arpal.ARPAL.REGISTRO UFFICIALE.U.0038264.28-12-2018.h.16:43

ARPAL
Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente ligure

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Preg.mi

- **Comune della Spezia**
  Dipartimento Territorio e politiche ambientali - Servizio Ambiente
  protocollo.comune.laspezia@legalmail.it
- **Comune di Arcola**
  comune.arcola@legalmail.it
- **Provincia della Spezia**
  Settore ambiente
  protocollo.provincia.laspezia@legalmail.it
- **Regione Liguria**
  Dipartimento Ambiente
  protocollo@pec.regione.liguria.it
- **ISPRA**
  Servizio Interdipartimentale per Indirizzo, Coordinamento e Controllo Attività Ispettive
  protocollo.ispra@ispra.legalmail.it
- **Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare**
  Direzione Generale Valutazione Ambiente
  DVA-II@minambiente.it
- **A.S.L. n. 5 "Spezzino"**
  Dipartimento di Prevenzione
  S.C. Igiene e Sanità Pubblica
  protocollo.generale@pec.asl5.liguria.it
- **Istituto Superiore di Sanità**
  protocollo.centrale@pec.iss.it
- **Soc. ENEL Produzione S.p.A.**
  LA SPEZIA (SP)
  enel_produzione_ub_laspezia@pec.enel.it

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato

OGGETTO: Soc. ENEL Produzione S.p.A. – CTE della Spezia – Report campagne 2017 delle deposizioni atmosferiche.

Si trasmette in allegato il "***Report monitoraggio prescrizione 14 - anno 2017***" effettuato in collaborazione con CESI, prescritto al par. 10.3.1 punto 14) dell'A.I.A.Soc. ENEL Produzione S.p.A. n. 244 del 06/09/2013.

Si comunica che tale Report è disponibile sul sito internet dell'Agenzia *http://www.arpal.gov.it*.

Il Direttore del Dipartimento
Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali

D.ssa Fabrizia Colonna

Responsabile del procedimento: dott.ssa F. Colonna

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato

ARPAL
Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente ligure

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Centrale Termoelettrica della Spezia

Attuazione della prescrizione 14
Paragrafo 10.3.1 dell'AIA n.244 del 06/09/2013



Report monitoraggio Prescrizione 14

anno 2017

Dicembre 2018

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato

Indice

1. PREMESSA 4

2. LA PRESCRIZIONE 14 5

2.1 Attuazione della Prescrizione 14 5
2.2 Numero e durata delle "campagne annuali di monitoraggio" del 2017 7
2.2.1 Eventi accidentali durante i monitoraggi del 2017 8
2.3 Postazioni di monitoraggio 8
2.4 Tipi di deposimetri utilizzati 11
2.5 Parametri chimici, metodi e validazione dei dati 12
2.5.1 Metalli 12
2.5.2 IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) 12
2.5.3 PCDD/F e PCB dioxin like (dl) 13
2.5.4 Suddivisione delle attività analitiche per il 2017 15
2.6 Analisi integrative rispetto alla prescrizione AIA 16
2.7 Modalità di analisi chimica e calcolo dei ratei di deposizione della campagna P14 17/1 16
2.8 Validazione dei risultati 16

3. INQUADRAMENTO METEOROLOGICO 17

3.1 Caratteristiche meteorologiche generali del periodo relativo alle campagne di monitoraggio previste dalla Prescrizione 14 18
3.2 Andamento della temperatura e dell'umidità 24
3.3 Anemometria 27
3.4 Precipitazioni 32
3.1.1 Confronto tra dati pluviometrici e precipitazioni raccolte dai deposimetri 34
3.5 Caratteristiche meteo generali delle campagne suppletive effettuate a Melara. 36
3.1.2 La situazione meteo nel corso della campagna P14 16/F (01/12/2016 ÷ 19/01/2017) 37
3.1.3 La situazione meteo nel corso della campagna P14 17/A (27/02/2017 ÷ 24/03/2017) 37
3.1.4 La situazione meteo nel corso della campagna P14 17/B (24/03/2017 ÷ 20/04/2017) 38
3.1.5 La situazione meteo nel corso della campagna P14 17/C (25/05/2017 ÷ 28/06/2017) 39
3.1.6 La situazione meteo nel corso della campagna P14 17/D (02/08/2017 ÷ 05/09/2017) 39
3.1.7 La situazione meteo nel corso della campagna P14 17/E (05/09/2017 ÷ 10/10/2017) 40
3.1.8 La situazione meteo nel corso della campagna P14 17/F (09/11/2017 ÷ 13/12/2017) 41

4. OPERATIVITÀ DELLA CENTRALE ENEL DURANTE LE CAMPAGNE 43

5. RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE DELLE DEPOSIZIONI 52

5.1 Ratei di deposizione delle polveri e entità precipitazioni 54
5.1.1 Valutazione della entità della polverosità depositata nel 2017 56
5.2 Metalli nelle deposizioni di polveri 58
5.2.1 Ratei di deposizione dei metalli 58
5.2.2 Concentrazioni di metalli nelle polveri depositate 63
5.3 Composti organici nelle deposizioni di polveri 69
5.3.1 Ratei di deposizione di Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) 70
5.3.2 PCDD/F e PCB nelle deposizioni di polveri 78
5.4 Specie ioniche nelle deposizioni di polveri 86
5.5 Analisi dati rilevati dalla postazione fissa MELARA annuale 88
5.5.1 Rateo di deposizione di polveri 88
5.5.2 Contenuto di metalli e specie ioniche 90

6. ANDAMENTO E CARATTERIZZAZIONE DEL PM10 93

6.1 Caratterizzazione chimica del PM10 100
6.1.1 Contenuto di metalli nel PM10 100
6.1.2 Contenuto di benzo[a]pirene nel PM10 102
6.1.3 Contenuto di levoglucosano, carbonio elementare e organico nel PM10 103

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

7. SINTESI DEI RISULTATI DEI MONITORAGGI 2014-2017 113

7.1 Ratei di deposizione delle polveri 115
7.2 Metalli nelle deposizioni di polveri 120
7.2.1 Ratei di deposizioni stagionali dei metalli 120
7.2.2 Concentrazioni di metalli nelle polveri 125
7.3 Composti organici nelle deposizioni di polveri 132
7.3.1 Ratei di deposizione di Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) 132
7.3.2 Ratei di deposizione di benzo(a)pirene 137
7.4 PCDD/F e PCB nelle deposizioni di polveri 139
7.5 Specie ioniche nelle deposizioni delle polveri 145
7.6 Andamento del PM10, metalli e specie organiche 149
7.6.1 Caratterizzazione chimica del PM10 152
7.7 Sintesi dei risultati dei monitoraggi 2016-2017 rilevati dalla postazione fissa MELARA 159
7.7.1 Ratei di deposizione delle polveri 159
7.7.2 Ratei di deposizioni stagionali dei metalli 162
7.7.3 Concentrazioni di metalli nelle polveri 165
7.7.4 Specie ioniche nelle deposizioni delle polveri 167

8. SINTESI E CONCLUSIONI 168

8.1 Sintesi monitoraggio 2017 168
8.2 Sintesi e conclusioni del periodo 2014 ÷ 2017 173

Elenco Appendici

APPENDICE 1 – Fattori di tossicità di PCDD, PCDF E PCB.
APPENDICE 2 – Precipitazioni durante i periodi di monitoraggio.
APPENDICE 3 – Correlazioni metalli nelle singole postazioni.
APPENDICE 4 – Attualizzazione dati di polveri e metalli pregressi rilevati a Fossamastra
APPENDICE 5 – Concentrazione del PM10 nelle postazioni di Chiappa, Le Grazie e Follo.
APPENDICE 6 – Descrizione delle postazioni.
APPENDICE 7 – Tabelle di sintesi deposizione e composizione 2014÷2017.

APPENDICE A7.1 – Ratei di deposizione di polveri nelle postazioni di monitoraggio.
APPENDICE A7.2 – Ratei di deposizione dei metalli.
APPENDICE A7.3 – Concentrazioni dei metalli nelle polveri depositate.
APPENDICE A7.4 – Ratei di deposizione degli IPA totali, della Norma UNI e del B(a)P.
APPENDICE A7.5 – Ratei di deposizione di PCDD/F - Valori in pg/m^2/d.
APPENDICE A7.6 – Ratei di deposizione di PCB - Valori in pg/m^2/d.
APPENDICE A7.7 – Ratei di deposizione delle specie ioniche.

APPENDICE 8 – Validazione dei dati di metalli nei deposimetri.
APPENDICE 9 – Validazione dei dati di PM10.

Elenco Allegati

ALLEGATO 1 – Protocollo di attuazione delle prescrizioni 14 e 18.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

1. Premessa

La Centrale ENEL Eugenio Montale della Spezia ha ricevuto l'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per il suo esercizio con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 06/09/2013 (prot. 0000244). Nel parere della Commissione Istruttoria IPPC parte integrante della AIA, nel paragrafo 10 sono contenute una serie di prescrizioni. In particolare, la prescrizione 14 del parere della Commissione Istruttoria IPPC prevede:

"Si prescrive l'implementazione di campagne annuali di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche, da realizzarsi con ARPAL e Amministrazione Comunale, per il dosaggio di metalli (As, Pb, Cd, Ni, V, Cu, Cr, Mn, Hg e Tl), IPA cancerogeni, diossine e furani e PCB, con particolare riferimento a dioxin like. Anche garantendo la piena collaborazione con Enti Locali ed ARPAL per l'attualizzazione dell'esistente PRQA".

Al fine di definire e condividere le modalità operative da mettere in atto per ottemperare a quanto prescritto si sono tenuti una serie di incontri che hanno portato alla definizione da parte degli Enti coinvolti (ARPAL, Comune di Arcola, Comune della Spezia, Provincia della Spezia) di un Protocollo di Attuazione della prescrizione 14 condiviso con il Gestore (società ENEL Produzione S.p.A., Centrale della Spezia) e CESI (verbale del 16/04/2014 numero protocollo del comune della Spezia 8982 del 27/05/2014).

Il Gestore ha incaricato CESI, in qualità di società di consulenza specialistica, di collaborare con ARPAL nell'esecuzione dei monitoraggi concordati nel Protocollo di Attuazione.

Nel presente rapporto, dopo un richiamo ai contenuti del protocollo di attuazione della prescrizione, sono presentati i risultati ottenuti e le elaborazioni condotte.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

2. La Prescrizione 14

Per l'attuazione della prescrizione 14, ARPAL ha condotto un percorso condiviso con gli Enti Locali con ENEL e con CESI, che ha preso in considerazione i seguenti aspetti:

- definizione del numero e durata delle campagne annuali;
- individuazione delle postazioni di monitoraggio, in funzione delle loro caratteristiche;
- tipo di deposimetri da utilizzare nelle campagne in funzione dei parametri da monitorare;
- parametri chimici da monitorare e modalità di suddivisione del lavoro analitico;
- individuazione delle stazioni meteorologiche più adatte a descrivere le caratteristiche meteoclimatiche dei periodi di monitoraggio;
- modalità di validazione dei dati;
- modalità di elaborazione dei risultati analitici e meteoclimatici;
- raccolta di dati ed informazioni sulle sorgenti presenti sul territorio da utilizzare per la stesura dei commenti e delle valutazione dei monitoraggi.

2.1 Attuazione della Prescrizione 14

Il disegno sperimentale è stato formalizzato in un protocollo di attuazione, condiviso ed approvato dagli Enti Locali (verbale del 16/04/2014, numero prot. del Comune della Spezia 8982 del 27/05/2014), i cui contenuti sono riportati nei paragrafi che seguono, con esplicitazione dei dettagli applicativi.
Nel 2014 si è fatto ricorso ad un ampio disegno sperimentale per ottenere un numero sufficiente di informazioni sulle caratteristiche delle deposizioni nel comprensorio della Spezia, tale approccio è proseguito fino ad oggi.

Il monitoraggio ha riguardato il particolato atmosferico in quanto gli inquinanti potenzialmente tossici per l'uomo e indicati dal protocollo di attuazione sono adsorbiti sulla superfice delle particelle di diversa frazione granulometrica.
Il particolato può essere raccolto con strumentazioni che selezionano granulometrie diverse:

- i **deposimetri tipo "Bulk"** *(UNI EN 15841:2010)* raccolgono soprattutto la somma delle particelle sedimentabili per via secca e quelle dilavate dalle precipitazioni. Tali particelle sono in genere caratterizzate da una granulometria relativamente elevata e pertanto tendono a sedimentare per effetto della forza di gravità ed eventualmente risollevarsi su sollecitazione esterna;
- i **campionatori PTS, PM10, PM2,5** raccolgono le particelle sospese in aria con un sistema attivo di selezione di taglio granulometrico. Tali particelle sono costituite da una miscela complessa, multi fase, di tutti i solidi aerodispersi e delle particelle liquide a bassa tensione di vapore e hanno dimensioni tali da restare in sospensione per un tempo più elevato delle particelle sedimentabile raccolte con i deposimetri.
  Nel dettaglio i campionatori PTS (polveri totali sospese) raccolgono le polveri disperse in aria aventi un diametro aerodinamico in genere minore o uguale a 100 µm; i campionatori PM10 quelle aventi un diametro aereodinamico minore o

uguale a 10 µm; i campionatori PM2,5 quelle aventi un diametro aereodinamico minore o uguale a 2,5 µm.

Nel protocollo attuativo della **prescrizione 14** che riguarda il monitoraggio di un'area vasta di dimensioni quasi provinciali per valutare l'impatto dovuto alle emissioni della centrale ENEL si è definito di effettuare la speciazione chimica delle deposizioni[1] e di integrarla con campionamento ed analisi del PM10 per valutare la distribuzione degli inquinanti anche sulle particelle più pericolose in quanto raggiungono le prime vie aeree dell'uomo.
Ad integrazione di quanto sopradetto, si segnala che il protocollo attuativo della **prescrizione 18** riguarda invece il monitoraggio di un'area limitata legata ai possibili impatti delle attività di movimentazione del carbone, dallo scarico nave all'ingresso in centrale ENEL, si è definito di effettuare la speciazione chimica delle deposizioni e di integrarla con campionamento ed analisi del PTS in quanto le eventuali particelle più piccole di carbone hanno dimensioni in gran parte superiori ai 10 µm e quindi non sarebbero rilevabili con campionatori PM10.

I dettagli applicativi del protocollo attuativo della prescrizione 14 sono descritti nei paragrafi seguenti. Le principali modifiche e/o integrazioni per il 2017, concordate con gli Enti locali (Comune e Provincia della Spezia) e verbalizzate in data 06/12/2016 (si veda in Allegato 1) sono riassunte di seguito:

- è stato mantenuto il monitoraggio continuativo istituito a partire dal 2016 presso la postazione divenuta permanente di **Melara** (vedi Tabella 2), area indicata dal modello diffusionale della prescrizione n.15 come soggetta alla massima deposizione delle emissioni ENEL;
- per migliorare la rappresentatività dello studio, in linea con quanto previsto per le misurazioni indicative delle deposizioni totali dal D.Lgs 155/2010, Allegato 1-Tabella 2, le campagne a partire dal 2017 vengono effettuate suddivise nelle quattro stagioni, come riportato nel par. 2.2;
- è stato ridotto da nove a cinque il numero delle postazioni in cui effettuare l'analisi delle diossine e PCB, pur garantendo la rappresentatività grazie al basso rateo di deposizione delle diossine nel triennio già esaminato e alla loro diffusione ubiquitaria nell'area;
- sono stati eseguiti approfondimenti sulla attribuzione dei contributi delle varie sorgenti utilizzando i campioni di PM10, prelevati presso le postazioni di Fossamastra e Amendola dell'RQA, opportunamente scelti in modo da avere un numero sufficiente di dati di input per l'elaborazione modellistica mediante Modello al Recettore (software PMF5-EPA). Sono stati utilizzati due set di campioni giornalieri sequenziali rappresentativi della stagione invernale ed estiva per un totale di circa 100 campioni per postazione.

[1] Ad ulteriore rafforzamento delle scelte condivise va rilevato che la direttiva 2004/107/CE, recepita dal Dlgs 155/2010, ha introdotto la misura delle deposizioni come attività di monitoraggio utile per la valutazione dell'accumulo degli inquinanti nel suolo e dell'esposizione indiretta della popolazione attraverso la catena alimentare. Essa prevede che gli stati membri si adoperino per la raccolta di informazioni esaurienti in merito ai valori di deposizione di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici, considerati critici per la loro tossicità in quanto riconosciuti come cancerogeni e genotossici.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

2.2 Numero e durata delle "campagne annuali di monitoraggio" del 2017

Il Protocollo prevede l'attuazione di "campagne annuali di monitoraggio" che a partire dal 2017 comprendano quattro congrui periodi di rilevazione, ciascuno per ogni stagione meteorologica, al fine di includere i quattro periodi più significativi dal punto di vista meteoclimatico.
Nel prospetto che segue sono elencati i periodi di monitoraggio effettuati nel corso del 2017 includendo anche quelli della prescrizione 18[2]:

Prescrizione 14			Prescrizione 18		
Data	Codifica	Note	Data	Codifica	Note
19/01 – 22/02/17	P14 17/1	Campagna invernale	12/01 - 09/02/17	P18 17/1	Campagna invernale
			09/02 - 27/02/17	P18 17/0	Campagna bianco invernale
27/04 – 25/05/17	P14 17/2	Campagna primaverile			
29/06 – 02/08/17	P14 17/3	Campagna estiva	29/06 - 02/08/17	P18 17/2	Campagna estiva
10/10 – 09/11/17	P14 17/4	Campagna autunnale			

Tabella 1 - Campagne di misura della Prescrizione 14 e 18.

Si evidenzia che, a seguito del fermo anticipato della CTE per esigenze di rete rispetto a quanto già programmato, la prevista campagna primaverile è diventata di fatto una "campagna di bianco" [3].
Nel corso dell'anno 2017 è stato inserito il monitoraggio delle deposizioni totali, con campagne mensili a copertura di tutto l'anno, nella postazione di Melara. La postazione è stata implementata in quanto la zona risulta, dal modello diffusionale realizzato ai sensi della prescrizione AIA n.15, interessato dalla probabilità massima di ricaduta delle emissioni della Centrale ENEL.
Nel prospetto che segue sono indicate le campagne integrative di Melara.

Prescrizione 14	
Data	Codifica
01/12/16 – 19/01/17	ME_F_P14 16
27/02/17 – 24/03/17	ME_A_P14 17
24/03/17 – 27/04/17	ME_B_P14 17
25/05/17– 28/06/17	ME_C_P14 17
02/08/17 – 05/09/17	ME_D_P14 17
05/09/17 – 10/10/17	ME_E_P14 17
09/11/17 – 13/12/17	ME_F_P14 17

Tabella 2 - Campagne di misura integrative della Prescrizione 14.

[2] La prescrizione 18 riguarda il monitoraggio di un'area limitata legata ai possibili impatti delle attività di movimentazione del carbone, dallo scarico nave all'ingresso in CTE ENEL.
[3] I campionamenti di PM10 sono iniziati successivamente rispetto a quelli delle deposizioni in quanto il fermo CTE è stato anticipato con un preavviso di pochi giorni rispetto al programma; non è stato possibile partire contestualmente con i campionamenti di PM10 in quanto prevedono una preparazione più lunga e complessa.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA BS OHSAS 18001 Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato

La postazioni di Melara, quindi, è rimasta attiva con continuità per tutto l'anno. L'inizio della campagna ME_A_P14 17 è stato fatto slittare per motivi organizzativi per poterla concludere con la fine della campagna invernale della Prescrizione 18.

2.2.1 Eventi accidentali durante i monitoraggi del 2017

Durante le campagne di monitoraggio del 2017 si sono avuti alcuni eventi accidentali descritti di seguito:

- durante la campagna **P14 17/1,** il giorno **26/01/2017** si sono registrati abbruciamenti presso le postazioni extraurbane (Follo, Bolano e a Le Grazie) e nella zona di Parco della Maggiolina;
- durante la campagna integrativa **P14 17/B** di **Melara**, il giorno **16/04/2017** si è verificato un vasto incendio all'interno dell'azienda Ferdeghini, impianto di trattamento rifiuti che si occupa della selezione, del recupero e dello stoccaggio di materiali pericolosi e non, situato a Cerri, nel comune di **Follo**;
- durante la campagna estiva **P14 17/3** si sono verificati diversi incendi nella provincia della Spezia e in zone limitrofe: il **09/07/2017** tre incendi nel Parco di Montemarcello e altri due roghi nella zona di Santo Stefano; il **17/07/2017** un rogo nei boschi di Zignago e nel comune di Beverino; il **28/07/2017** un incendio presso azienda Costa Mauro in Albiano Magra; il giorno **30/07/2017** un incendio di diversi ettari di bosco in un'area compresa tra Beverino e Rocchetta Vara che è proseguito per diversi giorni.

2.3 Postazioni di monitoraggio

La scelta delle postazioni, effettuata nel 2017, ha preso in considerazione le loro caratteristiche tecniche e logistiche, tenendo presente anche i criteri generali di microscala ed i possibili impedimenti dovuti ad ostacoli naturali o antropici, in modo da includere almeno una postazione per tipologia significativa (fondo urbano e suburbano, traffico, industriale, ecc.). L'elenco delle postazioni utilizzate nelle campagne del 2017 è riportato nella Appendice 6 con le strumentazioni già esistenti e quelle integrate per lo svolgimento delle campagne.

Postazione	Tipologia ARPAL	Significatività per le deposizioni	Strumentazione esistente	*Integrazione strumentazione meteo*[4]	*Integrazione strumentazione qualità aria*
Chiappa	Fondo suburbana	Postazione di "bianco"	NOx e O_3	*VV,DV 10 m, TA, UR, PA, PR*	*PM10 (campionamento su filtro per 24 ore)*
Fossamastra	Industriale urbana	Deposizioni industriali, traffico, porto.	SO_2, NOx, CO PM10, PM2,5	-	-
Parco della Maggiolina	Fondo urbana	Fondo cittadino	SO_2, NOX, CO, O_3, PM10 & PM2,5 (giornaliero & orario)	-	-
Piazza Saint Bon	Traffico urbana	Traffico urbano	NOx, Benzene, PM10	-	-
Le Grazie	(ex RRQA ENEL)	Deposizioni Industriali	SO_2, NOx	*VV, DV 10 m, TA, UR, PA, PR, RN, RG*	*PM10 (campionamento su filtro per 24 ore)*
Follo [5]	(ex RRQA ENEL)	Deposizioni Industriali	-	*VV, DV 4 m,*	*PM10 (campionamento su filtro per 24 ore)*
Bolano	(ex RRQA ENEL)	Deposizioni Industriali	SO_2, NOx, O_3	*VV, DV 10 m, TA, UR, PA, RG*	**-**
Arcola, località Baccano	-	Richiesta da Comune Arcola	-	-	**-**
Melara	-	Ricaduta emissioni ENEL da modellazione	-	-	**-**

Tabella 3 - Postazioni di misura della Prescrizione 14.

Per quanto riguarda il sito di Fossamastra, dopo la sperimentazione del 2016, il deposimetro di riferimento per la postazione è quello posizionato a circa 2 m da terra, in prossimità della sede stradale. Si sono condotti due ulteriori campionamenti con un secondo deposimetro in posizione elevata per confermare gli andamenti riscontrati nel 2016. In Appendice 4 è riportato il confronto sia per il contenuto della polvere che dei metalli che conferma il fattore utilizzato per il ricalcolo delle deposizioni del 2014-2015.

Nel 2017, inoltre, sono state effettuate con l'utilizzo dei laboratori mobili di ARPAL anche campagne puntuali per valutare eventuali pressioni in alcuni punti critici del territorio. Le campagne sono state condotte in concomitanza con quelle della P14 e precisamente a Melara durante la P14 17/1, a Marina del Canaletto durante la campagna P14 17/2 e a Viale Italia/Varco S. Cipriano durante la P14 17/3. Nelle campagne condotte col mezzo mobile a Marina del Canaletto e Viale Italia /Varco S. Cipriano si è effettuato anche un campionamento delle deposizioni.

Nella figura seguente è riportata l'ubicazione delle postazioni che sono state utilizzate per il monitoraggio delle deposizioni:

[4] VV, DV x m=Velocità e Direzione Vento a x m da terra; TA=Temperatura Aria; UR=Umidità Aria; PA=Pressione Atmosferica; PR= Precipitazioni; RN=Radiazione Netta; RG=Radiazione Globale.
[5] La strumentazione integrativa è stata posizionata in prossimità della cabina di monitoraggio della Rete di Qualità dell'Aria gestita da ARPAL, non attiva da giugno 2013, e riattivata a gennaio 2016 a cura delle proprietà (ENEL Produzione).

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA BS OHSAS 18001 Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato



Figura 1 - Ubicazione delle postazioni di prelievo.

In Appendice 6 sono riportate le schede anagrafiche delle postazioni utilizzate.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

2.4 Tipi di deposimetri utilizzati

Ciascuna delle postazioni è stata dotata di due deposimetri "bulk" di tipo "bottle + funnel" che raccolgono indistintamente la frazione umida e secca delle deposizioni atmosferiche (deposizione atmosferica integrale).
Un deposimetro, con imbuto e bottiglia di raccolta in materiale plastico, è stato dedicato alla raccolta delle deposizioni destinate alle determinazione di specie metalliche mentre un deposimetro, con imbuto e bottiglia di raccolta in vetro, è stato impiegato per la determinazione di microinquinanti organici (IPA cancerogeni, diossine e furani e PCB *dioxin like* – nel seguito indicati come *dl*).
Le caratteristiche dei deposimetri sono in accordo con quelle previste dai seguenti metodi:

- UNI EN 15841:2009 "Ambient air quality - Standard method for determination of arsenic, cadmium, lead and nickel in atmospheric deposition";
- UNI EN 15980:2011 "Air quality - Determination of the deposition of benzo[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, dibenz[a,h]anthracene and indeno[1,2,3-cd]pyrene".

Sebbene non vi sia ancora una norma europea esplicitamente dedicata al campionamento delle deposizioni atmosferiche per la determinazione di PCDD/F e PCB *dl*, il tipo di campionatori utilizzato nel presente lavoro è di largo impiego in monitoraggi analoghi (Guerzoni, S., 2005; Venturini, E., 2013; Esposito, V., 2012, Rada, E. C., 2014).
I deposimetri sono stati posizionati nelle postazioni su pali a circa 180-200 cm da terra, rispettando il più possibile i criteri di microscala previsti dalle norme di riferimento sopra citate. Nella figura che segue, a destra è visibile la configurazione di un campionatore "bottle+funnel" (in plastica per il prelievo di deposizioni da destinare alle determinazioni di specie inorganiche ed in vetro per quelle organiche): la parte superiore è l'imbuto di raccolta delle deposizioni umide e secche e la parte inferiore costituisce la bottiglia di raccolta. A sinistra è mostrato il campionatore in configurazione di prelievo:



Figura 2 – Deposimetri in configurazione di prelievo.

2.5 Parametri chimici, metodi e validazione dei dati

La prescrizione 14 indica esplicitamente i singoli metalli (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Tl, V) e le classi di microinquinanti organici da monitorare nelle deposizioni, ovvero: " .. *IPA cancerogeni, diossine e furani e PCB, con particolare riferimento a dioxin like*". Oltre ai parametri chimici, per ciascun deposimetro inorganico, è stata determinata, mediante analisi gravimetrica, l'entità della deposizione di particolato sedimentabile insolubile in acqua e di fase acquosa (precipitazione umida), se presente.

2.5.1 Metalli

I metalli determinati nelle deposizioni sono stati i seguenti: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Tl, V. In accordo con la norma UNI EN 15841:2009, che prevede la possibilità di utilizzo di metodi analitici equivalenti a UNI 14902:2005, per determinare l'intero set di metalli richiesto dalla prescrizione sono stati impiegati i metodi ISO 17294-2004 (ICP-MS), ISO 11885-2004 (ICPOES), previa dissoluzione dei filtri con metodo interno CESI, adattato da ISO 14869-2001. I limiti di quantificazione (LdQ) strumentali, in µg, sono riportati nel prospetto che segue:

Parametro	u.d.m.	Limite di quantificazione
As	µg	0,02
Cd	µg	0,01
Cr	µg	0,2
Cu	µg	0,08
Hg	µg	0,01
Mn	µg	0,02
Ni	µg	0,02
Pb	µg	0,02
Tl	µg	0,01
V	µg	0,04

Tabella 4 – Limiti di quantificazione per i metalli.

I valori assoluti in µg determinati in laboratorio sono stati successivamente normalizzati rispetto all'area del deposimetro e al numero di giorni di durata delle campagne, esprimendo così il valore finale in $\mu g/m^2/d$ (rateo di deposizione giornaliero).

2.5.2 IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici)

Per quanto riguarda gli IPA, sono stati determinati quelli **cancerogeni** previsti dalla Norma Europea UNI EN 15890:2011. A questi IPA sono stati aggiunti ulteriori composti policiclici aromatici di interesse al monitoraggio. Nella successiva tabella sono riportati tutti i composti IPA determinati, le loro caratteristiche di genotossicità e cancerogenesi e il limite di quantificazione del metodo utilizzato (gascromatografia ad alta risoluzione con rivelatore a spettrometria di massa (HRGC/LRMS). I composti previsti dalla Norma sono evidenziati in grassetto:

Composto	Abbreviazione	Genotossicità	Cancerogenesi secondo IARC (§)	Limite di quantificazione [ng]
Fenantrene	Fen	-	3	2
Antracene	Ant	-	3	2
Fluorantene	Flu	-	3	2
Pirene	Pir	-	3	2
Benzo(a)antracene *	BaA	Genotossico	2B	2
Crisene	Cri	Genotossico	2B	2
Benzo(b)fluorantene *	BbF	Genotossico	2B	2
Benzo(j)fluorantene *	BjF	Genotossico	2B	2
Benzo(k)fluorantene *	BkF	Genotossico	2B	2
Benzo(e)pirene	BeP	-	3	2
Benzo(a)pirene *	BaP	Genotossico	1	2
Indeno(1,2,3-cd)pirene *	IP	Genotossico	2B	2
Dibenzo(a,h)antracene *	DBahAn	Genotossico	2A	2
Benzo(g,h,i)perilene	BghiP	Genotossico	3	2
Dibenzo(a,l)pirene	DBalP	Genotossico	2A	2
Dibenzo(a,e)pirene	DBaeP	Genotossico	3	2
Dibenzo(a,i)pirene	DBaiP	Genotossico	2B	2
Dibenzo(a,h)pirene	DBahP	Genotossico	2B	2
Coronene	Cor	Genotossico	3	2

Tabella 5 - IPA determinati nelle deposizioni atmosferiche.

Note alla tabella:
** - IPA previsti dalla norma UNI EN 15980*
§ - IARC: aggiornamento al 18 febbraio 2015: 1 - Carcinogenic to humans; 2A - Probably carcinogenic to humans; 2B - possible human carcinogen; 3 - Not classifiable as to its carcinogenicity to humans

I valori assoluti in ng determinati in laboratorio sono stati successivamente normalizzati rispetto all'area del deposimetro e al numero di giorni di durata delle campagne, esprimendo così il valore finale in ng/m^2/d (rateo di deposizione giornaliero).

2.5.3 PCDD/F e PCB dioxin like (dl)

Nei campioni di deposizioni sono stati determinati i congeneri di policlorodibenzodiossine (PCDD), policlorodibenzofurani (PCDF) e PCB *dioxin like* (*dl*) per i quali è stato stabilito internazionalmente un fattore di tossicità. Di seguito è riportato l'elenco dei composti determinati e il limite di quantificazione (LdQ) strumentale del metodo utilizzato (EPA 1613B:1994, gascromatografia ad alta risoluzione con rivelatore a spettrometria di massa - HRGC/LRMS) calcolato mediante sottrazione di bianco di laboratorio. I fattori di tossicità (TEF) secondo quanto sviluppato in ambito NATO e dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità (World Health Organization - WHO) sono riportati in Appendice 1.

Composto	u.d.m.	Limite di quantificazione
1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzodiossina	pg	0,34
1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzodiossina	pg	0,23
1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzodiossina	pg	0,14
1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzodiossina	pg	0,11
1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzodiossina	pg	0,20
2,3,7,8-Tetraclorodibenzodiossina	pg	0,13
Octaclorodibenzodiossina	pg	1,50
1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzofurano	pg	0,13
1,2,3,4,7,8,9-Eptaclorodibenzofurano	pg	0,13
1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzofurano	pg	0,12
1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	pg	0,16

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato
IQNet

Composto	u.d.m.	Limite di quantificazione
1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzofurano	pg	0,17
2,3,4,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	pg	0,17
1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzofurano	pg	0,02
2,3,4,7,8-Pentaclorodibenzofurano	pg	0,01
2,3,7,8-Tetraclorodibenzofurano	pg	0,14
Octaclorodibenzofurano	pg	0,27
PCB 77	pg	0,07
PCB 81	pg	0,02
PCB 118	pg	1,10
PCB 123	pg	0,31
PCB 114	pg	0,02
PCB 105	pg	1,26
PCB 126	pg	0,62
PCB 167	pg	0,01
PCB 156	pg	0,16
PCB 157	pg	0,10
PCB 169	pg	0,29
PCB 189	pg	0,32

Tabella 6 – Limiti di quantificazione per PCDD/F e PCB.

Nella tabella precedente, per ogni congenere PCDD/F e PCB, è stato riportato il più basso LdQ strumentale determinato nei campioni in quanto il limite di quantificazione è variato nel corso delle analisi.
La variabilità del LdQ è una conseguenza naturale della variabilità delle condizioni strumentali di analisi, in particolare del livello di interferenze che influisce sul rumore di fondo utilizzato per il calcolo del rapporto segnale-rumore, da cui deriva a sua volta il calcolo del LdQ. I LdQ per ogni campione di deposizione, espressi in pg/m^2/d, sono inclusi nella Tabella 35 per PCDD/F e nella Tabella 36 per i PCB.

Per esprimere i ratei di deposizione complessiva di PCDD/PCDF e PCB *dl* nei diversi campioni si è utilizzato, come consuetudine, il concetto di tossicità totale equivalente (TEQ), che si ottiene sommando i prodotti tra i fattori di tossicità equivalente (TEF) dei singoli congeneri di PCDD/F e PCB *dl* e i rispettivi ratei di deposizione, applicando la formula riportata di seguito:

$$Total\ Toxic\ Equivalency\ (TEQ) = \sum_{n=1}^{k} C_n * TEF_n$$

Dove C_n rappresenta la concentrazione del congenere *n* e TEF il suo fattore di equivalenza tossico. In particolare, i ratei di deposizione in TEQ di PCDD/F e PCB *dl* sono stati calcolati applicando i fattori di tossicità NATO/CCMS (1988) per PCDD/F e WHO[6] 2005 per i PCB (vedi Appendice 1 per i valori numerici).
Il rateo espresso in TEQ rappresenta quindi l'ammontare di tutti i composti *dioxin like*, normalizzato per ciascun potenziale tossico relativo alla 2,3,7,8-tetraclorodibenzodiossina (2,3,7,8-TCDD).

[6] WHO: Organizzazione Mondiale della Sanità

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

In presenza di dati inferiori al limite di rilevabilità strumentale (LdR) per attribuire un valore al singolo analita al fine del calcolo del TEQ è possibile seguire 3 criteri (vedi Rapporto ISTISAN 04/15[7]):

- attribuzione di un valore pari a zero (*lower-bound*): tale soluzione sottostima il valore vero dell'analita;
- attribuzione di un valore pari al LdR (*upper-bound*): tale soluzione sovrastima il valore vero dell'analita. Potrebbe sembrare la soluzione più cautelativa ed è quella utilizzata nei campioni di alimenti, ma nel caso di un set di misure con un numero elevato di dati inferiori al LdR, la sovrastima può essere molto alta e inoltre non permette di apprezzare le reali differenze di tossicità tra campioni in quanto i valori del TEQ tendono a diventare uniformi;
- attribuzione di un valore pari alla metà del limite di rilevabilità (*medium-bound*): tale soluzione costituisce un punto di equilibrio tra le due precedenti soluzioni estreme e questo criterio viene di norma utilizzato in campo ambientale.

Considerata la presenza di molti analiti con valori inferiori al LdR nel presente rapporto è stato utilizzato il criterio *medium-bound*, che il citato Rapporto ISTISAN 04/15 ritiene essere il più praticabile.

I valori espressi in pg assoluti, determinati in laboratorio o quelli espressi in pg TEQ, sono stati normalizzati rispetto all'area del deposimetro e al numero di giorni di durata delle campagne, esprimendo così il valore finale in pg/m^2/d o pg TEQ/m^2/d (rateo di deposizione giornaliero).

2.5.4 Suddivisione delle attività analitiche per il 2017

Le attività analitiche relative alla caratterizzazione chimica delle deposizioni relative alle campagne previste dal protocollo sono state così suddivise:

- preparazione dei campioni per la determinazione di classi di composti organici (PCDD/F, PCB *dl*, IPA): ARPAL, con procedura conforme alla norma UNI EN 15980:2011;
- preparazione dei campioni per la determinazione dei metalli: CESI e ARPAL, con procedura conforme alla norma UNI EN 15841:2009 e concordata dai rispettivi tecnici di laboratorio, con verifiche puntuali da parte di ARPAL sulle determinazioni CESI;
- analisi di PCDD/F, PCB *dl*, IPA: ARPAL effettuate sia sul filtro che sul filtrato, sommando i valori ottenuti;
- analisi dei metalli: effettuate da CESI con validazione dei risultati da parte del laboratorio ARPAL.

Le deposizioni della postazione fissa di Melara raccolte nei periodi non previsti dalle campagne del protocollo di attuazione della Prescrizione 14, sono state caratterizzate da ARPAL relativamente alla composizione dei soli metalli.

[7] Menichini, E., & Viviano, G., 2004

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

2.6 Analisi integrative rispetto alla prescrizione AIA

Oltre alle caratterizzazioni chimiche previste dalla prescrizione AIA, sono state eseguite una serie di analisi integrative individuate nel Protocollo che hanno riguardato la fase acquosa delle deposizioni e il PM10.
Nella fase acquosa dei deposimetri sono state determinate le seguenti specie ioniche: Na, K, Ca, Mg, NH4, SO_4, NO_3 e Cl, utilizzando i metodi ISO 10304-1:1992 ($SO4^{2-}$, NO3-, Cl-), ISO14911:1998 (Na, K, Ca, Mg, NH4+). Ciò al fine di valutare gli apporti di aerosol marino (principalmente sodio, cloro) e secondario (ammonio, solfati e nitrati).
Al fine di avere un quadro più completo sul particolato PM10 e di confrontare gli output modellistici con dati reali, nelle tre postazioni in cui sono stati installati campionatori integrativi di PM10 (Chiappa, Le Grazie e Follo), oltre alle determinazioni gravimetriche (si veda capitolo 6), sono stati determinati i metalli previsti dal D.Lgs.155/2010 (As, Cd, Ni, Pb) nelle stesse giornate in cui tali analisi vengono effettuate di routine anche sulle postazioni della RQA.I metalli sono stati analizzati da ARPAL, utilizzando il metodo UNI EN ISO 17294-2:2005.
Su un numero selezionato di campioni di PM10 delle postazioni integrative sono stati anche determinati i parametri EC (Elemental Carbon), OC (Organic Carbon) e levoglucosano, per la valutazione preliminare dell'incidenza di eventuali altre sorgenti che insistono sul territorio in esame.

2.7 Modalità di analisi chimica e calcolo dei ratei di deposizione della campagna P14 17/1

Durante la campagna P14 17/1, si sono avute precipitazioni molto elevate nella prima parte del periodo di monitoraggio (vedi cap.3). Prudenzialmente, si è deciso di procedere anzitempo alla sostituzione dei recipienti di raccolta sia dei deposimetri inorganici sia di quelli per specie organiche. Non sono stati invece sostituiti gli imbuti di raccolta. Per ogni postazione si sono quindi raccolti due sub campioni. Essendo impraticabile la riunione dei due campioni, dato l'elevato volume complessivo, si è proceduto alla analisi separata dei due sub-campioni per i parametri di interesse.
Per il calcolo dei ratei di deposizione dei parametri chimici si è proceduto a sommare le quantità di ciascun analita nei due campioni e si è quindi diviso per la durata complessiva del periodo di esposizione.
Nel caso che un parametro fosse risultato inferiore al limite di rilevabilità, si è provveduto ad utilizzare metà del limite stesso.

2.8 Validazione dei risultati

Nell'Appendice 8 sono elencati i campioni di deposizione su cui ARPAL o CESI hanno eseguito le validazioni dei metalli.
Relativamente alle determinazione dei metalli sulle deposizioni sono stati validati 16 campioni su 42 (38%) eseguendo la determinazione analitica di tutti e 9 i metalli determinati. L'indice di validazione conclusivo è risultato pari a 86%, maggiore del valore soglia prefissato dal protocollo ARPAL, pari al 70%.
Relativamente alle determinazione gravimetriche del PM10 le validazioni sono riportate nell'Appendice 9.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato

3. Inquadramento meteorologico

Per l'inquadramento meteoclimatico del periodo delle campagne, sono state utilizzati i dati raccolti da una decina di postazioni, sia della rete di monitoraggio ARPAL, che di quella integrativa gestita da CESI, operativa durante le campagne e che, vista la complessa orografia del territorio, possono dare informazioni puntuali sul sito di misura aiutando nell'interpretazione di eventi particolari o situazioni puntuali.
La lista delle postazioni utilizzate per l'inquadramento meteorologico è riportata nella tabella che segue, con indicazione della strumentazione installata, periodo di inizio e fine misura che, per le postazioni integrative (evidenziate con sfondo grigio), corrisponde a quello delle campagne.

Postazione meteo	Tipologia	Quota slm (m)	Parametri meteo misurati[8]	inizio/fine misura
Comune della Spezia	Stazione fissa	40	VV e DV 6 m, TA, UR, PA, RG, PR	-
Monte Beverone	Stazione fissa	220	VV e DV 15 m, TA, UR, RG	-
Fornola	Stazione fissa	25	PR	-
La Foce - Monteviseggi	Stazione fissa	350	TA, PR	-
Chiappa	Integrazione strumentazione CESI	60	VV e DV 10 m, TA, UR, PA, PR	Dal 26/02 – 28/04 Dal 28/06 al 02/09
Le Grazie	Integrazione strumentazione CESI	20	VV e DV 10 m, TA, UR, PA, PR, RG, RN	Dal 26/02 – 28/04 Dal 28/06 al 02/09
Bolano	Integrazione strumentazione CESI	325	VV e DV 10 m, TA, UR, PA, PR, RG, RN	Dal 26/02 – 28/04 Dal 28/06 al 02/09
Follo	Integrazione strumentazione CESI	220	VV, DV 4 m, TA	Dal 26/02 – 28/04 Dal 28/06 al 02/09
Canaletto	Laboratori mobili ARPAL	1	TA, UR, PA, PR, VV e DV 10	Dal 26/02 – 28/04
Melara	Laboratori mobili ARPAL	20	TA, UR, PA, PR, RG, VV e DV 10	Dal 26/02 – 28/04

Tabella 7 – Postazioni meteorologiche utilizzate

[8] VV, DV x m=Velocità e Direzione Vento a x m dal piano di installazione; TA=Temperatura Aria; UR=Umidità Aria; PA=Pressione Atmosferica; PR= Precipitazioni; RN=Radiazione Netta; RG=Radiazione Globale.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato

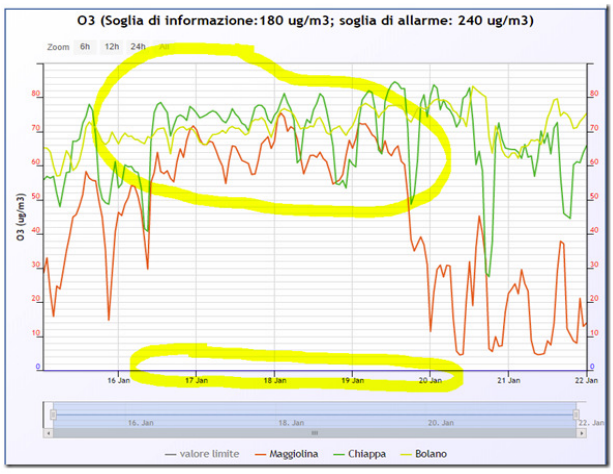
3.1 Caratteristiche meteorologiche generali del periodo relativo alle campagne di monitoraggio previste dalla Prescrizione 14

Le caratteristiche meteorologiche delle campagne di monitoraggio, che si sono svolte nel corso delle quattro stagioni, sono state, ovviamente, molto diverse tra loro.

La campagna **P14 17/1** è stata caratterizzata da una fase iniziale prima con forte ventilazione e poi da precipitazioni intense; quest'ultime hanno reso necessario, visti i valori cumulati in alcune zone (Follo, Chiappa che hanno oltrepassato i 200 mm), procedere al cambio dei deposimetri dopo solo circa due settimane di esposizione al fine di evitare la tracimazione della precipitazione già raccolta.
La campagna **P14 17/2** è stata caratterizzata da due fasi, una prima di tempo tipicamente primaverile ed una seconda quasi estivo; i valori di precipitazione cumulata sono risultati ampiamente sotto la norma.
Nella campagna **P14 17/3,** come già nei due anni precedenti, si sono avute condizioni tipicamente estive, con il dominio di un robusto campo di alta pressione e ventilazione limitata al regime di brezza e pressoché assenza di precipitazioni.
La campagna **P14 17/4** è stata in assoluto la prima campagna completamente autunnale, ma si è trattato di un periodo anomalo dal punto di vista climatologico con temperature miti, pressoché assenza di precipitazioni e con numerose giornate caratterizzate da marcate condizioni di stabilità atmosferica.

Nel dettaglio, la campagna ***invernale*** **P14 17/1**, si è sviluppata a cavallo tra il mese di Gennaio e quello di Febbraio. Dal punto di vista meteorologico, nella prima parte si assiste al dominio di una circolazione caratterizzata da una marcata componente nord-orientale: un promontorio anticiclonico dall'Europa occidentale si è esteso progressivamente verso quella settentrionale e orientale interessando così gran parte del nostro continente.

Sulla Liguria, l'interazione tra le basse temperature e i venti forti e rafficati Nord-orientali hanno comportato, proprio in occasione dell'inizio campagna, disagio da freddo anche significativo. Il mantenimento di una costante ventilazione di natura sinottica ha avuto un impatto fortemente positivo sulla qualità dell'aria, in particolare sulle polveri, che sono diminuite in concentrazione. Solo i valori medi giornalieri di ozono sono aumentati tra il 17 ed il 20 (con andamento che nel periodo non risente dei cicli giorno/notte, e cioè della radiazione solare) per effetto del vento di fohen.



Questo scenario è proseguito fino all'ultima settimana del mese producendo un vero e proprio blocco all'ingresso dei sistemi atlantici sul Mediterraneo centrale. Ma nel periodo a cavallo tra gennaio e febbraio, un importante sistema perturbato di origine atlantica ha

interessato il Mediterraneo occidentale transitando dalle Baleari e la Sardegna, verso il Tirreno centrale e le isole maggiori. Si è assistito così ad un peggioramento sulla Liguria e il Nord-Ovest della penisola, con qualche spolverata nevosa sui versanti appenninici padani e precipitazioni caratterizzate da valori cumulati più significativi sul Levante.
Dopo la prima settimana di Febbraio si assiste ad un ritorno di correnti sud-occidentali con temperature sopra la norma, quasi primaverili. Il periodo è stato caratterizzato da qualche passaggio perturbato atlantico che ha portato vento e mareggiate associate a qualche piovasco a tratti intenso, alternato a giorni di macaia e in qualche occasione ampie schiarite.
Contrariamente al resto dell'inverno (dicembre/prima parte di gennaio) caratterizzato da poca pioggia per gran parte del Nord-Italia e la Liguria, l'andamento delle precipitazioni ha visto un'anomalia positiva: in particolare la Liguria è stata interessata da alcuni episodi precipitativi consistenti, con cieli in prevalenza coperti e piogge diffuse a tratti e localmente anche a carattere temporalesco. Si sono rilevati accumuli significativi sul centro-Levante con importanti valori cumulati, anche sull'area cittadina di La Spezia (circa 50 mm in data 05 febbraio presso la postazione di la Spezia Comune e valori superiori ai 100 mm nella prima settimana del mese).

Nella figura a lato sono elaborati i dati di temperatura rilevati a due differenti quote nell'area del golfo (Comune della Spezia e Monte Beverone) ed i dati di pressione atmosferica a livello del mare.

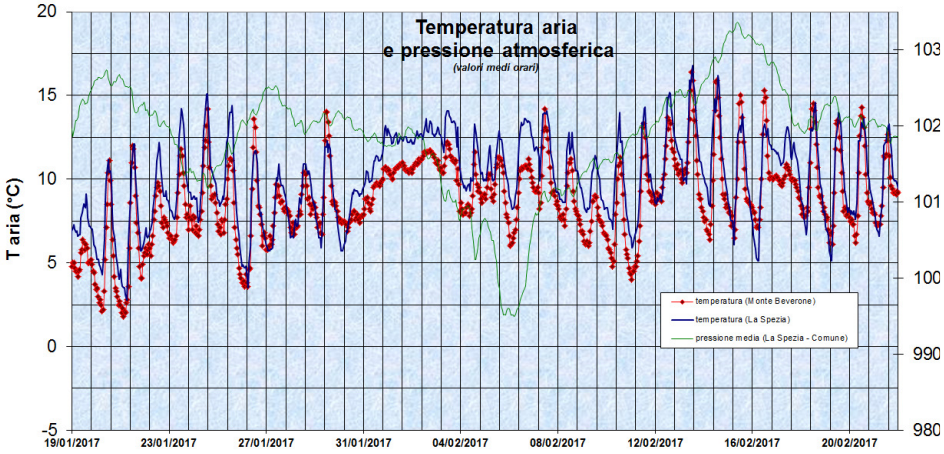


Figura 3 – Andamento della temperatura e della pressione durante le campagna invernale 2017.

Dal grafico sono evidenti le rarissime situazioni di stabilità atmosferica associabili ad episodi di inversione termica tra le due postazioni di misura.

La campagna ***primaverile*** **P14 17/2** è stata caratterizzata da una prima fase, dove ha preso campo una zona depressionaria che dal Mar del Nord e la Penisola Scandinava si è estesa verso Sud, Sud-Est fino all'Europa orientale e il Mediterraneo centrale. Come conseguenza si è registrato un rinforzo dei venti, condizioni instabili con rovesci sparsi ed un'improvvisa flessione termica dovuta all'ingresso di aria balcanica. La fase di maltempo è proseguita per tutta la prima decade di maggio. In particolare, nel corso della prima settimana si è assistito ad una fase caratterizzata da una circolazione di aria fresca e instabile, che dall'Europa Centrale ha pilotato diversi impulsi perturbati sul Nord Italia, con piovaschi e rovesci sparsi sulla Liguria.
Nelle due successive decadi si è avuta una rimonta dell'anticiclone che, spostandosi sull'Europa centro-occidentale, ha confinato le depressioni atlantiche a occidente, al largo della penisola iberica: questo scenario ha portato condizioni di tempo in

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

prevalenza buono sul Nord Italia e Liguria, associato a rialzi termici significativi, già tipicamente estivi. Unica eccezione è stata rappresentata da un veloce peggioramento, legato alla discesa di una zona depressionaria dalla Francia verso le Alpi e i Balcani, intorno alla fine della seconda decade, con un temporaneo ritorno di aria balcanica che ha dato vita a qualche precipitazione sparsa.
Dal punto di vista termico, sulla Liguria si è avuta complessivamente una lieve anomalia positiva, con una fase (25 aprile÷10 maggio) caratterizzata da valori sotto la media ed un'altra (15÷ 21 maggio) prettamente estiva, con punte massime di oltre 30 °C nelle località del Centro e del Levante della regione.

Nella figura a lato sono elaborati i dati di temperatura rilevati a due differenti quote nell'area del golfo (Comune della Spezia e Monte Beverone) ed i dati di pressione atmosferica a livello del mare.

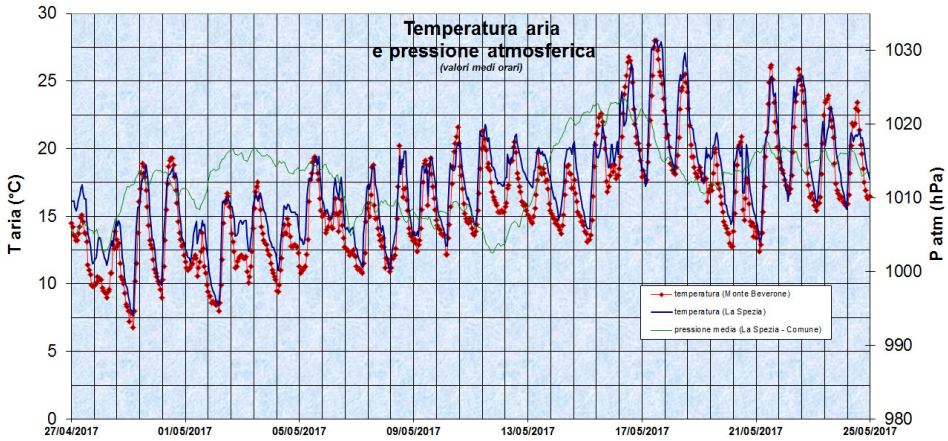
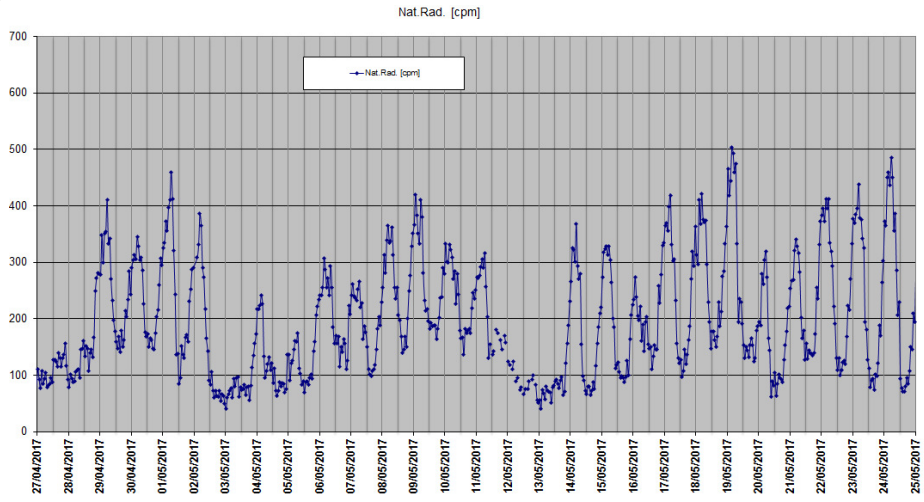


Figura 4 – Andamento della temperatura e della pressione durante le campagna primaverile 2017.

Per quanto riguarda le precipitazioni, fatto salvo il periodo tra l'inizio campagna e la prima decade di maggio, caratterizzata da qualche evento precipitativo a carattere di rovescio o temporale, sul Nord-Ovest della Penisola e la Liguria si è registrata una significativa anomalia negativa.

Nel grafico a lato sono rappresentati i valori dell'attività BETA associabile ai prodotti di decadimento del Radon rilevati con il campionatore SWAM posizionato su un Laboratorio Mobile localizzato in area cittadina.



Dal grafico sono evidenti i cicli giornalieri (valori relativamente più elevati di notte rispetto al giorno) sopra i quali si innestano le situazioni meteorologiche locali che hanno, ad esempio, portato alla quasi totale scomparsa del ciclo giorno/notte, in modo particolare nelle principali fasi di tempo relativamente perturbato.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

La campagna ***estiva*** **P14 17/3** ha avuto inizio a fine giugno, mese che è risultato essere molto caldo e caratterizzato da precipitazioni significativamente al di sotto dell'atteso, per effetto della presenza di una vasta zona anticiclonica che ha protetto l'Europa centro occidentale e la Penisola dai flussi atlantici.
Anche il mese di luglio è iniziato sotto l'egemonia di un potente anticiclone caratterizzato da tempo stabile, caldo e soleggiato. Tale scenario ha visto tuttavia qualche temporanea infiltrazione atlantica in quota, prima verso la fine della prima decade (11 Luglio) con la formazione di fenomeni convettivi che hanno interessato il Nord-Ovest ed anche la Liguria e poi, verso il 21 e il 24 luglio, quando si è assistito alla formazione di nuovi sistemi temporaleschi.
Nell'ultima decade di luglio, la pressione ha ceduto a causa di una depressione estesa fino all'area alpina, che ha favorito la formazione di alcuni minimi secondari sul Nord e il golfo ligure per poi interessare il centro sud Italia, con intrusioni di aria relativamente più fresca settentrionale. Proprio l'entrata di correnti più secche occidentali o nord-occidentali, ha lievemente smorzato il caldo umido della prima parte del mese, favorendo il tempo più secco, in particolare nel corso dell'ultima settimana. Il mese si è chiuso con una modesta rimonta anticiclonica alternata a qualche infiltrazione di aria atlantica sulle regioni settentrionali e alpine che sono state interessate da alcuni minimi secondari, legati a deboli passaggi perturbati tra la Francia e la Germania.
Dal punto di vista termico, la Liguria è stata caratterizzata da un'anomalia termica positiva per gran parte del mese attestata intorno a circa +1/+1.5 °C. Nel dettaglio, si sono evidenziate condizioni estive caratterizzate da temperature locali sopra l'atteso e condizioni di disagio da caldo, più accentuate nella prime due decadi del mese quando è risultata evidente la dominanza di notti tropicali (con temperature sempre maggiori di 20°C).

Nella figura a lato sono elaborati i dati di temperatura rilevati a due differenti quote nell'area del golfo (Comune della Spezia e Monte Beverone) ed i dati di pressione atmosferica a livello del mare.

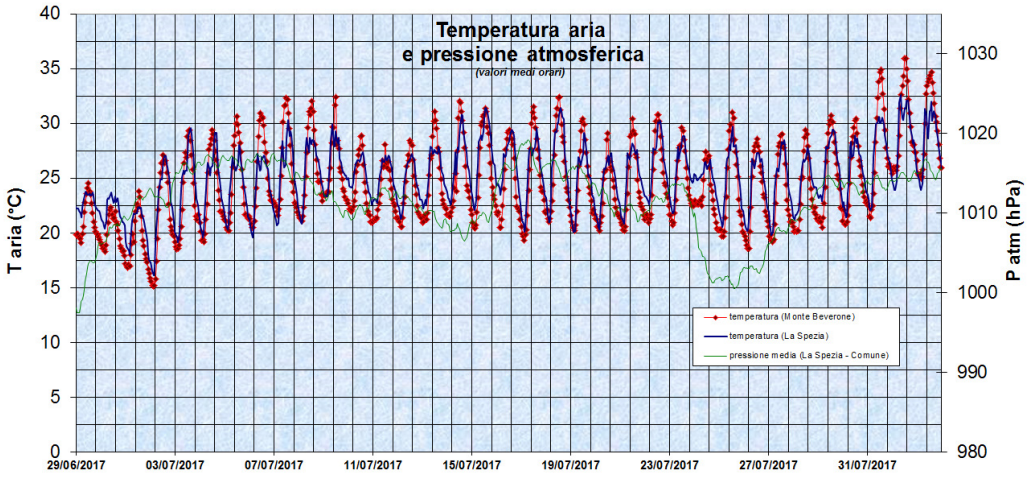


Figura 5 – Andamento della temperatura e della pressione durante la campagna estiva 2017.

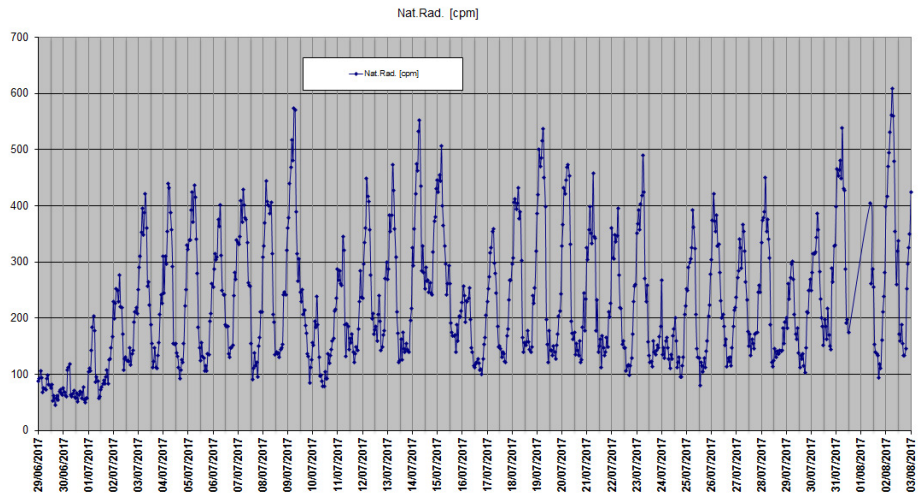
Anche per quanto riguarda le precipitazioni, il mese è stato caratterizzato da un'anomalia, questa volta negativa, particolarmente accentuata nelle prime due decadi.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato
IQNet

Si segnala infine un'eccezionale (per la stagione in cui è avvenuta) mareggiata a inizio monitoraggio legata a condizioni d'intenso Libeccio e due successivi eventi di temporanee condizioni di mare molto mosso al largo del Levante ligure e alta Toscana, intorno al 24 e al 28 di luglio che possono aver dato un contributo significativo ai valori di PM10 che in quei giorni hanno avuto evidenti incrementi.

Nel grafico a lato sono rappresentati i valori dell'attività BETA associabile ai prodotti di decadimento del Radon rilevati con il campionatore SWAM: sono evidenti i cicli giornalieri (valori relativamente più elevati di notte rispetto al giorno) sopra i quali si innestano le situazioni meteorologiche locali



La campagna ***autunnale*** **P14 17/4** ha avuto inizio in corrispondenza della seconda decade di ottobre: un mese che ha visto il prosieguo di condizioni di tempo in prevalenza stabile e assai mite, caratterizzato da scarsissime precipitazioni che hanno comportato anomale condizioni di siccità. Un robusto campo anticiclonico ha dominato la Penisola e il continente europeo, allontanandoci da una stagione che spesso è stata caratterizzata, in passato da condizioni umide e assai piovose, con eventi anche fortemente perturbati.
In particolare, dopo la metà del mese e nell'ultima decade, l'anticiclone ha continuato a dominare in maniera anomala sul continente europeo con valori di pressione in rinforzo fino a 1030 hPa. Tale situazione ha lasciato i sistemi perturbati a latitudini settentrionali, fatto salvo temporanei ingressi di deboli circolazioni sul Mediterraneo occidentale, con veloci sistemi frontali che hanno lambito il Nord Italia, senza portare fenomeni significativi.
La fine del mese ed i primi giorni di Novembre sono stati caratterizzati da giornate ancora soleggiate, terse e stabili, con presenza a tratti di correnti settentrionali più fresche dirette sui versanti tirrenici che hanno innescato venti di caduta e condizioni di foehn.
Ma già nel corso del primo weekend di Novembre si è assistito ad una svolta che ha portato 4-5 giorni di tempo perturbato associato ad un forte calo termico.
Nei giorni successivi si è avuto un miglioramento senza però la presenza di giornate di vero e proprio bel tempo; di rilievo l'instaurarsi, a partire dal giorno 13, di una circolazione settentrionale che ha impattato positivamente sulla qualità dell'aria, portando una significativa diminuzione dei valori degli inquinanti, in modo molto evidente del particolato, che anche nei siti più critici, ha registrato valori giornalieri di PM10 intorno ai 9 µg/m^3 e di PM2.5 intorno ai 5 µg/m^3.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Nella figura a lato sono elaborati i dati di temperatura rilevati a due differenti quote nell'area del golfo (Comune della Spezia e Monte Beverone) ed i dati di pressione atmosferica a livello del mare. Dal grafico sono evidenti, in concomitanza con i periodi di maggiore stabilità atmosferica, alcune situazioni di inversione termica più o meno marcate, favorevoli all'intrappolamento degli inquinanti nei bassi strati.

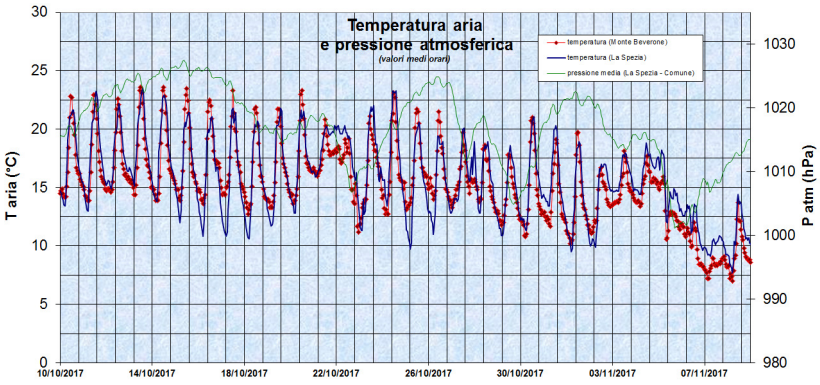


Figura 6 – Andamento della temperatura e della pressione durante la campagna autunnale 2017.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

3.2 Andamento della temperatura e dell'umidità

Nelle figure che seguono sono riportati gli andamenti di temperatura ed umidità misurati presso la postazione meteo del Comune della Spezia nei quattro periodi di monitoraggio, in quanto rappresentativa del tessuto urbano della Spezia.

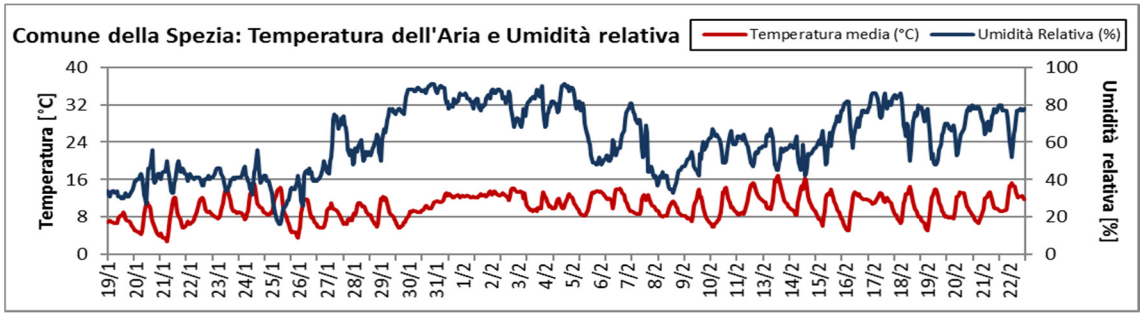


Figura 7 – Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P14 17/1.

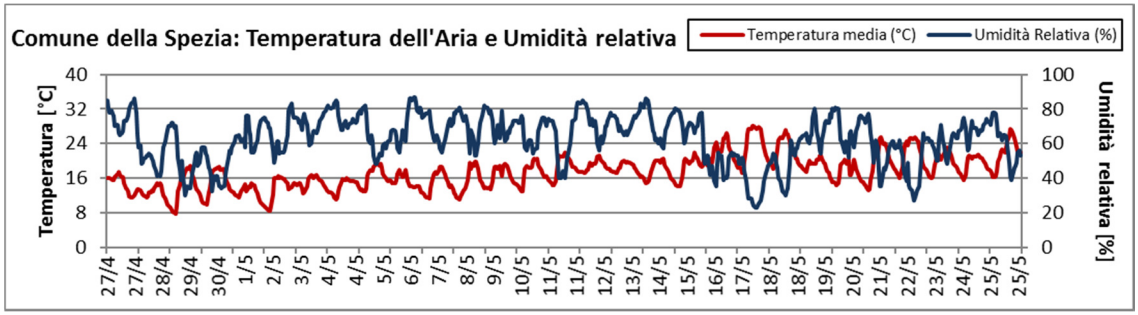


Figura 8 – Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P14 17/2.

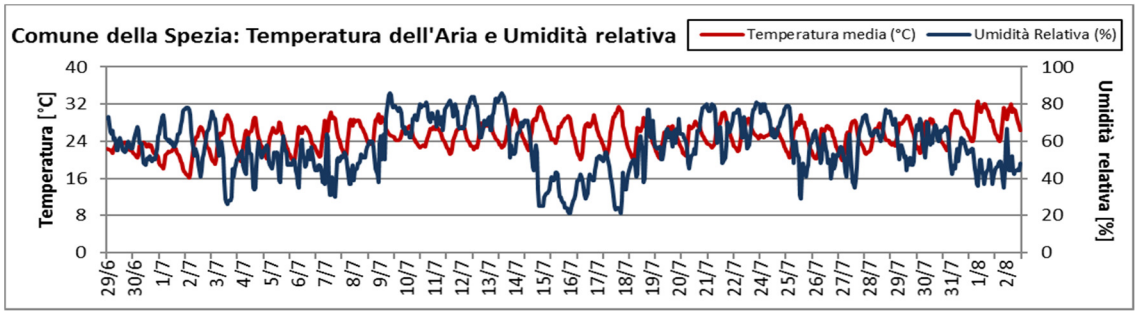


Figura 9 – Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P14 17/3.

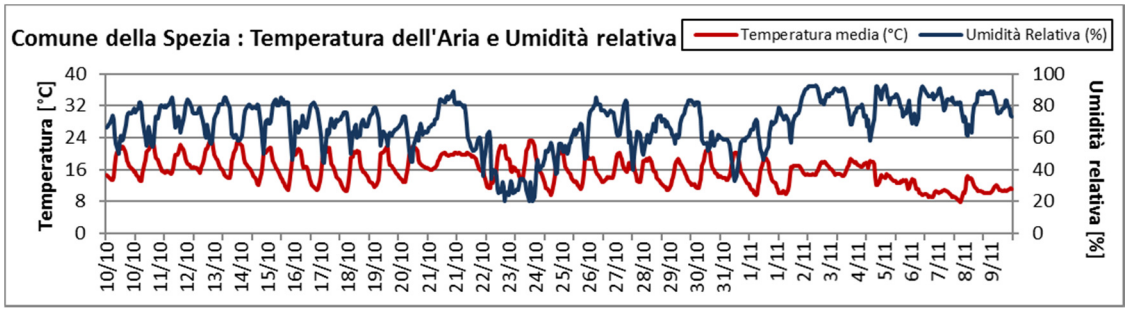


Figura 10 – Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P14 17/4.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

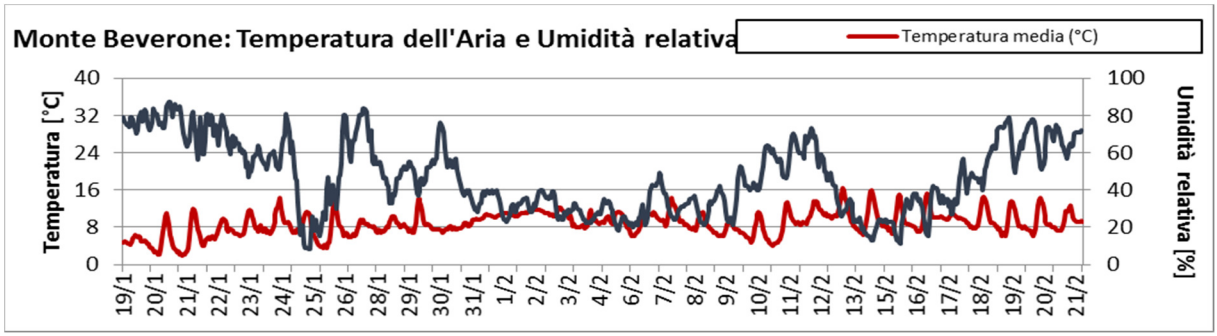


Figura 11 – Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P14 17/1.

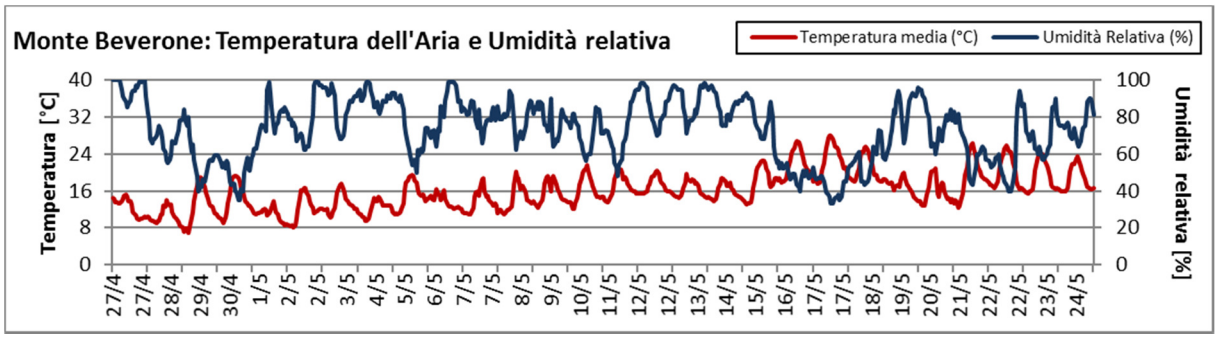


Figura 12 – Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P14 17/2.

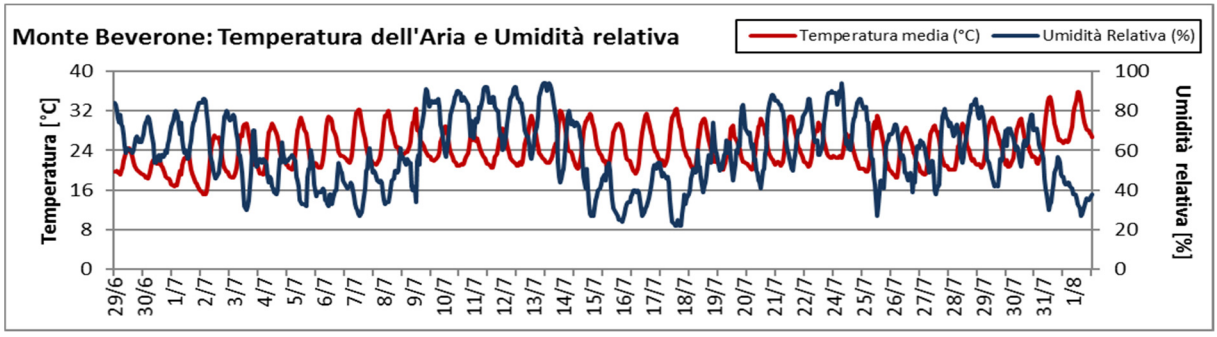


Figura 13 – Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P14 17/3.



Figura 14 – Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P14 17/4.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Il prospetto seguente riassume alcuni indici statistici di temperatura e umidità nelle campagne per la postazione del Comune della Spezia:

	Comune di La Spezia			
	invernale	primaverile	estiva	autunno
	P14 17/1	P14 17/2	P14 17/3	P14 17/4
Temperatura				
media	10	17	25	16
minimo	3	8	16	8
massimo	17	28	33	24
mediana	10	17	25	16
Umidità				
media	61	63	57	69
minimo	16	23	21	20
massimo	91	87	86	93
mediana	60	65	58	70

Tutte le campagne sono state caratterizzate da temperature mediamente sopra la norma.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

3.3 Anemometria

Di seguito sono riportate le Rose dei Venti geolocalizzate sulle postazioni individuate come rappresentative:

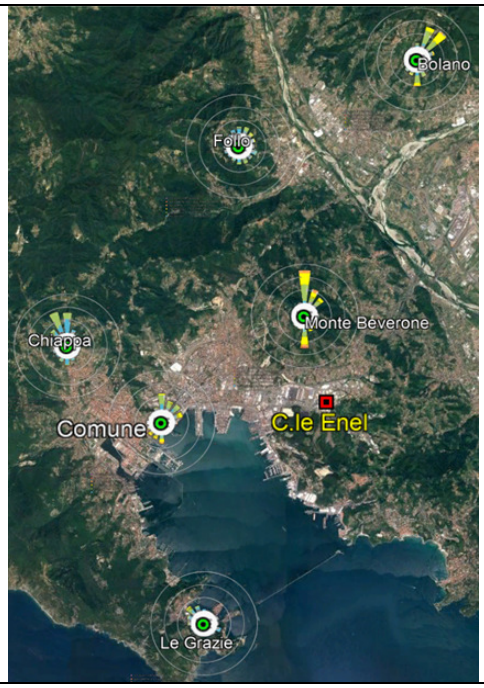


Figura 15 - Rose dei venti durante la P14 17/1

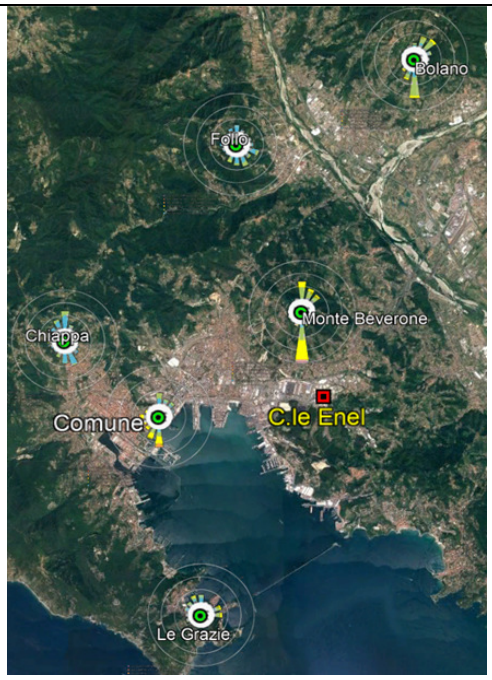


Figura 16 - Rose dei venti durante la P14 17/2

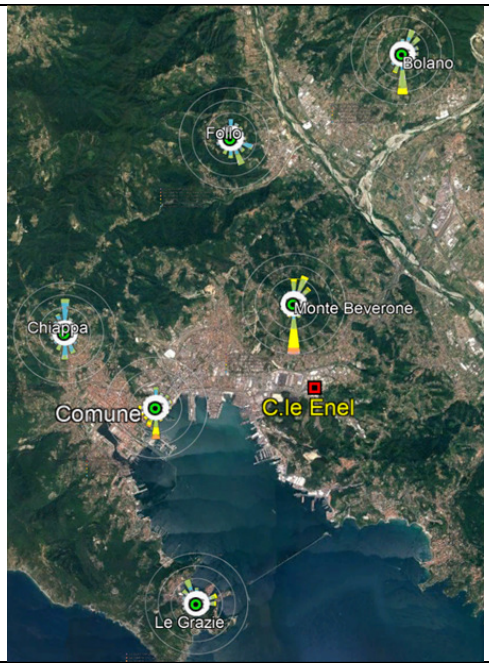


Figura 17 - Rose dei venti durante la P14 17/3.

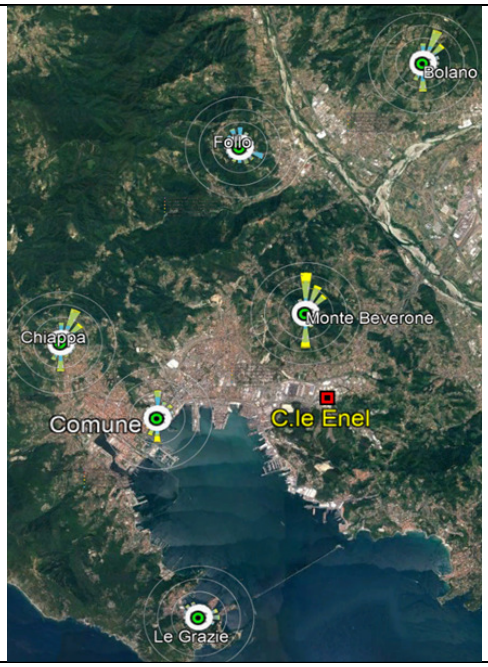


Figura 18 - Rose dei venti durante la P14 17/4.

I venti hanno mostrato un comportamento significativamente differente nel corso dei quattro periodi di monitoraggio, con i venti più intensi (sopra i 6 m/s) provenienti quasi sempre dai quadranti settentrionali in inverno, dai quadranti meridionali in primavera ed estate, stagione quest'ultima dove sono ben evidenti le brezze.

Di seguito si riportano gli andamenti temporali nei quattro periodi di monitoraggio della centralina meteo del Comune della Spezia (rappresentativa del tessuto urbano della città) e di quelli di Monte Beverone, indicativa della zona collinare intorno e rappresentativa anche di un'area più estesa.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

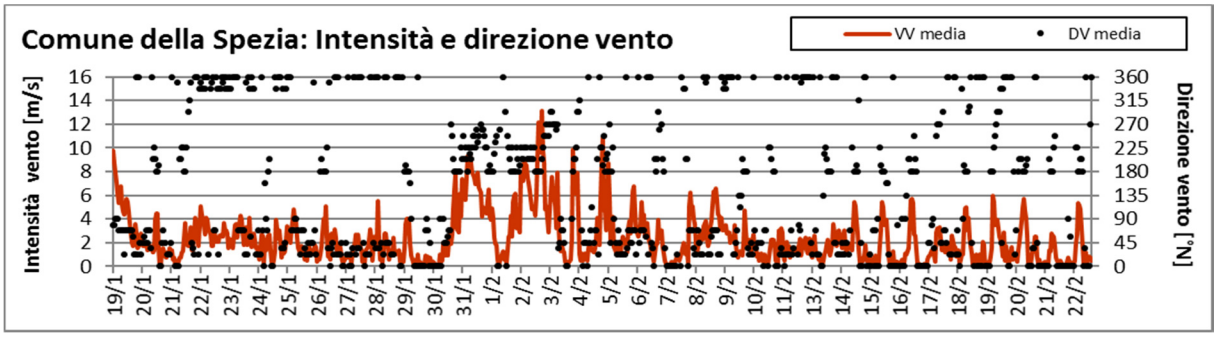


Figura 19 - Intensità e direzione del vento durante la Campagna P14 17/1 (Comune della Spezia).

