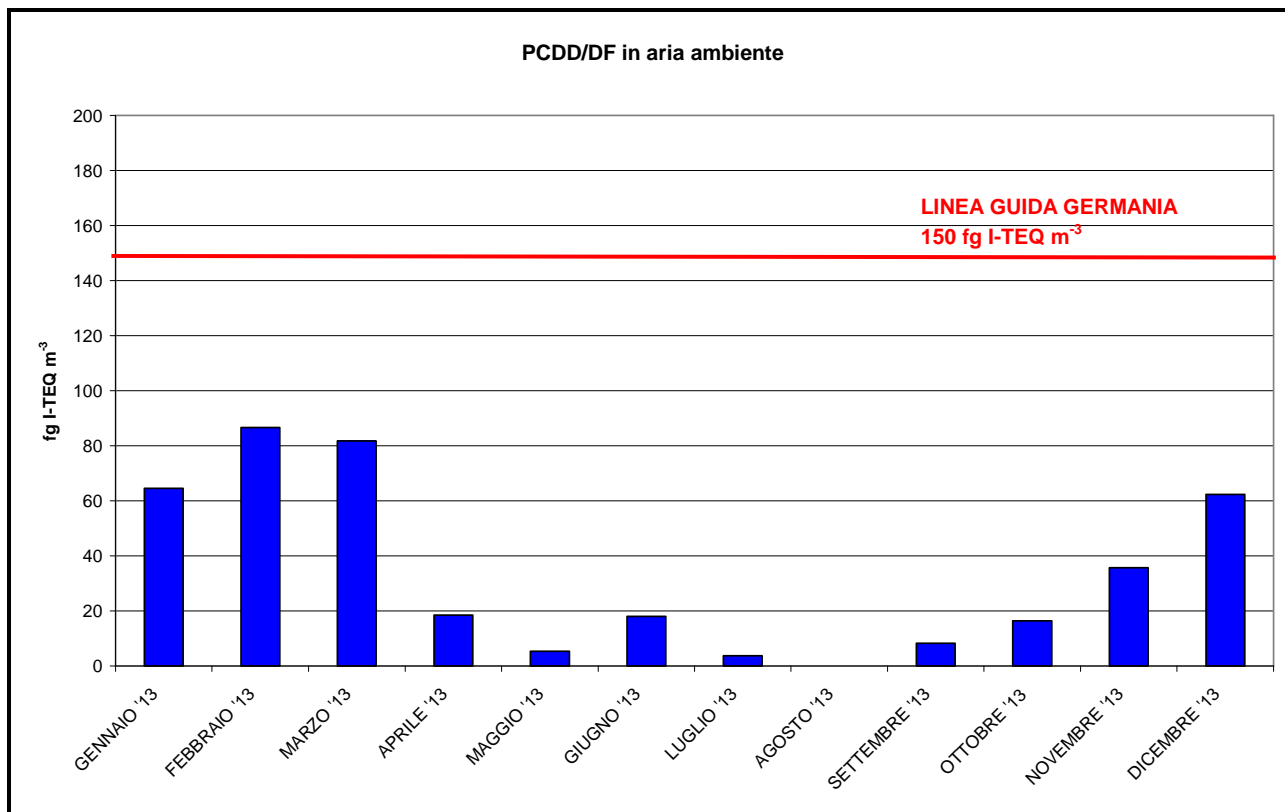


Figura 12 - Concentrazioni di PCDD e PCDF in aria ambiente

MESE	GENNAIO 2013	FEBBRAIO 2013	MARZO 2013	APRILE 2013	MAGGIO 2013	GIUGNO 2013	LUGLIO 2013	AGOSTO 2013	SETTEMBRE 2013	OTTOBRE 2013	NOVEMBRE 2013	DICEMBRE 2013
Campione n°	5344	11299	16244	20736	26254	32975	41354	46644	51411	56220	60350	3473
Unità di misura	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³
PCB 77 (3,3',4,4' TETRA-CB)	0,365	0,204	0,199	0,250	0,261	0,395	0,461	N.D.	0,423	0,292	0,270	0,402
PCB 81 (3,4,4',5 TETRA-CB)	0,0173	0,0216	0,0174	0,0304	0,0165	0,0173	0,0192	N.D.	0,00840	0,0249	0,0222	0,0299
PCB 126 (3,3',4,4',5 PENTA-CB)	0,0453	0,0300	0,0277	0,0354	0,0214	0,0252	0,0275	N.D.	0,0141	0,0324	0,0471	0,0715
PCB 169 (3,3',4,4',5,5' ESA-CB)	0,0110	0,00899	0,00942	<0,00208	0,00368	0,00332	0,00199	N.D.	0,0015	<0,00152	<0,00187	0,0283
PCB 105 (2,3,3',4,4' PENTA-CB)	3,10	1,80	1,14	1,48	1,19	1,75	1,78	N.D.	5,33	1,48	1,50	2,47
PCB 114 (2,3,4,4',5 PENTA-CB)	0,232	0,118	0,0906	0,0961	0,0921	0,125	0,158	N.D.	0,120	0,116	0,103	0,176
PCB 118 (2,3',4,4',5 PENTA-CB)	7,28	3,92	2,92	3,29	3,07	4,97	6,49	N.D.	6,10	4,59	3,59	5,51
PCB 123 (2,3,4,4',5 PENTA-CB)	0,331	0,190	0,167	0,176	0,119	0,0754	0,0930	N.D.	0,122	0,134	0,0758	0,172
PCB 156 (2,3,3',4,4',5 ESA-CB)	0,520	0,513	0,237	0,242	0,207	0,268	0,362	N.D.	0,268	0,236	0,304	0,704
PCB 157 (2,3,3',4,4',5' ESA-CB)	0,139	0,114	0,0579	0,0632	0,0485	0,0568	0,375	N.D.	0,0490	0,0517	0,0725	0,160
PCB 167 (2,3',4,4',5,5' ESA-CB)	0,318	0,220	0,119	0,133	0,122	0,155	0,186	N.D.	0,149	0,153	0,150	0,283
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5' EPTA-CB)	0,0469	0,0512	0,0341	0,0219	0,0157	0,0159	0,0168	N.D.	0,0151	0,0174	0,0306	0,0814
PCB Dioxin Like (pg WHO-TEQ /m³)	0,00526	0,00351	0,00322	0,00377	0,00243	0,00289	0,00314	N.D.	0,00186	0,00350	0,00494	0,00833
PCB 28 (2,4,4' TRI-CB)	12,8	4,48	9,35	6,61	8,93	2,93	2,99	N.D.	5,60	9,12	13,6	15,0
PCB 52 (2,2',5,5' TETRA-CB)	16,0	7,37	9,11	11,0	11,1	6,36	6,73	N.D.	12,4	17,5	14,4	19,4
PCB 101 (2,2',4,5,5' PENTA-CB)	10,7	5,99	6,65	7,58	7,57	12,3	17,6	N.D.	14,9	10,6	8,08	11,5
PCB 138 (2,2',3,4,4',5' ESA-CB)	6,31	4,87	3,31	3,35	3,30	4,60	6,97	N.D.	4,33	4,13	3,31	5,98
PCB 153 (2,2',4,4',5,5' ESA-CB)	8,03	5,82	4,58	5,30	4,75	8,32	N.D.	N.D.	9,89	7,33	5,66	9,80
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5' EPTA-CB)	2,59	3,02	1,53	1,25	1,18	1,62	2,36	N.D.	1,81	1,53	1,66	3,82
PCB Marker (pg/m³)	56,4	31,5	34,5	35,0	36,8	36,2	36,7	N.D.	49,0	50,2	46,7	65,5
PCB 95 (2,2',3,5',6 PENTA-CB)	9,67	5,31	6,72	7,96	8,03	11,4	7,16	N.D.	2,24	11,7	8,39	12,2
PCB 99 (2,2',4,4',5 PENTA-CB)	5,18	2,78	3,08	3,45	3,21	4,82	2,12	N.D.	6,36	4,08	3,36	4,50
PCB 110 (2,3,3',4',6 PENTA-CB)	10,3	5,50	4,95	5,62	5,31	7,64	12,8	N.D.	0,548	7,87	6,20	8,51
PCB 128 (2,2',3,3',4,4' ESA-CB)	1,06	0,895	0,491	0,566	0,507	0,677	1,26	N.D.	0,691	0,644	0,599	1,12

