

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.

Settembre – Dicembre 2012

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 di proprietà di TRM S.p.A. ubicata nel
Comune di Beinasco – Giardino Pubbico Aldo Mei

Settembre – Dicembre 2012

Redazione	Funzione: Collaboratore Tecnico professionale	Data:	
	Nome: Marilena Maringo	28/03/13	
Redazione	Funzione: Collaboratore Tecnico professionale	Data:	
	Nome: Annalisa Bruno	28/03/13	
Verifica	Funzione: Dirigente professionale presso SS Produzione	Data:	
	Nome: Francesco Lollobrigida	28/03/13	
Approvazione	Funzione: Responsabile SS Produzione	Data:	
	Nome: Carlo Bussi	28/03/13	
Redazione	Funzione: Collaboratore Tecnico professionale	Data:	
	Nome: Simona Possamai	28/03/13	
Verifica e approvazione	Funzione: Responsabile SS Polo Microinquinanti	Data:	
	Nome: Ivana Bottazzi	28/03/13	

Arpa Piemonte

Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Dipartimento Provinciale di Torino

Struttura Semplice Attività di Produzione

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

PEC: dip.torino@pec.arpa.piemonte.it

Polo Microinquinanti

Via Sabaudia n. 164 - 10095 Grugliasco (TO) - Tel. 01119680670 - Fax 01119681456 - E-mail: microinquinanti@arpa.piemonte.it

PEC: polo.microinquinanti@pec.arpa.piemonte.it

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

Il *Nucleo Operativo "Monitoraggio della 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 e policlorodibenzofurani;
- la redazione della presente relazione, a eccezione dei paragrafi relativi a policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani 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;
- la ricerca analitica di policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili - la validazione e l'elaborazione dei dati di policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili ;
- la redazione dei paragrafi della presente relazione relativi a policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili in aria ambiente e nelle deposizioni.

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

Indice

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	9
Particolato Sospeso - PM _{2.5}	12
Benzene e toluene.....	14
Idrocarburi policiclici aromatici	17
Mercurio elementare gassoso e sul particolato.....	18
Altri metalli sul particolato	21
Policlorodibenzodiossine , policlorodibenzofurani e policlorobifenili.....	24
Esame dei dati relativi alle deposizioni atmosferiche	33
Introduzione.....	33
Idrocarburi policiclici aromatici	33
Metalli.....	34
Policlorodibenzodiossine , policlorodibenzofurani e policlorobifenili	37
Conclusioni	43

Premessa

La presente relazione costituisce il rapporto di sintesi e giudizio relativo all'anno 2012 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. Di conseguenza per alcuni parametri – come dettagliato nei paragrafi specifici - la presente relazione prende in considerazione anche dati relativi alla seconda metà del mese di settembre.

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 .

Nel periodo oggetto della presente relazione, in base alle informazioni fornite dal Servizio territoriale di Tutela e Vigilanza del Dipartimento di Torino che ha effettuato le necessarie verifiche presso il termovalorizzatore, sono state attive a partire dal 20 novembre 2012 unicamente le attività di soffiatura a vapore all'interno delle tubazioni del ciclo termico¹.

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

¹ Questa operazione viene effettuata allo scopo di rimuovere – mediante vapor d'acqua in pressione prodotto riscaldando acqua alla temperatura di circa 400°C mediante combustione di gas metano - eventuali residui di lavorazione lasciati durante la costruzione.

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 nell'ultimo quadrimestre 2012; 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 rappresentative di diverse situazioni territoriali. Le caratteristiche di dettaglio delle stazioni di confronto sono riportate nella Tabella 1.

<i>Stazione</i>	<i>Tipologia stazione</i>	<i>Tipologia zona</i>	<i>Tipologia fonti emissive</i>
Beinasco	fondo	urbano	industriale/residenziale
Druento	fondo	rurale	naturale
Orbassano	fondo	suburbano	residenziale
TO - I.T.I.S. Grassi	traffico	urbano	industriale/residenziale
TO - Lingotto	fondo	urbano	industriale/residenziale
TO - Piazza Rebaudengo	traffico	urbano	residenziale/industriale
TO - Via Consolata	traffico	urbano	residenziale/commerciale
Vinovo	fondo	suburbano	residenziale
Baldissero - GDF Suez	fondo	rurale	agricola

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 inserita 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 messo 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 tutti i processi di combustione, qualsiasi sia il tipo di combustibile usato.

Benché la normativa non preveda valori limite di concentrazione nell’aria, il **monossido di azoto** (NO), viene comunque misurato perché, trasformandosi in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono, rappresenta uno dei precursori dell’inquinamento fotochimico.

MONOSSIDO DI AZOTO (valori di concentrazioni espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Beinasco TRM	BEINASCO	ORBASSANO	TO- LINGOTTO	TO- CONSOLATA
Minima media giornaliera	4	4	3	3	16
Massima media giornaliera	225	204	120	206	243
Media delle medie giornaliere	59	50	33	60	76
Giorni validi	105	103	101	77	105
Percentuale giorni validi	100%	98%	96%	73%	100%
Media dei valori orari	58	50	33	61	75
Massima media oraria	566	589	353	461	431
Ore valide	2513	2481	2438	1937	2509

Tabella 2 - Monossido di Azoto: Indicatori statistici anno 2012 (dal 18/09/2012 al 31/12/2012)

Nel corso del 2012 (monitoraggio iniziato il 18 settembre 2012) la concentrazione media di ossido di azoto registrata dalla cabina TRM è di poco superiore a quella calcolata nello stesso periodo nella stazione di Beinasco appartenente al Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell’aria (**Tabella 2**).

I valori di TRM risultano invece decisamente superiori alla stazione di fondo suburbano (Orbassano) e molto inferiori ai dati della stazione di traffico urbano della città di Torino (via della Consolata).

Il grafico di **Figura 1** definisce invece il giorno medio, cioè l’andamento delle concentrazioni di NO calcolato come media aritmetica in ogni ora della giornata del periodo in esame. Si evidenzia che tutte le stazioni di misura presentano massimi nelle stesse ore del mattino e della sera, a dimostrazione del fatto che in assenza di altri processi combustivi in atto, la fonte principale di NO è il traffico veicolare.

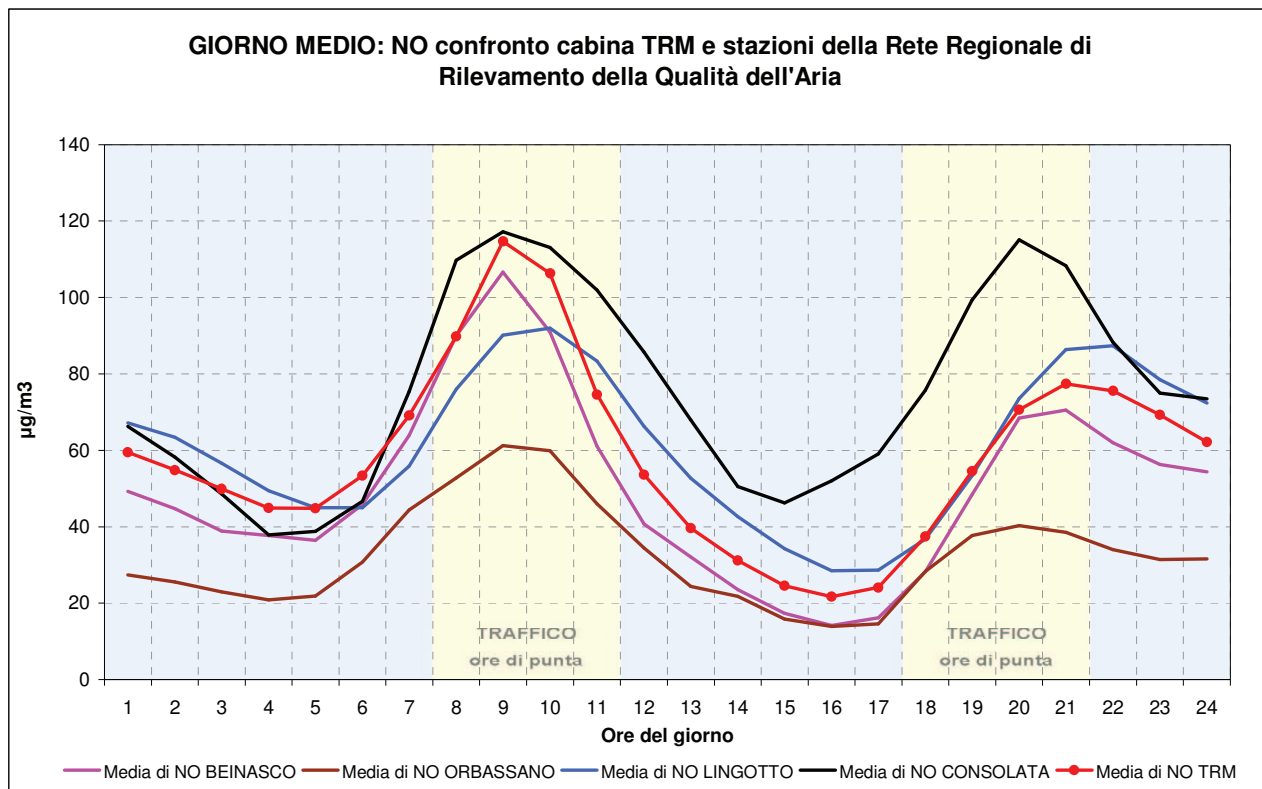


Figura 1 - Monossido di azoto: andamento giornaliero medio

La formazione di **biossido di azoto** (NO_2) 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 NO_2 è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici più pericolosi sia perché è per sua natura irritante, sia perché, in presenza di forte irraggiamento solare, entra a far parte del ciclo di una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico".

BIOSSIDO DI AZOTO (valori di concentrazioni espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Beinasco TRM	BEINASCO	ORBASSANO	TO - LINGOTTO	TO - CONSOLATA
Minima media giornaliera	21	11	15	28	34
Massima media giornaliera	99	97	86	101	95
Media delle medie giornaliere	50	43	43	56	65
Giorni validi	105	103	101	77	93
Percentuale giorni validi	100%	98%	96%	73%	89%
Media dei valori orari	50	43	43	56	65
Massima media oraria	181	228	133	150	149
Ore valide	2512	2481	2436	1929	2269
Percentuale ore valide	100%	98%	97%	77%	90%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	4	0	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione</u>	0	2	0	0	0

della salute (200)					
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 2012 (dal 18/09/2012 al 31/12/2012)

Osservando il grafico di **Figura 2**, che riporta il giorno medio, si nota che l'andamento del NO₂ negli ultimi mesi del 2012 è caratterizzato per tutte le stazioni da una campana che coinvolge diverse ore del mattino e da un picco serale, sempre più alto di quello mattutino.

Dal confronto tra le stazioni si evince che il giorno medio calcolato per la stazione TRM è leggermente più alto di quello registrato nella stazione fissa di Beinasco, ma comunque inferiore agli andamenti delle stazioni di Torino.

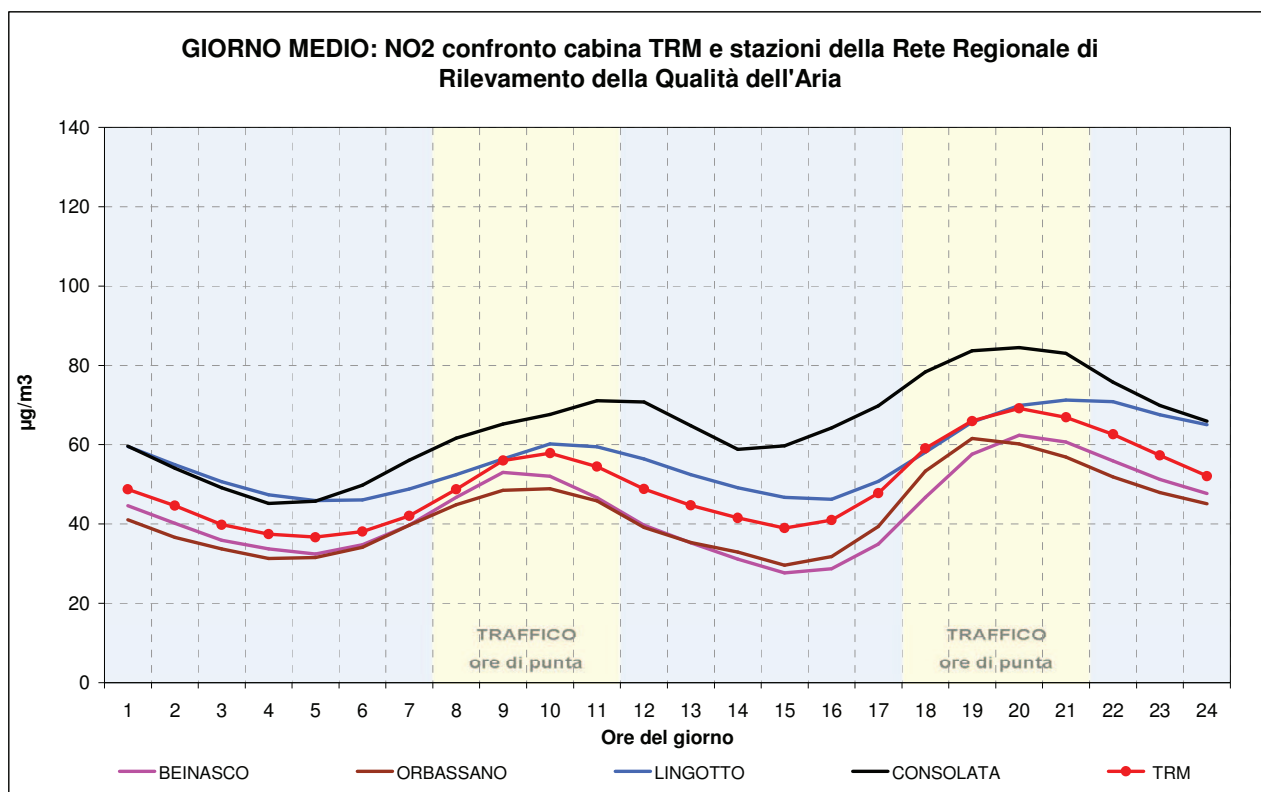


Figura 2 - Biossido di azoto: Andamento medio delle concentrazioni orarie (giorno medio).