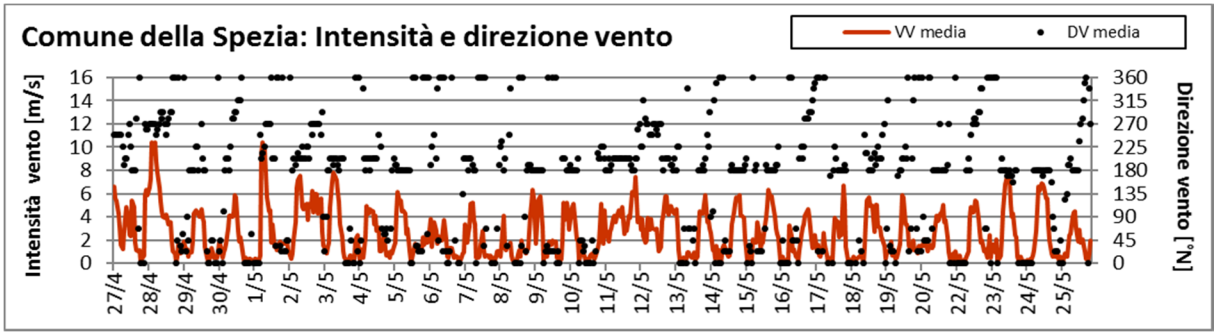


Figura 20 - Intensità e direzione del vento durante la Campagna P14 17/2 (Comune della Spezia).

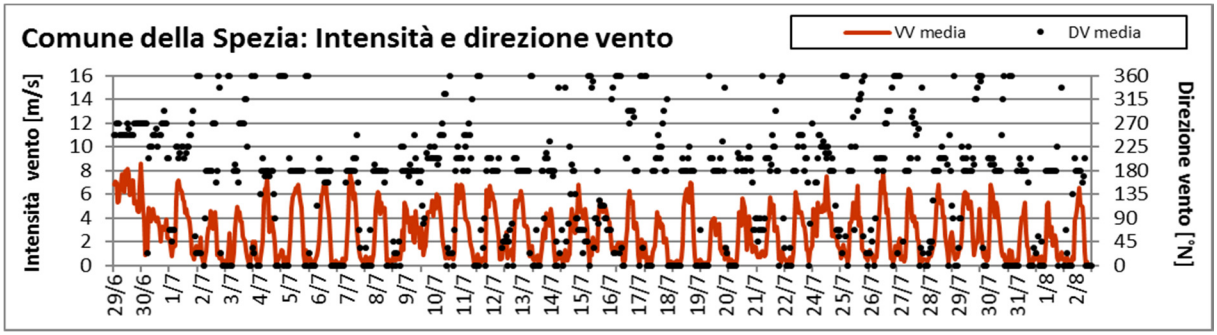


Figura 21 – Intensità e direzione del vento durante la Campagna P14 17/3 (Comune della Spezia).

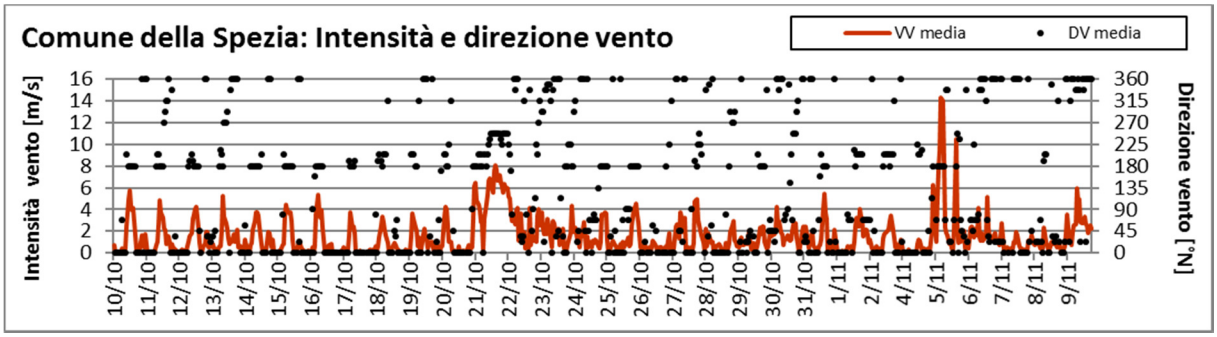


Figura 22 - Intensità e direzione del vento durante la Campagna P14 17/4 (Comune della Spezia).

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

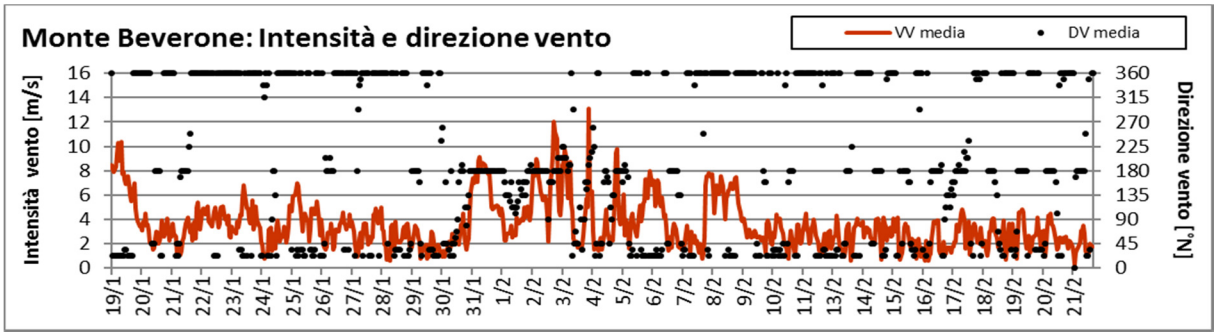


Figura 23 - Intensità e direzione del vento durante la Campagna P14 17/1 (Monte Beverone).

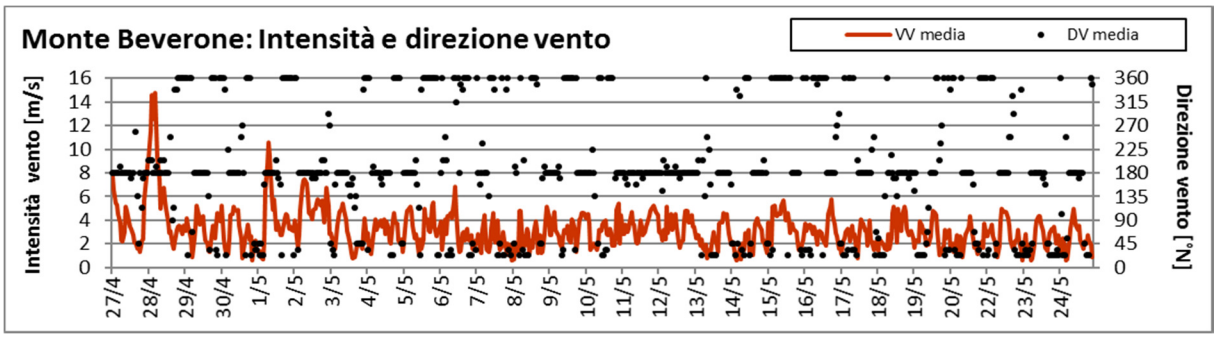


Figura 24 - Intensità e direzione del vento durante la Campagna P14 17/2 (Monte Beverone).

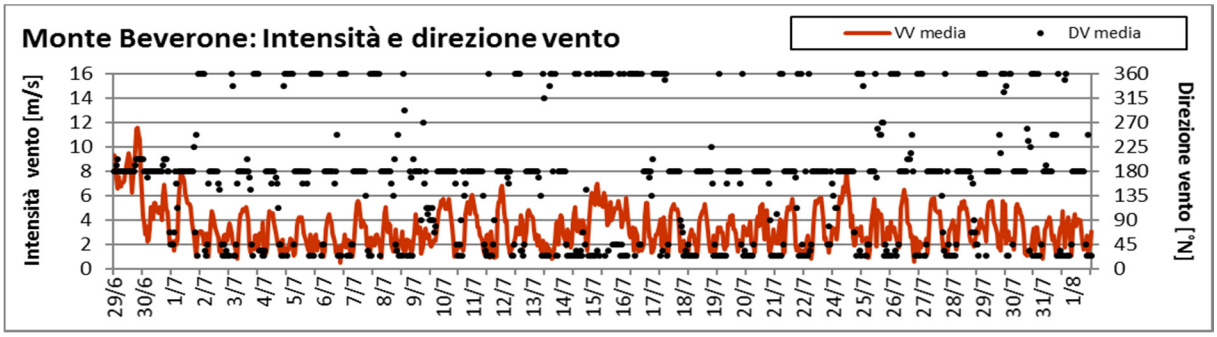


Figura 25 - Intensità e direzione del vento durante la Campagna P14 17/3 (Monte Beverone).

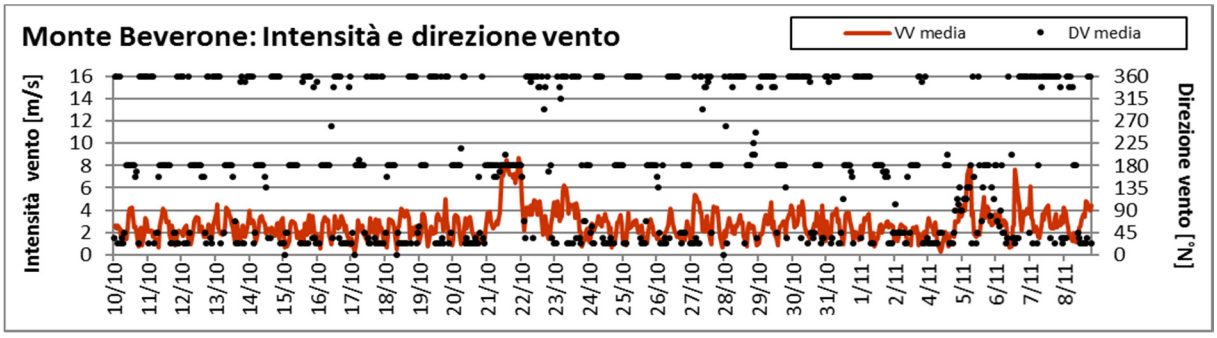


Figura 26 - Intensità e direzione del vento durante la Campagna P14 17/4 (Monte Beverone).

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Risulta evidente la differenza dell'andamento della velocità del vento nelle varie campagne senza particolari scostamenti tra le due postazioni.
In modo più marcato nella campagna estiva, ma comunque in generale in assenza di situazioni di forzanti a scala sinottica, è ben visibile la ciclicità nell'intensità e direzione del vento (legata per l'appunto ai meccanismi di brezza) con punte anche oltre i 4 m/s in estate quando le termiche sono più intense.
La figura che segue riassume la frequenza di ore con differenti velocità di vento nelle campagne di monitoraggio invernale ed estiva. I dati sono desunti dalle misure anemometriche relative alla postazione di Monte Beverone:

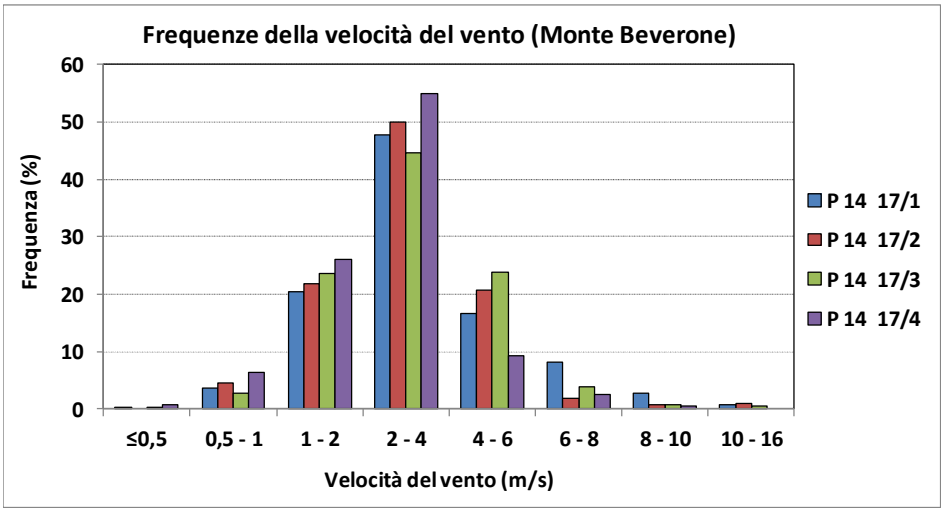


Figura 27 - Frequenze della velocità del vento nei quattro periodi di monitoraggio

In termini di frequenza di velocità del vento, i periodi di monitoraggio considerati non sono stati particolarmente diversi, anche se vi è stata una frequenza maggiore di ore con venti con intensità superiore ai 6 m/s nel periodo invernale.

La Tabella 8 riassume il numero di ore in cui il vento ha soffiato negli intervalli di velocità indicati (dati di Monte Beverone):

		Velocità vento [m/s]							
Campagna	Ore totali	≤0,5	0,5-1	1-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-16
P14 17/1	840	1	31	172	400	139	68	23	6
P14 17/2	696	0	31	151	347	143	13	5	6
P14 17/3	840	1	24	198	374	199	33	7	4
P14 17/4	744	5	47	193	409	68	19	3	0

Tabella 8 – Numero di ore con differenti velocità del vento nelle campagne di monitoraggio.

Nella campagna **P14 17/1** si sono avuti numerosi eventi caratterizzati da intensità maggiori di 6 m/s, eventi che hanno avuto una frequenza molto più bassa in occasione delle altre campagne, in particolare di quella autunnale
Tali eventi nel periodo invernale, potrebbero giustificare una maggiore dispersione di polveri sedimentabili, con una conseguente minore deposizione.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

3.4 Precipitazioni

I dati completi delle precipitazioni giornaliere misurate nelle postazioni di Le Grazie, Bolano, Comune e Chiappa sono riportati in Appendice 2. Di seguito sono riassunti il numero di eventi meteorici significativi[9] e la precipitazione totale misurata presso le postazioni di Comune della Spezia, La Foce – Monte Viseggi e Fornola, per tenere conto della variabilità spaziale delle precipitazioni nell'area di monitoraggio:

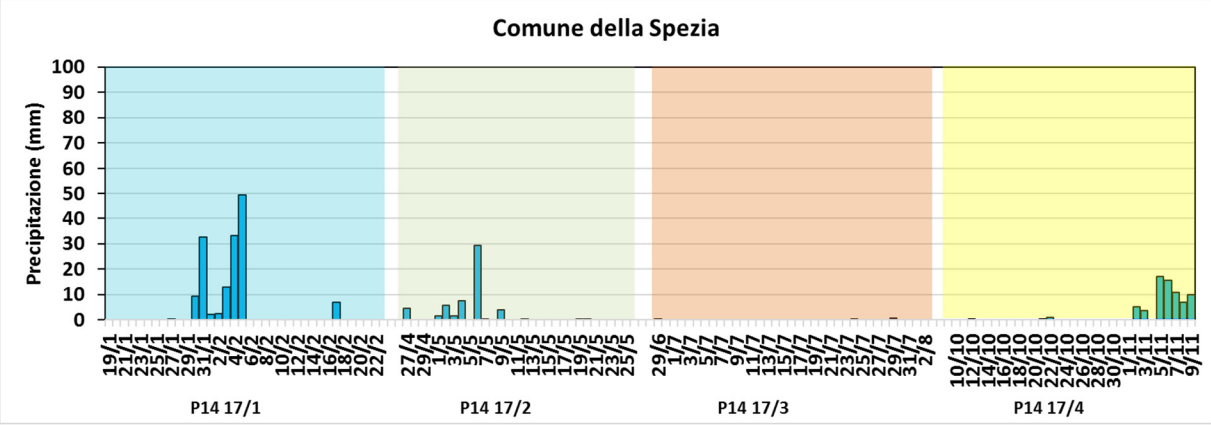
	Comune della Spezia			
	Campagna P14 17/1	Campagna P14 17/2	Campagna P14 17/3	Campagna P14 17/4
N° eventi meteorici	3	6	3	4
N° giorni totali	8	11	3	9
Precipitazione totale [mm]	149,2	55,2	1	70

	La Foce - Monteviseggi			
	Campagna P14 17/1	Campagna P14 17/2	Campagna P14 17/3	Campagna P14 17/4
N° eventi meteorici	4	5	1	4
N° giorni totali	12	13	1	10
Precipitazione totale [mm]	288,6	103,8	0,4	88,8

	Fornola			
	Campagna P14 17/1	Campagna P14 17/2	Campagna P14 17/3	Campagna P14 17/4
N° eventi meteorici	4	7	4	7
N° giorni totali	13	14	4	16
Precipitazione totale [mm]	244,6	84	1,4	78,2

Tabella 9 – Precipitazione cumulata misurata a Comune della Spezia, La Foce- Monte Viseggi e Fornola (mm).

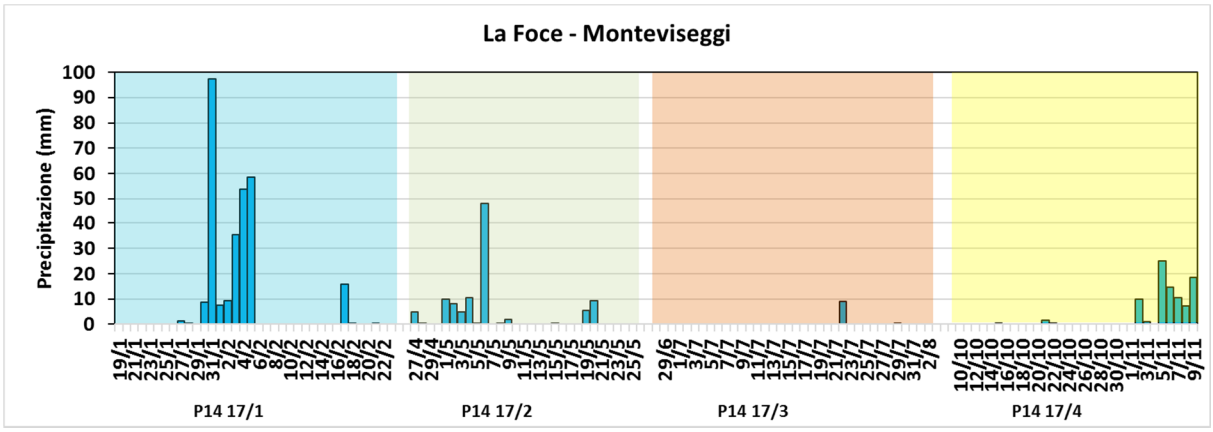
Di seguito è mostrato l'andamento temporale degli eventi di precipitazione nelle campagne di monitoraggio:



[9] Per eventi si è inteso il numero di periodi piovosi, che possono essere quindi di durata plurigiornaliera.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato



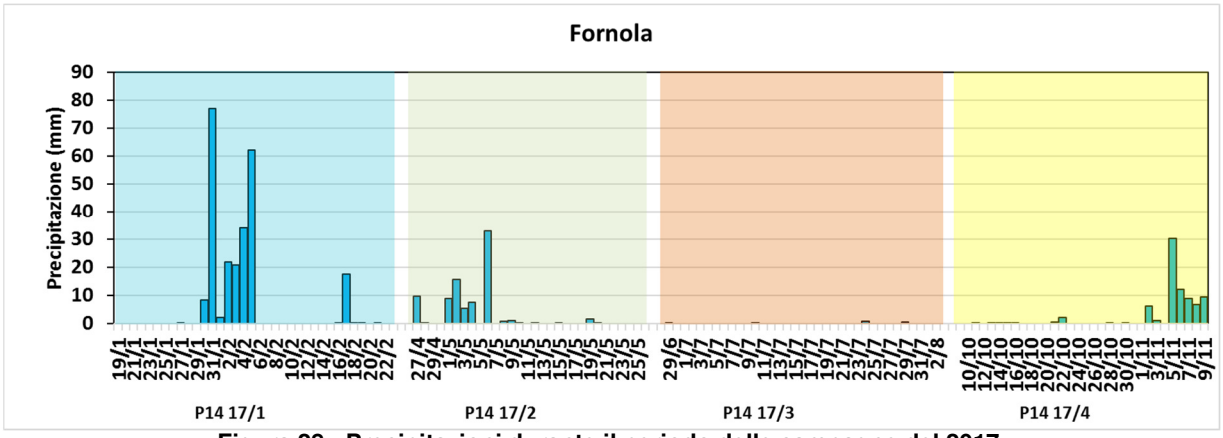


Figura 28 - Precipitazioni durante il periodo delle campagne del 2017.

Di seguito sono riportati alcuni commenti agli eventi di precipitazione avvenuti durante le quattro campagne di monitoraggio:

- campagna **P14 17/1**: una serie di eventi intensi si sono concentrati tra il 31/01 e il 5 febbraio, con una cumulata che in quella settimana a La Foce - Monte Viseggi ha superato i 250 mm, con un massimo giornaliero il 31/01 di circa 100 mm;
- campagna **P14 17/2**: durante questo periodo i giorni con piogge più intense sono stati intorno al 05-06 maggio con cumulate che hanno sfiorato i 50 mm a Fornola e a a La Foce - Monte Viseggi;
- campagna **P14 17/3**: durante questo si sono avuti pochissimi eventi di pioggia, con valori di cumulata dell'ordine di pochi mm sull'intero periodo.
- campagna **P14 17/4**: questo periodo è stato caratterizzato dai più significativi eventi meteorici concentrati nell'ultima settimana allorché si sono rilevati circa 70 mm di cumulata in tutte e tre le postazioni.

3.1.1 Confronto tra dati pluviometrici e precipitazioni raccolte dai deposimetri

La tabella seguente riporta l'entità delle precipitazioni umide raccolte dai deposimetri inorganici ed organici durante i quattro periodi di monitoraggio:

Postazione	Sigla	Data Inizio	Data Fine	Deposimetri inorganici precipitazione [mm]	Deposimetri organici precipitazione [mm]
		Campagna P14 17/1			
Bolano	BL	19/01/2017	22/02/2017	312	269
Follo	FL	19/01/2017	22/02/2017	357	286
Arcola	AR	19/01/2017	22/02/2017	280	241
Le Grazie	LG	19/01/2017	22/02/2017	198	209
Chiappa	CH	19/01/2017	22/02/2017	357	334
Maggiolina	MG	19/01/2017	22/02/2017	315	280
Saint Bon	SB	19/01/2017	22/02/2017	347	319
Melara	ME	19/01/2017	22/02/2017	257	239
Fossamastra	FS	19/01/2017	22/02/2017	263	235
		Campagna P14 17/2			
Bolano	BL	27/04/2017	25/05/2017	80	76
Follo	FL	27/04/2017	25/05/2017	90	97
Arcola	AR	27/04/2017	25/05/2017	66	79
Le Grazie	LG	27/04/2017	25/05/2017	64	74
Chiappa	CH	27/04/2017	25/05/2017	89	101
Maggiolina	MG	27/04/2017	25/05/2017	70	78
Saint Bon	SB	27/04/2017	25/05/2017	64	73
Melara	ME	27/04/2017	25/05/2017	66	75
Fossamastra	FS	27/04/2017	25/05/2017	70	70
Canaletto	MM	27/04/2017	25/05/2017	57	65
		Campagna P14 17/3			
Bolano	BL	29/06/2017	02/8/2017	13	23
Follo	FL	29/06/2017	02/8/2017	3	7
Arcola	AR	29/06/2017	02/8/2017	0	5
Le Grazie	LG	29/06/2017	02/8/2017	0	7
Chiappa	CH	29/06/2017	02/8/2017	0	7
Maggiolina	MG	29/06/2017	02/8/2017	0	7
Saint Bon	SB	29/06/2017	02/8/2017	0	5
Melara	ME	29/06/2017	02/8/2017	0	5
Fossamastra	FS	29/06/2017	02/8/2017	0	5
		Campagna P14 17/4			
Bolano	BL	10/10/2017	09/11/2017	67	76
Follo	FL	10/10/2017	09/11/2017	93	88
Arcola	AR	10/10/2017	09/11/2017	77	86
Le Grazie	LG	10/10/2017	09/11/2017	88	86
Chiappa	CH	10/10/2017	09/11/2017	82	84
Maggiolina	MG	10/10/2017	09/11/2017	86	91
Saint Bon	SB	10/10/2017	09/11/2017	76	84
Melara	ME	10/10/2017	09/11/2017	65	76
Fossamastra	FS	10/10/2017	09/11/2017	76	77

Tabella 10 - Entità delle precipitazioni raccolte dai deposimetri. Valori in mm.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato
IQNet

La campagna **P14 17/1** è stata caratterizzata da quantitativi significativi di precipitazione con scostamenti percentuali molto contenute tra i due deposimetri.
Nel corso della campagna estiva la quantità di precipitazione raccolta è stata di gran lunga inferiore e pertanto le differenze tra le due tipologie di raccoglitori, molto contenute in termini assolute ma rilevanti in termini percentuali riscontate, possono essere ricondotte probabilmente ad una diversa evaporazione dovuta ai materiali che li costituiscono (plastica per gli inorganici, vetro per gli organici) ed anche ai fattori di forma degli imbuti che presentano il collo con diametro differente.

Nella figura che segue è mostrata la correlazione tra le entità di precipitazioni raccolte dai deposimetri per specie inorganiche e organiche installati in parallelo nelle postazioni di monitoraggio:

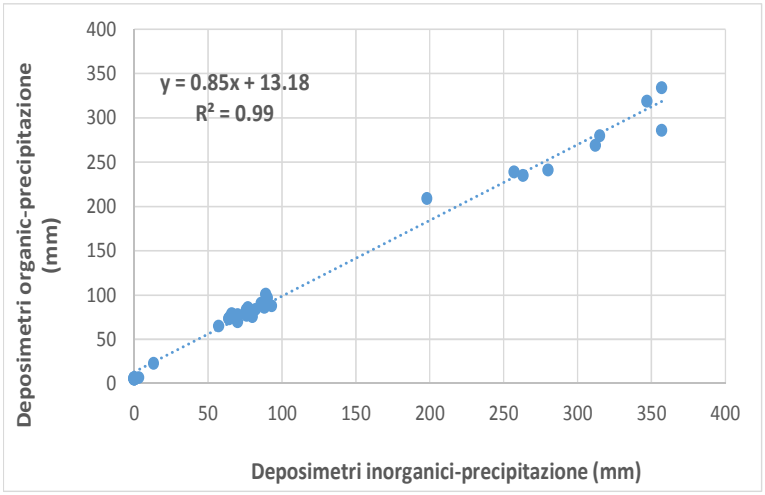


Figura 29 – Correlazione tra le precipitazioni raccolte dai deposimetri installati in parallelo.

Come già in passato, a parte singoli e limitati casi, probabilmente legati alla intensità delle precipitazioni e alla turbolenza atmosferica, la correlazione appare molto buona ed entrambi i tipi di campioni sono rappresentativi delle deposizioni umide avvenute nel periodo.

La tabella seguente sintetizza i valori medi delle precipitazioni raccolte dai deposimetri organici ed inorganici nelle quattro campagne:

Campagna	n	Media	Dev. Std	Mediana	Minimo	Massimo
P14 17/1	20	283	49	280	198	357
P14 17/2	18	75	12	74	57	101
P14 17/3	18	5	6	5	0	23
P14 17/4	18	81	8	83	65	93

Tabella 11 - Valori statistici delle deposizioni umide raccolte nei deposimetri.

Nella figura seguente sono confrontate le medie delle precipitazioni raccolte dai deposimetri delle varie postazioni nei quattro periodi di monitoraggio:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato

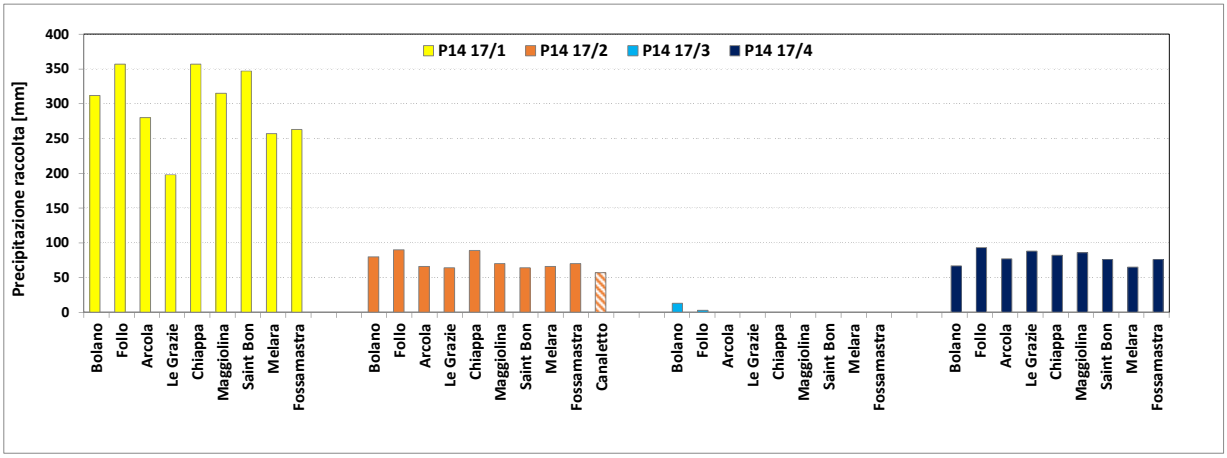


Figura 30 – Precipitazioni raccolte dai deposimetri durante i quattro periodi di monitoraggio.

Nella campagna **P14 17/1** presso i siti di Follo e Chiappa e Saint Bon si sono registrate le cumulate più elevate. La campagna **P14 17/3** è stata caratterizzata da precipitazioni praticamente assenti con quantitativi apprezzabili solo a Bolano.
Nel corso della campagna **P14 17/2** e **P14 17/4**, si è registrata una distribuzione omogenea tra le diverse postazioni delle precipitazioni raccolte nei deposimetri.

3.5 Caratteristiche meteo generali delle campagne suppletive effettuate a Melara.

Nel seguito sono descritte le principali caratteristiche meteorologiche delle sette campagne di monitoraggio integrative che hanno consentito di verificare con continuità nel corso dell'anno 2017 le deposizioni inorganiche presso il sito di Melara.

Nella tabella che segue è riportata l'articolazione delle diverse campagne ed il raffronto tra la precipitazione raccolta nei deposimetri e quella rilevata presso la postazione di La Spezia Comune.

Campagna	Data Inizio	Data Fine	Giorni esposizione	Precipitazione raccolta [mm]	Precipitazione Stazione Spezia Comune [mm]
P14 16/F	01/12/2016	19/01/2017	50	32,5	32,8
P14 17/A	27/02/2017	24/03/2017	26	44,8	34,8
P14 17/B	24/03/2017	20/04/2017	28	28,3	20,0
P14 17/C	25/05/2017	28/06/2017	35	11,3	7,2
P14 17/D	02/08/2017	05/09/2017	35	1,4	9,6
P14 17/E	05/09/2017	10/10/2017	36	152,8	111,6
P14 17/F	009/11/2017	13/12/2017	35	220,9	200,4

Tabella 12 – Precipitazione cumulata misurata a Comune della Spezia e con il deposimetro di Melara (mm).

Nella tabella è indicata anche la campagna P14 16/F che si è sviluppata a cavallo tra i il 2016 e il 2017 che si è scelto di elaborare nel presente rapporto.

Inoltre, per completare la copertura annuale, un'ulteriore campagna è stata effettuata a partire dal 13/12/17 ma, essendosi svolta in parte anche nel corso del mese di gennaio 2018, la stessa sarà elaborata e discussa in occasione del prossimo Rapporto.

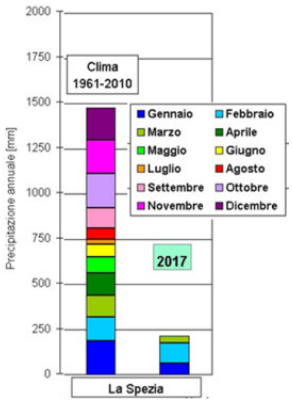
3.1.2 La situazione meteo nel corso della campagna P14 16/F (01/12/2016 ÷ 19/01/2017)

Il mese di dicembre ha mostrato un tempo prevalentemente anticiclonico, caratterizzato tuttavia da un discreto gradiente barico che ha comportato sulla Liguria a tratti forti venti settentrionali, associati ad alcuni episodi di *fohen* (21 e 27/12).
Nel dettaglio, nella prima metà del mese si è osservata una dominanza anticiclonica sull'Europa centro occidentale, caratterizzata da massimi di pressione sulla Francia, Spagna e regioni alpine attorno a 1035-1040 hPa. Questa rimonta anticiclonica ha protetto il Mediterraneo e la Liguria dall'ingresso di sistemi frontali atlantici. Si segnala prima di Natale un peggioramento che ha colpito le regioni mediterranee e la Liguria, legato alla formazione di una circolazione che si è approfondita tra il Nord-Africa e il Mediterraneo sud-occidentale. Tale scenario ha comportato un richiamo di aria caldo umida lungo i versanti tirrenici, che ha interagito con correnti più continentali balcaniche ai bassi livelli sul Nord Italia, causando nevischio sia sulle Alpi, che sull'Appennino Ligure. Nel corso della seconda parte del mese e in particolare nell'ultima settimana di Dicembre, si evidenzia una rimonta centrata sull'Europa centro-orientale e la Penisola Scandinava che ha favorito anomalie positive di pressione sull'Europa continentale, con un conseguente ritorno balcanico. Durante il passaggio dei sistemi frontali dai quadranti settentrionali, il Nord-Ovest italiano e la Liguria hanno visto alcuni episodi di *fohen* significativi,
Le prima due decadi del mese di Gennaio sono dominate da una circolazione caratterizzata ancora da una marcata componente nord-orientale: la presenza di un promontorio anticiclonico che si estende progressivamente dall'Europa occidentale verso quella settentrionale e orientale interessa gran parte del nostro continente lasciando esposto a spiccato maltempo il meridione italiano, il centro Italia e le zone appenniniche.

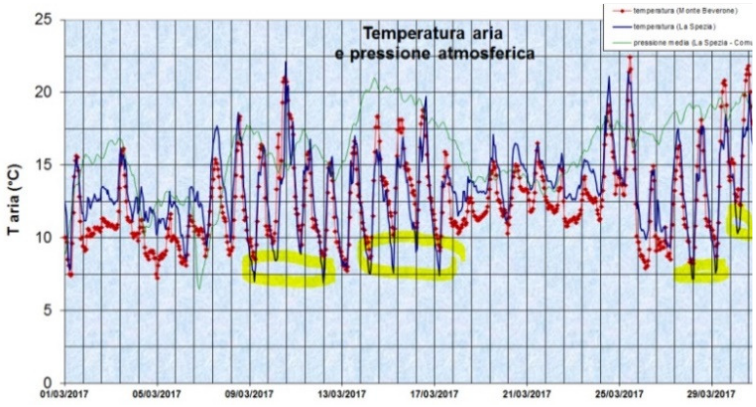
3.1.3 La situazione meteo nel corso della campagna P14 17/A (27/02/2017 ÷ 24/03/2017)

Il mese di marzo segna dal punto di vista climatico il passaggio dalla stagione invernale a quella primaverile con un aumento generale delle temperature e con presenza di instabilità e forti venti. È stato un mese dall'impronta prettamente primaverile, nel complesso assai mite, abbastanza soleggiato specie nelle due settimane centrali, con alcuni episodi precipitativi e tempo a tratti ventoso in concomitanza di passaggi di perturbazioni atlantiche nella prima e nell'ultima settimana.
Nel dettaglio l'inizio del mese è caratterizzato da passaggi nuvolosi e rovesci anche significativi associati a qualche episodio di mareggiata, accompagnato a vento forte e rafficato.

Il resto della prima decade evidenzia una rimonta anticiclonica con tempo stabile sulla nostra regione. Tale configurazione ha comportato la dominanza di correnti nord-occidentali atlantiche dalla Francia ai versanti tirrenici: a causa dell'effetto orografico indotto delle Alpi si è evidenziato un vento di *fohen* eccezionalmente caldo e secco con rialzi termici estremi intorno al 10 marzo (massima nell'area spezzina intorno ai 24 °C).
Anche la seconda decade del mese ha visto la prevalenza di un tempo soleggiato, salvo qualche temporaneo episodio di macaia: ciò grazie al permanere del dominio dell'anticiclone delle Azzorre, esteso dal vicino Atlantico a Penisola Iberica e Francia e che ha interessato gran parte del Mediterraneo e dell'Europa centro-occidentale, con condizioni di tempo stabile e assai mite sulla Liguria e gran parte del continente.
Nell'ultima decade si evidenzia una temporanea attenuazione dell'anticiclone delle Azzorre, a causa del transito di alcuni sistemi frontali che hanno attenuato il dominio dell'alta pressione con passaggi nuvolosi e precipitazioni sparse in Riviera.
Dal punto di vista termico, dopo un febbraio che aveva chiuso l'inverno meteorologico all'insegna di un tempo decisamente mite, anche marzo evidenzia la dominanza di un'anomalia di pressione positiva.
Per quanto riguarda le precipitazioni, nell'area spezzina si è riscontrato un significativo deficit con un unico episodio rilevante nella prima settimana del mese ed una serie di eventi precipitativi di modesta entità spalmati quasi tutti nel corso dell'ultima decade.



Nel grafico a lato sono riportati i dati di temperatura presso la postazione localizzata in centro città (torre del palazzo del Comune) e quella in quota (Monte Beverone) con evidenziati gli episodi di inversione termica favorevoli dunque all'intrappolamento degli inquinanti nei bassi strati.



3.1.4 La situazione meteo nel corso della campagna P14 17/B (24/03/2017 ÷ 20/04/2017)

Il mese di Aprile nel corso del quale si è prevalentemente sviluppato il monitoraggio è stato caratterizzato in una prima fase da una forte impronta primaverile, a tratti quasi estiva con temperature decisamente superiori all'atteso, seguita poi da temporanei ingressi più freschi ed instabili dopo Pasqua, che hanno portato qualche episodio precipitativo.

Per quanto riguarda le precipitazioni la Liguria ed il centro-nord dell'Italia sono rimasti al di fuori dell'area precipitativa mostrando valori al di sotto dell'atteso. Nel mese si evidenziano due fasi precipitative legate ad instabilità in particolare sull'interno, la prima a metà mese e la seconda intorno al giorno 18.
In infine per quanto riguarda le condizioni del mare si evidenziano due eventi (attorno al 2 e 18 aprile) di cui il secondo caratterizzato da condizioni di mare in aumento fino agitato per effetto del rinforzo dei venti meridionali.

3.1.5 La situazione meteo nel corso della campagna P14 17/C (25/05/2017 ÷ 28/06/2017)

Dopo un mese di Maggio in prevalenza caldo, soleggiato, con caratteristiche quasi estive, con Giugno si entra nel pieno dell'estate meteorologica, disturbata appena da qualche episodio perturbato a fine mese che ha però interessato più che altro le zone interne.
Nel dettaglio, il mese è caratterizzato dal dominio di condizioni anticicloniche su gran parte dell'Europa centro meridionale e le zone mediterranee, ad eccezione di qualche breve passaggio atlantico che ha interessato parzialmente le regioni alpine e le regioni del Nord-Est italiano a inizio e dopo metà mese, con le depressioni prevalentemente confinate a latitudini più settentrionali, oltre il 55° parallelo Nord.
Solo verso gli ultimi giorni del mese, si evidenzia un cedimento più significativo della pressione per l'ingresso di una vasta depressione sull'Europa centrale associata ad una serie di sistemi frontali collegati alla formazione di minimi secondari sul Nord-Ovest italiano: si assiste ad un aumento dell'instabilità associato ad un rinforzo del gradiente e della ventilazione sud-occidentale sul settore Ligure, che ha comportato significative mareggiate.
Dal punto di vista termico, il mese è caratterizzato da anomalie di temperatura prevalentemente positive su tutto il continente; ai massimi centrati tra il Marocco (>+5 °C) e la Francia (+2.5°C), che hanno comportato intense ondate di caldo sia sull'Europa sud-occidentale che su alcune zone mediterranee, si contrappongono comunque anomalie fredde confinate ad Est sull'Ucraina e a Nord tra la Finlandia e l'Islanda (-1 ÷ -2.5 °C).
Dal punto di vista delle precipitazione anche questo mese mostra sull'area del Golfo della Spezia un'anomalia negativa, accrescendo dunque il deficit rispetto ai valori attesi da inizio anno.

3.1.6 La situazione meteo nel corso della campagna P14 17/D (02/08/2017 ÷ 05/09/2017)

Il mese di Agosto chiude l'estate meteorologica all'insegna di temperature superiori all'atteso e di forte siccità e vede ancora, come già i due mesi precedenti, un ampio dominio dell'alta pressione estesa dall'Europa centro-occidentale verso levante.
Poche eccezioni hanno caratterizzato questo potente campo anticiclonico che ha garantito una lunga serie di belle giornate con temperature decisamente sopra l'atteso: una debole infiltrazione atlantica ha lambito le zone alpine, interessando la Liguria verso

la fine della prima decade, una mareggiata di Libeccio con aumento dell'instabilità e qualche temporale, alla fine della seconda.
Il tempo è stato a tratti afoso soprattutto verso fine mese per effetto anche del richiamo di correnti sciroccali prefrontali di origine africana: queste hanno preceduto l'ingresso di aria atlantica a inizio settembre quando si è assistito ad un primo cambiamento del tempo, proprio in concomitanza con la chiusura dell'estate meteorologica, con effetti evidenti concretizzatisi in un brusco calo termico associato a temporali sparsi.
L'andamento delle temperature ha visto un'anomalia positiva su gran parte del continente, con massimi di anomalia termica sulle zone centro meridionali dell'Europa orientale, l'area mediterranea e il vicino Atlantico orientale. In tale contesto, l'anomalia sull'Italia e su Liguria è caratterizzata da valori positivi superiori ai 2°C. La particolarità di questa fase è stata soprattutto la persistenza delle elevate temperature spesso associate a condizioni di disagio da caldo, in particolare nella prima e nell'ultima parte del mese. Si evidenzia come per le temperature massime in Italia, Agosto 2017 si posizioni al terzo posto assoluto tra i più caldi con un'anomalia positiva rispetto alla climatologia di circa 2,5 °C.
Dal punto di vista delle precipitazioni anche Agosto ha visto su molte regioni italiane, tra cui la Liguria, il persistere delle condizioni di siccità che da Giugno hanno interessato la nostra penisola.

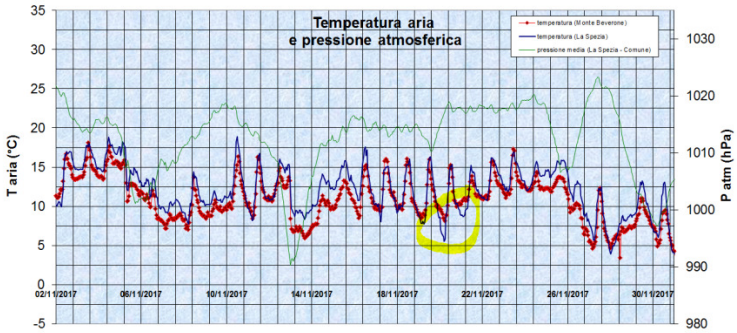
3.1.7 La situazione meteo nel corso della campagna P14 17/E (05/09/2017 ÷ 10/10/2017)

Dopo un'estate meteorologica assai calda e siccitosa caratterizzata da precipitazioni significativamente al di sotto dell'atteso, ecco che nel corso del mese di Settembre in concomitanza con l'ingresso nell'autunno meteorologico, si assiste ai primi ingressi atlantici sul Nord Italia e la Liguria. Si hanno dunque fasi anche molto instabili, caratterizzate da richiami umidi alternati a discese di masse d'aria più fresca atlantica e ritorni balcanici che hanno contrastato con l'aria più calda preesistente, dando origine a episodi temporaleschi intensi e soprattutto all'atteso calo termico dopo il periodo estivo particolarmente caldo.
Nel dettaglio, si ha una prima fase di maltempo ad inizio mese: in questa occasione si sono registrate precipitazioni temporalesche dovute a fenomeni di convergenza sullo Spezzino ed intensi rovesci specie sul mare, generati dalla contrapposizione tra un flusso di Libeccio proveniente dal nord della Corsica e correnti padane più fresche che hanno scavalcato l'Appennino e che hanno dato luogo ad un brusco calo termico. Si ha infine un ultima fase di tempo perturbato intorno al 15-19 settembre, mentre nell'ultima decade, ad eccezione dell'ingresso di un debole sistema frontale intorno al giorno 26, si è osservato un rafforzamento dell'anticiclone sull'Europa centro orientale che ha protetto anche l'Italia e la Liguria garantendo tempo più stabile fino ai primi giorni di Ottobre.
Questo mese ha visto dunque il ritorno della pioggia con valori che, soprattutto nel Levante, sono risultati in linea con le attese climatologiche e temperature che hanno presentato, come nel mese precedente, valori anomali, questa volta però con valori negativi anche di 2÷3°C.

3.1.8 La situazione meteo nel corso della campagna P14 17/F (09/11/2017 ÷ 13/12/2017)

In questo mese l'autunno ha visto un ritorno di condizioni tipiche della stagione, dunque più umide e piovose e pochi giorni di bel tempo.
Nel dettaglio nei primi giorni del mese la regione è stata interessata da una saccatura nord atlantica con una fase prefrontale caratterizzata da un richiamo caldo umido meridionale ed una frontale associata a una linea temporalesca ben organizzata che ha dato luogo a precipitazioni forti, anche a carattere temporalesco. Dopo questa fase si ha un lieve calo termico e verso metà mese una decisa irruzione fresca associata ad una fase di occlusione sul Tirreno (998 hPa al livello del mare) che ha richiamato aria balcanica. Ma già a partire dal 15 si assiste ad una decisa rimonta anticiclonica sull'Europa centrale (con valori prossimi a 1030 hPa) che protegge il continente dall'ingresso del flusso perturbato atlantico; quest'aumento della pressione si afferma via via sul Mediterraneo centro-occidentale nel corso della terza decade, dando luogo a condizioni più miti che bloccano l'ingresso delle correnti balcaniche. In questo periodo sono evidenti nell'area del golfo della Spezia alcune notti caratterizzate da marcata inversione termica, fatto questo che è sicuramente la principale causa dell'aumento dei valori degli inquinanti registrato e ben evidente analizzando l'andamento dei PM10.
Nell'ultima settimana si registra una nuova discesa frontale da Nord, che ha comportato un aumento dell'instabilità con precipitazioni sul centro Levante ed un'evidente riduzione nei valori del sopracitato parametro.
Dal punto di vista termico si evidenziano valori in linea con climatologia, mentre per quanto riguarda le precipitazioni ci si attesta su valori anche lievemente sopra quelli climatologici.
Infine, dopo una quasi totale assenza nel corso del precedente mese di condizioni meteomarine avverse, si segnalano diversi episodi, legati ai passaggi frontali ed alla formazioni di minimi tirrenici, di intenso maestrale e libeccio che hanno dato condizioni di mare fino ad agitato.

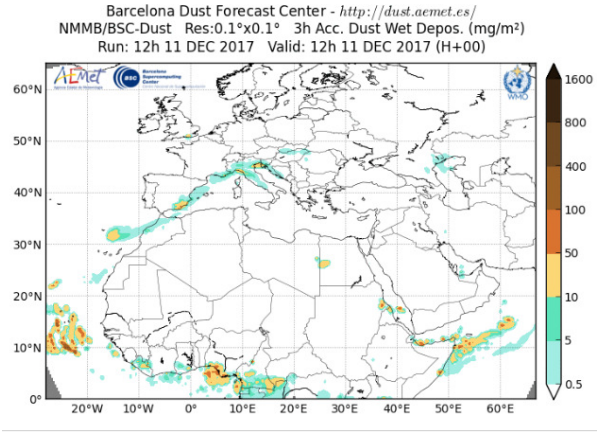
Nel grafico a lato sono riportati i dati di temperatura presso la postazione localizzata in centro città (torre del palazzo del Comune) e quella in quota (Monte Beverone) con evidenziati gli episodi di inversione termica favorevoli dunque all'intrappolamento degli inquinanti nei bassi strati.



Anche la prima parte del mese di Dicembre vede il proseguimento delle condizioni umide e piovose del mese precedente: si assiste infatti all'ingresso di un'estesa struttura frontale associata ad un'intensa avvezione umida proveniente dall'Africa settentrionale; questo evento è caratterizzato da un marcato gradiente di Libeccio sul Mediterraneo che si è spinto oltre la Sardegna e i versanti tirrenici. Il fenomeno ha il momento più intenso sulla Liguria in data 11, allorché il flusso sud-occidentale vede l'approfondirsi di una depressione dalle caratteristiche marcatamente autunnali, estesa

dalle coste africane a gran parte del Mediterraneo centro-occidentale. Tale scenario, fondamentale per la formazione di intense mareggiate sulle coste liguri e tirreniche, associato ad un intenso gradiente barico, ha dato vita a venti di burrasca persistenti a componente meridionale tra il Golfo del Leone e le coste algerine, con mare molto agitato sul Ligure.

Si sono registrate anche intense precipitazioni sugli estremi della regione, sia nell'imperiese che nello spezzino, con quantitativi tra significativi ed elevati. Tale scenario, che ha visto il sovrascorrimento di aria umida su uno strato freddo padano, ha comportato anche un po' di nevischio in Pianura Padana ed intense nevicate sulle Alpi occidentali e sull'Appennino. Di rilievo anche un evento di saharan dust in data 11 dicembre evidenziato dagli output modellistici e confermato dall'anomalo rapporto registrato tra PM10 e PM2.5 in tutte le postazioni della RQA.



Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

4. Operatività della centrale ENEL durante le campagne

Durante il periodo di monitoraggio sono stati raccolti ed elaborati i principali dati di impianto legati al funzionamento e alle emissioni della centrale termoelettrica ENEL.
Nel seguito sono riportati in forma grafica, per le campagne di monitoraggio **P14 17/1, P14 17/2, P14 17/3** e **P14 17/4** i principali parametri caratteristici del gruppo SP3, con valori desunti dallo SDEE (database Scambio Dati Enti Esterni): potenza [MW], portata OCD [t/h], portata carbone [t/h], portata metano [Nm^3/h], NOx [mg/Nm^3], SO2 [mg/Nm^3], CO [mg/Nm^3] e polveri [mg/Nm^3].
Il Gestore ha anticipato per il gruppo SP3 l'applicazione dei valori limiti di emissione prescritti dal quarto anno di validità dell'AIA già a partire dal 1° Gennaio 2016 in adeguamento alla Direttiva Europea 2010/75/UE "IED" recepita in Italia con il D.Lgs. 4 marzo 2014 n.46, rispettando di fatto i valori limite più restrittivi di quelli previsti dalla IED.
Pertanto i limiti di legge **giornalieri**, vigenti dal 01/01/2016, per le emissioni dei macroinquinanti per il gruppo SP3 indicati nella tabella riportata al par. 10.3.1 del PIC dell'A.I.A. n. 244 del 06/09/2013 sono i seguenti:

- SO2: 180 mg/Nm^3
- NOx: 180 mg/Nm^3
- CO: 150 mg/Nm^3
- Polveri: 15 mg/Nm^3

Dall'analisi dei dati relativi alla campagna **P14 17/1** (19/01-22/02) si evince che il gruppo SP3 ha erogato una potenza elettrica media di circa 524 MW ed ha avuto un transitorio di arresto il 23/01 e uno di avviamento il 26/01 e poi un ulteriore di arresto il 18/02 fino alla fine della campagna riportati in **Tabella 13** -

Transitori	
dalle	**alle**
23/01/2017 – 11:00	26/01/2017 – 17:00
18/02/2017 – 06:00	25/02/2017 – 03:00

Tabella 13 - Transitori campagna P14 17/1.

Per il transitorio di avviamento sono stati utilizzati gas naturale, gasolio e carbone sino al raggiungimento del minimo tecnico (280 MW) e quindi esclusivamente carbone.
L'andamento dei macroinquinanti monitorati nella campagna **P14 17/1**, escludendo i valori registrati durante il periodo di fermata, sono corrispondenti all'andamento della potenza del gruppo SP3: il valore medio del parametro NO_x è 126 mg/Nm^3, del parametro SO_2 è 129 mg/Nm^3, del parametro polveri è 10 mg/Nm^3 e del parametro CO è 68 mg/Nm^3.
Di seguito sono riportati gli andamenti giornalieri dei parametri caratteristici monitorati.

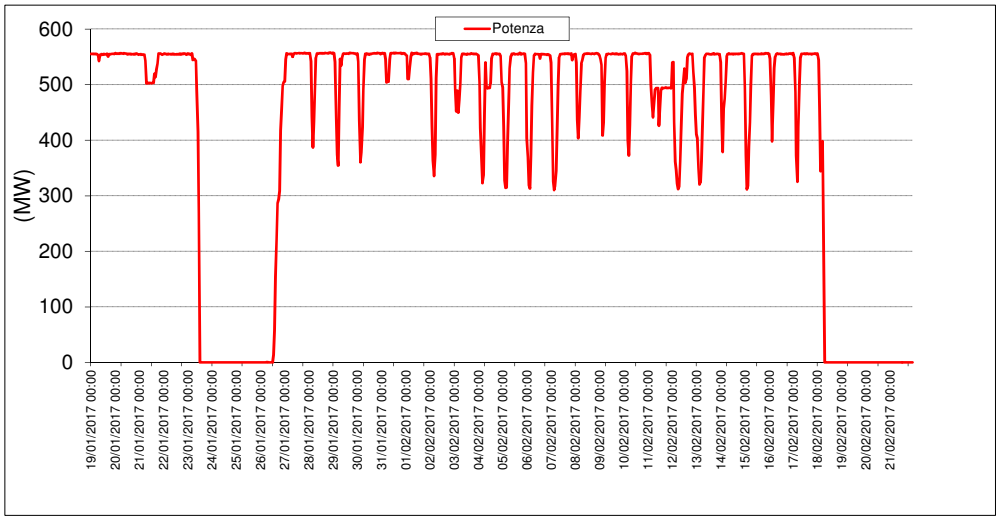


Figura 31 - Potenza generata dalla CTE durante la campagna P14 17/1.

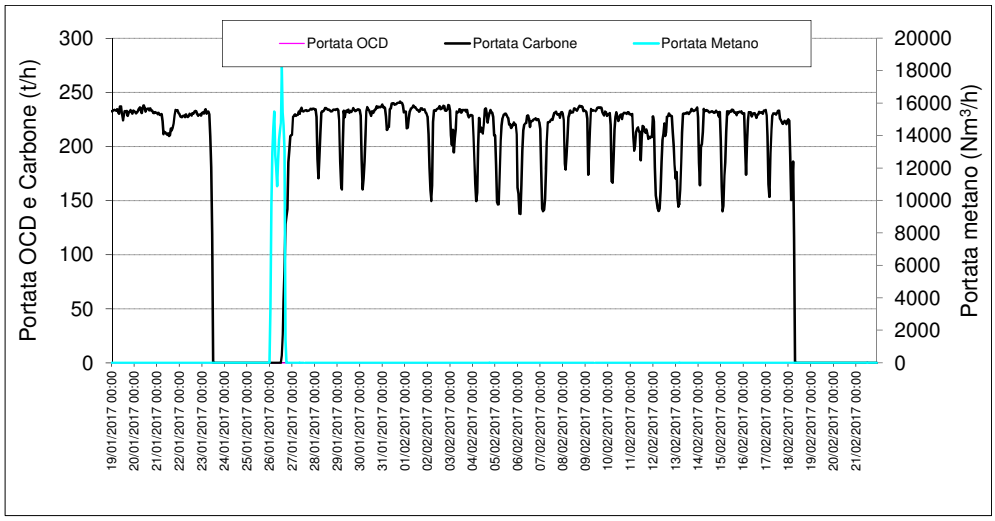


Figura 32 - Combustibili utilizzati dalla CTE durante la campagna P14 17/1.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

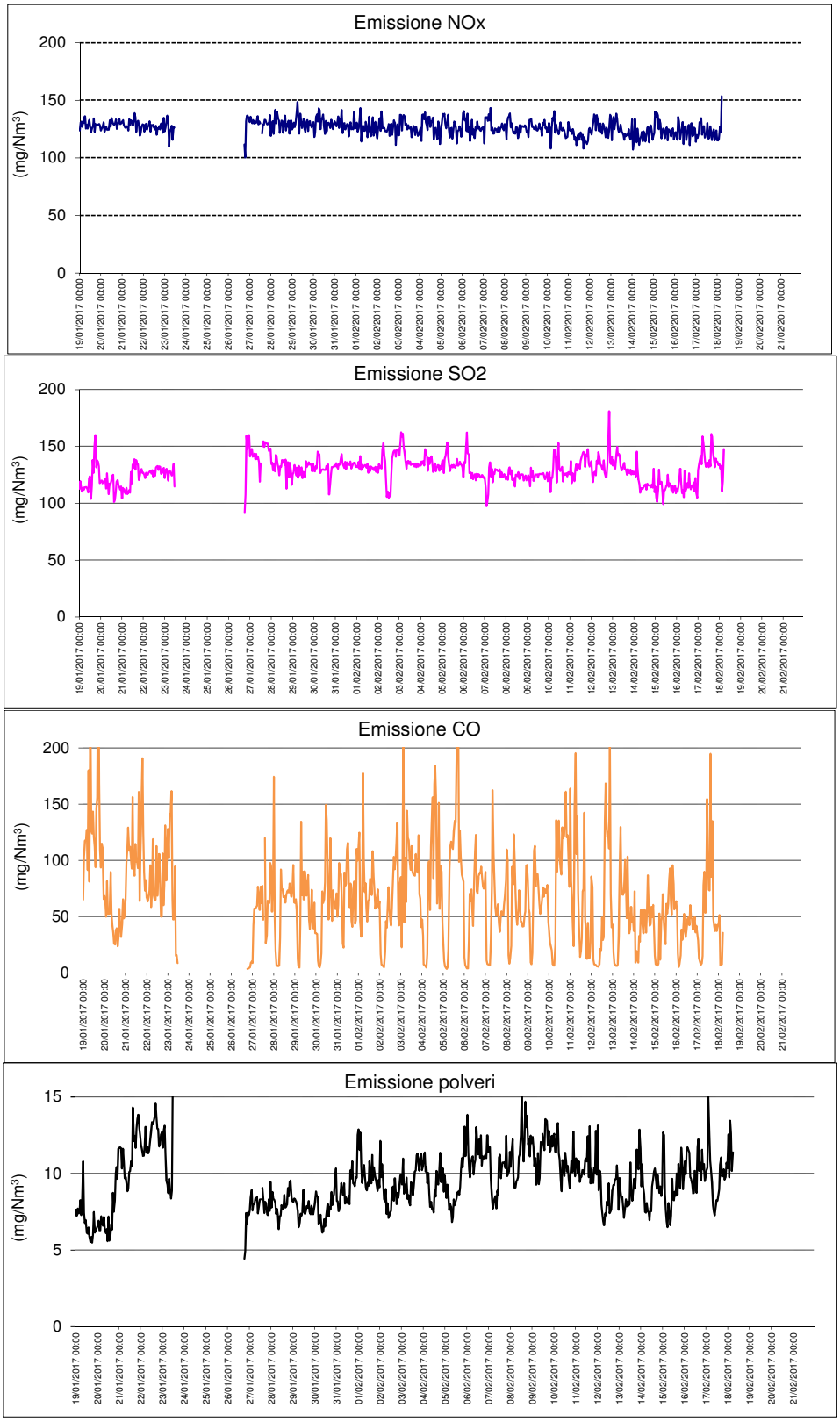


Figura 33 - Emissione di inquinanti dalla CTE nella campagna P14 17/1.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Durante la campagna **P14 17/2** (27/04-25/05) il gruppo SP3 non ha mai funzionato di fatto rappresentando cosi un bianco di campagna. L'andamento dei macroinquinanti monitorati nella campagna **P14 17/2** dunque non sono stati riportati.

Dall'analisi dei dati relativi alla campagna **P14 17/3** (29/06-02/08), si evince che il gruppo SP3 ha erogato una potenza elettrica media di circa 406 MW e ha avuto un transitorio di arresto il giorno 11/07 durato fino alla fine della campagna riportato in **Tabella 14**:

Transitori	
dalle	**alle**
11/07/2017 – 11:00	03/08/2017 – 11:00

Tabella 14– Periodi transitori nella campagna P14 17/3.

L'andamento dei macroinquinanti monitorati nella campagna **P14 17/3** sono corrispondenti all'andamento della potenza del gruppo SP3: il valore medio del parametro NOx è 115 mg/Nm^3, del parametro SO_2 è 115 mg/Nm^3, del parametro polveri è 5 mg/Nm^3 e del parametro CO è 40 mg/Nm^3.
Si riportano di seguito gli andamenti dei parametri caratteristici monitorati:

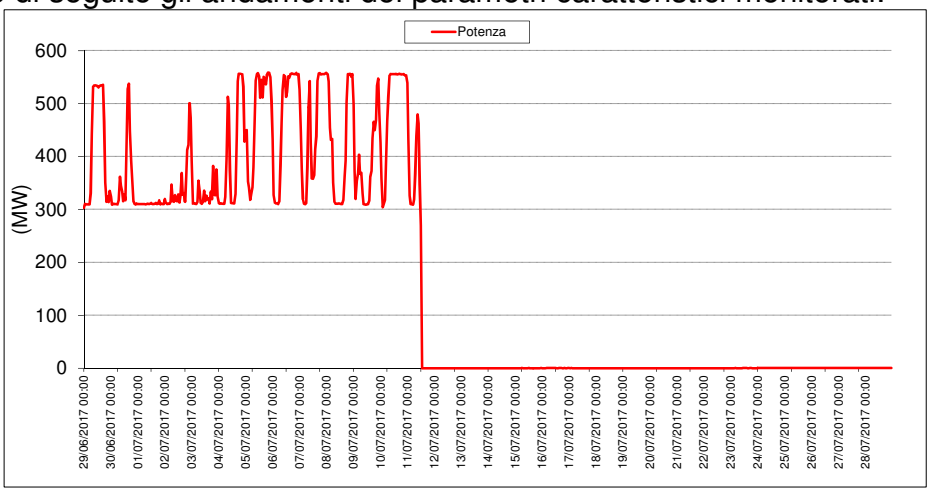


Figura 34- Potenza generata dalla CTE durante la campagna P14 17/3.

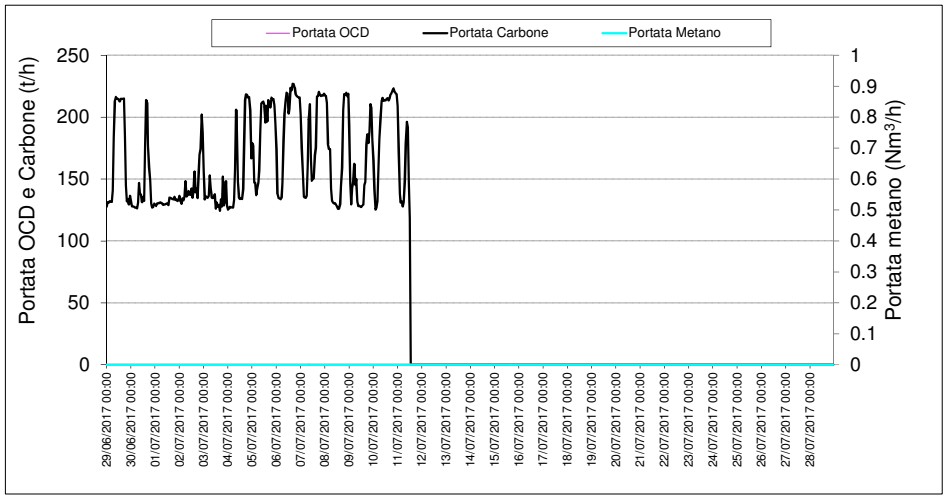


Figura 35- Combustibili utilizzati dalla CTE durante la campagna P14 17/3.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

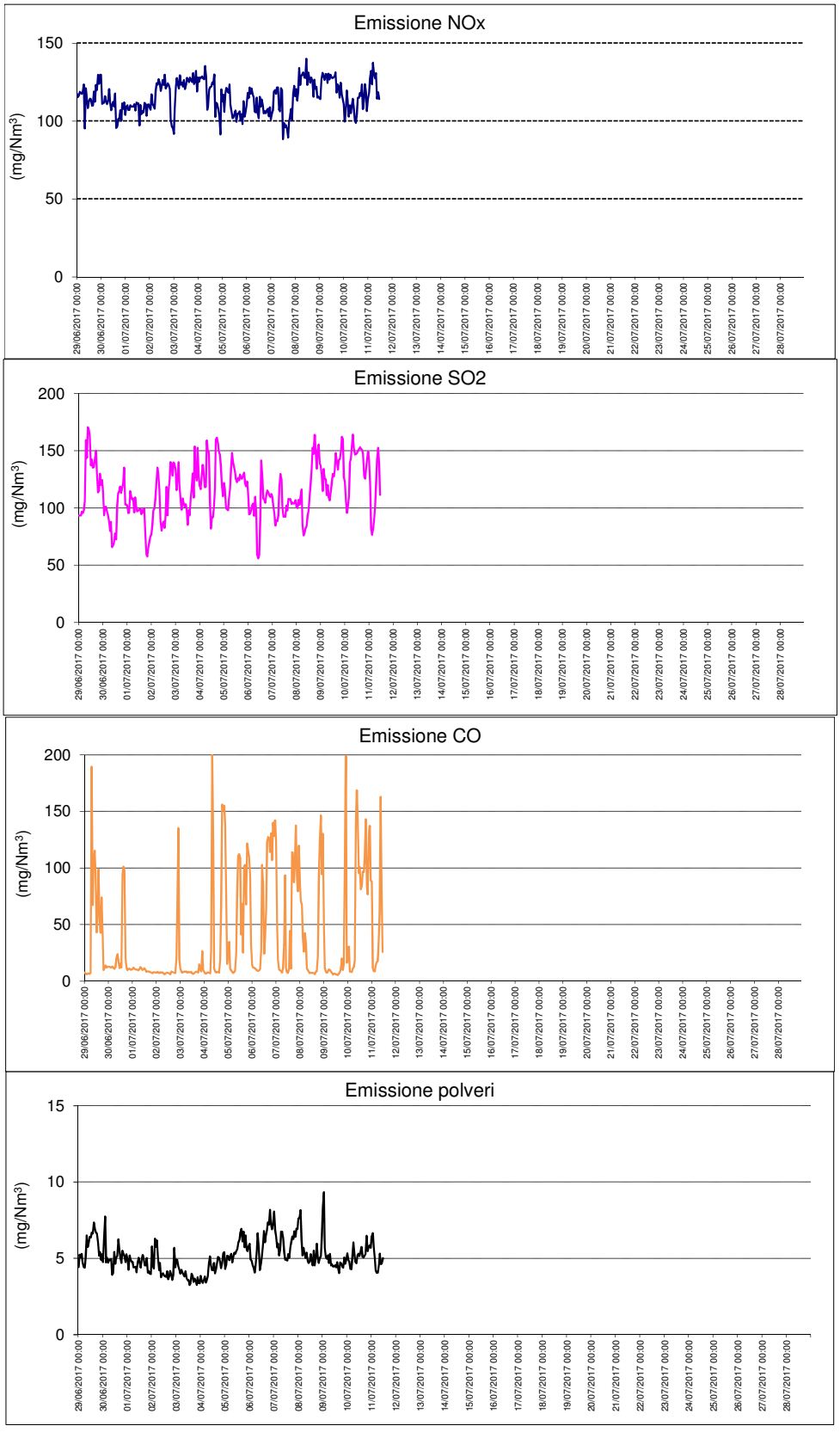


Figura 36- Emissione di inquinanti dalla CTE nella campagna P14 17/3.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Dall'analisi dei dati relativi alla campagna **P14 17/4** (10/10-09/11), si evince che il gruppo SP3 ha erogato una potenza elettrica media di circa 430 MW ed non ha avuto alcun transitorio.

L'andamento dei macroinquinanti nella campagna **P14 17/4** sono corrispondenti all'andamento della potenza del gruppo SP3: il valore medio del parametro NOx è 119 mg/Nm^3, del parametro SO_2 è 118 mg/Nm^3, del parametro polveri è 8 mg/Nm^3 e del parametro CO è 50 mg/Nm^3.
Si riportano di seguito gli andamenti dei parametri caratteristici monitorati:

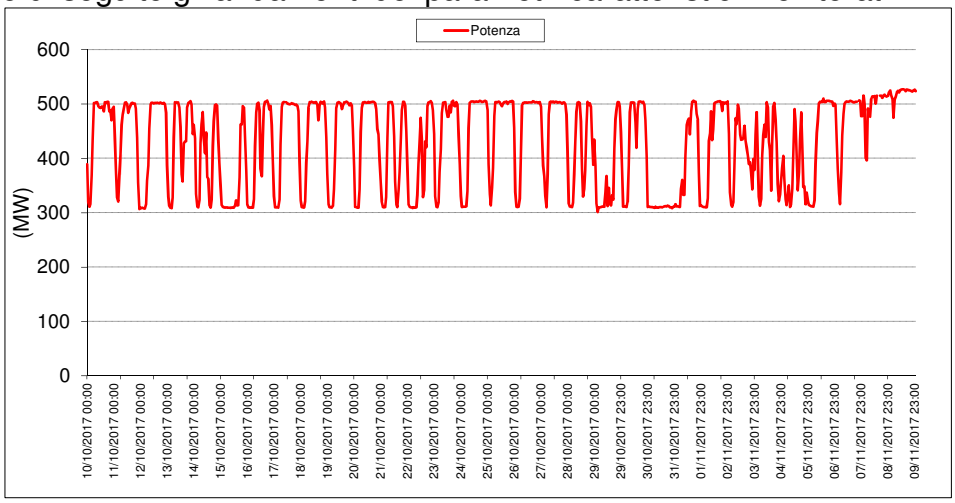


Figura 37- Potenza generata dalla CTE durante la campagna P14 17/4.

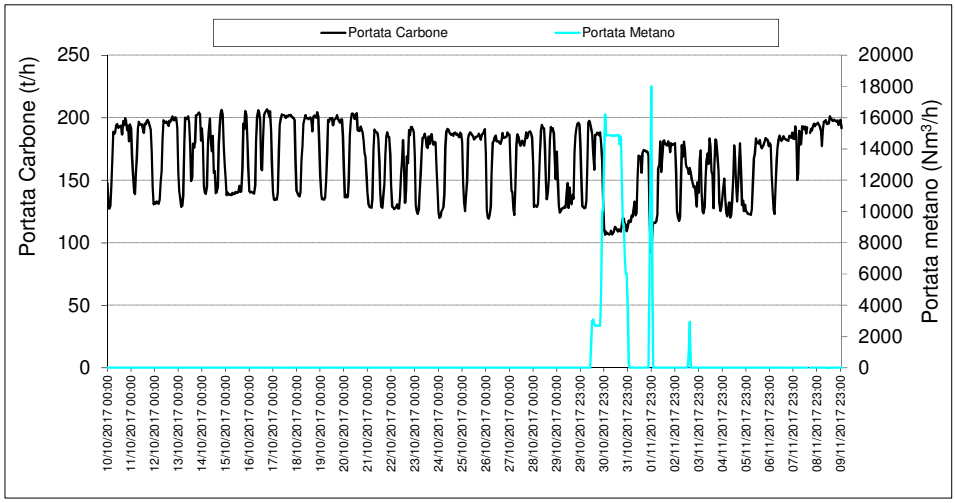


Figura 38- Combustibili utilizzati dalla CTE durante la campagna P14 17/4.

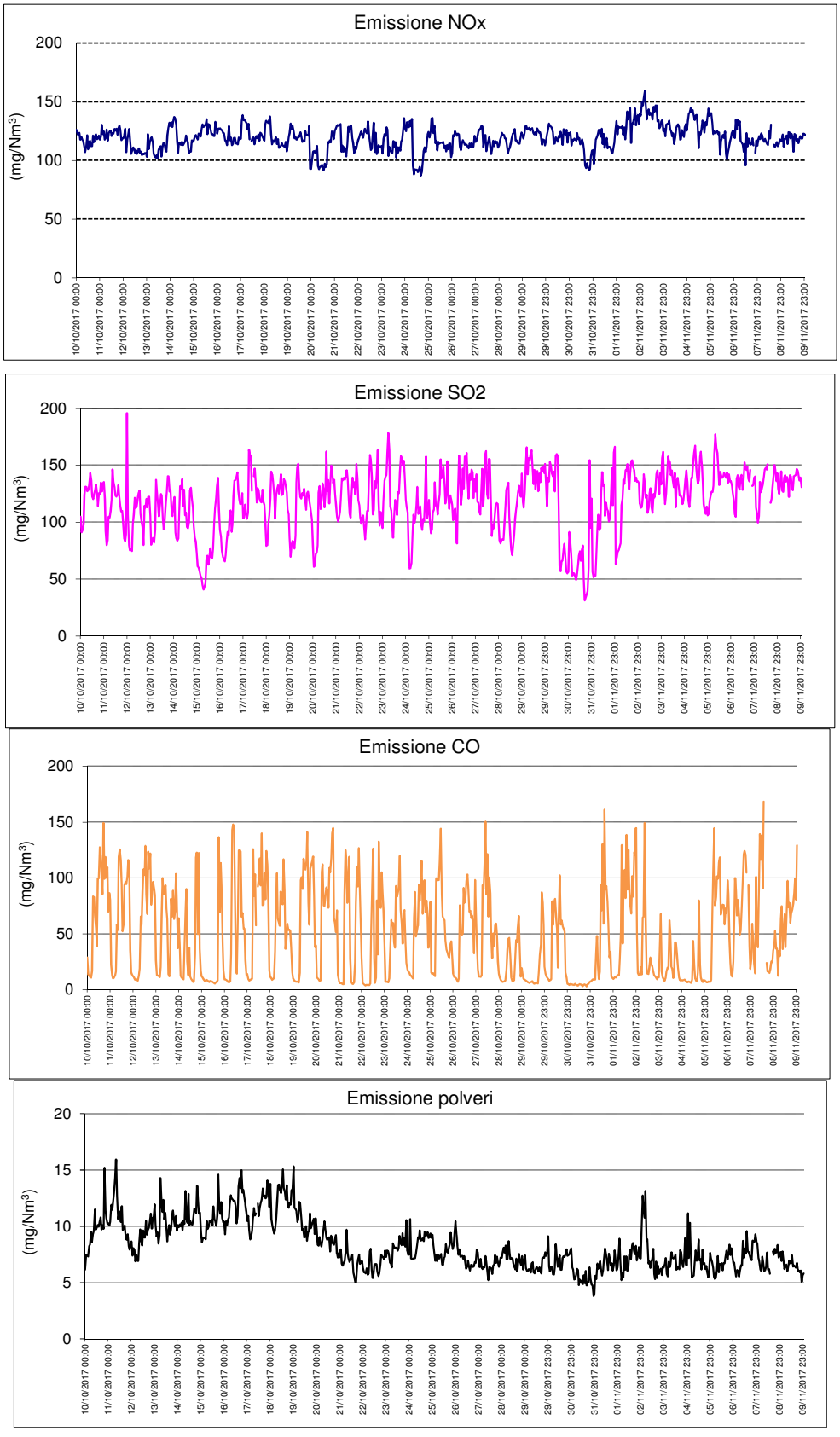


Figura 39- Emissione di inquinanti dalla CTE nella campagna P14 17/4.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Tenendo in considerazione i fermo impianto verificatosi, si è ritenuto opportuno procedere a richiedere alla ENEL Produzione S.p.A. il valore delle massiche dei macroinquinanti emessi durante le campagne di monitoraggio: è infatti possibile che, se il gruppo SP3 non avesse subito un fermo impianto, avrebbe emesso un differente quantitativo di massiche di polvere.

	Ore	CO [t]	SO2 [t]	NOx [t]	Polvere [t]
Massiche normale funzionamento	648	76,40	140,08	138,74	10,51
Massiche in transitorio	-	0,26	0,37	1,66	0,14
Totale periodo	-	76,66	140,45	140,40	10,65

Tabella 15 - Valori massici durante la campagna P14 17/1.

	Ore	CO [t]	SO2 [t]	NOx [t]	Polvere [t]
Massiche normale funzionamento	-	-	-	-	-
Massiche in transitorio	-	0,02	0,03	0,05	0,004
Totale periodo	-	0,02	0,03	0,05	0,004

Tabella 16 - Valori massici durante la campagna P14 17/2.

	Ore	CO [t]	SO2 [t]	NOx [t]	Polvere [t]
Massiche normale funzionamento	299	20,46	49,05	47,96	2,18
Massiche in transitorio	-	0,35	0,29	1,50	0,08
Totale periodo	-	20,81	49,34	49,46	2,26

Tabella 17- Valori massici durante la campagna P14 17/3.

	Ore	CO [t]	SO2 [t]	NOx [t]	Polvere [t]
Massiche normale funzionamento	744	57,94	126,03	124,49	8,76
Massiche in transitorio	-	-	-	-	-
Totale periodo	-	57,94	126,03	124,49	8,76

Tabella 18 - Valori massici durante la campagna P14 17/4.

I valori forniti sono stati confrontati con la stima delle massiche che si sarebbero avute se l'impianto avesse funzionato sempre a regime, assumendo cautelativamente per il calcolo il valore medio delle polveri registrato durante le singole campagne e la rispettiva portata media teorica secondo AIA del gruppo SP3.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Ne risulta che a seguito dei periodi di fermo impianto, il decremento rispetto alle massiche teoriche per un funzionamento senza interruzioni è risultato essere circa del 36%, 100%, 75% e del 32% per la campagna **P14 17/1**, **P14 17/2**, **P14 17/3 e P14 17/4** rispettivamente.

Si è voluto allora valutare se l'operatività della centrale nel corso delle campagne fosse in linea con la operatività tipica di un periodo di riferimento più esteso (anno 2017).
Come evidenziato nella tabella che segue, l'impianto nel corso dell'anno 2017 ha subito diversi periodi di fermata quantificabili in circa il 42% del periodo di riferimento (154 giorni di non funzionamento e 211 giorni di funzionamento); tali periodi di fermata, come dichiarato da ENEL, nella maggior parte dei casi non sono direttamente connessi alla volontà di ENEL Produzione, ma regolamentati dal gestore del sistema elettrico nazionale.

Data inizio	Data fine
01/01/17 0:00	07/01/17 08:00
12/01/17 15:00	23/01/17 10:00
26/01/17 17:00	18/02/17 05:00
25/02/17 03:00	02/03/17 14:00
06/03/17 18:00	01/04/17 17:00
02/04/17 05:00	21/04/17 01:00
13/06/17 00:00	14/06/17 22:00
19/06/17 22:00	19/06/17 15:00
22/06/17 08:00	22/06/17 23:00
26/06/17 07:00	11/07/17 11:00
03/08/17 12:00	08/08/17 16:00
09/08/17 07:00	10/08/17 23:00
28/08/17 14:00	01/09/17 23:00
05/09/17 09:00	15/09/17 23:00
02/10/17 11:00	19/11/17 00:00
23/11/17 14:00	23/12/17 00:00

Tabella 19 – Periodo di esercizio del gruppo SP3 nell'anno 2017.

Pertanto ne deriva che il gruppo SP3 durante la campagna **P14 17/1** ha registrato un periodo di esercizio (con potenza maggiore di 280 MW) superiore di circa il 21% rispetto a quella di tutto l'anno 2017, durante la campagna **P14 17/2** inferiore del 58% perché mai in funzione, durante la campagna **P14 17/3** inferiore di circa il 21%, mentre durante la campagna **P14 17/4** superiore di circa il 45%.

Il Gestore ha inoltre fornito il rapporto annuale relativo all'anno 2017 dal quale si evince che il gruppo SP3 ha emesso un quantitativo di massiche di polveri pari a 55,5 t relative ai 211 giorni di funzionamento.
Dall'elaborazione di tale parametro per ogni campagna di campionamento (vedi Tabella 15 ÷ Tabella 18), le massiche di polvere, rispetto a quelle mediamente emesse dal gruppo SP3 durante l'anno 2017, sono risultate:

- superiori del 47 % nella **P14 17/1**;
- inferiori del 100% nella **P14 17/2**;
- inferiori del 32% nella **P14 17/3**;
- superiori del 5% nella **P14 17/4**.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

5. Risultati della caratterizzazione delle deposizioni

Come introdotto in precedenza, le campagne di monitoraggio del 2017 sono state effettuate in quattro periodi stagionali: invernale, primaverile, estivo e autunnale ciascuno della durata di circa un mese in linea con quanto previsto per le misurazioni indicative delle deposizioni totali dal D.lgs. 155/2010, Allegato 1-Tabella 2 in modo che i valori medi dei vari parametri determinati analiticamente risultino rappresentativi dell'intero anno solare.
Di seguito sono riportate le date di inizio e fine delle campagne del 2017, la loro durata in giorni e la percentuale di giorni di funzionamento della centrale ENEL rispetto alla durata di ciascuna campagna:

Campagna	*Data inizio*	*Data fine*	*Durata*	*Funzionamento Centrale %*
P 14 17/1	19/01/2017	22/02/2017	34	74%
P 14 17/2	27/04/2017	25/05/2017	28	0%
P 14 17/3	29/06/2017	02/08/2017	34	32%
P 14 17/4	10/10/2017	09/11/2017	30	100%

Tabella 20 - Periodi di campionamento delle campagne 2017 e operatività della Centrale.