MESE	GENNAIO 2013	FEBBRAIO 2013	MARZO 2013	APRILE 2013	MAGGIO 2013	GIUGNO 2013	LUGLIO 2013	AGOSTO 2013	SETTEMBRE 2013	OTTOBRE 2013	NOVEMBRE 2013	DICEMBRE 2013
Campione n°	5344	11299	16244	20736	26254	32975	41354	46644	51411	56220	60350	3473
Unità di misura	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³	pg/m ³
PCB 146 (2,2',3,4',5,5' ESA-CB)	0,903	0,914	0,686	0,901	0,800	1,04	0,0976	N.D.	0,951	0,796	0,765	1,27
PCB 149 (2,2',3,4',5,5',6 ESA-CB)	6,00	4,60	3,90	5,53	4,56	0,368	0,612	N.D.	13,4	6,04	4,45	7,63
PCB 151 (2,2',3,5,5',6 ESA-CB)	2,79	1,64	1,53	2,30	0,990	2,51	1,02	N.D.	1,37	2,08	1,43	2,38
PCB 170 (2,2',3,3',4,4',5 EPTA-CB)	0,970	1,07	0,538	0,430	0,390	0,0190	0,0985	N.D.	0,703	0,611	0,796	2,00
PCB 177 (2,2',3,3',4,5',6 EPTA-CB)	0,442	0,627	0,396	0,440	0,393	0,433	3,68	N.D.	1,17	0,459	0,459	0,950
PCB 183 (2,2',3,4,4',5,6 EPTA-CB)	0,709	0,685	0,490	0,548	0,435	0,608	0,223	N.D.	0,596	0,528	0,508	1,05
PCB 187 (2,2',3,4',5,5',6 EPTA-CB)	1,60	1,57	1,13	1,12	1,01	0,552	0,636	N.D.	1,41	1,22	1,19	2,43
PCB Non Dioxin Like (pg/m³)	39,6	25,6	23,9	28,9	25,6	30,1	29,7	N.D.	29,4	36,0	28,1	44,1
SOMMA 29 PCB (dioxin like, marker, non dioxin like) (pg/m³)	108	64,3	63,5	69,7	67,7	74,1	76,4	N.D.	91,0	93,3	81,0	120
Famiglia Tricloro-bifenili	56,5	29,2	38,9	34,6	44,6	15,4	10,9	N.D.	25,2	39,2	46,1	86,5
Famiglia Tetracloro-bifenili	88,3	106	94,6	45,6	39,3	33,1	63,7	N.D.	51,0	98,6	60,8	134
Famiglia Pentacloro-bifenili	58,8	31,3	29,6	38,1	36,8	45,0	50,9	N.D.	49,9	43,7	36,9	52,8
Famiglia Esacloro-bifenili	21,7	21,1	17,0	19,7	16,7	32,5	25,2	N.D.	27,8	25,9	18,9	32,9
Famiglia Eptacloro-bifenili	8,74	9,69	5,71	6,16	5,31	7,95	4,38	N.D.	6,41	8,73	6,95	15,5
Famiglia Octacloro-bifenili	1,98	0,564	0,254	0,150	0,0498	0,621	0,136	N.D.	0,798	1,38	1,06	2,85
PCB Totale Famiglie (pg/m³)	236	198	186	144	143	135	155	N.D.	161	218	171	324

N.D. non determinato

Tabella 28 - Concentrazioni di PCB in aria ambiente.

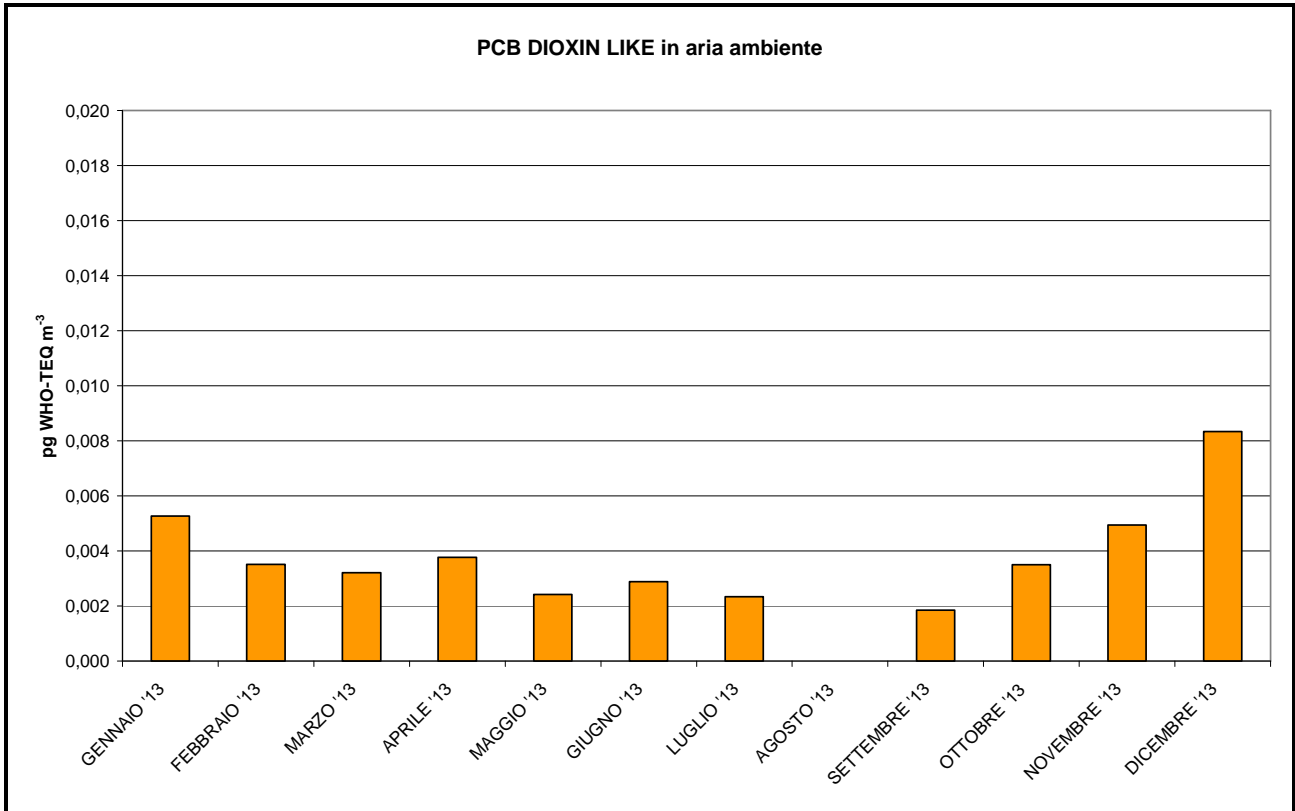


Figura 13 - Concentrazioni di PCB dioxin like in aria ambiente.

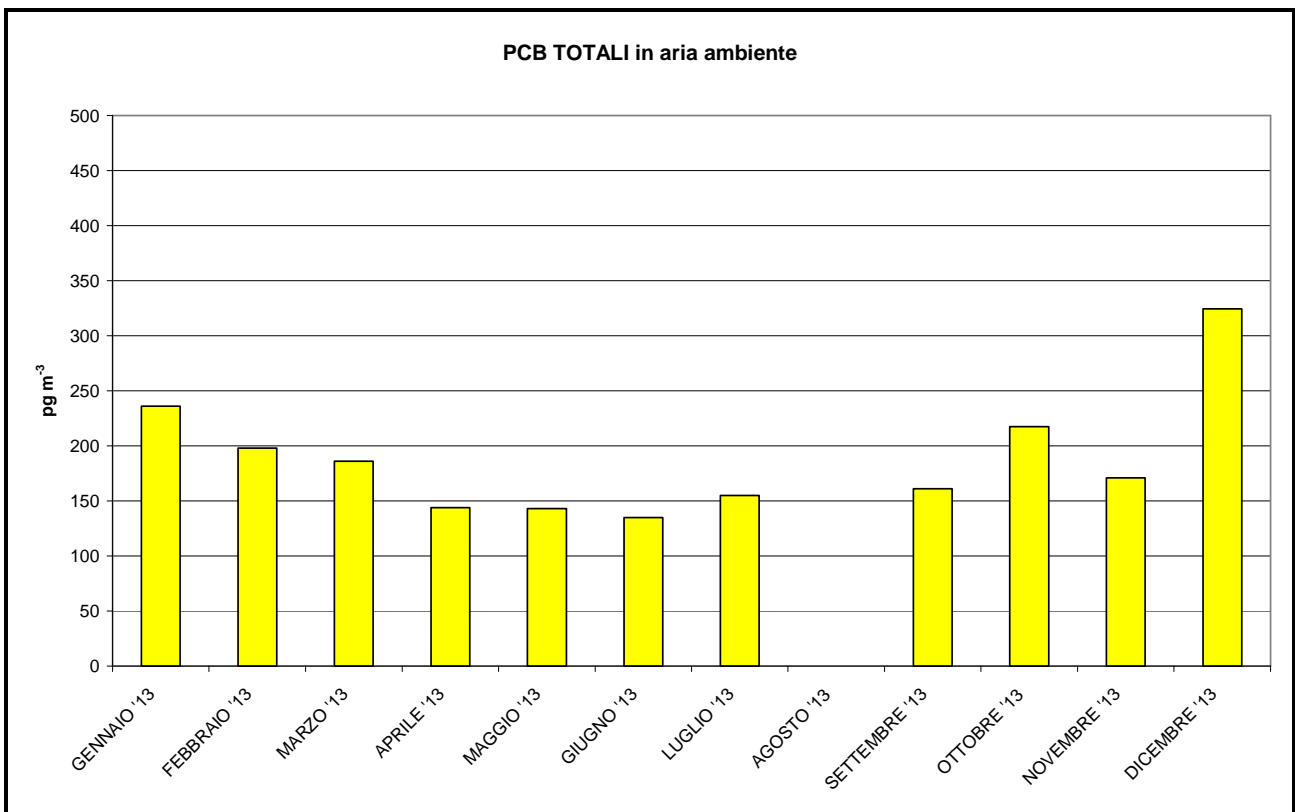


Figura 14 - Concentrazioni di PCB Totali in aria ambiente.