La **Figura 3** descrive l'andamento medio mensile del biossido di azoto nei mesi del 2012 in cui è stato svolto il monitoraggio presso la cabina TRM - da settembre a dicembre 2012.

Per la stazione TRM di Beinasco – Aldo Mei e per tutte le stazioni del Sistema Regionale di Rilevamento della qualità dell'aria considerate è possibile evidenziare un trend in aumento delle concentrazioni di NO₂ dall'inizio dell'autunno al mese di dicembre, quando si registrano i valori medi più alti del periodo.

Si ricorda che per la centralina TRM il dato di concentrazione di settembre è mediato solo su 13 giorni di misurazione, il monitoraggio infatti è cominciato il 18 settembre.

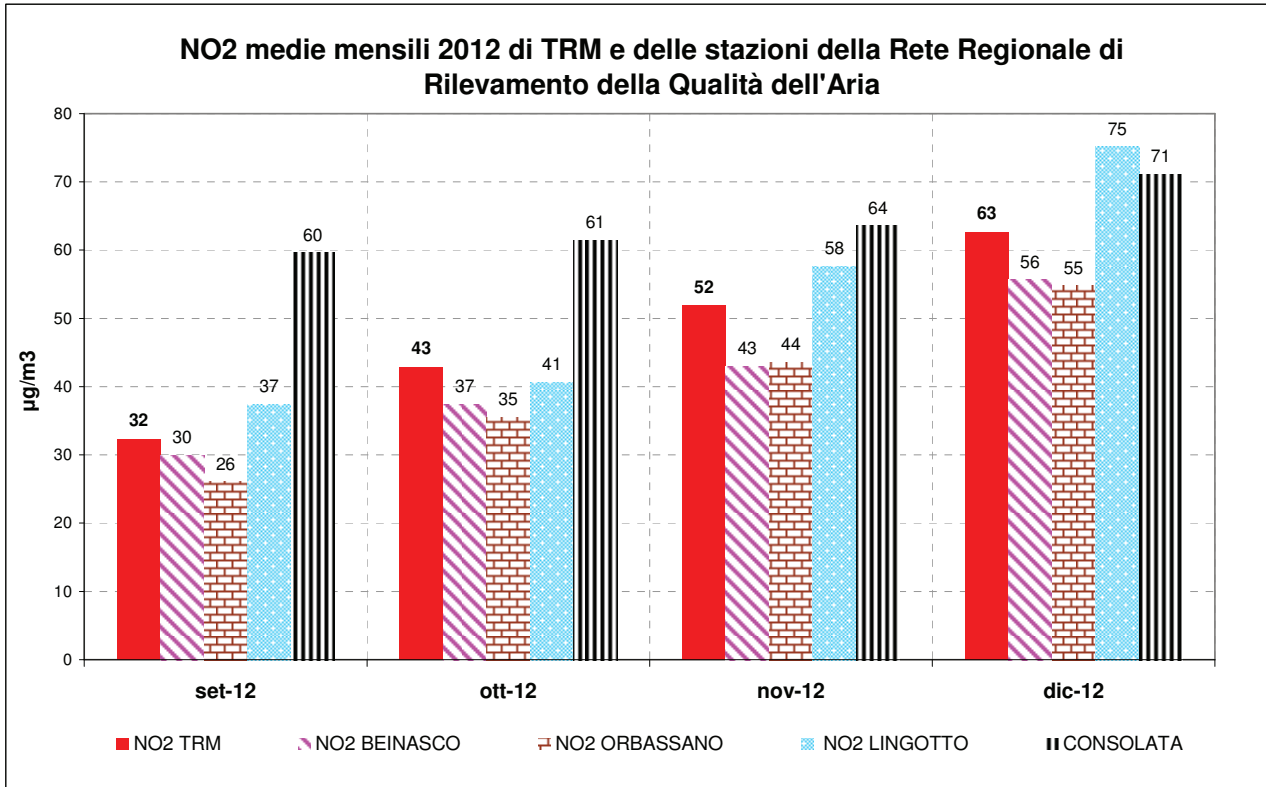


Figura 3 - Medie mensili di NO₂ per TRM e stazioni rete fissa regionale.

La normativa (D.Lgs 155 del 13/08/2010) prevede oltre al limite orario, il rispetto di un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³. Tuttavia la durata complessiva del monitoraggio nel corso del 2012 (poco più di 3 mesi di misurazioni) non permette di verificare il rispetto del limite annuale. Solo nelle relazioni dei prossimi anni sarà possibile effettuare un confronto diretto con tale limite di legge.

Particolato Sospeso - PM₁₀

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme del materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali, ecc.

Nelle aree urbane il materiale 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. Una parte significativa del particolato aerodisperso è inoltre originato da fenomeni chimico-fisici che portano alla trasformazione in particelle di inquinanti originariamente messi in atmosfera in forma gassosa (particolato secondario).

Il rischio sanitario legato a questo tipo di inquinamento dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalle dimensioni delle particelle stesse; infatti le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana potendo penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Diversi studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra la concentrazione di polveri nell'aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, anche a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciati negli alveoli polmonari.

La legislazione italiana, recependo quella europea, non ha più posto limiti per il particolato sospeso totale (PTS), ma, prima con il DM 60/2002 e successivamente con il D.Lgs. 155/2010, ha previsto dei limiti solo per il particolato PM₁₀, la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. Si tratta della componente più pericolosa del particolato perché in grado di raggiungere facilmente la

trachea e i bronchi, dove gli inquinanti adsorbiti sulla polvere possono venire a contatto con gli alveoli polmonari.

PM10 (valori di concentrazioni espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TRM	DRUENTO	SETTIMO	TO- LINGOTTO	TO - CONSOLATA
Minima media giornaliera	5	5	5	5	7
Massima media giornaliera	177	69	139	139	144
Media delle medie giornaliere (b):	48	27	55	51	55
Giorni validi	87	99	99	97	100
Percentuale giorni validi	86%	98%	98%	96%	99%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	37	9	50	41	49

Tabella 4 - PM₁₀: Indicatori statistici anno 2012 (dal 22/09/12 al 31/12/2012)

Il monitoraggio del particolato fine PM₁₀ nella stazione TRM di Beinasco – Aldo Mei è cominciato il 22 settembre 2012; nel 2012; si hanno quindi a disposizione complessivamente 87 giorni di monitoraggio, che corrispondono all'86% di giorni validi. Durante il campionamento ci sono stati 37 superamenti del limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, due in più del numero massimo consentito in un anno dalla normativa in vigore – limite di 35 superamenti per anno civile.

Dal confronto con le stazioni della rete fissa di rilevamento si osserva che, fatta eccezione per la stazione di fondo sita nel parco della Mandria a Druento, anche nelle altre centraline della rete fissa regionale scelte come riferimento è stato abbondantemente superato il limite massimo di superamenti consentiti (vedi **Tabella 4**). Si tratta infatti di una criticità tipica dell'intera area di pianura del bacino padano.

Nella **Figura 4** sono stati messi a confronto gli andamenti giornalieri del PM₁₀ nella stazione TRM e in alcune stazioni della rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria nei poco più di tre mesi di monitoraggio considerati. Il grafico evidenzia l'elevato numero di giorni che presentano superamenti del limite massimo giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ consentiti dalla normativa (sfondo giallo).

Nel grafico è stato aggiunto il valore delle precipitazioni giornaliere complessive registrate nella stazione meteorologica sita in centro a Torino (Via della Consolata). Come si osserva dalla grafica in presenza di forti piogge i valori delle polveri sottili si abbassano per tutte le stazioni considerate; in condizioni di piogge intense e prolungate le concentrazioni si possono ridurre anche ad un quarto del valore immediatamente precedente l'evento piovoso.

La **Figura 5** mostra le medie mensili di PM₁₀ per le stazioni considerate. Si può notare che, come già evidente dall'osservazione dei dati giornalieri, il mese più critico per tutte le centraline risulta essere dicembre, fatta eccezione per Druento – La Mandria, stazione di fondo rurale la cui concentrazione di PM₁₀ diminuisce leggermente rispetto al mese precedente.

La media mensile di TRM a dicembre è di 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valore fortemente influenzato dal picco di concentrazioni di PM₁₀ registrate nei giorni 22-24 dicembre 2012 quando è stato raggiunto il valore massimo di tutto il periodo - domenica 23 dicembre 2012 con 177 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

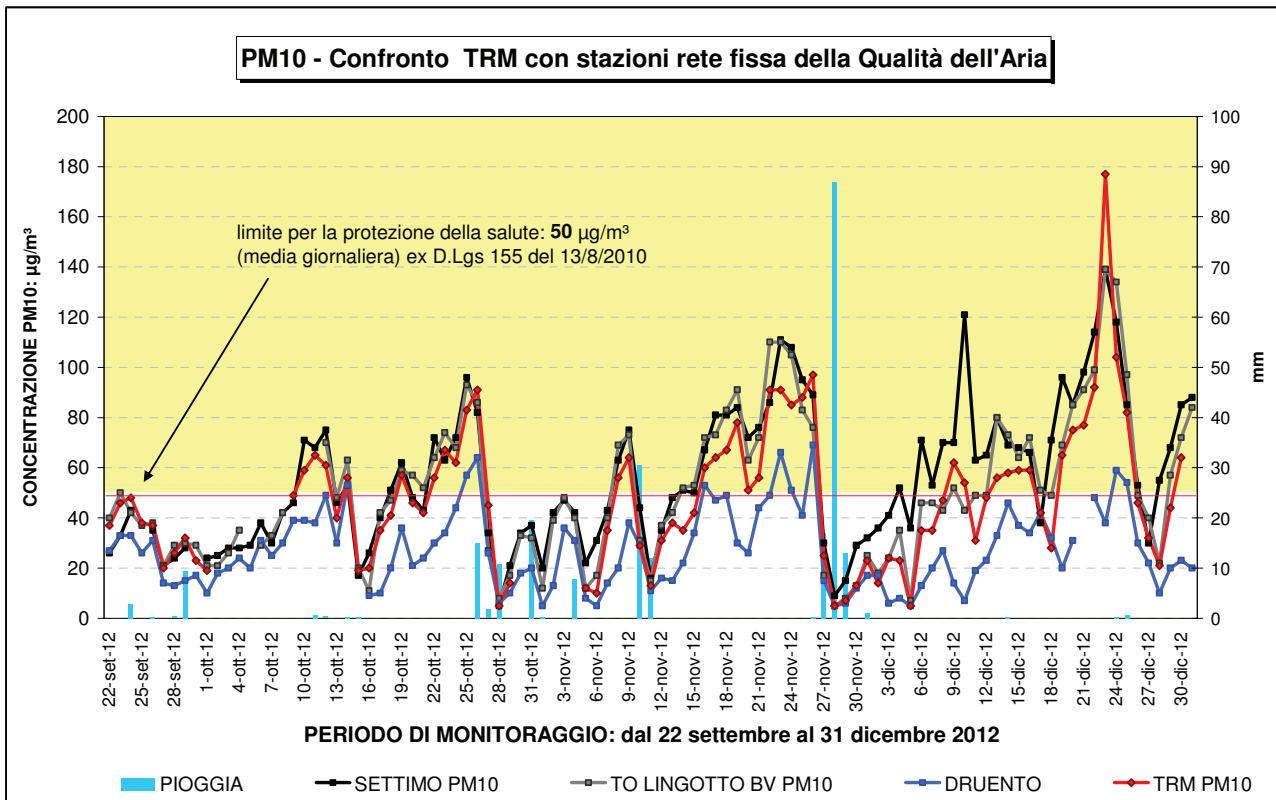


Figura 4 - Andamento di PM₁₀ per la centralina di TRM e le stazioni della rete fissa regionale