Nel corso delle quattro campagne di monitoraggio del 2017 (Tabella 1), la centrale è rimasta quindi completamente operativa durante il periodo di svolgimento della **P14 17/4** (100% di funzionamento) mentre durante la campagna **P14 17/1** ha subito due arresti: dal 23 al 26/01 e dal 18 al termine della campagna, per un totale di 9 giorni, con un funzionamento del 74% del tempo della campagna.
Durante lo svolgimento della campagna **P14 17/2**, la centrale è rimasta sempre ferma (v. cap.4) e tale campagna costituisce di fatto un bianco, ovvero può rappresentare l'assenza di pressioni ambientali dovute alle emissioni dalla centrale.
Un lungo periodo di fermo si è avuto anche nella seconda metà della campagna **P14 17/3**, precisamente dal 11/07 al termine della campagna, per un totale di 23 giorni con un funzionamento della Centrale pari al 32% del tempo della campagna. Tale campagna rappresenta quindi una situazione con moderate pressioni ambientali dovute al funzionamento della centrale.

Il monitoraggio delle deposizioni è stato condotto nelle postazioni già utilizzate nel 2014-2016, ovvero: Bolano, Follo, Arcola, Le Grazie, Chiappa, Maggiolina, Saint Bon e Fossamastra. Dal 2016 a queste si è aggiunta Melara (v. figura X), sito dove il modello diffusionale prevede la massima ricaduta delle emissioni della Centrale. Come descritto al cap.2, nel 2017 le deposizioni sono state anche raccolte durante le campagne **P14 17/2** e **P14 17/3** nei siti di Canaletto e San Cipriano (Viale Italia), dove erano in corso campagne con mezzi mobili, come riportato nel prospetto che segue:

Campagna	*Data inizio*	*Data fine*	*Postazioni coperte da mezzo mobile*
P 14 17/2	27/04/2017	25/05/2017	Canaletto
P 14 17/3	29/06/2017	02/08/2017	San Cipriano (Viale Italia)

Tabella 21 - Campagne aggiuntive con laboratorio mobile nel 2017.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Nel sito di Melara, oltre alla raccolta mensile delle deposizioni, sono state effettuate anche due campagne di rilevamento della qualità dell'aria, in coincidenza con le campagne **P14 17/1 e 17/4**, che compaiono nei rapporti ARPAL Prot. nr. 7010 del 08/03/2017 e nr. 34375 del 24/11/2017.

Data inizio	*Data fine*	*Campagna P14 di riferimento*
17/01/2017	22/02/2017	P 14 17/1
07/10/2017	20/11/2017	P 14 17/4

Tabella 22 - Campagne di rilevamento qualità aria con mezzo mobile nel sito di Melara.

Per quanto riguarda il sito di Fossamastra, dopo la sperimentazione del 2016, il deposimetro di riferimento per la postazione è quello posizionato a circa 2 m da terra, in prossimità della sede stradale. Nelle successive tabelle e figure, la postazione "Fossamastra" indica quindi il deposimetro collocato presso la sede stradale e non compare più la distinzione "Alto" e "Basso" dei precedenti rapporti.
Nel 2017 è stato comunque ancora mantenuto per alcune campagne il deposimetro posizionato a circa 6 m da terra sul tetto di un edificio di servizio del nastro trasportatore ENEL, per raccogliere ulteriori dati di confronto tra i due deposimetri e corroborare le attualizzazioni dei dati pregressi al fine di raccordare i dati pluriennali. Il confronto relativo ai risultati ottenuti dai due deposimetri di Fossamastra è riportato nella Appendice 4.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

5.1 Ratei di deposizione delle polveri e entità precipitazioni

La tabella seguente riassume i ratei di deposizione delle polveri sedimentabili insolubili in acqua, espresse in mg/m^2/d, determinate nei deposimetri inorganici e la precipitazione raccolta da essi, espressa in mm. Nella tabella sono stati inclusi anche i risultati delle campagne a spot a Marina di Canaletto (campagna **P14 17/2**) e a San Cipriano (**P14 17/3**):

Postazione	Sigla	Data Inizio	Data Fine	Giorni esposizione	Rateo deposizione [mg/m^2/d]	Precipitazione raccolta [mm]
Campagna P14 17/1 (Centrale in funzione per il 74% del periodo)						
Bolano	BL	19/01/2017	22/02/2017	34	12	312
Follo	FL	19/01/2017	22/02/2017	34	12	357
Arcola	AR	19/01/2017	22/02/2017	34	12	280
Le Grazie	LG	19/01/2017	22/02/2017	34	11	198
Chiappa	CH	19/01/2017	22/02/2017	34	12	357
Maggiolina	MG	19/01/2017	22/02/2017	34	19	315
Saint Bon	SB	19/01/2017	22/02/2017	34	34	347
Melara	ME	19/01/2017	22/02/2017	34	16	257
Fossamastra	FS-B	19/01/2017	22/02/2017	34	132	263
Campagna P14 17/2 (Centrale ferma)						
Bolano	BL	27/04/2017	25/05/2017	28	29	80
Follo	FL	27/04/2017	25/05/2017	28	30	90
Arcola	AR	27/04/2017	25/05/2017	28	32	66
Le Grazie	LG	27/04/2017	25/05/2017	28	43	64
Chiappa	CH	27/04/2017	25/05/2017	28	30	89
Maggiolina	MG	27/04/2017	25/05/2017	28	39	70
Saint Bon	SB	27/04/2017	25/05/2017	28	49	64
Melara	ME	27/04/2017	25/05/2017	28	33	66
Fossamastra	FS-B	27/04/2017	25/05/2017	28	119	70
Canaletto	MM	27/04/2017	25/05/2017	28	103	57
Campagna P14 17/3 (Centrale in funzione per il 32% del periodo)						
Bolano	BL	29/06/2017	02/08/2017	34	29	13
Follo	FL	29/06/2017	02/08/2017	34	27	3
Arcola	AR	29/06/2017	02/08/2017	34	24	0
Le Grazie	LG	29/06/2017	02/08/2017	34	24	0
Chiappa	CH	29/06/2017	02/08/2017	34	14	0
Maggiolina	MG	29/06/2017	02/08/2017	34	37	0
Saint Bon	SB	29/06/2017	02/08/2017	34	45	0
Melara	ME	29/06/2017	02/08/2017	34	23	0
Fossamastra	FS-B	29/06/2017	02/08/2017	34	137	0
San Cipriano	LM	29/06/2017	02/08/2017	34	60	0
Campagna P14 17/4 (Centrale sempre in funzione)						
Bolano	BL	10/10/2017	09/11/2017	30	16	67
Follo	FL	10/10/2017	09/11/2017	30	9	93
Arcola	AR	10/10/2017	09/11/2017	30	12	77
Le Grazie	LG	10/10/2017	09/11/2017	30	16	88
Chiappa	CH	10/10/2017	09/11/2017	30	33	82
Maggiolina	MG	10/10/2017	09/11/2017	30	20	86
Saint Bon	SB	10/10/2017	09/11/2017	30	34	76
Melara	ME	10/10/2017	09/11/2017	30	11	65
Fossamastra	FS-B	10/10/2017	09/11/2017	30	96	76

Tabella 23 – Ratei di deposizione delle polveri sedimentabili e entità precipitazioni.

Il fatto più rilevante delle campagne del 2017 è stata la elevata precipitazione avvenuta durante la campagna **P14 17/1** che ha creato alcune problematiche della loro gestione e prudenzialmente si è proceduto alla loro sostituzione anticipata per evitare il riempimento completo ed eventuali tracimazioni. I deposimetri di tale campagna sono stati analizzati separatamente e con opportuni calcoli si è ottenuto un unico rateo di deposizione del periodo di campagna (v. cap.2).

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

I ratei di deposizione delle polveri di questa campagna sono molto bassi nelle postazioni extraurbane (<15 mg/m^2/d) e solo nelle postazioni urbane di Saint Bon e Fossamastra i ratei sono paragonabili a quelli degli anni precedenti. I ratei sopra riportati sono stati confermati effettuando un confronto con quelli rilevati nei deposimetri organici (v. Appendice 4).

I ratei di deposizione delle polveri insolubili misurati nelle quattro campagne di monitoraggio sono riportati nella figura seguente. E' stata inclusa anche la precipitazione cumulata, in mm, con asse secondario invertito:

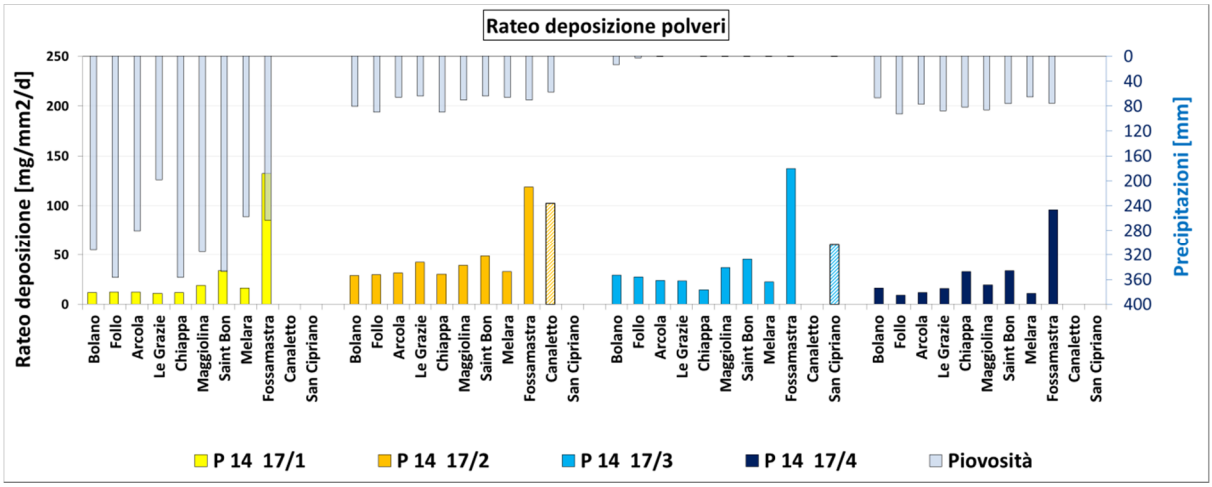


Figura 40 - Ratei di deposizione delle polveri insolubili e precipitazione cumulata in mm.

La Figura 31 mostra che in tutte le campagne i massimi ratei di deposizioni delle polveri si sono avuti nella postazione di Fossamastra, interessata da traffico intenso veicolare anche da mezzi pesanti e dalle attività di movimentazione container e sono stagionalmente da 4 a 11 volte maggiori di quelle rilevate in media nelle postazioni extraurbane (Bolano, Follo, Arcola, Le Grazie). Questi valori di ratei di deposizione delle polveri non trovano corrispondenza con i valori riscontrati di PM2.5 e PM10 (rilevati dalla RQA per la postazione di Fossamastra) che sono, invece, comparabili con quelli rilevati nelle altre postazioni urbane della RQA ad indicare le presenza di polvere prevalentemente sedimentabile.

Le deposizioni rilevate a Canaletto della campagna **P14 17/2** confermano le alte deposizioni in area portuale già riscontrate negli anni precedenti. Anche a San Cipriano, postazione posizionata in area urbana, nei pressi dell'omologo varco portuale, si sono avute deposizioni elevate di polveri, superiori a quelle di Saint Bon. Un massimo relativo di deposizioni è costantemente riscontrabile appunto nella postazione urbana di Saint Bon, anch'essa influenzata dal traffico automobilistico e turistico per la vicinanza della stazione ferroviaria.
A Melara, dove il modello diffusionale prevede la massima ricaduta delle emissioni della Centrale, le deposizioni sono risultate quantitativamente confrontabili con quelle delle postazioni extraurbane ovvero con le aree meno soggette a pressione antropica e

inferiori a quelle di Maggiolina, postazione urbana ubicata in un parco e considerabile poco soggetta a ricadute della Centrale.

Nelle postazioni extraurbane (Bolano, Follo, Arcola, Le Grazie) si sono rilevati ratei inferiori rispetto a quelli del tessuto urbano, con entità in ciascuna campagna abbastanza confrontabili tra loro, senza anomalie dovute a eventi estemporanei locali.

I ratei di deposizione delle polveri della campagna primaverile **P14 17/2** a Centrale ferma e quelli della campagna estiva **P14 17/3** in cui la Centrale ha funzionato per un terzo del periodo di monitoraggio sono lievemente maggiori di quelli della campagna autunnale **P14 17/4** durante la quale la Centrale è rimasta sempre in funzione.

5.1.1 Valutazione della entità della polverosità depositata nel 2017

I valori della entità delle deposizioni di polveri riscontrati nell'area in esame nelle quattro campagne del 2017 non sono molto differenti da quelle delle campagne precedenti, a parità di condizioni climatiche del periodo di monitoraggio, e sono rimasti compresi complessivamente tra 9 e 137 mg/m^2/d. Più in dettaglio:

- campagna **P14 17/1** (invernale): deposizioni comprese tra 11 e 132 mg/m^2/d;
- campagna **P14 17/2** (primaverile): deposizioni comprese tra 29 e 119 mg/m^2/d;
- campagna **P14 17/3** (estiva): deposizioni comprese tra 14 e 137 mg/m^2/d;
- campagna **P14 17/4** (autunnale): deposizioni comprese tra 9 e 96 mg/m^2/d .

Questi valori si complessivamente collocano, compresa Fossamastra, ben al di sotto dei valori di riferimento adottati da alcune nazione europee, che sono riportati di seguito:

Stato	Rateo deposizione [mg/m^2/d]	Riferimento
Germania (media annua)	350	TA Luft, 2002
Austria (media annua)	210	Gesamte Rechtsvorschrift für Immissionsschutzgesetz-Luft, Fassung vom, 2013
Svizzera (media annua)	200	Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAt 1986), media aritmetica annuale
Slovenia (media annua)	200	Decree on limit values, alert thresholds and critical imission values for substances into the atmosphere). (Ur. L. RS št.73/1994)
Norvegia	167	Espresso come 5 g/m^2/30 giorni. Norway, 2004. Forskrift om begrensning av forurensning, FOR 2004-06-01 nr 931. (Regu-lation on limitation of pollution).
Belgio-Fiandre (media mensile)	350	VLAREM II order of the Flemish Government of 1 June 1995 concerning General and Sectoral provisions relating to Environmental Safety. Appendix 2.5.2. Environmental quality standards for particulate fallout
Regno Unito e Scozia (media mensile)	200	Environment Agency, 2013
Irlanda	< 30 in aree rurali, 80-130 aree urbane e industriali	Irish Institute for Industrial Research and Standards, 1981

Tabella 24 - Valori di riferimento europei per la deposizione di polveri [10].

Se si assume un rateo medio complessivo pari a 39 mg/m^2/d, a seconda del valore di riferimento europeo usato per il confronto (200 o 350 mg/m^2/d), si può affermare che

[10] Si veda anche G. Settimo "Evoluzione storica e normativa delle deposizioni atmosferiche e stato dell'arte nazionale", Seminario Deposizioni atmosferiche, Brescia, 2014. Consultabile al sito: http://ita.arpalombardia.it/ITA/area_download/index

nell'area della Spezia le polveri sedimentabili sono da 5 a 9 volte inferiori rispetto ai valori guida europei.

In Italia non sono stati adottati valori normativi o di riferimento per le deposizioni di polveri. Per una valutazione dei valori di deposizione misurati alla Spezia, si può fare riferimento al rapporto finale del gruppo di lavoro della Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico del Ministero dell'Ambiente che riporta la seguente classificazione dell'indice di polverosità basata sul rateo di deposizione gravimetrico:

Classe di polverosità	Polvere totale sedimentabile ($mg/m^2/d$)	Indice di polverosità
I	<100	praticamente assente
II	100 - 250	bassa
III	251 - 500	media
IV	501 - 600	medio-alta
V	>600	elevata

Tabella 25 - Classi di Polverosità in funzione del rateo di deposizione [10].

I ratei medi misurati alla Spezia nelle quattro campagne del 2017, sebbene limitati a pochi mesi, sono indicativi di una polverosità "praticamente assente" secondo i criteri nazionali in tutte le postazioni a meno di quella di Fossamastra. In quest'ultima l'indice di polverosità si colloca in un intervallo indicativo di bassa polverosità.

I valori più elevati di deposizioni di polveri si sono sempre riscontrati nella postazione di Fossamastra con deposizioni dell'ordine di un centinaio di $mg/m^2/d$ mentre nelle altre postazioni raramente si sono ecceduti i 50 $mg/m^2/d$ e sempre nelle postazioni urbane fortemente influenzate dal traffico. Come già riscontrato nelle precedenti campagne, la deposizione di polveri è stata maggiore nell'area urbana rispetto alle zone esterne meno antropizzate e a quella di fondo urbano. Infatti i ratei medi di deposizione di poveri nelle postazioni poco antropizzate sono rimasti compresi tra 12 e 33 $mg/m^2/d$ nelle quattro campagne a fronte di circa il doppio rilevato nelle zone fortemente antropizzate. Considerando invece tutti i valori dei ratei di deposizione delle polveri, l'intervallo dei valori medi di deposizione di ciascuna campagna è rimasto compreso tra 29 e 52 $mg/m^2/d$ che descrive una situazione di bassa polverosità, decisamente lontana dai valori di riferimento adottati da alcune nazione europee.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

5.2 Metalli nelle deposizioni di polveri

5.2.1 Ratei di deposizione dei metalli

Nella tabella seguente sono riassunti i ratei di deposizione dei metalli determinati in accordo con quanto previsto dalla prescrizione 14. I ratei di deposizione sono espressi tutti in µg/m^2/d:

Postazione	Campagna	As	Cd	Hg	Tl	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
Bolano	17/1	0,04	<0,009	0,009	<0,01	1,78	1,52	2,15	1,62	11,04	1,25
Bolano	17/2	0,12	0,016	<0,005	<0,01	3,45	0,79	1,80	2,88	16,32	1,79
Bolano	17/3	0,12	0,012	<0,004	<0,01	2,87	<0,03	1,41	2,74	29,63	2,09
Bolano	17/4	0,11	<0,010	<0,005	<0,01	2,67	0,36	1,25	3,24	11,40	1,43
Follo	17/1	0,02	<0,009	<0,009	<0,01	3,27	1,60	1,77	1,29	7,11	1,41
Follo	17/2	0,19	0,025	<0,010	<0,01	3,22	1,11	2,67	3,30	18,58	2,18
Follo	17/3	0,16	0,012	<0,004	<0,01	3,45	1,11	1,23	3,54	23,65	2,28
Follo	17/4	0,07	<0,010	<0,005	<0,01	1,73	0,33	0,76	1,94	8,86	1,09
Arcola	17/1	0,05	<0,009	0,009	<0,01	2,66	1,61	11,20	4,19	5,89	1,25
Arcola	17/2	0,10	<0,010	<0,005	<0,01	1,82	0,49	5,01	2,97	10,88	1,64
Arcola	17/3	0,11	0,009	<0,004	<0,01	3,20	1,68	1,70	4,41	13,98	1,52
Arcola	17/4	0,09	<0,010	<0,005	<0,01	1,65	<0,03	7,25	4,15	5,25	0,82
Le Grazie	17/1	0,02	<0,009	<0,009	<0,01	1,41	0,95	1,80	1,62	3,02	0,82
Le Grazie	17/2	0,18	0,016	<0,005	<0,01	2,03	0,27	2,23	3,15	13,81	2,10
Le Grazie	17/3	0,16	0,009	<0,004	<0,01	1,73	<0,03	1,90	2,81	14,76	1,50
Le Grazie	17/4	0,14	0,014	<0,005	<0,01	1,99	0,35	2,45	5,84	10,16	1,30
Chiappa	17/1	0,03	0,016	0,015	<0,01	1,86	1,65	4,23	2,62	4,46	1,56
Chiappa	17/2	0,16	0,024	<0,010	<0,01	1,39	1,36	2,59	4,63	10,78	1,71
Chiappa	17/3	0,06	<0,008	<0,004	<0,01	0,79	<0,03	1,61	1,70	9,74	0,83
Chiappa	17/4	0,27	0,015	<0,005	<0,01	3,09	4,08	4,31	8,14	25,37	2,84
Maggiolina	17/1	0,06	<0,009	<0,009	<0,01	5,70	2,21	3,95	3,98	12,91	2,67
Maggiolina	17/2	0,17	0,023	<0,005	<0,01	3,22	0,28	1,84	4,36	14,91	2,45
Maggiolina	17/3	0,22	0,016	<0,004	<0,01	4,63	1,48	2,53	7,10	30,48	3,14
Maggiolina	17/4	0,17	0,010	<0,005	<0,01	4,48	0,87	2,11	8,12	16,97	2,22
Saint Bon	17/1	0,11	0,014	<0,009	<0,01	9,37	4,44	10,98	15,14	22,84	3,33
Saint Bon	17/2	0,24	0,154	<0,010	<0,01	8,40	3,43	5,47	17,13	35,82	3,34
Saint Bon	17/3	0,25	0,021	<0,004	0,01	9,01	2,53	6,28	23,68	31,60	2,70
Saint Bon	17/4	0,19	0,020	<0,005	<0,01	8,75	2,22	4,41	25,16	32,64	2,27
Melara	17/1	0,14	<0,009	<0,009	<0,01	4,34	1,42	3,22	5,29	7,46	2,03
Melara	17/2	0,23	0,019	<0,010	0,01	4,79	2,11	7,32	10,42	20,57	2,76
Melara	17/3	0,25	0,012	<0,004	<0,01	4,03	0,64	2,37	7,72	16,81	1,98
Melara	17/4	0,16	<0,010	<0,005	<0,01	3,10	0,23	4,76	9,80	9,58	1,27
Fossamastra	17/1	0,54	0,066	0,009	<0,01	28,06	15,57	12,23	41,00	109,21	10,68
Fossamastra	17/2	0,57	0,055	0,012	0,02	13,78	8,49	8,65	48,20	81,65	7,11
Fossamastra	17/3	0,80	0,051	<0,004	0,02	18,83	11,40	8,31	51,41	105,78	7,17
Fossamastra	17/4	0,53	0,041	<0,005	<0,01	18,95	9,22	8,68	50,44	86,02	5,87
Canaletto	17/2	0,61	0,071	<0,010	0,02	18,00	8,22	8,14	30,16	67,21	7,03
San Cipriano	17/3	0,32	0,029	<0,004	<0,01	15,95	4,23	2,81	24,79	40,93	4,92

Tabella 26 - Ratei di deposizione in µg/m^2/d di metalli nelle campagne di monitoraggio 2017.

La tabella precedente evidenzia quanto segue:

- le deposizioni dei metalli sono risultate simili a quelle degli anni precedenti;
- le maggiori deposizioni di metalli si sono avute nelle postazioni urbane (Fossamastra, Saint Bon, Melara, Maggiolina) specie per i metalli di prevalente origine antropica (Pb, Cr, Cu, Ni, V). E' possibile che le deposizioni di Mn in ambiente urbano siano dovute non solo a contributi terrigeni, data la maggiore polverosità, ma anche a contributi da attività industriali. Parallelamente all'entità delle polveri depositate, a Fossamastra sono state riscontrate anche le più alte deposizioni dei metalli;

- nella postazione di Arcola, si conferma, anche se in entità minore, il ripetersi dei picchi di deposizione di Pb, da attribuire presumibilmente a una sorgente locale non identificata (vedi anche Allegato 2 "Approfondimenti relativi alla particolarità rilevata presso il sito di Baccano di Arcola" del Rapporto P14 anno 2016[11]);
- A Saint Bon vi è stata una deposizione elevata e del tutto anomala di Cd durante la campagna **P14 17/2** che si ritiene una contaminazione estemporanea da escludere dalle elaborazione (outlier);
- per la campagna **P14 17/2,** campagna effettuata a centrale non operativa, non si rilevano significative differenze delle deposizioni di metalli rispetto alle altre campagne in cui la centrale è stata operativa.

Come si vedrà nei paragrafi seguenti, a fronte della elevata variabilità delle deposizioni di metalli in termini quantitativi si riscontra invece una buona regolarità in termini qualitativi, poiché al variare delle polveri depositate varia in misura minore la concentrazione dei metalli.

[11] Rapporto ARPAL Prot. nr. 2778 del 26/01/2018.

5.2.1.1 Correlazione tra ratei di deposizioni di polveri e di metalli

Per alcuni metalli è emersa una significativa correlazione tra il rateo delle deposizioni di polveri sedimentabili nelle postazioni e quello di alcuni metalli: As, Pb (escluso Arcola), Cu, Mn, Ni, V. Le figure che seguono illustrano tali correlazioni, evidenziando con quadrati in rosso i campionamenti non correlati con gli altri:

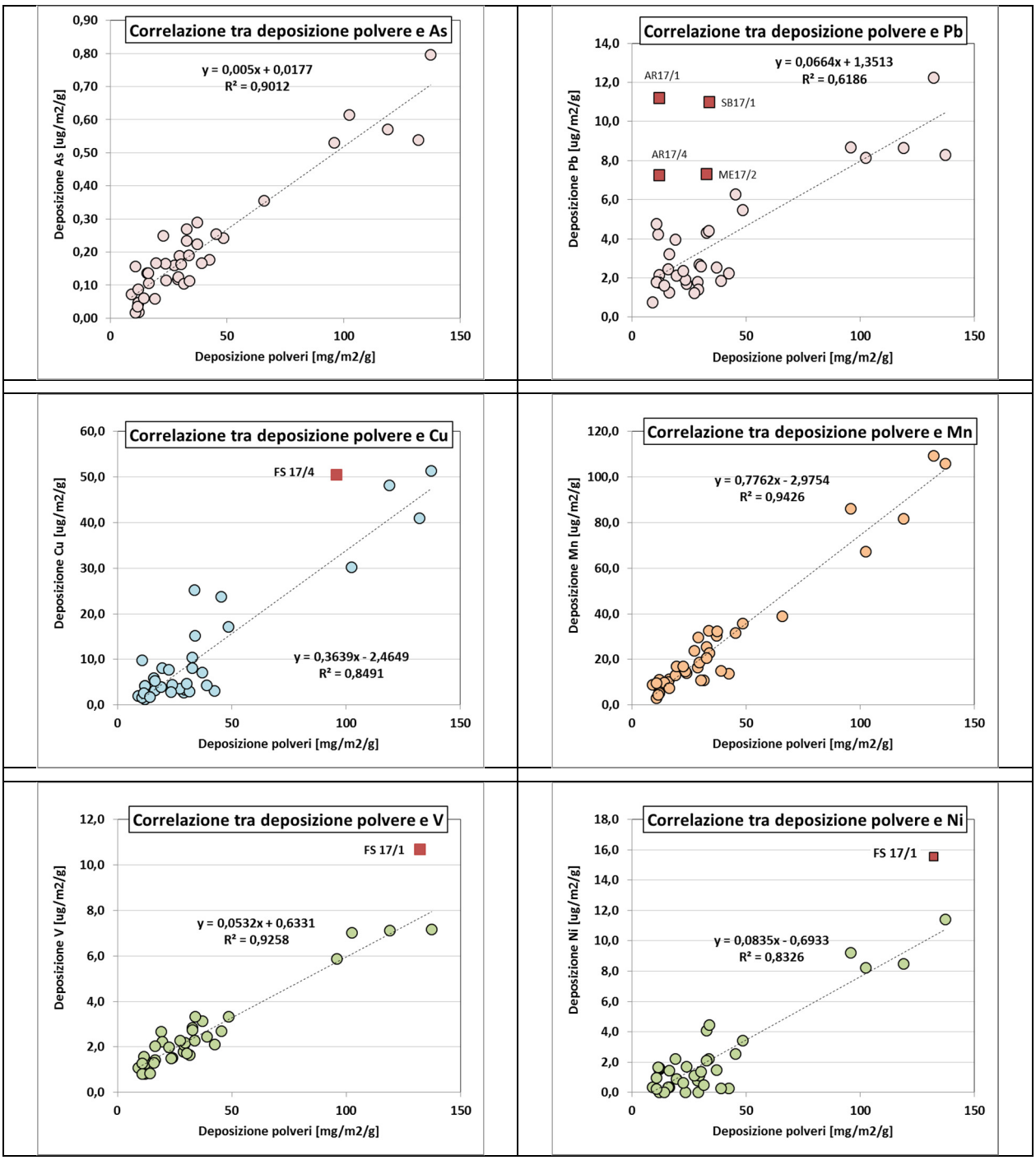


Figura 41 – Correlazioni tra deposizioni di polveri e alcuni metalli.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

La buona correlazione tra alcuni metalli (As, Cu, Mn, Ni e V) e le polveri depositate implica una composizione caratteristica di queste ultime, poco variabile nel corso delle campagne e quindi riferibile ad una omogeneità di sorgenti, tra cui potrebbe essere significativa quella di tipo crostale.
La correlazione tra polveri depositate e Pb non appare molto buona. In particolare, ad Arcola la deposizione di Pb in quasi tutte le campagne non è correlata con quella delle polveri, a significare un apporto antropico locale che non sembra essere presente nella campagna estiva **P14 17/3**, analogamente a quella estiva del 2016. Maggiori dettagli sulle deposizioni di Arcola sono riportati nel documento Prot. ARPAL nr. 37531 del 20/12/2018.
Per il Cr, come per il 2016, non sono state individuate correlazioni significative con le polveri.

5.2.1.2 Confronto delle deposizioni di metalli del 2017 con valori di riferimento

Premesso che, in linea generale, le deposizioni di metalli sono state relativamente modeste, le deposizioni di As, Cd, e Ni alla Spezia si possono confrontare con gli intervalli riscontrabili in differenti aree (rurali, urbane e industriali) di nazioni europee, riportati nella tabella che segue, tratta dal documento "*European Commission, 2001, Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds, Position paper*":

Metallo	Aree rurali	Aree urbane	Aree industriali
As [µg/m^2/d]	0.082 – 0.43	0.22 – 3.4	2 – 4.3
Cd [µg/m^2/d]	0.011 – 0.14	0.16 – 0.90	0.12 – 4.6
Ni [µg/m^2/d]	0.03 – 4.3	5 - 11	2.3 – 22

Tabella 27 - Ratei di deposizioni di As, Cd e Ni in aree europee omogenee per tipologia.

Per questo scopo, le figure seguenti riportano i ratei di deposizione di As, Cd, e Ni rilevati nelle quattro campagne[12]. Nelle figure, la banda in verde chiaro indica l'intervallo di deposizione delle aree rurali mentre quella in azzurro chiaro, l'intervallo di deposizione per le aree urbane:

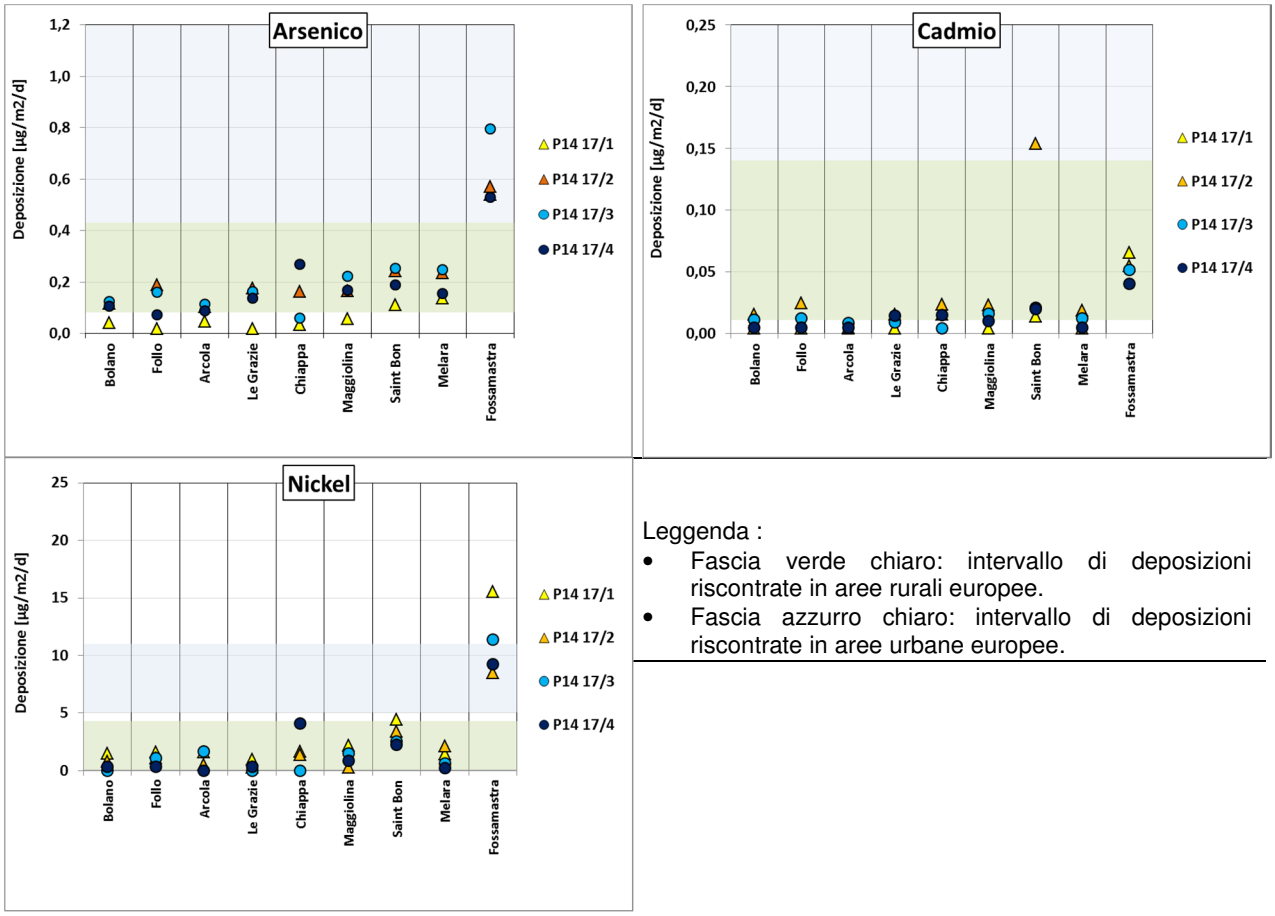


Figura 42 – Ratei di deposizione di As, Cd e Ni alla Spezia, confrontati con gli intervalli riscontrabili in aree rurali ed urbane europee.

I ratei di deposizione riscontrati alla Spezia nella maggior parte dei casi sono inferiori o ricadono entro l'intervallo riscontrabile in aree rurali e, in pochi casi, in quello in aree urbane, di poco inferiore al limite superiore dell'intervallo che si riferisce alle aree urbane (vedi Tabella 27).
Solo la deposizione di Ni a Fossamastra eccede a volte i valori tipici di aree urbane e ricade in quello delle aree industriali e spicca l'anomalia della elevata deposizione di Cd a Saint Bon durante la campagna **P14 17/2** che, come sopra introdotto, costituisce un outlier.

[12] Come sopra riportato, i valori di deposizioni inferiori al limite di rilevabilità (LdR) sono stati sostituiti da metà del LdR

5.2.2 Concentrazioni di metalli nelle polveri depositate

Nella tabella seguente sono riassunte le **concentrazioni** dei metalli espressi in **µg/g** nelle polveri depositate; i valori analitici inferiori al limite di rilevabilità strumentale, sono stati sostituiti con metà del limite del rivelabilità. I valori di concentrazioni nelle polveri sono stati ottenuti dividendo la quantità totale di ciascun metallo per il peso delle polveri depositate. I valori seguiti da un asterisco indicano le concentrazioni calcolate a partire da ratei dei metalli inferiori al limite di quantificazione.

Postazione	Campagna	As	Cd	Hg	Tl	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
Bolano	17/1	3,56	0,36*	0,76	0,36*	149	127	179	135	921	104
Bolano	17/2	4,05	0,55	0,09*	0,18*	119	27	62	100	564	62
Bolano	17/3	4,24	0,40	0,07*	0,15*	98	0,44*	48	94	1016	72
Bolano	17/4	6,42	0,29*	0,15*	0,29*	162	22	76	197	692	87
Follo	17/1	1,42	0,35*	0,35*	0,35*	270	132	146	107	586	116
Follo	17/2	6,36	0,83	0,17*	0,17*	108	38	90	111	626	73
Follo	17/3	5,82	0,45	0,08*	0,15*	126	40	45	129	864	83
Follo	17/4	7,92	0,53*	0,27*	0,53*	191	37	84	215	980	121
Arcola	17/1	3,85	0,36*	0,73	0,36*	222	134	933	349	490	104
Arcola	17/2	3,28	0,16*	0,08*	0,16*	58	16	158	94	345	52
Arcola	17/3	4,76	0,37	0,09*	0,18*	133	70	71	184	583	64
Arcola	17/4	7,32	0,40*	0,20*	0,40*	138	1,21*	605	347	438	68
Le Grazie	17/1	1,59	0,40*	0,40*	0,40*	130	87	166	149	279	76
Le Grazie	17/2	4,14	0,36	0,06*	0,12*	48	6	52	74	324	49
Le Grazie	17/3	6,97	0,40	0,09*	0,18*	74	0,54*	81	120	627	64
Le Grazie	17/4	8,58	0,91	0,15*	0,30*	126	22	155	368	641	82
Chiappa	17/1	2,93	1,36	1,28	0,37*	160	142	364	225	384	134
Chiappa	17/2	5,37	0,79	0,17*	0,17*	46	45	86	153	356	57
Chiappa	17/3	4,16	0,30*	0,15*	0,30*	55	0,89*	113	119	683	58
Chiappa	17/4	8,24	0,46	0,07*	0,15*	94	125	132	249	775	87
Maggiolina	17/1	3,06	0,23*	0,23*	0,23*	300	116	208	210	679	140
Maggiolina	17/2	4,26	0,59	0,07*	0,13*	82	7	47	112	382	63
Maggiolina	17/3	6,01	0,44	0,06*	0,11*	125	40	68	191	820	84
Maggiolina	17/4	8,56	0,53	0,12*	0,25*	230	45	108	416	870	114
Saint Bon	17/1	3,31	0,42	0,13*	0,13*	276	131	324	447	674	98
Saint Bon	17/2	4,99	3,16	0,11*	0,11*	173	71	113	353	738	69
Saint Bon	17/3	5,60	0,46	0,05*	0,22	199	56	139	523	698	60
Saint Bon	17/4	5,62	0,59	0,07*	0,14*	259	66	131	746	967	67
Fossamastra	17/1	4,08	0,50	0,07	0,03*	212	118	93	310	827	81
Fossamastra	17/2	4,79	0,46	0,10	0,17	116	71	73	405	687	60
Fossamastra	17/3	5,79	0,37	0,02*	0,15	137	83	61	375	771	52
Fossamastra	17/4	5,53	0,42	0,03*	0,05*	198	96	91	526	897	61
Melara	17/1	8,35	0,27*	0,27*	0,27*	266	87	198	324	458	125
Melara	17/2	7,16	0,58	0,16*	0,35	146	64	223	318	628	84
Melara	17/3	10,97	0,54	0,09*	0,19*	178	28	105	341	743	88
Melara	17/4	14,34	0,44*	0,22*	0,44*	286	21	439	903	883	117
Canaletto	17/2	5,99	0,69	0,05*	0,16	176	80	79	294	656	69
San Cipriano	17/3	5,37	0,47	0,04*	0,07*	265	70	47	412	680	82

Tabella 28 - Concentrazioni di metalli nelle polveri depositate nelle campagne del 2017. Valori in µg/g.

Le concentrazioni di metalli nelle polveri sono in linea con quelle degli anni precedenti, salvo la concentrazione anomala di Cd a Saint Bon nella campagna **P14 17/2**, da considerare outlier, e alcuni valori di concentrazione della campagna **P14 17/1** soprattutto per Hg, Ni e Pb a Bolano, Follo, Le Grazie e Saint Bon. Da segnalare anche una maggiore concentrazione di As e Pb nelle polveri depositate a Melara in tutte le campagne che la differenziano dalle altre postazioni urbane. Una discussione più

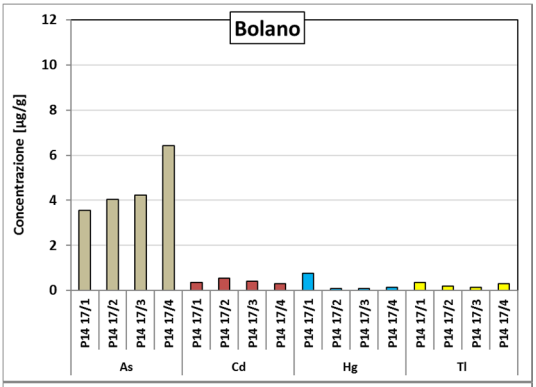
Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

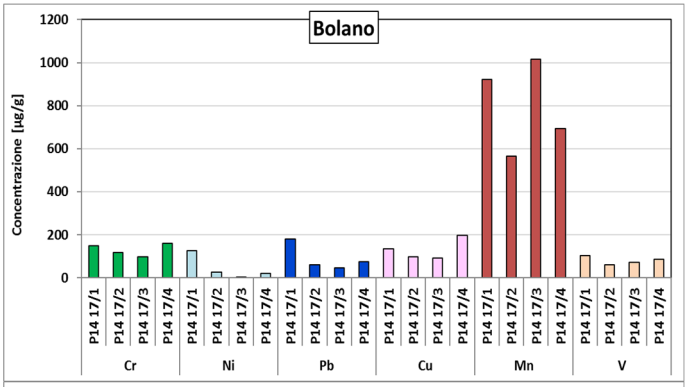
RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

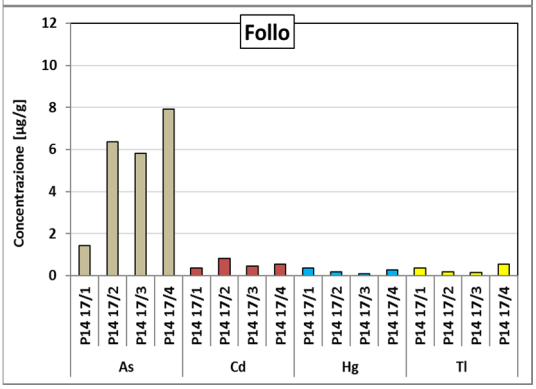
estesa dei risultati di Melara è riportata al par. 5.5, dove sono inclusi i dati delle campagne aggiuntive.

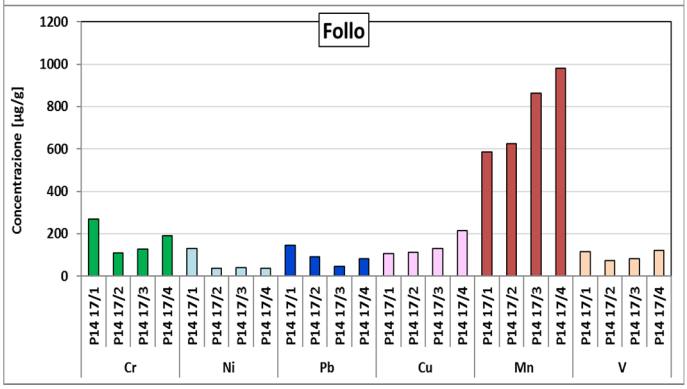
Sebbene i ratei di deposizione di tali metalli appaiono abbastanza in linea con quelli consueti, durante la campagna **P14 17/1** si sono avute precipitazioni molto elevate (v. Tabella 23) che hanno costretto al cambio dei deposimetri. Inoltre, i ratei di deposizione delle polveri di tale campagna appaiono particolarmente bassi, rispetto a quelli normalmente riscontrabili, a Bolano, Follo, Le Grazie e inferiori al consueto a Saint Bon (v. Tabella 23) e ciò va ad influire sul calcolo della concentrazioni dei metalli nelle polveri. La campagna **P14 17/1** appare quindi atipica per l'eccezionalità delle precipitazioni, le basse quantità di polveri depositate e l'insolita elevata concentrazione di alcuni metalli in esse.

Le figure che seguono riportano per ciascuna postazione l'andamento delle **concentrazioni** di metalli, in µg/g, nelle polveri depositate separati tra metalli in tracce e maggioritari:



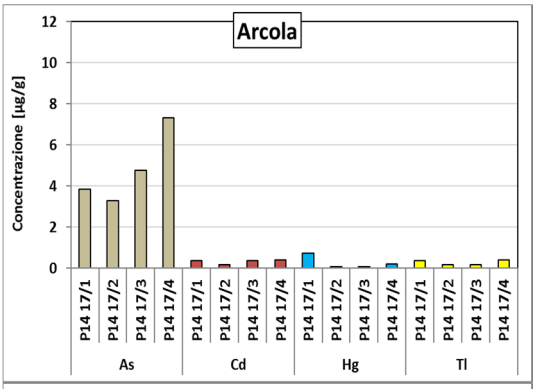


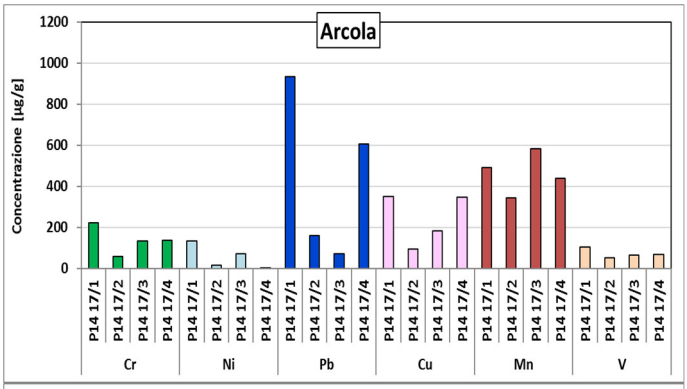


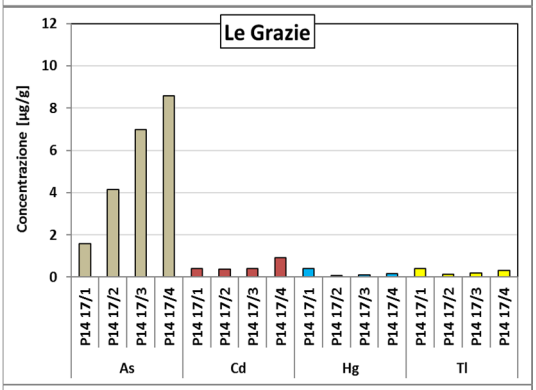


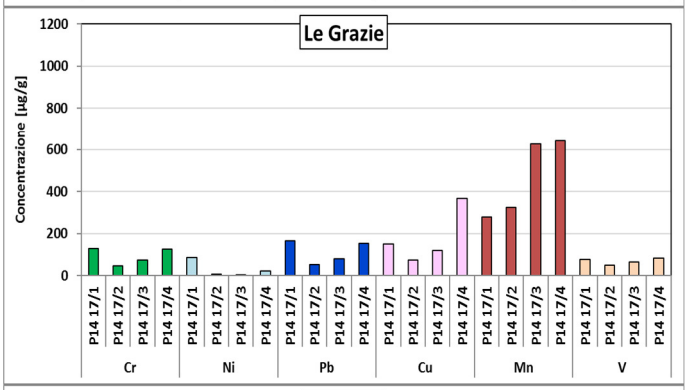
Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

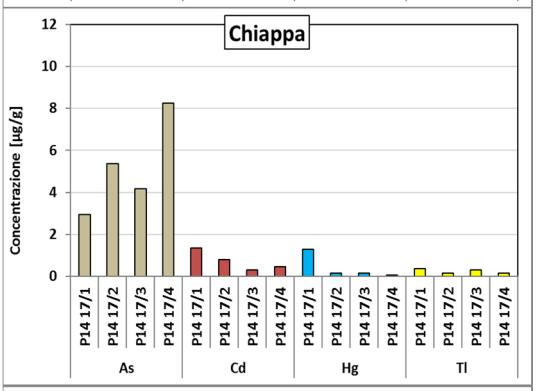
RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

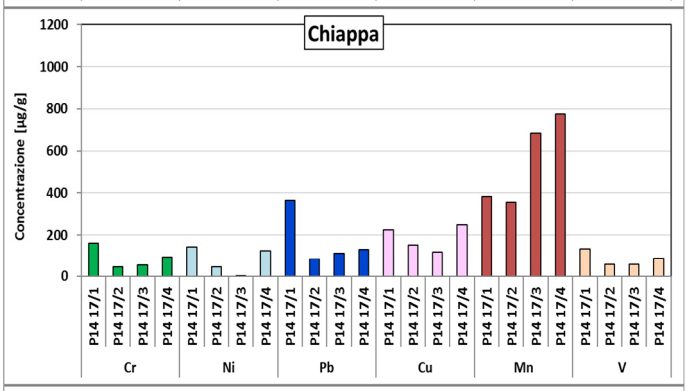


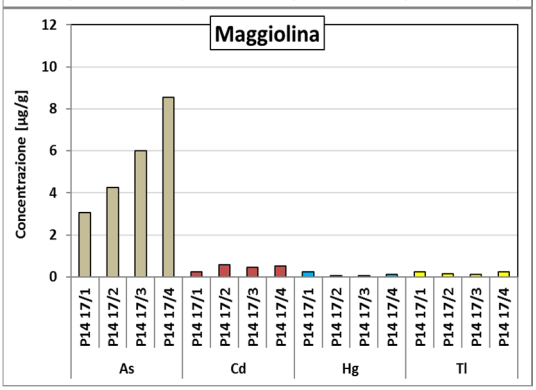


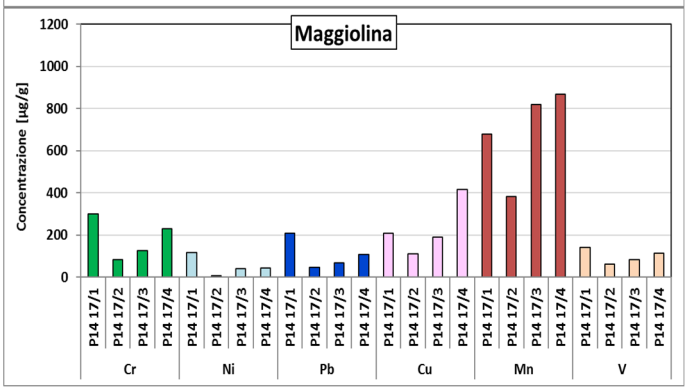












Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

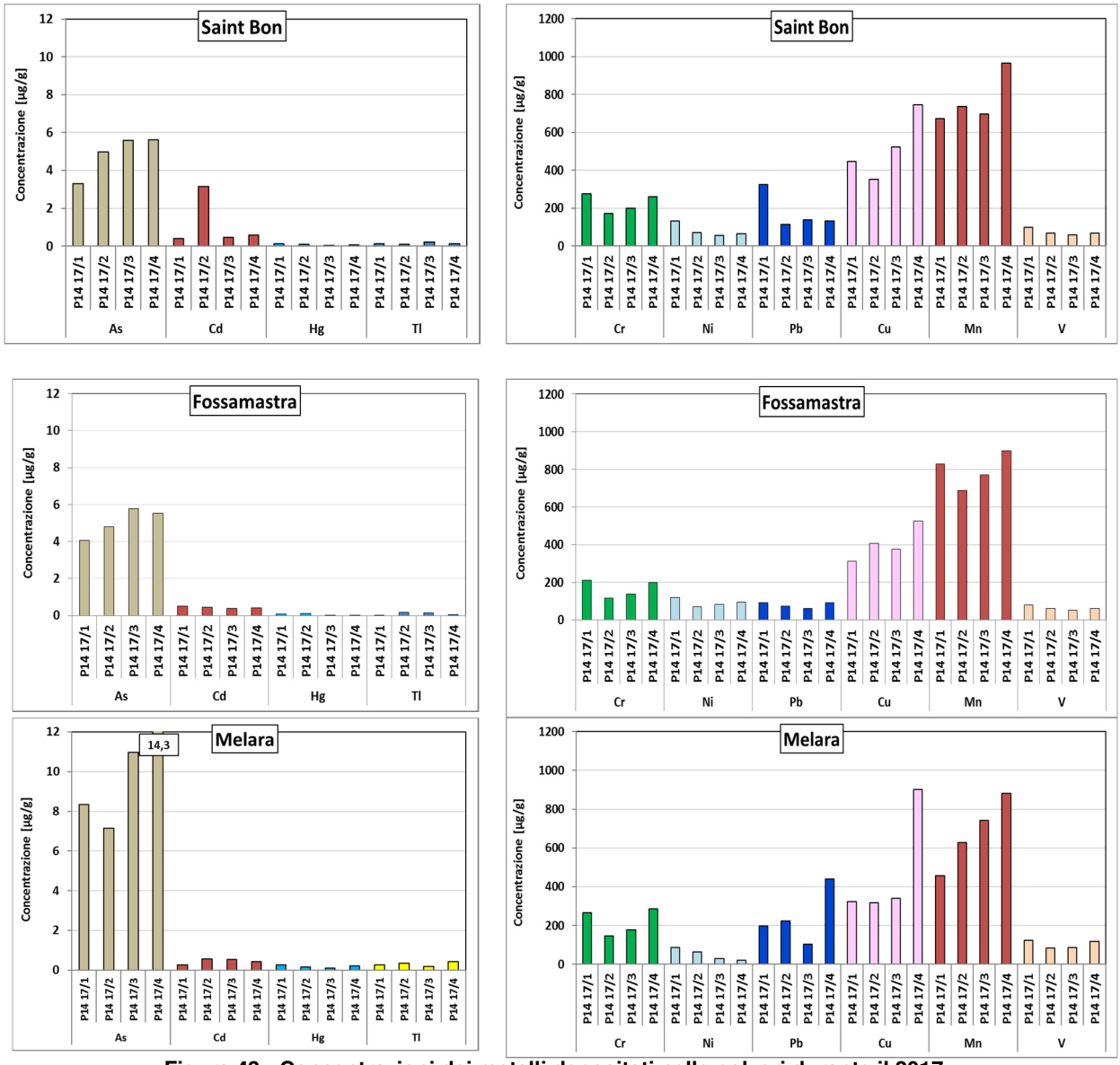


Figura 43 - Concentrazioni dei metalli depositati nelle polveri durante il 2017.

Dai grafici precedenti, si evidenzia che:

- dal punto di vista qualitativo i profili in concentrazione dei metalli sono abbastanza paragonabili tra le varie campagne e per le diverse tipologie di postazioni (urbane, extraurbane). Ciò suggerisce che la variabilità dei ratei di deposizione è dovuta oltre che alla differente massa di polveri depositate nelle singole campagne del 2017 anche ad una influenza del tipo di sorgenti. In ambiente urbano prevalgono infatti nelle polveri i metalli di preminente origine antropica (Pb, Cu, Cr e anche Mn);
- relativamente al Pb ad Arcola si evidenzia ancora un'elevata variabilità sia nelle deposizioni che nelle concentrazioni, corroborando l'ipotesi già formulata per le precedenti campagne di monitoraggio di una sorgente strettamente locale, estremamente variabile (v. documento Prot. ARPAL nr. 37531 del 20/12/2018).

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

5.2.2.1 Valutazione della variabilità della composizione in metalli delle polveri

Per avere un ulteriore elemento di valutazione, sono state esaminate le correlazioni tra le **concentrazioni** dei metalli, **espresse in µg/g**, nelle deposizioni di ogni campagna per ciascuna postazione (ad esclusione di Canaletto, per la quale si hanno i dati della sola campagna **P14 17/2**). Si sono privilegiate le correlazioni di tipo lineare ed un esempio è riportato di seguito, relativo alle correlazioni tra le concentrazioni di metalli nelle polveri depositate a **Saint Bon** nelle campagne **P14 17/2** e **17/3**:

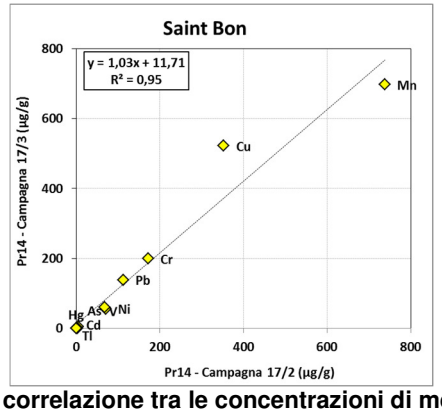


Figura 44 - Esempio di correlazione tra le concentrazioni di metalli in due campagne.

I grafici di correlazione completi sono riportati nella Appendice 3. I risultati delle correlazioni sono, invece, riportati nella tabella che segue ove sono riassunti i valori di R^2, della pendenza della regressione lineare e i metalli che si discostano dalla correlazione lineare:

Postazione	Campagne confrontate	Valore di R^2	Pendenza della regressione lineare	Metalli esclusi
Bolano	17/1 – 17/2	0,98	0,61	
	17/1 – 17/3	0,99	1,11	
	17/1 – 17/4	0,98	0,74	Ni, Pb
	17/2 – 17/3	0,98	1,81	
	17/2 – 17/4	0,99	1,23	
	17/3 – 17/4	0,99	0,67	Cr, Cu
Follo	17/1 – 17/2	0,98	1,06	Cr, Ni
	17/1 – 17/3	0,99	1,47	Cr, Ni, Pb
	17/1 – 17/4	0,99	1,67	Cr, Ni, Pb
	17/2 – 17/3	0,99	1,39	
	17/2 – 17/4	0,99	1,57	
	17/3 – 17/4	0,99	1,13	
Chiappa	17/1 – 17/2	0,93	0,25	Cu, Mn
	17/1 – 17/3	0,95	0,47	Mn, Ni, Pb
	17/1 – 17/4	0,85	1,74	Pb
	17/2 – 17/3	0,93	1,83	
	17/2 – 17/4	0,98	2,11	
	17/3 – 17/4	0,96	1,10	
Le Grazie	17/1 – 17/2	0,89	0,39	Mn, Ni
	17/1 – 17/3	0,90	0,60	Mn, Ni
	17/1 – 17/4	1,00	0,94	Cu, Mn, Ni
	17/2 – 17/3	1,00	1,94	
	17/2 – 17/4	0,99	1,97	Cu
	17/3 – 17/4	0,98	1,01	Cu

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Postazione	Campagne confrontate	Valore di R^2	Pendenza della regressione lineare	Metalli esclusi
Arcola	17/1 – 17/2	0,92	0,17	Mn
	17/1 – 17/3	0,94	1,12	Cu, Pb
	17/1 – 17/4	0,93	0,91	Pb
	17/2 – 17/3	0,99	1,68	Pb
	17/2 – 17/4	0,95	3,76	Mn
	17/3 – 17/4	0,97	0,76	Cu, Pb
Maggiolina	17/1 – 17/2	0,94	0,47	Cr, Mn, Ni
	17/1 – 17/3	0,94	1,18	Cr
	17/1 – 17/4	0,94	1,22	Cu
	17/2 – 17/3	0,99	2,12	
	17/2 – 17/4	0,95	2,30	
	17/3 – 17/4	0,94	1,07	
Saint Bon	17/1 – 17/2	0,89	0,95	
	17/1 – 17/3	0,92	1,02	
	17/1 – 17/4	0,96	1,49	Pb
	17/2 – 17/3	0,95	1,03	
	17/2 – 17/4	0,94	1,44	
	17/3 – 17/4	1,00	1,41	
Melara	17/1 – 17/2	0,89	0,86	Mn
	17/1 – 17/3	0,89	0,86	Mn
	17/1 – 17/4	0,92	1,77	Cu, Pb
	17/2 – 17/3	0,95	1,14	
	17/2 – 17/4	0,85	1,65	Pb
	17/3 – 17/4	0,99	1,20	Cu, Pb
Fossamastra	17/1 – 17/2	0,95	0,87	
	17/1 – 17/3	0,98	0,96	
	17/1 – 17/4	0,95	1,14	
	17/2 – 17/3	0,99	1,08	
	17/2 – 17/4	1,00	1,31	
	17/3 – 17/4	0,99	1,20	

Tabella 29 - Correlazioni tra le concentrazioni di metalli nelle deposizioni delle campagne 2017.

In relazione alla tabella precedente, si può osservare che:

- le correlazioni indicano in generale un ottimo accordo tra le concentrazioni di metalli nelle polveri depositate nelle quattro campagne in ciascuna postazione e in pochissimi casi si ha un valore di R^2<0,95, salvo escludere alcuni metalli discussi in seguito, ad indicare una sostanziale uniformità qualitativa delle polveri relativamente al loro contenuto di metalli;
- a volte, ma ciò non è valido per tutte le postazioni e per tutte le campagne rimangono esclusi dalle correlazioni Cr, Ni, Cu, Mn e Pb. Ciò avviene soprattutto nel caso delle correlazioni tra la campagna **P14 17/1** e le altre campagne. Come già introdotto la campagna **P14 17/1** è stata atipica per le elevate precipitazioni associate a basse quantità di polveri depositate da cui deriva una insolita elevata concentrazione di alcuni metalli in esse;
- relativamente alle correlazioni tra le altre campagne con precipitazioni (**P14 17/2** e **17/4**) e la campagna con quasi assenza di pioggia (**P14 17/3**), le correlazioni sono molto elevate e in limitati casi Cr, Cu e Pb non rientrano nelle correlazioni. Ciò indicherebbe che le precipitazioni moderate influiscono scarsamente sul profilo qualitativo dei metalli nelle polveri depositate;
- come già introdotto in precedenza, le deposizioni di Pb ad Arcola costituiscono un caso a sé in quanto le correlazioni indicano che tale metallo non proviene da una sorgente con emissioni costanti, ma molto variabili e, come approfondito nel documento Prot. ARPAL nr. 37531 del 20/12/2018, estremamente locale.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

5.3 Composti organici nelle deposizioni di polveri

Come introdotto nel cap. 2, le deposizioni dedicate alla determinazione dei composti organici sono state raccolte utilizzando campionatori con le parti interne interamente in vetro. I campioni di deposizione sono stati poi caratterizzati da ARPAL relativamente al loro contenuto di IPA, PCDD/F e PCB (vedi cap. 2 per ulteriori dettagli).
I campionamenti sono stati eseguiti con la stessa cadenza temporale di quelli condotti per i deposimetri dedicati alla determinazione delle deposizioni di metalli (v. Tabella 13 per i periodi di campionamento).
I risultati delle determinazioni analitiche sono riportati nei paragrafi che seguono. Inoltre, per valutare analogie e differenze qualitative tra le deposizioni di IPA nelle differenti postazioni, si è fatto ricorso alla tecnica del *fingerprinting*, confrontando i profili normalizzati di IPA di ciascun campione. Tale tecnica è molto utilizzata per valutare l'origine delle contaminazioni in ambiente di idrocarburi petroliferi (Wang Z.; Scott S., 2010), ma può essere applicata anche ad altre famiglie di composti, tra cui appunto gli IPA e le diossine (Plumb R. H., 2004). I profili normalizzati per la valutazione del *fingerprint* di ciascun campione di deposizione sono stati ottenuti nella seguente maniera:

- i ratei giornalieri di deposizione inferiori al limite di rilevabilità sono stati sostituiti dal loro valore numerico. Per tutte le classi di composti si è scelto la metà del valore del limite di quantificazione (medium-bound);
- per ogni campione si è calcolata la somma dei ratei di deposizione di ciascun composto ("massa del *fingerprint*");
- per ciascun campione, il rateo di ogni composto è stato diviso per la "massa del *fingerprint"*, ottenendo una frazione decimale, variabile tra 0 e 1, che rappresenta l'abbondanza relativa di un composto nel *fingerprint;*
- per ciascun campione, sono stati confrontati graficamente i *fingerprint* normalizzati.

Per quanto riguarda invece PCDD/F e PCB *dl*, il profilo dei ratei di deposizione dei congeneri analizzati è stato confrontato con profili di letteratura.

5.3.1 Ratei di deposizione di Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Tra gli idrocarburi policiclici aromatici sono stati analizzati oltre agli IPA previsti dalla norma UNI EN 15980:2011, anche altri di interesse ambientale.
Nella tabella che segue sono riportati i risultati delle determinazioni di IPA, espressi in ng/m^2/d, i nomi degli IPA sono stati abbreviati in accordo con quanto espresso nel cap. 2. Come precedentemente introdotto, la postazione di Fossamastra è quella relativa al deposimetro presso la sede stradale con imbuto di raccolta a circa 2 m da terra:

Postazione	Camp.	Fen	Ant	Flu	Pir	BaA	Cri	BbF	BjF	BkF	BeP	BaP	IP	DBahAn	BghiP	DBalP	DBaeP	DBaiP	DBahP	Cor
Bolano	17/1	12	<2	36	29	19	67	74	56	33	80	23	53	12	68	<2	<2	<2	<2	20
Bolano	17/2	8	4	9	9	8	14	7	3	3	7	2	5	<2	5	<2	<2	<2	<2	10
Bolano	17/3	10	6	3	4	2	9	<2	<2	<2	<2	<2	2	<2	5	<2	<2	<2	<2	<2
Bolano	17/4	36	7	4	3	<2	5	7	<2	2	6	5	5	<2	5	<2	<2	<2	<2	3
Follo	17/1	5	<2	14	14	<2	10	9	4	2	10	2	11	<2	12	<2	<2	<2	<2	<2
Follo	17/2	13	8	6	6	6	9	6	<2	<2	11	10	5	<2	7	<2	<2	<2	<2	13
Follo	17/3	9	6	4	3	3	2	<2	<2	<2	<2	8	2	<2	2	<2	<2	<2	<2	<2
Follo	17/4	124	<2	5	4	5	14	23	9	10	<2	8	11	<2	12	<2	<2	<2	<2	3
Arcola	17/1	6	<2	14	10	<2	14	8	5	4	10	5	10	<2	16	<2	<2	<2	<2	9
Arcola	17/2	19	8	11	8	5	13	8	3	9	7	7	6	<2	7	<2	<2	<2	<2	<2
Arcola	17/3	13	6	4	6	4	10	<2	<2	<2	<2	15	2	<2	3	<2	<2	<2	<2	<2
Arcola	17/4	129	5	5	<2	<2	4	3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Le Grazie	17/1	26	<2	29	24	3	29	23	19	10	25	12	10	<2	34	<2	<2	<2	<2	<2
Le Grazie	17/2	18	7	9	8	11	15	9	5	8	8	9	4	<2	6	<2	<2	<2	<2	<2
Le Grazie	17/3	10	6	6	6	3	9	<2	<2	<2	11	12	4	<2	5	<2	<2	<2	<2	<2
Le Grazie	17/4	94	<2	16	13	11	25	41	17	16	33	26	20	5	23	<2	<2	<2	<2	5
Chiappa	17/1	13	<2	19	17	6	31	29	25	14	28	7	28	4	38	<2	<2	<2	<2	14
Chiappa	17/2	12	4	7	7	7	14	7	3	<2	13	13	3	<2	6	<2	<2	<2	<2	2
Chiappa	17/3	8	6	2	2	2	5	<2	<2	<2	<2	<2	2	<2	4	<2	<2	<2	<2	<2
Chiappa	17/4	95	<2	12	8	6	18	24	9	11	20	8	12	<2	14	<2	<2	<2	<2	5
Maggiolina	17/1	15	<2	29	33	2	25	9	<2	3	12	<2	9	<2	22	<2	<2	<2	<2	7
Maggiolina	17/2	16	8	12	14	6	12	7	<2	<2	15	15	7	<2	17	<2	<2	<2	<2	40
Maggiolina	17/3	18	7	12	15	6	18	6	<2	<2	5	5	6	<2	21	<2	<2	<2	<2	14
Maggiolina	17/4	119	<2	17	17	3	12	10	4	<2	9	5	6	<2	14	<2	<2	<2	<2	10
Saint Bon	17/1	16	<2	49	59	6	29	24	10	10	27	13	21	<2	42	<2	<2	<2	<2	37
Saint Bon	17/2	24	6	22	23	10	<2	15	7	6	22	15	10	<2	23	<2	<2	<2	<2	12
Saint Bon	17/3	16	7	16	16	7	21	15	6	3	19	12	10	<2	28	<2	<2	<2	<2	11
Saint Bon	17/4	139	<2	32	32	12	29	31	14	12	26	15	18	2	28	<2	<2	<2	<2	12
Fossamastra	17/1	69	9	178	293	14	61	33	13	11	49	21	27	<2	109	<2	<2	<2	<2	69
Fossamastra	17/2	121	29	144	230	52	14	90	38	38	106	54	38	7	153	<2	<2	<2	<2	86
Fossamastra	17/3	76	14	109	167	40	123	54	19	21	72	41	33	4	149	<2	<2	<2	<2	87
Fossamastra	17/4	93	14	75	130	23	59	58	25	27	63	36	28	6	82	<2	<2	<2	<2	47
Canaletto	17/2	75	19	69	119	19	64	31	14	<2	63	34	25	<2	131	5	4	<2	<2	85
Melara	17/1	7	<2	13	29	3	14	10	7	3	5	4	7	<2	13	<2	<2	<2	<2	12
Melara	17/2	18	9	11	14	9	13	8	<2	<2	9	5	7	<2	16	<2	<2	<2	<2	11
Melara	17/3	13	6	13	5	4	<2	5	<2	<2	6	2	4	<2	14	<2	<2	<2	10	8
Melara	17/4	103	4	15	12	<2	6	5	<2	<2	3	<2	3	<2	4	<2	<2	<2	<2	3

Tabella 30 – Rateo di deposizioni di IPA del 2017. Valori in ng/m^2/d.

Dalla tabella precedente emergono alcune considerazioni che sono sintetizzate di seguito:

- si evidenzia per le postazioni extraurbane una dipendenza delle deposizioni di IPA dalla stagionalità delle campagne, con valori dei ratei maggiori nel periodo invernale

e autunnale e minori in primavera ed in estate. Tale differenza nel 2017 è meno accentuata per le postazioni urbane;
- nella postazione di Melara, postazione ritenuta dalla modellazione la più influenzata dalle ricadute della centrale ENEL, i ratei degli IPA sono più simili a quelli delle postazioni extraurbane piuttosto che a quelli rilevati nelle postazioni urbane;
- i maggiori ratei di deposizione degli IPA si sono riscontrati a Fossamastra, come nei precedenti monitoraggi;
- da segnalare la presenza di coronene, un IPA caratteristico delle emissioni del traffico veicolare, nelle deposizioni delle postazioni urbane più caratterizzate da intenso traffico viabilistico.

Per le successive considerazioni, i valori inferiori al limite di quantificazione (LdQ) sono stati sostituiti con metà del valore limite, in accordo con le indicazioni del Rapporto ISTISAN 06/38[13] che rimanda al Rapporto ISTISAN 04/15[14].
La tabella seguente riporta i ratei di deposizione della somma di tutti gli IPA determinati (IPA totali) e di quelli previsti dalla norma UNI EN 15980:2011 (v. cap. 2) nel 2017, entrambi intesi come sommatoria dei valori superiori al LdQ e di metà dello stesso, nel caso di ratei inferiori al LdQ:

	P14 17/1		P14 17/2		P14 17/3		P14 17/4	
	IPA Totali	***IPA norma UNI***	**IPA Totali**	***IPA norma UNI***	**IPA Totali**	***IPA norma UNI***	**IPA Totali**	***IPA norma UNI***
Bolano	586	270	97	28	50	8	94	21
Follo	99	30	103	29	48	17	233	67
Arcola	114	33	114	38	71	24	158	8
Le Grazie	250	79	121	45	78	22	350	135
Chiappa	277	113	100	34	40	8	249	71
Maggiolina	172	25	176	38	139	25	232	30
Saint Bon	346	83	201	64	191	54	404	103
Fossamastra	959	119	1202	316	1013	212	770	204
Canaletto	-	-	760	125	-	-	-	-
Melara	130	35	134	31	95	17	164	12

Tabella 31 – Deposizioni totali di IPA nelle quattro campagne. Valori in ng/m²/d.

La figura seguente confronta l'andamento spaziale delle deposizioni di IPA totali e degli IPA della norma EN 15980:2011 nel 2017 ed evidenzia i maggiori tassi di deposizione registrati nella postazione di Fossamastra ed occasionalmente in altre postazioni (Bolano nella **P14 17/1** e Canaletto nella **P14 17/2**):

[13] Menichini E., et al., 2006.
[14] Menichini E..e Viviano G., 2004

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

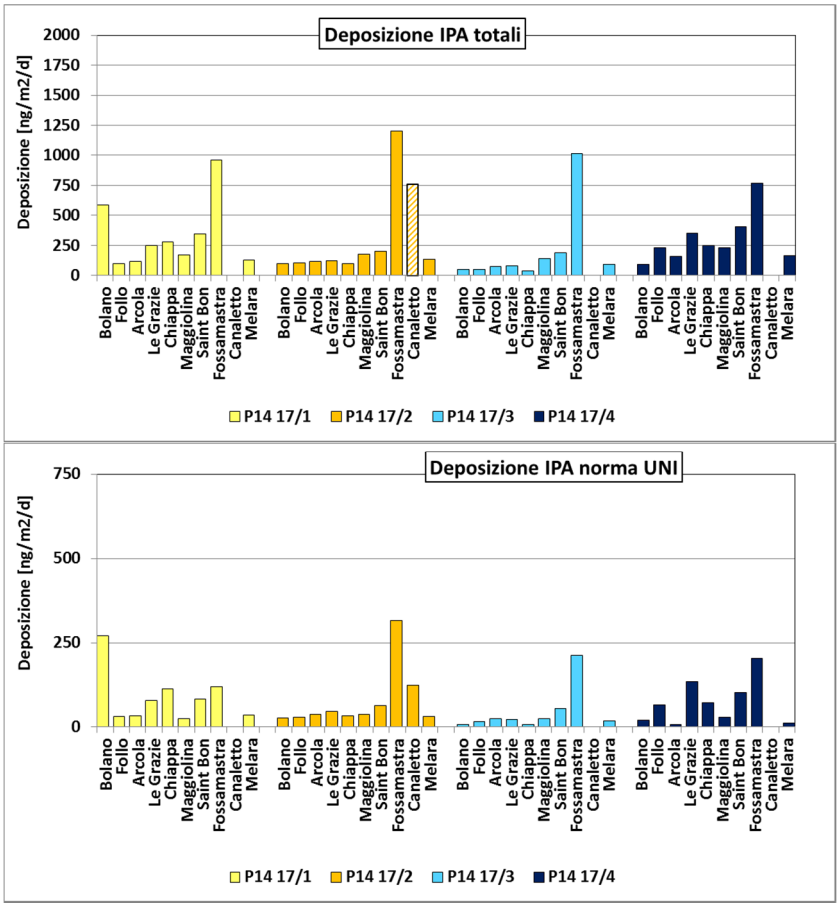


Figura 45 – Deposizioni di IPA totali (sopra) e della norma UNI EN 15980:2011 (sotto) nel 2017.

Gli intervalli di deposizioni degli IPA totali e di quelli previsti dalla norma UNI, nelle postazioni distinte in extraurbane (Bolano, Follo, Arcola e Le Grazie) e urbane (Chiappa, Maggiolina, Saint Bon, Fossamastra, Canaletto, Melara), sono riportati nel prospetto seguente:

Campagna	Postazioni extraurbane		Postazioni urbane	
	IPA Totali [ng/m^2/d]	IPA norma UNI [ng/m^2/d]	IPA Totali [ng/m^2/d]	IPA norma UNI [ng/m^2/d]
P14 17/1 (inverno)	99-586	30-270	130-959	25-119
P14 17/2 (primavera)	97-121	28-45	100-1202	31-316
P14 17/3 (estate)	48-78	8-24	40-1013	8-212
P14 17/4 (autunno)	94-350	8-135	164-770	12-204

Tabella 32– Intervalli di deposizione di IPA nelle campagne. Valori in ng/m^2/d.

Riferendosi alle due tabelle precedenti emergono alcune osservazioni ulteriori, riportate di seguito:

- nelle postazioni extraurbane, le deposizioni maggiori di IPA totali e della norma UNI si sono avute in inverno (**P14 17/1**), per le deposizioni più elevate a Bolano rispetto alle altre postazioni extraurbane, probabilmente da attribuire a influenze da combustione locali occorse nel periodo in cui si sono registrati abbruciamenti

generali a Follo. Nelle stesse postazioni, in primavera ed estate, vi è stata una netta diminuzione delle deposizioni di IPA per poi avere un rialzo in autunno da attribuire alla messa in funzione del riscaldamento domestico, probabilmente in gran parte a biomasse;

- nelle postazioni urbane non si nota nel 2017 una generale e marcata distinzione degli intervalli dei ratei di deposizione stagionali. Si nota una variabilità significativa solo per Chiappa, la postazione di fondo urbano, mentre per le altre postazioni si può apprezzare una diminuzione degli IPA pesanti della norma UNI in estate mentre per gli IPA totali le differenze stagionali sono ridotte.

Da segnalare che anche nel 2017 è rilevabile una correlazione tra deposizioni di IPA e di Pb ad **Arcola**, come visibile dalla figura seguente:

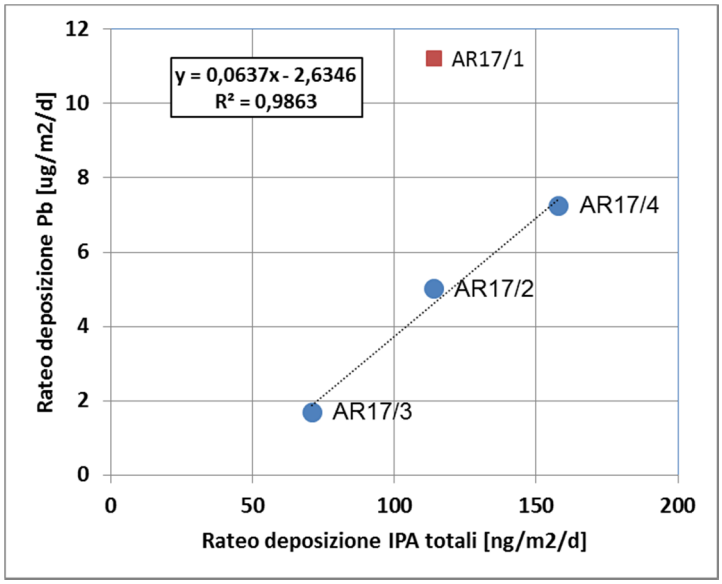


Figura 46 – Correlazione tra deposizioni di IPA totali e Pb ad Arcola

Ad esclusione della campagna P14 17/1, quella con la più elevata piovosità, la correlazione per le altre campagne risulta eccellente.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

5.3.1.1 Ratei di deposizioni di benzo[a]pirene

Non essendoci valori limite per le deposizioni di IPA ed essendo il numero di IPA determinati negli studi in letteratura altamente variabile, si è fatto riferimento ad un solo IPA specifico, il benzo[a]pirene (BaP). I ratei di deposizione del BaP sono riportati nella tabella seguente:

	P14 17/1 inverno	*P14 17/2 primavera*	*P14 17/3 estate*	*P14 17/4 autunno*
Bolano	23	1,9	0,8	4,5
Follo	2,4	9,7	7,9	8,1
Arcola	4,8	6,8	15	0,9
Le Grazie	12	8,7	12	26
Chiappa	7,2	13	0,8	8,1
Maggiolina	0,8	15	4,8	5,4
Saint Bon	13	15	12	15
Fossamastra	21	54	41	36
Canaletto	-	34	-	-
Melara	4,0	4,8	2,4	0,9

Tabella 33 – Ratei di deposizione di benzo(a)pirene nel 2017. Valori in ng/m^2/d.

Nelle campagne del 2017 si sono riscontrati valori dei ratei di deposizione BaP più elevati nella campagna primaverile per le postazioni urbane mentre quelle extraurbane presentano ratei di deposizione inferiori.
Va ricordato, che le ceneri e i prodotti di combustione prodottisi nell'incendio avvenuto durante la campagna **P14 17/1** nei pressi della postazione di Bolano, hanno sicuramente influito in maniera significativa sui ratei rilevati nella campagna.
Una valutazione dell'andamento temporale del BaP durante le campagne del 2014-2017 è riportata nel cap. 7.
La figura seguente riporta il rateo di deposizione di BaP nelle quattro campagne del 2017 e conferma quanto detto sopra ovvero che i maggiori tassi di deposizione si sono rilevati in primavera a Fossamastra, tra le postazioni urbane, e a Bolano in inverno e a Le Grazie in estate, tra le postazioni extra-urbane.