Come si evince dai grafici, tutti i valori si posizionano al di sotto delle linee guida definite dalla Germania. Per effettuare un ulteriore confronto con dati relativi a campionamenti realizzati sul territorio della regione Piemonte, si riportano di seguito le concentrazioni minime, medie e massime rilevate nel corso di campagne di monitoraggio realizzate presso diversi siti:

- sito 1: rurale con scarso traffico veicolare
- sito 2: vicinanze arteria traffico veicolare e in presenza di azienda con conclamate criticità (i campionamenti realizzati presso il sito 2 sono stati realizzati quasi esclusivamente in occasioni di segnalazioni di emergenza con campionamenti di tre ore).

PCDD/F totali fg I-TEQ/m ³	SITO 1	SITO 2	SITO TRM
MINIMO	0,31	15,5	3,8
MEDIO	11,4	638	50,0
MASSIMO	70,8	3959	86,6

PCB totali pg/m ³	SITO 1	SITO 2	SITO TRM
MINIMO	33	2997	135
MEDIO	138	17073	242,7
MASSIMO	482	35950	324

Anche questi dati dimostrano che i valori rilevati presso TRM sono quelli normalmente riscontrabili presso un sito urbano.

Esame dei dati relativi alle deposizioni atmosferiche

Introduzione

Il sistema di raccolta installato presso la stazione Beinasco-Aldo Mei è conforme a quanto previsto dal D.Lgs 155/2011 e dalla norma tecnica europea vigente in relazione ai metalli e agli IPA nelle deposizioni (BS EN 15841/2009 e BS EN 15980/2011 rispettivamente), che prevedono la raccolta delle deposizioni totali. Seguendo quanto previsto dalla norma ogni singolo campionamento ha la durata di un mese, nel corso del quale in un unico contenitore vengono raccolte le deposizioni secche e quelle umide in caso di pioggia o neve. Per quanto riguarda i metalli a scopo di studio sono stati determinati una serie di metalli in aggiunta a quelli previsti dalla norma.

Le determinazioni analitiche sono state effettuate dalla Struttura Semplice "Laboratorio" del Dipartimento di Torino.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i flussi di deposizione dei metalli e dei microinquinanti organici rilevate nelle deposizioni totali presso la stazione Beinasco-Aldo Mei espresse come rapporto tra la quantità di analita in relazione con i giorni di esposizione e per m² di superficie esposta. 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).

Pur descrivendo in modo dettagliato la metodica di campionamento, la norma non prevede livelli limite o valori obiettivo per i vari composti, per cui come termine di confronto sono riportati i valori, dove disponibili, di campionamenti effettuati in parallelo sul territorio provinciale e i dati reperibili in letteratura.

Idrocarburi policiclici aromatici

In **Tabella 29** sono riportati i dati relativi ai campioni raccolti e analizzati nel corso dell'anno 2013 presso la stazione di Beinasco – Aldo Mei. Per quanto riguarda il flusso di deposizione di IPA nelle deposizioni la normativa non prevede dei limiti per cui a titolo di confronto sono stati riportati i valori relativi ai campioni raccolti presso i siti di Grugliasco – Circolo Golf, Str. del Gerbido, Rivalta – Campo Pozzi SMAT, Campo Fregoso Dojrone e Orbassano – Ospedale San Luigi e Baldissero T.se in cui sono stati installati campionatori Bulk analoghi. Nel sito di Baldissero gli IPA sono stati determinati in tutti i mesi del 2013 analogamente a Beinasco – Aldo Mei, mentre negli altri siti a mesi alterni vengono campionati IPA e metalli. Per Rivalta – Campo Pozzi SMAT la mediazione non comprende il campione relativo al mese di maggio, in quanto per un problema analitico è stato invalidato.

Per tutti i siti l'ordine di grandezza dei vari IPA rilevati nel corso del 2013 confermano quelli osservati nel periodo limitato a due mesi del 2012; il livello leggermente superiore per i mesi di novembre e dicembre 2012 era dovuto al fatto che questi inquinanti sono tipici del periodo invernale, in quanto la radiazione solare riesce a degradarli, quindi la mediazione sull'anno del 2013 tiene conto della diminuzione dei valori nel periodo estivo.

Si osserva che i livelli nei vari siti sono paragonabili, il sito di Beinasco per il Benzo(a)Pirene mostra valori intermedi tra quelli più bassi registrati a Baldissero T.se e Rivalta e quelli leggermente superiori osservati ad Orbassano. Per gli altri IPA Beinasco ed Orbassano mostrano valori pressoché equivalenti. Secondo alcuni autori, in particolare il Benzo[b+j+k]fluorantene può essere considerato un indicatore dell'emissione dei motori diesel [Masclat P. et al.,1986], ed il livello maggiore pari a circa 24 ng/(m²d) potrebbe essere dovuto alla presenza di intenso traffico in via Torino e alla vicinanza della tangenziale nel caso di Beinasco e alla presenza di un numero elevato di veicoli presso il parcheggio dell'ospedale per il sito di Orbassano. Nel corso del 2013 presso l'ospedale San Luigi di Orbassano è stato determinato il livello maggiore di Benzo(a)Pirene pari a 23.5 ng/(m²d).

Nello studio effettuato da M. Amodio, G. de Gennaro (*Laboratory of Environmental Sustainability Dipartimento di Chimica – Università degli Studi di Bari*) - *Deposizioni atmosferiche di microinquinanti nell'area industriale di Taranto*, sono riportati i valori di IPA determinati nel periodo 2007-2008 in due siti: il primo nei pressi del rione Tamburi della città di Taranto al fine di identificare l'apporto dovuto alle attività produttive della vicina area industriale, il secondo presso la zona industriale del Comune di Mottola distante da Taranto circa 30 Km con caratteristiche di periferia urbana non molto distante dalla SS100, importante arteria stradale che collega Bari a Taranto. Per il Benzo(a)Pirene a Taranto sono stati registrati valori tra 50 e 200 ng/(m²d), mentre a Mottola si sono osservati valori tra i 10 e 40 ng/(m²d) in linea con quelli ottenuti in questi primi campioni raccolti presso la cintura di Torino.

Flusso Deposizione ng/(m ² d)	2013				
	BALDISSERO	GRUGLIASCO	RIVALTA	ORBASSANO	BEINASCO (TRM) ALDO MEI
Benzo[a]pirene	12.3	16.4	12.5	23.5	16.0
Benzo[a]antracene	4.1	5.7	3.6	7.9	6.6
Benzo[b+j+k]fluorantene	14.1	17.8	14.2	24.1	24.0
Indeno[1,2,3-cd]pirene	9.7	11.1	5.2	11.5	12.3

Tabella 29 - IPA nelle Deposizioni – indicatori statistici anno 2013.

Metalli

In **Tabella 30** sono riportati i dati relativi ai campioni raccolti e analizzati nel corso dell'anno 2013 presso la stazione di Beinasco – Aldo Mei.

La norma BS EN 15841/2009 prevede la determinazione nelle deposizioni di arsenico, cadmio, piombo e nichel; analogamente alle polveri PM10 sono stati analizzati una serie di metalli in aggiunta a scopo studio. La stessa norma, per quanto riguarda il flusso di deposizione di metalli nelle deposizioni non prevede dei limiti, per cui a titolo di confronto sono stati riportati i valori relativi ai campioni raccolti presso i siti di Grugliasco – Circolo Golf, Str. del Gerbido, Rivalta – Campo Pozzi SMAT, Frazione Dojrone e Orbassano – Ospedale San Luigi in cui sono stati installati campionatori Bulk analoghi. Per quanto riguarda il sito di Baldissero T.se sono stati riportati in **Tabella 38** i valori relativi all'anno 2012 in quanto nel corso del 2013, in tale sito sono stati determinati solo gli IPA.