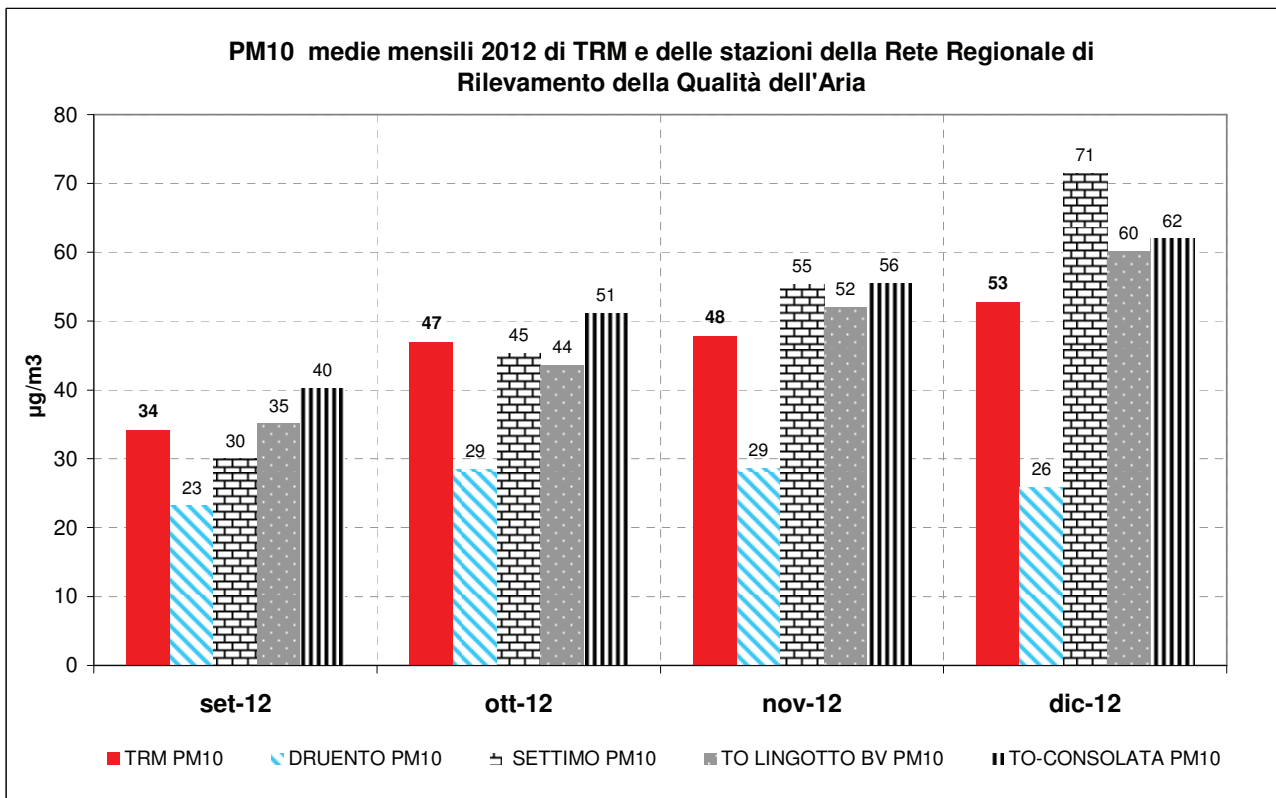


Figura 5 – PM₁₀: Medie mensili per TRM e stazioni rete fissa regionale

Particolato Sospeso - PM_{2.5}

Il D.Lgs. 155/2010 introduce anche per il PM_{2.5} (diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm) un limite normativo – calcolato come media annuale. La soglia da rispettare entro il 1° gennaio 2015 è di 25 µg/m³. Tale concentrazione media annuale rappresenta il valore obiettivo cui attenersi già dal 2010.

PM2.5 (valori di concentrazioni espressi in µg/m ³)	TRM	SETTIMO	TO-LINGOTTO
Minima media giornaliera	3	5	5
Massima media giornaliera	112	130	131
Media delle medie giornaliere (b):	38	45	40
Giorni validi	88	101	95
Percentuale giorni validi	87%	100%	94%

Tabella 5 - PM2.5: Indicatori statistici anno 2012 (dal 22/09/12 al 31/12/2012).

La concentrazione media di PM_{2.5} determinata negli ultimi mesi del 2012 presso la cabina TRM di Beinasco – Aldo Mei è di 38 µg/m³; i giorni di monitoraggio sono stati complessivamente 88, che corrispondono all'87% dei dati validi.

Si ricorda che tale valore non può rappresentare una media annuale correttamente calcolata, perché derivante dalle concentrazioni giornaliere di poco più di tre mesi di misura, tra l'altro corrispondenti al periodo più critico dell'anno per le concentrazioni di particolato. Il dato di TRM è stato confrontato con quello delle stazioni della rete fissa più prossime al sito in esame in cui viene monitorato il PM_{2.5}, Torino Lingotto e Settimo Torinese. (**Tabella 5**).

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. Per tutte le stazioni considerate, TRM e rete fissa, il valore di PM_{2.5} risulta piuttosto elevato, decisamente superiore al valore obiettivo di 25 µg/m³ con cui tuttavia non è possibile confrontarlo direttamente a causa del numero ridotto di misurazioni svolte nel 2012.

I valori massimi sono altresì molto elevati: la cabina di TRM ha registrato il 23 dicembre 2012 una concentrazione di PM_{2.5} di 112 µg/m³. Come nel caso del PM₁₀ sarà comunque necessario attendere un anno di misurazioni completo per verificare il rispetto del valore limite obiettivo, previsto dalla normativa.

La **Figura 6** mostra l'influenza positiva delle precipitazioni (dati meteorologici della stazione di Torino centro – Via della Consolata) anche sull'abbattimento delle polveri con diametro più fine, per tutte le stazioni considerate.

Come già osservato per il parametro PM₁₀, per tutte le stazioni considerate è possibile notare il trend in crescita delle concentrazioni medie mensili di PM_{2.5} da settembre a dicembre 2012 (vedi **Figura 7**).

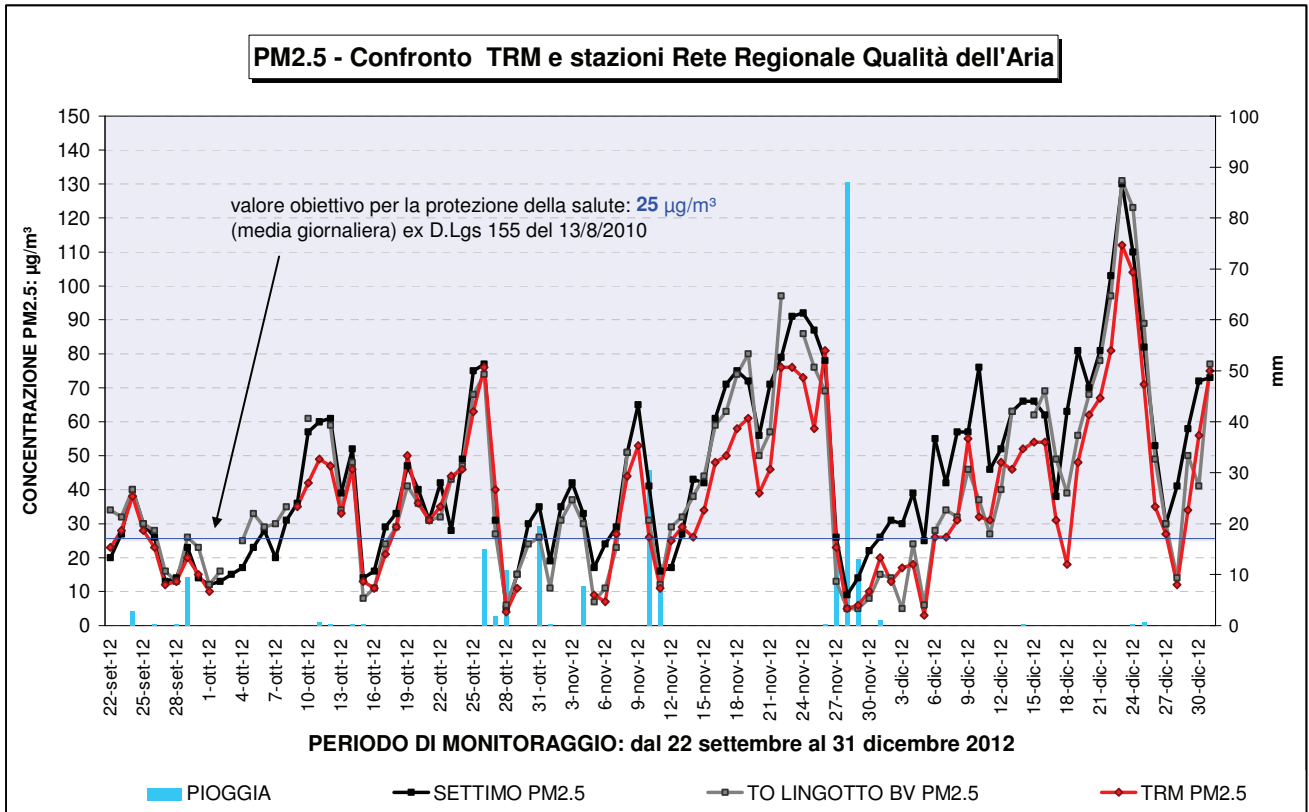


Figura 6 - Andamento di PM_{2.5} per la centralina di TRM e le stazioni della rete fissa.

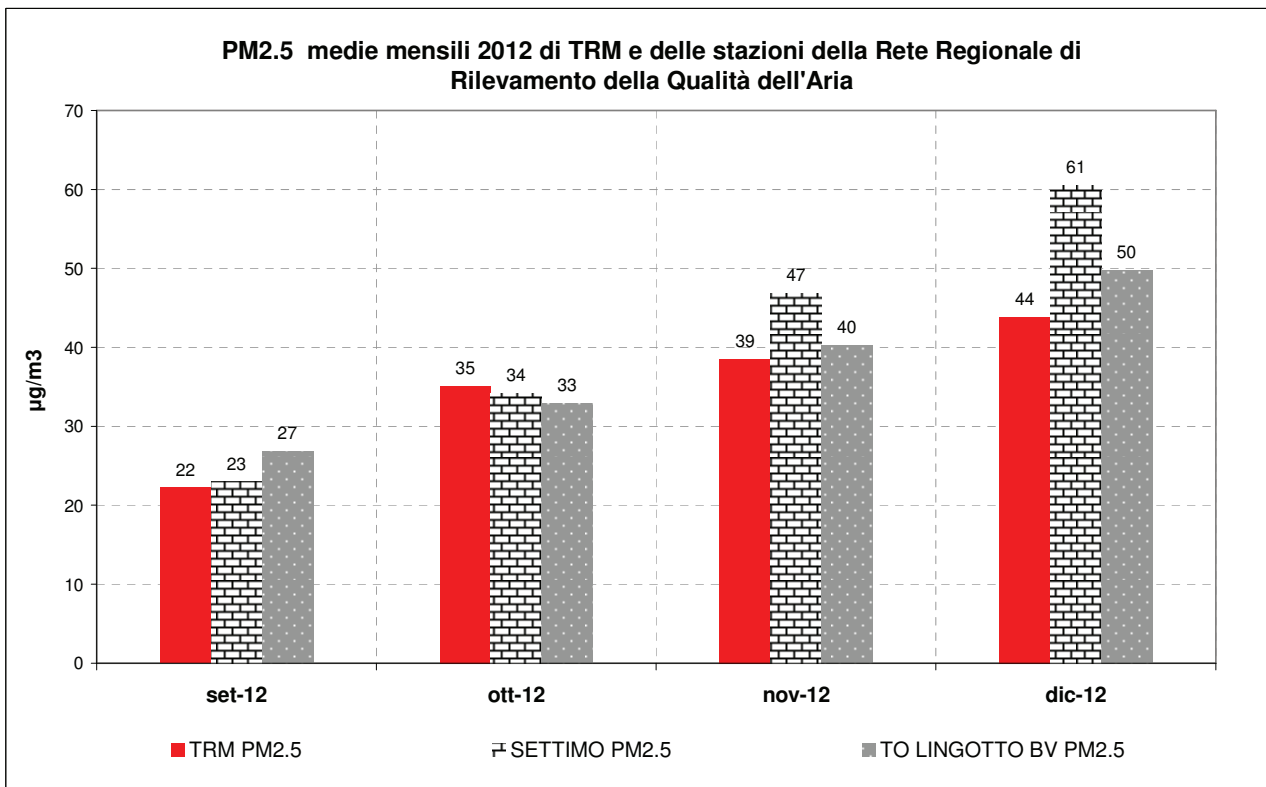


Figura 7 - Medie mensili di PM_{2.5} per TRM e stazioni rete fissa regionale.

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
Minima media giornaliera	0.1	0.3	0.4	0.8
Massima media giornaliera	14.9	7.8	8.4	9.8
Media delle medie giornaliere (b):	1.6	2.2	2.1	2.5
Giorni validi	105	98	60	102
Percentuale giorni validi	100%	93%	57%	97%
Media dei valori orari	1.6	2.2	2.1	2.5
Massima media oraria	39.7	12.6	12.4	15.6
Ore valide	2497	2274	1434	2389
Percentuale ore valide	99%	90%	57%	95%

Tabella 6 - Benzene:Indicatori statistici anno 2012 (dal 22/09/12 al 31/12/2012).