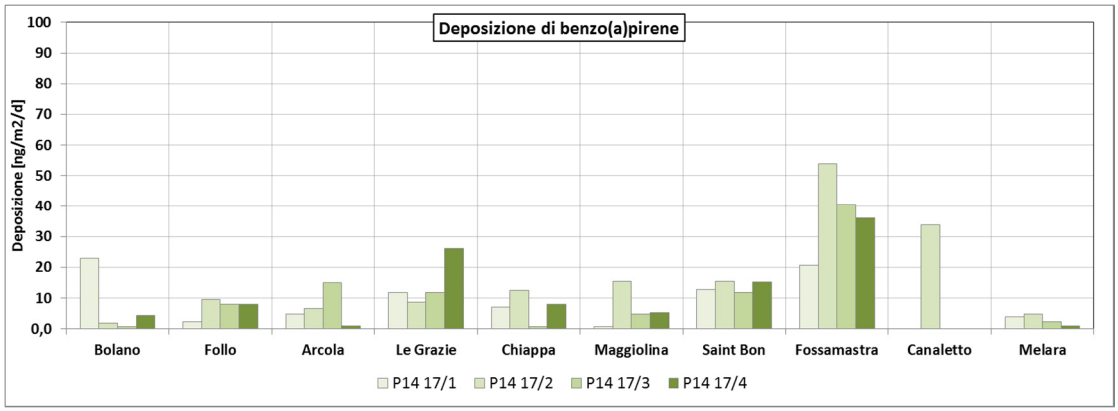


Figura 47 – Deposizioni di benzo(a)pirene nelle campagne di monitoraggio del 2017.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Il rateo di deposizione media del BaP nell'intero comprensorio della Spezia nel periodo di campionamento del 2017, presenta un valore pari a 12,2 ng/m^2/d con il 100% di deviazione standard. Tale valore può essere quindi confrontato con i valori di letteratura riportati in Tabella 34, suddivisi tra deposizioni in aree di fondo e urbane-industriali. I valori sono espressi in ng/m^2/d:

Aree rurali, remote o siti di riferimento			
Italia	Melfi	1,9-6,9 (min-max)	Menichini et al,, 2007
	Laguna di Venezia	6-9 (min-max)	Rossini et al, 2001, Presentazione G, Settimo [15]
	Aosta, sito di riferimento	5	Presentazione G, Settimo [15]
	Cerano (Novara), rurale	3,3 (media anno 2012)	ARPA Piemonte, 2014
	Cerano (Novara), fondo urbano	3,7 (media anno 2012)	ARPA Piemonte, 2014
	San Nicola di Melfi (stagione fredda)	1,9-5,7 (min-max)	Presentazione G, Settimo [15]
Finlandia	Pallas	2-10 (min-max)	EMEP, 2005
Svezia	Rorvik	5-17 (min-max)	EMEP, 2005

Aree urbane e industriali			
Italia	Venezia	30 (media annuale)	Rossini et al,, 2001
	Aosta	28	Arpa Val D'Aosta, 2010
	Taranto 2008-2011	2,0-182	Presentazione G, Settimo [15]
	San Nicola di Melfi (stagione fredda)	3,2-4,1 (area urbana) 4,6-6,9 (area industriale)	Presentazione G, Settimo [15]
	Borgo Valsugana	nd-5 (dry) 1-27 (wet)	Argiriadis, E,, et al, 2014
Francia	Parigi	25 (media annuale)	Ollivon, D et al,, 2003
	Le Havre	270 (mag,-ott, 2001)	Motelay-Massei, A, et al,, 2002
	Rouen	150 (mag,-ott, 2001)	
	Evreux	130 (mag,-ott, 2001)	

Tabella 34 - Valori di deposizione di benzo[a]pirene tratti dalla letteratura, Valori in ng/m^2/d,

Dalla tabella, si evince che la media annuale di deposizioni di BaP alla Spezia risulta confrontabile a quella di altri siti urbani in Europa.

5.3.1.2 Fingerprint IPA nelle deposizioni

Per valutare eventuali differenze qualitative tra le deposizioni avvenute nelle postazioni durante le campagne si è fatto ricorso alla analisi di *fingerprint* dei profili normalizzati degli IPA. La procedura per l'ottenimento dei *fingerprint* è stato descritto nel par. 5.3.
Nelle figure che seguono sono mostrati i profili ottenuti, suddivisi per campagna e raggruppati per postazioni con caratteristiche simili (**extraurbane**: Bolano, Follo, Arcola e Le Grazie; **urbane**: Chiappa, Maggiolina, Saint Bon, Fossamastra e Melara).

[15] Si veda G. Settimo "Evoluzione storica e normativa delle deposizioni atmosferiche e stato dell'arte nazionale" , Seminario Deposizioni atmosferiche, Brescia, 2014. Consultabile al sito: http://ita.arpalombardia.it/ITA/area_download/index

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato

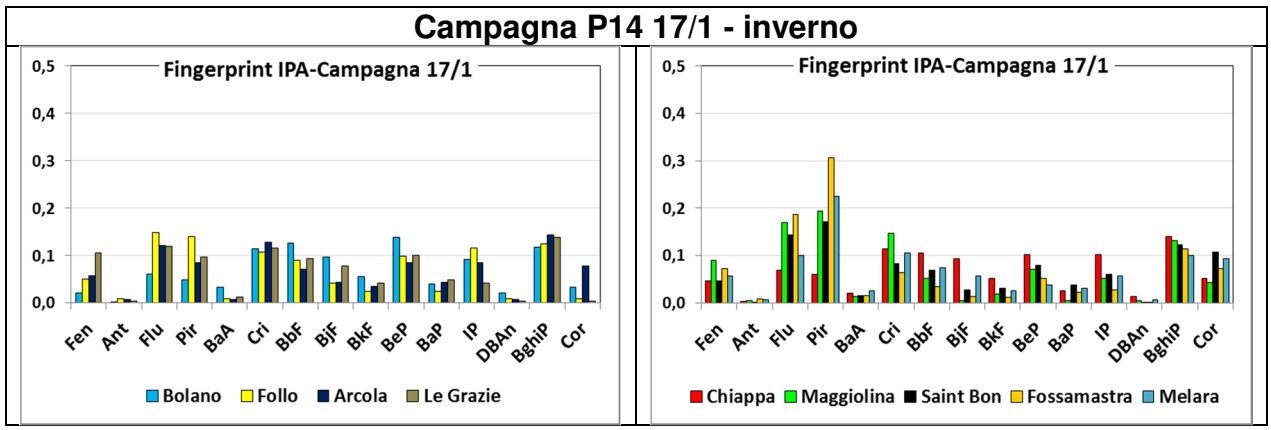


Figura 48 – *Fingerprint* degli IPA totali nella campagna P14 17/1 (invernale) per le postazioni extraurbane (a sin) e urbane (a ds).

Nella campagna **P14 17/1**, propriamente invernale, i *fingerprint* appaiono relativamente simili tra le postazioni con le medesime caratteristiche: nelle postazioni extraurbane prevalgono gli IPA pesanti mentre in quelle urbane prevalgono fluorantene e pirene e spicca la presenza di alcuni IPA pesanti riferibili ad emissioni del traffico veicolare a benzina[16], segnatamente benzo(ghi)perilene e coronene.

I fingerprint della campagna primaverile **P14 17/2** sono riportati di seguito:

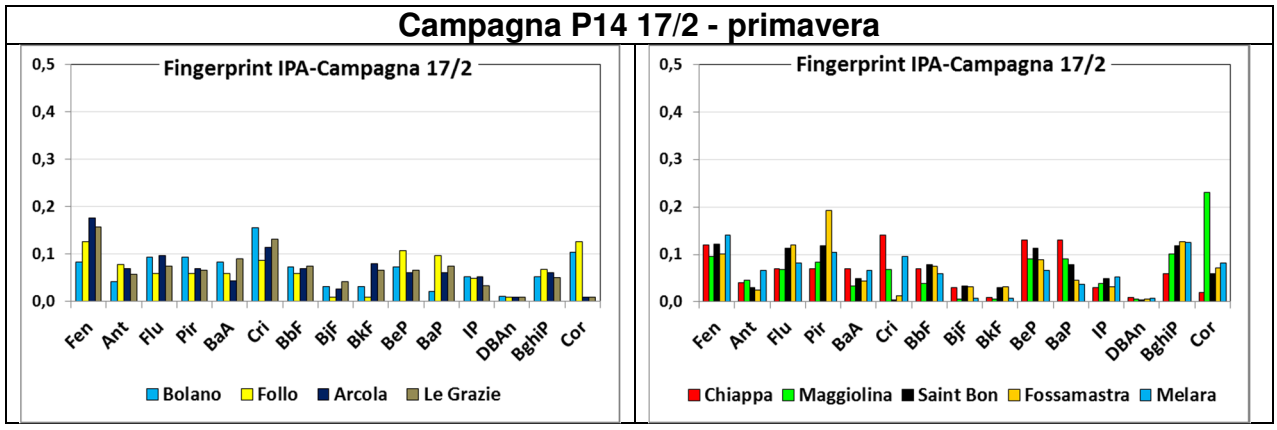


Figura 49 – *Fingerprint* degli IPA totali nella campagna P14 17/2 (primavera) per le postazioni extraurbane (a sinistra) e urbane (a destra).

Per la campagna **P14 17/2**, i fingerprint delle postazioni extraurbane e urbane sono abbastanza simili e si nota solo una lieve preponderanza di fluorantene, pirene e degli IPA più pesanti nelle postazioni urbane.

Di seguito sono riportati i fingerprint degli IPA determinati nella campagna estiva **P14 17/3**:

[16] Gli studi condotti sul particolato raccolto in tunnel trafficati indicano che esso è arricchito in benzo(ghi)perilene e coronene, che sono caratteristici delle emissioni di motori a benzina (Miguel et al., 1998). Masclet et al.,1986 hanno riscontrato invece che le emissioni di motori diesel sono arricchite in fluorantene, pirene e crisene.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

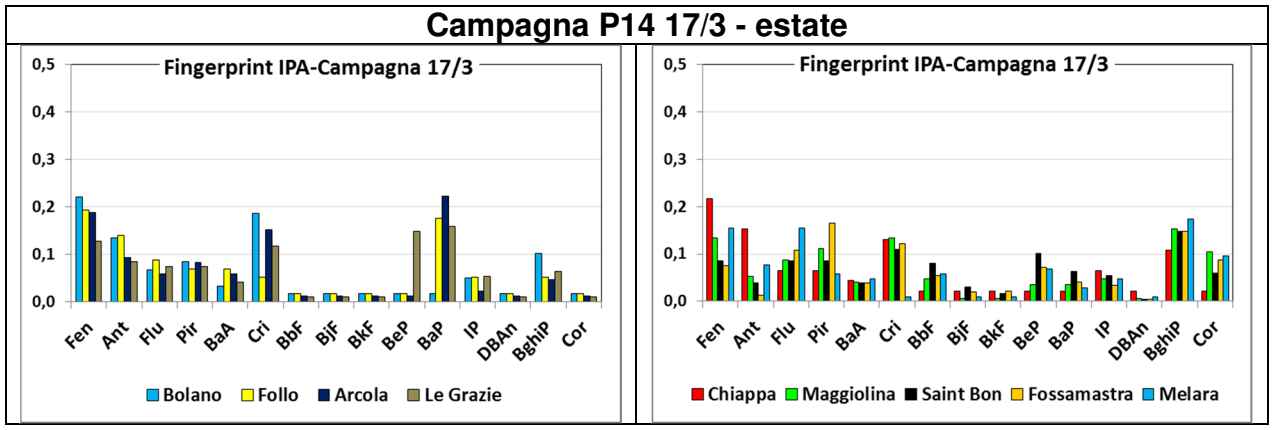


Figura 50 – *Fingerprint* degli IPA totali nella campagna P14 17/3 (estate) per le postazioni extraurbane (a sin) e urbane (a ds).

I *fingerprint* delle postazioni extraurbane sono dominati dalla presenza degli IPA leggeri (fenantrene su tutti), dalla presenza del crisene e da una insolita elevata abbondanza di benzo(a)pirene a Follo, Arcola e Le Grazie in uno scenario di bassa presenza di IPA. Nelle postazioni urbane, gli IPA pesanti sono più abbondanti e spicca la presenza di benzo(ghi)perilene e coronene, marker delle emissioni da traffico[16]. Nelle postazioni urbane, non è trascurabile, comunque, la presenza anche degli IPA leggeri e del crisene.

Infine, nelle figure che seguono sono mostrati i fingerprint degli IPA per la campagna autunnale **P14 17/4**:

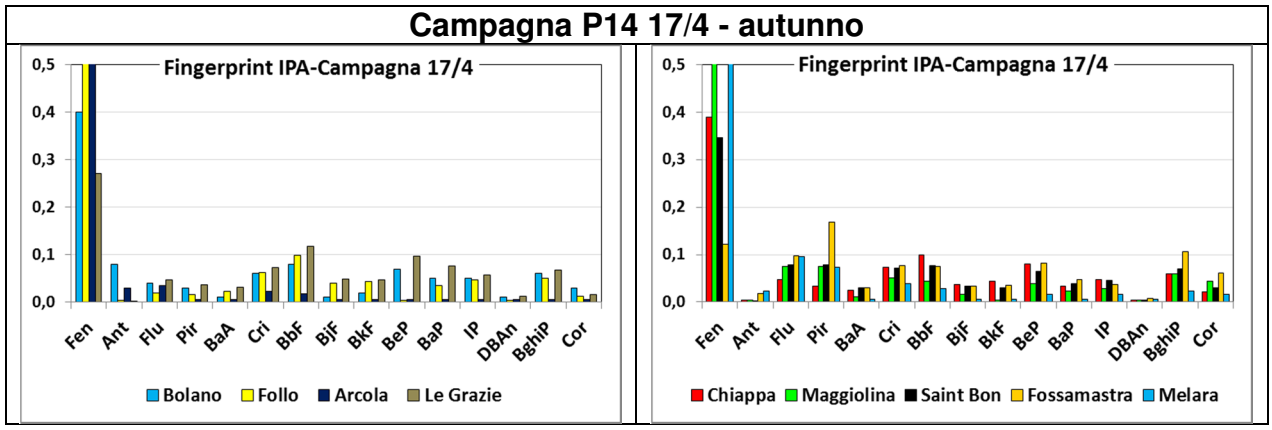


Figura 51 – *Fingerprint* degli IPA totali nelle campagne P14 17/4 (autunno) per le postazioni extraurbane (a sin) e urbane (a ds).

I *fingerprint* sia delle postazioni urbane sia di quelle extraurbane sono dominati dalla forte presenza di fenantrene. In quelle urbane è apprezzabile anche la presenza di fluorantene e pirene e benzo(ghi)perilene e coronene ad indicare la influenza del traffico in tutte le stagioni.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

5.3.2 PCDD/F e PCB nelle deposizioni di polveri

Come descritto al par. 2.1, il monitoraggio delle deposizioni di PCDD/F e PCB è stato condotto in un minor numero di postazioni, viste le ridotte deposizioni misurate nelle precedenti campagne. Nel 2017 non sono quindi state operative le postazioni di Bolano, Le Grazie e Chiappa e parzialmente quella di Maggiolina.
Nelle tabelle che seguono sono riportati i ratei di deposizione dei congeneri di PCDD/F e PCB determinati nei campioni di deposizioni delle postazioni operative. I valori sono espressi in pg/m^2/d:

Postazione	Campagna	2,3,7,8-TCDD	1,2,3,7,8-PeCDD	1,2,3,4,7,8-HxCDD	1,2,3,6,7,8-HxCDD	1,2,3,7,8,9-HxCDD	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	OCDD	2,3,7,8-TCDF	1,2,3,7,8-PeCDF	2,3,4,7,8-PeCDF	1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,2,3,6,7,8-HxCDF	2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,2,3,7,8,9-HxCDF	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	OCDF
Follo	17/1	<0,23	<0,23	<0,31	<0,35	<0,30	3,53	7,15	<0,20	<0,19	<0,18	<0,19	<0,18	<0,21	<0,19	1,56	<0,27	2,12
Follo	17/2	<0,42	<0,57	<0,60	<0,67	<0,55	1,32	6,76	0,39	<0,42	0,39	1,74	1,54	1,54	<0,49	10,23	1,93	7,14
Follo	17/3	<0,56	<0,56	<0,72	<0,75	<0,63	<1,06	0,93	<0,25	<0,59	<0,49	<0,48	<0,45	<0,48	<0,48	<0,64	<0,68	<1,52
Follo	17/4	<0,08	<0,14	<0,12	<0,15	<0,13	2,88	3,06	<0,14	<0,07	<0,08	<0,11	<0,11	<0,12	<0,09	1,62	<0,14	0,90
Arcola	17/1	<0,27	<0,28	<0,39	<0,43	<0,37	7,31	16,06	<0,23	<0,20	<0,19	<0,25	<0,23	<0,25	<0,24	3,18	<0,34	2,65
Arcola	17/2	<0,53	<0,61	<0,75	<0,80	<0,67	<1,02	2,70	<0,58	<0,50	<0,49	0,77	1,16	0,97	<0,55	4,05	<0,81	<1,38
Arcola	17/3	<0,53	<0,72	<0,79	<0,72	<0,60	<1,11	1,18	<0,25	<0,57	<0,51	<0,47	<0,46	<0,44	<0,47	<0,64	<0,70	<1,79
Arcola	17/4	<0,11	<0,18	<0,16	<0,19	<0,15	2,52	4,68	<0,12	<0,10	<0,10	<0,13	<0,12	<0,12	<0,11	0,72	<0,14	<0,26
Maggiolina	17/1	<0,23	<0,25	<0,30	<0,35	<0,29	3,37	8,11	<0,21	0,57	<0,19	<0,23	<0,21	<0,23	<0,21	2,19	<0,27	1,47
Maggiolina	17/2	<0,40	<0,49	<0,56	1,35	0,97	1,32	5,02	0,97	<0,40	0,77	1,35	0,77	2,12	<0,44	10,23	1,35	5,21
Saint Bon	17/1	<0,19	<0,23	<0,28	<0,32	<0,27	7,37	15,74	<0,20	<0,16	0,73	<0,20	<0,18	<0,20	<0,19	2,53	0,47	2,17
Saint Bon	17/2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Saint Bon	17/3	<0,50	<0,65	<0,95	<0,91	<0,76	<1,44	11,13	<0,42	<0,64	<0,58	<0,58	<0,56	<0,56	<0,58	<0,76	<0,79	<1,76
Saint Bon	17/4	<0,11	<0,11	0,36	2,52	1,80	15,68	22,88	1,44	0,72	1,08	1,26	0,54	0,54	<0,12	1,80	0,54	1,44
Fossamastra	17/1	<0,26	<0,27	<0,33	<0,38	<0,32	4,17	17,11	<0,25	<0,20	<0,19	<0,23	<0,21	<0,25	<0,22	3,32	0,93	3,90
Fossamastra	17/2	<0,43	<0,51	<0,62	<0,61	<0,51	4,63	11,39	0,77	<0,43	0,97	2,32	1,93	1,74	<0,51	13,13	2,51	6,76
Fossamastra	17/3	<0,62	<0,87	<1,07	<1,02	<0,85	<1,31	7,31	<0,45	<0,64	<0,64	<0,64	<0,57	<0,64	<0,57	<0,95	<0,94	<1,95
Fossamastra	17/4	<0,08	<0,19	<0,20	1,80	0,72	7,57	12,79	0,90	0,54	0,90	0,90	0,54	0,54	<0,14	1,98	<0,18	1,62
Canaletto	17/2	<0,41	<0,54	<0,61	<0,67	<0,56	<0,82	9,27	<0,42	<0,41	<0,38	1,54	1,35	0,97	<0,46	7,53	<0,64	4,05
Melara	17/1	<0,24	<0,22	<0,31	<0,38	<0,31	2,72	7,31	<0,18	<0,17	<0,17	<0,20	<0,18	<0,21	<0,20	2,50	0,75	2,12
Melara	17/2	<0,50	<0,64	<0,72	<0,82	<0,68	8,69	12,93	1,74	1,54	3,09	2,90	3,67	6,18	<0,68	18,92	3,09	9,85
Melara	17/3	<0,76	<1,03	<1,10	<1,05	<0,87	<1,27	3,82	<0,45	<0,72	<0,64	<0,76	<0,68	<0,70	<0,68	<0,86	<0,95	<1,81
Melara	17/4	<0,08	<0,18	<0,15	<0,18	<0,14	1,80	3,42	0,36	<0,08	<0,08	<0,09	<0,09	<0,09	<0,08	0,90	<0,16	<0,27

Tabella 35 - Ratei di deposizione di congeneri di PCDD e PCDF. Valori in pg/m^2/d. nd: campionamento non effettuato.

La maggior parte dei congeneri di PCDD e PCDF sono risultati inferiori al limite di quantificazione. Tra tutti congeneri, solo la octaclorodibenzo-p-diossina (OCDD), la meno tossica delle diossine (Appendice 1) e, saltuariamente la 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD e l'octaclorodibenzofurano (OCDF) sono risultate rilevabili nei campioni di deposizione. La TCDD non è stata mai rilevata in nessun campione.

Nella tabella successiva sono riportati i ratei di deposizione dei PCB *dioxin like* (*dl*), anch'essi espressi in pg/m^2/d:

Postazione	Campagna	PCB 81	PCB 77	PCB 126	PCB 169	PCB 105	PCB 114	PCB 118	PCB 123	PCB 156	PCB 157	PCB 167	PCB 189
Follo	17/1	<2,7	3,1	4,4	<1,9	3,7	<3,3	3,0	<3,2	2,1	2,4	1,3	1,5
Follo	17/2	<2,7	2,7	3,8	<1,1	14,1	<4,4	22,0	<4,0	1,5	1,4	1,5	1,6
Follo	17/3	<1,5	1,5	3,6	<0,9	13,7	<3,2	18,8	<2,9	1,1	1,0	1,2	1,9
Follo	17/4	<0,6	2,7	0,9	<0,4	5,4	<0,9	8,1	<1,0	1,1	1,1	0,7	0,5
Arcola	17/1	<3,5	107,5	29,8	<4,7	335,5	<5,7	564,7	<5,5	187,3	56,6	64,1	11,1
Arcola	17/2	<2,5	77,2	21,4	<2,6	279,0	<4,8	400,6	<4,9	168,0	55,0	55,6	12,2
Arcola	17/3	<1,8	1,9	4,5	<1,1	24,6	<3,4	59,9	<3,7	6,0	4,5	1,7	2,1
Arcola	17/4	2,0	93,7	22,3	<1,7	239,6	6,8	419,8	8,6	109,9	33,7	53,7	6,5
Maggiolina	17/1	<2,2	2,3	3,3	<1,1	16,2	<3,1	41,5	<3,0	8,7	1,5	1,3	1,4
Maggiolina	17/2	<1,4	1,6	2,9	<1,2	47,1	<2,9	91,5	<2,8	13,5	4,2	6,0	1,5
Saint Bon	17/1	<2,5	1,8	3,1	<1,4	6,1	<3,3	21,0	<2,8	5,8	2,2	3,4	1,7
Saint Bon	17/2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Saint Bon	17/3	<1,8	2,1	5,2	<2,3	97,0	<4,2	249,6	<4,4	35,6	6,4	12,7	2,6
Saint Bon	17/4	<0,8	5,9	1,4	<1,1	42,9	<1,4	81,8	2,9	14,1	5,2	7,0	2,7
Fossamastra	17/1	<3,5	4,2	7,8	<4,9	120,3	<5,4	267,9	<5,7	41,5	9,4	20,8	4,3
Fossamastra	17/2	<1,8	21,8	3,9	1,9	158,3	11,2	315,6	8,7	67,6	13,3	32,4	6,9
Fossamastra	17/3	<1,8	10,5	4,4	<2,7	91,4	<4,0	182,0	<4,5	56,4	11,1	23,8	7,2
Fossamastra	17/4	1,4	15,9	2,9	<1,6	118,9	6,5	241,4	6,1	46,8	10,3	24,3	5,9
Canaletto	17/2	<2,2	65,4	22,4	<2,4	913,1	45,2	2037,6	30,1	320,5	104,2	181,5	15,3
Melara	17/1	<1,9	2,3	3,1	<1,4	2,7	<2,5	9,2	<2,3	3,9	1,5	1,4	1,6
Melara	17/2	<2,2	2,5	3,8	<1,4	26,1	<3,6	51,7	<3,6	9,1	2,5	5,6	1,9
Melara	17/3	<1,6	1,6	4,1	<1,4	22,4	<4,2	56,1	<3,2	6,0	3,5	2,5	2,1
Melara	17/4	<0,7	4,1	1,0	<0,7	12,3	<1,0	25,4	<1,1	5,2	1,6	2,0	0,7

Tabella 36 - Ratei di deposizione di congeneri di PCB. Valori in pg/m^2/d. nd: campionamento non effettuato.

Come per le diossine, anche se in minor misura, i PCB ricercati sono risultati spesso inferiori al limite di quantificazione (LdQ) in numerosi campioni. Deposizioni di PCB superiori significativamente al LdQ sono stati rilevati in quasi tutte le campagne e postazioni per i congeneri PCB 105, PCB 118, PCB 156 e PCB 157 in linea con gli anni precedenti. Tra questi, il PCB 118 è quello rilevato a maggiore concentrazione relativa in tutti i campioni e in particolar modo a Fossamastra, Arcola e nell'unico campione di deposizione di Canaletto.
Le deposizioni più significative di PCB si sono avute ad Arcola nelle campagne **P14 17/1, 17/2** e **P14 17/4**; a Canaletto, nell'unica campagna disponibile nel 2017 per questo sito, e a Fossamastra in tutte le campagne.

Va ricordato che le deposizioni massiche sopra riportate di PCB, ma anche di PCDD/F, hanno una limitata valenza ambientale in termini di tossicità. Nelle deposizioni della Spezia sono in generale poco significativi i PCB maggiormente tossici, vale a dire il congenere PCB 126 (TEF pari a 0,1) e il PCB 159 (TEF pari a 0,03) mentre quelli maggiormente rilevati sono di tossicità limitatissima. Pertanto, le deposizioni totali di PCCD/F e PCB *dl* sono state espresse in termini di tossicità equivalente alla 2,3,7,8-TCDD (si veda l'Appendice 1 per i fattori di tossicità e il cap. 2 per le convenzioni utilizzate) in pg I-TEQ/m^2/d, come prassi per i campioni ambientali, sostituendo ai valori inferiori al LdQ la metà del LdQ ("medium-bound"). I ratei ottenuti sono riassunti di seguito:

Postazione	Campagna	TEQ PCDD/F medium-bound	TEQ PCB *dl* medium-bound	TEQ PCDD/F+PCB *dl* medium-bound
Follo	17/1	0,38	0,47	0,85
Follo	17/2	1,34	0,40	1,75
Follo	17/3	0,79	0,38	1,16
Follo	17/4	0,20	0,10	0,30
Arcola	17/1	0,50	3,09	3,60
Arcola	17/2	1,06	2,22	3,28
Arcola	17/3	0,81	0,47	1,29
Arcola	17/4	0,22	2,30	2,52
Maggiolina	17/1	0,42	0,35	0,77
Maggiolina	17/2	1,66	0,31	1,97
Saint Bon	17/1	0,73	0,33	1,07
Saint Bon	17/2	nd	nd	nd
Saint Bon	17/3	0,87	0,57	1,44
Saint Bon	17/4	1,71	0,16	1,88
Fossamastra	17/1	0,46	0,87	1,33
Fossamastra	17/2	1,85	0,46	2,31
Fossamastra	17/3	1,02	0,49	1,51
Fossamastra	17/4	1,23	0,33	1,56
Canaletto	17/2	1,06	2,39	3,45
Melara	17/1	0,39	0,33	0,72
Melara	17/2	3,95	0,41	4,36
Melara	17/3	1,15	0,44	1,59
Melara	17/4	0,22	0,11	0,32

Tabella 37 - Ratei di deposizione di PCDD/F e PCB *dl*. Valori in pg TEQ/m^2/d.

I ratei di deposizione di PCDD/F e PCB, espressi in TEQ, sono stati di modesta entità, in genere inferiori a 2 pg I-TEQ/m^2/d, salvo i seguenti casi:

- Arcola, come rilevato anche nei precedenti monitoraggi, in cui si sono avute significative deposizioni di PCB;
- a Fossamastra e Melara si è avuta una deposizione rispettivamente di 2,3 e 4,4 pg TEQ/m^2/d, dovuti per la maggior parte a PCDD/F durante la campagna **P14 17/2**;
- Canaletto, in cui si è avuta una deposizione di 3,5 pg TEQ/m^2/d, dovuta in buona parte a PCB, durante la campagna **P14 17/2,** che sembra una anomalia locale, dato che non vi è un riscontro per le altre postazioni urbane**.**

La figura seguente confronta l'andamento spaziale delle deposizioni complessive di PCDD/F e PCB *dl* "medium-bound":

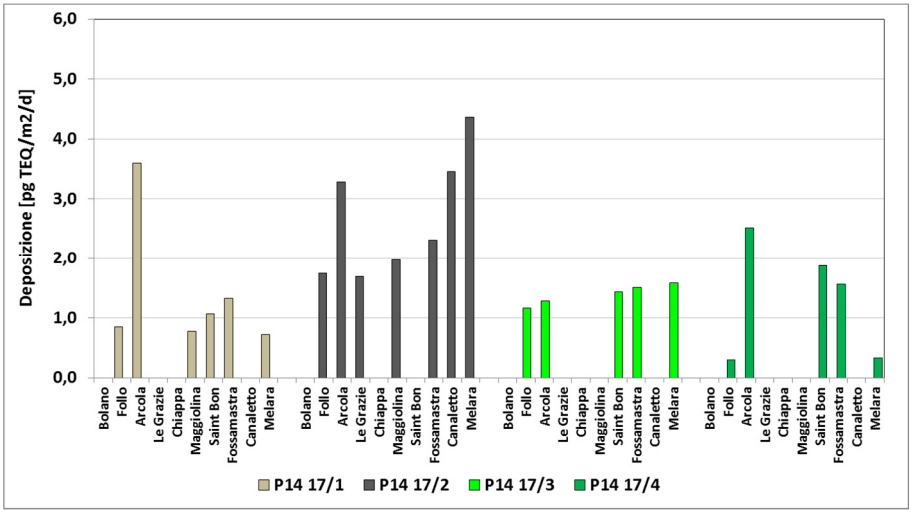


Figura 52 - Deposizioni di PCDD/F e PCB *dl* "medium-bound". Valori in pg TEQ/m^2/d.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Dalla figura precedente risultano evidenti in primo luogo le deposizioni di specie clorurate ad Arcola e le deposizioni relativamente elevate durante la campagna **P14 17/2** (campagna di bianco). La figura seguente confronta direttamente i ratei di deposizione di PCDD/F di tutte le campagne. Risulta evidente l'incremento nelle postazioni di Arcola, Fossamastra, Melara e Follo. Non è stata individuata la motivazione di tale andamento:

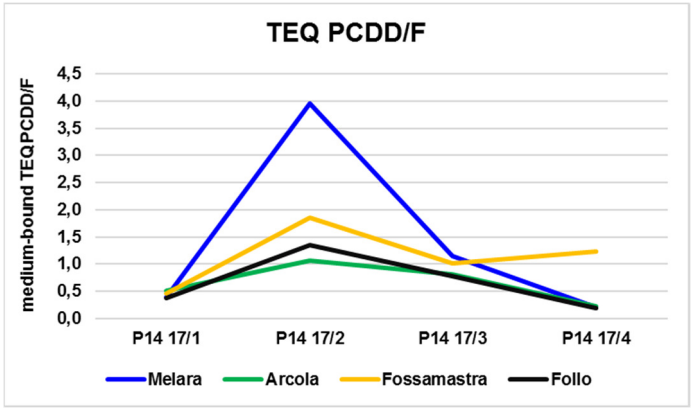


Figura 53 - Rateo di deposizione di PCDD/F nelle campagne P14 del 2017 a Melara, Arcola Fossamastra e Follo. Valori in pg TEQ/m2/d.

Arcola anche nel 2017 rappresenta un caso a sé stante, in quanto le deposizioni di PCDD/F sono del tutto confrontabili con quelle delle altre postazioni mentre le deposizioni di PCB sono elevate e correlabili a quelle del Piombo e anche a quelle degli IPA, come riportato in precedenza. Di seguito è mostrata la correlazione tra deposizioni di PCB e quelle di Pb:

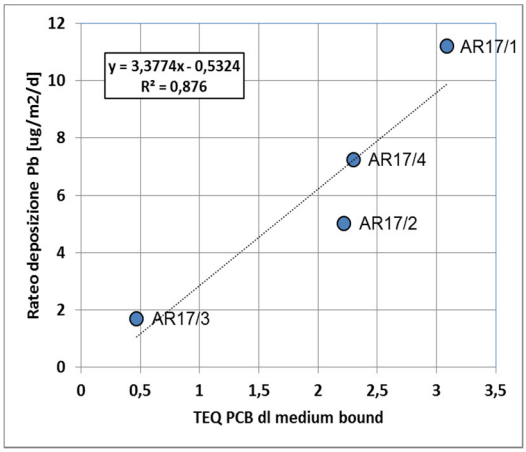


Figura 54 - Correlazione tra deposizione di PCB *dl* e Pb.

La correlazione è molto buona e, anche per il 2017, la sorgente emissiva che influenza le deposizioni di Arcola ha prodotto una caratteristica impronta in cui sono dominanti le deposizioni di Pb, PCB e in alcuni casi di IPA, da riferire a qualche particolare processo termico locale, probabilmente artigianale (v. documento Prot. ARPAL nr. 37531 del 20/12/2018).

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Nel caso di Melara, area considerata di massima ricaduta delle emissioni della Centrale della Spezia, si sono avute nel corso dell'anno deposizioni di PCCD/F e PCB del tutto confrontabili con quelle delle altre postazioni, specie con quelle di Fossamastra, salvo il caso già evidenziato della campagna **P14 17/2,** dove si è riscontrato un lieve aumento dei ratei di deposizione di PCDD/F in tutte le postazioni.

5.3.2.1 Confronto con valori guida di riferimento

Per le deposizioni di PCDD/F e PCB *dl* attualmente non sono stati fissati livelli normativi nazionali o europei. In letteratura, invece, sono stati proposti valori guida di riferimento che tenessero conto dell'assunzione giornaliera tollerabile di questi composti,
Uno dei primi valori guida è quello proposto da L, Van Lieshout et al. (Van Lieshout L., 2001). In base all'assunzione di una dose giornaliera tollerabile (TDI) di 1-4 pg WHO-TEQ/kg di peso corporeo. Tali autori hanno proposto che la deposizione media annuale di PCDD/F non debba eccedere 3,4–10 pg WHO-TEQ/m^2/d come media annuale e 6,8-27 pg WHO-TEQ/m^2/d come valore massimo di deposizione mensile.
In Germania, nel 1994, un gruppo di esperti ha proposto un valore guida solo per PCDD/F di 15 pg I-TEQ/m^2/d [17]. Nel 2004, in base ancora a considerazione sulla TDI, tale valore guida è stato abbassato a 4 pg WHO-TEQ/m^2/d [18].
Nel 2007, Cornelis et al, (Cornelis C, et al,, 2007) hanno proposto un valore guida per le deposizioni di PCDD/F e PCB *dl* di 8,2 pg WHO-TEQ/m^2/d, come media annuale, e di 21 pg WHO-TEQ/m^2/d, come deposizione massima mensile, entrambe stimate sulla base di un TDI di 2 pg WHO-TEQ/kg di peso corporeo. In Francia, nei piani di sorveglianza della qualità dell'aria in aree con presenza di impianti di incenerimento, sono stati proposti, per le deposizioni atmosferiche, dei valori guida di 5-15 pg I-TEQ/m^2/d (Bodenan, F., 2011). I valori inferiori a 5 pg I-TEQ/m^2/d possono essere considerati come valori di fondo urbano-industriale, mentre quelli superiori a 15 pg I-TEQ/m^2/d potrebbero essere legati ad un contributo antropico emissivo che va approfondito con ulteriori campionamenti in punti diversi, e con lo studio del profilo dei congenere per valutare la sorgente (vedi anche[19]).
Attualmente, il valore guida di 4 pg WHO-TEQ/m^2/d come media annuale della sommatoria delle deposizioni di PCDD/F e PCB è quello più utilizzato per valutare possibili apporti antropici in un sito.

Durante le campagne del 2017 non si sono individuati eventi anomali locali significativi per le deposizioni di PCDD/F, salvo qualche incendio boschivo (v. cap.2). Nella campagna **P14 17/2** (campagna di bianco) si è avuto un aumento generalizzato dei ratei di deposizione di PCDD/F che non sono stati considerati validi pur non avendo individuato eventi anomali che possano spiegare tale andamento.

Il rateo medio annuale di deposizione di PCDD/F per il 2017, escludendo i dati anomali

[17] Länderausschusses für Immissionsschutz den Bericht "Immissions-werte für die Luftschadstoffe PCDD und PCDF", 1994
[18] Bericht des Länd erausschusses für Immissionsschutz (LAI), Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüber wachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe – Vom 21. September 2004
[19] Si veda G. Settimo "Evoluzione storica e normativa delle deposizioni atmosferiche e stato dell'arte nazionale", Seminario Deposizioni atmosferiche, Brescia, 2014. Consultabile al sito: http://ita.arpalombardia.it/ITA/area_download/index

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

è pari a 0,72 ± 0,42 I-TEQ/m^2/d, leggermente maggiore di quello degli anni precedenti.
Per quanto riguarda i PCB *dl*, le deposizioni di Arcola delle campagne **P14 17/1**, **17/2** e **17/4** e la deposizione rilevata a Canaletto nell'unico campione raccolto nel 2017 (**P14 17/2**) rappresentano un accertata anomalia e pertanto non sono stati utilizzati per l'elaborazione della media annuale.
Per i PCB *dl* la media annuale del comprensorio della Spezia per il 2017, esclusi i dati anomali, risulta pari a 0,39 ± 0,18 I-TEQ/m^2/d valore in linea, ma leggermente superiore ai ratei medi degli anni precedenti.
Il rateo complessivo di PCDD/F e PCB *dl*, è pari a 1,13 ± 0,20 I-TEQ/m^2/d calcolato utilizzando i campioni che hanno entrambi i dati privi di anomalie. Complessivamente, le deposizioni medie del 2017 alla Spezia sono circa un quarto del valore guida di 4 pg WHO-TEQ/m^2/d e si possono escludere significativi apporti antropici, salvo i casi sopra citati.

La tabella seguente riporta una serie di intervalli di valori misurati in aree rurali, urbane e industriali tratti dalla letteratura per ottenere un confronto di tali risultati con quelli rilevati in altri siti italiani:

Sito	Min - Max	Rif
Area rurale (Mantova)	1,28-2,71	Viviano, G, et al, 2012
Area urbana/industriale con inceneritore (Mantova)	1,20-5,13	Viviano, G, et al, 2012
Area urbana/industriale con cementificio (Cuneo)	0,05-3,72	ARPA Piemonte, 2013
Siti di riferimento regionali Piemonte	Sito 1: 0,05-24,7 Sito 2: 5,36-189	ARPA Piemonte, 2013
Area industriale (P, Marghera)	15-2767	Viviano, G, et al, 2012
Area urbana con inceneritori (Regione Veneto, Adige, Po)	10-337	Viviano, G, et al, 2012
Area industriale con inceneritore (Rimini)	0,75-3,7	Viviano, G, et al, 2012
Area industriale con inceneritore (S, Nicola di Melfi)	1,47-2,33	Viviano, G, et al, 2012

Tabella 38 – Intervalli minimi e massimi di deposizione in diverse aree italiane. Valori in pg I-TEQ/m^2/d.

I valori di deposizione rilevati alla Spezia sono in linea con i valori minimi degli intervalli misurati in un'area industriale con cementificio a Cuneo e inferiori ai valori minimi misurati in un'area industriale con inceneritore a Rimini e, fra l'altro, sono inferiori ai valori più bassi rilevati in nazioni europee, come Belgio, Germania e Regno Unito riportati nella tabella che segue [19, 20]:

Paese	Siti urbani	Siti rurali
Belgio	<1-12	<1-3,1
Germania	0,5-464	7-17
Regno Unito	<1-312	nv–517
Danimarca	300-31500	300-1700
Francia	100-147	20-50

Tabella 39 - Intervalli minimi e massimi di deposizione in diverse aree europee, Valori in pg I-TEQ/m^2/d, Valori in pg TEQ/m^2/d.

In sintesi, le deposizioni complessive di PCDD/F e PCB sono state modeste.

[20] Istituto Superiore di Sanità, Studio effettuato su commissione del Comune di Reggio Emilia: "Caratterizzazione ambientale del territorio del comune di Reggio Emilia inserita nel contesto provinciale"

5.3.2.2 Pattern dei congeneri di PCDD/F e PCB dl nelle deposizioni

L'esame dei *pattern* di PCDD/F indica che si tratta di quelli ubiquitariamente presenti nelle deposizioni italiane e nel resto del mondo[21], ove domina la presenza di OCDD. Alcuni esempi sono mostrati di seguito relativi alla postazione di Fossamastra:

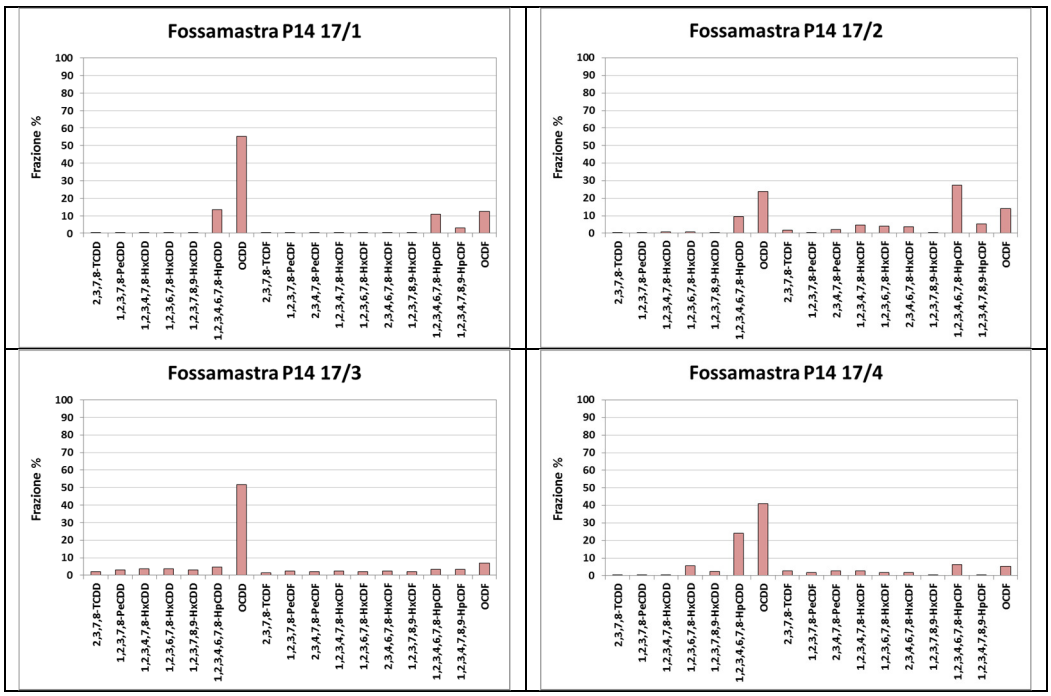


Figura 55 - *Pattern* delle deposizioni di PCDD/F a Fossamastra per le campagne P14 17/1 (invernale), P14 17/2 (primaverile), P14 17/3 estiva, P14 17/4 (autunnale).

Pattern analoghi si rilevano anche nelle altre postazioni per le medesime campagne.

Allo stesso modo delle PCDD/F, anche i PCB *dl* mostrano nel 2017 un *pattern* molto comune, analogo anche a quello riscontrato nel 2014-16. Con minime variazioni, il tipico *pattern* è quello mostrato nella figura che segue, relativo alle deposizioni a Fossamastra, Melara, Saint Bon e Follo in differenti campagne.

[21] Per una discussione di questo pattern, si vedano i rapporti precedenti.

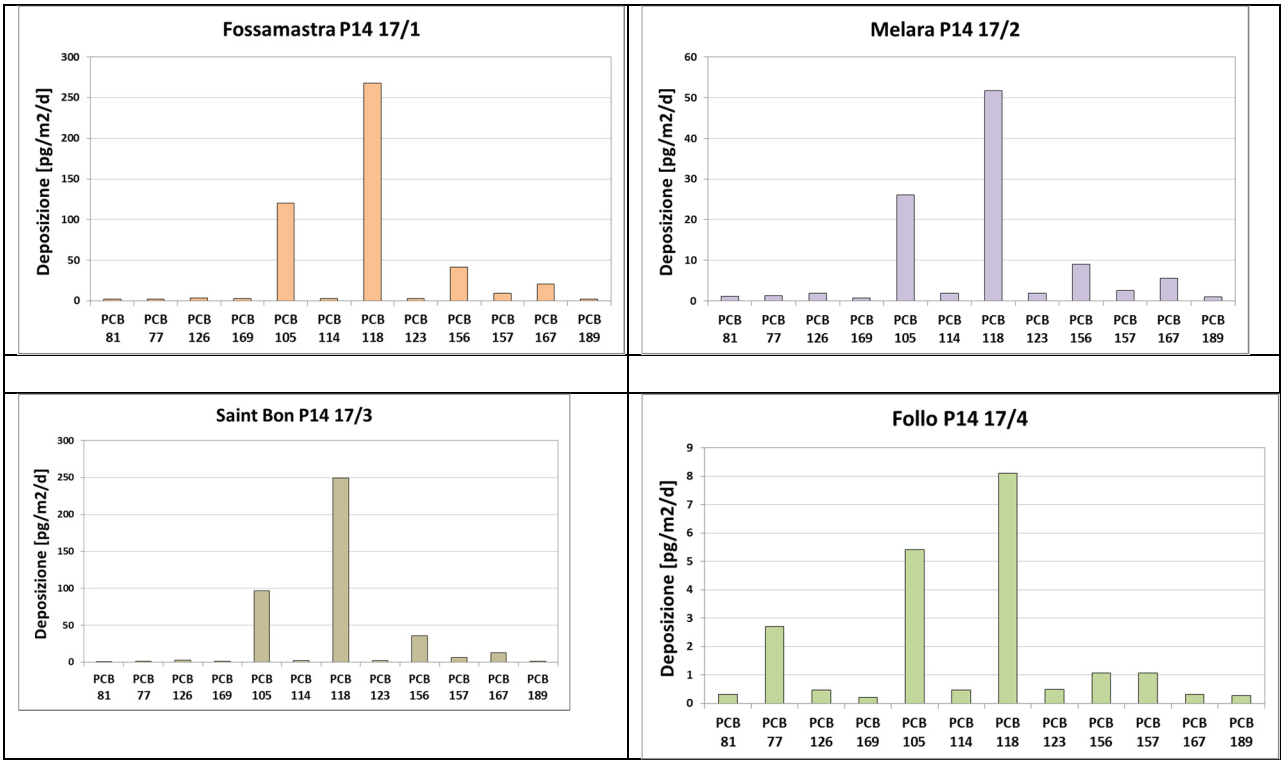


Figura 56 - *Pattern* delle deposizioni di PCB nel corso di differenti campagne annuali.

Tali pattern sono del tutto simili, ad esempio, a quelli della campagna estiva **P14 14/1** ed invernale **P14 15/2** a Fossamastra**.**

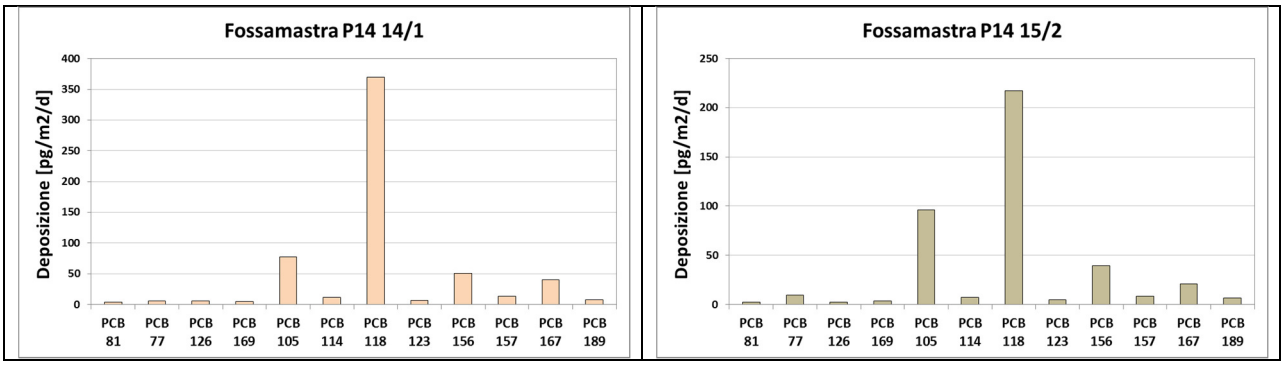


Figura 57 - *Pattern* delle deposizioni di PCB in campagne del 2014 e 2015.

Riferendosi solo ai campioni con PCB *dl* superiori al LdQ, lo stesso *pattern* si ritrova nelle deposizioni delle altre postazioni, comprese quelle in cui si sono rilevati valori anormalmente alti (Arcola, Canaletto, v. sopra).
Tale *pattern* è molto simile a quello che si riscontra in altre zone di Italia e del mondo e rappresenta il background ubiquitario dei PCB in atmosfera, come ampiamente illustrato nel rapporto del 2015[22], cui si rimanda.

[22] Rapporto P14 anno 2015 prot. ARPAL nr. 11569 del 14/04/2017

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

5.4 Specie ioniche nelle deposizioni di polveri

Nel protocollo analitico è stato previsto di determinare anche alcune specie ioniche utilizzando i campioni raccolti dai deposimetri per specie inorganiche. Trattandosi di deposimetri del tipo "bulk", le specie ioniche sono la somma di quelle presenti nelle deposizioni umide (piogge) e nelle deposizioni secche di polveri sedimentabili. I risultati delle determinazioni sono riportati nella tabella seguente, in termini di ratei di deposizione, espressi in mg/m^2/d:

Postazione (Abbr.)	Campagna	Ca^{2+}	Na^{+}	Mg^{2+}	K^{+}	NH_4^{+}	Cl^{-}	NO_3^{-}	SO_4^{2-}	$nssSO_4^{2-}$
Bolano (BL)	17/1	3,03	11,97	1,27	0,88	2,28	17,57	11,73	9,94	7,48
Bolano (BL)	17/2	3,72	4,37	0,63	0,70	0,29	7,28	4,96	3,27	2,25
Bolano (BL)	17/3	2,32	1,84	0,33	0,77	0,72	3,30	1,54	1,24	0,78
Bolano (BL)	17/4	1,83	3,38	0,41	0,75	0,23	4,93	4,44	2,47	1,78
Follo (FL)	17/1	8,99	12,87	1,16	1,18	3,39	19,00	12,51	10,86	8,21
Follo (FL)	17/2	3,00	6,19	0,78	0,38	0,77	8,97	5,43	4,02	2,77
Follo (FL)	17/3	2,50	1,56	0,23	0,16	0,01	2,58	2,21	1,34	0,98
Follo (FL)	17/4	3,27	4,92	0,52	0,34	0,21	7,20	5,34	3,15	2,15
Arcola (AR)	17/1	2,38	10,60	0,94	0,78	2,75	16,31	10,58	8,73	6,45
Arcola (AR)	17/2	3,21	4,31	0,57	0,84	0,41	6,12	4,93	3,89	3,04
Arcola (AR)	17/3	0,88	1,38	0,14	0,31	0,06	2,15	0,95	0,64	0,34
Arcola (AR)	17/4	2,73	3,80	0,36	0,42	0,27	6,64	4,90	2,64	1,71
Le Grazie (LG)	17/1	1,60	13,49	1,38	0,69	2,05	20,97	7,77	7,75	4,82
Le Grazie (LG)	17/2	2,68	4,88	0,63	0,42	0,52	7,10	4,19	3,37	2,38
Le Grazie (LG)	17/3	1,33	1,17	0,17	0,24	0,49	1,95	0,82	0,62	0,35
Le Grazie (LG)	17/4	2,73	5,94	0,64	0,38	0,07	8,73	4,13	3,31	2,09
Chiappa (CH)	17/1	2,36	16,62	1,63	0,92	2,60	25,45	13,44	12,35	8,80
Chiappa (CH)	17/2	2,61	5,27	0,68	0,56	0,29	7,72	5,17	3,99	2,91
Chiappa (CH)	17/3	0,60	0,97	0,31	2,94	<0,01	1,53	0,47	0,58	0,37
Chiappa (CH)	17/4	1,51	3,57	0,31	0,48	0,39	4,97	4,54	2,57	1,87
Maggiolina (MG)	17/1	3,42	14,27	1,43	0,87	3,14	21,60	12,23	10,61	7,60
Maggiolina (MG)	17/2	3,35	5,05	0,76	0,55	0,06	7,29	4,80	3,42	2,40
Maggiolina (MG)	17/3	1,37	1,56	0,23	0,56	0,02	2,87	1,12	0,84	0,44
Maggiolina (MG)	17/4	2,22	4,76	0,57	0,66	0,32	6,25	4,47	3,16	2,28
Saint Bon (SB)	17/1	6,67	18,88	1,92	2,07	4,43	28,93	14,40	13,39	9,35
Saint Bon (SB)	17/2	5,06	5,31	0,92	0,89	2,43	7,74	5,06	4,09	3,01
Saint Bon (SB)	17/3	1,23	1,32	0,25	0,56	<0,01	2,48	1,14	0,86	0,52
Saint Bon (SB)	17/4	4,06	4,59	0,74	1,51	0,69	6,56	4,22	3,05	2,14
Melara (ME)	17/1	3,25	10,26	1,31	0,70	3,23	15,17	10,28	9,13	7,01
Melara (ME)	17/2	2,88	4,51	0,65	0,27	2,21	6,39	5,80	3,57	2,68
Melara (ME)	17/3	1,19	1,31	0,17	0,16	<0,01	1,97	1,51	1,02	0,74
Melara (ME)	17/4	1,71	3,62	0,36	0,26	0,40	5,01	3,75	2,36	1,67
Fossamastra (FS)	17/1	9,88	12,13	1,70	0,69	1,77	20,12	10,13	9,42	6,61
Fossamastra (FS)	17/2	4,69	5,83	0,88	0,63	1,84	8,07	5,21	4,14	3,01
Fossamastra (FS)	17/3	2,46	3,07	0,29	0,17	<0,01	4,78	1,57	1,21	0,54
Fossamastra (FS)	17/4	4,55	5,12	0,64	0,30	0,23	7,30	4,43	3,10	2,08
Canaletto (MM)	17/2	8,16	5,82	1,00	0,44	0,05	8,57	5,29	4,00	2,80
San Cipriano (LM)	17/3	1,63	1,60	0,21	0,24	0,01	2,25	1,40	1,12	0,81

Tabella 40 - Ratei di deposizione di specie ioniche nelle campagne di monitoraggio 2017.

Le specie ioniche maggiormente rilevate nella fase acquosa dei deposimetri sono Na^+ e Cl^-, di origine marina.
Nella figura che segue sono mostrate le deposizioni di Na^+ e Cl^- nelle quattro campagne. Il nome delle postazioni è abbreviato con la codifica riportata in Tabella 23:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

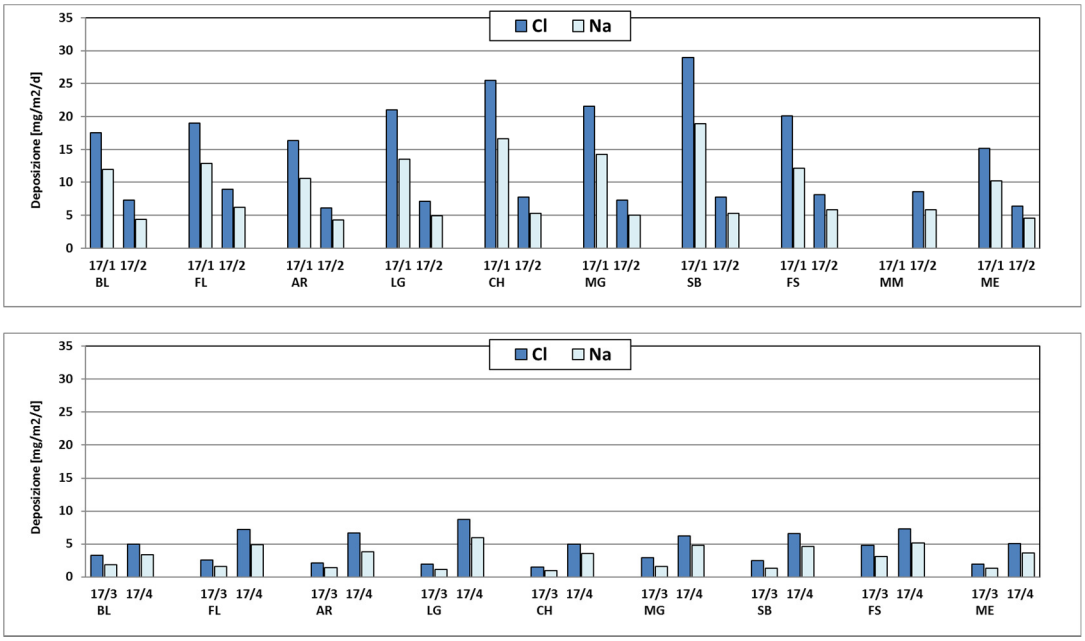


Figura 58 - Deposizioni di cloro e sodio nelle campagne di monitoraggio campagne del 2017.

Le massime deposizioni di sodio e cloruri si sono avute nella campagna **P14 17/1** (massimi valori di precipitazioni del 2017) e le minime nella campagna **P14 17/3** (precipitazioni quasi assenti). Per tutte le postazioni, nella campagna estiva P14 17/3 si rileva un decremento delle deposizioni di sodio e cloruri, rispetto al periodo invernale, in accordo con quanto riportato in letteratura [Cuccia et al., 2014], dovuto alla diminuzione degli apporti da aerosol marino.

Per via della presenza di aerosol marino, è stata calcolato il solfato non marino ($nssSO_4$[23]) riportato nell'ultima colonna della Tabella 40. I componenti principali del solfato totale, infatti, sono il solfato marino ($ssSO_4^{2-}$), che è la quantità di solfato presente nelle particelle di aerosol marino e il solfato non marino che ha tre contributi: antropogenico, biogenico e crostale [Bove et al., 2016]. I solfati di origine marina sono stati calcolati attraverso una relazione, che tiene conto dei rapporti relativi tra sodio e solfati nell'acqua di mare[24]:

$[ssSO_4^{2-}] = 0{,}246\ [Na^+]$

I solfati non marini, sono stati ottenuti mediante sottrazione:

$[nssSO_4^{2-}] = [totSO_4^{2-}] - [ssSO_4^{2-}]$

La componente secondaria dell'aerosol, in genere, è costituita da solfato di ammonio e nitrato di ammonio che si formano a seguito di reazioni che avvengono in atmosfera a partire dai precursori gassosi NO_x e SO_2. Nella figura che segue, sono mostrate le

[23] nssSO4: non sea sulphate
[24] Nell'acqua di mare sono contenuti circa: 19'000 mg/kg di cloruri, 11'000 di sodio, 2'700 di solfati, 1'300 di magnesio e 400 di calcio.

deposizioni di nitrati (NO_3^-) e solfati non marini ($nssSO_4^{2-}$) nelle campagne di monitoraggio:

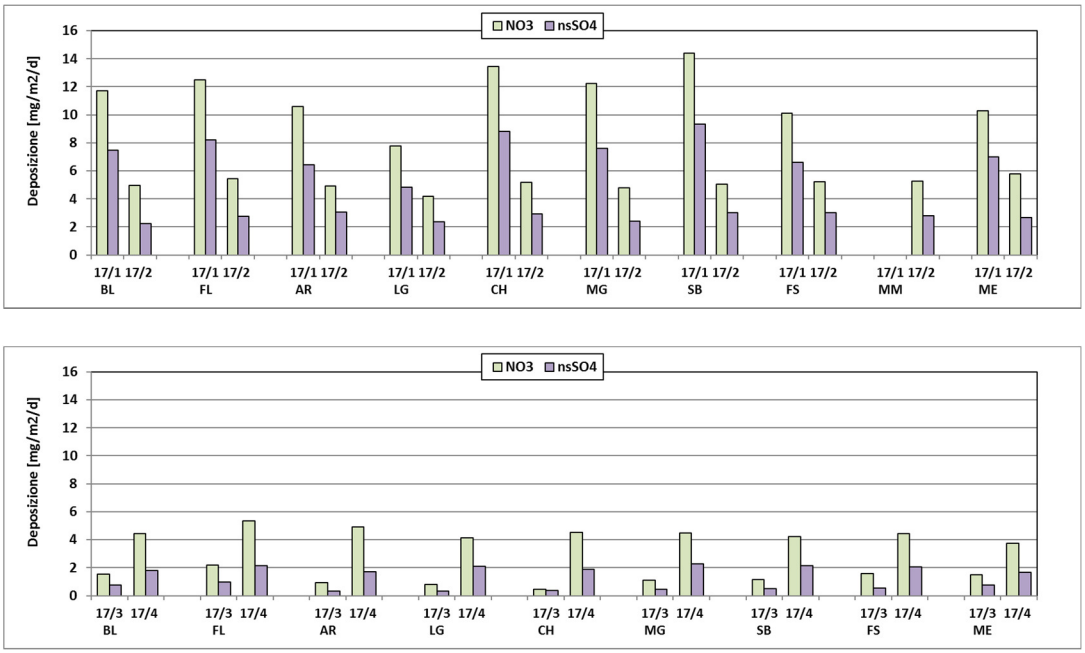


Figura 59 - Deposizioni di nitrati e solfati non marini ($nsSO_4$) nelle campagne del 2017.

Come si evince dalle figure sopra riportate, in tutte le campagne, le deposizioni di NO_3^- sono risultate maggiori di quelle dei SO_4^{2-}, confermando una maggiore influenza delle emissioni di NO_x, soprattutto nel periodo invernale. Da notare che le minime deposizioni di nitrati e solfati si sono avute durante la campagna estiva **P14 17/3**, in cui le precipitazioni sono state minime o assenti nella maggior parte delle postazioni, e possono rappresentare l'entità della deposizione secca di queste specie ioniche.

5.5 Analisi dati rilevati dalla postazione fissa MELARA annuale

I risultati modellistici previsti dalla prescrizione 15 hanno individuato la zona di massima ricaduta delle emissioni CTE presso l'abitato di Melara. Pertanto ARPAL, insieme agli altri Enti interessati, ha effettuato una modifica del protocollo di attuazione, prevedendo una postazione integrativa presso la scuola Acchiappasogni di Melara in cui la raccolta delle deposizioni è stata effettuata anche nei periodi non coperti dalle campagne periodiche. Sono stati rilevati solo i parametri inorganici in quanto caratteristici delle emissioni della centrale.

5.5.1 Rateo di deposizione di polveri

In Tabella 41 sono riportate i ratei di deposizione della postazione fissa di Melara per le campagne aggiuntive (evidenziate in grassetto) assieme alle campagne descritte in precedenza facenti parte della P14. Nei periodi interessati dal monitoraggio nelle campagne aggiuntive, la centrale ha avuto i periodi di arresto e le percentuali di esercizio riportati in tabella.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Sigla	Data Inizio	Data Fine	Giorni esposizione	Rateo deposizione insolubile [mg/m²/d]	Precipitazione raccolta [mm]	% di esercizio CTE
P14 16/F	01/12/16	19/01/17	50	10	33	92%
P14 17/1	19/01/17	22/02/17	34	16	257	74%
ME 17/A	27/02/17	24/03/17	25	50	45	88%
ME 17/B	24/03/17	27/04/17	34	54	28	100%
ME 17/2	27/04/17	25/05/17	28	33	66	0%
ME 17/C	25/05/17	29/06/17	34	152	11	24%
ME 17/3	29/06/17	02/08/17	34	23	0	32%
ME 17/D	02/08/17	05/09/17	34	18	1	38%
ME 17/E	05/09/17	10/10/17	35	17	153	54%
ME 17/4	10/10/17	09/11/17	30	11	65	100%
ME 17/F	09/11/17	13/12/17	34	20	221	88%

Tabella 41 – Ratei di deposizione delle polveri sedimentabili e entità precipitazioni a Melara.

I ratei di deposizione delle polveri insolubili misurati nelle campagne di monitoraggio a Melara, sono riportati nella figura seguente riferite all'intero anno. Gli istogrammi tratteggiati sono riferiti ai risultati delle campagne della **P14 17** mentre quelli in rosso alle campagne aggiuntive. E' stata inclusa anche la precipitazione totale misurata presso la postazione di Comune della Spezia, in mm, con asse secondario invertito:

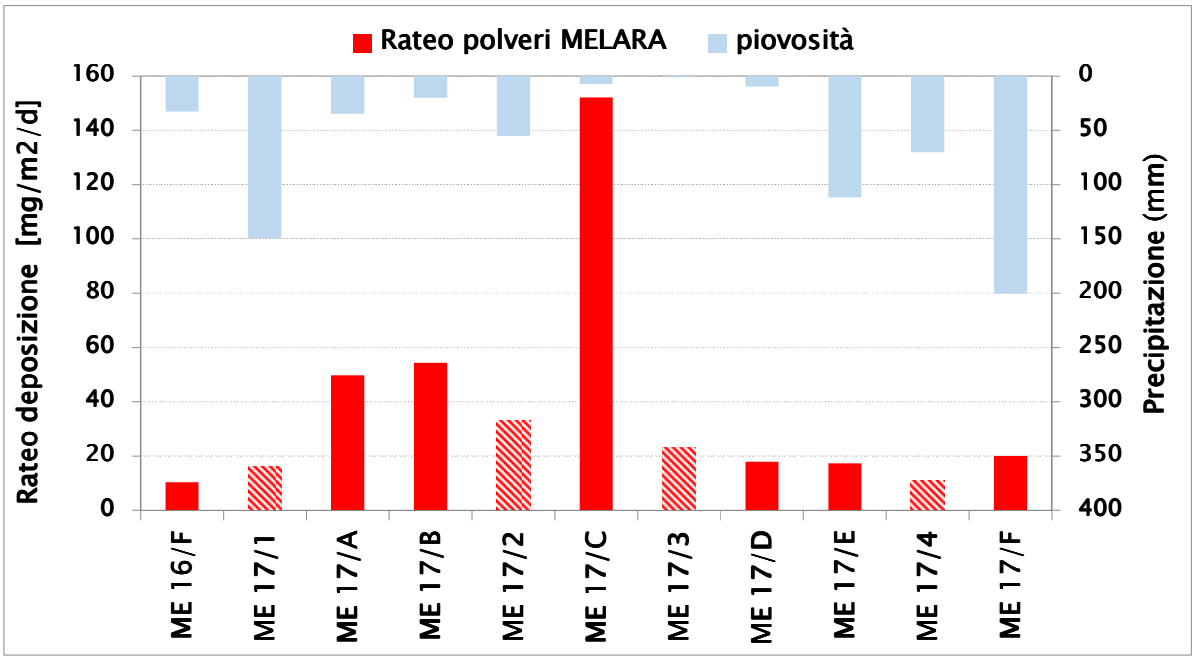


Figura 60 - Ratei di deposizione delle polveri insolubili nel corso dell'anno.

La figura evidenzia ratei di deposizione con una variabilità nel corso dell'anno in alcuni casi dipendente dalla precipitazione cumulata sia per le campagne aggiuntive che per quelle previste dalla prescrizione 14.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

5.5.2 Contenuto di metalli e specie ioniche

Nella tabella seguente sono riassunti i ratei di deposizione dei metalli determinati a Melara nel corso dell'anno in accordo con quanto previsto dalla prescrizione 14. I ratei di deposizione sono espressi tutti in µg/m^2/d:

Campagna	As	Cd	Hg	Tl	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
ME 16/F	0,05	<0,029	<0,006	<0,03	2,59	1,10	1,02	4,67	2,84	0,50
ME 17/1	0,14	<0,009	<0,009	<0,01	4,34	1,42	3,22	5,29	7,46	2,03
ME 17/A	0,22	0,379	<0,012	<0,06	25,22	2,89	4,42	8,65	10,20	1,85
ME 17/B	0,23	<0,042	<0,008	<0,04	9,00	2,23	8,52	12,83	13,33	2,06
ME 17/2	0,23	0,019	<0,010	0,01	4,79	2,11	7,32	10,42	20,57	2,76
ME 17/C	<0,04	<0,043	<0,008	<0,04	2,90	2,35	5,01	7,03	7,99	1,19
ME 17/3	0,25	0,012	<0,004	<0,01	4,03	0,64	2,37	7,72	16,81	1,98
ME 17/D	0,25	0,070	0,008	<0,04	4,44	1,41	5,71	6,15	4,29	1,14
ME 17/E	0,19	<0,041	<0,008	<0,04	2,55	1,14	10,33	5,37	6,22	0,91
ME 17/4	0,16	<0,010	<0,005	<0,01	3,10	0,23	4,76	9,80	9,58	1,27
ME 17/F	0,15	<0,043	<0,008	<0,04	2,95	1,25	2,41	2,42	3,35	0,94

Tabella 42 - Ratei di deposizione in µg/m^2/d di metalli nelle campagne di monitoraggio 2017.

Dalla tabella risulta che i ratei di deposizione dei metalli sono abbastanza contenuti e in linea con lo scorso anno: in particolare Cr, Pb, Cu e Mn sono i metalli che presentano i ratei più variabili nel corso delle campagne.

Nella tabella seguente sono riassunte le concentrazioni dei metalli nel corso dell'anno, espresse in µg/g. I dati inferiori al limite di rilevabilità sono sostituiti con metà del loro valore limite:

Campagna	As	Cd	Hg	Tl	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
ME 16/F	4,56	1,39	0,28	1,39	249	106	98	449	273	48
ME 17/1	8,35	0,27	0,27	0,27	266	87	198	324	458	125
ME 17/A	4,35	7,63	0,12	0,58	508	58	89	174	205	37
ME 17/B	4,14	0,39	0,08	0,39	166	41	157	236	245	38
ME 17/2	7,16	0,58	0,16	0,35	146	64	223	318	628	84
ME 17/C	0,14	0,14	0,03	0,14	19	15	33	46	53	8
ME 17/3	10,97	0,54	0,09	0,19	178	28	105	341	743	88
ME 17/D	13,95	3,90	0,48	1,19	249	79	320	344	240	64
ME 17/E	10,95	1,19	0,24	1,19	147	66	596	310	359	52
ME 17/4	14,34	0,44	0,22	0,44	286	21	439	903	883	117
ME 17/F	7,48	1,11	0,22	1,09	151	64	124	124	172	48

Tabella 43 – concentrazione di metalli nelle polveri depositate durante le campagne di monitoraggio 2017. Valori in µg/g.

Dalla tabella 24 risulta che le concentrazioni dei metalli presentano una notevole variabilità nel corso dell'anno.
Da notare che, la campagna col maggior rateo di polveri **ME 17/C** (vedi tab. 22), presenta ratei normali di deposizione (vedi tab. 23) e concentrazioni molto contenute di metalli (vedi tab. 24). Al contrario la campagna **P14 17/4**, caratterizzata da basso rateo di deposizione delle polveri (vedi tab. 22), presenta una più elevata concentrazione di metalli rispetto alla **ME 17/C** soprattutto Cu, Mn e As (vedi tab. 24).
Questo può essere spiegato dal fatto che le deposizioni di polveri più elevate della **ME 17/C** sono costituite sia da frazioni inerti più pesanti (inorganiche quali terra, polveri da cantiere o organiche quali pollini), meno ricche in metalli che da frazioni più leggere,

caratteristiche delle ricadute antropiche, più ricche in metalli mentre le deposizioni meno elevate della **P14 17/4** sono maggiormente costituite dalla seconda componente.
La campagna **ME 17/A** è caratterizzata dal più alto valore sia di rateo di deposizione che di concentrazione di Cr.
La campagna **P1417/2** (campagna di bianco) presenta valori dei ratei e delle concentrazioni dei metalli confrontabili con quelli delle altre campagne.
Si evidenzia un aumento delle concentrazioni di metalli, soprattutto As, Pb, Cu, Mn, V a partire dalla campagna **P14 17/3** fino alla campagna **P14 17/4**, per poi tornare a valori simili alle altre campagne dalla **ME 17/F**.

Le figure che seguono riportano l'andamento delle concentrazioni di metalli, in µg/g presenti in tabella, nelle polveri depositate nell'anno, gli istogrammi tratteggiati sono riferiti ai risultati delle campagne della P14 2017:

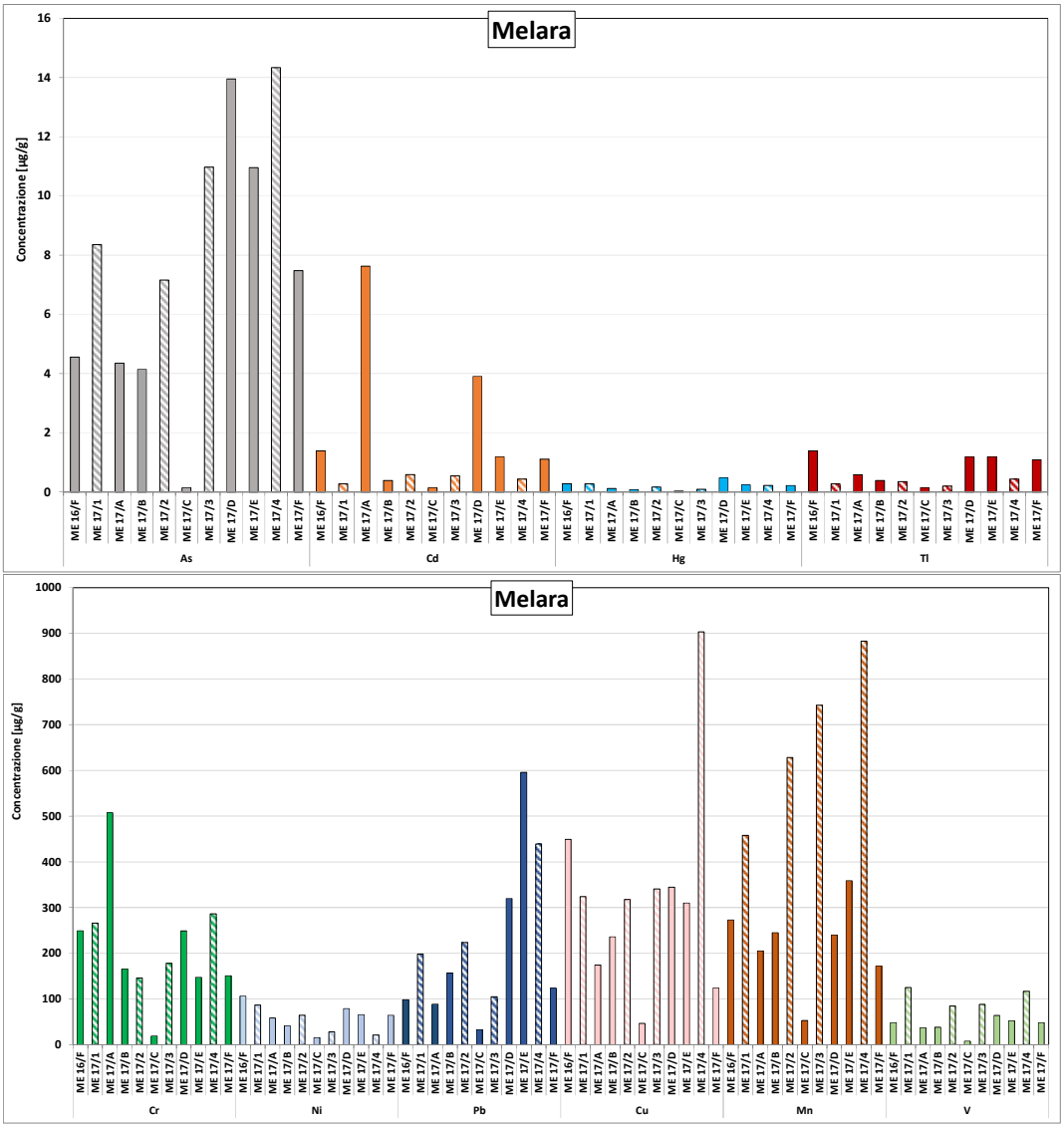


Figura 61 – Concentrazioni dei metalli a Melara nel corso dell'anno.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

I grafici evidenziano che le concentrazioni dei metalli sono risultate piuttosto omogenee nel corso delle campagne per Hg, Tl, Ni, V mentre abbastanza variabili per As, Cd, Cr, Pb, Cu e Mn, similarmente allo scorso anno.
Per valutare un'eventuale correlazione delle concentrazioni e dei ratei di deposizione di metalli con il rateo delle polveri depositate e le precipitazioni cumulate, si è eseguita una analisi di correlazione, valutando il valore del coefficiente di Pearson (Cp), il quale assume il valore di +1 nel caso di massima correlazione positiva e –1 nel caso di massima correlazione negativa mentre zero indica l'assenza di correlazione. I risultati sono riportati nelle tabelle seguenti:

Correlazione di Pearson con le concentrazioni dei metalli		
	Rateo deposizione	*Precipitazione raccolta*
As	-0,73	0,11
Cd	-0,08	-0,22
Hg	-0,64	0,20
Tl	-0,49	0,13
Cr	-0,42	-0,005
Ni	-0,56	0,36
Pb	-0,47	0,22
Cu	-0,56	-0,09
Mn	-0,51	-0,02
V	-0,66	0,36

Correlazione di Pearson con i ratei dei metalli		
	Rateo deposizione	*Precipitazione raccolta*
As	-0,29	-0,18
Cd	0,15	-0,17
Hg	0,30	0,14
Tl	0,38	-0,17
Cr	0,16	-0,20
Ni	0,62	-0,19
Pb	0,21	-0,09
Cu	0,28	-0,48
Mn	0,16	-0,33
V	0,13	-0,08

Tabella 44 – Correlazioni di Pearson tra ratei e concentrazione dei metalli verso rateo di deposizione delle polveri e precipitazione raccolta.

Nella tabella seguente invece sono riassunti i ratei di deposizione delle specie ioniche determinate a Melara nel corso dell'anno in accordo con quanto previsto dal protocollo analitico della prescrizione 14. I ratei di deposizione sono espressi tutti in mg/m^2/d:

Campagna	Ca^{2+}	Na^{+}	Mg^{2+}	K^{+}	NH_4^{+}	Cl^{-}	NO_3^{-}	SO_4^{2-}	$nssSO_4^{2-}$
ME 16/F	0,86	5,99	0,74	0,05	1,48	10,57	4,14	3,10	1,63
ME 17/1	3,25	10,26	1,31	0,70	3,23	15,17	10,28	9,13	7,01
ME 17/A	6,87	24,75	3,28	2,18	2,22	44,29	7,93	12,18	6,09
ME 17/B	4,63	3,51	0,67	0,40	0,19	5,83	5,83	3,33	2,47
ME 17/2	2,88	4,51	0,65	0,27	2,21	6,39	5,80	3,57	2,68
ME 17/C	2,81	2,34	0,40	0,23	0,10	3,93	2,97	2,11	1,54
ME 17/3	1,19	1,31	0,17	0,16	<0,01	1,97	1,51	1,02	0,74
ME 17/D	1,74	1,97	0,29	0,18	0,04	3,75	1,79	1,50	1,01
ME 17/E	5,85	6,64	0,99	0,54	1,40	13,62	7,64	5,49	3,85
ME 17/4	1,71	3,62	0,36	0,26	0,40	5,01	3,75	2,36	1,67
ME 17/F	3,71	30,60	4,03	1,27	1,07	55,83	14,94	19,56	12,04

Tabella 45 - Ratei di deposizione in mg/m^2/d di ioni nelle campagne di monitoraggio 2017.

I valori riportati in tabella evidenziano alti ratei di deposizione di sali marini (sodio e cloruri) e anche di specie ioniche probabilmente associate a risollevamento crostale (Ca). Le maggiori deposizioni invece di nitrati e solfati non marini, specie ioniche correlate a aerosol derivanti dalle emissioni antropogeniche, si sono avute durante le campagne invernali **P14 17/1** e **P14 17/F**, caratterizzate da un modesto rateo di polveri insolubili ma dalle maggiori precipitazioni raccolte.