Il D.Lgs 155/2010 prevede anche la determinazione del mercurio nelle deposizioni; il campionario installato presso la centralina Beinasco – Aldo Mei è l'unico presente sul territorio regionale, per cui non sono riportati dati di confronto. Anche per il mercurio la norma non fornisce indicazioni sui livelli da rispettare.

Al fondo del paragrafo sono riportate le tabelle che riportano dati reperiti in letteratura per i diversi metalli determinati nelle deposizioni a titolo di confronto.

In generale i livelli dei vari metalli nei campioni riportati in **Tabella 30** hanno ordini di grandezza confrontabili tra loro e simili a quelli riportati in **Tabella 35** relativi alla Laguna di Venezia; questi ultimi derivano dalla mediazione di due anni di rilevamenti e la deviazione standard associata, spesso dello stesso ordine di grandezza della media, indica che vi è comunque una grande variabilità della misura. Per i vari metalli livelli paragonabili sono stati trovati anche nella stazione di Baldissero T.se nel corso del 2012, in cui è stata seguita analoga procedura di campionamento e analisi ed in uno studio condotto da Arpa Emilia Romagna (dati in **Tabella 36**).

I campioni relativi ai mesi di novembre e dicembre del 2012 avevano evidenziato eccesso valori relativamente elevati di Rame e Zinco presso la stazione di Beinasco e di Piombo ad Orbassano, rispetto agli altri siti oggetto del monitoraggio: il dato su base annuale del 2013 conferma in parte tali osservazioni. Il livello di piombo pari a $30.8 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ di Orbassano, è tre volte quello misurato a Beinasco – Aldo Mei, e risulta confrontabile con quello rilevato a Bologna e in alcuni siti della Laguna di Venezia: è comunque molto inferiore al valore di riferimento previsto in Germania. Il rame che nei due mesi del 2012 mostrava un valore superiore a Beinasco rispetto agli altri siti monitorati in parallelo, nella mediazione annuale del 2013 risulta in linea con le altre stazioni e con alcuni siti della Laguna di Venezia. Per quanto riguarda lo zinco nei siti monitorati nell'area torinese i livelli risultano superiori al valore reperito in letteratura relativo alla Laguna di Venezia; probabilmente si tratta di una caratteristica naturale del territorio, in quanto il valore maggiore pari a $212 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ è stato determinato a Baldissero come media annuale del 2012, pur trattandosi di un sito di fondo rurale non interessato direttamente a emissioni di traffico o industriali. Il valore di zinco determinato a Beinasco è pari a $119 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$. Con i monitoraggi dei prossimi anni si valuterà se tale informazione sarà confermata. Il sito di Baldissero ha mostrato valori leggermente maggiori e confrontabili con quelli rilevati in Emilia Romagna, anche per il nichel, mentre i campioni di Beinasco – Aldo Mei sono in linea con le altre stazioni con valore pari a $3.3 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$.

Si sottolinea che 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, ad esempio l'arsenico, il dato finale possa apparire leggermente superiore in un sito rispetto all'altro pur essendo tutti sotto il limite di quantificazione.

Flusso deposizione $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	2013			
	GRUGLIASCO	RIVALTA	ORBASSANO	BEINASCO (TRM) ALDO MEI
Arsenico	1.2	1.3	1.4	1.5
Cadmio	0.13	0.2	0.2	0.2
Cobalto	1.2	1.3	1.4	1.6
Cromo	2.8	3.0	3.2	3.4
Nichel	3.2	4.7	3.7	3.3
Piombo	4.2	3.7	30.8	10.9
Rame	13.9	12.5	14.3	15.7
Selenio	2.0	1.3	1.4	1.5
Vanadio	1.7	1.8	1.7	2.0
Zinco	51.1	64.8	102.3	119.5

Tabella 30 - Metalli nelle Deposizioni – indicatori statistici anno 2013.

Per quanto riguarda il flusso di mercurio determinato nelle deposizioni, non si dispone di siti di misura in parallelo da riportare come confronto, e anche in letteratura sono reperibili poche informazioni. Nel report Air quality in Europe del 2012 dell'European Environment Agency in cui sono raccolti i dati relativi alla qualità dell'aria disponibili sul territorio europeo di osserva che solo in poche stazioni viene determinato il mercurio nelle varie forme, per cui attualmente risulta difficile l'analisi dei livelli presenti in Europa.

E' riportato il dato relativo al mercurio determinato nelle deposizioni in 20 stazioni (18 localizzate in Germania e 2 in Gran Bretagna); la media annuale determinata dai dati di tutte le stazioni è pari a 0.10 g/ha/year che corrisponde a 27.4 ng/(m²d).

In **Tabella 31** è riportato il valore determinato presso la stazione di Beinasco – Aldo Mei nel corso del 2013: risulta pari a 36 ng/(m²d) quindi confrontabile con il valore determinato a livello europeo, anche se leggermente superiore, nella media europea erano tuttavia considerate anche stazioni di fondo. In Tabella 36 il dato rilevato in Emilia Romagna risulta decisamente maggiore mostrando valori tra 100 e 660 ng/(m²d). Saranno necessari i dati dei prossimi anni per raccogliere un numero sufficiente di informazioni, per valutare i flussi medi di mercurio nelle deposizioni.

Flusso deposizione MERCURIO $\text{ng}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Beinasco (TRM) Aldo Mei
2013	36

Tabella 31 - Mercurio nelle Deposizioni – indicatori statistici anno 2013

Nazione	Cd Valore di riferimento $\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Pb Valore di riferimento $\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$
Austria	2	
Germania	5	250
Svizzera	2	

Tabella 32 - Valori di riferimento previsti dalla Normativa in alcuni paesi europei.

Elemento	Area Rurale $\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Area Urbana $\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Area con traffico $\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Area Industriale $\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$
As	0.082 - 0.43	0.22 - 6	0.36 - 0.73	1.8 - 708
Cd	0.011 - 2	0.2 - 1.3	0.13 - 0.36	0.12 - 122
Ni	0.03 - 4.3	0.16 - 3.8	0.13 - 0.36	1.2 - 129

Tabella 33 - Intervalli di flussi di deposizione misurati in aree diverse di vari paesi europei [Ambient air pollution by As, Cd e Ni - Position Paper, European Communities 2001].

Elemento	Area di fondo $\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Area densamente abitata $\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Area Industriale $\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$
Cd	0.31	0.20 - 0.34	0.20 - 2.1
Ni	1.7 - 2.5	2.3 - 4.0	2.4 - 9.5
Pb	4.2	7.7 - 8.1	3.6 - 14.0
Cu	2.0 - 12.0	5.9 - 9.0	1.7 - 17.0
V	4.1 - 4.9	4.6 - 8.5	4.8 - 23.0

Tabella 34 - Valori rilevati nel Comune di Mantova periodo 2000-2001.

[Viviano, Mazzoli, Settimo - Microinquinanti organici ed inorganici nel comune di Mantova: studio dei livelli ambientali, Rapporti ISTISAN 06/43,2006]

Elemento	Media $\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Deviaz. Standard $\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$
Arsenico	1.4	1.24
Cadmio	0.2	0.28
Cobalto	0.3	0.11
Cromo	2.2	1.00
Nichel	2.1	1.03
Piombo	4.3	2.06
Vanadio	3.0	1.21

Tabella 35 - CORILA - Attività di Rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle Bocche Lagunari di Venezia (Gambaro, Belosi, Campostrini - Luglio 2008).