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 periodo di misura considerato è di 1.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valore più basso delle stazioni di fondo urbano (Torino – Lingotto) e suburbano (VinoVO) presenti sul territorio, la cui concentrazione media annua per il 2012 è rimasta molto al di sotto del limite normativo (rispettivamente 1.3 e 1.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Considerando che i valori del periodo invernale sono rappresentativi dei massimi annuali e che le stazioni di confronto rispettano il limite di legge annuale, è ipotizzabile 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
Minima media giornaliera	0.7	1.2	2.0	4.9
Massima media giornaliera	22.9	13.3	25.1	30.6
Media delle medie giornaliere (b):	4.8	5.3	9.6	14.7
Giorni validi	104	97	62	102
Percentuale giorni validi	99%	92%	59%	97%
Media dei valori orari	4.8	5.2	9.5	14.6
Massima media oraria	65.3	34.0	52.2	63.2
Ore valide	2494	2286	1430	2397
Percentuale ore valide	99%	91%	57%	95%

Tabella 7 - Toluene: Indicatori statistici anno 2012 (dal 22/09/12 al 31/12/2012)

Anche le concentrazioni medie di toluene presso la centralina TRM sono più basse di quelle calcolate per le stazioni della rete fissa ad essa più prossime per caratteristiche e localizzazione geografica: il dato di TRM – 4.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – è simile ma inferiore alla media del periodo di Vinovo – 5.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - , mentre è molto inferiore al dato delle centraline di Torino – rispettivamente 9.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per Lingotto e 14.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per via della Consolata (**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 e toluene sono mediamente più basse di quelle registrate dalle stazioni della rete fissa utilizzate come riferimento.

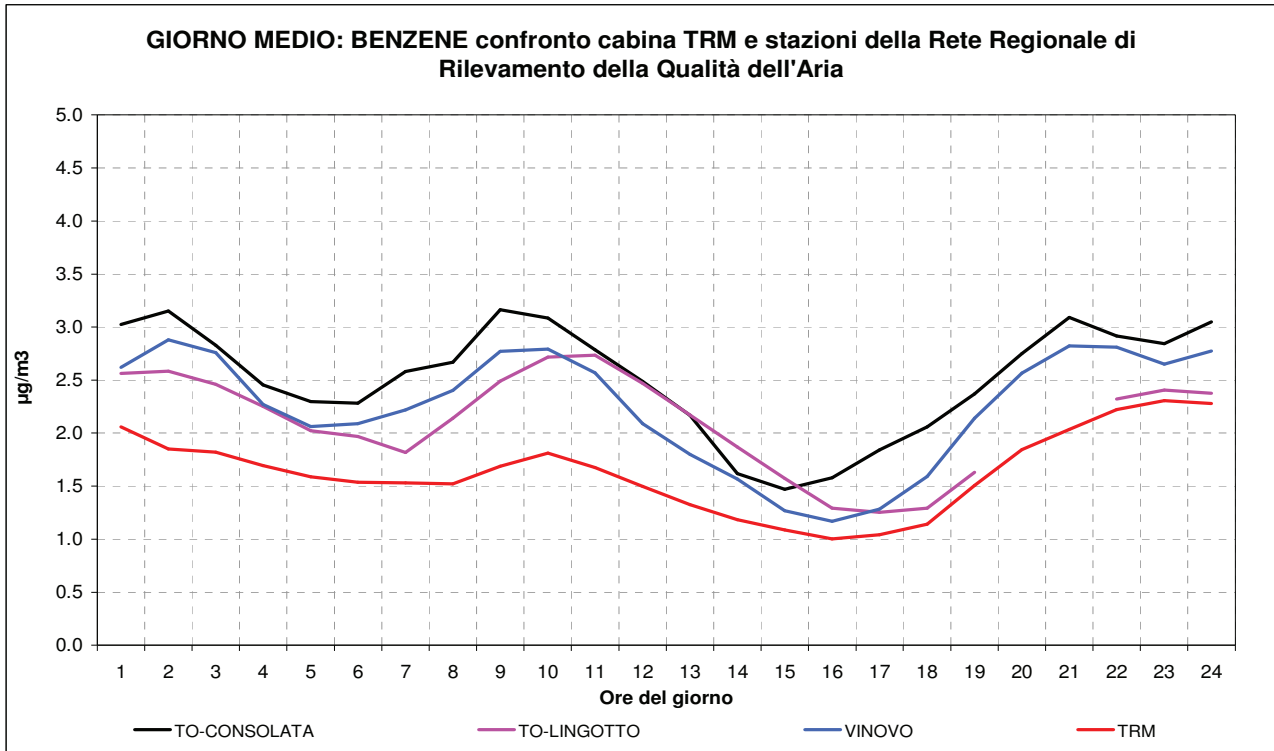


Figura 8 - Benzene: Andamento medio delle concentrazioni orarie (giorno medio)

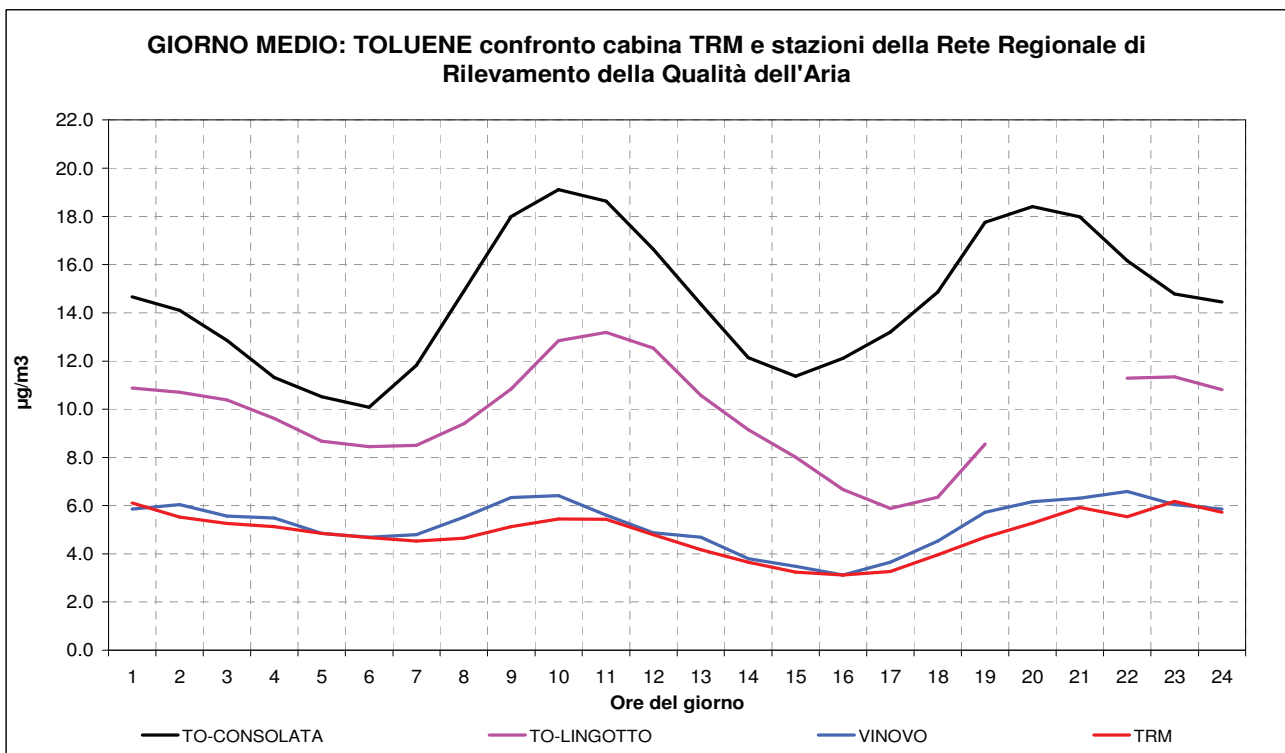


Figura 9 - Toluene: Andamento medio delle concentrazioni orarie (giorno medio)

La linea che rappresenta l'andamento della stazione di Torino Lingotto (linea fucsia) sia per il benzene sia per il toluene risulta spezzata poiché nel periodo di indagine era stata programmata una calibrazione automatica dello strumento di misura tra le 20.00 e le 21.00 ed è stato quindi necessario invalidare i dati corrispondenti a tale intervallo orario.

Idrocarburi policiclici aromatici

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 del periodo 4 ottobre- 31 dicembre 2012 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/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	T0-Consolata	T0-Grassi	T0-Lingotto	T0- Rebaudengo	Druento
Media del periodo	1.4	1.2	1.9	1.3	1.5	0.5
Giorni validi	80	89	62	85	88	87
Percentuale giorni validi	90%	100%	70%	96%	99%	98%

Tabella 8: Benzo(a)Pirene sul PM10 – indicatori statistici anno 2012.

Benzo(a)Antracene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	T0-Consolata	T0-Grassi	T0-Lingotto	T0- Rebaudengo	Druento
Media del periodo	0.99	0.90	1.66	0.98	1.40	0.35
Giorni validi	80	89	62	85	88	87
Percentuale giorni validi	90%	100%	70%	96%	99%	98%

Tabella 9: Benzo[a]Antracene sul PM10 – indicatori statistici anno 2012.

Benzo(b+j+k)Fluorantene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	T0-Consolata	T0-Grassi	T0-Lingotto	T0- Rebaudengo	Druento
Media del periodo	2.88	2.47	1.77	2.83	1.40	1.23
Giorni validi	80	89	62	85	88	87
Percentuale giorni validi	90%	100%	70%	96%	99%	98%

Tabella 10: Benzo[b+j+k]Fluorantene sul PM10 – indicatori statistici anno 2012.

Indeno(1,2,3-cd)Pirene sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	T0-Consolata	T0-Grassi	T0-Lingotto	T0- Rebaudengo	Druento
Media del periodo	1.59	1.32	2.02	1.54	1.80	0.67
Giorni validi	80	89	62	85	88	87
Percentuale giorni validi	90%	100%	70%	96%	99%	98%

Tabella 11: Indeno[1,2,3-cd]Pirene sul PM10 – indicatori statistici anno 2012

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.

Non è possibile effettuare il confronto formale con i limiti normativi, in quanto sono disponibili solo tre mesi di dati. Considerando però che per il Benzo(a)Pirene i valori del periodo invernale sono rappresentativi dei massimi annuali e che le stazioni di confronto – per le quali si dispone di una base dati estesa a tutto il 2012 - rispettano i limiti normativi ad eccezione di To-Grassi che presenta una media annuale pari a 1.1 ng/m³, è ipotizzabile che anche nel sito di Beinasco-Aldo Mei il limite di 1 ng/m³ previsto dal D.Lgs 155/2010 sia 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, analogamente ad altri parametri considerati nel presente report, i campioni di PM₁₀ relativi al mese di dicembre sono risultati più ricchi di B(a)P rispetto ai due mesi precedenti, probabilmente a causa delle particolari condizioni meteo climatiche; infatti è una situazione che accomuna siti con caratteristiche e localizzazioni molto differenti tra loro. Andamento analogo si osserva anche per gli altri IPA determinati nel PM₁₀.

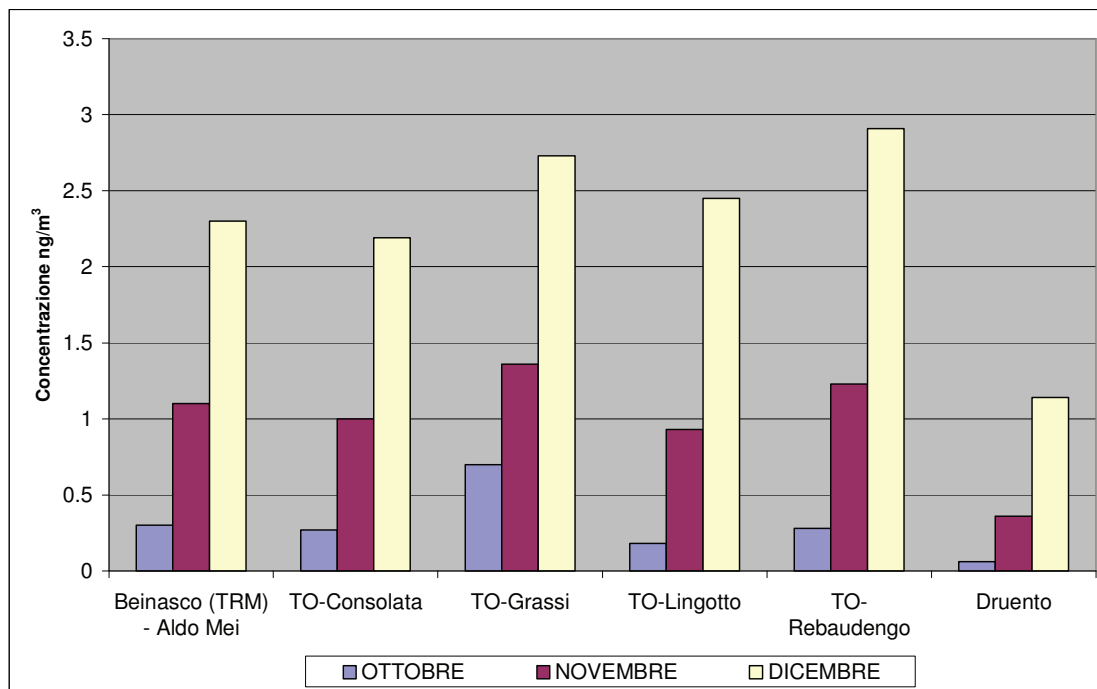


Figura 10 - Concentrazione di Benzo(a)Pirene nel PM₁₀ mesi di ottobre – novembre – dicembre 2012.

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*, predisposto 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, predisposto dall'Organizzazione Mondiale della Sanità nell'anno 2000.