6. Andamento e caratterizzazione del PM10

Il monitoraggio aggiuntivo del PM10 nell'area della Spezia è stato condotto nelle postazioni di Le Grazie, Chiappa e Follo, dove sono stati determinati, mediante misure gravimetriche, i valori medi giornalieri di PM10. I campionamenti giornalieri di PM10 sono stati effettuati a partire da mezzanotte fino alla mezzanotte del giorno successivo per circa un mese per ogni campagna della **P14**.
I campionamenti di PM10 sono coincisi con i periodi di durata delle campagne di raccolta delle deposizioni (v. cap.5), salvo per la campagna **P14 17/2**, in cui i campionamenti del particolato sedimentabile tramite deposimetri sono stati avviati prima di quelli del PM10 poiché grazie al fermo anticipato della Centrale si è presentata l'opportunità di realizzare anche una nuova campagna di bianco.
Di seguito sono riportati graficamente gli andamenti temporali del PM10 nelle tre postazioni. I periodi evidenziati in rosso chiaro sono quelli in cui le misure gravimetriche sono state eseguite da ARPAL. Negli altri periodi le misure gravimetriche sono state eseguite da CESI. I dati numerici di concentrazione sono riportati in Appendice 5:

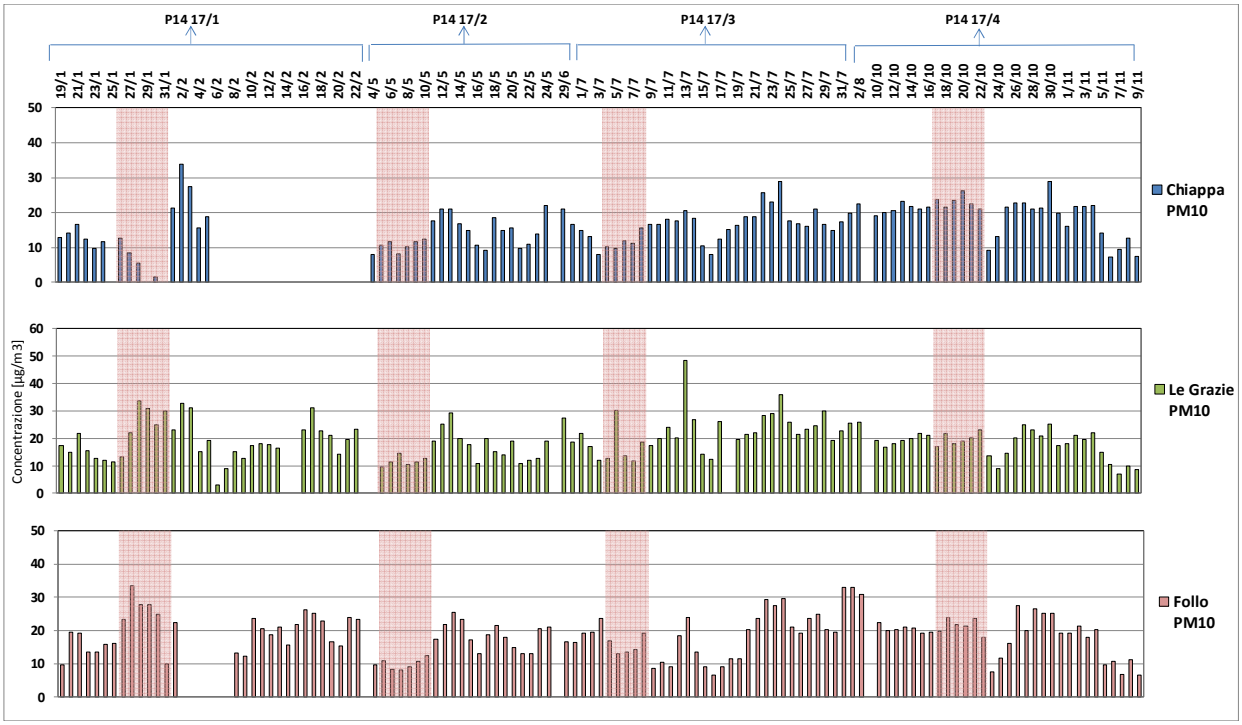


Figura 62 – Andamento del PM10 nelle postazioni di Chiappa, Le Grazie e Follo nel 2017. Valori in µg/m^3

Nelle tabelle seguenti sono riportati i principali parametri statistici che sintetizzano i dati di PM10 misurati in ciascuna postazione nel corso delle quattro campagne del 2017:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Campagna P14 17/1 (Inverno-Centrale in funzione per il 74% del periodo)			
Postazione	**Chiappa**	**Le Grazie**	**Follo**
Data inizio	19-gen-17	19-gen-17	19-gen-17
Data fine	22-feb-17	22-feb-17	22-feb-17
n°valori giornalieri previsti	35	35	35
n°valori giornalieri sperimentali	15	33	29
% valori giornalieri sperimentali	43%	94%	83%
Superamenti 50 µg/m3 nel periodo	0	0	0
Media nel periodo [µg/m^3]	**14,8**	**19,6**	**19,9**
Dev.Stand	7,9	7,3	5,7
Minimo [µg/m^3]	1,6	3,1	9,5
Massimo [µg/m^3]	33,9	33,7	33,5
Mediana (50° percentile)	12,8	18,1	20,5
25° percentile	10,7	14,9	15,6
50° percentile	12,8	18,1	20,5
75° percentile	17,7	23,1	23,7
95° percentile	29,4	31,9	27,7

Tabella 46 – Sintesi dei dati di PM10 a Chiappa, Le Grazie e Follo durante la campagna P14 17/1.

Campagna P14 17/2 (Primavera-Centrale ferma)			
Postazione	**Chiappa**	**Le Grazie**	**Follo**
Data inizio	04-mag-17	04-mag-17	04-mag-17
Data fine	25-mag-17	25-mag-17	25-mag-17
n°valori giornalieri previsti	22	22	22
n°valori giornalieri sperimentali	21	20	21
% valori giornalieri sperimentali	95%	91%	95%
Superamenti 50 µg/m3 nel periodo	0	0	0
Media nel periodo [µg/m^3]	**13,8**	**15,7**	**15,6**
Dev.Stand	4,2	5,2	5,2
Minimo [µg/m^3]	8,1	9,5	8,1
Massimo [µg/m^3]	21,9	29,4	25,4
Mediana (50° percentile)	12,3	14,2	14,9
25° percentile	10,7	11,4	11,0
50° percentile	12,3	14,2	14,9
75° percentile	16,8	19,0	20,4
95° percentile	21,1	25,3	23,3

Tabella 47 – Sintesi dei dati di PM10 a Chiappa, Le Grazie e Follo durante la campagna P14 17/2.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Campagna P14 17/3 (Estate-Centrale in funzione per il 32% del periodo			
Postazione	**Chiappa**	**Le Grazie**	**Follo**
Data inizio	29-giu-17	29-giu-17	29-giu-17
Data fine	02-ago-17	02-ago-17	02-ago-17
n°valori giornalieri previsti	35	35	35
n°valori giornalieri sperimentali	35	34	35
% valori giornalieri sperimentali	100%	97%	100%
Superamenti 50 µg/m3 nel periodo	0	0	0
Media nel periodo [µg/m^3]	**16,6**	**22,6**	**18,8**
Dev.Stand	4,7	7,3	7,2
Minimo [µg/m^3]	7,9	11,8	6,4
Massimo [µg/m^3]	29,0	48,5	33,0
Mediana (50° percentile)	16,7	22,1	19,3
25° percentile	14,0	18,5	13,2
50° percentile	16,7	22,1	19,3
75° percentile	18,9	26,1	23,7
95° percentile	23,9	32,2	31,4

Tabella 48 – Sintesi dei dati di PM10 a Chiappa, Le Grazie e Follo durante la campagna P14 17/3.

Campagna P14 17/4 (Autunno-Centrale sempre in funzione)			
Postazione	**Chiappa**	**Le Grazie**	**Follo**
Data inizio	10-ott-17	10-ott-17	10-ott-17
Data fine	09-nov-17	09-nov-17	09-nov-17
n°valori giornalieri previsti	31	31	31
n°valori giornalieri sperimentali	31	31	31
% valori giornalieri sperimentali	100%	100%	100%
Superamenti 50 µg/m3 nel periodo	0	0	0
Media nel periodo [µg/m^3]	**19,3**	**17,9**	**18,5**
Dev.Stand	5,3	4,7	5,7
Minimo [µg/m^3]	7,3	7,2	6,5
Massimo [µg/m^3]	28,9	25,2	27,4
Mediana (50° percentile)	21,2	19,1	20,0
25° percentile	17,5	15,9	16,9
50° percentile	21,2	19,1	20,0
75° percentile	22,2	21,2	21,6
95° percentile	25,0	24,0	25,9

Tabella 49 – Sintesi dei dati di PM10 a Chiappa, Le Grazie e Follo durante la campagna P14 17/4.

La copertura dei dati giornalieri è risultata molto buona per le campagne **P14 17/2, 17/3** e **17/4**, rimanendo compresa tra il 91 e il 100 % dei giorni di misura. Meno buona è risultata la copertura dei dati giornalieri di Le Grazie durante la campagna **P14 17/1** per via di continui malfunzionamenti della linea elettrica che provocavano l'interruzione del campionamento. Nelle altre postazioni, la copertura è stata invece accettabile.
Per tutte le campagne, nelle postazioni non si sono mai avuti superamenti del valore limite giornaliero normativo (50 µg/m^3). Più in dettaglio, nella campagna invernale (**P14 17/1)**, le concentrazioni giornaliere di PM10 sono rimaste comprese tra 2 e 34 µg/m^3 in tutte le postazioni, con valori medi del periodo compresi tra 15 e 20 µg/m^3. Da segnalare che le concentrazioni più elevate si sono rilevate nel periodo tra il 27/1 e il 2/2 sia a Le Grazie sia a Follo. Nella campagna primaverile (**P14 17/2**), le concentrazioni giornaliere di PM10 sono rimaste comprese tra 8 e 29 µg/m^3, con un andamento

coerente in tutte le postazioni e valori medi del periodo compresi tra 14 e 16 µg/m^3. La campagna estiva **P14 17/3** ha visto un lieve rialzo delle concentrazioni giornaliere di PM10 rispetto a quelle primaverili ed invernali con valori giornalieri compresi tra 8 e 49 µg/m^3 e medie nel periodo comprese tra 17 e 23 µg/m^3.
Nella campagna autunnale **P14 17/4**, i valori giornalieri sono rimasti compresi tra 7 e 29 µg/m^3 come nella primavera, ma le medie nel periodo (18-19 µg/m^3) sono state intermedie tra quelle estive e quelle primaverile, ad eccezione di Chiappa in cui la media della campagna autunnale (19 µg/m^3) è stata la più alta di tutte le altre campagne stagionali (valori compresi tra 14 e 17 µg/m^3)

Da un punto di vista più generale, la concentrazione media del PM10 nei periodi di ciascuna campagna è risultata complessivamente contenuta e con limitate variazioni, come evidenziabile dalla tabella che segue in cui sono riassunti i valori medi ± 1 deviazione standard di PM10 a Chiappa, Le Grazie e Follo, distinti per le quattro campagne di monitoraggio:

Campagne	Chiappa	Le Grazie	Follo
P14 17/1 (19/01 - 22/02/17) - inverno	14,8 ± 7,9	19,6 ± 7,3	19,9 ± 5,7
P14 17/2 (27/04 - 25/05/17) - primavera	13,8 ± 4,2	15,7 ± 5,2	15,6 ± 5,2
P14 17/3 (29/06 - 02/08/17) - estate	16,6 ± 4,7	22,6 ± 7,3	18,8 ± 7,2
P14 17/4 (10/10 - 09/11/17) - autunno	19,3 ± 5,3	17,9 ± 4,7	18,5 ± 5,7

Tabella 50 - Confronto tra i valori medi ± 1 deviazione standard di PM10 nelle campagne del 2017. Valori in µg/m^3.

Per valutare la variazione spaziale del PM10 nel periodo delle campagne, nelle figure che seguono, sono riportate gli andamenti temporali del PM10 a Chiappa, Le Grazie e Follo confrontati con quelli delle postazioni urbane di Fossamastra, Saint Bon e Maggiolina, facenti parte della RQA della Spezia, in cui ARPAL esegue regolarmente i monitoraggi. Nelle figure sono riportate anche i dati di precipitazione del Comune della Spezia verificatisi nel corso di ciascuna campagna.

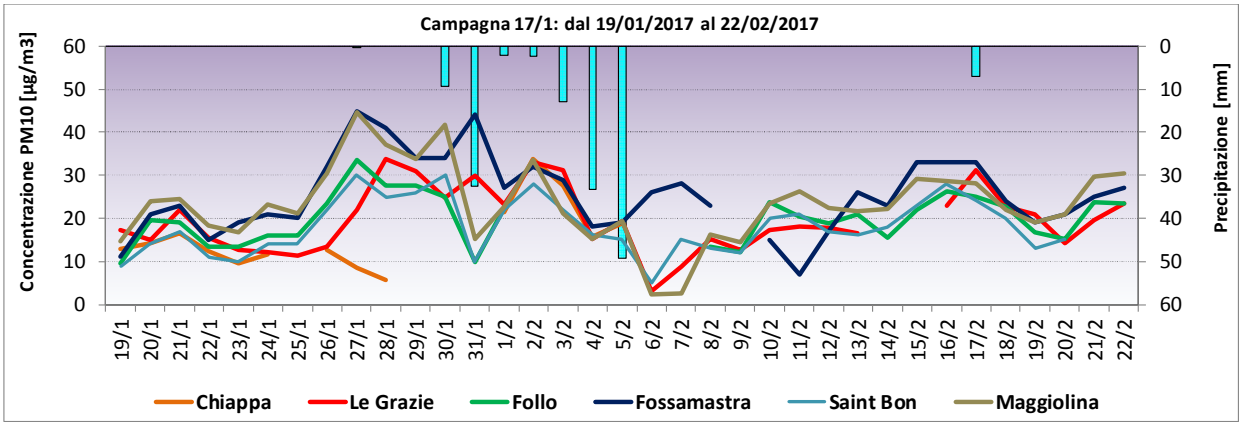


Figura 63 - Andamento temporale del PM10 a Chiappa, Le Grazie, Follo, Fossamastra, Saint Bon e Maggiolina durante la campagna P14 17/1. Valori in µg/m^3.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

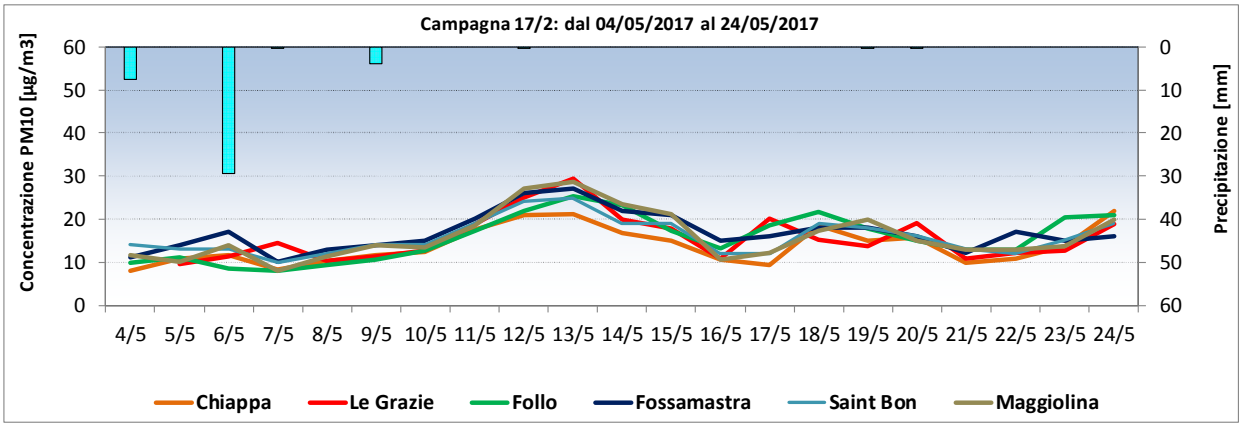


Figura 64 - Andamento temporale del PM10 a Chiappa, Le Grazie, Follo, Fossamastra, Saint Bon e Maggiolina durante la campagna P14 17/2. Valori in µg/m³.

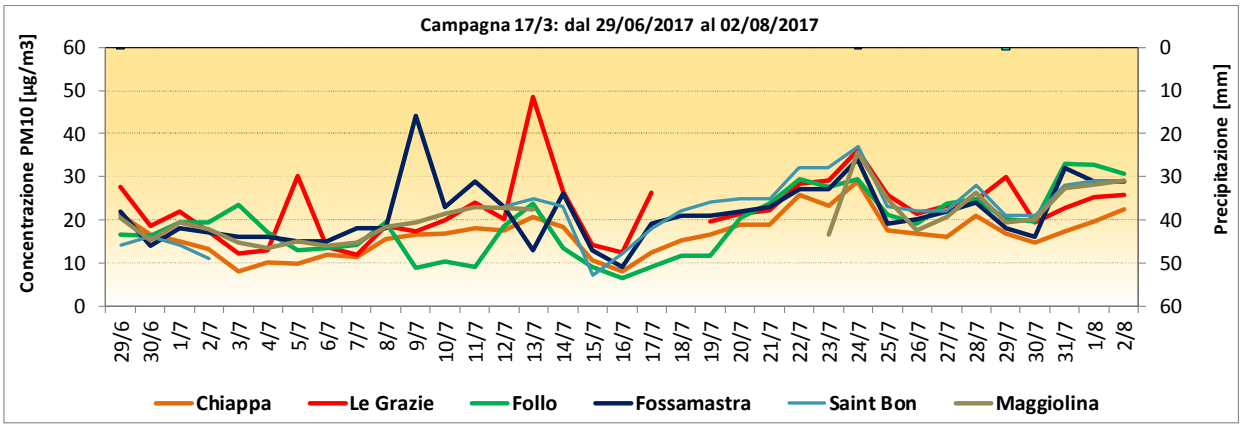


Figura 65 - Andamento temporale del PM10 a Chiappa, Le Grazie, Follo, Fossamastra, Saint Bon e Maggiolina durante la campagna P14 17/3. Valori in µg/m³.

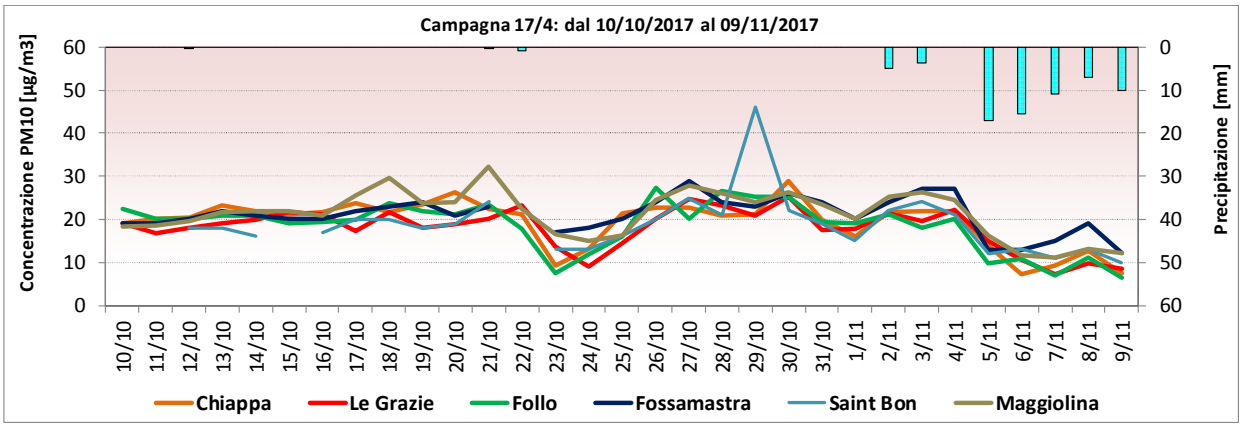


Figura 66 - Andamento temporale del PM10 a Chiappa, Le Grazie, Follo, Fossamastra, Saint Bon e Maggiolina durante la campagna P14 17/4. Valori in µg/m³.

I grafici mettono in evidenzia sia la coerenza della distribuzione del PM10 in vari punti del comprensorio della Spezia, sia l'influenza di eventi locali:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

- **P14 17/1** (campagna invernale): la elevata precipitazione avvenuta durante la parte centrale della campagna accompagnata da una elevata perturbazione atmosferica ha abbassato la concentrazione del PM10 che, in ambito urbano (Fossamastra e Maggiolina) aveva superato i 40 µg/m^3. Il 31/1/17, giornata con piovosità elevata, si sono avuti due massimi relativi di concentrazione del PM10 a Fossamastra e Chiappa probabilmente da attribuire alla perturbazione in atto. Nella seconda parte della campagna, dal 8 al 22 febbraio l'andamento della concentrazione del PM10 è stato coerente in tutte le postazioni, con l'unica eccezione di una forte diminuzione del PM10 a Fossamastra l'11/2. Da segnalare che in data 27/01/2017 si è rilevato un picco di concentrazione presso tutte le postazioni in concomitanza di condizioni meteo favorevoli all'accumulo di inquinanti e ad episodi di abbruciamenti che hanno interessato tutta l'area dove si effettua il monitoraggio;
- **P14 17/2** (campagna primaverile): questa campagna si distingue per l'estrema omogeneità della concentrazione giornaliera del PM10 in tutte le postazioni a prescindere dalla loro classificazione (urbana, extraurbana, di fondo, ecc.): è probabile che il meteo del periodo, con una prima fase caratterizzata da tempo tipicamente primaverile (con gli unici eventi precipitativi e vivace ventilazione) ed una seconda quasi estivo e più stabile, abbia avuto un ruolo fondamentale nell'andamento riscontrato, con i valori più bassi ad inizio monitoraggio;
- **P14 17/3** (campagna estiva): in un contesto di polverosità diffusa in maniera abbastanza omogenea, nella prima parte della campagna si distinguono tre singoli eventi con concentrazione superiore all'andamento riscontrabile nelle altre postazioni: il 5/7 a Le Grazie, il 9/7 a Fossamastra e il 13/7 ancora a Le Grazie. Di questi, il picco di concentrazione a Fossamastra del 9/7 è spiegabile con i diversi incendi su tre fronti diversi del Parco di Montemarcello nella mattina mentre nel pomeriggio altri due roghi si sono verificati nella zona di Santo Stefano. Non è stata chiaramente individuata la motivazione del picco elevato a Le Grazie del 13/7 che coincide con un massimo relativo anche a Follo e si pensa ad influenze dovute a combustione di biomasse dato l'elevato contenuto di levoglucosano nel PM10 (v. par. 6.1.3). Nella seconda parte della campagna non vi sono stati singoli episodi particolarmente differenti dall'andamento complessivo riscontrabile nelle postazioni;
- **P14 17/4** (campagna autunnale): anche in questa campagna la concentrazione del PM10 appare relativamente omogenea in tutte le postazioni e spicca solo il caso della elevata concentrazione di PM10 a Saint Bon il 29/10 (46 µg/m^3) e due massimi relativi a Follo il 18 e 21/10, con tutta probabilità da attribuire alle emissioni del riscaldamento domestico a biomasse, visto l'incremento autunnale del marker levoglucosano (v. 6.1.3.2).

In generale, si evidenzia una buona correlazione tra gli andamenti temporali del PM10 in quasi tutte le postazioni, tranne i limitati eventi locali appena descritti che determinano innalzamenti estemporanei della concentrazione del PM10, in un contesto di sostanziale omogeneità della sua diffusione nel comprensorio della Spezia, dipendente in buona parte da fattori stagionali e meteorologici. A dimostrazione di ciò, nella figura che segue è mostrato l'andamento del PM10 a Chiappa, Le Grazie, Follo nel periodo delle campagne e a Saint Bon e Maggiolina oltre che nel periodo delle campagne anche negli altri periodi. E' stata esclusa Fossamastra per le sue peculiarità.

I periodi delle campagne sono indicati da un box rosso e i periodi di funzionamento della centrale sono evidenziati da uno sfondo grigio.

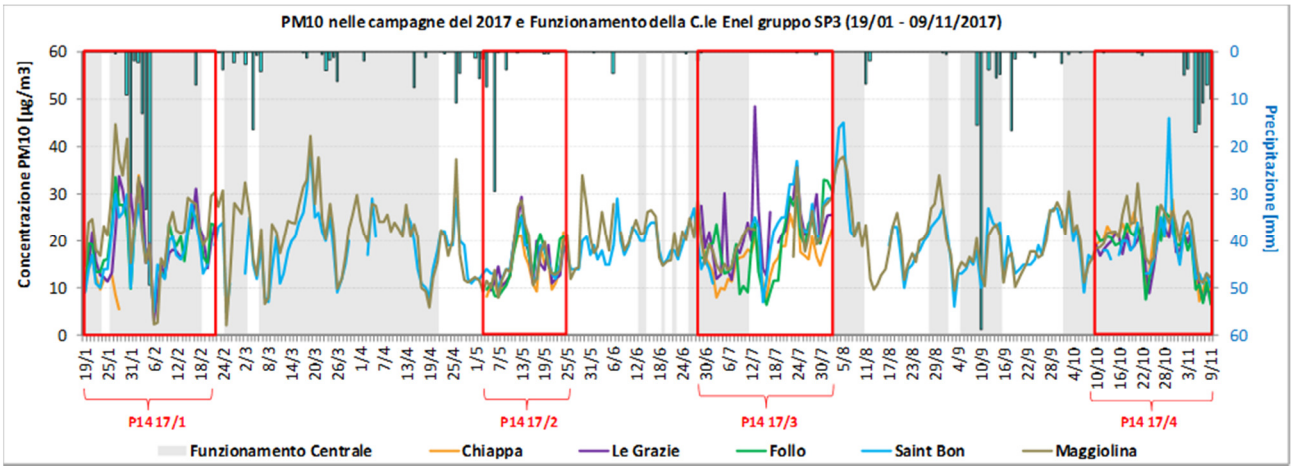


Figura 67 – Andamento del PM10 nelle postazioni attivate durante le campagne e in quelle di Saint Bon e Maggiolina della RQA, attive tutto l'anno.

Dalla figura si può osservare appunto la ottima omogeneità complessiva della concentrazione di PM10 tra le postazioni della figura precedente anche nei periodi intermedi alle campagne. Emerge anche una relazione della concentrazione del PM10 con le precipitazioni, con un suo forte decremento spesso dopo i periodi piovosi. Non si rileva invece una dipendenza con i periodi di funzionamento della centrale.

La tabella seguente confronta i valori medi di PM10 (± 1 deviazione standard) nelle campagne del 2017 in ciascuna postazione aggiuntiva (Chiappa, Le Grazie, Follo) con quelle urbane (Fossamastra, Saint Bon e Maggiolina), dove viene condotto il monitoraggio in continuo di PM10:

Campagna	Chiappa	Le Grazie	Follo	Fossamastra	Saint Bon	Maggiolina
P14 17/1 (19/01 - 22/02/17)	14,8 ± 7,9	19,6 ± 7,3	19,9 ± 5,7	25,4 ± 8,6	18,1 ± 6,2	23,3 ± 8,9
P14 17/2 (27/04 - 25/05/17)	13,8 ± 4,2	15,7 ± 5,2	15,6 ± 5,2	16,8 ± 4,3	15,8 ± 4,0	16,0 ± 5,5
P14 17/3 (29/06 - 02/08/17)	16,6 ± 4,7	22,6 ± 7,3	18,8 ± 7,2	21,5 ± 6,9	22,4 ± 6,9	20,7 ± 5,3
P14 17/4 (10/10 - 09/11/17)	19,3 ± 5,3	17,9 ± 4,7	18,5 ± 5,7	21,0 ± 4,1	18,7 ± 6,6	21,3 ± 5,3

Tabella 51 - Confronto tra i valori medi di PM10 nei quattro periodi di monitoraggio. Valori in µg/m^3.

Nei quattro periodi di monitoraggio, non si sono avute differenze molto evidenti tra le varie postazioni, con valori medi di PM10 equivalenti o lievemente maggiori nelle tre postazioni urbane della RQA rispetto alle tre aggiuntive. In linea generale, le maggiori concentrazioni si sono avute a Fossamastra, in analogia con quanto già rilevato in passato, e nelle altre due postazioni della RQA, più influenzate dalle pressioni proprie dell'ambiente urbano. Le minori concentrazioni di PM10 si sono quasi sempre riscontrate a Chiappa, postazione di fondo suburbano. Concentrazioni paragonabili a quelle dell'ambiente urbano si sono rilevate a Le Grazie e Follo in estate, probabilmente per le maggiori influenze da presenze turistiche nel caso di Le Grazie e per la combustione di biomasse nel caso di Follo.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

6.1 Caratterizzazione chimica del PM10

I campioni giornalieri di PM10 raccolti durante le campagne di monitoraggio delle deposizioni sono stati caratterizzati per il loro contenuto di metalli e benzo(a)pirene, a cura di ARPA Liguria. In particolare, i parametri chimici sono stati determinati nei campioni delle postazioni di Saint Bon, Fossamastra e Maggiolina, dove è attivo il monitoraggio periodico di ARPAL, cui sono stati aggiunti i campioni prelevati nelle postazioni aggiuntive di Le Grazie, Follo e Chiappa, attivate solo durante il periodo di monitoraggio delle deposizioni.
I campioni giornalieri sono stati analizzati per i parametri di interesse con cadenza di 6 giorni, nelle stesse giornate in cui tali analisi vengono effettuate di routine anche sulle postazioni della RQA (Amendola, Parco della Maggiolina, Fossamastra);
Nel dettaglio sono stati determinati i metalli previsti dal D.Lgs.155/2010 (As, Cd, Ni, Pb) e a questi sono stati aggiunti altri due di interesse per l'indagine: Cromo totale (Cr tot) e Vanadio (V).
Per alcuni dei metalli determinati e per il benzo[a]pirene valgono i seguenti valori limite o obiettivo (calcolato come media su un anno civile nella frazione PM10 del materiale particolato - Allegato XIII D.Lgs. 155/2010):

- Arsenico: 6 ng/m^3;
- Cadmio: 5 ng/m^3;
- Nickel: 20 ng/m^3;
- Piombo: 500 ng/m^3;
- benzo(a)pirene: 1,0 ng/m^3.

6.1.1 Contenuto di metalli nel PM10

Nelle tabelle che seguono sono i riportati i risultati delle determinazioni di Arsenico (As), Piombo (Pb), Nickel (Ni), Cadmio (Cd) nel PM10. I valori sono espressi in **ng/m^3**. La dicitura "nd", indica che non è disponibile il dato relativo al giorno di campionamento:

Campagna	Data	Amendola	Fossamastra	Maggiolina	Le Grazie	Follo	Chiappa
P14 17/1	21/1/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	nd
	27/1/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	02/2/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	08/2/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	14/2/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	20/2/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	nd
P14 17/2	27/4/17	1	< 1	< 1	nd	nd	nd
	03/5/17	1	< 1	< 1	nd	nd	nd
	09/5/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	15/5/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	21/5/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
P14 17/3	02/7/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	08/7/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	14/7/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	20/7/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	26/7/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	01/8/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
P14 17/4	12/10/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	18/10/17	< 1	< 1	< 1	73	< 1	< 1
	24/10/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	30/10/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	05/11/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Tabella 52 - Concentrazioni di Arsenico nei campioni di PM10. Valori in ng/m^3.

Campagna	Data	Amendola	Fossamastra	Maggiolina	Le Grazie	Follo	Chiappa
P14 17/1	21/1/17	3	3	1	< 1	1	< 1
	27/1/17	18	2	4	1	1	nd
	02/2/17	4	4	1	1	nd	2
	08/2/17	1	2	1	2	< 1	nd
	14/2/17	3	1	1	nd	1	nd
	20/2/17	5	1	2	< 1	< 1	nd
P14 17/2	27/4/17	3	3	2	nd	nd	nd
	03/5/17	1	1	1	nd	nd	nd
	09/5/17	< 1	1	2	2	1	3
	15/5/17	< 1	1	1	< 1	< 1	< 1
	21/5/17	< 1	1	< 1	< 1	< 1	< 1
P14 17/3	02/7/17	< 1	< 1	2	< 1	< 1	< 1
	08/7/17	27	4	2	1	1	3
	14/7/17	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1
	20/7/17	10	6	2	1	< 1	< 1
	26/7/17	28	< 1	2	< 1	< 1	< 1
	01/8/17	< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1
P14 17/4	12/10/17	4	4	4	< 1	1	< 1
	18/10/17	4	5	4	4	7	4
	24/10/17	2	5	3	< 1	< 1	< 1
	30/10/17	4	7	4	< 1	1	1
	05/11/17	2	2	2	< 1	< 1	< 1

Tabella 53 - Concentrazioni di Piombo nei campioni di PM10. Valori in ng/m³.

Campagna	Data	Amendola	Fossamastra	Maggiolina	Le Grazie	Follo	Chiappa
P14 17/1	21/1/17	2	< 1	2	< 1	1	< 1
	27/1/17	3	< 1	2	1	< 1	nd
	02/2/17	7	< 1	5	1	nd	4
	08/2/17	2	< 1	3	< 1	< 1	nd
	14/2/17	2	< 1	1	nd	1	nd
	20/2/17	2	< 1	1	< 1	< 1	nd
P14 17/2	27/4/17	2	3	3	nd	nd	nd
	03/5/17	3	2	2	nd	nd	nd
	09/5/17	3	< 1	4	2	< 1	1
	15/5/17	1	< 1	3	2	< 1	3
	21/5/17	< 1	< 1	1	1	1	< 1
P14 17/3	02/7/17	7	< 1	3	< 1	< 1	< 1
	08/7/17	< 1	< 1	2	< 1	< 1	< 1
	14/7/17	6	11	5	1	1	< 1
	20/7/17	4	8	4	< 1	2	< 1
	26/7/17	9	7	3	< 1	< 1	< 1
	01/8/17	4	< 1	4	< 1	< 1	< 1
P14 17/4	12/10/17	9	5	5	< 1	1	< 1
	18/10/17	8	6	4	3	1	1
	24/10/17	1	6	2	< 1	< 1	< 1
	30/10/17	4	6	3	< 1	< 1	< 1
	05/11/17	< 1	1	3	< 1	< 1	< 1

Tabella 54 - Concentrazioni di Nickel nei campioni di PM10. Valori in ng/m³.

Campagna	Data	Amendola	Fossamastra	Maggiolina	Le Grazie	Follo	Chiappa
P14 17/1	21/1/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	27/1/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	nd
	02/2/17	< 1	< 1	< 1	< 1	nd	< 1
	08/2/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	nd
	14/2/17	< 1	< 1	< 1	nd	< 1	nd
	20/2/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	nd
P14 17/2	27/4/17	< 1	< 1	< 1	nd	nd	nd
	03/5/17	< 1	< 1	< 1	nd	nd	nd
	09/5/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	15/5/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	21/5/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
P14 17/3	02/7/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	08/7/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	14/7/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	20/7/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	26/7/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	01/8/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
P14 17/4	12/10/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	18/10/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	24/10/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	30/10/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	05/11/17	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Tabella 55 - Concentrazioni di Cadmio nei campioni di PM10. Valori in ng/m³.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Relativamente alle tabelle precedenti, si possono fare le seguenti osservazioni:

- **Arsenico e Cadmio**: i valori di concentrazione nel PM10 sono rimasti quasi sempre pari o inferiori al limite di rilevabilità in aria. Pertanto non è possibile fare considerazioni in merito, salvo rilevare che tali metalli sono risultati poco presenti nel PM10 e, di conseguenza, molto inferiori ai rispettivi limiti normativi annuali di 6 ng/m^3 per As e di 5 ng/m^3 per Cd;
- **Piombo**: nelle quattro campagne, i valori di concentrazione sono risultati molto bassi e di molto inferiori al limite normative di 500 µg/m^3. Normalmente, le concentrazioni sono rimaste comprese tra <1 e 10 ng/m^3 in tutte le postazioni, salvo che ad Amendola il 18 ng/m^3 il 17/1, 27 ng/m^3 il 8/7 e 28 ng/m^3 il 26/7, probabilmente da attribuire a situazioni locali;
- **Nickel**: i valori di concentrazione giornaliera di Ni sono rimasti compresi normalmente tra <1 e 10 ng/m^3 in tutte le postazioni salvo che a Fossamastra il 14/7 (11 ng/m^3).

6.1.2 Contenuto di benzo[a]pirene nel PM10

Come sopra descritto il benzo[a]pirene (BaP) è stato determinato solo nei campioni di Amendola, Fossamastra e Maggiolina, in cui viene determinato ogni sei giorni, ma sfalsato di tre giorni rispetto alle precedenti caratterizzazioni dei metalli. I risultati sono riportati nella tabella seguente:

Campagna	Data	Amendola	Fossamastra	Maggiolina
P14 17/1	24/1/17	0,44	0,41	0,39
	30/1/17	0,37	1,00	0,48
	05/2/17	0,11	0,19	0,11
	11/2/17	0,44	0,31	0,35
	17/2/17	0,46	0,33	0,19
P14 17/2	30/4/17	0,22	0,24	0,26
	06/5/17	0,33	0,28	0,28
	12/5/17	0,24	0,22	0,19
	18/5/17	0,24	0,24	0,52
	24/5/17	0,22	0,19	0,43
P14 17/3	05/7/17	0,02	0,02	0,04
	11/7/17	0,02	0,04	0,04
	17/7/17	0,02	0,02	0,04
	23/7/17	0,02	0,02	0,04
	29/7/17	0,04	0,02	0,04
P14 17/4	15/10/17	0,17	0,17	0,26
	21/10/17	0,35	0,13	0,20
	27/10/17	0,31	0,33	0,15
	02/11/17	0,19	0,17	0,11
	08/11/17	0,28	0,41	0,28

Tabella 56 - Concentrazioni di benzo[a]pirene nei campioni di PM10. Valori in ng/m^3.

La concentrazione giornaliera di BaP è variata durante le quattro campagne in modo abbastanza differente stagionalmente ma in modo omogeneo tra le postazioni. Si notano infatti le concentrazioni giornaliere maggiori ma comunque inferiori o prossime a 1 ng/m^3 nella campagna invernale e primaverile mentre quelle minori nella campagna estiva in cui i valori di concentrazione sono risultati anche di molto inferiori a 1.
Nella tabella che segue, sono riportati i principali parametri statistici per ciascuna campagna e postazione di monitoraggio:

		Amendola	Fossamastra	Maggiolina
Campagna 17/1	*n*	*5*	*5*	*5*
	Media	**0,36**	**0,45**	**0,30**
	Min	0,11	0,19	0,11
	Max	0,46	1,00	0,48
	Mediana	0,44	0,33	0,35
Campagna 17/2	*n*	*5*	*5*	*5*
	Media	**0,25**	**0,23**	**0,34**
	Min	0,22	0,19	0,19
	Max	0,33	0,28	0,52
	Mediana	0,24	0,24	0,28
Campagna 17/3	*n*	5	5	5
	Media	**0,02**	**0,02**	**0,04**
	Min	0,02	0,02	0,04
	Max	0,04	0,04	0,04
	Mediana	0,02	0,02	0,04
Campagna 17/4	*n*	*5*	*5*	*5*
	Media	**0,26**	**0,24**	**0,20**
	Min	0,17	0,13	0,11
	Max	0,35	0,41	0,28
	Mediana	0,28	0,17	0,20

Tabella 57 – Indici statistici descrittivi delle concentrazioni di benzo[a]pirene nei campioni di PM10. Valori in ng/m^3, salvo *n* (numero dei campioni).

I valori medi nelle quattro postazioni sono risultati compresi tra 0,23 e 0,45 ng/m^3 nelle campagne **invernali** e **primaverili** e tra 0,02 e 0,26 ng/m^3 nelle campagne **estive** e **autunnali**.

6.1.3 Contenuto di levoglucosano, carbonio elementare e organico nel PM10

Come previsto dal protocollo analitico, sono stati esaminati alcuni campioni di PM10 relativamente al loro contenuto di levoglucosano, carbonio elementare (EC) e organico (OC).

Per considerazioni di dettaglio sulle sorgenti di emissione di levoglucosano e EC e OC si rimanda al rapporto sulle misure del 2015. In sintesi, il levoglucosano, un anidro-zucchero, è considerato uno dei traccianti specifici della combustione della legna nei campioni di particolato atmosferico [Simoneit, 1999, Duan et al., 2004, Schmidl et al., 2008].

Il Carbonio Organico (OC) è una miscela di idrocarburi e di composti ossigenati del carbonio e può essere sia di origine primaria sia secondaria. L'OC primario si origina da emissioni da combustione principalmente come particelle submicroniche e anche da emissioni naturali di specie vegetali [Duan et al., 2004] mentre quello secondario da reazioni fotochimiche che avvengono in atmosfera tra composti organici volatili e precursori gassosi [Jacobson et al., 2000; Kanakidou et al., 2005; Tsigaridis et al., 2006].

Il carbonio elementare (EC) ha struttura grafitica con colorazione nera. E' essenzialmente un inquinante primario, emesso direttamente durante l'incompleta combustione di fossili e carburanti [Bond et al., 2007, Szidat S. et. al., 2009, Chow, J. et al. 2011].

Il rapporto OC/EC è un parametro che può aiutare a discriminare tra differenti sorgenti di PM10 in quanto durante l'estate è principalmente influenzato dalla maggiore

produzione di OC secondario derivante da attività fotochimica e dall'aumentata emissione di precursori biogenici di aerosol secondari organici (SOA); durante l'inverno è influenzato da emissioni primarie quali la combustione di combustibili fossili.
Le determinazioni analitiche di levoglucosano, EC e OC sono state condotte con le stesse modalità di quelle dei campioni del 2015[25].
A seconda delle aree investigate, il rapporto OC/EC varia da valori alti, anche superiori a 16 a valori prossimi a 1. I valori maggiori si hanno in estate in postazioni meno antropizzate in quanto l'OC è elevato per la presenza di vegetazione che ne favorisce la formazione e l'EC è basso per la scarsa presenza di sorgenti antropiche. Viceversa i valori più bassi si hanno nel periodo invernale e negli ambienti inquinati, dove le sorgenti primarie di OC e soprattutto di EC sono prevalenti [Handler et al., 2008].

Le determinazioni di levoglucosano, Carbonio Organico (OC) e Carbonio Elementare (EC) sono state condotte in alcuni campioni del periodo invernale-primaverile ed estivo delle postazioni di Follo, Chiappa e Le Grazie. Per l'ubicazione delle postazioni si veda il cap.2. Le postazioni di Follo e Le Grazie sono classificate come "extraurbane", la prima è posizionata in un contesto rurale nell'entroterra e la seconda direttamente affacciata sul Golfo della Spezia. Dagli studi modellistici [CESI, 2014]; entrambe le postazioni possono essere influenzate dalle ricadute delle emissioni della Centrale ENEL della Spezia, seppure in maniera molto differente tra di loro, in quanto Follo è prevalentemente soggetta alle emissioni derivanti dal gruppo a carbone denominato SP3 mentre Le Grazie a quelle dei gruppi a metano SP1 e SP2 oggi non attivi.
La postazione di Chiappa fa parte della RQA di ARPAL ed è classificata come di "Fondo suburbana" e subisce prevalentemente le pressioni ambientali delle emissioni urbane della Spezia.

6.1.3.1 Inquadramento meteoclimatico dei giorni di campionamento

La tabella che segue sintetizza i principali parametri meteoclimatici dei giorni utilizzati per la determinazione di OC, EC e levoglucosano:

Data	Meteo significativo del giorno	Temperatura massima (°C)	Temperatura minima (°C)	Temperatura media (°C)	Precipitazione mm	Ventosità (m/s)	Ventosità massima (m/s)
22/01/2017	Nubi alte	12	6	9	0	3	5
01/02/2017	Coperto con precipitazioni	13	12	12	2	4	8
17/02/2017	coperto - debole pioggia	13	10	12	7	1	3
22/02/2017	poco nuvoloso	15	9	12	0	1	5
13/05/2017	nuvoloso	20	16	18	0	3	6
17/05/2017	poco nuvoloso - alta pressione, forte stabilità	28	17	24	0	2	5
22/05/2017	sereno	25	16	21	0	2	5
24/05/2017	nuvolosità bassa	21	16	19	0	3	7
10/07/2017	poco nuvoloso - vento da mare - elevata umidità	27	23	25	0	3	6
13/07/2017	poco nuvoloso - elevata umidità	28	22	26	0	3	6

[25] V. Rapporti ARPAL nr. 11569 del 14/04/17 e nr. 2778 del 26/01/18

19/07/2017	Incendio Zignago e Beverino	29	20	25	0	3	7
29/07/2017	sereno	29	23	26	0,6	3	6
31/07/2017	anticiclone NordAfricano	31	22	27	0	1	5
15/10/2017	sereno - alta pressione	21	12	17	0	1	4
16/10/2017	sereno - alta pressione	21	11	16	0	1	5
27/10/2017	Nuvoloso	20	13	16	0	1	4
28/10/2017	Sereno	19	13	16	0	2	5
02/11/2017	nuvoloso, poi pioggia in serata	17	10	14	5	1	4

Tabella 58 - Sintesi dei principali parametri meteorologici dei giorni interessati dalle analisi di EC, OC e Levoglucosano

Per limitare l'influenza eccessiva delle variabili meteorologiche, sono stati scelti campioni di giornate con assenza quasi totale di precipitazioni e per lo più serene e temperature nelle medie stagionali.

6.1.3.2 Risultati della determinazione del levoglucosano nel PM10

Nella tabella che segue, sono riportati i valori in concentrazione di PM10, levoglucosano e la percentuale di levoglucosano presente nel PM10:

Postazione	Data	PM10	Levoglucosano [µg/m²]	% nel PM10
FOLLO	22/01/17	13,4	0,17	1,29%
FOLLO	01/02/17	22,4	0,24	1,07%
FOLLO	17/02/17	25,1	0,30	1,18%
FOLLO	22/02/17	23,4	0,23	0,99%
FOLLO	13/05/17	25,4	0,05	0,19%
FOLLO	17/05/17	18,7	0,10	0,53%
FOLLO	22/05/17	13,0	0,09	0,71%
FOLLO	24/05/17	21,0	0,09	0,42%
FOLLO	10/07/17	10,4	0,02	0,21%
FOLLO	13/07/17	23,8	0,42	1,76%
FOLLO	19/07/17	11,5	0,02	0,17%
FOLLO	29/07/17	20,2	0,01	0,07%
FOLLO	31/07/17	33,0	0,60	1,83%
FOLLO	15/10/17	19,1	0,10	0,55%
FOLLO	16/10/17	19,4	0,09	0,44%
FOLLO	27/10/17	20,0	0,28	1,39%
FOLLO	28/10/17	26,5	0,13	0,50%
FOLLO	02/11/17	21,1	0,23	1,10%
LE GRAZIE	22/01/17	15,6	0,15	0,96%
LE GRAZIE	01/02/17	23,1	0,14	0,60%
LE GRAZIE	05/02/17	19,4	0,18	0,92%
LE GRAZIE	17/02/17	31,2	0,24	0,76%
LE GRAZIE	22/02/17	23,5	0,24	1,04%
LE GRAZIE	13/05/17	29,4	0,03	0,09%
LE GRAZIE	17/05/17	20,0	0,35	1,76%
LE GRAZIE	22/05/17	12,0	0,05	0,41%
LE GRAZIE	24/05/17	18,9	0,08	0,43%
LE GRAZIE	10/07/17	19,9	0,02	0,11%
LE GRAZIE	13/07/17	48,5	0,36	0,74%
LE GRAZIE	19/07/17	19,7	0,03	0,17%
LE GRAZIE	29/07/17	30,0	0,02	0,06%
LE GRAZIE	31/07/17	22,8	0,16	0,69%
LE GRAZIE	15/10/17	21,7	0,10	0,48%
LE GRAZIE	16/10/17	21,1	0,08	0,38%

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Postazione	Data	PM10	Levoglucosano [µg/m³]	% nel PM10
LE GRAZIE	27/10/17	24,8	0,15	0,59%
LE GRAZIE	28/10/17	23,1	0,13	0,58%
LE GRAZIE	02/11/17	21,3	0,16	0,73%
CHIAPPA	22/01/17	12,3	0,31	2,50%
CHIAPPA	01/02/17	21,4	0,36	1,67%
CHIAPPA	05/02/17	18,9	0,25	1,34%
CHIAPPA	13/05/17	21,1	0,07	0,34%
CHIAPPA	17/05/17	9,3	0,08	0,90%
CHIAPPA	22/05/17	10,9	0,11	1,02%
CHIAPPA	24/05/17	21,9	0,20	0,93%
CHIAPPA	10/07/17	16,7	0,03	0,18%
CHIAPPA	13/07/17	20,6	0,05	0,22%
CHIAPPA	19/07/17	16,4	0,04	0,25%
CHIAPPA	29/07/17	16,7	0,03	0,17%
CHIAPPA	31/07/17	17,3	0,21	1,19%
CHIAPPA	15/10/17	21,1	0,27	1,26%
CHIAPPA	16/10/17	21,6	0,19	0,88%
CHIAPPA	27/10/17	22,7	0,25	1,11%
CHIAPPA	28/10/17	20,9	0,25	1,19%
CHIAPPA	02/11/17	21,7	0,41	1,89%

Tabella 59 - Risultati delle determinazioni di Levoglucosano in alcuni campioni di PM10.

I risultati sono mostrati in forma grafica negli istogrammi seguenti. Il fondo scala della concentrazione di levoglucosano è stato mantenuto equivalente a quello dei grafici relativi ai risultati del 2015 e 2016[26], riportati nel cap. 7:

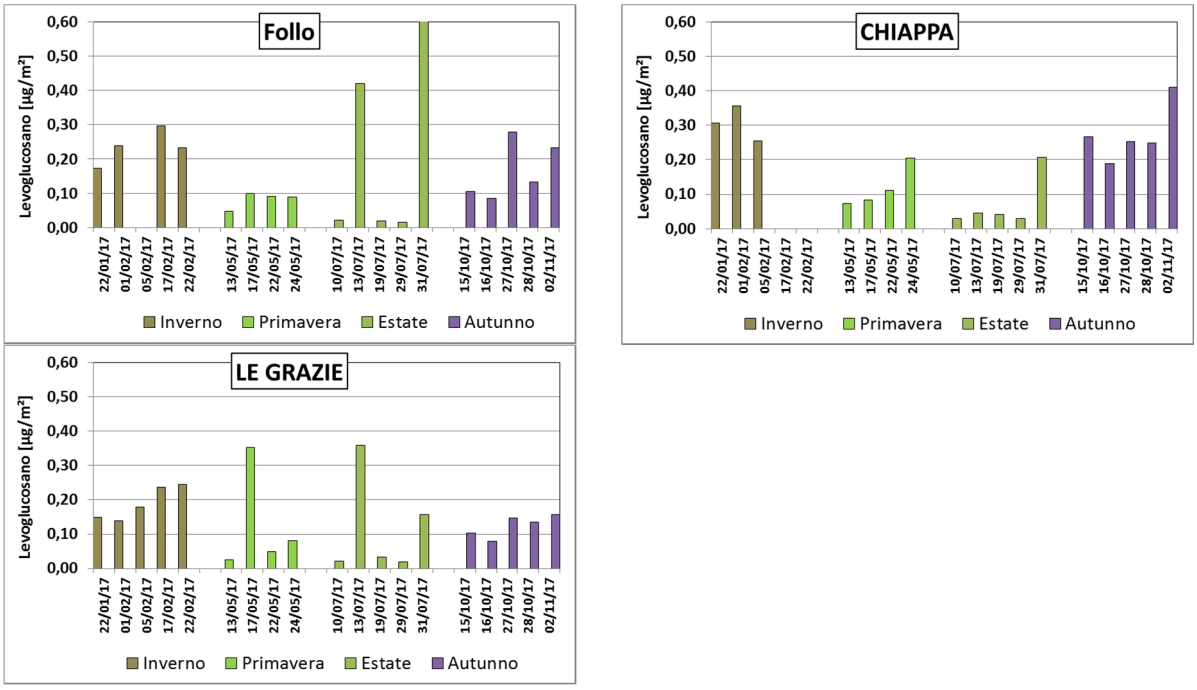


Figura 68 – Andamento delle concentrazioni di Levoglucosano in alcuni campioni stagionali di Follo, Chiappa e Le Grazie.

[26] V. Rapporti ARPAL nr. 11569 del 14/04/17 e nr. 2778 del 26/01/18

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Dalla tabella e dalle figure precedenti risaltano immediatamente alcune evidenze:

- la concentrazione in aria di levoglucosano è risultata complessivamente bassa in tutti i campioni delle tre postazioni ma leggermente superiore a quella dell'anno precedente;
- in linea generale, la concentrazione di levoglucosano è risultata inferiore in primavera e estate rispetto all'autunno e inverno e ciò è coerente con l'utilizzo della combustione della legna per il riscaldamento domestico;
- a Follo si sono rilevate concentrazioni elevate di levoglucosano in due campioni estivi 13 e 31 luglio: quest'ultimo risulta spiegabile da un vasto incendio in media val di Vara in località Stadomelli. Tal valori sono anche le massime misurate (rispettivamente 0,42 e 0,60 µg/m^3);
- a Chiappa si è avuto un massimo relativo estivo il 31/7 analogamente a Follo e Le Grazie mentre è evidente la maggior concentrazione media invernale rispetto alle altre postazioni e indica una influenza della combustione domestica a legna anche in ambiente urbano;
- da segnalare un massimo relativo a Le Grazie il 17/5 che potrebbe derivare da combustione di biomasse locali.

Nel 2017, come atteso, il contributo del levoglucosano alla concentrazione di PM10 è variato molto stagionalmente e la tabella che segue riassume tale contributo per ciascuna postazione. Sono stati esclusi i casi sopra discussi di valori anomali stagionali:

Levoglucosano % nel PM10				
	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
FOLLO	0,99-1,29	0,19-0,71	0,07-0,21	0,44-1,39
CHIAPPA	1,34-2,50	0,34-1,02	0,17-0,25	0,88-1,89
LE GRAZIE	0,60-1,04	0,09-0,43	0,06-0,17	0,38-0,73

Tabella 60 – Contenuto % stagionale di Levoglucosano nel PM10.

Appare molto evidente l'incremento di levoglucosano nel PM10 in autunno e inverno in tutte le postazioni con maggiore evidenza a Chiappa. Tale postazione risente quindi più delle altre delle influenze della combustione della legna per il riscaldamento domestico.
In termini di concentrazione in aria, la tabella seguente riassume le concentrazioni medie stagionali di levoglucosano in ciascuna postazione, inclusi i dati anomali sopra discussi:

	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
FOLLO	0,24	0,08	0,22*	0,17
CHIAPPA	0,31	0,12	0,07	0,27
LE GRAZIE	0,19	0,13	0,12	0,12

Tabella 61 - Medie stagionali della concentrazione in aria di Levoglucosano. Valori in µg/m^3. (*) – escludendo i dati anomali, la media estiva di Follo è pari a 0,02 µg/m^3.

La concentrazione in aria di levoglucosano a Follo e Chiappa risulta maggiore in autunno e in inverno. Da rimarcare che la concentrazione media estiva a Follo risulta essere di 0,02 µg/m^3 se si escludono i due dati anomali sopra discussi. A Le Grazie le medie stagionali risultano confrontabili e si ha un modesto incremento medio solo in inverno.
La media annuale dell'intero comprensorio risulta essere nel 2017 di 0,17 µg/m^3.
I risultati sono in linea con quanto misurato in altri siti di fondo urbano [Piazzalunga et al., 2011].

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

6.1.3.3 Risultati della determinazione di OC e EC nel PM10

Nella tabella che segue, sono riportate le concentrazioni di carbonio organico (OC) e elementare (EC) determinate nei campioni di PM10 del 2017. Il Carbonio Totale (TC) è la somma di OC ed EC. E' stata anche riportata la percentuale di OC ed EC nel PM10 e il rapporto OC/EC:

Postazione	Data	PM10 [µg/m³]	OC [µg/m³]	EC [µg/m³]	TC [µg/m³]	% OC nel PM10	% EC nel PM10	OC/EC
FOLLO	22/01/17	13	2,80	0,29	3,09	20,9%	2,1%	9,7
FOLLO	01/02/17	22	3,87	0,41	4,28	17,3%	1,8%	9,5
FOLLO	17/02/17	25	4,49	0,51	5,01	17,9%	2,0%	8,7
FOLLO	22/02/17	23	4,52	0,47	4,99	19,3%	2,0%	9,6
FOLLO	13/05/17	25	1,74	0,30	2,04	6,8%	1,2%	5,8
FOLLO	17/05/17	19	3,46	0,25	3,71	18,5%	1,3%	13,8
FOLLO	22/05/17	13	3,49	0,30	3,79	26,8%	2,3%	11,6
FOLLO	24/05/17	21	3,72	0,38	4,11	17,7%	1,8%	9,8
FOLLO	10/07/17	10	2,61	0,41	3,01	25,1%	3,9%	6,4
FOLLO	13/07/17	24	4,64	0,61	5,24	19,5%	2,6%	7,6
FOLLO	19/07/17	12	3,85	0,41	4,26	33,4%	3,6%	9,3
FOLLO	29/07/17	20	2,55	0,43	2,98	12,6%	2,1%	5,9
FOLLO	31/07/17	33	8,73	0,68	9,41	26,4%	2,1%	12,8
FOLLO	15/10/17	19	4,25	0,62	4,86	22,2%	3,2%	6,9
FOLLO	16/10/17	19	4,24	0,75	4,99	21,8%	3,9%	5,6
FOLLO	27/10/17	20	4,63	0,70	5,33	23,1%	3,5%	6,6
FOLLO	28/10/17	26	4,34	0,73	5,07	16,4%	2,7%	6,0
FOLLO	02/11/17	21	5,85	0,89	6,73	27,6%	4,2%	6,6
LE GRAZIE	22/01/17	16	4,74	0,29	5,03	30,4%	1,9%	16,3
LE GRAZIE	01/02/17	23	2,99	0,43	3,43	13,0%	1,9%	6,9
LE GRAZIE	05/02/17	19	2,08	0,32	2,40	10,7%	1,7%	6,4
LE GRAZIE	17/02/17	31	3,75	0,70	4,46	12,0%	2,2%	5,4
LE GRAZIE	22/02/17	24	4,95	0,94	5,90	21,1%	4,0%	5,2
LE GRAZIE	13/05/17	29	1,32	0,22	1,54	4,5%	0,7%	6,0
LE GRAZIE	17/05/17	20	8,25	0,37	8,62	41,3%	1,9%	22,1
LE GRAZIE	22/05/17	12	2,58	0,44	3,02	21,5%	3,6%	5,9
LE GRAZIE	24/05/17	19	3,58	0,38	3,96	18,9%	2,0%	9,4
LE GRAZIE	10/07/17	20	2,07	0,36	2,44	10,4%	1,8%	5,8
LE GRAZIE	13/07/17	49	15,53	0,85	16,36	32,0%	1,8%	18,2
LE GRAZIE	19/07/17	20	4,07	0,59	4,65	20,7%	3,0%	7,0
LE GRAZIE	29/07/17	30	2,81	0,87	3,69	9,4%	2,9%	3,2
LE GRAZIE	31/07/17	23	4,81	0,89	5,70	21,1%	3,9%	5,4
LE GRAZIE	15/10/17	22	4,39	0,86	5,25	20,2%	3,9%	5,1
LE GRAZIE	16/10/17	21	4,37	1,14	5,51	20,7%	5,4%	3,8
LE GRAZIE	27/10/17	25	5,67	1,23	6,90	22,8%	5,0%	4,6
LE GRAZIE	28/10/17	23	5,20	0,96	6,16	22,5%	4,2%	5,4
LE GRAZIE	02/11/17	21	4,29	0,82	5,11	20,1%	3,8%	5,3
CHIAPPA	22/01/17	12	3,59	0,55	4,14	29,2%	4,4%	6,6
CHIAPPA	01/02/17	21	5,34	0,91	6,25	24,9%	4,3%	5,9
CHIAPPA	05/02/17	19	2,88	0,40	3,28	15,2%	2,1%	7,3
CHIAPPA	13/05/17	21	1,76	0,38	2,14	8,4%	1,8%	4,6
CHIAPPA	17/05/17	9	2,58	0,25	2,83	27,7%	2,7%	10,4
CHIAPPA	22/05/17	11	2,97	0,32	3,29	27,2%	2,9%	9,3
CHIAPPA	24/05/17	22	4,92	0,46	5,38	22,5%	2,1%	10,8
CHIAPPA	10/07/17	17	2,44	0,40	2,84	14,6%	2,4%	6,0
CHIAPPA	13/07/17	21	3,19	0,48	3,67	15,5%	2,3%	6,6
CHIAPPA	19/07/17	16	4,45	0,55	4,99	27,1%	3,3%	8,1
CHIAPPA	29/07/17	17	2,58	0,44	3,02	15,5%	2,6%	5,9
CHIAPPA	31/07/17	17	4,74	0,59	5,33	27,4%	3,4%	8,0
CHIAPPA	15/10/17	21	4,74	0,82	5,57	22,5%	3,9%	5,7
CHIAPPA	16/10/17	22	4,03	0,88	4,90	18,7%	4,1%	4,6
CHIAPPA	27/10/17	23	5,53	0,91	6,45	24,4%	4,0%	6,1
CHIAPPA	28/10/17	21	4,68	0,76	5,43	22,4%	3,6%	6,2
CHIAPPA	02/11/17	22	5,62	0,89	6,51	25,9%	4,1%	6,3

Tabella 62 - Risultati delle determinazioni di OC e EC in alcuni campioni di PM10

I dati della tabella precedente sono mostrati in forma di istogrammi nelle figure che seguono:

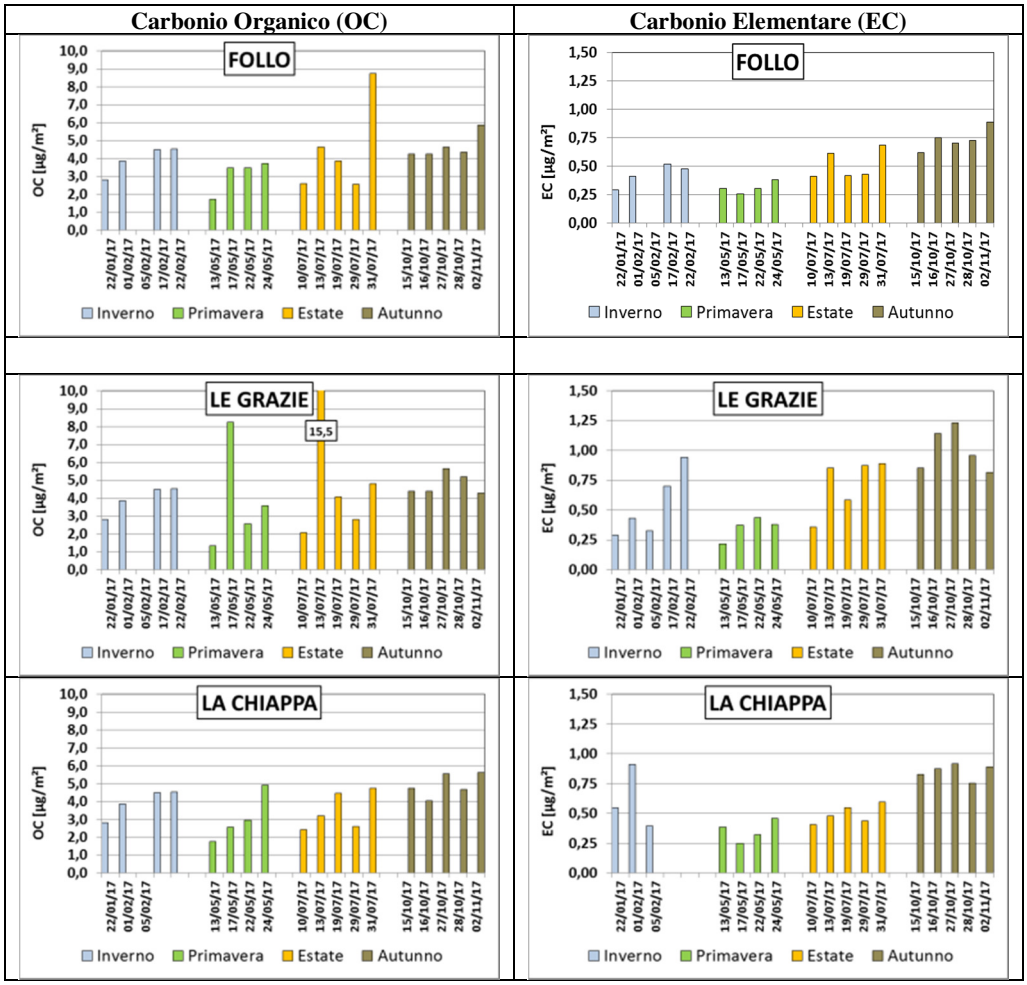


Figura 69 – Andamento temporale della concentrazione di OC ed EC nei campioni delle campagne del 2017.

In linea generale, le concentrazioni di OC ed EC sono maggiori in estate ed autunno come risulta anche dalla tabella che segue in cui sono riportate le concentrazioni medie stagionali per il 2017:

		Inverno	Primavera	Estate	Autunno
FOLLO	**OC [µg/m³]**	3,9	3,1	4,5 (§)	4,7
	EC [µg/m³]	0,4	0,3	0,5	0,7
LA CHIAPPA	**OC [µg/m³]**	3,9	3,1	3,5	4,9
	EC [µg/m³]	0,6	0,4	0,5	0,9
LE GRAZIE	**OC [µg/m³]**	3,7	3,9 (*)	5,9 (*)	4,8
	EC [µg/m³]	0,5	0,4	0,7	1,0

Tabella 63 – Concentrazioni medie stagionali di OC ed EC nelle campagne del 2017. (§) – Escludendo il campione del 31/7, la media estiva è pari a 3,4 µg/m³. (*) – Non considerando i dati anomali del 17/5 e del 13/7 le medie sarebbero rispettivamente di 2,5 e 3,4 µg/m³.

Le concentrazioni di OC ed EC riscontrate sono confrontabili con quelle degli anni precedenti se si escludono in dati anomali chiaramente attribuibili alle influenze di incendi e anche nel 2017 le differenze tra le postazioni sono contenute, se si escludono

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

alcuni dati anomali. I valori più elevati di OC si sono riscontrati il 31/07 a Follo, il 17/05 e il 13/07 a Le Grazie in concomitanza appunto con incendi nelle zone circostanti le postazioni. Nella postazione di Chiappa non si sono rilevati dati anomali. Escludendo i dati influenzati da incendi, le medie invernali sono rimaste comprese tra 3,7 e 3,9 µg/m^3, quelle primaverili tra 2,5 e 3,1 µg/m^3, le estive tra 3,4 e 3,5 µg/m^3 e quelle autunnali tra 4,7 e 4,9 µg/m^3.

Per quanto riguarda EC, i valori sono tutti rimasti compresi tra 0,3 e 1,0 µg/m^3 e le differenze stagionali tra le postazioni sono minime, come riscontrato nel 2016. Un lieve incremento di EC è rilevabile in autunno in tutte le postazioni.

Infine, le tabelle seguenti riassumono alcuni indici statistici delle misure di OC ed EC nelle tre postazioni:

Follo						
	OC [µg/m^3]	EC [µg/m^3]	TC [µg/m^3]	% OC nel PM10	% EC nel PM10	OC/EC
Media	4,1	0,5	4,6	21%	3%	8,4
Dev. Std	1,5	0,2	1,6	6%	1%	2,5
Min.	1,7	0,3	2,0	7%	1%	5,6
Max.	8,7	0,9	9,4	33%	4%	13,8

Tabella 64 – Statistica descrittiva delle misure di OC ed EC del 2017 per la postazione di Follo.

Le Grazie						
	OC [µg/m^3]	EC [µg/m^3]	TC [µg/m^3]	% OC nel PM10	% EC nel PM10	OC/EC
Media	4,6	0,7	5,3	20%	3%	7,8
Dev. Std	3,1	0,3	3,2	9%	1%	5,2
Min.	1,3	0,2	1,5	4%	1%	3,2
Max.	15,5	1,2	16,4	41%	5%	22,1

Tabella 65 - Statistica descrittiva delle misure di OC ed EC del 2017 per la postazione di Le Grazie.

La Chiappa						
	OC [µg/m^3]	EC [µg/m^3]	TC [µg/m^3]	% OC nel PM10	% EC nel PM10	OC/EC
Media	3,9	0,6	4,5	22%	3%	7,0
Dev. Std	1,2	0,2	1,4	6%	1%	1,8
Min.	1,8	0,2	2,1	8%	2%	4,6
Max.	5,6	0,9	6,5	29%	4%	10,8

Tabella 66 - Statistica descrittiva delle misure di OC ed EC del 2017 per la postazione di La Chiappa.

Il contenuto di OC nel PM10 nel 2017 è rimasto compreso tra il 4 e il 41% e quello di EC tra 1 e 5%, in linea con i valori dei precedenti monitoraggi.

In estrema sintesi, i valori medi annui di concentrazione di OC ed EC nel comprensorio della Spezia risultano essere:

- OC: 4,2 ± 2,1 µg/m^3;
- EC: 0,6 ± 0,3 µg/m^3.

Tali valori sono confrontabili con quelli del 2016 (OC: 3,34 ± 0,99 µg/m^3; EC: 0,61 ± 0,19 µg/m^3) e rientrano in quelli rilevabili in Europa. Infatti, in una indagine che ha preso in considerazione 14 siti della rete EMEP, di cui 12 di fondo rurale e 2 di fondo urbano, i valori medi annui sono stati ottenuti tra i seguenti intervalli:

- OC: da 1.20 ± 1.29 µg/m^3 di Mace Head (Irlanda) a 7.79 ± 6.80 µg/m^3 di Ispra (Italia);
- EC: da 0.17 ± 0.19 µg/m^3 a Birkenes (Norvegia) a 1.83 ± 1.32 µg/m^3 di Ispra (Italia).

Le tabelle seguenti sintetizzano il peso relativo di OC e EC sulla concentrazione totale di PM10 in aria, stagionalmente e annualmente:

OC					
Postazione	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	*Annuale*
Follo	19%	17%	23%	22%	*21%*
Chiappa	23%	21%	20%	23%	*22%*
Le Grazie	17%	22%	19%	22%	*20%*

Tabella 67 – Contenuto % medio di OC nei campioni di PM10.

EC					
Postazione	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	*Annuale*
Follo	2%	2%	3%	4%	3%
Chiappa	4%	2%	3%	4%	3%
Le Grazie	2%	2%	3%	5%	3%

Tabella 68 – Contenuto % medio di EC nei campioni di PM10.

Nei campioni del 2017, OC costituisce il 17 – 23% del PM10 in inverno, il 17 – 22% in primavera, il 19 -23% in estate e il 22-23% in autunno. Le differenze tra le postazioni risultano quindi minime e la variabilità stagionale è ridotta. EC invece è ancora meno variabile ed è rimasto compreso tra il 2 e il 5% in tutte le postazioni e in ogni stagione.
Annualmente OC costituisce il 20-22% della massa del PM10 ed EC il 3 %.
La somma di OC e EC ha quindi rappresentato in media circa un quarto della massa del PM10 nel 2017nelle postazioni aggiuntive della prescrizione 14, in linea con quanto riscontrabile anche in altri siti [Bove et al., 2014, Cesari et al.,2016].

Nell'ambito delle attività analitiche eseguite sui campioni della RQA per effettuare l'analisi di source apportionment, è stata condotta anche la determinazione di OC ed EC a Fossamastra ed Amendola. I risultati ottenuti sono in linea con quelli sopra riportati.

Infine, è stato esaminato l'andamento del rapporto OC/EC, di cui si riportano di seguito gli istogrammi dell'andamento temporale nelle postazioni:

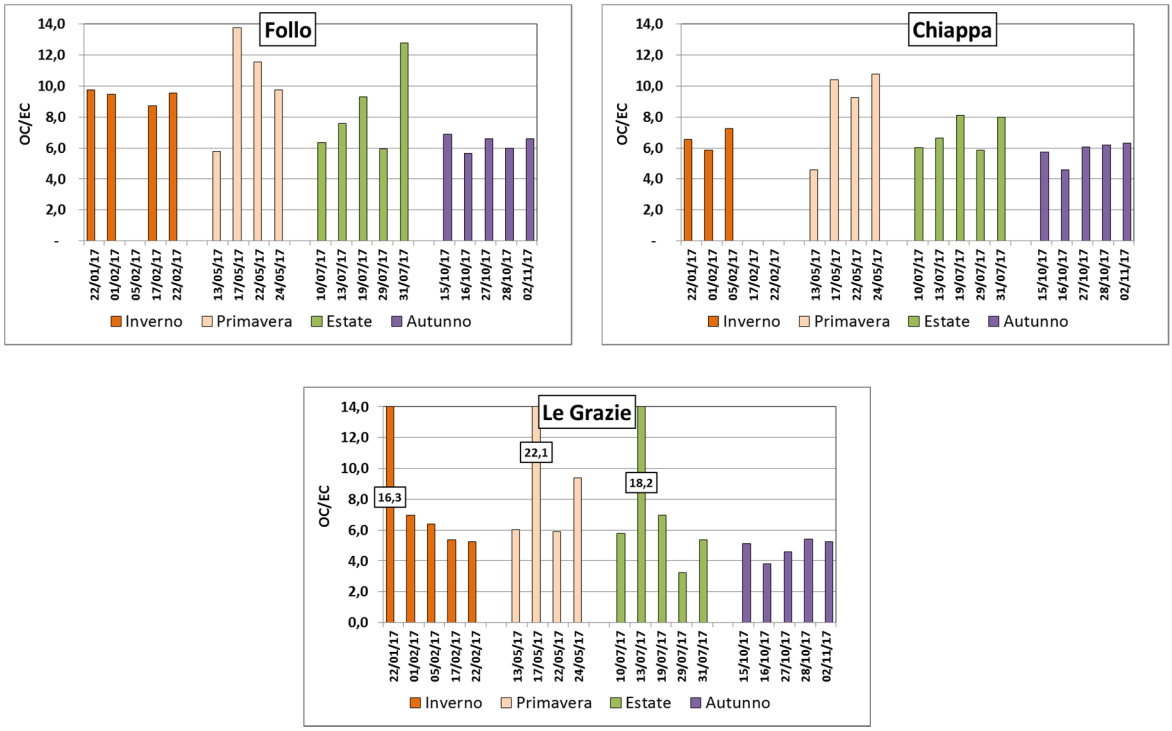


Figura 70 – Andamento temporale del rapporto OC/EC nei campioni di PM10.

La tabella seguente riporta le medie stagionali del rapporto OC/EC:

Postazione	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
Follo	9,4	10,2	8,4	6,3
Chiappa	6,6	8,8	6,9	5,8
Le Grazie	8,0	10,9	7,9	4,7

Tabella 69 – Valori medi del rapporto OC/EC nei campioni stagionali.

Nel 2017, in ciascuna postazione il rapporto OC/EC è risultato maggiore in primavera rispetto alle altre postazioni ed è in accordo con quanto riportato in letteratura (Sandrini et al., 2014) perché esso è principalmente influenzato dall'aumento di produzione di OC secondario per attività fotochimica e dalle maggiori emissioni di precursori biogenici di aerosol secondario organico; in inverno invece le sorgenti primarie di EC sono prevalenti. Inoltre, i valori dei rapporti OC/EC sono simili a quelli osservati in altri siti rurali e di fondo urbano in Europa (Castro et al., 1999; Pio et al., 2011).
Lo studio di source apportionment (vedi cap. 2) effettuato presso due delle postazioni urbane della RQA della Spezia con forte predominanza di traffico veicolare evidenzia invece valori medi di OC/EC inferiori a quelli individuati nelle postazioni aggiuntive della prescrizione 14 (3,5 in inverno e 2,9 in estate a Fossamastra e di 2,5 in inverno e 1,7 in estate ad Amendola). Ciò è in accordo con quanto riportato per i siti urbani europei (Perrone et al.,2012; Sandrini et al., 2014).

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

7. Sintesi dei risultati dei monitoraggi 2014-2017

In questo capitolo sono valutati i risultati delle campagne della prescrizione 14 effettuate dal 2014 fino al 2017. In particolare, sono analizzati gli andamenti riscontrati e la media dei risultati acquisiti nel corso dei quattro anni di monitoraggio, con l'obiettivo di avere una valutazione statistica delle deposizioni e delle concentrazioni in aria di specie chimiche che avvengono in media **stagionalmente** e non influenzate da eventi estemporanei (incendi, lavori stradali, ecc.). Per ottenere ciò è stata effettuata una selezione critica di tutti i dati, tenendo conto di eventi particolari e, per ciascun parametro, sono indicati i campioni non utilizzati nelle valutazioni statistiche e le relative motivazioni.

Per facilità di lettura, si riportano nel prospetto che segue i periodi delle campagne relative alla prescrizione 14:

Prescrizione 14			
Codifica	**Data**	**Note**	**Giorni di funzionamento della C.le ENEL**
P14 14/0	23/05 – 16/06/14	Campagna di "bianco"	0
P14 14/1	07/07 – 06/08/14	Campagna di monitoraggio estiva	26
P14 14/2	06/08 – 09/09/14	Campagna di monitoraggio estiva	27
P14 15/1	19/01 - 19/02/15	Campagna di monitoraggio invernale	14
P14 15/2	19/02 - 24/03/15	Campagna di monitoraggio invernale	27
P14 15/3	17/06 - 17/07/15	Campagna di monitoraggio estiva	23
P14 15/4	17/07 - 26/08/15	Campagna di monitoraggio estiva	29
P14 16/1	26/02 – 30/03/16	Campagna di monitoraggio invernale	32
P14 16/2	30/03 - 27/04/16	Campagna di monitoraggio invernale	22
P14 16/3	28/06 - 28/07/16	Campagna di monitoraggio estiva	30
P14 16/4	28/07 - 01/09/16	Campagna di monitoraggio estiva	12
P14 17/1	19/01 – 22/02/17	Campagna di monitoraggio invernale	25
P14 17/2	27/04 - 25/05/17	Campagna di monitoraggio primaverile di "bianco"	0
P14 17/3	29/06 - 02/08/17	Campagna di monitoraggio estiva	11
P14 17/4	10/10 - 09/11/17	Campagna di monitoraggio autunnale	30

Tabella 70 - Campagne eseguite per la prescrizione 14.

Al riguardo delle campagne effettuate, si possono fare i seguenti commenti:

- la campagna **P14 14/0** è stata una campagna di bianco, ovvero a Centrale ferma, parzialmente anomala solo per la postazione di Fossamastra, in quanto erano in corso presso la banchina ENEL una serie di lavori di manutenzione. Per le altre postazioni non sono stati rilevati eventi anomali, salvo il caso della postazione di fondo urbano di Chiappa per gli IPA;
- la prevista campagna primaverile **P14 17/2** grazie al fermo anticipato dell'impianto della CTE è diventata di fatto una campagna di bianco;
- nel complesso sono state condotte sette campagne estive e cinque invernali di monitoraggio con la Centrale in funzionamento normale, salvo per le campagne **P14 15/1** (invernale), **P14 16/4** (estiva), **P14 17/3** (estiva) in cui la Centrale ha funzionato parzialmente;
- durante le campagne del **2015** si sono verificate presso la postazione di **Fossamastra**, modifiche della viabilità;

- durante la **P14 15/2** la postazione di **Maggiolina** ha risentito di fenomeni molto locali, ovvero di sfalci delle zone erbose con sollevamento di polveri e dispersione di materiale non inerente le deposizioni atmosferiche;
- Per la valutazione degli andamenti pluriennali, la campagna P14 17/2 è utilizzata come bianco in quanto la centrale non ha mai funzionato, ad esclusione delle deposizioni di PCDD/F come meglio specificato al cap.5.

Nel corso delle campagne sono avvenuti gli eventi anomali meteorologici e locali riassunti di seguito:

- Campagne con eventi anomali meteorologici:
  - durante la **P14 14/1** a Spezia si è avuta un'anomalia pluviometrica di ben +138 mm/mese e temperature al di sotto della climatologia con uno scostamento negativo di circa 1.5 °C;
  - durante la **P14 15/2** nella postazione di Follo, a causa delle violente raffiche di vento, si è verificato il rovesciamento dei deposimetri e la loro sostituzione, con una durata della campagna di 19 giorni anziché 33;
  - durante la **P14 15/4,** a causa delle precipitazioni elevate per una serie di episodi temporaleschi, il deposimetro della postazione di **Arcola** è risultato completamente pieno di acqua, al limite della sua capacità di raccolta, senza però particolari conseguenze sul campionamento;
  - sono avvenuti due eventi di saharan dust durante il corso della **P14 16/2**;
  - durante la **P14 17/1**, a causa di precipitazioni intense è stato effettuato, visti i valori cumulati in alcune zone (Follo, Chiappa che hanno oltrepassato i 200 mm), il cambio dei deposimetri dopo solo circa due settimane di esposizione al fine di evitare la tracimazione della precipitazione già raccolta.
- Campagne con episodi di incendi:
  - Nel corso della campagna **P14 15/1** si è verificato un episodio locale di combustione di biomasse a Bolano;
  - Nel corso della campagna **P14 16/1,** il 23/03/2016 vi è stato un grave incendio di un edificio civile nei pressi della postazione di **Fossamastra** che ha influenzato alcune postazioni, come meglio descritto nel seguito;
  - Nel corso della campagna **P14 16/2** si sono avuti gli eventi seguenti:
    - Il 16/04/2016 si è sviluppato un Incendio nel bosco in località Pianazze, a ridosso della Centrale ENEL;
    - Il 19/04/2016 vi è stato un incendio presso la fonderia Patrone con probabile influenza sulle postazioni di Saint Bon e Chiappa;
  - Nel corso della campagna **P14 17/1**, si sono registrati abbruciamenti presso le postazioni extraurbane (Follo, Bolano e a Le Grazie) e nella zona di Parco della Maggiolina;
  - Nel corso della campagna estiva **P14 17/3** si sono verificati diversi incendi nella provincia della Spezia e in zone limitrofe:
    - il 09/07/2017 tre incendi nel Parco di Montemarcello e altri due roghi nella zona di Santo Stefano;
    - il 17/07/2017 un rogo nei boschi di Zignago e nel comune di Beverino;
    - il 28/07/2017 un incendio presso azienda Costa Mauro in Albiano Magra;

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

- il giorno 30/07/2017 un incendio di diversi ettari di bosco in un'area compresa tra Beverino e Rocchetta Vara che è proseguito per diversi giorni.

A **Fossamastra**, nelle campagne 2014-2015 il deposimetro era posizionato a circa 6 metri di altezza sul tetto del fabbricato in cemento in corrispondenza del sistema di bypass della linea di movimentazione del carbone. Nelle campagne del 2016 si è deciso di posizionare un deposimetro nella stessa postazione ma a circa 2 m di altezza (denominato Fossamastra – Basso) per uniformità con i deposimetri delle altre postazioni. Il deposimetro sul tetto del fabbricato è stato mantenuto, denominandolo Fossamastra-Alto. La valutazione dei ratei di polveri e metalli misurati nei due deposimetri adiacenti ha permesso di dedurre che i ratei del deposimetro Fossamastra-Basso sono con buona riproducibilità il doppio di quelli del deposimetro Fossamastra-Alto. Sulla base di questo confronto, pur con le dovute cautele legate al limitato numero di dati disponibili, si sono stimati a ritroso i ratei di deposizione delle polveri che si sarebbero rilevati a Fossamastra–Basso negli anni precedenti (applicando quindi ai ratei di deposizione rilevati a Fossamastra–Alto un fattore pari a 2). Pertanto i dati utilizzati per i confronti pluriennali a Fossamastra (deposizione di polveri, metalli e specie organiche) si intendono come se fossero tutti stati prelevati a 2 m di altezza (per dettagli si veda Appendice 4). Dopo tale sperimentazione, il deposimetro di riferimento per la postazione è quello posizionato a circa 2 m da terra, in prossimità della sede stradale. Nel 2017 si sono condotti due ulteriori campionamenti con un secondo deposimetro in posizione elevata per confermare gli andamenti riscontrati nel 2016. In Appendice 4 è riportato il confronto sia per il contenuto della polvere che dei metalli che conferma il fattore utilizzato per il ricalcolo delle deposizioni del 2014-2015.