[Valori medi ottenuti dai flussi di deposizione misurati negli anni di monitoraggio 2005 - 2007 in una stazione di fondo rispetto alle attività cantieristiche]

Elemento	Coriano (Forlì) $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Rimini $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Bologna $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
Cadmio	0.94	0.62	0.43
Cromo	8.2	4.3	9.1
Nichel	9.3	8.5	9.9
Piombo	15.1	15	27.2
Mercurio	0.54	0.66	0.1

Tabella 36 - ARPA Emilia Romagna, "Studio ambientale dell'area Coriano Forlì – Il fase - sintesi" (2006)
 [Coriano e Rimini sono siti prossimi ad inceneritori]

Elemento	MINIMO tra i valori determinati negli anni 2007 e 2008 nei 10 siti della Laguna di Venezia $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	MASSIMO tra i valori determinati negli anni 2007 e 2008 nei 10 siti della Laguna di Venezia $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
Arsenico	0.08	2.6
Cadmio	0.2	17
Cromo	0.8	2.8
Nichel	1.7	11.50
Piombo	10.3	105.3
Rame	6.5	42.7
Vanadio	1.9	6.4
Zinco	13.1	53.8
Mercurio	<LCL	0.05

Tabella 37 - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Magistrato delle Acque, "Il monitoraggio SAMANET delle deposizioni atmosferiche nella Laguna di Venezia" (2007 - 2008)

Flusso deposizione $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	ANNO 2012 BALDISSERO
Arsenico	1.3
Cadmio	1.0
Cobalto	1.4
Cromo	3.3
Nichel	9.3
Piombo	14.0
Rame	14.2
Selenio	1.3
Vanadio	1.9
Zinco	212.5

Tabella 38 – ARPA Piemonte valori determinati nel corso del 2012 presso il sito di Baldissero T.se

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/F 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.

assunzione giornaliera (TDI)	media annua permessa	media mensile permessa
pg I-TEQ kg pc	pg I-TEQ/m ² d	pg I-TEQ/m ² d
4	14	27
3	10	20
1	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)

Tabella 39 - Proposta di valori guida per le deposizioni di diossina.

In letteratura si trova inoltre il valore delle linee guida della Germania (LAI-Laenderausschuss fuer Immissiosschutz - Comitato degli stati per la protezione ambientale) pari a 15 pg I-TEQ/(m² d).

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

Campionamento

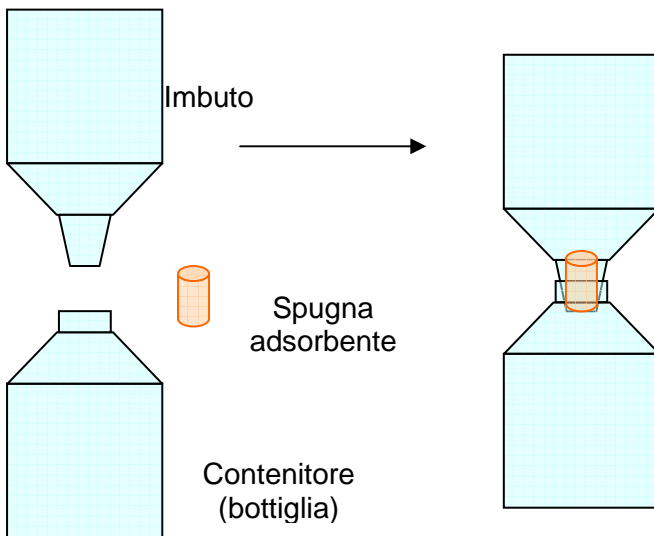
L’atmosfera costituisce un importante veicolo di trasporto di sostanze naturali ed immissioni inquinanti a breve ed a lunga distanza con ricadute sulle varie matrici ambientali.

Lo studio delle deposizioni simula la ricaduta degli inquinanti al suolo e tiene conto della valutazione della quantità di inquinante che si deposita su una determinata superficie (il risultato è infatti espresso in relazione all'area di quest'ultima).

Il monitoraggio dei microinquinanti nelle deposizioni atmosferiche viene realizzato con apposita strumentazione per la raccolta delle deposizioni totali (seche e umide).

Il deposimetro è composto da una bottiglia e un imbuto in vetro pyrex (Figura 15 a e b) e viene montato con uno stadio adsorbente (spugna poliuretanicca) attraverso cui percola la deposizione umida prima di accumularsi nel contenitore sottostante.

a) Deposimetro, montaggio strumentazione.



b) Deposimetro, distribuzione del campione.

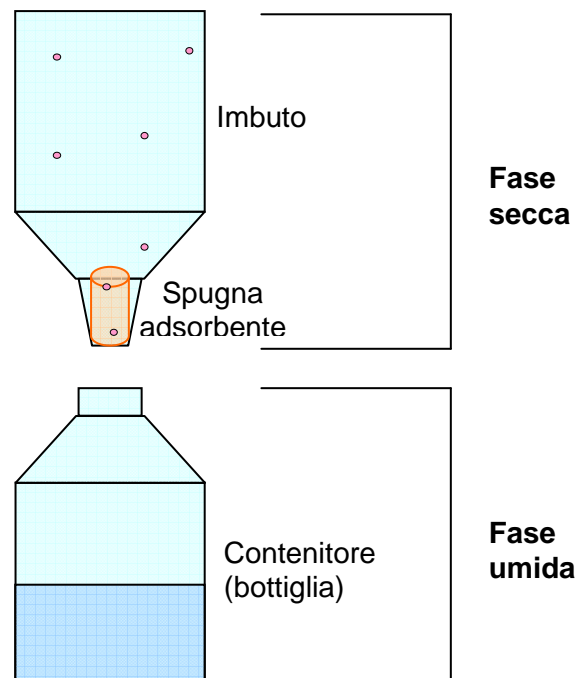


Figura 15 – Schema deposimetro.

Il campionamento viene realizzato secondo la procedura interna 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⁻² d⁻¹
- per PCB: ng m⁻² d⁻¹
- per PCB dioxin-like: ng WHO-TEQ m⁻² d⁻¹

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

Nelle tabelle e nei grafici seguenti sono riportati i valori rilevati nel corso del 2013.

Relativamente ai campionamenti effettuati nel mese di agosto, si sono verificati alcuni problemi analitici. Tali inconvenienti hanno comunque consentito la quantificazione delle diossine, ma è opportuno tenere presente che le concentrazioni riscontrate potrebbero essere leggermente sovrastimate; non si è peraltro ritenuto necessario annullare il campione in quanto la concentrazione delle stesse si colloca nei valori normalmente riscontrati in ambito urbano e in ogni caso al di sotto delle linee guida adottate sia dalla Germania che dal Belgio.

MESE	GENNAIO 2013	FEBBRAIO 2013	MARZO 2013	APRILE 2013	MAGGIO 2013	GIUGNO 2013	LUGLIO 2013	AGOSTO 2013	SETTEMBRE 2013	OTTOBRE 2013	NOVEMBRE 2013	DICEMBRE 2013
Campione n°	5346	11298	16243	20733	26248	32977	41358	46642	51407	56224	60347	3472
Unità di misura	pg m ⁻² d ⁻¹	pg m ⁻² d ⁻¹	pg m ⁻² d ⁻¹	pg m ⁻² d ⁻¹	pg m ⁻² d ⁻¹	pg m ⁻² d ⁻¹	pg m ⁻² d ⁻¹	pg m ⁻² d ⁻¹	pg m ⁻² d ⁻¹	pg m ⁻² d ⁻¹	pg m ⁻² d ⁻¹	pg m ⁻² d ⁻¹
2,3,7,8 TETRA-CDD	< 0,158	0,658	< 0,270	< 0,122	< 0,165	0,182	< 0,138	1,17	< 0,0446	< 0,126	< 0,239	< 0,241
1,2,3,7,8 PENTA-CDD	< 0,202	2,91	< 0,249	< 0,167	< 0,222	< 0,151	< 0,239	4,09	< 0,142	< 0,149	< 0,263	< 0,555
1,2,3,4,7,8 ESA-CDD	2,17	2,77	2,13	1,27	< 0,195	< 0,157	< 0,292	< 0,349	< 0,0822	< 0,146	< 0,231	0,292
1,2,3,6,7,8 ESA-CDD	2,28	2,77	2,81	1,82	< 0,225	< 0,189	< 0,323	< 0,373	< 0,0831	< 0,158	0,703	< 0,213
1,2,3,7,8,9 ESA-CDD	2,17	3,20	< 0,171	< 0,130	< 0,220	< 0,194	< 0,330	10,8	< 0,0837	< 0,156	< 0,298	< 0,207
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDD	6,50	7,61	7,99	5,84	4,63	5,33	9,60	16,0	2,16	4,33	6,74	3,95
OCTA-CDD	19,3	19,5	22,4	12,9	20,8	17,4	19,2	33,0	10,9	26,1	17,7	9,83
2,3,7,8 TETRA-CDF	< 0,269	2,77	6,62	< 0,225	< 0,270	< 0,149	0,658	2,73	< 0,101	< 0,131	1,41	1,24
1,2,3,7,8 PENTA-CDF	< 0,159	3,57	4,31	1,40	< 0,110	0,956	0,580	3,67	0,406	< 0,0663	1,49	0,694
2,3,4,7,8 PENTA-CDF	< 0,155	6,77	9,39	2,18	3,40	< 0,0758	1,59	5,64	0,586	0,929	2,19	1,39
1,2,3,4,7,8 ESA-CDF	3,41	4,04	3,58	2,12	< 0,139	1,14	< 0,136	5,45	< 0,0413	0,542	1,74	< 0,0820
1,2,3,6,7,8 ESA-CDF	3,06	2,82	3,18	1,69	1,36	0,956	0,619	< 0,291	< 0,0385	< 0,0657	1,49	0,658
2,3,4,6,7,8 ESA-CDF	1,04	2,07	1,41	1,95	< 0,128	0,592	< 0,133	< 0,119	< 0,0454	1,08	< 0,129	< 0,0842
1,2,3,7,8,9 ESA-CDF	1,01	1,17	< 0,168	< 0,097	< 0,132	< 0,0716	< 0,135	< 0,163	< 0,0611	< 0,0722	< 0,127	< 0,0865
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDF	6,39	8,08	11,1	4,74	4,20	2,50	3,99	13,3	1,397	2,98	5,30	1,64
1,2,3,4,7,8,9 EPTA-CDF	< 0,215	< 0,298	3,54	1,69	< 0,191	0,637	< 0,125	11,2	< 0,134	< 0,0922	0,869	0,694
OCTA-CDF	7,04	10,4	11,8	4,99	5,14	2,32	2,59	14,3	2,43	3,41	4,59	2,52
PCDD/F totali (pg I-TEQ m⁻² d⁻¹)	1,85	8,03	7,36	2,31	2,15	0,698	1,30	8,63	0,447	0,868	2,08	1,32