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 metilmercurio². Quest'ultimo è in assoluto la forma maggiormente tossica e biodisponibile per gli organismi viventi³. 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)⁴. Più precisante 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/m³⁵.

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 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.

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;

² *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pag. 167

³ *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pag. 16

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

⁵ *Ambient Air Pollution by Mercury –Position Paper*, pag. 114

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

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

- 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 sono disponibili dal 18 settembre 2012 e i risultati sono riassunti nella **Tabella 12**.

<i>Mercurio elementare gassoso (valori di conc. espressi in ng/m³)</i>	<i>Beinasco (TRM) - Aldo Mei</i>
<i>Minima media giornaliera</i>	4
<i>Massima media giornaliera</i>	10
<i>Media delle medie giornaliere</i>	5
<i>Giorni validi</i>	105
<i>Percentuale giorni validi</i>	100%
<i>Media dei valori orari</i>	5
<i>Massima media oraria</i>	18
<i>Ore valide</i>	2508
<i>Percentuale ore valide</i>	100%

Tabella 12 - Mercurio elementare gassoso- indicatori statistici 18 settembre 2012 – 31 dicembre 2012

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.

I campionamenti del particolato sono stati avviati il 4 ottobre 2012, in concomitanza con la presa in consegna della cabina da parte del Dipartimento scrivente, per cui sono disponibili le medie mensili dei mesi di ottobre, novembre e dicembre (**Tabella 13**).

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 presumibile non produca un rischio misurabile di danno, con riferimento agli effetti non cancerogeni. L'MRL è calcolato in relazione all'esposizione su uno specifico periodo temporale (acuta, intermedia, cronica)

Mercurio sul particolato (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei
<i>Ottobre</i>	<0.14
<i>Novembre</i>	<0.14
<i>Dicembre</i>	<0.14

Tabella 13 - Mercurio sul PM₁₀ – Concentrazioni medie mensili nel quarto trimestre 2012

Si osserva che, anche considerando la somma delle due forme di mercurio aerodisperso, i valori rilevati nell'ultimo trimestre 2012 risultano in media inferiori di più di due ordini di grandezza al valore della 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 rilevati sono inoltre in linea con quanto riportato in letteratura per le aree urbane europee.

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).

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 del termovalorizzatore di Torino.

Dalla **Tabella 14** alla **Tabella 17** sono riportati gli indicatori statistici del periodo ottobre-dicembre 2012 per arsenico, cadmio, nichel e piombo sul PM₁₀ relativi alla stazione di Beinasco – Aldo Mei e 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	TO-Consolata	TO-Grassi	TO-Lingotto	TO- Rebaudengo	Druento
<i>Media del periodo</i>	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
<i>Giorni validi</i>	80	89	62	85	88	87
<i>Percentuale giorni validi</i>	90%	100%	70%	96%	99%	98%

Tabella 14 - Arsenico sul PM10 – indicatori statistici anno 2012

Cadmio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Consolata	TO-Grassi	TO-Lingotto	TO- Rebaudengo	Druento
<i>Media del periodo</i>	0.5	0.7	0.6	0.4	0.6	0.1
<i>Giorni validi</i>	80	89	62	85	88	87
<i>Percentuale giorni validi</i>	90%	100%	70%	96%	99%	98%

Tabella 15 - Cadmio sul PM10 – indicatori statistici anno 2012

<i>Nichel sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m³)</i>	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Consolata	TO-Grassi	TO-Lingotto	TO- Rebaudengo	Druento
<i>Media del periodo</i>	5.9	11	9.7	6.4	8.8	3.7
<i>Giorni validi</i>	80	89	62	85	88	87
<i>Percentuale giorni validi</i>	90%	100%	70%	96%	99%	98%

Tabella 16 - Nichel sul PM10 – indicatori statistici anno 2012

<i>Piombo sul PM10 (valori di conc. espressi in µg/m³)</i>	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Consolata	TO-Grassi	TO-Lingotto	TO- Rebaudengo	Druento
<i>Media del periodo</i>	0,018	0,017	0,024	0,015	0,029	0,007
<i>Giorni validi</i>	80	89	62	85	88	87
<i>Percentuale giorni validi</i>	90%	100%	70%	96%	99%	98%

Tabella 17 - Piombo sul PM10 – indicatori statistici anno 2012

Si osserva in generale che i valori rilevati nella stazione di Beinasco-Aldo Mei sono confrontabili con quelli della stazione di fondo urbano di To-Lingotto e intermedi tra quelli di stazioni urbane da traffico (To Consolata –To Rebaudengo e To – Grassi) e la stazione di fondo rurale di Druento, ubicata all'interno del Parco regionale La Mandria¹¹.

Il confronto con i limiti normativi non può essere effettuato in termini formali, in quanto sono disponibili solo tre mesi di dati; considerando però che per i metalli i valori dell'ultimo trimestre dell'anno sono rappresentativi dei massimi annuali e che le stazioni di confronto – per le quali si dispone di una base dati estesa a tutto il 2012 - rispettano tutte i limiti normativi, è del tutto presumibile che anche nel sito di Beinasco-Aldo Mei i valori di riferimento del D.Lgs 155/2010 e s.m.i. siano ampiamente rispettati.

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 non normati: 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 18** è riportato un riassunto delle informazioni desunte dai documenti citati.

¹¹ 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 18 - Metalli sul PM10 non normati – valori di riferimento

Va considerato che i metalli non normati in questione vengono determinati da Arpa Piemonte a scopo di studio anche nelle stazioni fisse di To-Lingotto, To-Rebaudengo e To-Grassi, le quali verranno quindi utilizzate nel seguito come confronto.

Dalla **Tabella 19** alla **Tabella 24** sono riportati gli indicatori statistici del periodo ottobre-dicembre 2012 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	80	62	85	88
Percentuale giorni validi	90%	70%	96%	99%

Tabella 19 - Cobalto sul PM10 – indicatori statistici anno 2012

Cromo sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO-Lingotto	TO-Rebaudengo
Media del periodo	5.3	15	4.4	12
Giorni validi	80	62	85	88
Percentuale giorni validi	90%	70%	96%	99%

Tabella 20 - Cromo sul PM10 – indicatori statistici anno 2012

Rame sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO-Lingotto	TO-Rebaudengo
Media del periodo	52	128	61	106
Giorni validi	80	62	85	88
Percentuale giorni validi	90%	70%	96%	99%

Tabella 21 - Rame sul PM10 – indicatori statistici anno 2012

Selenio 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	80	62	85	88
Percentuale giorni validi	90%	70%	96%	99%

Tabella 22 - Selenio sul PM10 – indicatori statistici anno 2012

Vanadio sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO-Lingotto	TO- Rebaudengo
Media del periodo	1	2	2	2
Giorni validi	80	62	85	88
Percentuale giorni validi	90%	70%	96%	99%

Tabella 23 - Vanadio sul PM10 – indicatori statistici anno 2012

Zinco sul PM10 (valori di conc. espressi in ng/m ³)	Beinasco (TRM) - Aldo Mei	TO-Grassi	TO-Lingotto	TO- Rebaudengo
Media del periodo	60 ^(*)	88	92	102
Giorni validi	49	62	85	88
Percentuale giorni validi	55%	70%	96%	99%

(*) il dato del mese di dicembre non è disponibile; la media si riferisce ai mesi di ottobre e novembre

Tabella 24 - Zinco sul PM10 – indicatori statistici anno 2012

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 To-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 18**); in tutti casi, inoltre, le concentrazioni rilevate sono confrontabili o inferiori ai valori indicati dai medesimi organismi come tipici delle aree urbane.

Anche per i metalli non normati va sottolineato che i valori dell'ultimo trimestre dell'anno sono rappresentativi dei massimi annuali, per cui le considerazioni effettuate conservano presumibilmente la loro validità anche in un'ottica di monitoraggio annuale.

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 però 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 di detta catena.

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

La prima riguarda 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 della popolazione e può avvenire, 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. 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 solventi organici. Non sono infiammabili, evaporano a oltre 800°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 diossina-simili (PCB DL).

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

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

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 le diossine 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 è costituito da un filtro e da un adsorbente su cui viene realizzata la determinazione di policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili.



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 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 diossina-simili 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 25** 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) ¹²	WHO-TEF ¹³ (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

¹² 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

¹³ 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.

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
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 25 - 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; per i PCB dioxin like: pg WHO-TEQ/m³.

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

In **Tabella 26** e sono riportati gli esiti delle determinazioni analitiche realizzate sui campioni prelevati da ottobre a dicembre 2012.

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

MESE		OTTOBRE '12	NOVEMBRE '12	DICEMBRE '12
Campione n°		55323	59963	1483
2,3,7,8 TETRA-CDD	fg/m ³	0,862	2,36	7,36
1,2,3,7,8 PENTA-CDD	fg/m ³	4,82	12,1	21,4
1,2,3,4,7,8 ESA-CDD	fg/m ³	2,84	6,32	11,1
1,2,3,6,7,8 ESA-CDD	fg/m ³	6,93	13,7	21,0
1,2,3,7,8,9 ESA-CDD	fg/m ³	5,11	10,1	15,2
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDD	fg/m ³	46,8	97,7	134
OCTA-CDD	fg/m ³	83,7	225	278
2,3,7,8 TETRA-CDF	fg/m ³	11,7	32,3	476

1,2,3,7,8 PENTA-CDF	fg/m ³	9,84	28,3	173
2,3,4,7,8 PENTA-CDF	fg/m ³	17,1	45,1	246
1,2,3,4,7,8 ESA-CDF	fg/m ³	13,5	35,6	92,8
1,2,3,6,7,8 ESA-CDF	fg/m ³	12,3	33,3	62,4
2,3,4,6,7,8 ESA-CDF	fg/m ³	16,1	36,4	44,3
1,2,3,7,8,9 ESA-CDF	fg/m ³	1,82	5,75	3,58
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDF	fg/m ³	43,9	113	165
1,2,3,4,7,8,9 EPTA-CDF	fg/m ³	7,12	10,6	< 0,708
OCTA-CDF	fg/m ³	24,4	69,5	72,9
PCDD/F totali	fg I-TEQ/m³	20,4	52,2	226

Tabella 26 - Concentrazioni di PCDD e PCDF in aria ambiente.

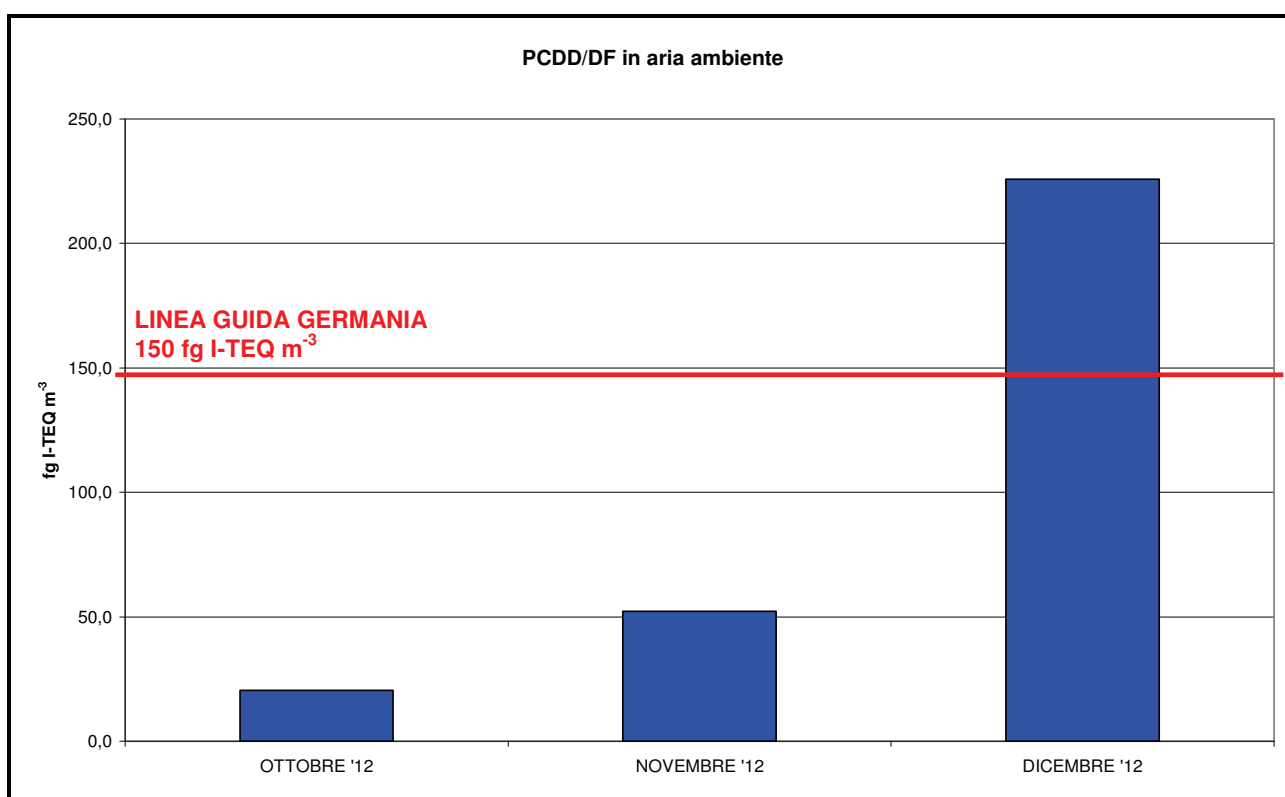


Figura 12 - Concentrazioni di PCDD e PCDF in aria ambiente

Al fine di disporre di dati di confronto 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 due 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 sole tre ore).