Nei paragrafi che seguono, i dati pluriennali di monitoraggio delle deposizioni e del PM10 sono riassunti e sintetizzati per valutare gli andamenti riscontrabili. Per tale scopo, all'inizio di ciascun paragrafo sono indicate le assunzioni fatte.

Per i calcoli e le considerazioni del presente capitolo, i valori di deposizioni inferiori al limite di rilevabilità, sono stati sostituiti con metà del limite del rivelabilità, in accordo col Rapporto ISTISAN 04/15 (Menichini, E., & Viviano, G., 2004).

7.1 Ratei di deposizione delle polveri

Per l'analisi dell'andamento dei ratei di deposizione delle polveri dal 2014 al 2017 sono stati presi in considerazione i risultati ottenuti nelle postazioni previste dal protocollo, con le seguenti assunzioni:

- sono state escluse le campagne eseguite nelle postazioni di Marina del Canaletto e Vezzano, in quanto campagne "spot" con mezzo mobile;
- sono stati inclusi i monitoraggi nella postazione di Melara, condotti in contemporanea con le campagne della prescrizione 14, in quanto, su base modellistica, è punto di massima deposizione delle emissioni della Centrale ENEL,

nel caso soprattutto di eventi piovosi. Tale sito è stato inserito dal 2016 nel protocollo modificato, come postazione di monitoraggio continuo;

- non è stato considerato il rateo di deposizioni di **polveri** e **metalli** rilevato nella campagna **P14 15/2** a **Maggiolina** (156 mg/m^2/d) in quanto fortemente influenzato da operazioni di sfalcio nella zona erbosa adiacente la postazione, che ha risollevato dal terreno una discreta quantità di polveri e altri materiale vegetali, non riferibili quindi alle deposizioni atmosferiche;
- come sopra introdotto, la campagna **P14 17/2** è stata utilizzata come bianco in quanto la centrale non ha mai funzionato;
- la campagna **P14 17/4**, l'unica campagna svoltasi in autunno, non è stata utilizzata per la valutazione degli andamenti stagionali, che sono quindi limitati ad estate ed inverno;
- ai fini delle valutazioni degli andamenti temporali delle deposizioni, le campagne sono state raggruppate nella seguente maniera:
  - campagne di bianco: P14 14/0; 17/2;
  - campagne estive: P14 14/1; 14/2; 15/3; 15/4; 16/3; 16/4; 17/3;
  - campagne invernali: P14 15/; 15/2; 16/1; 16/2; 17/1;
- ai fini delle valutazioni degli andamenti spaziali delle deposizioni, le postazioni sono state raggruppate nella seguente maniera:
  - postazioni extra urbane; Bolano, Follo, Arcola, Le Grazie
  - postazione di fondo urbano: Chiappa;
  - postazione urbane: Maggiolina, Saint Bon, Fossamastra, Melara.
- In taluni casi, le postazioni di Fossamastra ed Arcola sono state trattate a parte per le particolarità già espresse.

Con le assunzioni sopra esposte, nella figura che segue, sono riportati i ratei di deposizione delle polveri nelle postazioni di monitoraggio, riportando da sinistra verso destra le postazioni extra urbane, quella di fondo urbano (Chiappa) e le urbane. Il fondo scala è stato fissato a 300 mg/m^2/d che è prossimo al valore che la normativa tedesca considera come riferimento per le deposizioni massime di polveri (350 mg/m^2/d - vedi cap. 5). Sono anche riportate le precipitazioni con asse secondario invertito.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

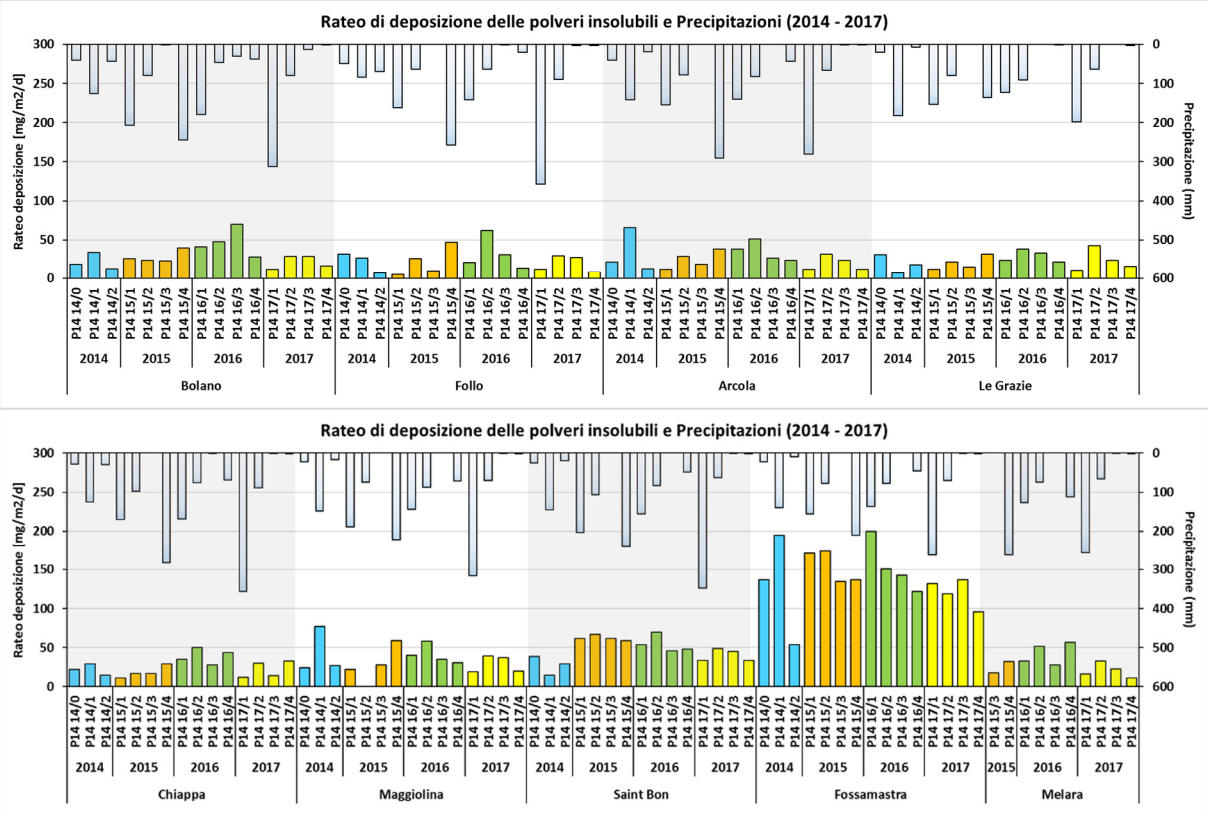


Figura 71 - Confronto dei ratei di deposizione di polveri delle campagne 2014-'17. Non è incluso il rateo della campagna P14 15/2 a Maggiolina (v. testo sopra).

Dalla figura precedente, si evidenzia che:

- le deposizioni si collocano complessivamente, a meno di **Fossamastra**, ben al di sotto dei valori di riferimento adottati da alcune nazione europee aventi caratteristiche analoghe a quelle del territorio italiano (200 – 350 mg/m^2/d) e sono inquadrabili nella classe di polverosità "*praticamente assente*" (<100 mg/m^2/d) secondo i parametri di classificazione del rapporto finale del gruppo di lavoro della Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico (vedi par. 5.1.1);
- la postazione di **Fossamastra**[27] presenta ratei di deposizione più elevati rispetto alle altre postazioni, ma comunque inferiori ai valori di riferimento adottati da alcune nazioni europee e la collocano in una classe di polverosità "*bassa*" secondo i parametri di classificazione del rapporto finale del gruppo di lavoro della Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico (vedi par 5.1.1). In tale postazione, si rilevano sistematicamente ratei più elevati in tutte le stagioni e suggeriscono una caratteristica locale;
- nel complesso, emerge un quadro di basse deposizioni di polveri con differenze non significative tra le postazioni da un punto di vista strettamente statistico, a meno di quella di Fossamastra. Si notano comunque alcune lievi differenze tra i valori **medi**

[27] Per la postazione di Fossamastra, da intendersi come quella di Fossamastra – Basso, a livello di terra, si sono utilizzati i ratei stimati a ritroso per le deposizioni del 2014 e 2015 (v. par. 5.3).

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

stagionali dei ratei di deposizione delle postazioni in area urbana e quelle in zone extraurbane e si è deciso di procedere ad una valutazione delle caratteristiche di deposizione delle due aree, riunendo le postazioni in gruppi omogenei per entità media delle deposizioni stagionali.

Nella tabella che segue sono riportati i valori medi stagionali (± 1 deviazione standard) dei ratei di deposizione di **polveri** nelle postazioni di monitoraggio, a confronto con la campagna di bianco. I ratei rilevati nelle singole campagne sono riportati in Appendice A7.1. I raggruppamenti delle campagne stagionali per il calcolo delle medie sono riportati ad inizio paragrafo.

Postazione	Tipologia	Campagne di bianco	Campagne estive	Campagne invernali
		Media (mg/m²/d)	*Media ± Dev. St. (mg/m²/d)*	*Media ± Dev. St. (mg/m²/d)*
Bolano	extra-urbana	24±7	34±18	30±14
Follo	extra-urbana	31±2	23±14	25±22
Arcola	extra-urbana	27±7	30±18	28±17
Le Grazie	extra-urbana	37±8	22±9	21±11
Chiappa	fondo-urbana	26±6	25±11	25±17
Maggiolina (#)	urbana	32±11	42±19	35±18
Saint Bon	urbana	44±7	43±17	57±14
Fossamastra (*)	urbana	128±13	132±42	166±26
Melara (§)	urbana	33	32±15	34±18

Tabella 71 – Ratei medi stagionali nelle postazioni di monitoraggio e delle campagne di bianco. (#) – Non è incluso il rateo della campagna P14 15/2 (v. sopra). (*) - I ratei di Fossamastra del 2014-15 sono stati ricalcolati come se fossero tutti rilevati al livello di 2 m. (§) – Dato di bianco di una sola campagna.

I ratei stagionali estivi ed invernali differiscono poco tra di loro per la maggior parte delle postazioni e si può cogliere qualche differenza solo per le postazioni di Fossamastra e Saint Bon, per altro entro una variabilità molto elevata, con una media lievemente maggiore in inverno, in dipendenza della variazione della pressione antropica che, nel periodo invernale, aumenta soprattutto a causa del riscaldamento, in quanto le emissioni industriali e il traffico subiscono variazioni meno marcate.
Tra le postazioni urbane, è singolare il caso della postazione di Maggiolina che ha una media estiva lievemente maggiore di quella invernale e ciò dipende dall'essere adiacente ad un'area di "sgambatura cani" che durante l'estate, in assenza di precipitazioni, diventa molto polverosa e la tipologia di utilizzo dell'area può determinare risollevamento alterando parzialmente la caratteristica della deposizione.
Relativamente ai ratei rilevati nelle campagne di bianco, a centrale ferma, non si riscontrano marcate differenze con le campagne svolte a centrale in funzione.

Come sopra introdotto, le postazioni sono state raggruppate per tipologia di ubicazione (extraurbane, urbane, ecc.) e nella tabella che segue sono riportati i ratei medi di deposizione stagionale delle polveri (± 1 deviazione standard) e delle campagne di bianco. La postazione di Fossamastra, per via della singolarità delle sue deposizioni, è stata mantenuta separata dalle altre urbane. Allo stesso modo, Chiappa, postazione di fondo urbano, è stata mantenuta separata da quelle urbane, in quanto ha caratteristiche di deposizione simili a quelle extraurbane e consente di valutare meglio le pressioni antropiche di quelle propriamente urbane.

	Campagne di bianco	Campagne estive	Campagne invernali
	Media (mg/m²/d)	*Media ± Dev. St. (mg/m²/d)*	*Media ± Dev. St. (mg/m²/d)*
P. Extra-urbane	30±7	27±15	26±16
P. Fondo Urbano	26±6	25±11	25±17
P. Urbane (#)	37±9	40±17	44±19
Fossamastra (*)	128±13	132±42	166±26

Tabella 72 - Confronto tra i valori della media stagionale (± 1 deviazione standard) per le polveri deposte nelle campagne della prescrizione P14. Valori in µg/m²/d. (#) – Non è incluso il rateo della campagna P14 15/2 di Maggiolina (v. sopra). (*) - I ratei di Fossamastra del 2014-15 sono stati ricalcolati come se fossero tutti rilevati a livello di 2 m.

I dati della tabella precedente sono mostrati sotto forma di istogrammi nella figura che segue:

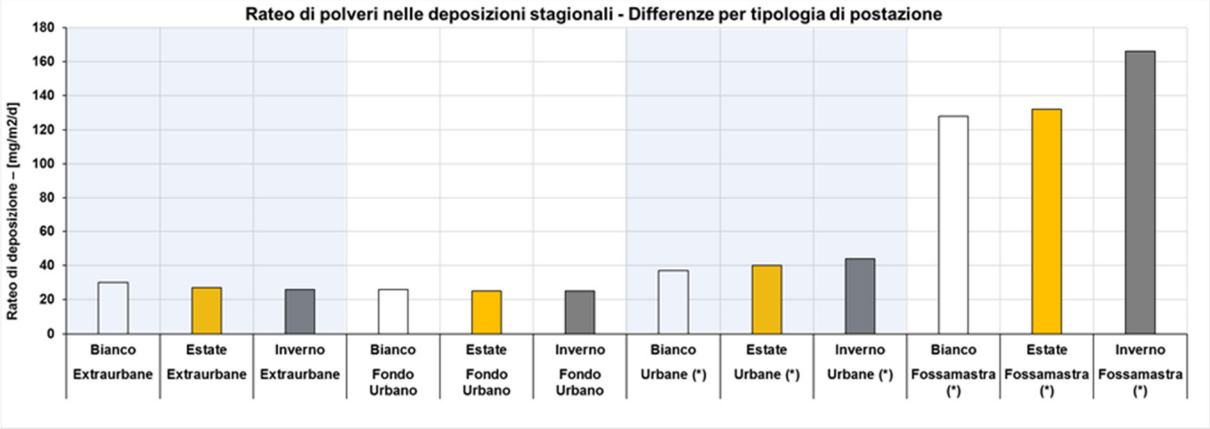


Figura 72 – Confronto tra i ratei stagionali di deposizione di polveri. (#) – Non è incluso il rateo della campagna P14 15/2 di Maggiolina (v. sopra). (*) - I ratei di Fossamastra del 2014-15 sono stati ricalcolati come se fossero tutti rilevati a livello di 2 m.

Pur con le limitazioni del caso, valutando i ratei medi stagionali per gruppi omogenei di postazioni si possono fare le seguenti considerazioni:

- le postazioni **extraurbane** presentano una deposizione caratterizzata da valori molto bassi e quasi identici tra l'estate e l'inverno sia come valore medio che come deviazione standard e rappresentano un fondo tipico del tessuto extraurbano. Inoltre, entrambi i ratei medi stagionali sono comparabili a quelli medi delle campagne di bianco;
- la postazione di **fondo urbano** (Chiappa) ha deposizioni del tutto paragonabili agli andamenti delle postazioni extra-urbane, quindi con minime variazioni stagionali e ratei quantitativamente confrontabili. Anche per questa postazione i ratei medi stagionali sono comparabili a quelli medi delle campagne di bianco;
- nelle postazioni **urbane** le differenze dei ratei medi di deposizione stagionali sono molto contenute e si hanno maggiori deposizioni medie rispetto a quelle extraurbane in entrambe le stagioni. Le differenze stagionali in ogni postazione potrebbero derivare dal fatto che in inverno si ha, sia un leggero aumento dalle pressioni antropiche (dovute in misura maggiore al riscaldamento domestico), sia un accumulo degli inquinanti negli strati più bassi dell'atmosfera per fattori

meteoclimatici. Anche per le postazioni urbane, le differenze dei ratei stagionali rispetto al rateo medio delle campagne di bianco sono molto ridotte;

- la postazione di **Fossamastra** è stata trattata a parte per la sua peculiarità e si sono evidenziati ratei stagionali praticamente equivalenti tra le campagne svolte nel periodo estivo e le campagne di bianco, anch'esse effettuate in periodi estivi-primaverili, sebbene nella prima campagna di bianco fosse attivo un cantiere presso la limitrofa Banchina Enel di scarico carbone. Nel periodo invernale il rateo medio è leggermente maggiore di quello estivo, ma entrambi, specie il primo, sono associati ad una elevata deviazione standard. Si conferma quindi che questa postazione è fortemente influenzata da una pluralità di pressioni antropiche durante tutto l'anno, tra cui le principali sono le attività di movimentazione dei container nell'area portuale e la mole di traffico, poco variabile nel tempo. La particolarità della postazione di Fossamastra risulta anche dal fatto che i ratei misurati sono circa il triplo di quelli delle altre postazioni urbane, sia in inverno sia in estate e 5-6 volte maggiori di quelli delle postazioni extraurbane. A valori dei ratei di deposizione delle polveri così elevati non corrispondono però altrettanto elevati valori di PM2,5 e PM10 (rilevati dalla RQA per la postazione di Fossamastra) che sono comparabili, invece, con quelli rilevati nelle altre postazioni urbane della RQA, ad indicare la presenza di polvere a granulometria elevata dovuta ad impatti antropici locali quali movimentazione container, attività con mezzi meccanici e intenso traffico pesante. Si segnala che presso tale postazione viene eseguito anche il monitoraggio di controllo della linea carbone, nell'ambito della prescrizione 18 dell'AIA, e che le determinazioni analitiche effettuate non hanno evidenziato presenza significativa di carbone.

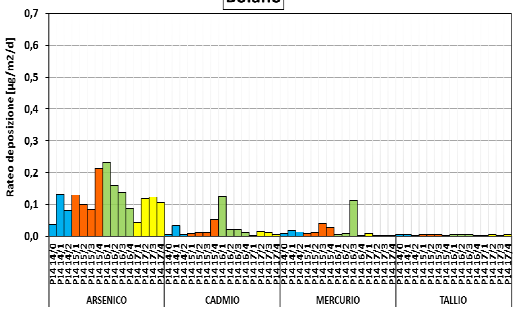
Si ricorda che eventi locali, quali incendi, cantieri stradali e civili, etc., possono influenzare sia le polveri sedimentabili sia quelle in aria (PM10). Ciò può non emergere confrontando le medie pluriennali stagionali, in quanto sono stati esclusi dalle statistiche i valori derivanti da eventi noti accidentali, ma non si può escludere che vi siano stati altri eventi locali non identificati da noi.

7.2 Metalli nelle deposizioni di polveri

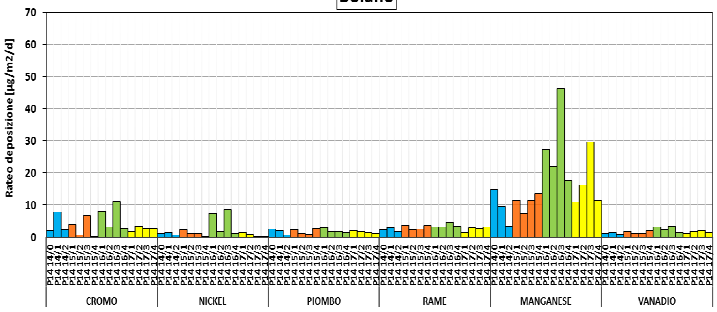
7.2.1 Ratei di deposizioni stagionali dei metalli

Le figure seguenti confrontano i ratei di deposizioni dei metalli dal 2014 al 2017, nel corso delle campagne elencate nella tabella Tabella 70. Le figure di sinistra includono i metalli presenti in tracce, con fondo scala 0,7 µg/m^2/d e quelle di destra i metalli maggioritari, con fondo scala 70 µg/m^2/d. Per Fossamastra è stata usato un fondo scala differente, rispettivamente di 1,2 µg/m^2/d per i metalli minoritari e di 180 µg/m^2/d per quelli maggioritari. Si ricorda che i dati di Fossamastra relativi al biennio 2014-15 sono stati stimati sulla base dei risultati dei monitoraggi in doppio del 2016 (vedi par. 5.3). I dati numerici sono riportati in Appendice A7.2.

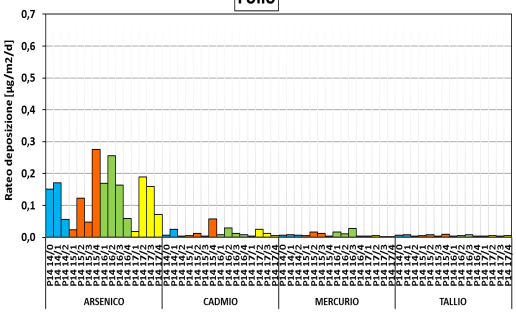
Bolano



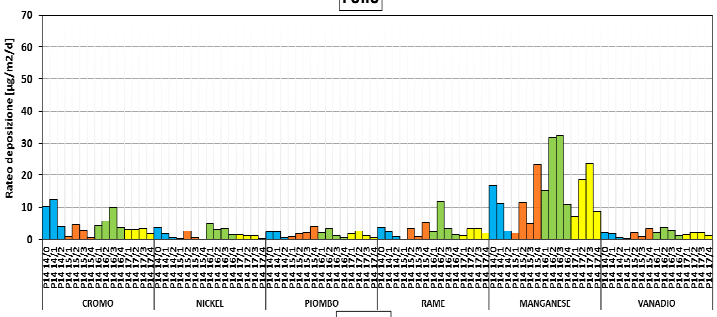
Bolano



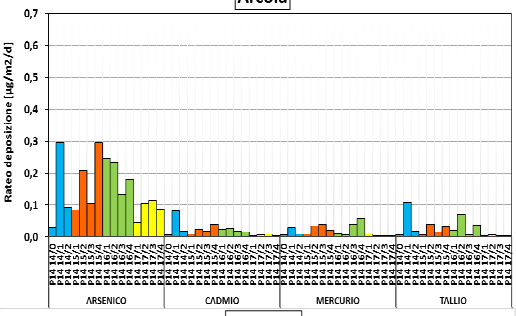
Follo



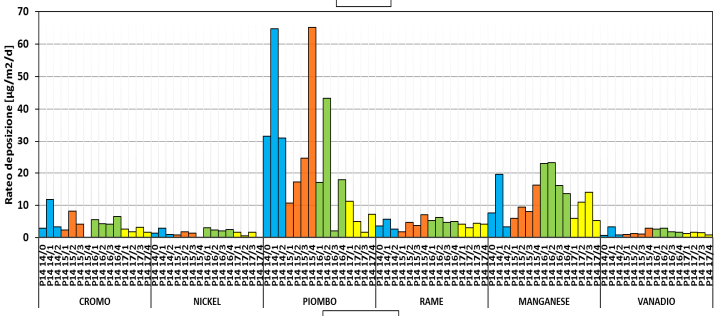
Follo



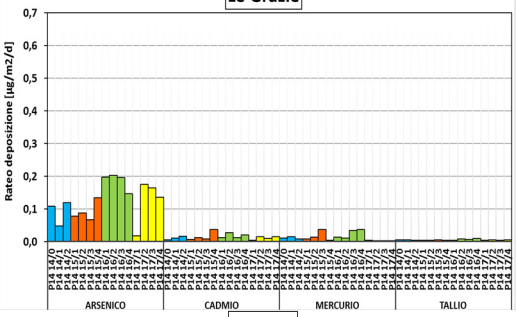
Arcola



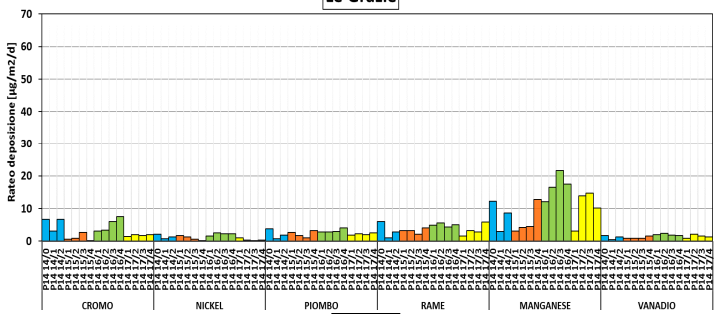
Arcola



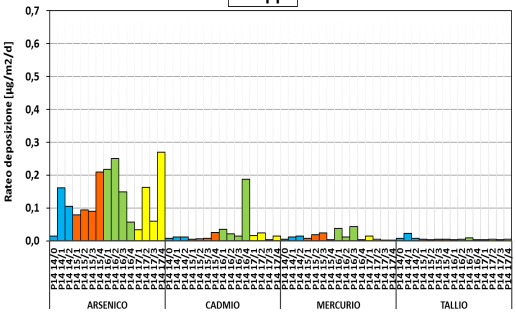
Le Grazie



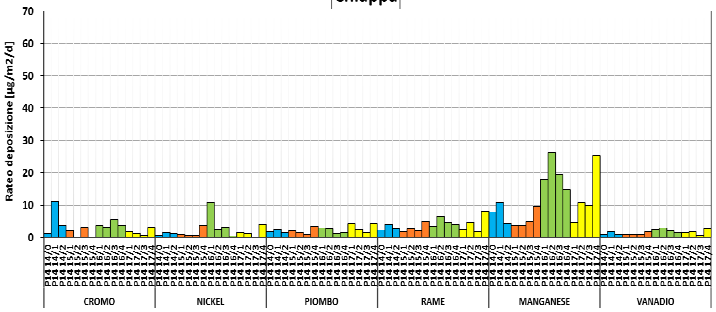
Le Grazie



Chiappa



Chiappa



Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

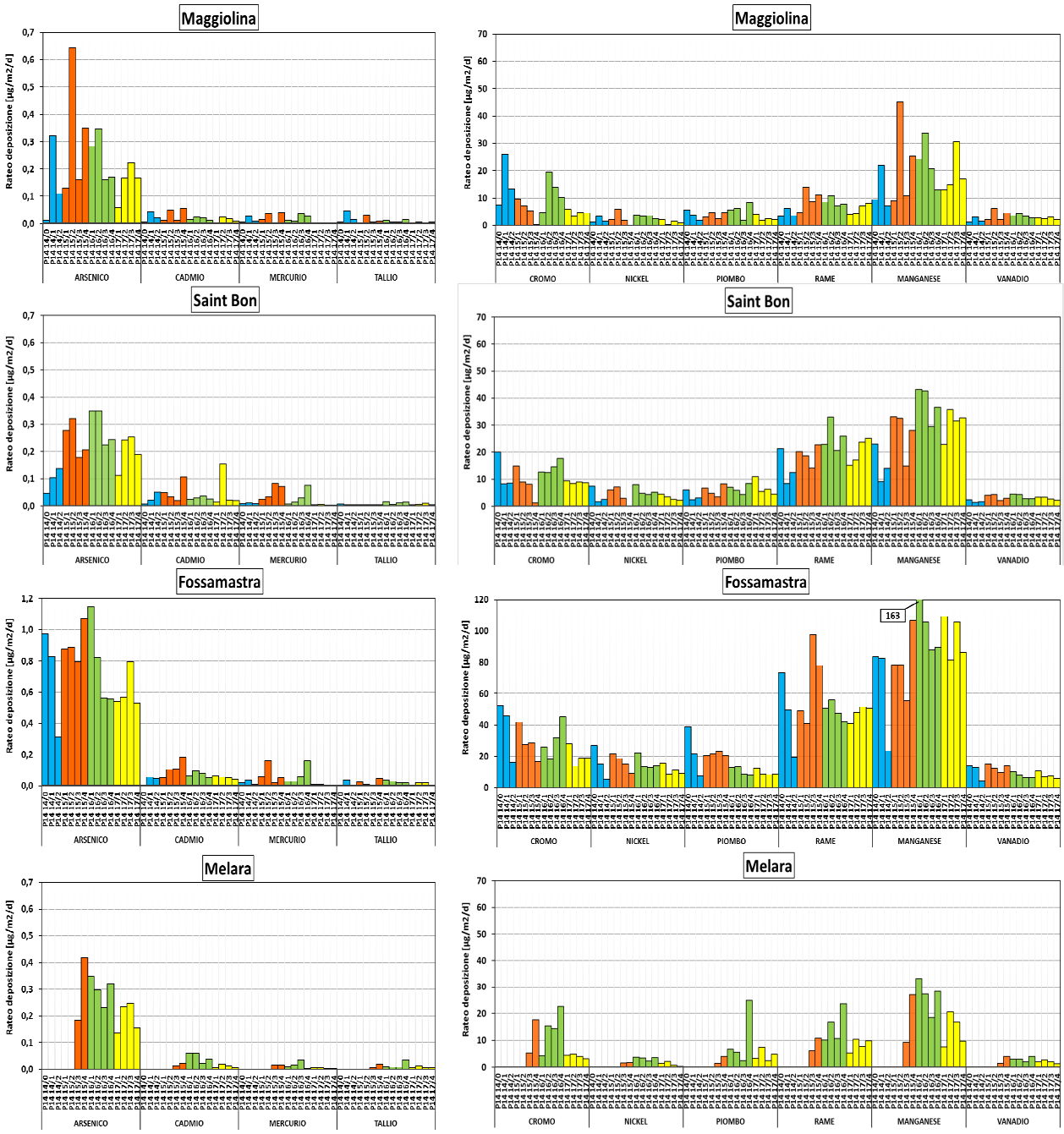


Figura 73 – Confronto delle deposizioni di metalli nelle campagne 2014-'17.

Non sono state considerate nell'analisi pluriennale stagionale le campagne *spot* fatte nelle postazioni mobili di **Vezzano** e **Canaletto**.

Per meglio valutare gli andamenti stagionali, nella tabella che segue sono riassunti i ratei stagionali di deposizione dei metalli nelle singole postazioni e quelli della campagna di bianco. Non sono stati considerati gli andamenti di Hg e Tl che hanno valori molto bassi e molto spesso vicini al loro limite di quantificazione.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Media ± Dev. St. (µg/m²/d)	Campagna	As	Cd	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
Bolano (extraurbana)	**Bianco**	0,13±0,02	0,02±0,01	2,7±1,1	0,95±0,23	2,2±0,5	2,6±0,4	15,6±1,1	1,6±0,3
	Estate	0,12±0,05	0,02±0,02	4,8±3,8	1,9±3,0	1,6±0,7	3,1±0,9	18,8±14,6	1,8±0,9
	Inverno	0,13±0,07	0,03±0,05	3,5±2,8	2,9±2,6	2,1±0,7	2,8±0,9	15,9±8,4	2,0±0,8
Follo (extraurbana)	**Bianco**	0,17±0,03	0,02±0,001	6,8±5,1	2,46±1,90	2,5±0,2	3,5±0,3	17,7±1,2	2,2±0,1
	Estate	0,13±0,08	0,02±0,02	5,3±4,2	1,3±1,1	1,8±1,2	2,6±1,6	15,6±11,0	1,9±1,0
	Inverno	0,12±0,10	0,01±0,01	3,7±1,8	2,5±1,6	2,0±0,9	3,8±4,7	13,5±11,3	2,0±1,2
Arcola (extraurbana)	**Bianco**	0,16±0,09	0,01±0,01	2,4±0,8	0,92±0,61	18,4±18,9	3,3±0,4	9,2±2,4	1,2±0,7
	Estate	0,17±0,09	0,03±0,03	4,7±3,6	1,7±1,0	29,6±26,5	4,7±1,4	13,0±5,5	1,9±0,9
	Inverno	0,16±0,09	0,02±0,01	4,6±2,4	1,9±0,8	19,9±13,4	4,4±1,7	13,5±8,8	1,8±0,9
Le Grazie (extraurbana)	**Bianco**	0,14±0,05	0,02±0,01	4,4±3,3	1,18±1,29	3,0±1,1	4,6±2,0	13,0±1,1	1,9±0,3
	Estate	0,13±0,05	0,02±0,01	4,0±2,8	1,0±0,9	2,2±1,2	3,2±1,4	11,8±6,9	1,3±0,5
	Inverno	0,12±0,08	0,01±0,01	1,9±1,3	1,6±0,6	2,3±0,5	3,7±1,6	7,8±6,2	1,4±0,7
Chiappa (fondo urbano)	**Bianco**	0,15±0,02	0,03±0,004	1,4±0,0	1,06±0,42	2,2±0,6	3,5±1,7	9,3±2,1	1,3±0,6
	Estate	0,12±0,06	0,04±0,07	4,1±3,6	1,6±1,5	1,8±0,9	3,5±1,3	10,5±5,3	1,4±0,5
	Inverno	0,14±0,09	0,02±0,01	2,2±1,4	3,4±4,2	2,7±1,0	3,5±1,9	11,3±10,4	1,8±0,9
Maggiolina (^) (urbana)	**Bianco**	0,14±0,04	0,04±0,03	7,1±5,5	1,53±1,78	4,3±3,5	6,2±2,6	19,1±6,0	2,7±0,3
	Estate	0,21±0,09	0,03±0,02	10,5±8,4	2,0±1,2	3,6±2,3	7,4±2,4	18,4±8,4	2,9±0,9
	Inverno	0,20±0,13	0,01±0,01	9,9±6,8	2,9±0,8	4,7±1,4	7,0±3,2	20,0±11,2	3,2±0,9
Saint Bon (urbana)	**Bianco**	0,21±0,04	0,09±0,09	14,2±8,2	5,40±2,78	5,7±0,4	19,2±3,0	29,4±9,0	2,9±0,7
	Estate	0,19±0,06	0,04±0,03	9,6±5,2	2,8±1,7	5,2±2,5	18,3±6,6	23,4±10,5	2,4±0,6
	Inverno	0,28±0,10	0,03±0,01	11,7±2,5	6,1±1,5	7,1±2,4	22,0±6,8	34,9±8,4	4,1±0,4
Fossamastra (*) (urbana)	**Bianco**	0,77±0,28	0,06±0,004	33,0±27,2	17,68±12,99	23,8±21,4	60,7±17,7	82,5±1,2	10,7±5,1
	Estate	0,70±0,25	0,08±0,05	29,0±12,6	11,9±3,7	13,9±7,4	55,1±25,4	78,8±29,8	8,6±3,7
	Inverno	0,85±0,22	0,08±0,02	28,2±8,4	18,3±3,8	16,1±4,5	47,6±6,5	106,9±34,7	11,2±2,7
Melara (urbana)	**Bianco (§)**	0,23	0,02	4,8	2,1	7,3	10,4	20,6	2,8
	Estate	0,28±0,09	0,02±0,01	12,8±8,0	2,0±1,1	7,0±10,0	11,8±6,9	20,0±7,8	2,7±1,2
	Inverno	0,26±0,11	0,04±0,03	8,0±6,3	2,8±1,2	5,1±1,8	10,7±5,7	22,6±13,5	2,7±0,544

Tabella 73 – Ratei medi stagionali dei metalli nelle postazioni di monitoraggio. (^) Il rateo medio invernale di Maggiolina non include il dato della campagna P14 15/2 (v. sopra). (*) I ratei di Fossamastra del 2014-15 sono stati ricalcolati come se fossero tutti rilevati a livello di 2 m. (§) - Dato di una sola campagna.

Esaminando i ratei medi stagionali, va osservato, in primo luogo, che i valori delle deviazioni standard sono elevati e le apparenti differenze nelle deposizioni medie stagionali non hanno in effetti una grande rilevanza statistica, specie per le postazioni extra-urbane.
Ciononostante, si può osservare che in ciascuna delle postazioni **extra-urbane** i ratei di deposizione estivi e invernali di As, Cd, Pb (esclusa Arcola), Cu, Mn e V sono confrontabili mentre si ha una apparente maggiore deposizione di Cr in estate e di Ni in inverno a Bolano, Follo e Le Grazie. La postazione di **Arcola** si differenzia da tutte le altre postazioni extra-urbane per quanto riguarda il Pb, che è effettivamente depositato in misura maggiore rispetto a tutte le altre postazioni, comprese quelle urbane, come meglio descritto nel documento Prot. ARPAL nr. 37531 del 20/12/2018.
I ratei medi stagionali della postazione di **fondo urbano** sono molto simili a quelli delle postazioni extraurbane sia per gli andamenti, sia in termini quantitativi.

Utilizzando i criteri sopra adottati per le polveri, nella tabella che segue sono riassunti i **valori medi stagionali** dei ratei dei metalli per le differenti tipologie di postazioni. Nella statistica sono stati esclusi:

- i valori di Pb di **Arcola** (postazione extraurbana), per la particolarità locale della deposizione di questo metallo (si veda documento Prot. ARPAL nr. 37531 del 20/12/2018 per una trattazione più completa);
- i valori dei metalli di **Maggiolina** della campagna invernale **P14 15/2** per i problemi legati all'attività di sfalcio (v. par. 7.1).

Inoltre, è stata mantenuta separata la postazione di **Fossamastra**[28] per la sua particolarità.

	Media ± Dev. St. (µg/m²/d)	As	Cd	Cr	Ni	Pb (*)	Cu	Mn	V
Bianco	P. Extra-urbane	0,15±0,03	0,02±0,004	4,6±3,3	1,5±1,3	2,6±0,7	3,6±1,3	15,4±2,3	1,9±0,4
	P. Fondo Urbano	0,15±0,02	0,03±0,004	1,4±0,0	1,1±0,4	2,2±0,6	3,5±1,7	9,3±2,1	1,3±0,6
	P. Urbane	0,19±0,05	0,06±0,06	9,5±6,6	3,2±2,6	5,5±2,2	12,3±6,9	23,5±7,7	2,8±0,4
	Fossamastra	0,77±0,28	0,06±0,00	33,0±27,2	17,7±13,0	23,8±21,4	60,7±17,7	82,5±1,2	10,7±5,1
Estate	P. Extra-urbane	0,13±0,06	0,02±0,01	4,7±3,5	1,4±1,9	1,9±1,0	3,0±1,3	15,4±11,1	1,7±0,8
	P. Fondo Urbano	0,12±0,06	0,04±0,07	4,1±3,6	1,6±1,5	1,8±0,9	3,5±1,3	10,5±5,3	1,4±0,5
	P. Urbane	0,22±0,08	0,03±0,02	10,8±6,9	2,3±1,4	5,1±5,3	12,5±7,1	20,7±8,9	2,7±0,9
	Fossamastra	0,70±0,25	0,08±0,05	29,0±12,6	11,9±3,7	13,9±7,4	55,1±25,4	78,8±29,8	8,6±3,7
Inverno	P. Extra-urbane	0,12±0,08	0,02±0,03	3,0±2,1	2,3±1,7	2,1±0,7	3,5±2,7	12,4±8,9	1,8±0,9
	P. Fondo Urbano	0,14±0,09	0,02±0,01	2,2±1,4	3,4±4,2	2,7±1,0	3,5±1,9	11,3±10,4	1,8±0,9
	P. Urbane	0,25±0,11	0,03±0,02	10,2±4,9	4,2±2,0	5,8±2,1	14,1±8,7	26,9±12,0	3,4±0,9
	Fossamastra	0,85±0,22	0,08±0,02	28,2±8,4	18,3±3,8	16,1±4,5	47,6±6,5	106,9±34,7	11,2±2,7

Tabella 74 - Confronto tra i valori medi stagionali (± 1 deviazione standard) per i metalli depositati nelle campagne della prescrizione P14. Valori in µg/m²/d. (*) Nelle postazioni extra-urbane non è inclusa Arcola.

I valori della tabella precedente sono mostrati sotto forma di istogrammi nella figura che segue:

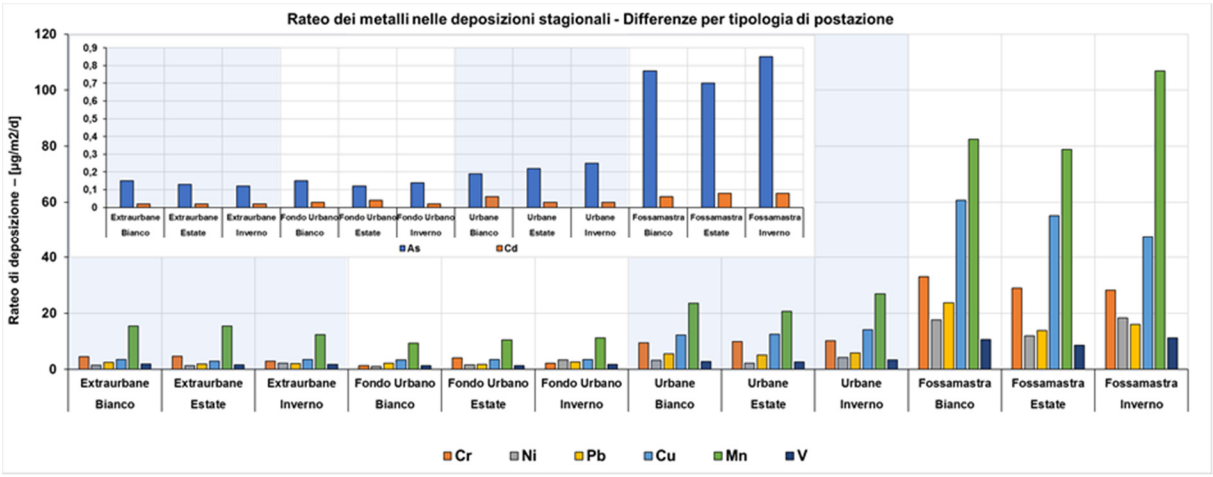


Figura 74 –Confronto tra i valori medi stagionali dei ratei dei metalli nei differenti tipi di postazioni

I ratei medi stagionali confermano le osservazioni precedenti, ovvero:

- nelle postazioni **extraurbane** e in quella di **fondo urbano**, i ratei medi stagionali di As, Cd, Pb (esclusa Arcola, descritta in documento Prot. ARPAL nr. 37531 del 20/12/2018), Cu, Mn e V sono confrontabili tra di loro, tenuto conto delle deviazioni standard associate ai dati;
- considerazioni analoghe valgono anche per i ratei medi stagionali delle postazioni **urbane**, Fossamastra esclusa, salvo per Ni e Mn che sembrerebbero essere maggiormente depositati in inverno. Le deposizioni medie stagionali di queste

[28] Per la postazione di Fossamastra, da intendersi come quella di Fossamastra – Basso, a livello di terra, si sono utilizzati i ratei stimati a ritroso per le deposizioni del 2014 e 2015 (v. par. 5.3).

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

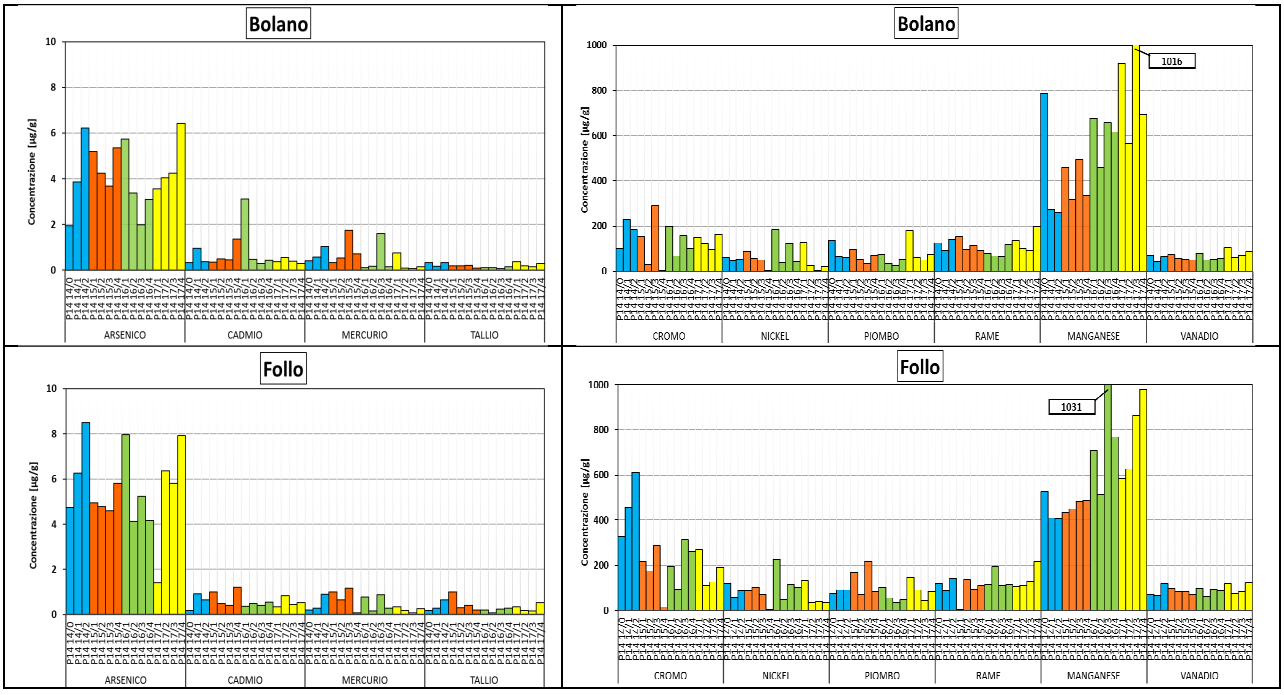
RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

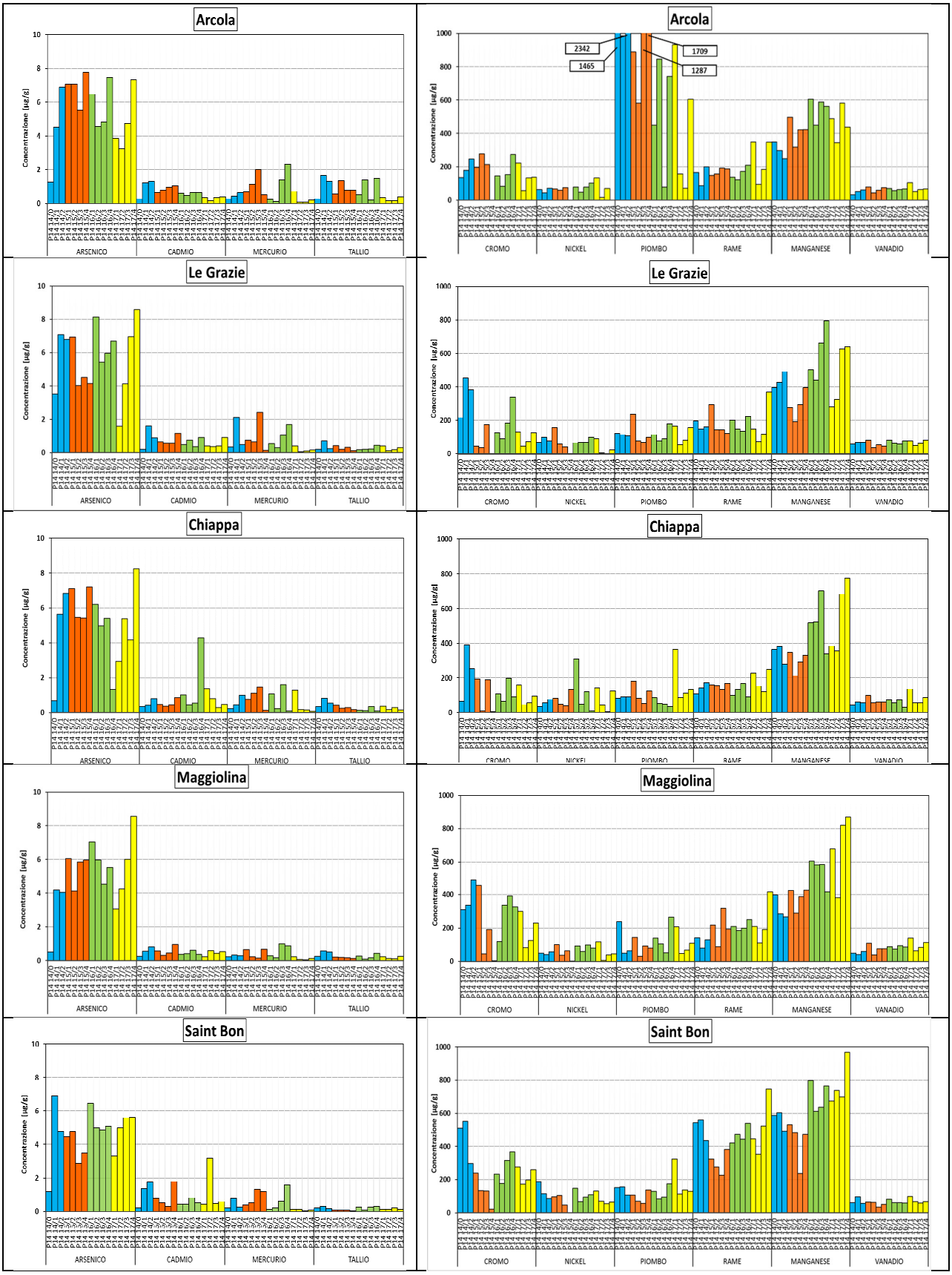
postazioni sono da 1,5 a 4 volte maggiori di quelle delle postazioni extraurbane e della postazione di fondo urbano;

- per la postazione di **Fossamastra**, i ratei medi stagionali sono maggiori di 2-4 volte rispetto a quelli riscontrati nelle postazioni urbane e sono tra loro praticamente equivalenti, indicando una costanza delle pressioni antropiche stagionali;
- il confronto tra i ratei delle campagne di **bianco**, a Centrale ferma, e quelli delle campagne a Centrale in funzione indica che per tutte le tipologie di postazione si hanno valori confrontabili tenuto conto della variabilità dei dati;
- in ogni caso, i ratei di deposizione dei metalli come quelli delle polveri sedimentabili, sono ampiamente entro i valori guida come medie annuali adottati in alcune nazioni europee, riportati nel cap. 5, e tipici di ambienti urbani e rurali europei.

7.2.2 Concentrazioni di metalli nelle polveri

Per valutare le possibili variazioni intervenute nella composizione delle polveri depositate durante le campagne di monitoraggio, si è proceduto al calcolo delle concentrazioni dei metalli maggioritari. Negli istogrammi seguenti sono mostrate appunto le **concentrazioni** in **µg/g** dei metalli nelle deposizioni raccolte nel corso delle campagne. In Appendice A7.3 sono riportati i valori numerici di tutte le campagne:





Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

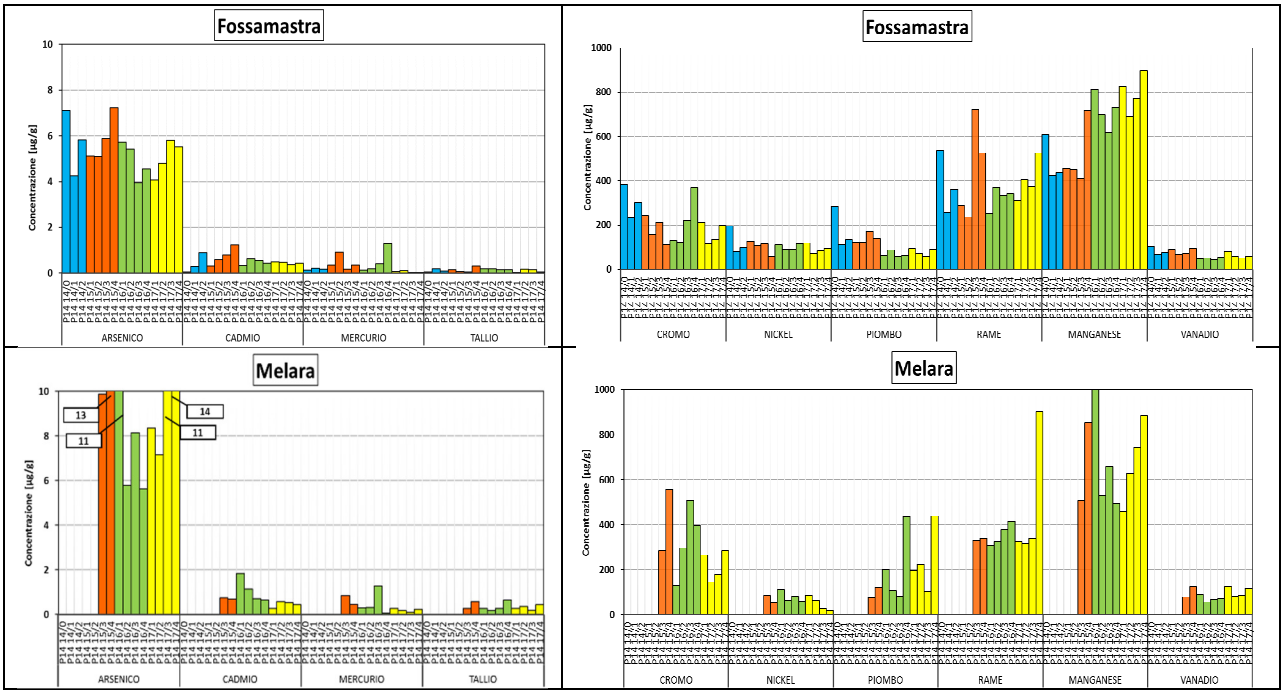


Figura 75 – Confronto delle concentrazioni (□g/g) di metalli nelle campagne 2014-'17.

Dai grafici in Figura 75 si evidenzia quanto segue:

- la concentrazione di **As** nelle polveri è molto variata nel corso delle campagne con andamento simile nelle postazioni urbane ed extraurbane. Essendo significativamente presente nei terreni del comprensorio della Spezia, ciò potrebbe essere associato ad apporti tipicamente terrigeni. La maggiore concentrazione di As sembra esservi nelle polveri depositate a Melara (v. anche par. 7.7);
- la concentrazione di **Cd** è rimasta sempre bassa e confrontabile nelle polveri delle postazioni urbane ed extraurbane, con alcuni episodi di più elevate concentrazioni rispetto all'usuale a Saint Bon (P14 15/4 e 17/2), Bolano (P14 16/1) e Chiappa (P14 16/4);
- le concentrazioni di **Hg** e **Tl** sono risultate molto basse in tutte le postazioni con simile andamento temporale e limitate differenze tra le tipologie di postazioni, salvo il caso di Arcola in cui il Tl sembra leggermente più concentrato, specie nelle campagne dal 2014 al 2016;
- le concentrazioni di **Cr** nelle polveri sono risultate abbastanza variabili in tutte le postazioni ma confrontabili nell'ambito della stessa tipologia. Una maggiore concentrazione di Cr è presente nelle polveri delle postazioni urbane e si sono osservati valori più elevati in alcune campagne del 2014 limitatamente a Follo, Le Grazie, Chiappa e Saint Bon. In ambiente urbano, le polveri di Melara sembrano le più concentrate in Cr;
- la concentrazione di **Ni** è risultata poco variabile in tutte le postazioni con qualche episodio di più elevati valori a Bolano, Follo e Chiappa nella campagna P14 16/1;
- la concentrazione di **Pb** a parte qualche episodio di maggior concentrazione rilevata nella campagna P14 17/1, in alcune postazioni (Bolano, Chiappa, Saint Bon). La

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

postazione di Arcola si differenzia da tutte le altre per la elevata presenza estemporanea di Pb nelle polveri sin dalle campagne del 2014 (vedi rapporto P14 2016[29]). Si evidenzia che ad Arcola le concentrazioni di questo metallo sembrerebbero in calo;

- la concentrazione di **Cu** risulta maggiore in ambiente tipicamente urbano (Saint Bon, Fossamastra, Melara) rispetto alle aree extraurbane e riflette le influenze dovute alle emissioni manifatturiere e al traffico. Un valore decisamente anomalo di concentrazione di Cu è stato rilevato a Melara nella campagna P14 17/4;
- la concentrazione di **Mn** nelle polveri è risultata molto variabile, con un andamento in lieve aumento in tutte le postazioni escluse Arcola e Le Grazie, queste ultime caratterizzate da valori elevati estivi nelle campagne P14 16/3 e 16/4, P14 17/3 e 17/4. Essendo il Mn un metallo tipicamente terrigeno e presente in minerali del territorio spezzino in cui addirittura nell'ottocento erano attive piccole cave[30] (Fregara, Amora, Casale, Cerchiara), è possibile che le deposizioni siano fortemente influenzate da apporti naturali;
- la concentrazione di **V** è poco variata nelle polveri di tutte le postazioni, salvo alcuni valori più elevati rilevati nella campagna invernale P14 17/1.

La tabella che segue riassume le **concentrazioni medie** dei metalli nelle polveri depositate stagionalmente e delle campagne di bianco in ciascuna postazione. Non è stata considerata la campagna invernale **P14 15/2** di Maggiolina per i problemi di sfalcio erboso durante il suo corso (v. sopra). Inoltre, non è stata effettuata la campagna di bianco del 2014 della postazione di Melara.

Media ± Dev. St. (µg/g)		As	Cd	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
Bolano (extraurbana)	**Bianco**	5,9±2,6	0,9±0,5	110±13	43±22	99±52	112±17	675±156	66±6
	Estate	4,1±1,4	0,6±0,4	151±95	45±41	51±16	101±24	522±270	55±10
	Inverno	4,4±1,0	1,0±1,2	120±69	99±58	87±57	106±36	567±236	73±21
Follo (extraurbana)	**Bianco**	5,6±1,1	0,8±0,1	217±154	78±58	82±11	115±5	576±70	73±1
	Estate	5,8±1,4	0,9±0,8	296±198	67±39	87±62	112±18	636±250	86±16
	Inverno	4,7±2,3	0,5±0,3	190±65	120±67	108±48	111±68	539±112	92±21
Arcola (extraurbana)	**Bianco**	6,8±5,0	0,6±0,7	96±55	39±33	812±924	130±51	347±3	42±14
	Estate	6,0±1,4	0,9±0,3	171±89	63±32	1031±833	176±41	447±138	63±8
	Inverno	5,8±1,5	0,6±0,2	185±74	77±34	740±212	183±94	473±103	71±23
Le Grazie (extraurbana)	**Bianco**	3,8±0,4	0,6±0,3	132±120	37±43	87±49	135±86	360±50	53±5
	Estate	6,0±1,2	0,8±0,4	229±166	55±42	105±37	151±36	527±174	62±10
	Inverno	5,2±2,6	0,6±0,1	87±43	87±40	134±68	188±63	338±128	68±18
Chiappa (fondo urbano)	**Bianco**	5,8±0,6	1,1±0,4	56±13	40±7	84±2	129±34	360±4	49±11
	Estate	5,1±2,0	1,1±1,4	168±132	62±51	79±34	142±30	430±183	58±13
	Inverno	5,3±1,6	0,7±0,4	106±73	127±109	154±127	155±46	396±129	84±32
Maggiolina (^) (urbana)	**Bianco**	4,6±0,4	1,6±1,4	275±273	63±79	169±172	228±165	687±432	92±42
	Estate	5,2±0,9	0,6±0,2	267±168	54±31	95±76	195±77	456±192	74±18
	Inverno	5,5±1,7	0,4±0,1	304±141	92±24	149±43	206±14	574±106	103±29
Saint Bon (urbana)	**Bianco**	4,8±0,2	2,0±1,7	342±239	129±83	133±28	448±135	662±107	65±5
	Estate	4,8±1,3	1,0±0,6	269±172	73±41	124±40	445±115	558±175	60±19
	Inverno	4,8±1,1	0,5±0,2	212±56	110±31	143±104	388±84	619±124	74±15
Fossamastra (urbana)	**Bianco**	5,9±1,6	0,4±0,1	249±188	134±88	178±149	470±92	648±55	82±32
	Estate	5,4±1,2	0,9±0,7	227±88	92±20	105±45	417±157	587±160	65±17
	Inverno	5,1±0,6	0,5±0,1	173±53	110±14	97±25	291±53	649±185	68±17
Melara (urbana)	**Bianco (§)**	7,2	0,6	146	64	224	318	628	84
	Estate	9,6±2,9	0,7±0,1	385±156	62±23	165±153	362±36	651±154	87±23
	Inverno	8,2±2,4	1,1±0,8	230±89	88±22	169±55	318±10	665±300	91±33

Tabella 75 – Concentrazioni medie dei metalli nelle polveri depositate stagionalmente in ciascuna postazione. Valori in µg/g. (^) La concentrazione media invernale di Maggiolina non include il dato della campagna P14 15/2 (v. sopra). (§) - Dato di una sola campagna.

[29] Rapporto ARPAL P14 2016, Prot. nr. 2778 del 27/01/2018
[30] F. Rolla - La Storia Naturale del Golfo della Spezia fra la fine del 1700 e il 1800, Volume VI, Osservazioni naturalistiche, fermenti rivoluzionari e Arcadia. Collana Thyrrenis.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Dalla tabella precedente, si evidenzia l'estrema variabilità delle concentrazioni di metalli nelle postazioni cittadine (Maggiolina, Saint Bon e Fossamastra), pertanto non è possibile un confronto tra i dati relativi alle campagne di bianco e a centrale in funzione. Sarebbe opportuno effettuare una nuova campagna di bianco, preferibilmente in inverno, qualora si verificasse la sospensione dell'attività della centrale ENEL per un periodo congruo: purtroppo tale eventualità risulta difficilmente praticabile in quanto il fermo della centrale o la programmazione degli interventi manutentivi dipende, come dichiarato dal responsabile della CTE, dalle esigenze di rete.
Analizzando le variazioni di concentrazione per postazione, si confermano alcuni andamenti già messi in evidenza in precedenza:

- le concentrazioni medie stagionali di **As** sono confrontabili in quasi tutte le postazioni e variano entro un intervallo ristretto (4,1-6,0 µg/g), confrontabile con quello delle campagne di bianco (3,8-6,8 µg/g). Solo la postazione di Melara sembra avere una concentrazione di As nelle polveri maggiore di tutte le altre (8,2-9,6 µg/g), ma è caratterizzata però anche da un più elevato valore di bianco (7,2 µg/g);
- le concentrazioni medie stagionali di **Cd**, in maniera simile a quelle del As, risultano molto uniformi e non si notano differenze sostanziali con i valori delle campagne di bianco;
- la concentrazione di **Cr** ha un andamento stagionale più complesso, con variazioni anche all'interno del tipo di postazione. In linea generale il Cr appare più concentrato nelle polveri delle postazioni urbane (Saint Bon, Maggiolina, Melara). La postazione di fondo urbano ha stagionalmente concentrazioni molto basse, addirittura inferiori a quelle delle postazioni extraurbane. Alcune postazioni extraurbane (Follo e Le Grazie in estate) hanno infatti concentrazioni di Cr paragonabili a quelle delle postazioni urbane. La variabilità della concentrazione di Cr potrebbe essere legata ai riporti effettuati con terreni provenienti dalla Val di Vara e Magra, caratterizzati da contenuti naturali elevati di Cr e alle attività di movimentazione di rinfuse nell'area portuale;
- la concentrazione di **Ni** ha un andamento che sembra essere indipendente dal tipo di postazione e si nota in tutte le postazioni una maggiore concentrazione nelle polveri invernali, sebbene le variazioni associate ai dati siano molto elevate;
- la concentrazione di **Pb** risulta maggiore nelle polveri delle postazioni urbane (Saint Bon, Fossamastra, Melara, Maggiolina), con ridotta variazione stagionale, coerentemente con le potenziali maggiori emissioni antropiche dell'ambiente urbano. Una variazione stagionale, con aumento invernale, è apprezzabile nelle postazioni extraurbane, a volte con maggiore evidenza rispetto a quelle extraurbane. Da ricordare che il valore di concentrazione di Pb della campagna invernale P14 17/1 nella postazione di fondo urbano di Chiappa (364 µg/g) appare del tutto anomalo e si riflette sul valore medio di concentrazione invernale; escludendolo, la concentrazione media ± deviazione standard delle campagne invernali risulterebbe infatti di 102 ± 56 µg/g, più in linea con quello delle altre postazioni. Arcola, come già rilevato, si differenzia da tutte le altre postazioni per le elevate deposizioni di Pb e quindi per le elevate concentrazioni riscontrate che vanno imputate ad una sorgente prettamente locale. Una

discussione più estesa del caso di Arcola è riportata nella documento Prot. ARPAL nr. 37531 del 20/12/2018;

- la concentrazione di **Cu** si differenzia sostanzialmente nelle polveri delle postazioni extraurbane da quelle delle postazioni urbane con valori decisamente maggiori in queste ultime. La variazione stagionale è praticamente assente nelle postazioni extraurbane e poco evidente in quelle urbane, salvo a Fossamastra in cui sembrerebbe esserci una aumento di Cu nelle polveri estive. Si riscontra anche una ridotta differenza tra le concentrazioni rilevate nelle campagne di bianco e le altre stagionali. L'insieme di queste osservazioni fa propendere a delineare una quadro di sostanziale diffusione uniforme del Cu nelle aree extraurbane cui si sovrappongono i contributi antropici tipici che portano a circa un raddoppio della sua concentrazione nelle polveri dell'ambiente urbano;
- la concentrazione di **Mn** nelle polveri sembrerebbe sostanzialmente uniforme in ambiente urbano, distribuendosi intorno a valori di circa 600 µg/g ma con elevata variabilità e con scarsa variazione stagionale. Nelle postazioni extraurbane si hanno concentrazioni lievemente inferiori specie nelle polveri di Arcola, Chiappa e parzialmente Le Grazie. Ciò sembrerebbe essere coerente con la presenza di apporti antropici in area urbana su un fondo naturale di Mn, data la sua diffusione nei terreni spezzini, in linea anche con la sua concentrazione media nella crosta terrestre (circa 0,1% in peso);
- la concentrazione di V, come quella di As e Cd, sembra piuttosto uniforme e con ridotte se non assenti variazioni stagionali.

A Melara le concentrazioni dei metalli sono caratterizzate da una sostanziale stabilità stagionale: non si evidenziano infatti particolari differenze tra estate e inverno, se non relativamente alle concentrazioni di Cr e Ni rispettivamente più elevate in estate e inverno. La postazione è soggetta ad un monitoraggio continuativo delle deposizioni dal 2016. Una dettagliata analisi, comprendente anche i dati ottenuti dalle campagne integrative previste in quanto è una stazione soggetta, è riportata al par. 7.7.

Nella tabella che segue sono riassunte le concentrazioni medie per tipologia di postazione e distinte per stagione, ricordando che non è stato considerato il dato della campagna **P14 15/2** di Maggiolina (postazione urbana). Inoltre sono stati esclusi i dati anomali di Pb della postazione di Arcola (postazione extraurbana), per i motivi già citati.

	Media ± Dev. St. (µg/g)	As	Cd	Cr	Ni	Pb (*)	Cu	Mn	V
Bianco	P. Extra-urbane	5,1±1,6	0,8±0,3	153±101	53±39	90±33	120±41	537±165	64±10
	P. Fondo Urbano	5,8±0,6	1,1±0,4	56±13	40±7	84±2	129±34	360±4	49±11
	P. Urbane	5,2±1,1	1,5±1,2	276±198	90±68	165±95	334±153	665±224	80±25
	Fossamastra	5,9±1,6	0,4±0,1	249±188	134±88	178±149	470±92	648±55	82±32
Estate	P. Extra-urbane	5,3±1,6	0,8±0,6	225±163	56±40	81±46	121±34	562±229	68±18
	P. Fondo Urbano	5,1±2,0	1,1±1,4	168±132	62±51	79±34	142±30	430±183	58±13
	P. Urbane	6,2±2,6	0,8±0,4	299±166	63±33	124±92	331±139	545±185	72±21
	Fossamastra	5,4±1,2	0,9±0,7	227±88	92±20	105±45	417±157	587±160	65±17
Inverno	P. Extra-urbane	4,8±2,0	0,7±0,7	132±71	102±54	110±57	135±66	481±188	77±21
	P. Fondo Urbano	5,3±1,6	0,7±0,4	106±73	127±109	154±127	155±46	396±129	84±32
	P. Urbane	5,9±2,1	0,6±0,5	247±99	98±27	152±71	310±97	615±162	88±26
	Fossamastra	5,1±0,6	0,5±0,1	173±53	110±14	97±25	291±53	649±185	68±17

Tabella 76 - Confronto tra le concentrazioni medie stagionali (± 1 deviazione standard) per i metalli depositati nelle campagne della prescrizione P14. Valori in µg/g. (*) Nelle postazioni extra-urbane è esclusa Arcola per il Pb.

Per meglio confrontare gli andamenti, nel grafico seguente si riportano i valori della tabella precedente:

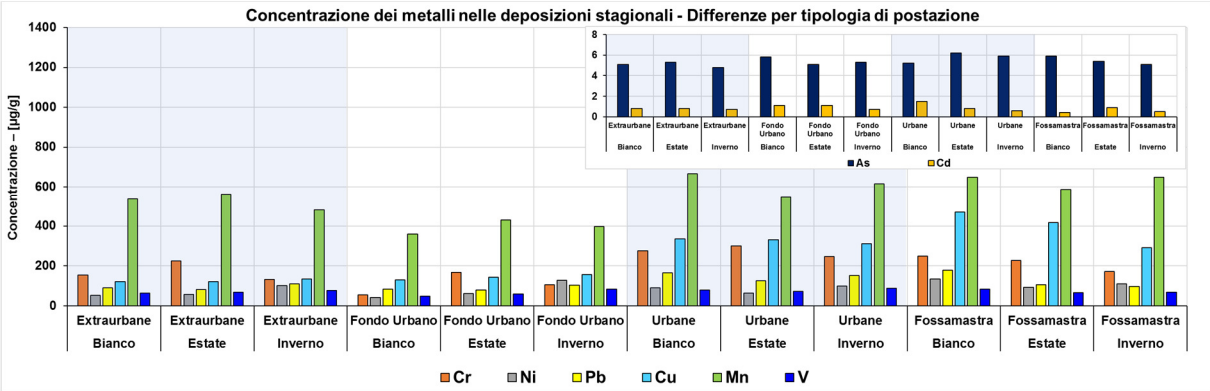


Figura 76 – Medie stagionali delle concentrazioni di metalli nelle polveri per tipologia di postazione

Dalla tabella e dal grafico precedenti, analizzando le variazioni di deposizioni tra le tipologie di postazioni si confermano buona parte delle osservazioni già riportate, che si possono così riassumere:

- le concentrazioni di As, Cd e V nelle polveri sono molto simili in tutte le postazioni, con poca variabilità stagionale, prefigurando una spiccata omogeneità di diffusione, confermata anche dalla equivalenza tra le concentrazioni rilevate nelle campagne di bianco e quelle stagionali;
- La concentrazione di Cr mostra una apparente maggiore concentrazione nelle polveri estive rispetto a quelle invernali in tutte le tipologie di postazione. Per via di questo andamento, il confronto con la media delle concentrazioni delle campagne di bianco, effettuate in periodi primaverili-estivi, è corretto solo con le campagne estive. Si nota pertanto una lieve maggiore concentrazione di Cr nelle polveri delle campagne estive depositate nelle postazioni extraurbane e in quella di fondo urbano mentre si ha una sostanziale equivalenza in quelle urbane e a Fossamastra;
- Al contrario del Cr, la concentrazione di Ni è maggiore nelle polveri invernali rispetto a quelle estive in tutte le tipologie di postazioni, fatto salvo quella di Fossamastra, dove non si notano accentuate differenze stagionali. Inoltre, la concentrazione di Ni

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

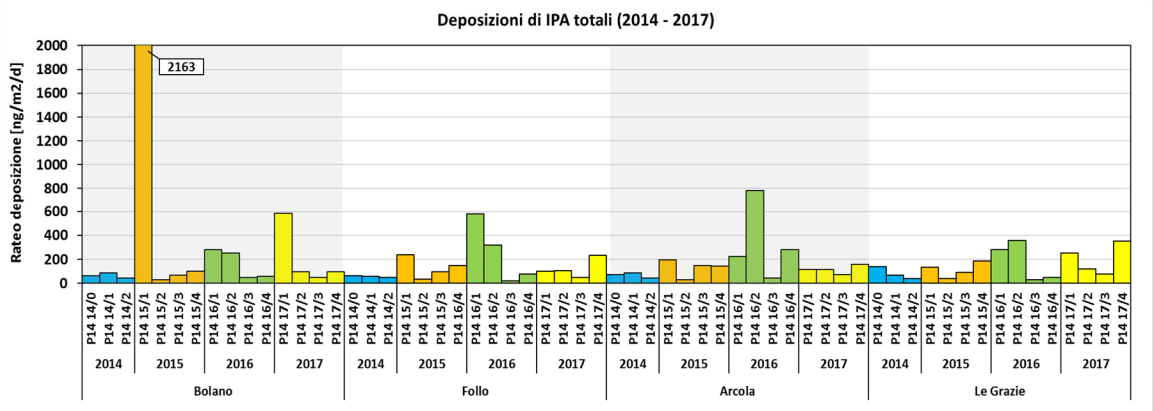
è relativamente omogenea nelle polveri depositate stagionalmente nelle diverse tipologie di postazioni salvo il caso di una deposizione anomala invernale nella postazione di fondo urbano (v. Appendice A7.3) che introduce una maggiore variabilità nel dato medio. Rispetto alle campagne di bianco, le concentrazioni delle campagne stagionali sono relativamente simili, tenuto conto della ampia variabilità dei dati;

- per Cu, Pb (esclusi i valori di Arcola) e Mn si nota una tendenza ad avere polveri maggiormente concentrate in questi metalli nelle postazioni urbane. Le medie stagionali risultano per entrambi questi metalli in linea con quelle delle campagne di bianco;
- le concentrazioni di metalli a **Fossamastra**, al contrario dei ratei di deposizione, non sono particolarmente differenti da quelle delle altre postazioni urbane, ad indicare che la polvere della zona ha una composizione simile ad esse, in particolare con quella di Saint Bon, e di granulometria grossolana in quanto le concentrazione di PM10 sono simili a quelle delle altre postazioni;
- le concentrazioni dei metalli risultano comunque non soggette a variazioni significative legate alla stagione, al tempo e allo spazio indicando una ricaduta caratteristica del territorio; si ricorda che solo Arcola relativamente al Pb si diversifica rispetto alle altre stazioni (v. documento Prot. ARPAL nr. 37531 del 20/12/2018).

7.3 Composti organici nelle deposizioni di polveri

7.3.1 Ratei di deposizione di Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Le figure che seguono confrontano i tassi di deposizione di IPA, totali[31] e della norma UNI (v. cap. 5), di tutte le campagne effettuate fino al 2017.



[31] Si ricorda che gli IPA totali comprendono una serie di composti policiclici da fenantrene (tre anelli condensati) a coronene (sei anelli condensati), aventi differente tensione di vapore. Gli IPA della norma UNI comprendono IPA ad alto peso molecolare, poco volatili, prevalentemente cancerogeni.

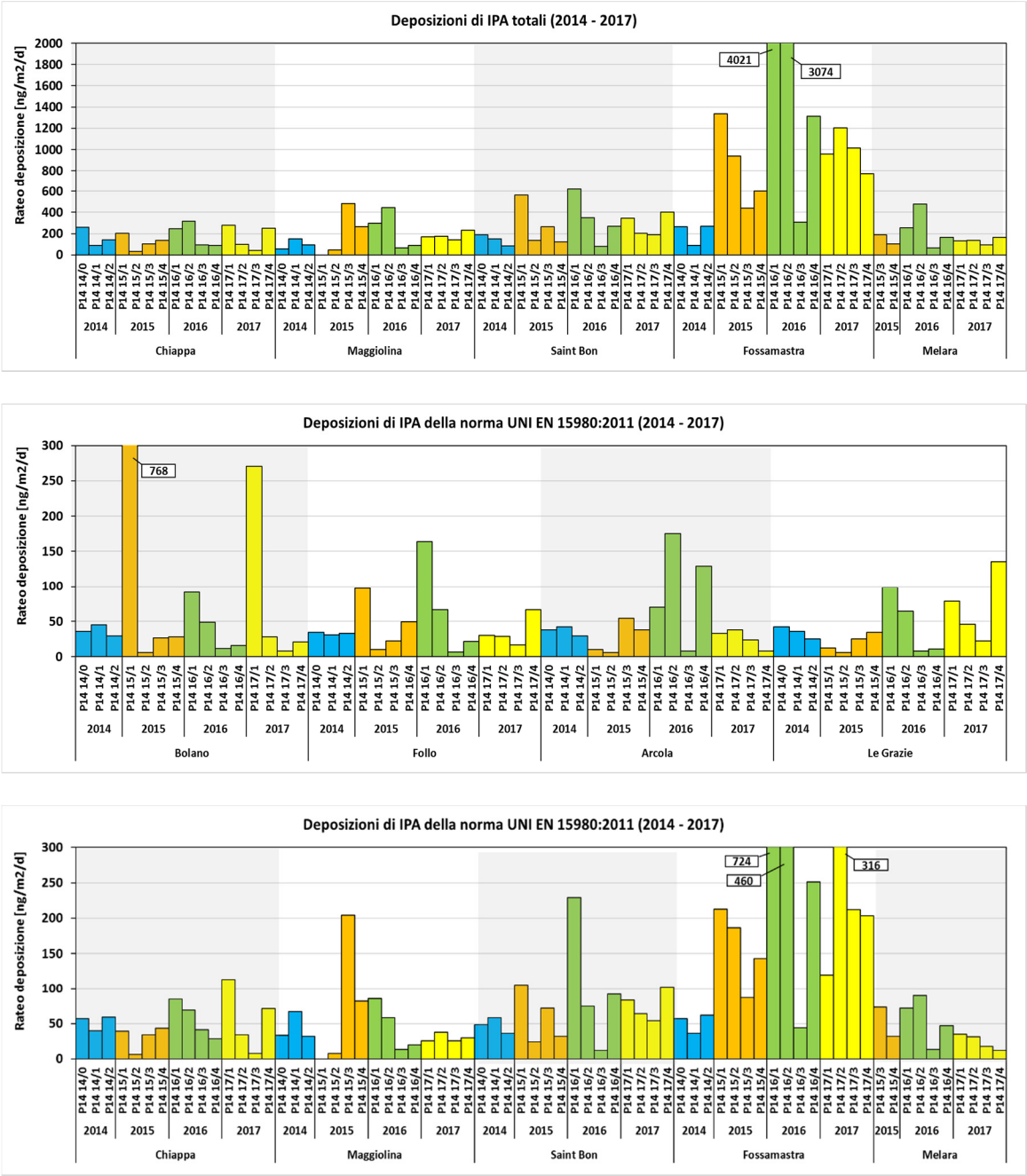


Figura 77 – Deposizioni di IPA totali e della norma UNI EN 15980:2011 nelle campagne del 2014 - 2017.

I dati numerici dei ratei di deposizione degli IPA sono riportati in Appendice A7.4.

Dalla figura precedente, si notano alcuni ratei più elevati rispetto a quelli che vengono rilevati normalmente in ciascuna postazione, legati a eventi anomali, per lo più incendi. Ricordando che l'obiettivo delle valutazioni pluriennali è quello di avere una stima delle deposizioni di IPA che avvengono normalmente stagionalmente, è stata effettuata una selezione critica dei dati, valutando come anomali i ratei di IPA totali superiori a circa 400 ng/m^2/d, in quanto è un valore che è ben al di sopra dell'intervallo tipico delle

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

deposizioni della zona (19 – 356 ng/m^2/d, esclusa Fossamastra). Nel prospetto seguente sono indicati i ratei di deposizione di IPA classificabili come eventi anomali:

Campagna	Stagione	Evento anomalo	Note
P14 14/0 (bianco)	estate	• Chiappa: elevato valore per tipo di postazione non associabile ad evento noto	Il rateo rilevato a Chiappa (258 ng/m^2/d) è stato utilizzato in quanto inferiore a 400 ng/m^2/d) ma appare anomalo per il tipo di postazione
P14 15/1	inverno	• Bolano: elevato valore associabile ad incendio boschivo; • Maggiolina: rottura del deposimetro (nessun dato); • Saint Bon: lavori stradali e asfaltatura con emissioni di fumi.	Sono stati esclusi i ratei di Bolano (2163 ng/m^2/d) e Saint Bon (552 ng/m^2/d).
P14 15/3	estate	• Maggiolina: elevato valore di IPA per lavori asfaltatura	E' stato escluso il dato di Maggiolina (482 ng/m^2/d)
P14 16/1	inverno	• Follo, Saint Bon, Fossamastra: influenze da ceneri dell'incendio in zona Fossamastra del 23/03/16.	Sono stati esclusi i ratei di Follo (580 ng/m^2/d), Saint Bon (621 ng/m^2/d) e Fossamastra (4021 ng/m^2/d).
P14 16/2	inverno	• Fossamastra, Melara e Maggiolina: influenze da ceneri dell'incendio in zona Fossamastra del 23/03/16. • Arcola: influenzata da una sorgente locale, particolarmente elevata durante la campagna.	Sono stati esclusi i ratei di, Fossamastra (3074 ng/m^2/d), Melara (479 ng/m^2/d), Maggiolina (446 ng/m^2/d), Arcola (781 ng/m^2/d).
P14 17/1	inverno	• Bolano: elevato valore associabile ad incendio boschivo	E' stato escluso il dato di Bolano (586 ng/m^2/d)

Tabella 77 – Campagne con ratei di deposizione di IPA con valori anomali. Valori riferiti agli IPA totali

Per le postazioni di **Fossamastra** e **Melara** sono stati esclusi solo i dati riferibili all'incendio dell'edificio civile prossimo alla postazione di Fossamastra, visibili nelle deposizioni delle campagne **P14 16/1** e **16/2**.
E' stato mantenuto il dato di **Maggiolina** della campagna **P14 15/2**, escluso per le valutazioni statistiche di polveri e metalli, in quanto il rateo di IPA rilevato non risulta influenzato dalle operazioni di sfalcio (v. sopra), ma sono stati esclusi i ratei della campagna **P14 15/3** per le influenze di lavori di asfaltatura nelle vie adiacenti alla postazione e della campagna **P14 16/2**, per le influenze dell'incendio di Fossamastra, poco distante dalla postazione.