Tabella 40 - Concentrazioni di PCDD e PCDF nelle deposizioni atmosferiche.

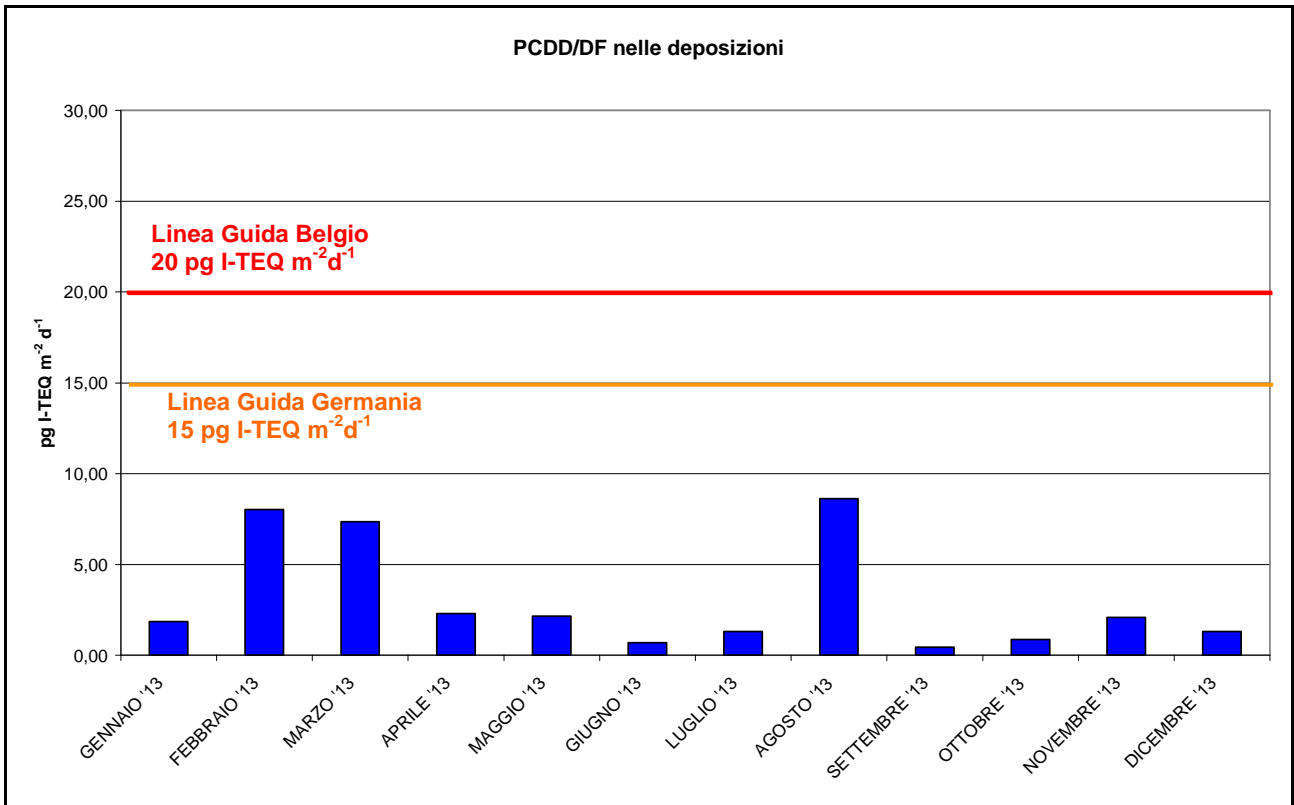


Figura 16 - Concentrazioni di PCDD e PCDF nelle deposizioni mensili.

MESE	GENNAIO 2013	FEBBRAIO 2013	MARZO 2013	APRILE 2013	MAGGIO 2013	GIUGNO 2013	LUGLIO 2013	AGOSTO 2013	SETTEMBRE 2013	OTTOBRE 2013	NOVEMBRE 2013	DICEMBRE 2013
Campione n°	5346	11298	16243	20733	26248	32977	41358	46642	51407	56224	60347	3472
Unità di misura	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹
PCB 77 (3,3',4,4' TETRA-CB)	0,0927	0,0574	0,124	0,0438	0,0836	0,0393	0,0403	0,0378	0,0221	0,0267	0,0387	0,0308
PCB 81 (3,4,4',5 TETRA-CB)	0,00213	0,00531	0,00608	< 0,00159	0,00403	< 0,00124	< 0,00156	< 0,00128	0,00059	0,00155	0,00184	0,00197
PCB 126 (3,3',4,4',5 PENTA-CB)	0,0113	0,0162	0,0252	0,00939	0,00972	0,00512	0,00586	< 0,00148	0,00243	< 0,00104	0,00846	0,00411
PCB 169 (3,3',4,4',5,5' ESA-CB)	0,00234	0,0127	0,00399	< 0,00151	0,00261	0,00134	< 0,00066	< 0,00043	< 0,00105	0,00128	0,00176	< 0,00091
PCB 105 (2,3,3',4,4' PENTA-CB)	0,600	0,343	0,829	0,219	0,344	0,195	0,175	0,147	0,137	0,115	0,250	0,174
PCB 114 (2,3,4,4',5 PENTA-CB)	0,0380	0,0263	0,0485	0,0123	< 0,00114	0,00981	0,00666	< 0,00137	< 0,00179	0,00751	0,0132	0,0138
PCB 118 (2,3',4,4',5 PENTA-CB)	1,19	0,814	1,66	0,420	0,803	0,405	0,378	0,337	0,375	0,309	0,466	0,323
PCB 123 (2,3,4,4',5 PENTA-CB)	0,0418	0,0834	0,0667	0,0266	0,0268	0,00501	0,00650	< 0,00177	0,00511	0,00801	0,00737	0,00700
PCB 156 (2,3,3',4,4',5 ESA-CB)	0,166	0,214	0,274	0,0746	0,132	0,0582	0,0488	0,0431	0,0575	0,0921	0,0847	0,0502
PCB 157 (2,3,3',4,4',5' ESA-CB)	0,0450	0,0463	0,067	0,0181	0,0294	0,0143	0,0119	0,0124	0,0106	0,0166	0,0233	0,0109
PCB 167 (2,3',4,4',5,5' ESA-CB)	0,0787	0,0959	0,118	0,0378	0,0557	0,0273	0,0230	0,0250	0,0194	0,0454	0,0303	0,0200
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5' EPTA-CB)	0,0106	0,0665	0,0199	0,00916	0,0158	0,00911	0,00550	0,00578	0,00579	0,0121	0,00521	0,00559
PCB Dioxin Like (ng WHO-TEQ m⁻² d⁻¹)	0,00127	0,00206	0,00275	0,00099	0,00110	0,00058	0,00062	0,00010	0,00028	0,00011	0,00093	0,00045
PCB 28 (2,4,4' TRI-CB)	0,464	0,620	0,710	1,27	1,38	0,685	0,677	0,857	0,341	0,208	0,244	0,311
PCB 52 (2,2',5,5' TETRA-CB)	0,641	0,776	0,673	1,11	1,57	0,686	0,826	0,817	0,457	0,270	0,382	0,393
PCB 101 (2,2',4,5,5' PENTA-CB)	1,01	1,20	1,40	0,865	1,13	0,564	0,669	0,545	0,399	0,342	0,456	0,409
PCB 138 (2,2',3,4,4',5' ESA-CB)	1,49	2,69	2,23	0,782	1,27	0,523	0,536	0,387	0,414	0,668	0,571	0,377
PCB 153 (2,2',4,4',5,5' ESA-CB)	1,54	3,55	2,19	0,952	1,54	0,669	0,676	0,447	0,647	0,914	0,711	0,558
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5' EPTA-CB)	0,560	5,07	1,11	0,383	0,765	0,347	0,353	0,454	0,413	< 0,00078	0,438	0,265
PCB Marker (ng m⁻² d⁻¹)	5,70	13,9	8,31	5,36	7,65	3,47	3,74	3,51	2,67	2,40	2,80	2,31