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

PCB totali pg/m ³	SITO 1	SITO 2
MINIMO	33	2997
MEDIO	138	17073
MASSIMO	482	35950

MESE		OTTOBRE '12	NOVEMBRE '12	DICEMBRE '12
Campione n°		55323	59963	1483
PCB 77 (3,3',4,4' TETRA-CB)	pg/m ³	0,431	0,359	1,27
PCB 81 (3,4,4',5 TETRA-CB)	pg/m ³	0,0190	0,0126	0,0825
PCB 126 (3,3',4,4',5 PENTA-CB)	pg/m ³	0,0370	0,0410	0,242
PCB 169 (3,3',4,4',5,5' ESA-CB)	pg/m ³	0,00532	0,00947	0,0605
PCB 105 (2,3,3',4,4' PENTA-CB)	pg/m ³	2,07	2,26	32,9
PCB 114 (2,3,4,4',5 PENTA-CB)	pg/m ³	0,190	0,175	1,58
PCB 118 (2,3',4,4',5 PENTA-CB)	pg/m ³	5,83	5,50	54,7
PCB 123 (2,3,4,4',5 PENTA-CB)	pg/m ³	0,273	0,207	1,83
PCB 156 (2,3,3',4,4',5 ESA-CB)	pg/m ³	0,378	0,579	9,66
PCB 157 (2,3,3',4,4',5' ESA-CB)	pg/m ³	0,0906	0,158	3,24
PCB 167 (2,3',4,4',5,5' ESA-CB)	pg/m ³	0,246	0,299	4,68
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5' EPTA-CB)	pg/m ³	0,0332	0,0550	0,745
PCB Dioxin Like	pg WHO-TEQ /m³	0,00418	0,00470	0,0294
PCB 28 (2,4,4' TRI-CB)	pg/m ³	23,8	17,1	11,9
PCB 52 (2,2',5,5' TETRA-CB)	pg/m ³	22,4	16,0	37,0
PCB 101 (2,2',4,5,5' PENTA-CB)	pg/m ³	14,0	11,2	36,2
PCB 138 (2,2',3,4,4',5' ESA-CB)	pg/m ³	5,87	6,09	57,7
PCB 153 (2,2',4,4',5,5' ESA-CB)	pg/m ³	9,07	8,49	51,1
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5' EPTA-CB)	pg/m ³	2,14	2,64	34,7
PCB Marker	pg/m³	77,3	61,5	228
PCB 95 (2,2',3,5',6 PENTA-CB)	pg/m ³	13,8	10,6	26,3
PCB 99 (2,2',4,4',5 PENTA-CB)	pg/m ³	5,54	4,41	20,6
PCB 110 (2,3,3',4',6 PENTA-CB)	pg/m ³	10,9	8,59	53,0
PCB 128 (2,2',3,3',4,4' ESA-CB)	pg/m ³	0,760	0,923	13,9
PCB 146 (2,2',3,4',5,5' ESA-CB)	pg/m ³	1,01	1,04	5,67
PCB 149 (2,2',3,4',5,6 ESA-CB)	pg/m ³	7,03	6,10	31,7
PCB 151 (2,2',3,5,5',6 ESA-CB)	pg/m ³	2,73	1,99	10,1
PCB 170 (2,2',3,3',4,4',5 EPTA-CB)	pg/m ³	0,762	1,03	15,1
PCB 177 (2,2',3,3',4,5',6' EPTA-CB)	pg/m ³	0,553	0,584	5,02
PCB 183 (2,2',3,4,4',5',6 EPTA-CB)	pg/m ³	0,753	0,744	5,30
PCB 187 (2,2',3,4',5,5',6 EPTA-CB)	pg/m ³	1,57	1,56	11,9

PCB Non Dioxin Like	pg/m³	45,3	37,6	199
SOMMA 29 PCB (dioxin like, marker, non dioxin like)	pg/m³	132	109	538
Famiglia Tricloro-bifenili	pg/m ³	91,4	66,8	55,5
Famiglia Tetracloro-bifenili	pg/m ³	71,8	53,6	209
Famiglia Pentacloro-bifenili	pg/m ³	67,9	49,8	303
Famiglia Esacloro-bifenili	pg/m ³	31,0	23,6	154
Famiglia Eptacloro-bifenili	pg/m ³	9,42	10,8	97,0
Famiglia Octacloro-bifenili	pg/m ³	1,44	1,98	27,9
PCB Totale Famiglie	pg/m³	273	207	847

Tabella 27 - Concentrazioni di PCB in aria ambiente.

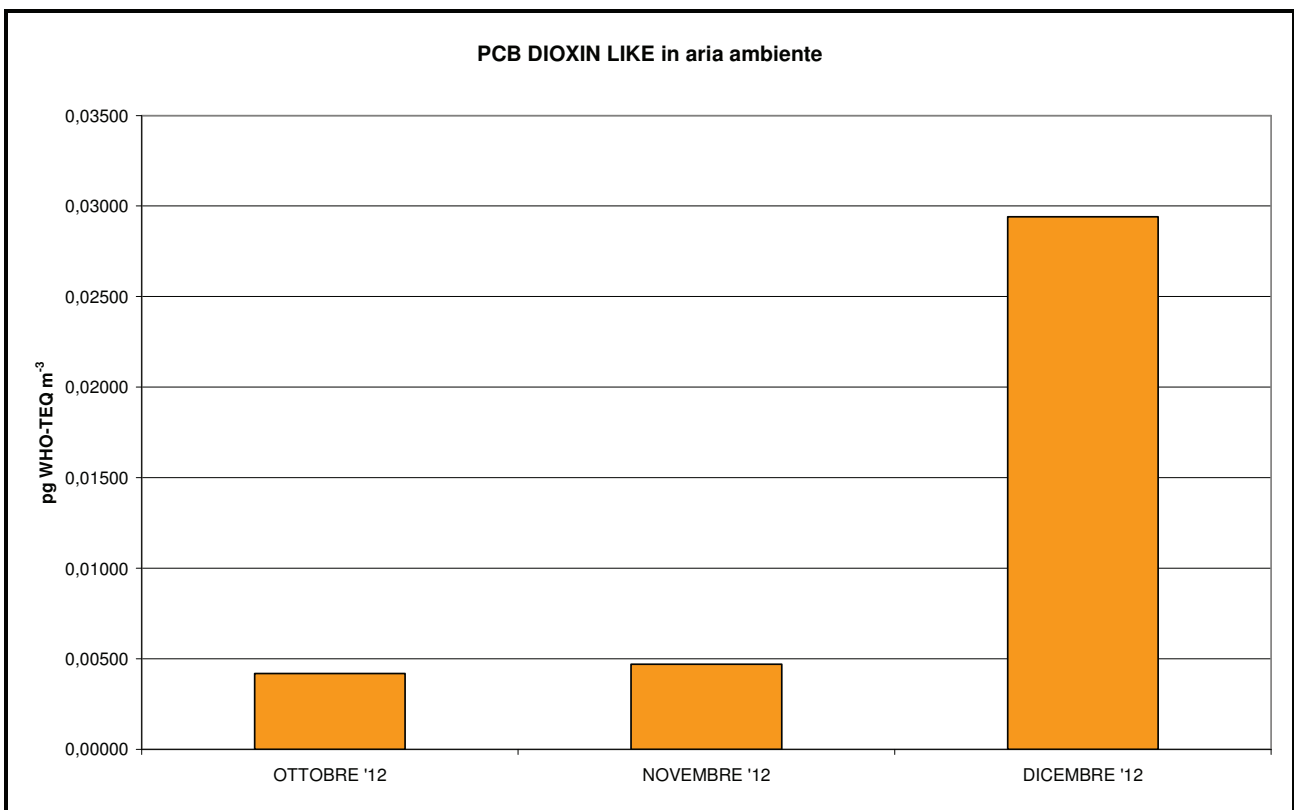


Figura 13 - Concentrazioni di PCB dioxin like in aria ambiente.

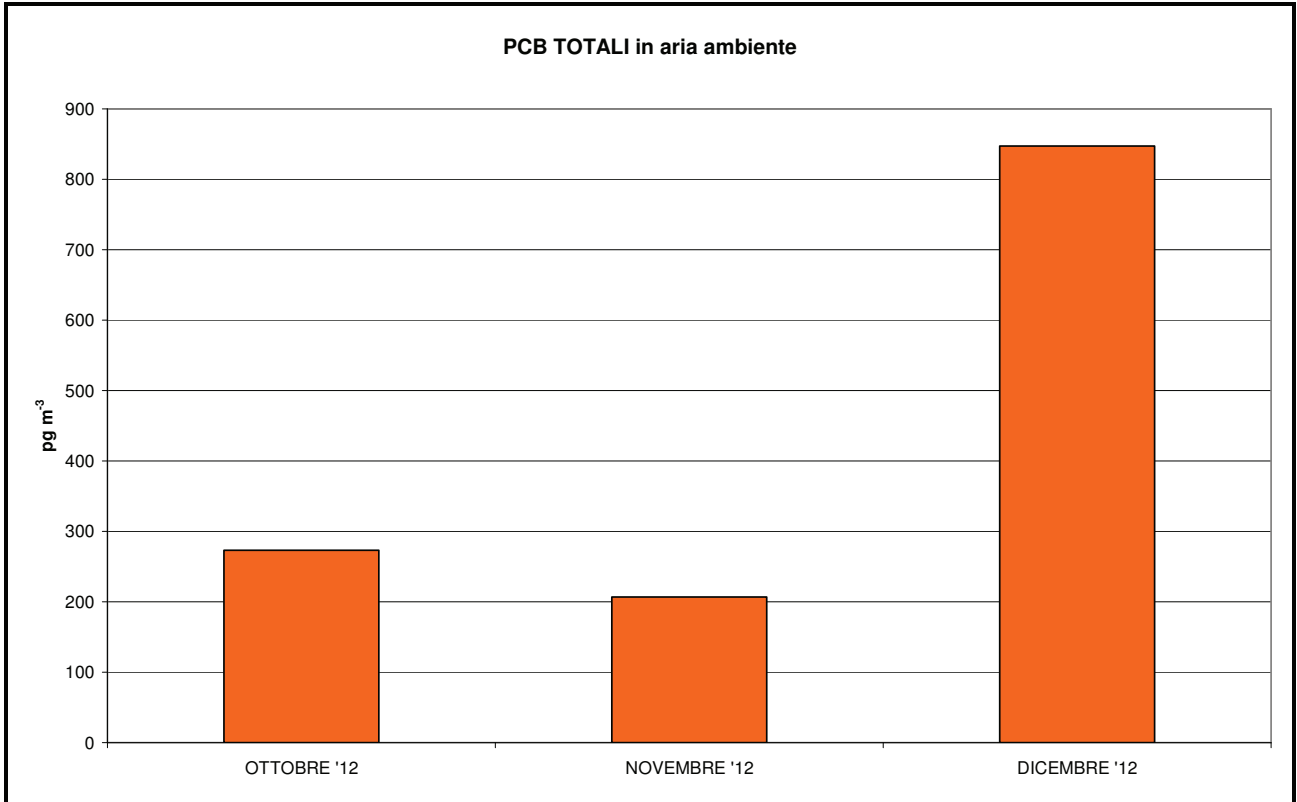


Figura 14 - Concentrazioni di PCB Totali in aria ambiente.

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

Il campionamento delle deposizioni è iniziato il 30 ottobre 2012, per cui nella **Tabella 28** sono riportati i dati relativi ai due campioni raccolti e analizzati nei mesi di novembre e dicembre 2012 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 in cui sono stati installati campionatori Bulk analoghi. Per questi siti è disponibile solo il dato di novembre in quanto a mesi alterni vengono campionati IPA e metalli.

Si osserva che i livelli nei vari siti sono paragonabili, per il sito di Beinasco i flussi di IPA sono leggermente superiori nel mese di novembre rispetto a dicembre, ad eccezione del Benzo(a)Antracene; il mese di novembre è stato caratterizzato da abbondanti precipitazioni che probabilmente hanno dilavato gli inquinanti presenti in atmosfera e che quindi sono ricaduti nelle deposizioni raccolte.

Osservando i dati del mese di novembre si nota che ad eccezione del Benzo(a)Pirene di Orbassano, i livelli maggiori sono quelli di Beinasco, in particolare per il Benzo[b+j+k]fluorantene (valore pari a 41.3 ng/(m²d)), che secondo alcuni autori può essere considerato un indicatore dell’emissione dei motori diesel [Masclat P. et al.,1986].

Nello studio effettuato da M. Amodio, G. de Gennaro (Laboratory of Environmental Sustainability Dipartimento di Chimica – Università degli Studi di Bari) - Depositioni 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)	NOVEMBRE			DICEMBRE	
	GRUGLIASCO	RIVALTA	ORBASSANO	BEINASCO (TRM) ALDO MEI	BEINASCO (TRM) ALDO MEI
Benzo[a]pirene	12.9	16.5	26.6	21.1	12.6
Benzo[a]antracene	6.9	7.9	8.1	10.1	11.0
Benzo[b+j+k]fluorantene	13.8	25.7	35.8	41.3	33.9
Indeno[1,2,3-cd]pirene	15.6	12.9	22.0	26.6	17.3

Tabella 28 - IPA nelle Deposizioni – indicatori statistici anno 2012.