Per massima completezza, la tabella che segue riporta il confronto tra le medie stagionali di deposizione degli IPA totali e della norma UNI (v. cap. 2), utilizzando tutti i dati (a sinistra) e quelle con eliminazione dei dati anomali evidenziati in verde. A **Melara,** come sopra introdotto**,** non è stata effettuata una campagna di bianco, in quanto attiva solo a partire dal 2016. I valori sono espressi in ng/m^2/d*:*

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Postazione	Stagione	Ratei inclusi i dati anomali		Ratei esclusi i dati anomali	
		Rateo degli IPA Totali	Rateo degli IPA Norma UNI	Rateo degli IPA Totali	Rateo degli IPA Norma UNI
Bolano	Bianco	79±25	31±5	79±25	31±5
	Estate	65±21	23±13	65±21	23±13
	Inverno	663±862	237±313	188±137	49±43
Follo	Bianco	83±28	31±4	83±28	31±4
	Estate	71±42	26±14	71±42	26±14
	Inverno	254±213	74±61	173±128	51±39
Arcola	Bianco	93±29	38±0	93±29	38±0,3
	Estate	116±83	46±39	116±83	46±39
	Inverno	269±296	59±70	141±86	30±29
Le Grazie	Bianco	130±14	44±2	130±14	44±2
	Estate	77±54	23±11	77±54	23±11
	Inverno	211±127	52±41	211±127	52±41
Chiappa	Bianco (^)	179±111	45±16	179±111	45±16
	Estate	99±35	36±16	99±35	36±16
	Inverno	215±111	62±41	215±111	62±41
Maggiolina	Bianco	116±84	35±3	116±84	35±3
	Estate	184±147	63±67	135±72	40±28
	Inverno	241±171	44±34	173±125	39±40
Saint Bon	Bianco	194±9	56±11	194±9	56±11
	Estate	166±79	51±27	166±79	51±27
	Inverno	401±191	103±76	278±122	61±32
Fossamastra	Bianco	732±664	186±183	732±664	186±183
	Estate	576±439	119±85	576±439	119±85
	Inverno	2066±1402	340±250	1078±223	173±48
Melara	Bianco (*)	134	31	134	31
	Estate	124±51	37±24	124±51	37±24
	Inverno	288±177	65±28	192±87	53±26

Tabella 78 – Ratei medi ± Dev. St. degli IPA totali e della norma UNI, esclusi i valori di tab. 7-8. (*) Dato di una sola campagna. (^) il dato di Chiappa è stato mantenuto ma si ritiene che non sia rappresentativo (v. testo). Valori in ng/m^2/d.

Facendo riferimento ai dati complessivi, inclusi i dati anomali, come evidenziato nei rapporti precedenti, si osserva che le deposizioni di IPA alla Spezia sono comunque generalmente basse, salvo casi particolari locali come Fossamastra ed eventi anomali quali incendi, lavori edili, asfaltature. Dai ratei di deposizione degli **IPA totali** depurati dei dati anomali e tenendo sempre conto della variabilità dei dati, si evidenzia che:

- in tutte le postazioni, le deposizioni di IPA totali e delle norma UNI sono maggiori in inverno, salvo alcuni casi come gli IPA della norma UNI ad Arcola e Maggiolina. Ciò è attribuibile alla maggiore pressione antropica nel periodo invernale e, nel caso delle postazioni **extraurbane**, pur in un ambito di deposizioni non particolarmente elevate, si nota quasi sempre circa un raddoppio dei ratei di deposizione, mentre nelle postazioni **urbane**, esclusa Fossamastra, l'aumento è di minore entità;
- se si escludono le deposizioni di Fossamastra, esiste una limitata differenziazione tra le deposizioni degli IPA totali delle postazioni extraurbane ed urbane in inverno; in estate, invece si misurano valori leggermente più elevati nelle postazioni urbane e ad Arcola, rispetto a quelle extraurbane;
- Per gli **IPA** della **Norma UNI**, si osserva una distribuzione spaziale abbastanza omogenea, se si esclude la singolarità di Fossamastra, quindi con limitate differenze tra l'ambiente urbano e quello extraurbano.

Fossamastra rappresenta anche per le deposizioni degli IPA un caso a sé, in quanto si riscontrano ratei molto più elevati delle altre postazioni urbane con un deciso aumento nel periodo invernale, presumibilmente a causa delle sfavorevoli condizioni

meteorologiche in quanto le pressioni industriali rimangono stagionalmente relativamente costanti.

Nella tabella che segue sono riassunti i valori medi ± 1 deviazione standard dei ratei di deposizione rilevati nelle postazioni suddivise in urbane e extra-urbane nella campagna di bianco (**campagna P14 14/0**) e nelle **campagne estive e invernali.** La postazione di Fossamastra, per via della singolarità delle sue deposizioni, è mantenuta separata dalle altre urbane. Allo stesso modo, la postazione Chiappa di fondo urbano è stata mantenuta separata da quelle urbane, in quanto ha caratteristiche di deposizione simili a quelle extraurbane e consente di valutare meglio le pressioni antropiche di quelle propriamente urbane. I valori sono in ng/m^2/d.

		Ratei inclusi i dati anomali		Ratei esclusi i dati anomali	
	Media ± Dev. St. (ng/m^2/d)	Rateo degli IPA TOT	Rateo degli IPA Norma UNI	Rateo degli IPA TOT	Rateo degli IPA Norma UNI
Bianco	P. Extra-urbane	96±29	36±6	96±29	36±6
	P. Fondo Urbano	179±111	45±16	179±111	45±16
	P. Urbane	151±58	43±13	151±58	43±13
	Fossamastra	732±664	186±183	732±664	186±183
Estate	P. Extra-urbane	82±56	30±23	82±56	30±23
	P. Fondo Urbano	99±35	36±16	99±35	36±16
	P. Urbane	162±102	52±44	144±68	43±26
	Fossamastra	576±439	119±85	576±439	119±85
Inverno	P. Extra-urbane	349±472	105±170	180±111	45±35
	P. Fondo Urbano	215±111	62±41	215±111	62±41
	P. Urbane	319±180	74±58	217±111	51±31
	Fossamastra	2066±1402	340±250	1078±223	173±48

Tabella 79 – Ratei medi ± Dev. St. degli IPA totali e della norma UNI, esclusi i valori di tab. 7-8. Valori in ng/m^2/d.

Per meglio confrontare gli andamenti, nel grafico seguente si riportano i valori della tabella precedente:

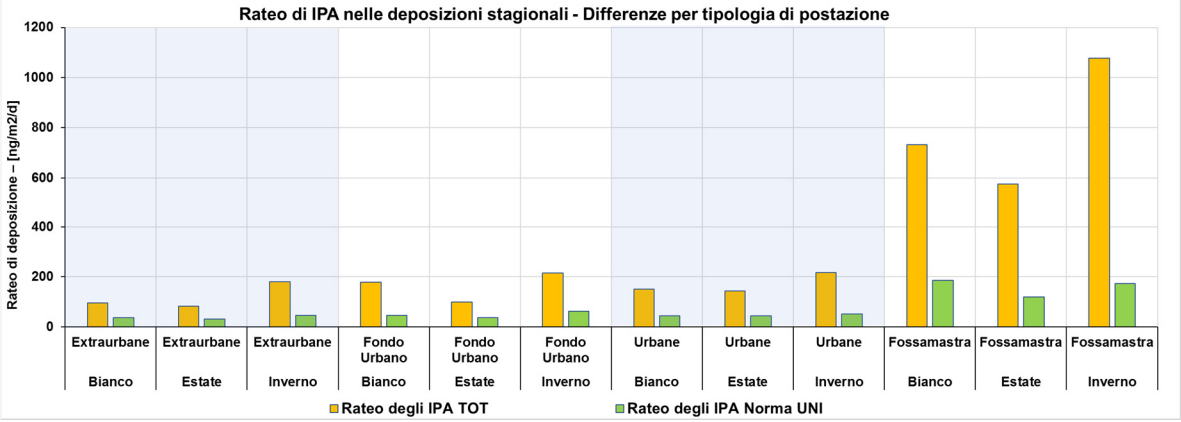


Figura 78 – Confronto tra i valori medi stagionali dei ratei di IPA totali e IPA Norma UNI nei differenti tipi di postazioni

Riferendosi ai dati depurati dei valori anomali valgono le osservazioni sopra riportate, così riassumibili:

- all'interno di ciascuna classe di tipologia di postazione, si nota una variazione stagionale degli IPA totali, con lieve aumento in inverno, non così evidente per gli IPA della norma UNI;
- in estate, si hanno ratei di IPA totali e Noma UNI lievemente maggiori nelle postazioni urbane rispetto alle extraurbane. Tale differenza si coglie in misura minore anche in inverno a causa della elevata variabilità del dato. Gli IPA sembrano quindi diffusi in maniera lievemente maggiore nelle aree urbane, come d'altra parte plausibile per le maggiori pressioni antropiche;
- Fossamastra ha sempre una forte pressione antropica, più accentuata specie in inverno.

7.3.2 Ratei di deposizione di benzo(a)pirene

La figura che segue confronta i tassi di deposizione di benzo(a)pirene (BaP) in tutte le campagne effettuate fino al 2017:

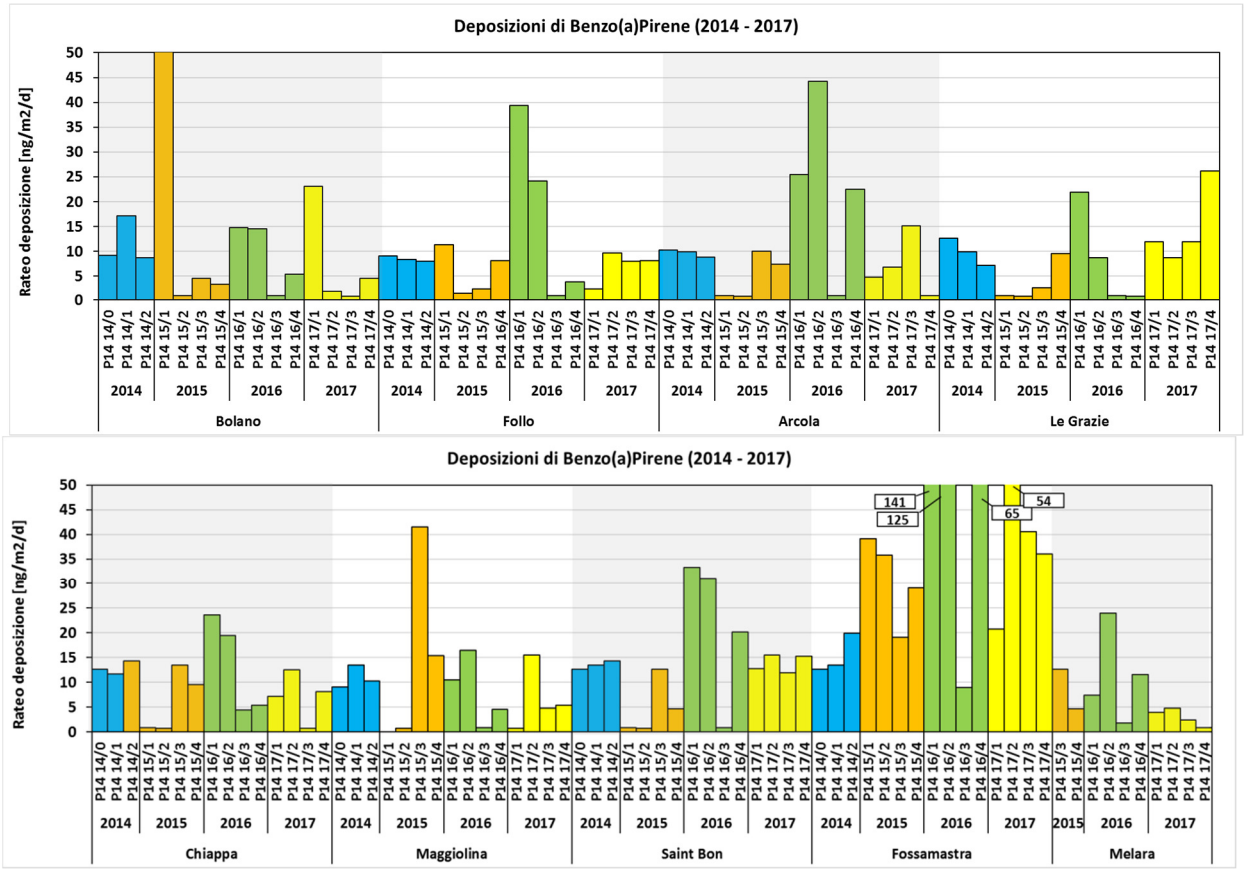


Figura 79 – Confronto dei ratei di deposizione medi di BaP nelle campagne 2014-2017.

I dati numerici dei ratei di deposizione del BaP sono riportati in Appendice A7.4. Dalla figura precedente, si notano alcuni ratei più elevati di BaP rispetto a quelli che vengono rilevati normalmente in ciascuna postazione, e sono legati agli eventi anomali, discussi in precedenza per i ratei degli IPA totali e della norma UNI.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Per completezza, la tabella che segue riporta il confronto tra le medie stagionali di tutti i dati e quelle con eliminazione dei dati anomali evidenziati in verde. I valori sono espressi in ng/m^2/d.

		Ratei inclusi i dati anomali	Ratei esclusi i dati anomali
Postazione		Rateo del B(a)P	Rateo del B(a)P
Bolano	**Bianco**	6±5	6±5
	Estate	6±6	6±6
	Inverno	35±49	10±8
Follo	**Bianco**	9±0,4	9±0,4
	Estate	6±3	6±3
	Inverno	16±16	10±10
Arcola	**Bianco**	9±3	9±3
	Estate	11±7	11±7
	Inverno	15±19	8±12
Le Grazie	**Bianco**	11±3	11±3
	Estate	6±5	6±5
	Inverno	9±9	9±9
Chiappa	**Bianco (^)**	13±0,04	13±0,04
	Estate	9±5	9±5
	Inverno	10±11	10±11
Maggiolina	**Bianco**	12±4	12±4
	Estate	13±14	8±6
	Inverno	7±8	4±6
Saint Bon	**Bianco**	14±2	14±2
	Estate	11±6	11±6
	Inverno	17±15	15±15
Fossamastra	**Bianco**	33±29	33±29
	Estate	28±19	28±19
	Inverno	72±56	32±10
Melara	**Bianco (*)**	5	5
	Estate	7±5	7±5
	Inverno	12±11	6±2

Tabella 80 - Ratei medi ± Dev. St. del BaP, esclusi i valori di tab. 8. (*) Dati di una sola campagna e Dev.St. non calcolabili. (^) il dato di Chiappa è stato mantenuto ma si ritiene che non sia rappresentativo (v. testo).

Le deposizioni di BaP appaiono modeste salvo che a Fossamastra, avente ratei decisamente maggiori di tutte le altre postazioni. Riferendosi ai dati depurati dei valori anomali, si osserva anche una ridotta variabilità delle sue deposizioni tra postazioni extraurbane ed urbane (a meno di Fossamastra). I valori delle campagne di bianco e delle altre campagne risultano molto contenuti e praticamente equivalenti ad eccezione di quelli rilevati a Fossamastra.

Di seguito, sono riassunti i valori medi ± 1 deviazione standard dei ratei di deposizione rilevati nelle postazioni, suddivise in urbane e extra-urbane, nella campagna di bianco (**campagna P14 14/0**) e nelle **campagne estive e invernali.** La postazione di Fossamastra, per via della singolarità delle sue deposizioni, è mantenuta separata dalle altre urbane. Allo stesso modo, la postazione Chiappa di fondo urbano è stata mantenuta separata da quelle urbane, in quanto ha caratteristiche di deposizione simili a quelle extraurbane e consente di valutare meglio le pressioni antropiche di quelle propriamente urbane. I valori sono in ng/m^2/d.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato
IQNet

	Postazione	Ratei inclusi dati anomali	Ratei esclusi dati anomali
		Rateo del B(a)P	Rateo del B(a)P
Bianco	P. Extra-urbane	9±3	9±3
	P. Fondo Urbano	13±0,04	13±0,04
	P. Urbane	11±5	11±5
	Fossamastra	33±29	33±29
Estate	P. Extra-urbane	7±5	7±5
	P. Fondo Urbano	9±5	9±5
	P. Urbane	11±9	9±6
	Fossamastra	28±19	28±19
Inverno	P. Extra-urbane	19±27	9±9
	P. Fondo Urbano	10±11	10±11
	P. Urbane	12±12	9±10
	Fossamastra	72±56	32±10

Tabella 81 - Ratei medi ± Dev. St. del BaP, esclusi i valori di tab. 8. Valori in ng/m^2/d.

Per meglio confrontare gli andamenti, nel grafico seguente si riportano i valori della tabella precedente:

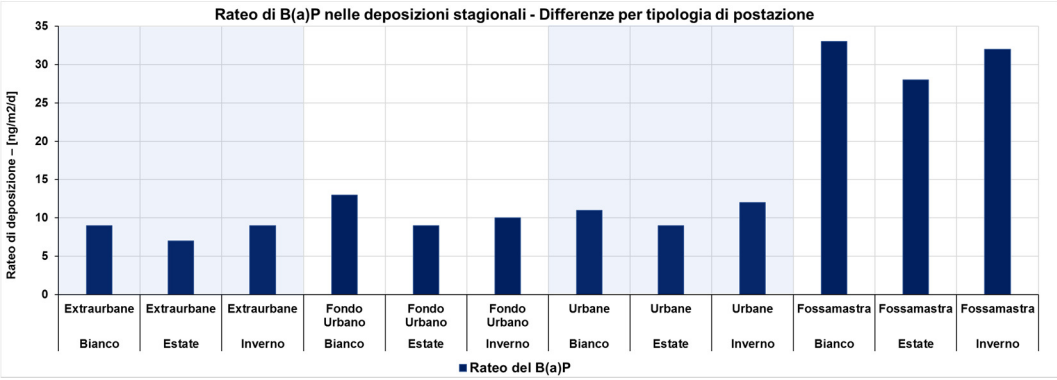


Figura 80 – Confronto tra i valori medi stagionali dei ratei di B(a)P nei differenti tipi di postazioni

Raggruppando le postazioni e considerando i dati depurati dei dati anomali, si evidenzia ancora meglio la generale diffusione omogenea del BaP su tutta l'area della Spezia e la particolarità di Fossamastra. Da notare la costanza e la scarsa rilevanza dei dati che evidenziano una situazione di fondo paragonabile a quella di realtà con basse pressioni antropiche, ad eccezione di Fossamastra che presenta valori più elevati.

7.4 PCDD/F e PCB nelle deposizioni di polveri

In Appendice A7.5 sono riportati i valori numerici dei ratei di deposizione di PCDD/F e PCB rilevati nel corso delle campagne. Tali dati sono confrontati graficamente nelle figure che seguono. Le ultime due figure confrontano i ratei complessivi di PCDD/F e PCB dal 2014 al 2017:

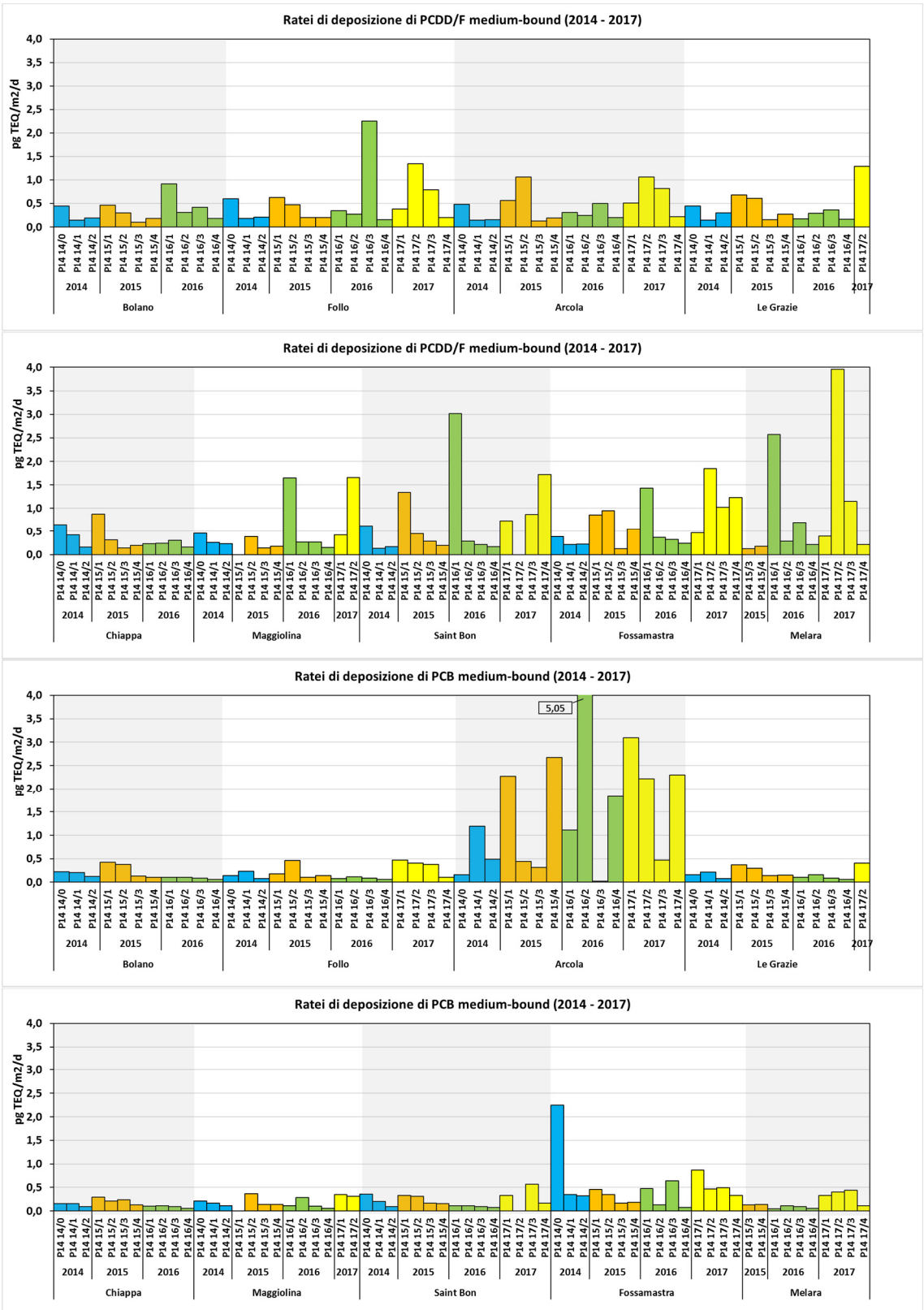


Figura 81 – Confronto dei ratei di deposizione medi di PCDD/F e PCB dl nelle campagne 2014-2017.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

I ratei complessivi delle deposizioni di PCDD/F e PCB sono mostrati nelle figure che seguono:

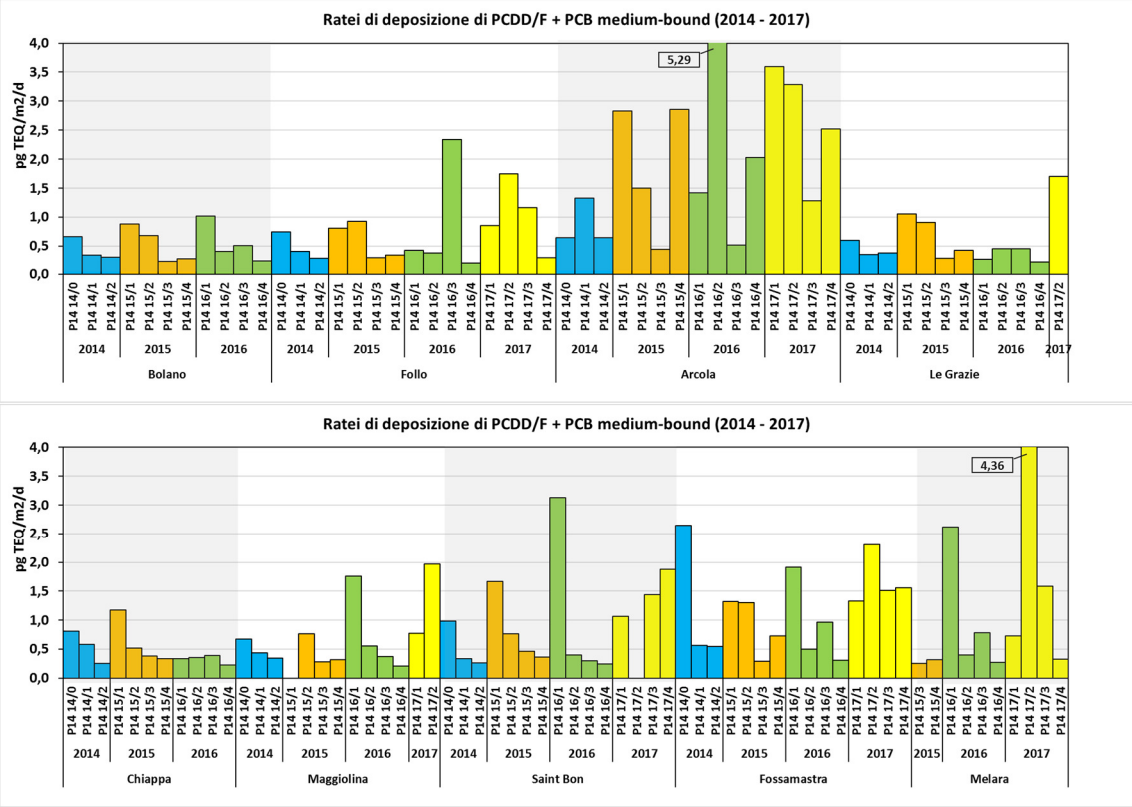


Figura 82 – Ratei di deposizione medi di sommatoria di PCDD/F e PCB nelle campagne 2014-2017.

Dalle figure precedenti si notano alcuni ratei di deposizione di PCDD/F e PCB elevati rispetto all'andamento normalmente riscontrabile nelle postazioni.
Ricordando che l'obiettivo delle valutazioni pluriennali è quello di avere una stima delle deposizioni che avvengono normalmente stagionalmente, è stata effettuata una selezione critica dei dati, valutando come anomali i ratei di PCDD/F e PCB superiori rispettivamente a 1 pg TEQ.
Le più elevate deposizioni di PCDD/F sono per la maggior parte riferibili alle conseguenze dell'incendio di un edificio civile a Fossamastra il 23/03/16 durante la campagna **P14 16/1**, che ha influenzato le deposizioni delle postazioni di **Maggiolina**, **Saint Bon**, **Fossamastra** e **Melara**.
Inoltre durante la campagna **P14 17/2** si è misurato un insolito incremento delle deposizioni di PCDD/F, difficilmente rappresentativo di una campagna di bianco, particolarmente accentuato nelle postazioni di Arcola, Fossamastra, Melara e Follo (v.cap.5), tali dati non sono stati considerati nelle elaborazioni stagionali (v. Tabella 81).
Per quanto riguarda la postazione di **Arcola**, risulta evidente che le elevate deposizioni di **PCB,** sempre associate a quelle del Pb, avvengono in maniera estemporanea plausibilmente a causa di una sorgente locale (v. Allegato 4).
Da quanto sopra riportato, nel prospetto seguente, sono indicati i ratei di deposizione di PCDD/F e PCB classificabili come eventi anomali in quanto maggiori di 1 pg TEQ/m^2/d, valore ben superiore agli intervalli normalmente riscontrati (v. Appendice A7.5). Nella

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

tabella non è inserita Arcola per PCB di cui si sono eliminati i dati delle campagne **P14 14/1**, **15/1**, **15/4**, **16/1**, **16/2**, **16/4, 17/2** in cui si sono avuti i ratei anomali per la pressione locale descritta nel documento Prot. ARPAL nr. 37531 del 20/12/2018:

Campagna	Stagione	Evento anomalo	Note
P14/0 (bianco)	estate	• Lavori manutenzione alle Torri in banchina ENEL	Esclusa deposizione di **PCB** (2,25 pg TEQ/m^2/d) a Fossamastra.
P14 15/1	inverno	• Lavori stradali nelle vicinanze della postazione di Saint Bon	Esclusa deposizione di Saint Bon per **PCDD/F** (1,34 pg TEQ/m^2/d)
P14 15/2	inverno	• Possibili abbruciamenti di materiali plastici nella zona	Esclusa deposizione di Arcola per **PCDD/F** (1,1 pg TEQ/m^2/d)
P14 16/1	inverno	• Postazioni influenzate dall'incendio a Fossamastra del 23/03/16	Escluse deposizioni di Bolano (0,9 pg TEQ/m^2/d), Maggiolina (1,7 pg TEQ/m^2/d), Saint Bon (3,0 pg TEQ/m^2/d), Fossamastra (1,4 pg TEQ/m^2/d), Melara (2,6 pg TEQ/m^2/d) per **PCDD/F**
P14 16/3	estate	• Possibili abbruciamenti di materiali plastici nella zona	Esclusa deposizione di Follo per **PCDD/F** (2,25 pg TEQ/m^2/d)
P14 17/2	primavera	• Non individuato (v. anche par. 5)	Campagna di "bianco". Esclusi i ratei di PCDD/F in tutte le postazioni per l'anomalia dei dati.

Tabella 82 – Ratei di deposizione di PCDD/F e PCB non utilizzati per le valutazioni statistiche.

Data la loro peculiarità, i valori dei ratei della tabella precedente, sono stati esclusi nelle medie stagionali riportate nella tabella seguente, in quanto si intende avere una stima statistica delle deposizioni di PCDD/F e PCB che avvengono normalmente, quindi non influenzate da eventi estemporanei. Per chiarezza, la tabella che segue riporta il confronto tra medie stagionali di tutti i dati e quelle con eliminazione dei dati anomali, evidenziate in grigio. I valori sono espressi in pg TEQ/m^2/d.

		Ratei inclusi dati anomali			*Ratei esclusi dati anomali*		
Postazione		**TEQ PCDD/F**	**TEQ PCB dl**	**TEQ PCDD/F +PCB dl**	**TEQ PCDD/F**	**TEQ PCB dl**	**TEQ PCDD/F +PCB dl**
Bolano	**Bianco** *(*)*	0,44	0,22	0,66	0,44	0,22	0,66
	Estate	0,20±0,11	0,12±0,05	0,32±0,10	0,20±0,11	0,12±0,05	0,32±0,10
	Inverno(#)	0,50±0,29	0,25±0,17	0,75±0,26	0,36±0,09	0,25±0,17	0,52±0,34
Follo	**Bianco** *(*)*	0,97±0,53	0,27±0,19	1,24±0,71	0,60	0,27±0,19	0,57±0,24
	Estate(#)	0,57±0,77	0,15±0,11	0,72±0,78	0,29±0,25	0,15±0,11	0,40±0,35
	Inverno	0,42±0,14	0,26±0,19	0,68±0,26	0,42±0,14	0,26±0,19	0,68±0,26
Arcola	**Bianco** *(*)*	0,77±0,41	1,19±1,46	1,96±1,87	0,48	0,16	0,32±0,45
	Estate *(#)*	0,30±0,26	1,00±0,96	1,30±0,89	0,30±0,26	0,32±0,22	0,49±0,40
	Inverno(#)	0,53±0,32	2,39±1,80	2,93±1,61	0,40±0,15	0,44	0,41±0,13
Le Grazie	**Bianco** *(*)*	0,86±0,60	0,29±0,18	1,15±0,78	0,44	0,29±0,18	0,51±0,13
	Estate	0,23±0,09	0,12±0,06	0,35±0,09	0,23±0,09	0,12±0,06	0,35±0,09
	Inverno	0,44±0,25	0,23±0,12	0,67±0,37	0,44±0,25	0,23±0,12	0,67±0,37
Chiappa	**Bianco** *(*)*	0,65	0,16	0,81	0,65	0,16	0,81
	Estate	0,23±0,11	0,13±0,06	0,36±0,13	0,23±0,11	0,13±0,06	0,36±0,13
	Inverno	0,42±0,31	0,18±0,09	0,59±0,39	0,42±0,31	0,18±0,09	0,59±0,39
Maggiolina	**Bianco** *(*)*	0,46	0,21	0,67	0,46	0,21	0,67
	Estate	0,21±0,06	0,12±0,04	0,33±0,08	0,21±0,06	0,12±0,04	0,33±0,08
	Inverno	0,77±0,76	0,25±0,13	1,02±0,65	0,33±0,08	0,25±0,13	0,47±0,33
Saint Bon	**Bianco** *(*)*	0,62	0,36	0,98	0,62	0,36	0,98
	Estate	0,29±0,26	0,19±0,17	0,48±0,43	0,29±0,26	0,19±0,17	0,48±0,43
	Inverno(#)	1,17±1,11	0,24±0,12	1,41±1,07	0,49±0,22	0,24±0,12	0,53±0,38
Fossamastra	**Bianco** *(*)*	1,12±1,03	1,36±1,26	2,48±0,23	0,39	0,46	0,43±0,05
	Estate	0,38±0,31	0,32±0,20	0,70±0,43	0,38±0,31	0,32±0,20	0,70±0,43
	Inverno	0,81±0,42	0,46±0,27	1,27±0,50	0,66±0,29	0,46±0,27	0,99±0,45
Melara	**Bianco** *(#)*	3,95	0,41	4,36	-	0,41	0,41
	Estate	0,47±0,44	0,17±0,15	0,64±0,57	0,47±0,44	0,17±0,15	0,64±0,57
	Inverno(#)	1,08±1,29	0,16±0,15	1,25±1,20	0,34±0,07	0,16±0,15	0,39±0,34

Tabella 83 – Ratei medi stagionali ± Dev. St. per PCDD/F e PCB. (#) – Eliminati dati anomali di PCDD/F e PCB. Valori in pg TEQ/m^2/d. (*) Dati di una sola campagna e Dev.St. non calcolabile.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Nel complesso, come evidenziato nei rapporti precedenti, le deposizioni di **PCDD/F** e **PCB** alla Spezia sono generalmente basse, salvo casi particolari (Arcola per i PCB, e eventi anomali, soprattutto incendi). Considerando anche i dati anomali, le deposizioni totali di PCDD/F e PCB non superano i 4 pg TEQ/m^2/d come media annuale e quindi non eccedono il valore proposto come guida, fatta eccezione per il dato di PCDD/F della campagna di bianco P14 17/2 a Melara, decisamente poco rappresentativo e del tutto estemporaneo (v. cap. 5), che è stato pertanto eliminato dalle medie stagionali.
Facendo riferimento ai ratei di deposizione depurati dei dati anomali e tenendo conto della loro variabilità, si evidenzia che esiste una ridotta differenziazione tra le postazioni urbane ed extraurbane a parità di stagione. Si coglie tuttavia una dipendenza sistematica della stagionalità per PCDD/F e in misura minore per i PCB, con un valori maggiori in inverno e minori in estate, generalizzato a tutte le postazioni. Queste osservazioni non sono estendibili ad Arcola che rappresenta una singolarità per la estemporaneità delle deposizioni soprattutto di PCB (v. documento Prot. ARPAL nr. 37531 del 20/12/2018) che si traducono in una pressione antropica ripetitiva e locale.
Si noti inoltre che i ratei della campagna di bianco estiva (**P14 14/0**) sono più simili ai ratei medi invernali piuttosto che a quelli estivi.

Per avere una visione degli andamenti delle deposizioni entro e fuori l'area urbana, nella tabella che segue sono riassunti i valori medi ± 1 deviazione standard dei ratei di deposizione suddivisi, per l'appunto per le postazioni urbane e extra-urbane nella campagna di bianco (campagna **P14 14/0**) e nelle campagne estive e invernali. La postazione di Fossamastra, per via della singolarità delle sue deposizioni, è separata dalle altre urbane, così come la postazione di Chiappa, di fondo urbano, in quanto ha caratteristiche di deposizione simili a quelle extraurbane e consente di valutare meglio le pressioni antropiche di quelle propriamente urbane. Per via delle peculiarità delle deposizioni di PCB, anche Arcola è stata separata dalle altre postazioni extraurbane. La parte sinistra della tabella riporta i ratei medi stagionali **inclusi** i dati anomali mentre la parte destra della tabella riporta i ratei medi stagionali ottenuti **escludendo** i ratei anomali, nei casi evidenziati con sfondo verde. I valori sono espressi in pg TEQ/m^2/d.

		Ratei inclusi dati anomali			Ratei esclusi dati anomali		
	Tipo postazioni	TEQ PCDD/F	TEQ PCB dl	TEQ PCDD/F+PCB dl	TEQ PCDD/F	TEQ PCB dl	TEQ PCDD/F+PCB dl
Bianco	P. Extra-urbane	0,82±0,46	0,27±0,13	1,09±0,58	0,49±0,09	0,27±0,13	0,56±0,15
	P. Fondo Urbano (*)	0,65	0,16	0,81	0,65	0,16	0,81
	P. Urbane	1,68±1,97	0,33±0,10	2,00±2,05	0,54±0,11	0,33±0,10	0,69±0,29
	Fossamastra (*)	1,12±1,03	1,36±1,26	2,48±0,23	0,39	0,46	0,43±0,05
	Arcola (*)	0,77±0,41	1,19±1,46	1,96±1,87	0,48	0,16	0,32±0,45
Estate	P. Extra-urbane	0,35±0,49	0,13±0,08	0,48±0,50	0,24±0,16	0,13±0,08	0,36±0,22
	P. Fondo Urbano	0,23±0,11	0,13±0,06	0,36±0,13	0,23±0,11	0,13±0,06	0,36±0,13
	P. Urbane	0,31±0,29	0,16±0,13	0,47±0,40	0,31±0,29	0,16±0,13	0,47±0,40
	Fossamastra	0,38±0,31	0,32±0,20	0,70±0,43	0,38±0,31	0,32±0,20	0,70±0,43
	Arcola	0,30±0,26	1,00±0,96	1,30±0,89	0,30±0,26	0,32±0,22	0,49±0,40
Inverno	P. Extra-urbane	0,45±0,21	0,25±0,15	0,70±0,27	0,41±0,16	0,25±0,15	0,63±0,30
	P. Fondo Urbano	0,42±0,31	0,18±0,09	0,59±0,39	0,42±0,31	0,18±0,09	0,59±0,39
	P. Urbane	1,04±0,99	0,22±0,12	1,26±0,93	0,40±0,16	0,22±0,12	0,48±0,33
	Fossamastra	0,81±0,42	0,46±0,27	1,27±0,50	0,66±0,29	0,46±0,27	0,99±0,45
	Arcola	0,53±0,32	2,39±1,80	2,93±1,61	0,40±0,15	0,44	0,41±0,13

Tabella 84 –. Ratei medi stagionali ± Dev. St. per PCDD/F e PCB. Media ± Dev. St. Valori in pg TEQ/m^2/d. (*) Dati di una sola campagna e Dev.St. non calcolabile.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Per meglio confrontare gli andamenti, nel grafico seguente si riportano i valori della tabella precedente:

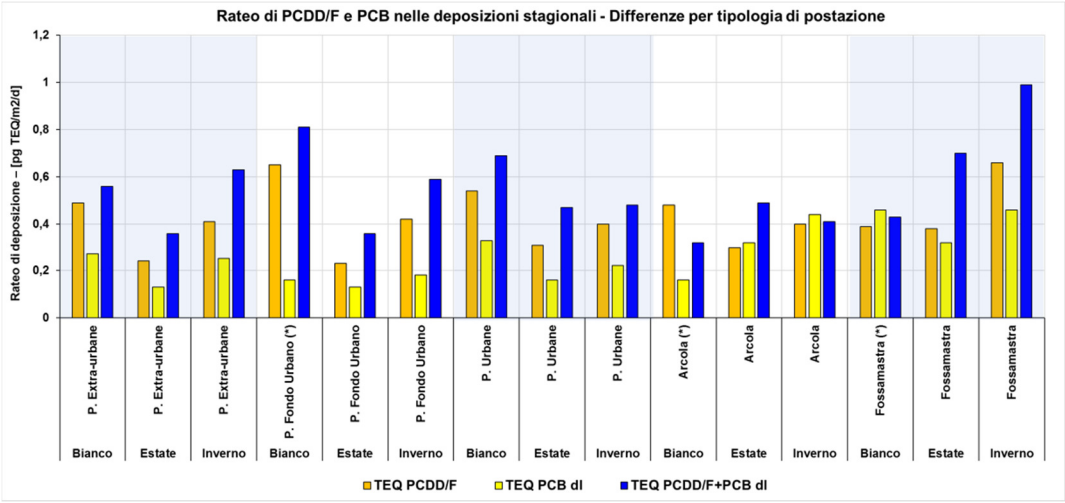


Figura 83 – Confronto tra i valori medi stagionali dei ratei PCDD/F e PCB nei differenti tipi di postazioni. (*)Dati di una sola campagna e Dev.St. non calcolabile

Dalla tabella e dal grafico precedente si evidenzia quanto segue:

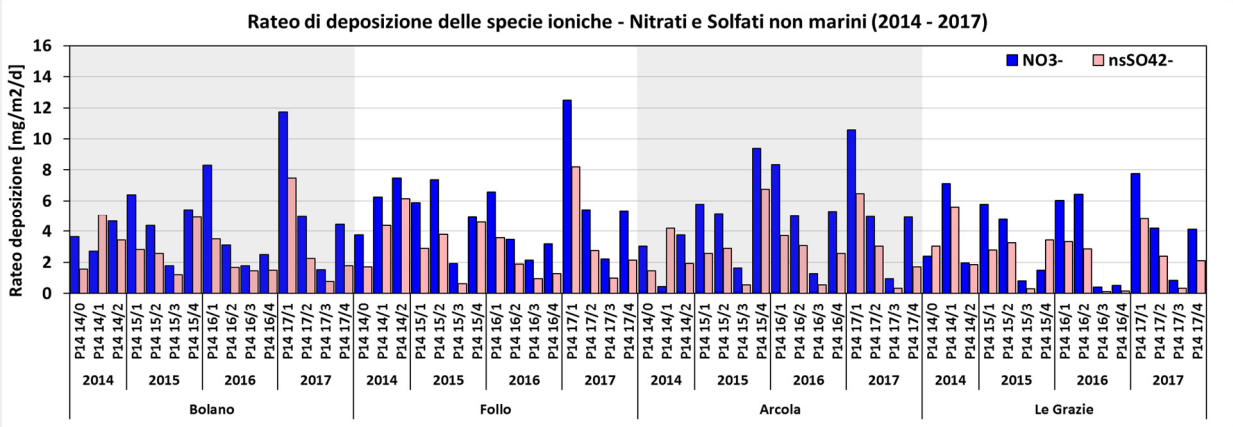
- le deposizioni invernali e quelle estive sono sempre tutte risultate di valori estremamente modesti, eccetto i casi anomali evidenziati in precedenza;
- nelle postazioni extraurbane il rateo medio invernale di PCDD/F e PCB risulta circa il doppio di quello estivo; tale differenza si evidenzia anche nella postazione di fondo urbano (Chiappa) e a Fossamastra ma solo per i PCDD/F. Nelle altre postazioni, invece, il rateo di PCDD/F e PCB invernale è circa 1,5 volte maggiore rispetto a quello estivo;
- i valori di PCDD/F e di PCB delle postazioni extraurbane sono mediamente simili a quelli misurati nella postazione di fondo urbano (Chiappa), sia in estate che in inverno;
- ad Arcola il confronto stagionale del rateo di PCB è meno evidente, per la estemporaneità delle deposizioni, tuttavia i valori invernali sembrano più elevati rispetto a quelli estivi (v. documento Prot. ARPAL nr. 37531 del 20/12/2018).

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

7.5 Specie ioniche nelle deposizioni delle polveri

Nel protocollo analitico è stato previsto di determinare anche alcune specie ioniche utilizzando i campioni raccolti dai deposimetri per specie inorganiche. Trattandosi di deposimetri del tipo "bulk", le specie ioniche sono la somma di quelle presenti nelle deposizioni umide (piogge) e nelle deposizioni secche di polveri sedimentabili. I dati numerici dei ratei di deposizione delle specie ioniche del 2014 – 2017 sono riportati in appendice A7.7. Nei grafici che seguono sono presentati i risultati delle deposizioni di nitrati e solfati non marini e quelle di sodio e cloro nei quattro anni di monitoraggio.



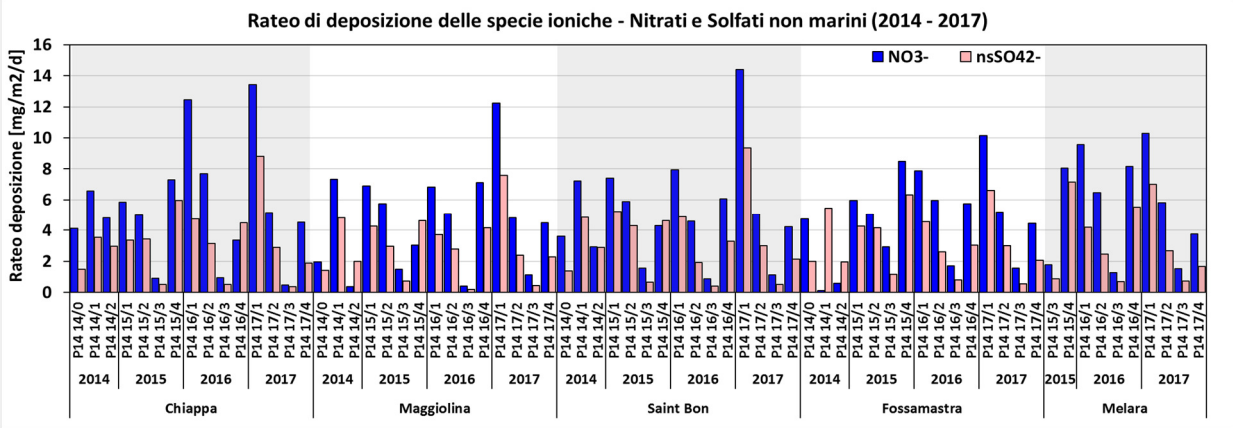


Figura 84 - Ratei di deposizione di nitrati e solfati non marini (v. testo) nel 2014-17. Valori in mg/m2/d.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

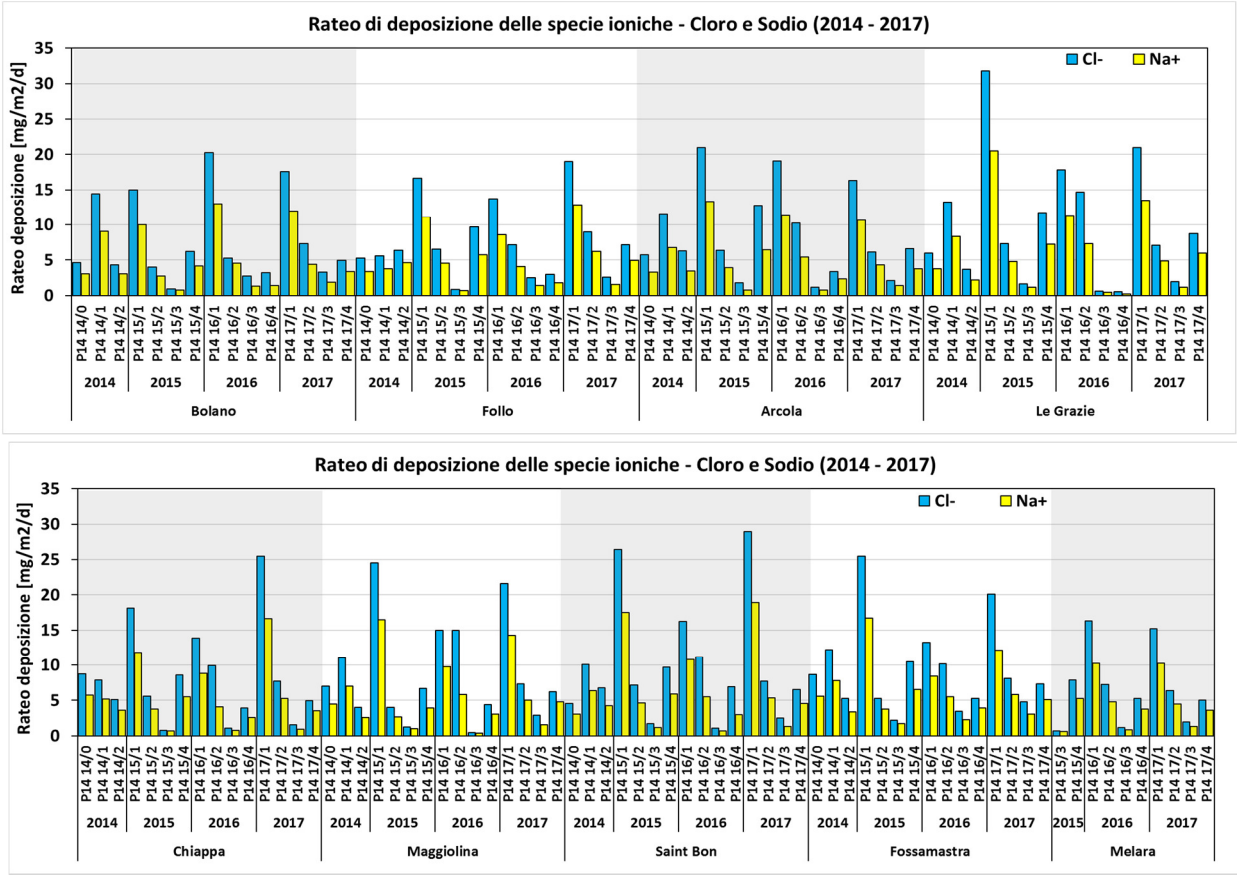


Figura 85 - Ratei di deposizione di cloruri e sodio nel 2014-17. Valori in mg/m2/d.

Nella tabella che segue sono riassunti i risultati di deposizione delle specie ioniche dei quattro anni di monitoraggio mediati stagionalmente (Media ± 1 Deviazione Standard), escludendo dalle medie la campagna di bianco. I valori di ratei di deposizione delle specie ioniche della campagna **P14 15/2** a Maggiolina sono stati mantenuti, al contrario di quelle delle polveri e dei metalli (v. sopra), in quanto non risultano influenzati dagli eventi di sfalcio. I valori sono espressi in mg/m^2/d:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Media ± Dev. St. (mg/m²/d)		Ca2+	Na+	Mg2+	K+	NH4+	Cl-	NO3-	SO42-	nsSO42-
Bolano	Bianco	2,8±1,3	3,7±0,9	0,6±0,1	0,5±0,2	0,6±0,4	6,0±1,9	4,3±0,9	2,7±0,7	1,9±0,5
	Estate	3,1±1,4	3,1±2,9	0,6±0,4	1,3±1,6	0,7±0,4	5,0±4,4	2,9±1,5	3,3±2,4	2,6±1,8
	Inverno	4,1±1,2	8,5±4,6	1,0±0,4	1,1±0,9	1,2±1,0	12,4±7,4	6,8±3,4	5,3±3,0	3,6±2,3
Follo	Bianco	2,8±0,2	4,8±2,0	0,7±0,2	0,3±0,1	0,6±0,2	7,1±2,6	4,6±1,2	3,2±1,1	2,2±0,7
	Estate	2,7±1,3	2,8±1,9	0,4±0,3	0,3±0,1	0,6±0,8	4,4±3,0	4,0±2,2	3,3±2,6	2,7±2,3
	Inverno	4,4±2,8	8,3±3,9	0,9±0,3	0,8±0,4	1,6±1,1	12,6±5,6	7,2±3,3	5,8±3,0	4,1±2,4
Arcola	Bianco	3,1±0,2	3,8±0,7	0,5±0,1	0,6±0,3	0,4±0,02	5,9±0,2	4,0±1,3	3,1±1,2	2,2±1,1
	Estate	2,9±2,4	3,1±2,6	0,5±0,5	0,3±0,2	0,4±0,4	5,6±4,8	3,2±3,2	3,2±3,0	2,4±2,4
	Inverno	4,3±1,2	8,9±4,1	1,0±0,4	1,1±0,7	1,4±1,1	14,6±6,1	7,0±2,4	5,8±1,9	3,7±1,6
Le Grazie	Bianco	4,2±2,1	4,3±0,8	0,7±0,1	0,5±0,1	0,4±0,2	6,5±0,8	3,3±1,3	3,6±0,4	2,7±0,5
	Estate	1,7±1,3	3,0±3,4	0,4±0,5	0,3±0,3	0,3±0,4	4,8±5,4	1,9±2,4	2,4±2,8	1,7±2,1
	Inverno	3,5±1,4	11,5±6,1	1,3±0,7	0,8±0,1	1,1±0,8	18,5±9,0	6,2±1,1	6,0±1,5	3,4±0,8
Chiappa	Bianco	2,5±0,1	5,5±0,4	0,7±0,03	0,6±0,1	0,2±0,2	8,2±0,7	4,7±0,7	3,4±0,9	2,2±1,0
	Estate	1,7±1,0	2,8±2,1	0,4±0,3	1,1±1,0	2,2±4,5	4,1±3,2	3,5±2,8	3,2±2,6	2,6±2,2
	Inverno	3,1±1,1	9,0±5,4	1,0±0,5	0,8±0,3	1,8±1,5	14,6±7,7	8,9±3,9	6,7±3,3	4,7±2,4
Maggiolina	Bianco	3,5±0,2	4,8±0,4	0,7±0,04	0,7±0,2	0,04±0,03	7,1±0,2	3,4±2,0	2,9±0,7	1,9±0,7
	Estate	2,4±1,6	2,8±2,2	0,4±0,3	0,5±0,2	0,5±0,7	4,4±3,6	3,0±3,0	3,0±2,5	2,4±2,1
	Inverno	4,8±1,4	9,8±5,7	1,2±0,5	0,7±0,3	1,2±1,2	16,0±7,9	7,4±2,8	6,5±2,8	4,3±2,0
Saint Bon	Bianco	4,6±0,7	4,2±1,6	0,7±0,3	0,7±0,3	1,5±1,3	6,2±2,2	4,3±1,0	3,0±1,5	2,2±1,2
	Estate	3,9±2,7	3,2±2,3	0,6±0,4	0,7±0,5	0,4±0,5	5,5±3,8	3,4±2,5	3,2±2,5	2,5±1,9
	Inverno	9,4±3,3	11,5±6,6	1,7±0,8	1,2±0,6	2,2±1,4	18,0±9,5	8,0±3,8	7,6±3,8	5,1±2,7
Fossamastra	Bianco	5,4±1,0	5,7±0,2	0,8±0,1	0,6±0,1	1,1±1,1	8,3±0,4	5,0±0,3	3,7±0,7	2,5±0,7
	Estate	4,7±3,2	4,1±2,2	0,7±0,6	0,3±0,2	0,3±0,3	6,2±3,7	3,0±3,0	3,6±2,8	2,8±2,3
	Inverno	13,8±3,9	9,3±5,2	1,7±0,8	0,6±0,1	0,9±0,7	14,9±8,0	7,0±2,0	6,5±2,2	4,4±1,4
Melara	Bianco (*)	2,9	4,5	0,7	0,3	2,2	6,4	5,8	3,6	2,7
	Estate	2,8±2,6	2,4±2,0	0,6±0,6	0,4±0,4	0,5±0,7	3,4±3,1	4,2±3,6	3,5±3,5	3,0±3,1
	Inverno	4,6±1,2	8,4±3,2	1,0±0,3	0,8±0,2	2,3±1,2	12,9±4,9	8,8±2,0	6,4±2,8	4,6±2,3

Tabella 85 – Ratei stagionali delle deposizioni di specie ioniche nel 2014-17. (*) Dati di una sola campagna e Dev.St. non calcolabile. Valori in mg/m²/d.

Dalla tabella precedente emerge quanto segue:

- le deposizioni delle specie ioniche sono sempre risultate di valori estremamente modesti e non sono stati individuati come per le altre specie chimiche valori di deposizione anomala;
- ad esclusione di poche eccezioni (K^+ a Bolano e Chiappa e NH_4 solo a Chiappa), il rateo medio invernale delle specie ioniche risulta maggiore di quello estivo per tutte le postazioni, probabilmente legato a fattori meteorologici;
- la concentrazione di Ca a Fossamastra risulta molto più alta rispetto a quella di tutte le altre postazioni con valori praticamente raddoppiati nella stagione invernale.

Nella tabella che segue sono riassunti i ratei di deposizioni medi per tipologia di postazione e distinti per stagione:

	Media ± Dev. St. (mg/m²/d)	Ca2+	Na+	Mg2+	K+	NH4+	Cl-	NO3-	SO42-	nsSO4²⁻
Bianco	P. Extra-urbane	3,2±1,1	4,2±1,0	0,6±0,1	0,5±0,2	0,5±0,2	6,4±1,4	4,0±1,0	3,2±0,8	2,3±0,6
	P. Fondo Urbano	2,5±0,1	5,5±0,4	0,70±0,03	0,6±0,1	0,2±0,2	8,2±0,7	4,7±0,7	3,4±0,9	2,2±1,0
	P. Urbane	3,8±0,8	4,5±0,9	0,7±0,2	0,6±0,3	1,1±1,2	6,6±1,2	4,2±1,5	3,1±0,9	2,2±0,7
	Fossamastra	5,4±1,0	5,7±0,2	0,8±0,1	0,6±0,1	1,1±1,1	8,3±0,4	5,0±0,3	3,7±0,7	2,5±0,7
Estate	P. Extra-urbane	2,6±1,7	3,0±2,6	0,5±0,4	0,6±0,9	0,5±0,5	4,9±4,3	3,0±2,4	3,0±2,6	2,4±2,1
	P. Fondo Urbano	1,7±1,0	2,8±2,1	0,4±0,3	1,1±1,0	2,2±4,5	4,1±3,2	3,5±2,8	3,2±2,6	2,6±2,2
	P. Urbane	3,1±2,3	2,8±2,1	0,5±0,4	0,5±0,4	0,5±0,6	4,6±3,4	3,5±2,9	3,2±2,6	2,6±2,2
	Fossamastra	4,7±3,2	4,1±2,2	0,7±0,6	0,3±0,2	0,3±0,3	6,2±3,7	3,0±3,0	3,6±2,8	2,8±2,3
Inverno	P. Extra-urbane	4,1±1,6	9,3±4,5	1,1±0,5	0,9±0,6	1,4±1,0	14,5±7,0	6,8±2,5	5,7±2,3	3,7±1,7
	P. Fondo Urbano	3,1±1,1	9,0±5,4	1,0±0,5	0,8±0,3	1,8±1,5	14,6±7,7	8,9±3,9	6,7±3,3	4,7±2,4
	P. Urbane	6,5±3,2	10,1±5,4	1,3±0,6	0,9±0,5	1,9±1,3	16,1±7,7	7,9±2,9	6,9±3,0	4,7±2,2
	Fossamastra	13,8±3,9	9,3±5,2	1,7±0,8	0,6±0,1	0,9±0,7	14,9±8,0	7,0±2,0	6,5±2,2	4,4±1,4

Tabella 86 - Ratei stagionali delle deposizioni di specie ioniche nel 2014-17 per tipologia di postazione. Valori in mg/m²/d.

Per meglio confrontare gli andamenti, nel grafico seguente si riportano i valori della tabella precedente:

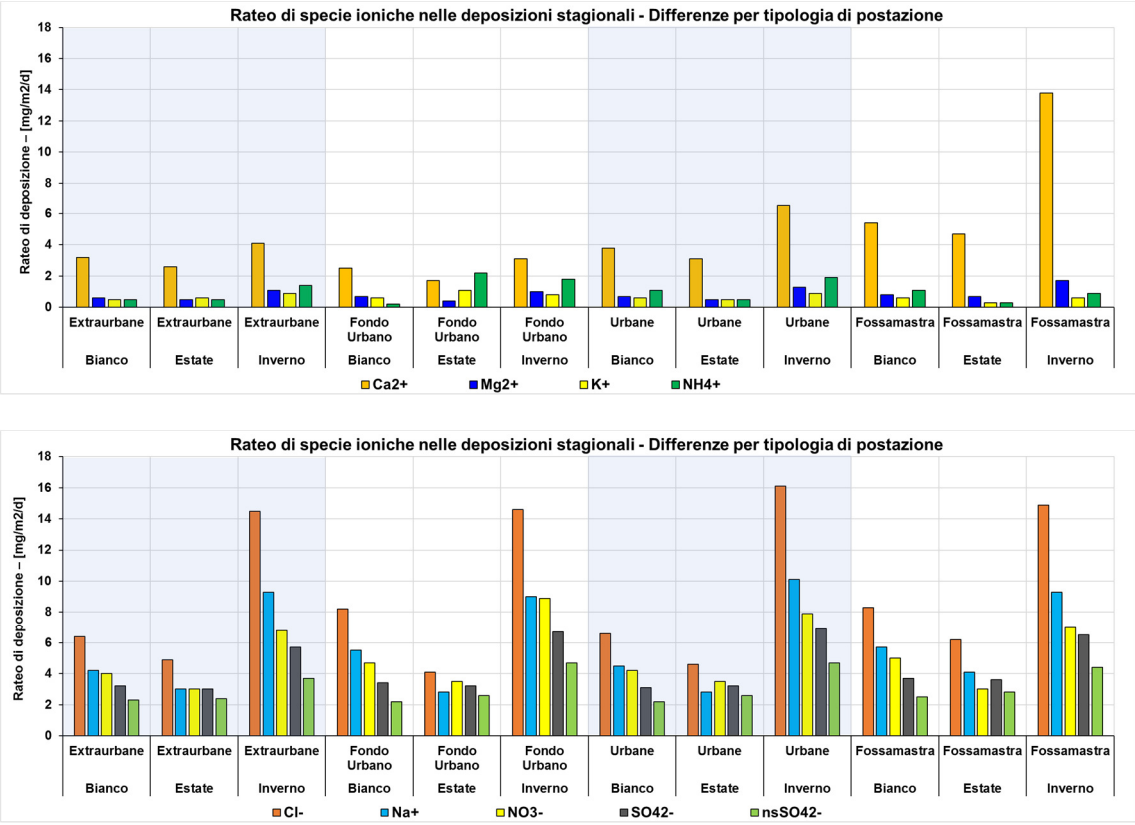


Figura 86 – Confronto tra i valori medi stagionali dei ratei delle specie ioniche nei differenti tipi di postazioni

Dalla tabella e dal grafico precedenti si evidenzia che:

- il rateo medio di deposizione delle specie ioniche è abbastanza confrontabile tra differenti tipologie di postazione per ogni stagione a meno del Ca^{2+} e NH_4^+ nella

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

postazione di fondo urbano e a Fossamastra, probabilmente influenzati da differenti pressioni locali;
- salvo poche eccezioni, in tutte le postazioni, compresa Fossamastra, i ratei medi invernali risultano maggiori di almeno il doppio di quelli estivi.

7.6 Andamento del PM10, metalli e specie organiche

In questo paragrafo sono valutati i valori e gli andamenti delle concentrazioni di PM10, metalli e specie organiche rilevate nel corso delle campagne della prescrizione 14 effettuate dal 2014 fino al 2017 nelle postazioni aggiuntive di Le Grazie, Chiappa e Follo, inserite nel protocollo di attuazione. Sono stati anche effettuati confronti con il PM10 di alcune postazioni della RQA che sono state ritenute rappresentative dell'area urbana: Maggiolina, Fossamastra e Saint Bon per le concentrazioni gravimetriche di PM10, Maggiolina, Fossamastra e Amendola per il contenuto in metalli e benzo(a)pirene del PM10.
I campionamenti giornalieri di PM10 sono stati effettuati a partire da mezzanotte fino alla mezzanotte del giorno successivo per circa un mese per ogni campagna della prescrizione **P14**. Per facilità di lettura, si riportano nel prospetto che segue i periodi delle campagne di PM10 relative alla prescrizione 14 che differiscono di qualche giorno da quelle della campagne dei deposimetri riportata sopra:

Codifica	Data	Note
P14 14/0	28/05 – 16/06/14	Campagna di "bianco"
P14 14/1	08/07 – 07/08/14	Campagna di monitoraggio estiva
P14 14/2	08/08 – 08/09/14	Campagna di monitoraggio estiva
P14 15/1	19/01 - 19/02/15	Campagna di monitoraggio invernale
P14 15/2	19/02 - 24/03/15	Campagna di monitoraggio invernale
P14 15/3	17/06 - 17/07/15	Campagna di monitoraggio estiva
P14 15/4	17/07 - 26/08/15	Campagna di monitoraggio estiva
P14 16/1	26/02 – 30/03/16	Campagna di monitoraggio inv.- prim.
P14 16/2	30/03 - 27/04/16	Campagna di monitoraggio inv.- prim.
P14 16/3	28/06 - 27/07/16	Campagna di monitoraggio estiva
P14 16/4	28/07 - 31/08/16	Campagna di monitoraggio estiva
P14 17/1	19/01 – 22/02/17	Campagna di monitoraggio invernale
P14 17/2	04/05 - 25/05/17	Campagna di monitoraggio primaverile/"bianco"
P14 17/3	29/06 - 02/08/17	Campagna di monitoraggio estiva
P14 17/4	10/10 - 09/11/17	Campagna di monitoraggio autunnale

Tabella 87 - Campagne eseguite per la prescrizione 14.

Si evidenzia che, anche per il PM10, la prevista campagna primaverile **P14 17/2,** a seguito del fermo anticipato della CTE per esigenze di rete, è diventata di fatto una "campagna di bianco".

Nella figura che segue, sono riportate gli andamenti temporali del PM10 a Chiappa, Le Grazie e Follo nelle campagne di monitoraggio 2014÷2017. I campioni giornalieri gestiti direttamente da ARPAL sono evidenziati con sfondo rosso.

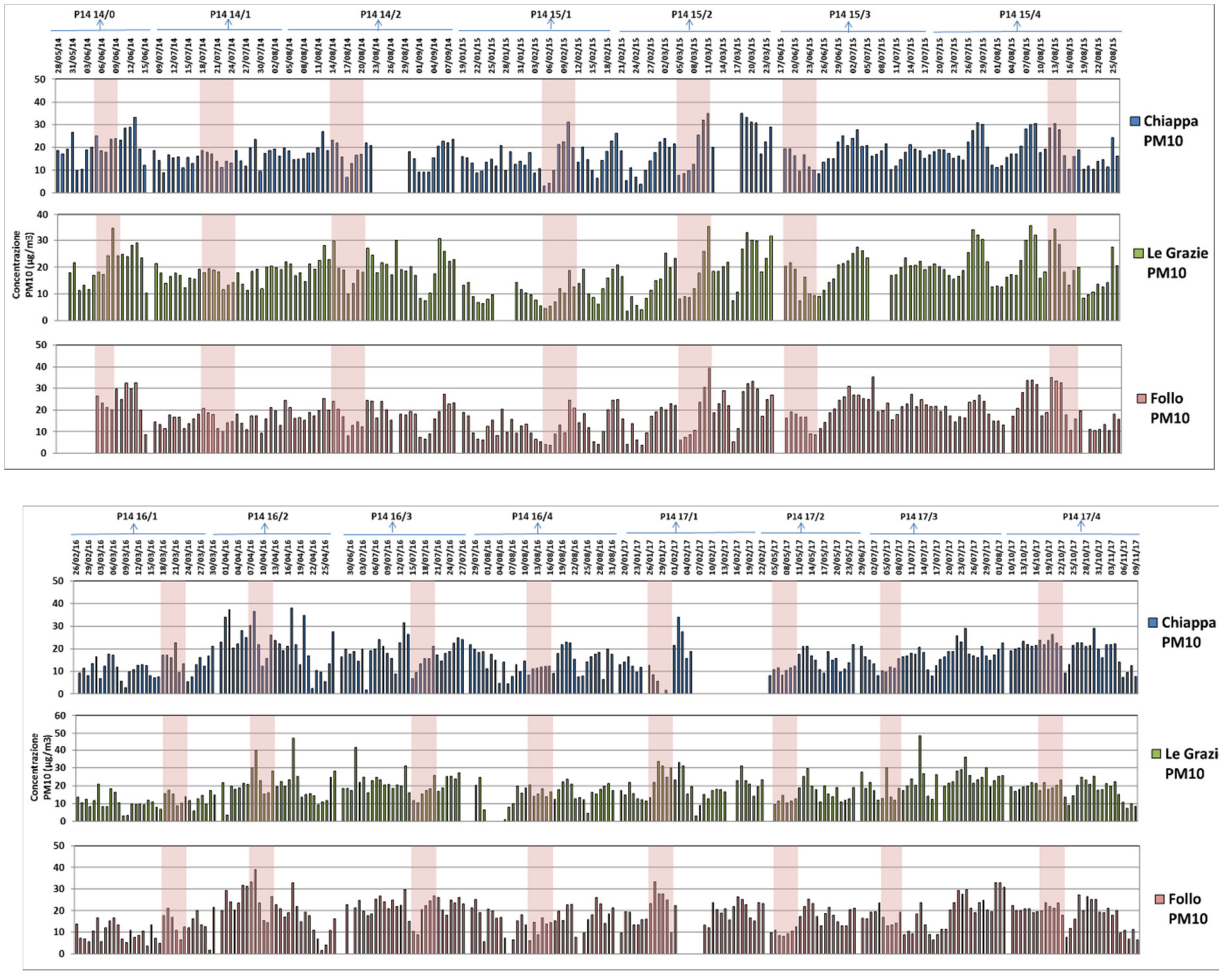


Figura 87 - Andamento temporale di PM10 nelle campagne 2014 - '17.

Nella tabella seguente sono riportati i principali parametri statistici che sintetizzano i dati di PM10 misurati in ciascuna postazione nel corso delle campagne effettuate dal 2014 al 2017 con i valori medi e deviazione standard riportati per ciascun anno:

P14			
Postazione	**Chiappa**	**Le Grazie**	**Follo**
2014	17,6 ± 5,2	19,0 ± 5,4	18,0 ± 5,7
2015	17,6 ± 7,1	17,3 ± 7,8	18,1 ± 8,1
2016	16,2 ± 7,4	16,9 ± 7,4	17,0 ± 7,4
2017	16,1 ± 5,5	19,0 ± 6,1	18,8 ± 6,0

Tabella 88 – Sintesi dei dati di PM10 a Chiappa, Le Grazie e Follo nel 2014-2017.

Si segnala che nel 2014 sono state eseguite solo le 3 campagne estive, ma il dato medio non è differente da quello degli anni 2015 e 2016 nei quali sono state effettuate 2 campagne estive e 2 invernali e da quello del 2017 nel quale sono state effettuate una campagna per ciascuna stagione: ciò ad ulteriore conferma che nella città della Spezia la differenza di impatti tra estate e inverno è legata quasi esclusivamente al riscaldamento che ha scarsa influenza sul PM10. Nelle tre postazioni non si sono mai

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

avuti superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m^3 previsto dalla normativa e la concentrazione media del PM10 è risultata complessivamente contenuta e abbastanza simile nei tre anni monitorati.
La tabella seguente confronta i **valori medi** delle concentrazioni di PM10 (± 1 deviazione standard) nelle campagne del 2014-2017 in ciascuna postazione aggiuntiva (Chiappa, Le Grazie, Follo) con quelle urbane della RQA della Spezia (Fossamastra, Saint Bon e Maggiolina), dove viene condotto il monitoraggio in continuo di PM10. Sono state mantenute separata dalle altre campagne quella di bianco effettuata nel 2014 e quella del 2017:

Postazione	Tipologia	Campagne di Bianco *Media ± Dev. St. (µg/m^2)*	Campagne estive *Media ± Dev. St. (µg/m^2)*	Campagne invernali *Media ± Dev. St. (µg/m^2)*
Chiappa	fondo-urbana	17±6	17±5	16±8
Le Grazie	extra-urbana	18±6	19±6	16±8
Follo	extra-urbana	19±7	19±6	16±8
Maggiolina	urbana	19±6	21±6	24±12
Saint Bon	urbana	19±6	22±7	19±9
Fossamastra	urbana	20±6	23±7	24±10

Tabella 89 - Confronto tra i valori medi di PM10 nei quattro anni di monitoraggio. Valori in µg/m3.

Nei quattro anni di monitoraggio, i valori medi di PM10 sono risultati lievemente maggiori nelle tre postazioni urbane della RQA rispetto alle tre aggiuntive, meno influenzate da pressioni antropiche, soprattutto nelle campagne invernali; si evidenzia quanto sopra riportato sulla concentrazione poco variabile del PM10 che è sempre rimasto a concentrazioni basse.
Basandosi sugli andamenti dei dati medi stagionali di PM10 della tabella precedente, è possibile raggruppare le postazioni per tipologia, ovvero:

- postazioni urbane: Maggiolina, Saint Bon, Fossamastra;
- extra urbane: Follo, Le Grazie;
- fondo urbano: Chiappa.

Nella tabella che segue sono riassunti i valori medi ± 1 deviazione standard del PM10 rilevati nelle postazioni suddivise in urbane e extra-urbane nella campagna di bianco (campagna **P14 14/0 e P14 17/2**) e nelle campagne estive e invernali della prescrizione P14**,** con le convenzioni sopra riportate.

Tipo postazione	Campagne di Bianco *Media (µg/m^2)*	Campagne estive *Media ± Dev. St. (µg/m^2)*	Campagne invernali *Media ± Dev. St. (µg/m^2)*
P. Extra-urbane	18±7	19±6	16±8
P. Fondo Urbano	17±6	17±5	16±8
P. Urbane	19±6	20±6	21±9

Tabella 90 - Confronto tra i valori medi di PM10. Valori in µg/m^3.

Valutando i valori medi stagionali per gruppi omogenei di postazioni si possono fare le seguenti considerazioni:

- le concentrazioni di PM10 presentano valori bassi e non differenziati tra estate e inverno soprattutto nelle postazioni di fondo urbano e urbane;
- le concentrazioni di PM10 presentano valori lievemente maggiori in estate nelle postazioni extra-urbane ma entro la variabilità risultano tutti abbastanza simili.

La costanza di valori medi di PM10 tra le stagioni e nel territorio della Spezia può dipendere dal fatto che, probabilmente la differenza di pressione antropica tra le stagioni è dovuta quasi esclusivamente al riscaldamento, che ha poco effetto sul PM10 e dai fattori meteorologici che vedono il prevalere in tutte le stagioni delle circolazioni di brezza con fasi di ristagno molto limitate.

Ai fini di un'ulteriore conferma di quanto detto sopra, nella tabella seguente sono riportati i **valori medi** delle concentrazioni di PM10 (± 1 deviazione standard) nel quadriennio 2014-2017 (periodo coincidente con quello di attuazione della P14) per le quattro stagioni meteorologiche, nelle postazioni urbane della RQA della Spezia (Maggiolina, Fossamastra, Saint Bon, Amendola e San Cipriano), dove viene condotto il monitoraggio in continuo di PM10.

Valori medi stagionali di PM10 - periodo 2014 - 2017				
Postazione	**inverno (dic-gen-feb)**	**primavera (mar-apr-mag)**	**estate (giu-lug-ago)**	**autunno (set-ott-nov)**
Maggiolina	24±5	21±4	21±3	21±4
Fossamastra	25±4	23±4	24±3	22±4
Saint Bon	21±4	21±4	22±3	19±3
Viale Amendola	23±3	21±4	18±2	19±4
San Cipriano *(*)*	25±5	24±3	25±3	23±3

Tabella 91 - Confronto tra i valori medi di PM10 nelle diverse stagioni e postazioni della RQA di Spezia nel 2014-2017. Valori in µg/m^3. *(*) dati disponibili a partire dal 2015.*

I risultati della tabella precedente confermano quanto detto circa la costanza di concentrazione del PM10 tra le postazioni urbane di RQA di Spezia nelle quattro stagioni degli anni 2014-2016. I valori medi di concentrazione sono tutti equivalenti entro la deviazione standard nelle diverse postazioni e stagioni.

7.6.1 Caratterizzazione chimica del PM10

I campioni giornalieri di PM10 raccolti durante le campagne di monitoraggio della prescrizione 14, sono stati caratterizzati per il loro contenuto di metalli e benzo(a)pirene, a cura di ARPA Liguria. In particolare, i parametri chimici sono stati determinati nei campioni delle postazioni di Saint Bon, Fossamastra e Maggiolina, dove è attivo il monitoraggio periodico di ARPAL, cui sono stati aggiunti i campioni prelevati nelle postazioni aggiuntive di Le Grazie, Follo e Chiappa, attivate solo durante il periodo di monitoraggio delle deposizioni.
I campioni giornalieri sono stati analizzati per i parametri di interesse con cadenza di 6 giorni, nelle stesse giornate in cui tali analisi vengono effettuate di routine anche sulle postazioni della RQA (Amendola, Parco della Maggiolina, Fossamastra);
Nel dettaglio sono stati determinati i metalli previsti dal D.Lgs.155/2010 (As, Cd, Ni, Pb) e a questi sono stati aggiunti altri due di interesse per l'indagine: Cromo totale (Cr tot) e Vanadio (V).
Per alcuni dei metalli determinati e per il benzo(a)pirene valgono i seguenti valori limite o obiettivo (calcolato come media su un anno civile nella frazione PM10 del materiale particolato - Allegato XIII D.Lgs. 155/2010):

- Arsenico: 6 ng/m^3;
- Cadmio: 5 ng/m^3;

- Nickel: 20 ng/m^3;
- Piombo: 500 ng/m^3;
- Benzo(a)pirene: 1,0 ng/m^3.

7.6.1.1 Contenuto di metalli nel PM10

La tabella che segue riassume le **concentrazioni medie** stagionali dei metalli, in **ng/m^3,** analizzati nel PM10 nelle postazioni aggiuntive e in quelle della RQA della Spezia nel corso delle campagne effettuate dal 2014 al 2017 e nella campagna di bianco escludendo solo Cr e V in quanto determinati solo nelle postazioni aggiuntive.
Nel prospetto seguente sono indicati i campioni con anomalie e le campagne di riferimento:

Campagna	Stagione	Evento anomalo	Note
P14 14/0 (bianco)	estate	• Fossamastra: elevato valore di concentrazione di Pb in data 12/06/2014 non associabile ad evento noto	Dato di concentrazione di Pb escluso nella media della campagna di bianco
P14 16/4	estate	• Le Grazie: elevato valore di concentrazione di Pb in data 31/07/2016 • Chiappa: elevato valore di concentrazione di Pb in data 30/08/2016	Dato di concentrazione di Pb a Le Grazie e a Chiappa escluso nella media estiva

Tabella 92 – Campagne con concentrazioni dei metalli di PM10 con valori anomali.

La tabella che segue riporta il confronto tra le medie stagionali di metalli nel PM10. Per quanto riguarda il Pb, per massima completezza, la colonna di sinistra riporta le medie di tutti i dati, mentre quella di destra le medie con esclusione di quelli anomali.
Le concentrazioni medie stagionali di As e Cd sono sempre uguali o inferiori al limite di rilevabilità, sebbene nel corso degli anni il valore del limite è passato da 0,5 a 1.

Media ± Dev. St. (ng/m^3)		As	Cd	Ni	Pb Tutti i dati	Pb Esclusi anomali
Follo (extraurbana)	Bianco	0,9±0,3	0,9±0,2	2,4±1,9	2,4±1,9	2,4±1,9
	Estate	1,0±0,1	1,0±0,1	3,1±2,4	2,1±1,4	2,1±1,4
	Inverno	1,0 (#)	1,0 (#)	2,1±1,7	2,8±2,0	2,8±2,0
Le Grazie (extraurbana)	Bianco	0,9±0,3	0,9±0,2	3,3±3,1	3,7±3,6	3,7±3,6
	Estate	1,0±0,1	1,2±1,4	3,3±3,7	5,7±17,1	2,9±2,7
	Inverno	1,0 (#)	1,1±0,4	1,8±0,9	6,6±10,7	6,6±10,7
Chiappa (fondo urbano)	Bianco	0,9±0,2	0,9±0,2	2,7±2,1	2,7±1,6	2,7±1,6
	Estate	1,0±0,1	1,0±0,4	2,7±1,8	3,0±6,8	1,9±0,9
	Inverno	1,0 (#)	1,0 (#)	2,2±1,6	2,2±1,5	2,2±1,5
Maggiolina (urbana)	Bianco	0,9±0,2	0,8±0,3	5,1±5,2	2,8±2,0	2,8±2,0
	Estate	0,9±0,2	0,7±0,3	5,5±4,3	3,0±1,7	3,0±1,7
	Inverno	1,0 (#)	1,0 (#)	2,3±1,2	2,7±1,9	2,7±1,9
Amendola (urbana)	Bianco	0,9±0,2	0,8±0,3	3,9±3,3	2,7±2,2	2,7±2,2
	Estate	0,9±0,2	0,7±0,2	4,3±2,0	4,6±6,5	4,6±6,5
	Inverno	1,0±0,1	1,0±0,1	2,5±1,5	4,4±3,5	4,4±3,5
Fossamastra (urbana)	Bianco	0,9±0,2	1,0±0,5	5,0±6,3	9,2±18,8	2,6±2,1
	Estate	1,0±0,6	0,8±0,3	3,9±2,9	2,9±1,7	2,9±1,7
	Inverno	1,0±0,2	1,0±0,1	2,5±1,8	4,5±4,1	4,5±4,1

Tabella 93 – Concentrazioni medie stagionali dei metalli nel PM10 in ciascuna postazione. (*) Un solo dato disponibile: dev.st. non calcolabile. (#) deviazione standard uguale a 0 in quanto tutti i valori sono uguali al limite di rilevabilità

Dalla tabella precedente si evidenzia che:

- tutti i valori di concentrazione medi dei metalli normati in aria sono risultati ben al di sotto del valore limite riferiti alle medie annuali;
- le concentrazioni medie stagionali di As e Cd non evidenziano differenze sostanziali tra le postazioni, in quanto i valori sono molto bassi e quasi sempre inferiori al limite di rilevabilità: in conseguenza di ciò anche i valori delle campagne di bianco sono a quelli delle altre campagne;
- la concentrazione di Ni in inverno risulta essere molto simile tra le varie postazioni e lievemente maggiore in estate salvo la postazione di fondo urbano che presenta una omogeneità stagionale di concentrazione
- per quanto riguarda i valori delle concentrazioni delle campagne di bianco si riscontra una similarità con le campagna estive fatta eccezione la postazione di Fossamastra caratterizzata da valori di bianco più elevati;
- la concentrazione di Pb è risultata in alcune situazioni influenzata da valori anomali: escludendo tali valori si ottengono concentrazioni più omogene sia stagionalmente che spazialmente con valori compresi tra 2,1 e 4.6 ng/m^3; fa eccezione la postazione di Le Grazie che presenta valori medi maggiori in inverno.