MESE	GENNAIO 2013	FEBBRAIO 2013	MARZO 2013	APRILE 2013	MAGGIO 2013	GIUGNO 2013	LUGLIO 2013	AGOSTO 2013	SETTEMBRE 2013	OTTOBRE 2013	NOVEMBRE 2013	DICEMBRE 2013
Campione n°	5346	11298	16243	20733	26248	32977	41358	46642	51407	56224	60347	3472
Unità di misura	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹	ng m ⁻² d ⁻¹
PCB 95 (2,2',3,5',6 PENTA-CB)	0,620	0,876	0,857	0,735	0,909	0,525	0,786	3,07	0,343	0,246	0,328	0,317
PCB 99 (2,2',4,4',5 PENTA-CB)	0,433	0,379	0,637	0,308	0,369	0,194	0,285	0,396	0,158	0,108	0,171	0,163
PCB 110 (2,3,3',4',6 PENTA-CB)	1,33	1,07	1,84	0,650	1,14	0,461	0,537	0,803	0,401	0,339	0,543	0,410
PCB 128 (2,2',3,3',4,4' ESA-CB)	0,307	0,323	0,511	0,125	0,222	0,104	0,0890	0,164	0,0799	0,126	0,133	0,0768
PCB 146 (2,2',3,4',5,5' ESA-CB)	0,184	0,529	0,349	0,163	1,43	0,0864	0,0302	<0,00175	0,0598	0,0903	0,0954	0,0688
PCB 149 (2,2',3,4',5,6 ESA-CB)	0,980	2,61	1,39	0,831	0,881	0,475	0,468	0,274	0,291	0,406	0,406	0,306
PCB 151 (2,2',3,5,5',6 ESA-CB)	0,334	1,10	0,387	0,341	0,161	0,133	0,104	0,0360	0,0747	0,116	0,107	0,0947
PCB 170 (2,2',3,3',4,4',5 EPTA-CB)	0,261	1,52	0,472	0,179	0,318	0,180	0,242	1,09	0,197	0,305	0,222	0,135
PCB 177 (2,2',3,3',4,5',6' EPTA-CB)	0,0947	0,889	0,221	0,117	0,173	0,0713	0,222	0,688	0,0806	0,120	0,0943	0,0601
PCB 183 (2,2',3,4,4',5,6 EPTA-CB)	0,133	0,918	0,233	0,131	0,161	0,0713	0,0108	< 0,00586	0,0663	0,111	0,0898	0,0585
PCB 187 (2,2',3,4',5,5',6 EPTA-CB)	0,261	2,39	0,479	0,231	0,344	0,154	0,0630	0,119	0,158	0,192	0,209	0,113
PCB Non Dioxin Like (ng m⁻² d⁻¹)	4,94	12,6	7,37	3,81	6,11	2,46	2,84	6,64	1,91	2,16	2,40	1,80
SOMMA 29 PCB (dioxin like, marker, non dioxin like) (ng m⁻² d⁻¹)	12,9	28,3	18,9	10,0	15,3	6,70	7,28	10,8	5,22	5,20	6,13	4,76
Famiglia Tricloro-bifenili	1,68	1,96	1,73	4,80	5,80	3,03	2,94	4,26	0,804	0,907	1,37	1,25
Famiglia Tetracloro-bifenili	4,47	4,74	3,80	5,41	7,86	2,48	2,53	2,33	1,27	1,33	1,76	2,41
Famiglia Pentacloro-bifenili	6,51	5,67	9,67	4,25	5,31	2,34	2,46	1,87	1,60	1,63	2,60	2,19
Famiglia Esacloro-bifenili	5,08	11,7	8,17	3,40	5,38	2,54	5,84	1,21	1,82	2,97	2,40	1,83
Famiglia Eptacloro-bifenili	1,72	16,7	3,38	1,58	2,67	1,14	0,768	0,407	1,11	1,90	1,31	0,879
Famiglia Octacloro-bifenili	0,381	1,19	0,169	0,0311	0,0763	0,155	0,0640	0,0222	0,333	0,403	0,300	0,144
PCB Totale Famiglie (ng m⁻² d⁻¹)	19,8	41,9	26,9	19,5	27,1	11,7	14,6	10,1	6,93	9,15	9,74	8,71

Tabella 41 - Concentrazioni di PCB nelle deposizioni atmosferiche.