Metalli

Il campionamento delle deposizioni è iniziato il 30 ottobre 2012, per cui nella **Tabella 29** sono riportati i dati relativi ai due campioni raccolti e analizzati nei mesi di novembre e dicembre 2012 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 Baldissero T.se, 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 il mese di novembre è possibile il confronto solo con il campione raccolto a Baldissero T.se in quanto negli altri siti si raccolgono le deposizioni per la determinazione di IPA e metalli a mesi alterni.

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 il livello dei vari metalli nei campioni riportati in **Tabella 29** hanno ordini di grandezza confrontabili tra loro e simili a quelli riportati in **Tabella 34** 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.

Anche gli intervalli di flussi relativi a diverse aree europee mostrano una grande variabilità, per cui sarà necessario disporre di una serie più lunga di dati, almeno annuale, per valutare dati come quello del Rame e Zinco presso la stazione di Beinasco o del Piombo ad Orbassano che possono sembrare in eccesso rispetto agli altri siti.

I due campioni mensili raccolti a Beinasco mostrano livelli maggiori di quelli determinati presso la stazione di Baldissero T.se essendo quest'ultimo un sito di fondo rurale non interessato direttamente a emissioni di traffico o industriali. Nel mese di novembre i flussi risultano maggiori

rispetto a dicembre probabilmente per l'abbondanza di precipitazioni che hanno dilavato i vari inquinanti presenti nell'aria facendoli ricadere nelle deposizioni raccolte.

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 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	NOVEMBRE		DICEMBRE				
	BALDISSERO	BEINASCO (TRM) ALDO MEI	GRUGLIASCO	RIVALTA	ORBASSANO	BALDISSERO	BEINASCO (TRM) ALDO MEI
Arsenico	2.7	3.2	0.2	0.2	0.2	1.0	0.2
Cadmio	0.3	0.3	0.05	0.04	0.2	0.1	0.1
Cobalto	2.7	3.2	0.2	0.2	0.3	1.0	0.4
Cromo	2.8	5.4	1.8	0.9	3.3	1.6	2.1
Nichel	3.3	4.7	2.7	1.3	4.3	1.4	2.7
Piombo	11.1	6.7	2.9	1.8	13.3	2.4	4.9
Rame	6.3	20.1	12.2	5.4	12.5	4.9	15.0
Selenio	2.7	3.2	0.2	0.2	0.2	1.0	0.2
Vanadio	2.8	3.6	0.5	0.3	1.0	1.0	0.7
Zinco	69.7	114.1	37.3	32.0	58.3	27.6	49.4

Tabella 29 - Metalli nelle Deposizioni – indicatori statistici anno 2012.

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 30** sono riportati i dati determinati presso la stazione di Beinasco – Aldo Mei: il campione di dicembre risulta inferiore al limite di quantificazione, mentre il valore relativo al mese di novembre è pari a 19.9 ng/(m²d) quindi confrontabile con il valore determinato a livello europeo, tuttavia si deve necessariamente attendere di disporre di una serie più lunga di dati, per valutare i flussi medi di mercurio nelle deposizioni.

Flusso Deposizione Mercurio $\text{ng}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	BEINASCO (TRM) ALDO MEI
NOVEMBRE	19.9
DICEMBRE	0.3

Tabella 30 - Mercurio nelle Deposizioni – indicatori statistici anno 2012

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 31 - 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 32 - 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 33 - 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 34 - 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]

Policlorodibenziodiossine , policlorodibenzofurani e policlorobifenili

Per le caratteristiche di questi inquinanti si rimanda al relativo paragrafo nel capitolo “Esame dei dati relativi alla qualità dell’aria ambiente”.

Anche per quanto riguarda le deposizioni, non sono fissati per questi inquinanti 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 35 - Proposta di valori guida per le deposizioni di diossina.

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

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

Campionamento

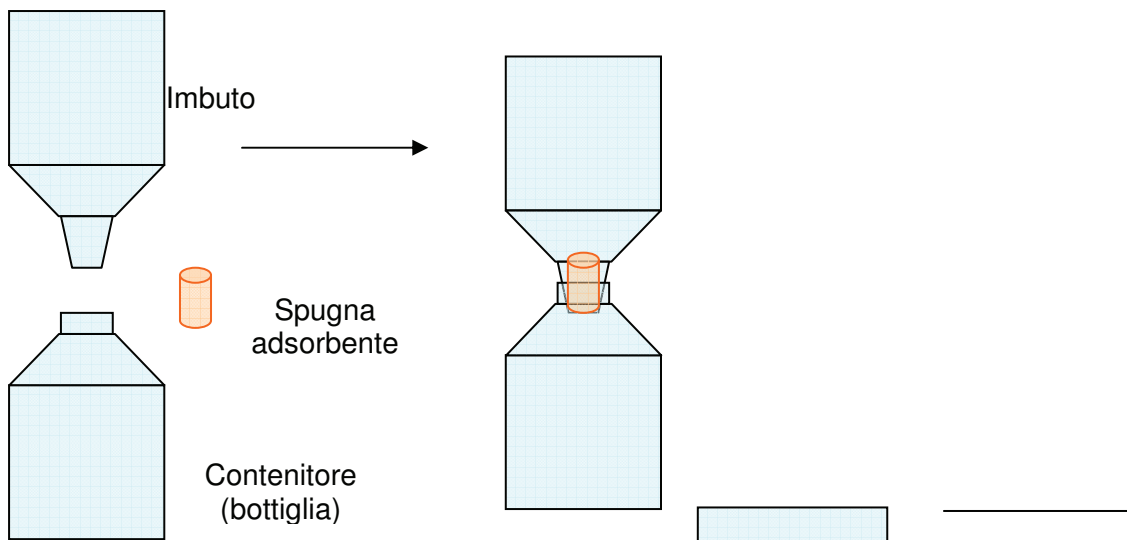
L’atmosfera costituisce un importante veicolo di trasporto di sostanze naturali ed immissioni inquinanti a breve ed a lunga distanza con ricadute sulle varie matrici ambientali.

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 ed 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.

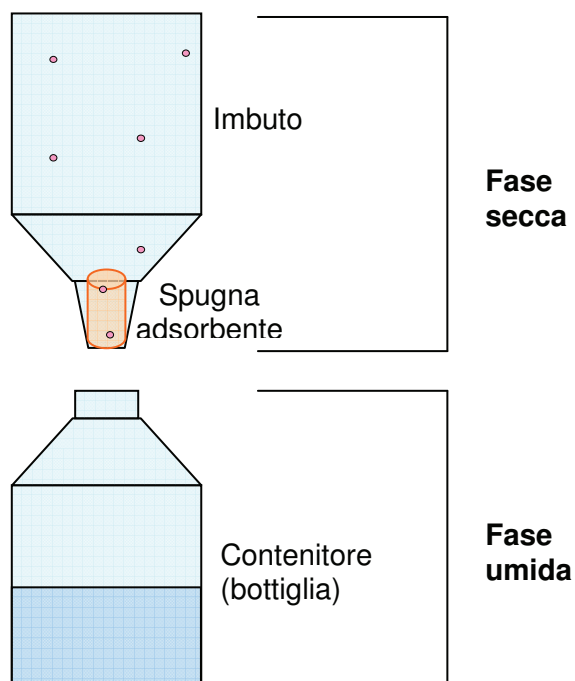


Figura 15 – Schema deposimetro.

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 i PCB: ng m⁻² d⁻¹
- per i 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 nell'ultimo trimestre 2012.

MESE			OTTOBRE '12		NOVEMBRE '12		DICEMBRE '12
Campione n°			55319		59962		1190
2,3,7,8 TETRA-CDD	pg m ⁻² d ⁻¹	<	0,216	<	0,216		0,590
1,2,3,7,8 PENTA-CDD	pg m ⁻² d ⁻¹	<	0,243		1,45		2,18
1,2,3,4,7,8 ESA-CDD	pg m ⁻² d ⁻¹	<	0,185	<	0,227		1,63
1,2,3,6,7,8 ESA-CDD	pg m ⁻² d ⁻¹	<	0,193	<	0,226		2,18
1,2,3,7,8,9 ESA-CDD	pg m ⁻² d ⁻¹	<	0,190		2,15		2,22
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDD	pg m ⁻² d ⁻¹		7,69		14,1		9,71
OCTA-CDD	pg m ⁻² d ⁻¹		33,2		32,5		29,1
2,3,7,8 TETRA-CDF	pg m ⁻² d ⁻¹		1,72		4,82		37,6
1,2,3,7,8 PENTA-CDF	pg m ⁻² d ⁻¹		1,77		3,60		19,5
2,3,4,7,8 PENTA-CDF	pg m ⁻² d ⁻¹		1,97		5,75		34,1
1,2,3,4,7,8 ESA-CDF	pg m ⁻² d ⁻¹		1,97		4,39		11,4
1,2,3,6,7,8 ESA-CDF	pg m ⁻² d ⁻¹		2,13		4,21		6,94
2,3,4,6,7,8 ESA-CDF	pg m ⁻² d ⁻¹		2,28		4,78		7,94
1,2,3,7,8,9 ESA-CDF	pg m ⁻² d ⁻¹		0,304		0,614		0,817
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDF	pg m ⁻² d ⁻¹		6,83		14,0		12,5
1,2,3,4,7,8,9 EPTA-CDF	pg m ⁻² d ⁻¹	<	0,194	<	0,255		3,72
OCTA-CDF	pg m ⁻² d ⁻¹		4,55		9,87		8,67
PCDD/F totali	pg I-TEQ m⁻² d⁻¹		2,30		6,33		27,1

Tabella 36 - Concentrazioni di PCDD e PCDF nelle deposizioni atmosferiche.

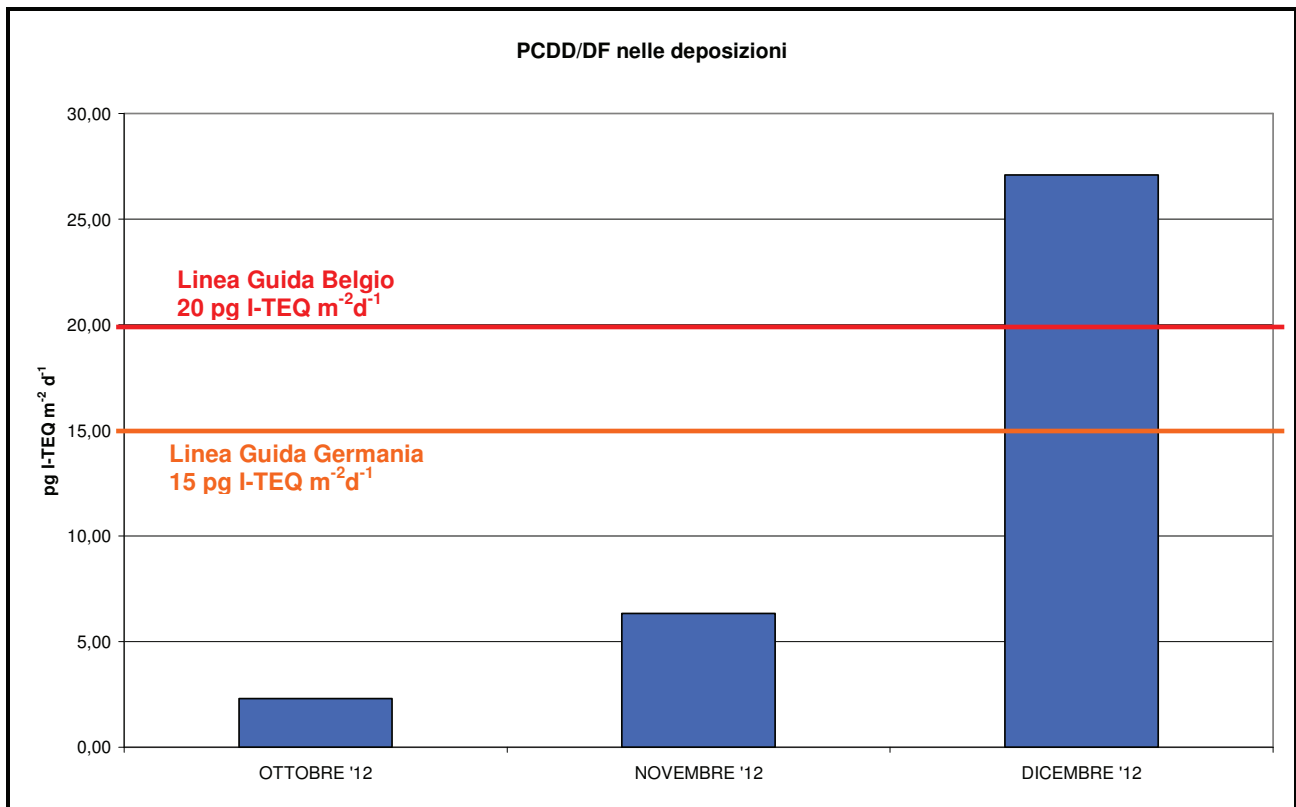


Figura 16 - Concentrazioni di PCDD e PCDF nelle deposizioni mensili.

Per poter confrontare i dati rilevati con altri riscontrati sul territorio della regione Piemonte, si riportano di seguito le concentrazioni minime, medie e massime rilevate nel corso di campagne di monitoraggio realizzate presso due diversi siti:

- sito 1: rurale con scarso traffico veicolare
- sito 2: vicinanze arteria traffico 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 sole tre ore).

PCDD/F totali pg I-TEQ/m ² d	SITO 1	SITO 2
MINIMO	0,05	5,36
MEDIO	2,40	56
MASSIMO	24,7	189

PCB totali ng/m ² d	SITO 1	SITO 2
MINIMO	1,25	50,8
MEDIO	16,10	298
MASSIMO	95,60	616

MESE		OTTOBRE '12	NOVEMBRE '12	DICEMBRE '12
Campione n°		55319	59962	1190
PCB 77 (3,3',4,4' TETRA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,0548	0,0404	0,0869
PCB 81 (3,4,4',5 TETRA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,00276	0,00125	< 0,00181
PCB 126 (3,3',4,4',5 PENTA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,00876	0,00544	0,0172
PCB 169 (3,3',4,4',5,5' ESA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	< 0,00056	0,00191	0,00542
PCB 105 (2,3,3',4,4' PENTA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,282	0,175	1,55
PCB 114 (2,3,4,4',5 PENTA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,0160	0,0136	0,0684
PCB 118 (2,3',4,4',5 PENTA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,591	0,379	2,34
PCB 123 (2,3,4,4',5 PENTA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,0240	0,0249	0,160
PCB 156 (2,3,3',4,4',5 ESA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,0973	0,0685	0,533
PCB 157 (2,3,3',4,4',5' ESA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,0266	0,0176	0,174
PCB 167 (2,3',4,4',5,5' ESA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,0490	0,0343	0,236
PCB 189 (2,3,3',4,4',5,5' EPTA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,00964	0,00776	0,0444
PCB Dioxin Like	ng WHO-TEQ m⁻² d⁻¹	0,00092	0,00063	0,00205
PCB 28 (2,4,4' TRI-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,368	0,234	0,403
PCB 52 (2,2',5,5' TETRA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,546	0,332	0,786
PCB 101 (2,2',4,5,5' PENTA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,640	0,452	1,31
PCB 138 (2,2',3,4,4',5' ESA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,823	0,683	2,92
PCB 153 (2,2',4,4',5,5' ESA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,877	0,791	2,61
PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5' EPTA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,433	0,390	2,30
PCB Marker	ng m⁻² d⁻¹	3,69	2,88	10,3
PCB 95 (2,2',3,5',6 PENTA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,458	0,298	0,793
PCB 99 (2,2',4,4',5 PENTA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,247	0,152	0,627
PCB 110 (2,3,3',4',6 PENTA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,729	0,431	2,08
PCB 128 (2,2',3,3',4,4' ESA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,144	0,0971	0,744
PCB 146 (2,2',3,4',5,5' ESA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,102	0,0845	0,276
PCB 149 (2,2',3,4',5,6 ESA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,462	0,416	1,39
PCB 151 (2,2',3,5,5',6 ESA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,146	0,113	0,423
PCB 170 (2,2',3,3',4,4',5 EPTA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,194	0,176	1,01
PCB 177 (2,2',3,3',4,5',6' EPTA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,0865	0,0812	0,288
PCB 183 (2,2',3,4,4',5',6 EPTA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,0920	0,0919	0,304
PCB 187 (2,2',3,4',5,5',6 EPTA-CB)	ng m ⁻² d ⁻¹	0,186	0,164	0,665
PCB Non Dioxin Like	ng m⁻² d⁻¹	2,85	2,10	8,60
SOMMA 29 PCB (dioxin like, marker, non dioxin like)	ng m⁻² d⁻¹	7,69	5,75	24,1
Famiglia Tricloro-bifenili	ng m ⁻² d ⁻¹	1,38	1,02	1,40
Famiglia Tetracloro-bifenili	ng m ⁻² d ⁻¹	2,72	1,71	4,12
Famiglia Pentacloro-bifenili	ng m ⁻² d ⁻¹	3,78	2,31	11,0
Famiglia Esacloro-bifenili	ng m ⁻² d ⁻¹	3,05	2,55	9,71
Famiglia Eptacloro-bifenili	ng m ⁻² d ⁻¹	1,42	1,266	5,53
Famiglia Octacloro-bifenili	ng m ⁻² d ⁻¹	0,304	0,19	2,94
PCB Totale Famiglie	ng m⁻² d⁻¹	12,6	9,05	34,7

Tabella 37 - Concentrazioni di PCB nelle deposizioni atmosferiche.

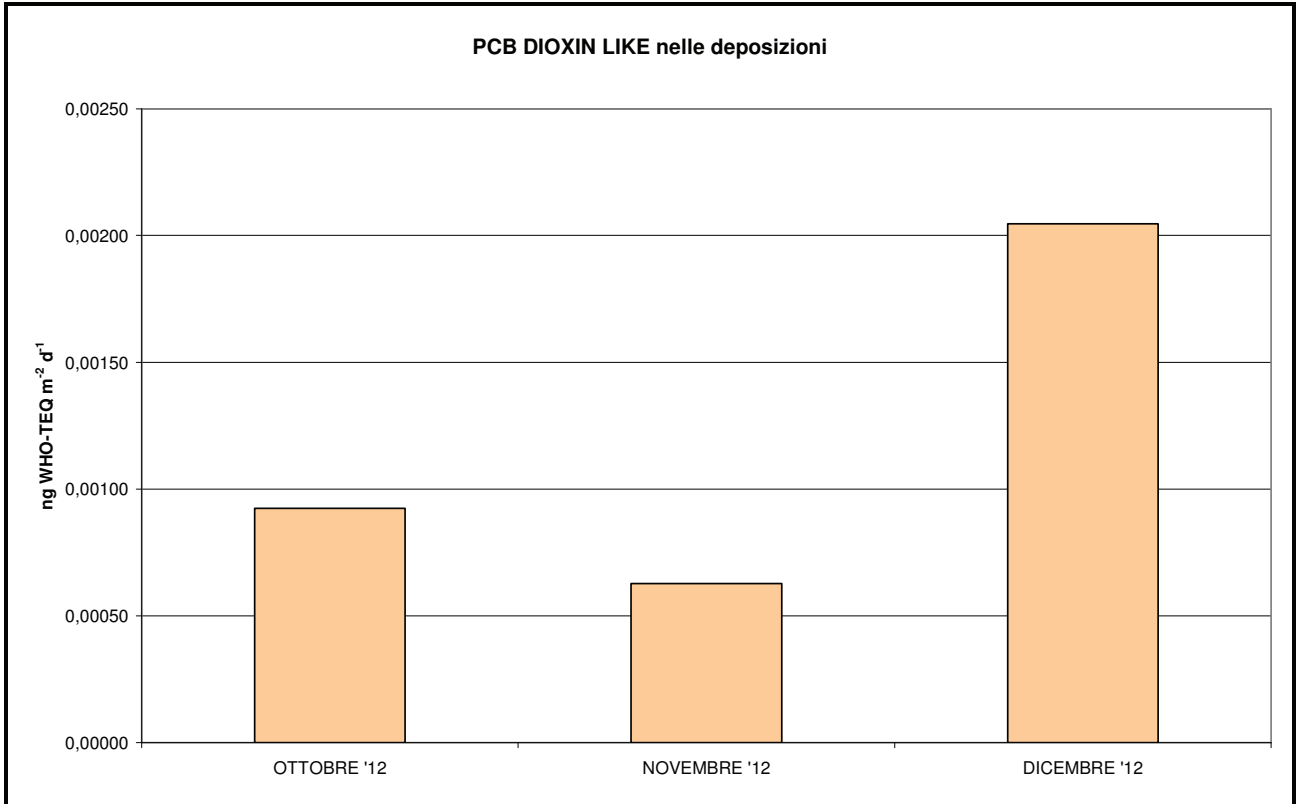


Figura 17 - Concentrazione di PCB DIOXIN LIKE nelle deposizioni mensili.

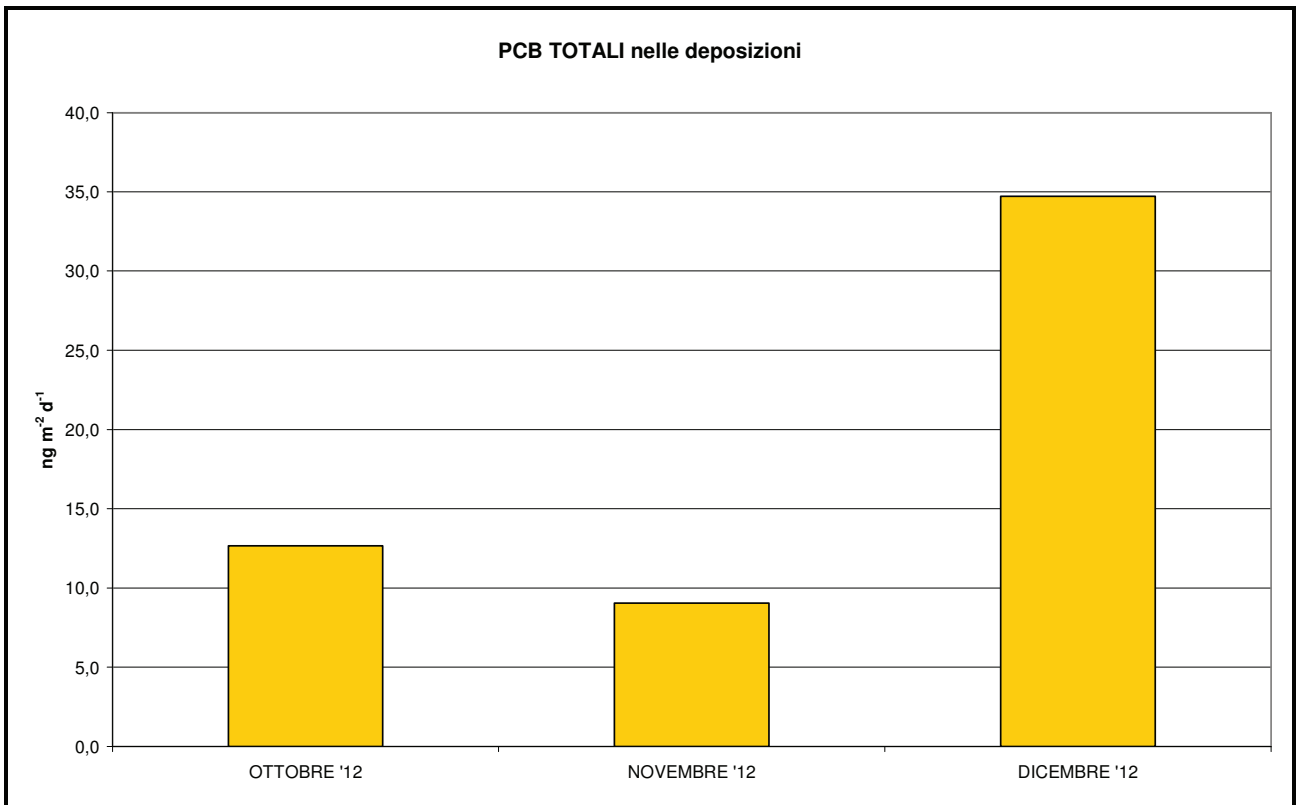


Figura 18 - Concentrazione di PCB TOTALI nelle deposizioni mensili

Conclusioni

Nel corso del periodo di monitoraggio oggetto della presente relazione (settembre-dicembre 2012), la stazione di Beinasco - Aldo Mei ha avuto un rendimento strumentale generalmente in linea con quanto previsto dalle prescrizioni normative. Le considerazioni seguenti possono però avere valore esclusivamente preliminare, in quanto relative a un solo quadrimestre e saranno soggette a conferma e ulteriore elaborazione quando sarà disponibile una base dati più estesa nel tempo.

Le principali osservazioni che si possono trarre dall'analisi dei dati relazione misurati nel periodo, sono le seguenti:

- 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 gli inquinanti riscontrati sono in media confrontabili o leggermente inferiori rispetto a quelli della stazione di fondo urbano di Torino Lingotto;
- Nel caso del mercurio in aria ambiente, per il quale non sono disponibili punti di misura di confronto sul territorio regionale, i valori sono in linea con quelli rilevati in siti analoghi e reperibili in letteratura;
- Le criticità evidenziabili in termini di superamento di valori di riferimento della normativa sono a carico di PM10, PM2.5 e, in misura minore, di biossido di azoto, situazione caratteristica di tutta l'area urbana torinese;
- La preesistente stazione fissa di Beinasco, situata in Via Silvio Pellico, presenta in media valori di ossidi di azoto leggermente inferiori a quelli della stazione di Beinasco-Aldo Mei; tali dati sono imputabili alla maggior vicinanza di quest'ultima ad assi stradali a elevati flussi veicolari;
- Ossidi di azoto, PM10, PM2.5, IPA su PM10, PCDD/DF e PCB in aria ambiente presentano medie mensili crescenti da ottobre a dicembre, situazione tipica del bacino padano; tale fenomeno è dovuto al progressivo aumento delle condizioni di stabilità atmosferica – che tendono a confinare gli inquinanti in prossimità del suolo – man mano che si procede dai mesi autunnali verso quelli invernali; i risultati delle altre stazioni della rete provinciale confermano tali andamenti temporali;
- 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.