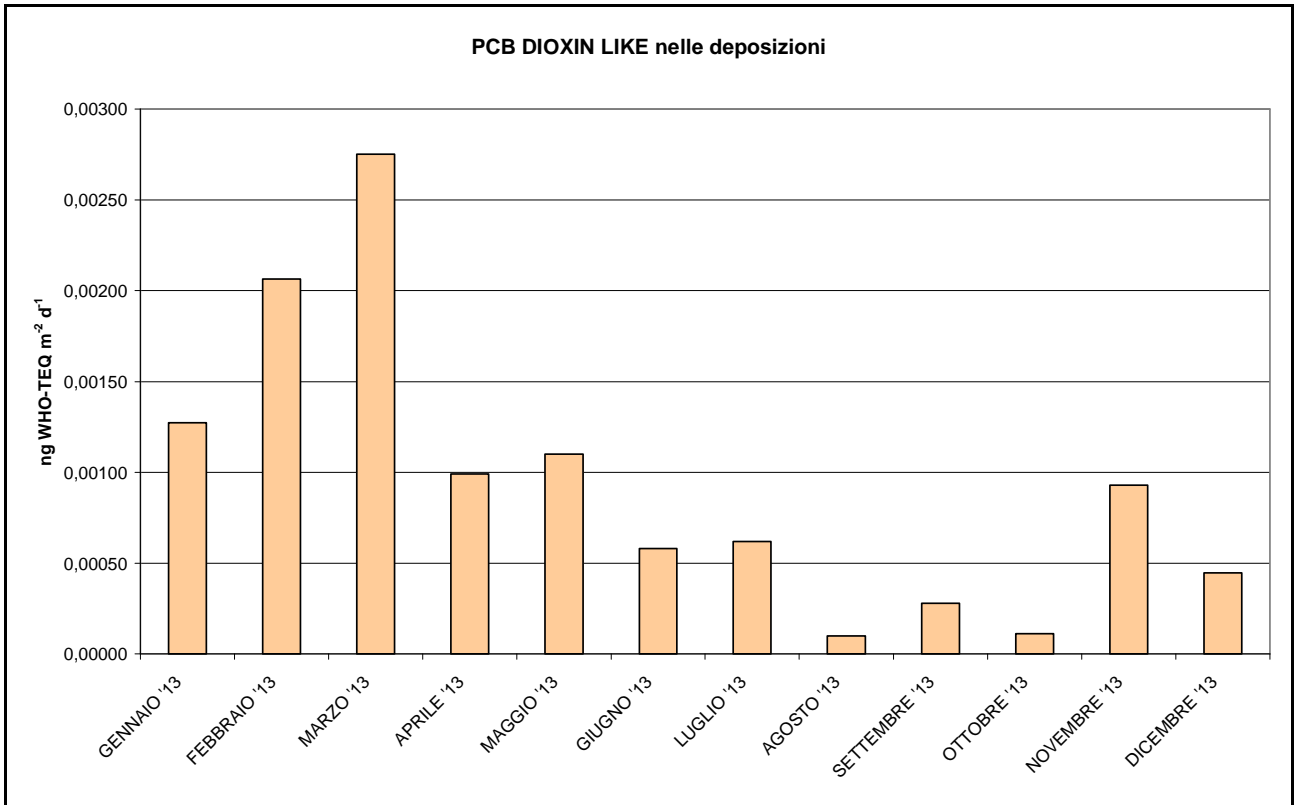


Figura 17 - Concentrazione di PCB DIOXIN LIKE nelle deposizioni mensili

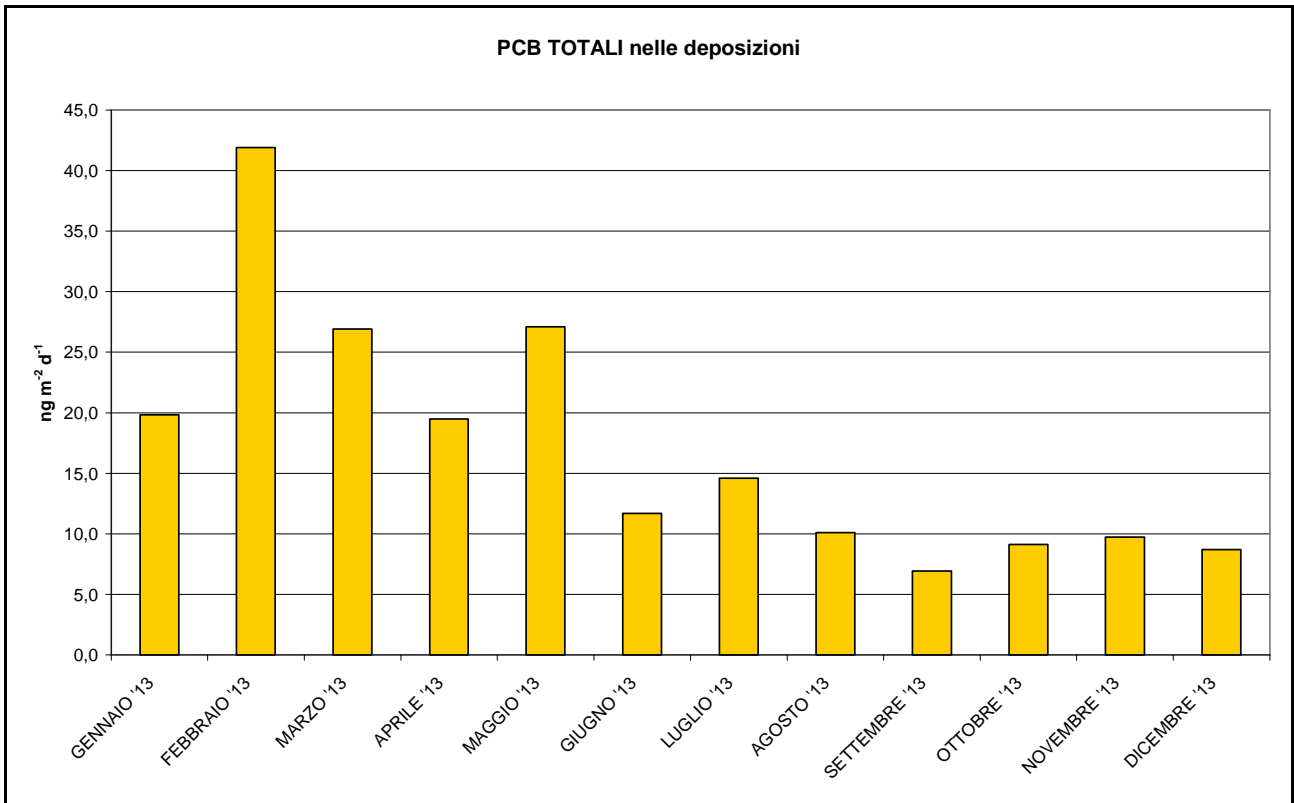


Figura 18 - Concentrazione di PCB TOTALI nelle deposizioni mensili

Come si evince dai grafici, tutti i valori riscontrati di PCDD/DF si posizionano al di sotto delle linee guida definite sia dal Belgio che dalla Germania. Per effettuare un ulteriore confronto con dati relativi a campionamenti realizzati sul territorio della regione Piemonte, si riportano di seguito le concentrazioni minime, medie e massime rilevate nel corso di campagne di monitoraggio realizzate presso diversi siti:

- sito 1: rurale con scarso traffico veicolare
- sito 2: vicinanze arteria traffico veicolare e in presenza di azienda con conclamata criticità (i campionamenti realizzati presso il sito 2 sono stati realizzati quasi esclusivamente in occasioni di segnalazioni di emergenza con campionamenti di tre ore).

PCDD/F totali fg I-TEQ/m³	SITO 1	SITO 2	SITO TRM
MINIMO	0,05	5,36	0,45
MEDIO	2,40	56	4,85
MASSIMO	24,7	189	8,63

PCB totali pg/m³	SITO 1	SITO 2	SITO TRM
MINIMO	1,25	50,8	6,93
MEDIO	16,10	298	17,51
MASSIMO	95,60	616	41,9

Anche questi dati relativi alle deposizioni dimostrano che i valori rilevati presso TRM sono quelli normalmente riscontrabili presso un sito urbano.

Conclusioni

Nel corso dell'anno 2013 la stazione di Beinasco - Aldo Mei ha avuto un rendimento strumentale in linea con quanto previsto dalle prescrizioni normative, con la sola eccezione del benzene, per il quale le informazioni raccolte sono comunque sufficienti a evidenziare il rispetto del valore limite.

Le principali considerazioni che si possono trarre dall'analisi dei dati raccolti sono le seguenti:

- come già evidenziato nella relazione relativa al 2012, la stazione di Beinasco-Aldo Mei presenta generalmente valori analoghi a quelli rilevati storicamente nelle stazioni di fondo urbano della rete provinciale di monitoraggio; in particolare i valori riscontrati sono in media confrontabili o leggermente inferiori a quelli della stazione di fondo urbano di Torino Lingotto¹⁵. Come nel 2012 la preesistente stazione fissa di Beinasco, situata in Via Silvio Pellico e che dispone di un analizzatore di ossidi di azoto, presenta in media valori leggermente inferiori a quelli della stazione di Beinasco-Aldo Mei;
- per quanto riguarda gli inquinanti normati (PM10, PM2.5, biossido di azoto, benzene, arsenico, cadmio, nichel, piombo e benzo(a)pirene), tutti i valori di riferimento previsti dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i sono rispettati ad eccezione del valore limite giornaliero del PM10 e del valore limite annuale del biossido di azoto. La criticità dei due inquinanti citati, peraltro, è caratteristica di tutta l'area urbana torinese;

Va sottolineato che il 2013 è stato un anno caratterizzato da condizioni meteorologiche non particolarmente critiche¹⁶. Di conseguenza, per quegli indicatori che nel 2013 si sono collocati in prossimità del valore limite, non può essere escluso che in futuro si verifichino nuovamente dei superamenti in presenza di annate caratterizzate da condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli. Ciò vale in particolare per la media annuale del PM2.5, che nel 2013 è risultata pari al valore limite;

- per quanto riguarda gli inquinanti non normati (mercurio, idrocarburi policiclici aromatici diversi dal benzo(a)pirene, cobalto, cromo, rame, selenio, vanadio, zinco), le concentrazioni misurate in aria ambiente sono risultate nel 2013 inferiori in riferimento alle linee guida definite da organismi internazionali e confrontabili con quelle rilevate in siti analoghi del territorio provinciale o reperibili in letteratura per le aree urbane;
- relativamente ai microinquinanti (PCDD/DF e PCB), a differenza di quanto si era riscontrato nel mese di dicembre 2012, la cui bassa piovosità e stabilità atmosferica aveva fatto sì che la concentrazione di diossine fosse superiore alle linee guida del Belgio e della Germania, durante l'anno 2013, particolarmente piovoso soprattutto nei mesi invernali, le quantità rilevate sono in linea con quelle normalmente riscontrate in un sito urbano e sempre inferiori alle citate linee guida. I valori leggermente più alti di PCDD/DF e PCB in aria ambiente nei periodi invernali rappresentano comunque una situazione tipica del bacino padano, dovuta al progressivo aumento delle condizioni di stabilità atmosferica procedendo dai mesi autunnali a quelli invernali, che tendono a confinare gli inquinanti in prossimità del suolo;
- I valori di deposizione atmosferica per tutti gli inquinanti oggetto di monitoraggio sono in linea con quelli di siti che presentano analoghe caratteristiche ubicati nel territorio provinciale/regionale o i cui dati sono disponibili nella letteratura scientifica.

¹⁵ L'unica eccezione è costituita dal benzene che, pur rispettando ampiamente il valore limite, mostra invece valori in media confrontabili con quelli con la stazione di traffico urbano di Via della Consolata a Torino. Va però considerato che, come dettagliato nel capitolo specifico, la percentuale di dati validi è stata inferiore al 90% e i dati invalidi sono distribuiti prevalentemente in mesi in cui, per ragioni meteorologiche, le concentrazioni di inquinanti primari come il benzene sono poco elevate. E' quindi presumibile che la media annuale di benzene del 2013 sia sovrastimata

¹⁶ Si veda a questo proposito il paragrafo sui parametri meteorologici nella brochure "Uno sguardo all'aria" curata da Arpa e provincia di Torino e disponibile all'indirizzo

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