Nella tabella che segue sono riassunte le concentrazioni medie per tipologia di postazione e distinte per stagione. Per quanto riguarda il Pb, per massima completezza, la colonna di sinistra riporta le medie di tutti i dati, mentre quella di destra le medie con esclusione di quelli anomali.

	Media ± Dev. St. (ng/m^3)	As	Cd	Ni	Pb	Pb Esclusi anomali
Bianco	P. Extra-urbane	0,9±0,2	0,9±0,2	2,9±2,5	3,1±3,0	3,1±3,0
	P. Fondo Urbano	0,9±0,2	0,9±0,2	2,7±2,1	2,7±1,6	2,7±1,6
	P. Urbane	0,9±0,2	0,9±0,4	4,6±4,9	4,9±11,0	2,7±2,0
Estate	P. Extra-urbane	1,0±0,1	1,1±1,0	3,2±3,1	3,9±12,0	2,5±2,1
	P. Fondo Urbano	1,0±0,1	1,0±0,4	2,7±1,8	3,0±6,8	1,9±0,9
	P. Urbane	0,9±0,4	0,7±0,2	4,6±3,2	3,5±4,1	3,5±4,1
Inverno	P. Extra-urbane	1,0 (#)	1,0±0,3	2,0±1,3	4,6±7,6	4,6±7,6
	P. Fondo Urbano	1,0 (#)	1,0 (#)	2,2±1,6	2,2±1,5	2,2±1,5
	P. Urbane	1,0±0,1	1,0±0,1	2,4±1,5	3,9±3,4	3,9±3,4

Tabella 94 - Confronto tra le concentrazioni medie stagionali (± 1 deviazione standard) per i metalli nel PM10 in ciascuna postazione. *) Un solo dato disponibile: dev.st. non calcolabile. (#) deviazione standard uguale a 0 in quanto tutti i valori sono uguali al limite di rilevabilità

Per meglio confrontare gli andamenti, nel grafico seguente si riportano i valori della tabella precedente:

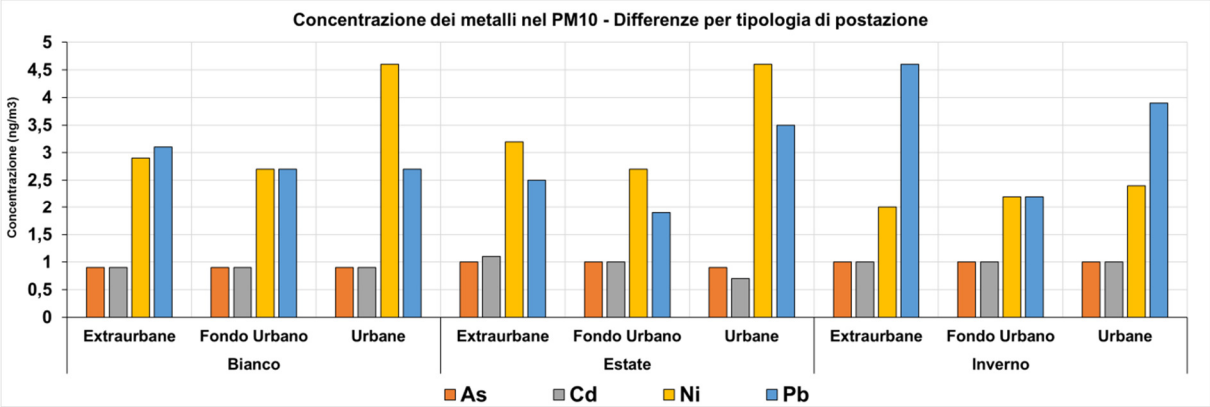


Figura 88– Medie stagionali delle concentrazioni di metalli nel PM10 per tipologia di postazione.

Dalla tabella e dal grafico precedenti, analizzando le variazioni di concentrazione tra le tipologie di postazioni si possono fare le seguenti osservazioni:

- le concentrazioni medie stagionali di As e Cd non evidenziano differenze sostanziali tra le tre diverse tipologie di postazioni, in quanto i valori sono molto bassi e quasi sempre inferiori al limite di rilevabilità;
- le concentrazione medie stagionali di Ni nelle differenti tipologie presentano valori molto simili tra confrontabili tra campagne di "bianco" e estive; si notano invece valori più bassi durante l'inverno;
- le concentrazione di Pb sono relativamente omogenee stagionalmente nelle diverse tipologie di postazioni salvo i casi di concentrazioni anomale. Si nota tuttavia in inverno una maggiore concentrazione di Pb nelle postazioni extraurbane dovuto al contributo apportato dalla postazione di Le Grazie.

7.6.1.2 Contenuto di benzopirene nel PM10

La tabella che segue riassume le **concentrazioni medie** stagionali, in **ng/m^3**, del benzo[a]pirene (BaP) analizzato nel PM10, determinato ogni sei giorni, ma sfalsato di tre giorni rispetto alle precedenti caratterizzazioni dei metalli, solo nei campioni della RQA della Spezia di Amendola, Fossamastra e Maggiolina (vedi p. 6.1.2), nel corso delle campagne effettuate dal 2014 al 2017.
Durante gli anni di monitoraggio è stata rilevata una solo dato di concentrazione più elevato a Maggiolina nel 2016 ma non attribuibile ad evento noto; tuttavia nella tabella che segue, la colonna di sinistra riporta le medie di tutti i dati, mentre quella di destra le medie con esclusione di quelli anomali.

Media ± Dev. St. (ng/m^3)		Benzo(a)pirene	Benzo(a)pirene ecluso anomalo
Maggiolina (urbana)	Bianco	0,23±0,16	0,23±0,16
	Estate	0,18±0,45	0,10±0,13
	Inverno	0,32±0,17	0,32±0,17
Amendola (urbana)	Bianco	0,17±0,09	0,17±0,09
	Estate	0,08±0,09	0,08±0,09
	Inverno	0,38±0,39	0,38±0,39
Fossamastra (urbana)	Bianco	0,16±0,08	0,16±0,08
	Estate	0,12±0,19	0,12±0,19
	Inverno	0,40±0,36	0,40±0,36

Tabella 95 – Concentrazioni medie stagionali di Benzo(a)pirene in ciascuna postazione. *) Un solo dato disponibile: dev.st. non calcolabile.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Per quanto riguarda la tabella precedente si possono fare le seguenti osservazioni:

- i valori medi di BaP nel PM10 sono molto bassi e lontani dal valore limite riferito alla media annuale e maggiori in inverno rispetto all'estate;
- i valori medi osservati risultano sempre confrontabili stagionalmente tra le postazioni;
- i valori medi del bianco si collocano in maniera intermedia tra quelli delle campagne estive e dei quelle invernali.

Per meglio confrontare gli andamenti, nel grafico seguente si riportano i valori della tabella precedente:

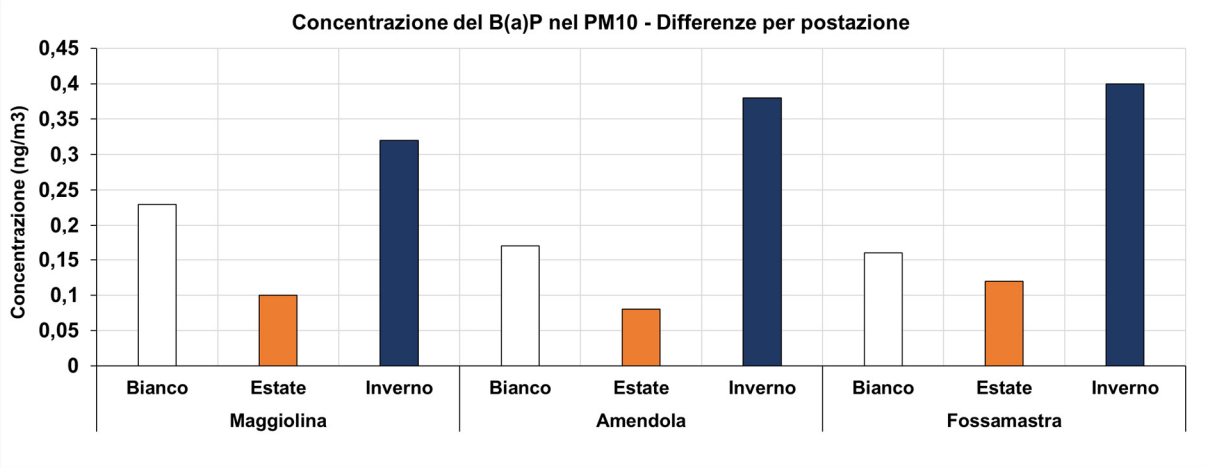


Figura 89 – Medie stagionali delle concentrazioni di B(a)P nel PM10 per tipologia di postazione.

La figura sopra conferma quanto riportato in precedenza riguardo la maggiore concentrazione di BaP nel PM10 durante la stagione invernale, caratterizzata da condizioni meteo più favorevoli al ristagno degli inquinanti in atmosfera.

7.6.1.3 Contenuto di EC/OC e Levoglucosano nel PM10

Come previsto dal protocollo analitico a partire dal 2015, sono stati esaminati alcuni campioni di PM10 relativamente al loro contenuto di levoglucosano, carbonio elementare (EC) e organico (OC). Le determinazioni di levoglucosano, Carbonio Organico (OC) e Carbonio Elementare (EC) sono state condotte in alcuni campioni del periodo invernale ed estivo delle postazioni di Follo, Chiappa e Le Grazie (v. p. 6.1.3). Per limitare l'influenza eccessiva delle variabili meteorologiche, sono stati scelti campioni di giornate con assenza quasi totale di precipitazioni e per lo più serene e temperature nelle medie stagionali.

Nella tabella che segue, sono riportati i **valori medi** in concentrazione di PM10, levoglucosano e la percentuale di levoglucosano presente nel PM10 suddivisi tra estate e inverno:

Postazione	Periodo	PM10 (µg/m³)	Levoglucosano (µg/m³)	% nel PM10
Follo	Inverno	19,3	0,15±0,10	0,9%
Follo	Estate	22,5	0,11±0,17	0,4%
Chiappa	Inverno	19,9	0,22±0,15	1,2%
Chiappa	Estate	20,4	0,07±0,08	0,3%
Le Grazie	Inverno	21,0	0,09±0,09	0,5%
Le Grazie	Estate	25,9	0,08±0,11	0,3%

Tabella 96– Valori medi di concentrazione di Levoglucosano nel PM10.

Dalla tabella precedente risulta che:

- la concentrazione in aria di levoglucosano è complessivamente bassa in tutti i campioni delle tre postazioni, da confrontare con l'intervallo 0,39 ± 2,30 di diversi siti di fondo urbani italiani (v. Piazzalunga et al., 2011);
- in inverno, si sono avute concentrazioni maggiori di levoglucosano a Follo e Chiappa, probabilmente in relazione a un diffuso utilizzo del riscaldamento domestico con biomasse. A Le Grazie, invece, l'influenza della combustione di biomasse sembra molto limitata probabilmente per la differente tipologia di abitazioni, con ridotte presenze invernali.

Nel periodo invernale il contributo del levoglucosano alla concentrazione media di PM10 a seconda delle postazioni è risultato di 0,5-1,2% e di 0,2-0,4 % in quello estivo, in linea con quanto misurato in altri siti di fondo urbano [Piazzalunga et al., 2011].

Nella tabella che segue, sono riportati **valori medi** del periodo 2015-2017 in concentrazione di PM10, OC, EC, TC (somma di OC e EC), la percentuale OC e EC presente nel PM10 e il valore medio del rapporto OC/EC suddivisi tra estate e inverno:

Postazione	Periodo	PM10 (µg/m²)	OC (µg/m³)	EC (µg/m³)	TC (µg/m³)	% OC nel PM10	% EC nel PM10	OC/EC
Follo	Inverno	19,3	3,26±0,92	0,47±0,12	3,74±0,99	18,2%	2,6%	7,2
Follo	Estate	22,5	4,06±1,68	0,49±0,14	4,62±1,80	18,5%	2,3%	8,3
Chiappa	Inverno	19,9	3,84±1,44	0,67±0,19	4,52±1,58	21,3%	3,6%	5,8
Chiappa	Estate	20,4	3,65±0,98	0,53±0,20	4,24±1,16	18,4%	2,7%	7,5
Le Grazie	Inverno	21,0	3,12±1,00	0,61±0,23	3,74±1,12	17,7%	3,4%	5,8
Le Grazie	Estate	25,9	4,38±3,24	0,60±0,28	5,04±3,37	16,5%	2,4%	8,0

Tabella 97 - Valori medi di concentrazione di OC, EC e TC nei campioni di PM10.

La concentrazione di OC nei campioni di PM10 non ha evidenziato particolari differenze tra le postazioni in periodi stagionali analoghi e gli andamenti temporali sono più indicativi di una omogenea diffusione di OC in aria, senza significative influenze locali. Infatti nel periodo invernale la concentrazione media è rimasta compresa tra 3,12 e 3,84 µg/m³ in tutte le postazioni e tra 3,65 e 4,38 µg/m³ in quello estivo, confermando l'influenza delle sorgenti di emissione "naturali" biogeniche di OC che in estate sono superiori rispetto a quelle antropiche.
In inverno, le concentrazioni medie di EC sono risultate abbastanza simili a quelle estive, il che potrebbe dipendere dalla diminuzione del peso relativo delle emissioni primarie delle sorgenti invernali di EC (riscaldamento, traffico, ecc.) e da fattori meteorologici.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

La tabella seguente sintetizza il peso relativo di OC e EC sulla concentrazione totale di PM10 in aria, stagionalmente e annualmente:

Postazione	OC			EC		
	Inverno	Estate	*Annuale*	Inverno	Estate	*Annuale*
Follo	18,2%	18,5%	*18,8%*	2,6%	2,3%	*2,5%*
Chiappa	21,3%	18,4%	*20,3%*	3,6%	2,7%	*3,1%*
Le Grazie	17,7%	16,5%	*18,1%*	3,4%	2,4%	*3,0%*

Tabella 98 – Contenuto % medio di OC e EC nei campioni di PM10.

Nei campioni del 2015-2017, OC costituisce il 18 – 21% del PM10 in inverno e il 17-18% in estate mentre EC pesa circa il 2,6-3,6% in inverno e 2,3-2,7% in estate. Annualmente, OC rappresenta il 19-20% della massa del PM10 e EC il 2,5-3,1% di essa. Quindi la somma di OC e EC ha rappresentato nei campioni del triennio 2015-2017 in media circa un quinto della massa del PM10 della Spezia, in linea con quanto riscontrabile anche in altri siti [Bove et al., 2014, Cesari et al.,2016].

La tabella seguente sintetizza la media del rapporto OC/EC nel periodo invernale e nel periodo estivo.

Postazione	Inverno	Estate
Follo	7,2	8,3
Chiappa	5,8	7,5
Le Grazie	5,8	8,0

Tabella 99 – Valori medi del rapporto OC/EC nei campioni stagionali.

In generale, il rapporto OC/EC è superiore in estate, in accordo con quanto riportato in letteratura [Sandrini et al., 2014] perché è principalmente influenzato dall'aumento di produzione secondario di OC per attività fotochimica e dalle maggiori emissioni di precursori biogenici di aerosol secondario organico; in inverno invece le sorgenti primarie di EC sono prevalenti.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

7.7 Sintesi dei risultati dei monitoraggi 2016-2017 rilevati dalla postazione fissa MELARA

In questo paragrafo sono valutati i risultati delle campagne della prescrizione 14 effettuate nella postazione di Melara, inserita dal 2016 nel protocollo modificato, come postazione di monitoraggio continuo.
Per l'analisi dell'andamento dei ratei di deposizione delle polveri dal 2016 al 2017 sono stati presi in considerazione i monitoraggi condotti in contemporanea con le campagne della prescrizione 14.
In particolare, sono analizzati gli andamenti riscontrati e la media dei risultati acquisiti nel corso dei due anni di monitoraggio, con l'obiettivo di avere una valutazione statistica delle deposizioni e delle concentrazioni in aria di specie chimiche che avvengono in media **stagionalmente** e non influenzate da eventi estemporanei (incendi, lavori stradali, ecc.). Nella Tabella sottostante sono riportate le campagne effettuate a partire dal 2016.

Sigla	Data Inizio	Data Fine	Note
P14 16/1	26/02/16	30/03/16	Campagna invernale
P14 16/2	30/03/16	27/04/16	Campagna invernale
ME 16/A	27/04/16	30/05/16	Campagna primaverile
ME 16/B	30/05/16	28/06/16	Campagna estiva
P14 16/3	28/06/16	28/07/16	Campagna estiva
P14 16/4	28/07/16	01/09/16	Campagna estiva
ME 16/C	01/09/16	28/09/16	Campagna autunnale
ME 16/D	28/09/16	28/10/16	Campagna autunnale
ME 16/E	28/10/16	01/12/16	Campagna autunnale
ME16/F	01/12/16	19/01/17	Campagna invernale
P14 17/1	19/01/17	22/02/17	Campagna invernale
ME 17/A	27/02/17	24/03/17	Campagna primaverile
ME 17/B	24/03/17	20/04/17	Campagna primaverile
P14 17/2	27/04/17	25/05/17	Campagna primaverile/"bianco"
ME 17/C	25/05/17	29/06/17	Campagna estiva
P14 17/3	29/06/17	02/08/17	Campagna estiva
ME 17/D	02/08/17	05/09/17	Campagna estiva
ME 17/E	05/09/17	10/10/17	Campagna autunnale
P14 17/4	10/10/17	09/11/17	Campagna autunnale
ME 17/F	09/11/17	13/12/17	Campagna autunnale

Tabella 100 - Campagne eseguite per la prescrizione 14.

Al riguardo delle campagne effettuate, si possono fare i seguenti commenti:

- nel complesso sono state condotte quattro campagne invernali, tre primaverili, sei estive e sei campagne autunnali di monitoraggio con la Centrale in funzionamento;
- per la valutazione degli andamenti pluriennali, la campagna **P14 17/2** è utilizzata come bianco in quanto la centrale non ha mai funzionato.

Per i calcoli e le considerazioni del presente paragrafo, i valori di deposizioni inferiori al limite di rilevabilità, sono stati sostituiti con metà del limite del rivelabilità.

7.7.1 Ratei di deposizione delle polveri

Nella Tabella sottostante sono riportate i ratei di deposizione della postazione fissa di Melara per le campagne aggiuntive (evidenziate in grassetto) assieme alle campagne facenti parte della P14. Nei periodi interessati dal monitoraggio nelle campagne

aggiuntive, la centrale ha avuto i periodi di arresto e le percentuali di esercizio sono riportati in tabella.

Sigla	Data Inizio	Data Fine	Giorni esposizione	Rateo deposizione insolubile [mg/m²/d]	Precipitazione raccolta [mm]	% di esercizio CTE
P14 16/1	26/02/16	30/03/16	33	33	127	97%
P14 16/2	30/03/16	27/04/16	28	52	74	79%
ME 16/A	27/04/16	30/05/16	33	75	62	85%
ME 16/B	30/05/16	28/06/16	29	22	161	82%
P14 16/3	28/06/16	28/07/16	30	28	0	100%
P14 16/4	28/07/16	01/09/16	35	57	112	16%
ME 16/C	01/09/16	28/09/16	27	20	67	86%
ME 16/D	28/09/16	28/10/16	30	91	86	74%
ME 16/E	28/10/16	01/12/16	34	31	138	99%
ME 16/F	01/12/16	19/01/17	50	10	33	92%
P14 17/1	19/01/17	22/02/17	34	16	257	74%
ME 17/A	27/02/17	24/03/17	25	50	45	88%
ME 17/B	24/03/17	27/04/17	34	54	28	100%
P14 17/2	27/04/17	25/05/17	28	33	66	0%
ME 17/C	25/05/17	29/06/17	34	152	11	24%
P14 17/3	29/06/17	02/08/17	34	23	0	32%
ME 17/D	02/08/17	05/09/17	34	18	1	38%
ME 17/E	05/09/17	10/10/17	35	17	153	54%
P14 17/4	10/10/17	09/11/17	30	11	65	100%
ME 17/F	09/11/17	13/12/17	34	20	221	88%

Tabella 101 – Ratei di deposizione polveri, precipitazione raccolta e percentuale di esercizio della CTE ENEL. Campagne eseguite per la prescrizione 14.

Nella figura che segue, sono riportati i ratei di deposizione delle polveri nella postazione di Melara dal 2016. E' stata inclusa anche la precipitazione totale raccolta nel deposimetro, in mm, con asse secondario invertito.

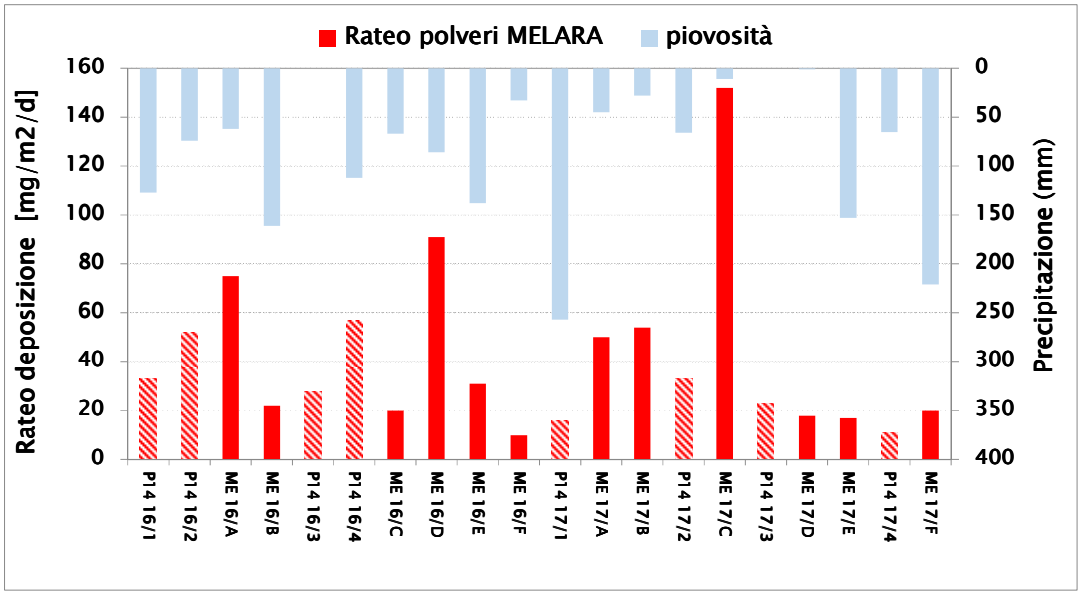


Figura 90 - Ratei di deposizione delle polveri insolubili e precipitazione raccolta nel corso delle campagne 2016-'17. Gli istogrammi tratteggiati sono riferiti ai risultati delle campagne della Prescrizione 14 mentre quelli in rosso alle campagne aggiuntive.

Dalla figura precedente, si evidenzia che:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

- le deposizioni si collocano complessivamente ben al di sotto dei valori di riferimento adottati da alcune nazione europee aventi caratteristiche analoghe a quelle del territorio italiano (200 – 350 mg/m^2/d) (vedi par. 5.1.1);
- nel complesso, emerge un quadro di contenute deposizioni di polveri variabili in modo abbastanza indipendente dalla precipitazione raccolta e dal funzionamento della centrale CTE come si evidenzia nella figura sottostante.

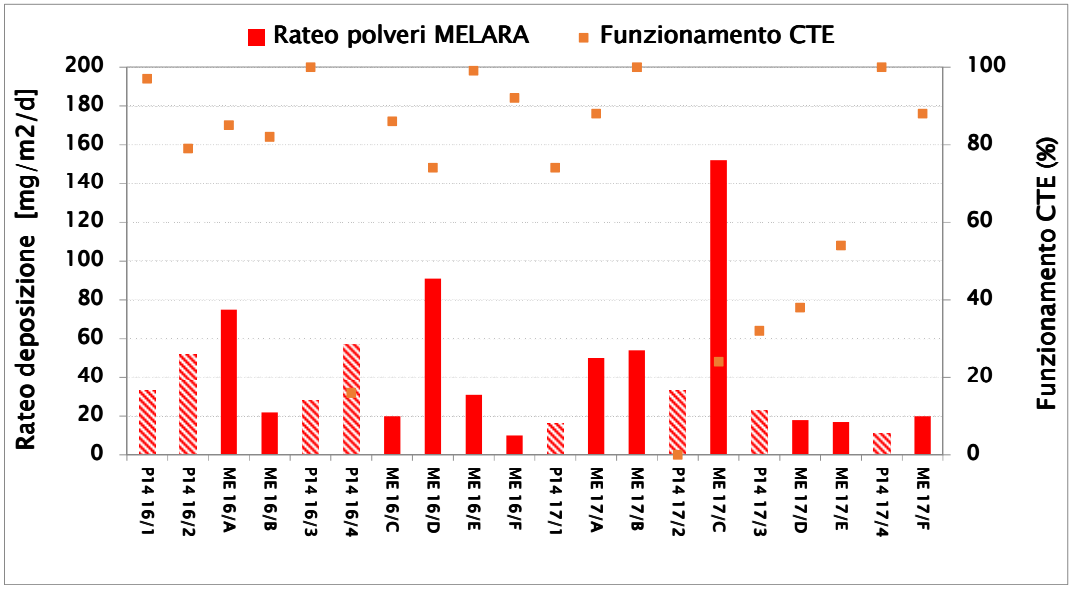


Figura 91 - Ratei di deposizione delle polveri insolubili e funzionamento della centrale CTE nel corso delle campagne 2016-'17. Gli istogrammi tratteggiati sono riferiti ai risultati delle campagne della Prescrizione 14 mentre quelli in rosso alle campagne aggiuntive.

Nella tabella che segue sono riportati i valori medi stagionali (± 1 deviazione standard) dei ratei di deposizione di **polveri**, a confronto con la campagna di bianco.

Postazione	Bianco	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
	Media (mg/m^2/d)	*Media ± Dev. St. (mg/m^2/d)*	*Media ± Dev. St. (mg/m^2/d)*	*Media ± Dev. St. (mg/m^2/d)*	*Media ± Dev. St. (mg/m^2/d)*
Melara	33(§)	28 ± 19	60 ± 13	50 ± 52	32 ± 30

Tabella 102 – Ratei medi stagionali delle campagne continuative di monitoraggio e della campagna di bianco. (§) – Dato di bianco di una sola campagna.

Dai dati ad oggi raccolti si può osservare quanto riportato nel seguito:

- i ratei stagionali estivi sono maggiori di quelli invernali;
- i ratei autunnali e invernali differiscono poco tra di loro;
- i ratei medi più elevati sono stati registrati in primavera.

Essendo però i dati limitati a soli due anni, conclusioni più solide potranno essere fatte con le campagne a venire.

Nella valutazione eseguita utilizzando le sole campagne effettuate durante i periodi di monitoraggio previsti dal Protocollo di attuazione (vedi par. 7.1) non si coglievano differenze significative tra estate e inverno.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato
IQNet

I dati della tabella precedente sono mostrati sotto forma di istogrammi nella figura che segue assieme alla percentuale di funzionamento della CTE ENEL:

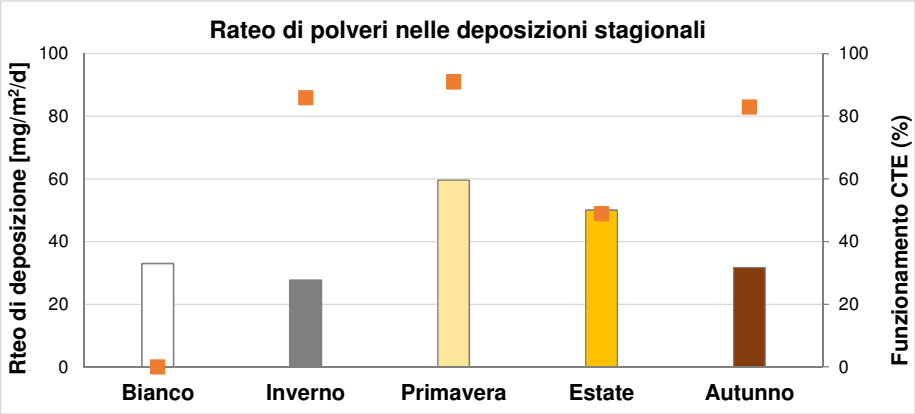
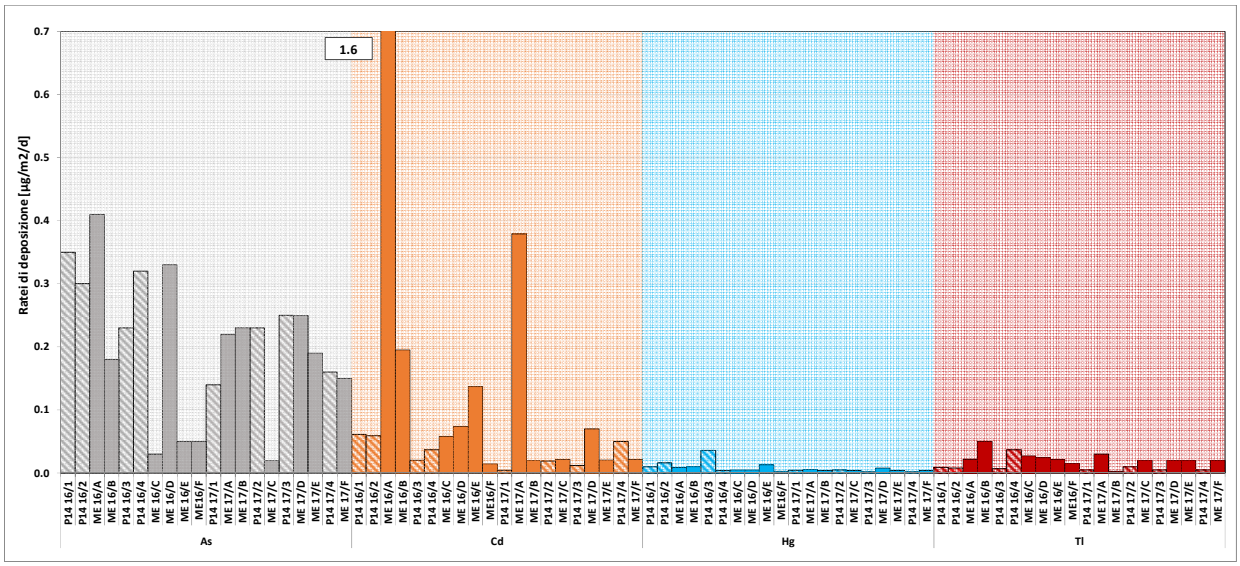


Figura 92 – Confronto tra i ratei stagionali di deposizione di polveri e % di funzionamento CTE.

La Figura mette in evidenzia che i ratei stagionali primaverili presentano valori medi più elevati e non confrontabili con il valore della campagna di bianco effettuato in primavera. Inoltre i dati rilevati non evidenziano una correlazione significativa con la percentuale di funzionamento della centrale CTE ENEL.

7.7.2 Ratei di deposizioni stagionali dei metalli

Le figure seguenti confrontano i ratei di deposizioni dei metalli dal 2016 al 2017, nel corso delle campagne elencate nella Tabella 100. La prima include i metalli presenti in tracce, con fondo scala 0,7 µg/m²/d e la seconda i metalli maggioritari, con fondo scala 70 µg/m²/d.



Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

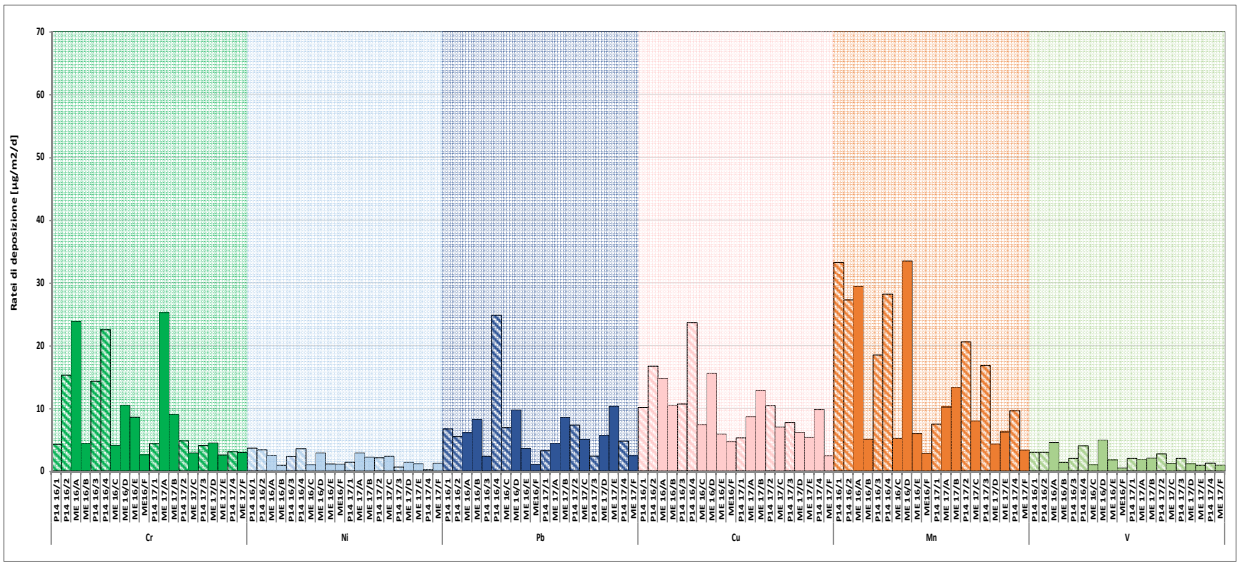


Figura 93 – Confronto delle deposizioni di metalli nelle campagne 2016-'17. Gli istogrammi tratteggiati sono riferiti ai risultati delle campagne della Prescrizione 14 mentre quelli in rosso alle campagne aggiuntive.

Dai grafici sopra si evidenzia che le concentrazioni dei metalli sono risultate piuttosto omogenee nel corso dei due anni per Hg, Tl, Ni, V mentre mostrano una maggiore variabilità per As, Cd, Cr, Pb, Cu e Mn. Inoltre il valore di Cd misurato nella campagna **ME P16/A** sembrerebbe un caso isolato.

Per meglio valutare gli andamenti stagionali, nella tabella che segue sono riassunti i ratei stagionali di deposizione dei metalli nella postazione e quelli della singola campagna di bianco. Non sono stati considerati gli andamenti di Hg e Tl che hanno valori molto bassi e molto spesso vicini al loro limite di quantificazione.

Media ± Dev. St. (µg/m²/d)	Campagna	As	Cd	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
Melara (urbana)	**Bianco (§)**	0,23	0,02	4,8	2,1	7,3	10,4	20,6	2,8
	Inverno	0,21±0,14	0,03±0,03	6,6±5,8	2,4±1,3	4,1±2,5	9,2±5,6	17,7±14,8	2,1±1,2
	Primavera	0,29±0,11	0,20±0,25	19,4±9,0	2,5±0,3	6,4±2,1	12,1±3,1	17,6±10,3	2,8±1,5
	Estate	0,21±0,10	0,06±0,07	8,8±7,9	1,9±1,1	8,1±7,5	11,0±6,5	13,5±9,4	1,9±1,1
	Autunno	0,15±0,11	0,06±0,04	5,3±3,4	1,3±0,9	6,3±3,3	7,7±4,5	10,6±11,4	1,8±1,6

Tabella 103 – Ratei medi stagionali dei metalli nella postazione di Melara. (§) - Dato di una sola campagna.

Esaminando i ratei medi stagionali, va osservato, in primo luogo, che i valori delle deviazioni standard sono elevati e le apparenti differenze nelle deposizioni medie stagionali non hanno in effetti una grande rilevanza statistica.
Tenendo conto dell'estrema variabilità, si può comunque osservare che si ha una maggiore deposizione in primavera coerentemente con le maggiori deposizioni di polveri: ciò vale per tutti i metalli eccetto che per il Pb che presenta eccezionalmente un rateo medio di deposizione più elevato in estate dovuto al contributo della campagna **P14 16/A**.
I ratei medi primaverili inoltre presentano valori confrontabili al dato della campagna di bianco effettuata in primavera eccetto che per il Cd e il Cr, quest'ultimo caratterizzato dal rateo medio più elevato tra le campagne.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

I valori della tabella precedente sono mostrati sotto forma di istogrammi nella figura che segue:

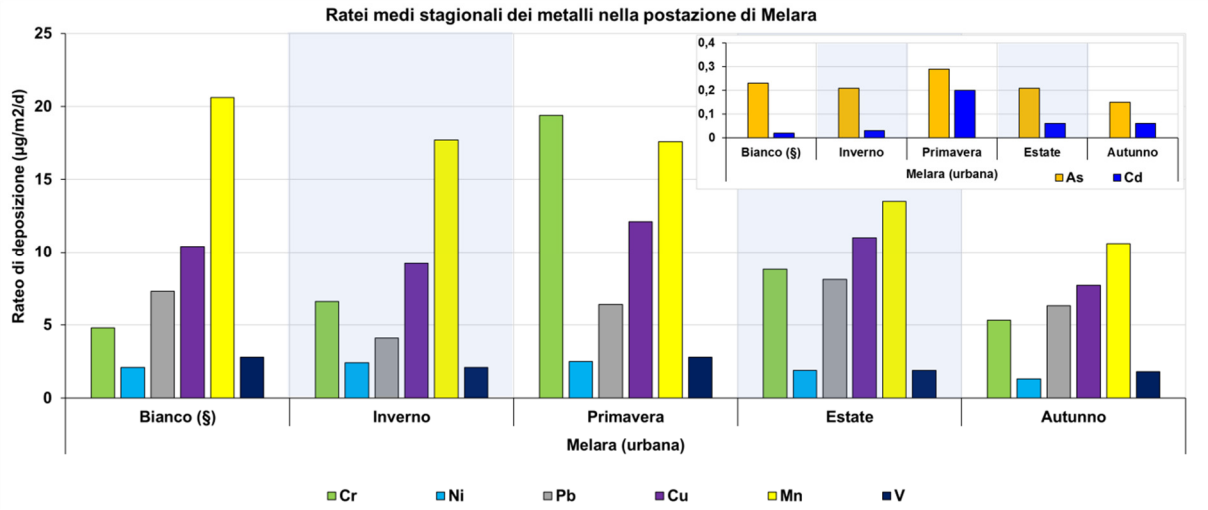


Figura 94 –Confronto tra i valori medi stagionali dei ratei dei metalli a Melara. (§) - Dato di una sola campagna.

I ratei medi stagionali confermano le osservazioni precedenti, e in ogni caso, i ratei di deposizione dei metalli come quelli delle polveri sedimentabili, sono ampiamente entro i valori guida come medie annuali adottati in alcune nazioni europee, riportati nel cap. 5, e tipici di ambienti urbani e rurali.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

7.7.3 Concentrazioni di metalli nelle polveri

Per valutare le possibili variazioni intervenute nella composizione delle polveri depositate durante le campagne di monitoraggio, si è proceduto al calcolo delle concentrazioni dei metalli. Negli istogrammi seguenti sono mostrate appunto le **concentrazioni** in **µg/g** dei metalli nelle deposizioni raccolte nel corso delle campagne:

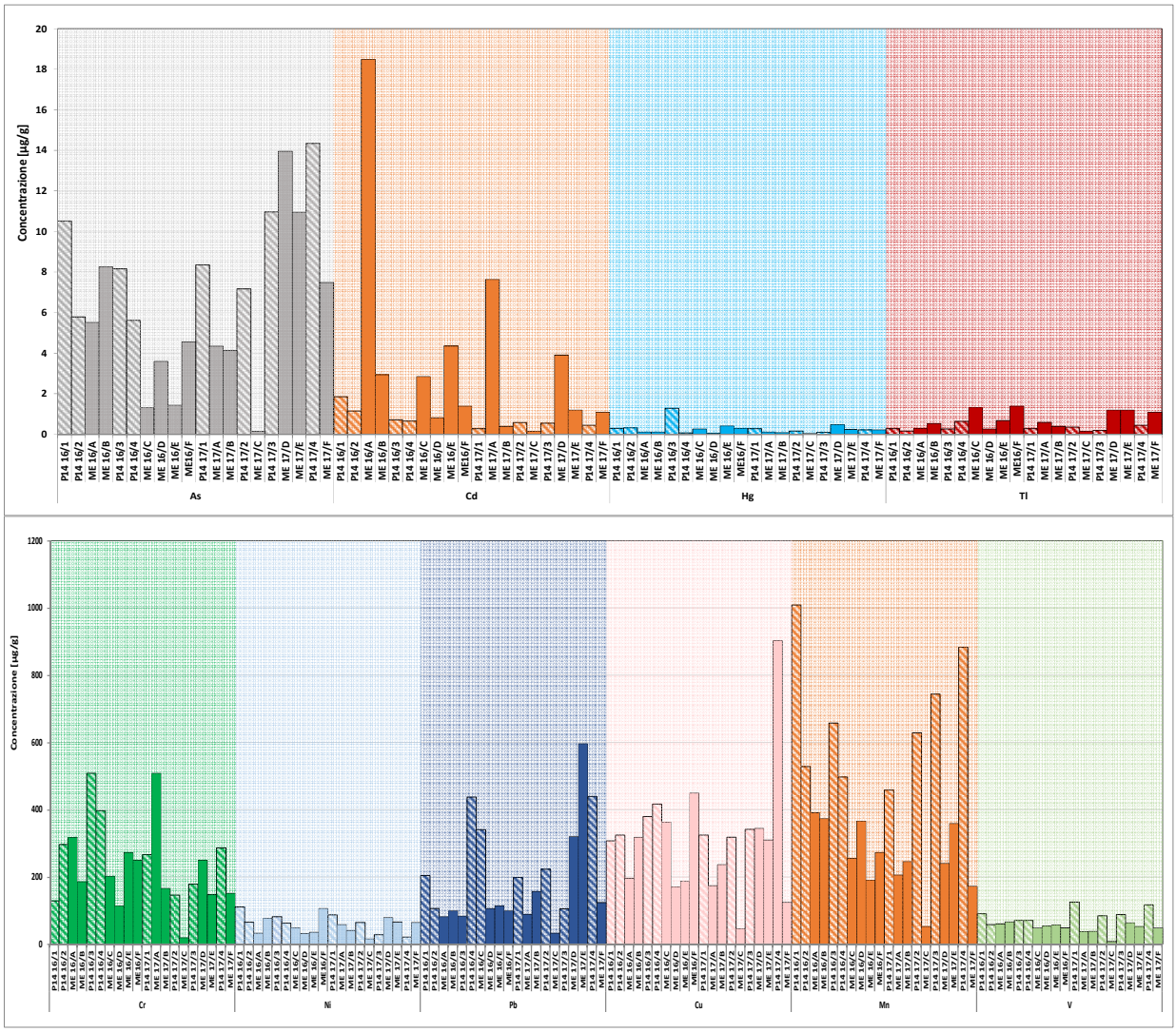


Figura 95 - Confronto delle concentrazioni (ug/g) di metalli nelle campagne 2016-'17. Gli istogrammi tratteggiati sono riferiti ai risultati delle campagne della Prescrizione 14 mentre quelli in rosso alle campagne aggiuntive.

Dai grafici sovrastante si evidenzia quanto segue:

- le concentrazioni di Mn e Cu nelle polveri a Melara sono risultate le più alte;
- la concentrazione di Cd è rimasta sempre bassa e confrontabile negli anni a parte la campagna **ME 16/A**;

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

- le concentrazioni di Hg e Tl sono risultate molto basse con simile andamento temporale;
- la concentrazione di Ni e V è risultata poco variabile tra le campagne;
- la concentrazione di Pb è abbastanza variabile tra le diverse campagne con elevati valori riscontrabili nel 2017;
- la concentrazione di Cu risulta molto elevata e riflette le influenze dovute alle emissioni industriali e al traffico;
- la concentrazione di Mn nelle polveri è risultata molto variabile, essendo un metallo tipicamente terrigeno, potrebbe essere fortemente influenzata da apporti naturali.

La tabella che segue riassume le **concentrazioni medie** dei metalli nelle polveri nelle diverse stagioni e nella campagna di bianco.

Media ± Dev. St. (µg/g)		As	Cd	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
	Bianco (§)	7,2	0,6	146	64	224	318	628	84
Melara (urbana)	**Inverno**	7,3±2,7	1,2±0,7	235±73	92±21	152±57	351±66	567±313	80±35
	Primavera	4,7±0,7	8,8±9,1	330±171	44±13	109±41	202±31	280±98	45±13
	Estate	7,9±4,7	2,5±3,4	274±180	51±27	225±172	334±150	404±271	61±27
	Autunno	6,5±5,4	1,8±1,5	195±71	44±18	286±205	343±289	371±264	63±27

Tabella 104 – Concentrazioni medie dei metalli nelle polveri depositate stagionalmente. Valori in µg/g. (§) - Dato di una sola campagna.

Dalla tabella precedente si evidenzia una certa variabilità delle concentrazioni di metalli nonostante i valori delle deviazioni standard risultino meno elevati rispetto a quelli dei ratei di deposizione.
Si può osservare, in particolare che si ha una maggiore concentrazione media in inverno per Ni, Cu, Mn e V, in primavera per Cd e Cr e in estate As e in autunno per Pb.
Tenuto conto della variabilità del dato, i valori primaverili di concentrazione media di alcuni metalli (Cr e Cd) non sono confrontabili con quelli della campagna di bianco: tale considerazione potrebbe essere però poco significativa in quanto il 'bianco' è costituito da una sola campagna e pertanto statisticamente poco significativo.
I valori della tabella precedente sono mostrati sotto forma di istogrammi nella figura che segue:

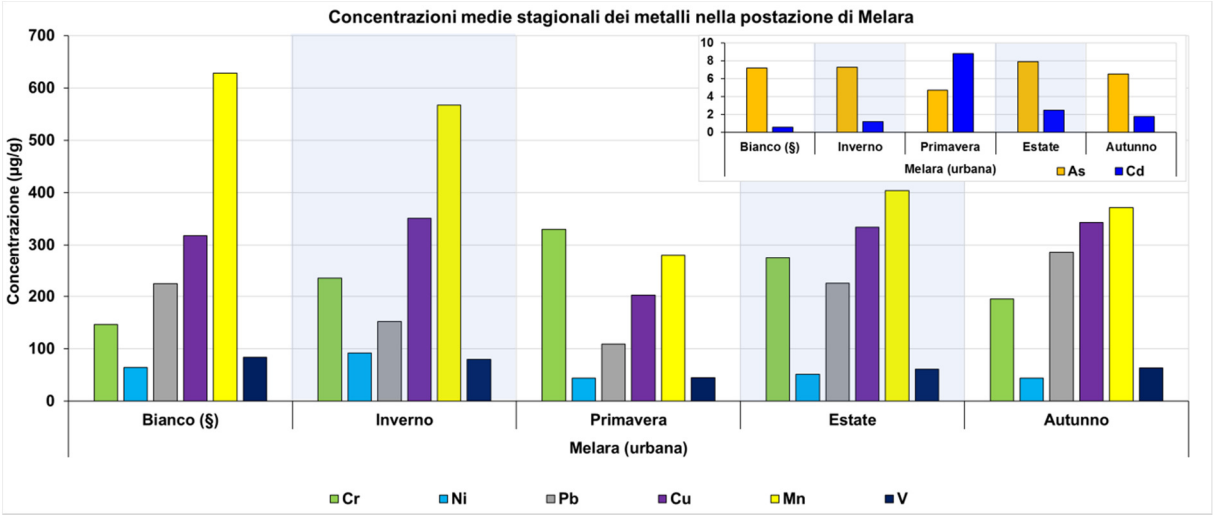


Figura 96 – Confronto tra concentrazioni medie dei metalli nelle polveri depositate stagionalmente a Melara. (§) - Dato di una sola campagna.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

7.7.4 Specie ioniche nelle deposizioni delle polveri

Nel protocollo analitico è stato previsto di determinare anche alcune specie ioniche utilizzando i campioni raccolti dai deposimetri per specie inorganiche. Trattandosi di deposimetri del tipo "bulk", le specie ioniche sono la somma di quelle presenti nelle deposizioni umide (piogge) e nelle deposizioni secche di polveri sedimentabili.
Nella tabella che segue sono riassunti i risultati di deposizione delle specie ioniche dei due anni di monitoraggio mediati stagionalmente (Media ± 1 Deviazione Standard), escludendo dalle medie la campagna di bianco. I valori sono espressi in mg/m^2/d:

Media ± Dev. St. (mg/m^2/d)		Ca2+	Na+	Mg2+	K+	NH4+	Cl-	NO3-	SO42-	nsSO42-
Melara	Bianco (§)	2,9	4,5	0,7	0,3	2,2	6,4	5,8	3,6	2,7
	Inverno	3,7±2,1	7,8±2,8	1,0±0,3	0,6±0,4	2,1±1,1	12,3±4,2	7,6±2,8	5,5±2,8	3,8±2,4
	Primavera	7,5±0,9	14,8±14,0	1,9±1,9	1,1±1,5	1,2±1,4	26,7±24,8	6,8±1,5	9,2±4,2	5,5±0,8
	Estate	2,7±2,5	2,1±1,1	0,5±0,6	0,4±0,4	0,3±0,5	3,2±1,7	3,1±2,9	2,4±2,2	1,9±2,1
	Autunno	6,1±5,0	9,7±10,4	1,5±1,3	0,7±0,4	1,0±0,5	17,5±19,2	8,0±4,2	7,7±6,3	5,3±3,9

Tabella 105 – Ratei stagionali delle deposizioni di specie ioniche nel 2016-17. (§) - Dato di una sola campagna e Dev.St. non calcolabile. Valori in mg/m^2/d.

Per meglio confrontare gli andamenti, nel grafico seguente si riportano i valori della tabella precedente:

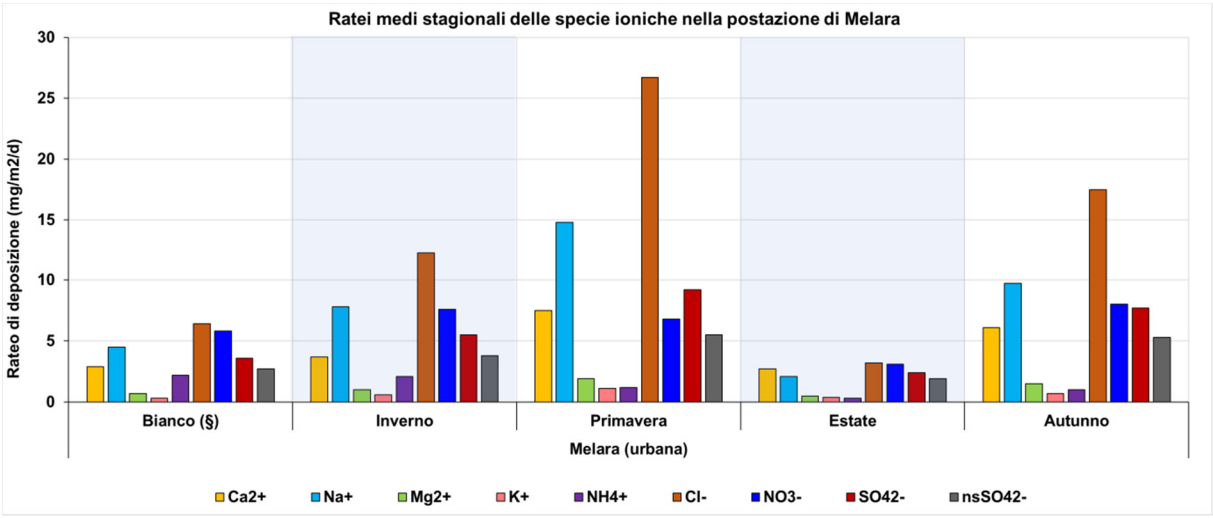


Figura 97 - Confronto tra ratei medi stagionali delle specie ioniche a Melara. (§) - Dato di una sola campagna.

Dalla tabella e figura precedente emerge quanto segue:

- le deposizioni delle specie ioniche sono sempre risultate di valori estremamente modesti e non sono stati individuati valori di deposizione anomala;
- come per il rateo dei metalli, il rateo medio di ogni singola specie ionica risulta maggiore in primavera ad eccezione di $NH4^+$ e NO_3^- ;
- il rateo medio invernale delle specie ioniche risulta maggiore di quello estivo, probabilmente legato a fattori meteorologici.

8. Sintesi e Conclusioni

In questo capitolo sono riassunti gli aspetti salienti dell'attività di monitoraggio definita dalla prescrizione 14 della AIA della Centrale ENEL della Spezia che prevede "……*l'implementazione di campagne annuali di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche, da realizzarsi con ARPAL e Amministrazione Comunale, per il dosaggio di metalli (As, Pb, Cd, Ni, V, Cu, Cr, Mn, Hg e Tl), IPA cancerogeni, diossine e furani e PCB, con particolare riferimento a dioxin like. Anche garantendo la piena collaborazione con Enti Locali ed ARPAL per l'attualizzazione dell'esistente PRQA*".

La modalità di attuazione è stata formalizzata in un Protocollo condiviso[32] ed approvato dagli Enti Locali e dal Gestore (v. cap.2) che prevede oltre a quanto previsto dalla prescrizione 14 AIA anche il campionamento ed analisi del PM10 per valutare la distribuzione degli inquinanti anche sulle particelle più pericolose in quanto raggiungono le prime vie aeree dell'uomo.
Il monitoraggio è esteso ad una serie di postazioni distribuite su un vasto territorio anche oltre le aree che lo scenario modellistico di emissione del gruppo a carbone della centrale ENEL individua con probabilità di ricaduta.
Il presente capitolo è diviso in due parti; la prima riporta la sintesi relativa alle attività di monitoraggio del 2017 (par. 8.1), la seconda quella derivante dalla valutazione complessiva del periodo di monitoraggio 2014-17 (par. 8.2).

8.1 Sintesi monitoraggio 2017

Il monitoraggio nel 2017 ha previsto l'esecuzione di quattro campagne della durata di circa un mese con la particolarità del sito di Melara dove il campionamento è effettuato in continuo così da garantire la copertura dell'intero anno: si tratta infatti dell'area di massima ricaduta individuata dal modello diffusionale relativo alle emissioni del gruppo SP3 (nota P15 e documento ENEL con modello). Per stabilire la significatività dei risultati si è valutata l'operatività del gruppo SP3 della centrale ENEL durante le campagne rispetto al funzionamento medio dell'anno 2017 che è risultato del 58%:

- **P14 17/1:** operatività della Centrale superiore di circa il 21% del funzionamento medio anno 2017;
- **P14 17/2:** centrale non operativa (campagna di bianco);
- **P14 17/3:** operatività della Centrale inferiore di circa il 21% del funzionamento medio anno 2017;
- **P14 17/4:** operatività della Centrale superiore di circa il 45% del funzionamento medio anno 2017.

Da quanto sopra si deduce che le campagne con centrale in funzione sono state condotte durante periodi rappresentativi della operatività della Centrale ENEL.

[32] Ad ulteriore rafforzamento delle scelte condivise va rilevato che la direttiva 2004/107/CE, recepita dal Dlgs 155/2010, ha introdotto la misura delle deposizioni come attività di monitoraggio utile per la valutazione dell'accumulo degli inquinanti nel suolo e dell'esposizione indiretta della popolazione attraverso la catena alimentare. Essa prevede che gli stati membri si adoperino per la raccolta di informazioni esaurienti in merito ai valori di deposizione di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici, considerati critici per la loro tossicità in quanto riconosciuti come cancerogeni e genotossici.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Le **caratteristiche meteorologiche** delle campagne di monitoraggio, che si sono svolte nel corso delle quattro stagioni, sono state, ovviamente, molto diverse tra loro.
La **P14 17/1** è stata caratterizzata da una fase iniziale prima con forte ventilazione e poi da precipitazioni intense; quest'ultime hanno reso necessario, visti i valori cumulati in alcune zone (Follo, Chiappa che hanno oltrepassato i 200 mm), procedere al cambio dei deposimetri dopo solo circa due settimane di esposizione al fine di evitare la tracimazione della precipitazione già raccolta.
La **P14 17/2** è stata caratterizzata da due fasi, una prima di tempo tipicamente primaverile ed una seconda quasi estivo; i valori di precipitazione cumulata sono risultati ampiamente sotto la norma.
La **P14 17/3** è stata caratterizzata da condizioni tipicamente estive, con il dominio di un robusto campo di alta pressione e ventilazione limitata al regime di brezza e pressoché assenza di precipitazioni.
La **P14 17/4** è stata in assoluto la prima campagna completamente autunnale, ma si è trattato di un periodo anomalo dal punto di vista climatologico con temperature miti, pressoché assenza di precipitazioni e con numerose giornate caratterizzate da marcate condizioni di stabilità atmosferica.

I ratei di **deposizioni di polveri** misurati alla Spezia nel 2017, sebbene non garantiscano la copertura annuale, sono indicativi di una scarsa **polverosità**. Ad eccezione della postazione di Fossamastra, nelle postazioni fisse della prescrizione 14 non si è superato il valore di 100 mg/m^2/d di polveri depositate che, secondo gli indici di polverosità della Commissione Centrale contro l'inquinamento atmosferico del MATTM, individua una classe di polverosità "praticamente assente"; si evidenzia, peraltro, che non si è mai raggiunto il valore di 50 mg/m^2/d neanche nelle altre postazioni urbane fortemente influenzate dal traffico. Nella postazione di Fossamastra i ratei hanno superato il valore di 100 mg/m^2/d ma non quello di 250 mg/m^2/d che definisce una polverosità "bassa". In un contesto di polverosità "praticamente assente" si può notare una deposizione di polveri maggiore nell'area urbana rispetto alle zone esterne meno antropizzate e al fondo urbano.

Il **rateo di deposizione** dei **metalli** determinati (As, Cd, Hg, Tl, Cr, Ni, Pb, Cu, Mn e V) è risultato largamente variabile nel corso delle campagne del 2017, anche in quelle condotte nello stesso periodo stagionale. Tuttavia è risultato simile a quello degli anni precedenti, con valori maggiori nelle postazioni urbane specie per i metalli di prevalente origine antropica (Cu, Pb, etc). I ratei di deposizione di **arsenico, cadmio** e **nickel** sono inferiori a quelli previsti dai valori guida di riferimento o dalle legislazioni di alcune nazioni europee. Inoltre, ricadono entro l'intervallo caratteristico delle aree rurali e, in limitati casi, in quello delle aree urbane[33], con l'eccezione di Fossamastra.
A Fossamastra, postazione caratterizzata dalla più alta polverosità, in tutte le campagne, sono stati riscontrati i valori più alti di deposizioni di metalli rispetto alle altre postazioni (esclusa Arcola per il Pb). In particolare, i valori del Ni superano quelli tipici per le aree urbane ma rientrano in quelli per le aree industriali[34].

[33] As [µg/m^2/d] 0.082-0.43 per aree rurali; 0.22-3.4 per aree urbane; 2-4.3 per aree industriali.
[34] Ni [µg/m^2/d] 0.03-4.3 per aree rurali; 5-11 per aree urbane; 2.3-22 per aree industriali.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato

Ad Arcola, si conferma, anche se in entità minore, il ripetersi dei picchi di deposizione di Pb, da attribuire presumibilmente a una sorgente locale non identificata. La particolarità viene descritta nel documento Prot. ARPAL nr. 37531 del 20/12/2018.
Infine si evidenzia che non si sono rilevate significative differenze delle deposizioni di metalli durante la campagna effettuata a centrale non operativa (campagna di bianco P14 17/2), rispetto alle altre campagne in cui la centrale era in funzione.

Il contenuto in **concentrazione dei metalli** risulta**,** dal punto di vista qualitativo, paragonabile tra le varie campagne e per le diverse postazioni. Ciò suggerisce che l'elevata variabilità dei ratei di deposizione sia dovuta alla differente massa di polveri depositate nelle singole campagne, ma non sia legata ad una significativa variabilità del tipo di sorgenti. Si rileva una leggera prevalenza nelle polveri dell'ambiente urbano dei metalli di preminente origine antropica (Pb, Cu, Cr e parzialmente anche Mn).
Solo relativamente al Pb ad Arcola si evidenza un'elevata deposizione e concentrazione associata ad una altrettanto elevata variabilità, corroborando l'ipotesi, già formulata per le precedenti campagne di monitoraggio, di una sorgente strettamente locale.

Relativamente al contenuto di **IPA**[35] nelle deposizioni, sono stati determinati quelli **cancerogeni** previsti dalla Norma Europea UNI EN 15890:2011, integrati con ulteriori composti policiclici aromatici di interesse al monitoraggio (IPA totali).
Nelle diverse postazioni, le deposizioni di IPA totali sono risultate comprese tra circa 40 e 1200 ng/m^2/d, con i valori più elevati riferibili ad eventi estemporanei (incendi, cantierizzazioni, etc.) che non rappresentano le deposizioni tipiche.
Relativamente alla loro **distribuzione spaziale**, le deposizioni maggiori di IPA totali e della norma UNI si sono avute nelle postazioni urbane, soprattutto a Fossamastra.
Relativamente alla loro **distribuzione temporale,** per le postazioni extraurbane si evidenzia una dipendenza delle deposizioni di IPA totali e della norma UNI dalla stagionalità delle campagne, con valori dei ratei maggiori nel periodo invernale e autunnale e minori in primavera ed in estate. Tale differenza è meno accentuata per le postazioni urbane.
A **Melara**, postazione ritenuta dalla modellazione la più influenzata dalle ricadute della centrale ENEL, i ratei degli IPA sono più simili a quelli delle postazioni extraurbane piuttosto che a quelli rilevati nelle postazioni urbane.
Ad **Arcola**, permane come nel precedente anno, una correlazione lineare tra le deposizioni del Pb e quelle di IPA totali e della norma UNI EN 15980:2011 a significare una sorgente comune per questi parametri.
In linea generale si evidenzia che, nelle deposizioni delle postazioni urbane più caratterizzate da intenso traffico viabilistico, si è riscontrata una presenza significativa di coronene, un IPA caratteristico delle emissioni del traffico veicolare.
Il rateo di deposizione del **benzo[a]pirene** (BaP), uno degli IPA cancerogeni previsti dalla norma UNI EN 15890:2011, nell'intero comprensorio della Spezia ha un valore medio pari a 12,2 ng/m^2/d che, confrontato con i dati di letteratura, risulta del tutto comparabile a quello di altri siti urbani europei. I maggiori tassi di deposizione si sono rilevati in primavera a Fossamastra, tra le postazioni urbane, e a Bolano in inverno e a Le Grazie in estate, tra le postazioni extra-urbane.

[35] IPA – Idrocarburi Policiclici Aromatici: composti idrocarburi caratterizzati da almeno due anelli aromatici condensati.

Per valutare eventuali differenze qualitative **spazio-temporali** tra le deposizioni di **IPA totali** avvenute nelle postazioni durante le quattro campagne, si è fatto ricorso alla analisi di ***fingerprint*** dei profili normalizzati degli IPA che mettono in evidenza il rapporto relativo tra gli IPA presenti nelle deposizioni. Nella campagna invernale (P14 17/1) e primaverile (P14 17/2) i fingerprint appaiono relativamente simili tra tutte le postazioni aventi le stesse caratteristiche: nelle postazioni extraurbane prevalgono gli IPA pesanti, mentre in quelle urbane fluorantene e pirene e alcuni IPA pesanti riferibili ad emissioni del traffico veicolare a benzina, segnatamente benzo(ghi)perilene e coronene. Nella campagna estiva i *fingerprint* delle postazioni extraurbane sono dominati dalla presenza degli IPA leggeri (fenantrene su tutti), da crisene e da una insolita elevata abbondanza di benzo(a)pirene a Follo, Arcola e Le Grazie, in uno scenario di bassa presenza di IPA; quelli delle postazioni urbane sono dominati da IPA più pesanti e spicca la presenza di benzo(ghi)perilene e coronene, marker delle emissioni da traffico. Nella campagna autunnale, i *fingerprint*, sia delle postazioni urbane, sia di quelle extraurbane sono dominati dalla forte presenza di fenantrene. In quelle urbane è apprezzabile anche la presenza di fluorantene, pirene, benzo(ghi)perilene e coronene ad indicare la influenza del traffico in tutte le stagioni.

Relativamente a **diossine (PCDD/F)** e **PCB *dioxin like*,** i **ratei di deposizione** sono risultati molto bassi, spesso inferiori al limite di quantificazione. I congeneri di PCDD/F e PCB *dioxin like* risultati rilevabili sono quelli normalmente riscontrati in maniera ubiquitaria nelle deposizioni atmosferiche e che costituiscono il fondo antropico.
Per esprimere la quantità complessiva di diossine e PCB *dioxin like*, i dati di deposizione sono stati espressi con un unico valore numerico in unità di tossicità equivalente alla 2,3,7,8-TCDD [36].
Nella campagna di bianco si è avuto un aumento generalizzato dei ratei di deposizione di PCDD/F che non sono stati considerati validi nella trattazione pluriennale pur non avendo individuato eventi anomali che possano spiegare tale andamento.
Complessivamente, le deposizioni medie di PCDD/F e PCB del 2017 alla Spezia, non tenendo conto della campagna di bianco, sono circa un quarto del valore guida di 4 pg WHO-TEQ/m²/d e si possono escludere significativi apporti antropici, salvo il caso locale di Arcola.
Da un confronto con i valori di deposizione rilevati in altri siti italiani, quelli riscontrati alla Spezia sono in linea con i valori minimi degli intervalli relativi ad aree industriali e inferiori ai valori minimi rilevati in altre nazioni europee (cap 5).
Dal confronto tra i **profili** ("*patterns*") di diossine e PCB *dioxin like* nei campioni di deposizione si evidenziano i tipici *pattern,* dominati dalla presenza di octaclorodiossina e di PCB 118, dovuti a una contaminazione "invecchiata" e quindi a trasporto da masse di aria per tempi lunghi.
La postazione di **Arcola,** anche per questi inquinanti rappresenta una particolarità, in quanto le deposizioni di PCDD/F sono confrontabili con quelle delle postazioni extraurbane mentre le deposizioni di PCB sono elevate e correlabili a quelle del Piombo e anche a quelle degli IPA.

[36] Tale valore è ottenuto moltiplicando i valori in massa di ciascun composto per il rispettivo fattore di tossicità equivalente alla 2,3,7,8-TCDD, definito dalla Organizzazione Mondiale per la Sanità e sommando le concentrazioni così normalizzate rispetto alla tossicità, come previsto per i campioni ambientali. Tale modalità di espressione dei risultati, esalta i congeneri più cancerogeni e fornisce una visione più rispondente alla loro effettiva tossicità.

Per quanto concerne le **specie ioniche,** Na^+ e Cl^-, di chiara origine marina, sono quelle maggiormente rilevate nella fase acquosa. In tutte le campagne, le deposizioni di NO_3^- sono risultate maggiori di quelle dei SO_4^{2-}, confermando l'influenza preponderante delle emissioni di NO_x, soprattutto nel periodo invernale, come è riscontrabile in maniera ubiquitaria da molti anni.

Per **Melara**, postazione soggetta ad un monitoraggio continuativo delle deposizioni dal 2016, è stata effettuata una dettagliata analisi, comprendente anche i dati ottenuti dalle campagne integrative. I **ratei di deposizione delle polveri** misurati nel 2017 a Melara sono risultati variabili nel corso dell'anno ma simili a quelli delle altre postazioni urbane. I **ratei di deposizione dei metalli** sono risultati abbastanza contenuti e le **concentrazioni dei metalli** piuttosto omogenee per Hg, Tl, Ni, V e abbastanza variabili per As, Cd, Cr, Pb, Cu e Mn; i valori sono risultati comunque confrontabili con quelle delle altre postazioni urbane.

Per quanto concerne il **PM10** nelle tre postazioni dedicate (Chiappa, Follo, Le Grazie) e nelle tre postazioni della RQA della Spezia considerate nell'analisi dei dati (Saint Bon, Fossamastra, Maggiolina) non si sono mai avuti superamenti del valore limite giornaliero (50 $\mu g/m^3$) e la concentrazione media del PM10 è risultata complessivamente contenuta con i valori medi di campagna compresi tra 13,8 e 22,6 $\mu g/m^3$ per le tre postazioni dedicate e tra 15,8 e 25,4 $\mu g/m^3$ per le tre postazioni della RQA.
Si evidenzia inoltre una buona correlazione tra gli andamenti temporali del PM10 in tutte le postazioni tranne limitati eventi locali con valori medi equivalenti o lievemente maggiori nelle tre postazioni urbane della RQA rispetto alle tre aggiuntive, meno influenzate da pressioni antropiche.
I campioni giornalieri di PM10 raccolti durante le campagne di monitoraggio delle deposizioni sono stati caratterizzati per il loro contenuto di **metalli** con cadenza di 6 giorni, nelle stesse giornate in cui tali analisi vengono effettuate di routine anche sulle postazioni della RQA. I risultati hanno evidenziato valori di concentrazione di As e Cd quasi sempre pari o inferiori al limite di rilevabilità in aria (<1 ng/m^3), di Pb molto bassi e significativamente inferiori al limite normativo di 500 ng/m^3 (concentrazioni in genere tra <1 e 10 ng/m^3), di Ni inferiori al limite normativo di 20 ng/m^3 (compresi tra <1 e 10 ng/m^3). A parte un numero molto limitato di valori atipici, le fluttuazioni dei valori di concentrazione di As, Cd, Ni e Pb sono paragonabili a quelli che si riscontrano nei monitoraggi del resto dell'anno.
Le determinazioni di **levoglucosano**, marker tipico della combustione di biomasse, Carbonio Organico (OC) e Carbonio Elementare (EC) sono state condotte in alcuni campioni di PM10 delle postazioni di Follo, Chiappa e Le Grazie caratteristici delle diverse stagioni.
La concentrazione in aria di levoglucosano, complessivamente bassa ma leggermente superiore a quella dell'anno precedente, in linea generale, è risultata inferiore in primavera e estate rispetto all'autunno e inverno e ciò è coerente con l'utilizzo della combustione della legna per il riscaldamento domestico. In tutte le postazioni monitorate si è avuto un massimo relativo estivo di concentrazione il 31/7/2017 spiegabile da un vasto incendio in media Val di Vara in località Stadomelli.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Per quanto riguarda le determinazioni di **OC** e **EC**, negli stessi campioni utilizzati per determinare il levoglucosano, si è trovata una buona corrispondenza con gli andamenti normalmente riscontrabili in altri siti di fondo urbano e sono indicativi di una omogenea diffusione di OC in aria.
La somma di OC e EC ha rappresentato nei campioni del 2017 in media circa un quarto della massa del PM10 della Spezia, in linea con quanto riscontrabile anche in altri siti.

8.2 Sintesi e conclusioni del periodo 2014 ÷ 2017

Nel seguito sono valutati i risultati delle campagne della prescrizione 14 effettuate dal 2014 fino al 2017. In particolare, sono indicati gli aspetti salienti derivanti dall'analisi dei risultati acquisiti nel corso dei quattro anni di monitoraggio, effettuata mediante una selezione critica di tutti i dati in modo da isolare quelli conseguenti ad eventi spot e definire la situazione di fondo e le reali criticità.
Nel complesso sono state condotte 15 campagne di monitoraggio, di cui 7 sono state considerate estive e 5 invernali con la Centrale in funzionamento, nonché 2 campagne di bianco (**P14 14/0** e **P14 17/2**), cioè con Centrale ferma. La campagna **P14 17/4**, l'unica svoltasi in autunno, non è stata utilizzata per la valutazione degli andamenti stagionali, che sono quindi limitati ad estate ed inverno.

Nel corso delle campagne sono avvenuti eventi atipici meteorologici e locali episodi di incendi e cantierizzazioni che hanno portato come conseguenza ad anomalie di alcuni parametri che, nei casi conosciuti, sono stati esclusi nell'elaborazione complessiva. L'elenco degli eventi è riportato al cap. 7

Per l'analisi dell'andamento dei **ratei di deposizione** delle polveri dal 2014 al 2017 sono stati presi in considerazione i risultati ottenuti nelle postazioni previste dal protocollo, dopo le opportune valutazioni critiche descritte nel cap. 7.
Nel complesso si evidenzia che in tutte le postazioni, a meno di Fossamastra, le deposizioni medie di polveri si collocano al di sotto dei valori di riferimento adottati da alcune nazione europee aventi caratteristiche analoghe a quelle del territorio italiano (200 – 350 mg/m^2/d) e riferendosi ai criteri nazionali italiani (cap. 5) sono inquadrabili nella classe di polverosità "*praticamente assente*" (<100 mg/m^2/d). **Fossamastra** che si colloca nella classe di polverosità "*bassa*", presenta in maniera sistematica i ratei più elevati in tutte le campagne condotte in tutte le stagioni ad evidenziare una caratteristica locale.
Basandosi sugli andamenti dei dati medi stagionali di deposizioni di polveri le postazioni sono state raggruppare per le loro caratteristiche in postazioni urbane (Maggiolina, Saint Bon, Melara), extra urbane (Bolano, Follo, Arcola, Le Grazie) e fondo urbano (Chiappa).
Da questa analisi emerge che le postazioni extraurbane e la postazione di fondo urbano presentano una deposizione caratterizzata da valori molto bassi, quasi identici tra l'estate e l'inverno che rappresentano un fondo tipico del tessuto extraurbano mentre le

postazioni urbane presentano maggiori deposizioni rispetto alle altre con differenze dei ratei medi di deposizione stagionali molto limitate.
Confrontando le campagne di bianco a centrale ferma con quelle con centrale operativa si evidenzia che i ratei medi risultano comparabili, a parità di stagione di effettuazione della campagna: ciò significa che non si evidenziano sui ratei di deposizione impatti significativi legati all'operatività della centrale.
La postazione di **Fossamastra** è stata trattata a parte per la sua peculiarità e si sono evidenziati ratei stagionali praticamente equivalenti tra le campagne svolte nel periodo estivo e le campagne di bianco, anch'esse effettuate in periodi estivi-primaverili. Questa postazione è fortemente influenzata da una pluralità di pressioni antropiche durante tutto l'anno, tra cui le principali sono le attività di movimentazione dei container nell'area portuale e la mole di traffico, poco variabile nel tempo. La particolarità della postazione di Fossamastra risulta anche dal fatto che i ratei misurati sono circa il triplo di quelli delle altre postazioni urbane, sia in inverno sia in estate. A valori dei ratei di deposizione delle polveri così elevati non corrispondono però altrettanto elevati valori di PM2,5, PM10 e PTS (rilevati dalla RQA per la postazione di Fossamastra) che sono, invece, comparabili con quelli rilevati nelle altre postazioni urbane della RQA, ad indicare la presenza di polvere a granulometria elevata dovuta ad impatti antropici locali quali movimentazione container, attività con mezzi meccanici e intenso traffico pesante. Si segnala che presso tale postazione viene eseguito anche il monitoraggio di controllo della linea carbone, nell'ambito della prescrizione 18 dell'AIA, e che le determinazioni analitiche previste non hanno evidenziato presenza significativa di carbone.

Relativamente ai **ratei di deposizioni dei metalli,** utilizzando i criteri sopra adottati per le polveri, emerge che i valori delle deviazioni standard sono elevati e le apparenti differenze nelle deposizioni medie stagionali non hanno in effetti una grande rilevanza statistica, specie per le postazioni extra-urbane. Ciononostante si può osservare che nelle postazioni **extraurbane** e di **fondo urbano**, i ratei medi stagionali di As, Cd, Pb (esclusa Arcola, vedi documento Prot. ARPAL nr. 37531 del 20/12/2018), Cu, Mn e V sono confrontabili tra di loro. Considerazioni analoghe valgono anche per i ratei medi stagionali delle postazioni **urbane**, Fossamastra esclusa, salvo per Ni e Mn, che sembrerebbero essere maggiormente depositati in inverno.
Un caso a parte è costituito dalla postazione di **Fossamastra** dove i ratei medi stagionali sono maggiori di 2-4 volte di quelli riscontrati nelle postazioni urbane e tra loro praticamente equivalenti, indicando una costanza delle pressioni antropiche stagionali.
Il confronto tra i ratei delle campagne di **bianco**, a Centrale ferma, e quelli delle campagne a Centrale in funzione non evidenzia per tutte le postazioni significative variazioni. In ogni caso, i ratei di deposizione medi dei metalli come quelli delle polveri sedimentabili, sono ampiamente entro i valori guida come medie annuali adottati in alcune nazioni europee, riportati nel cap. 5, e tipici di ambienti urbani e rurali europei.

Relativamente alle **concentrazioni medie di metalli** nelle polveri depositate, utilizzando i criteri sopra adottati per le polveri ed escludendo i valori di Pb di Arcola per la particolarità locale, emerge che in ogni postazione urbana, extraurbana e fondo urbano, tenuto conto della variabilità associata al dato, sono equivalenti in estate e in

inverno, con qualche differenza: il Cr, maggiore nelle polveri estive rispetto a quelle invernali in tutte le tipologie di postazione e il Ni, maggiore nelle polveri invernali rispetto a quelle estive in tutte le tipologie di postazioni, fatto salvo quella di Fossamastra, dove non si notano accentuate differenze stagionali.
Le concentrazioni dei metalli risultano comunque non soggette a variazioni significative legate alla stagione, al tempo e allo spazio indicando una ricaduta caratteristica del territorio; si ricorda che solo Arcola relativamente al Pb si diversifica rispetto alle altre stazioni.
Le concentrazioni di metalli a **Fossamastra**, al contrario dei ratei di deposizione, non sono particolarmente differenti da quelle delle altre postazioni urbane, ad indicare che la polvere della zona ha una composizione simile. Tale polvere differisce solo dal punto di vista quantitativo e limitatamente alla componente a granulometria maggiore; infatti le concentrazione di PM10 sono simili a quelle delle altre postazioni.

Relativamente ai ratei di deposizione di Idrocarburi policiclici aromatici (**IPA**), depurati dei dati anomali utilizzando i criteri riportati al cap.7, tenendo conto della variabilità dei dati, si evidenzia che in un quadro di valori alla Spezia generalmente bassi, esiste all'interno di ciascuna classe di tipologia di postazione, una variazione stagionale degli IPA totali, con lieve aumento in inverno, non così evidente per gli IPA della norma UNI; in estate, si hanno ratei di IPA totali e noma UNI lievemente maggiori nelle postazioni urbane rispetto alle extraurbane. Tale differenza si coglie in misura minore in inverno a causa della elevata variabilità del dato. Gli IPA sembrano quindi diffusi in maniera lievemente maggiore nelle aree urbane, come d'altra parte plausibile per le maggiori pressioni antropiche.
Fossamastra rappresenta anche per le deposizioni degli **IPA** un caso a sé, in quanto si riscontrano ratei più elevati delle altre postazioni urbane con un deciso aumento in inverno, presumibilmente a causa delle condizioni meteorologiche favorevoli all'accumulo degli inquinanti.

Relativamente ai **ratei di deposizione di benzo(a)pirene** depurati dei dati anomali utilizzando i criteri riportati al cap. 7, valgono le considerazioni sopra riportate per gli IPA della norma UNI, quindi si osserva una ridotta variabilità delle sue deposizioni tra postazioni extraurbane ed urbane con anche poche differenziazioni stagionali, salvo il caso di Fossamastra, avente ratei decisamente maggiori di tutte le altre postazioni.

Relativamente ai **ratei di deposizione di PCDD/F e PCB** si evince che nel complesso le loro deposizioni sono generalmente basse e, considerando anche i dati anomali, non superano mai il valore proposto come guida di 4 pg TEQ/m^2/d come media annuale.
Facendo riferimento ai ratei di deposizione, depurati dei dati anomali, si evidenzia che esiste una ridotta differenziazione tra le postazioni urbane ed extraurbane a parità di stagione, ma si coglie una dipendenza dalla stagionalità per PCDD/F, con un aumento in inverno, generalizzato a tutte le postazioni; questo andamento è meno evidente per i PCB.
Ad **Arcola** dove risulta evidente una più elevata deposizione di PCB**,** sempre associata a quella del Pb, il confronto stagionale è meno evidente, per la estemporaneità delle deposizioni; tuttavia i valori invernali sembrano più elevati rispetto a quelli estivi.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Relativamente alle **specie ioniche nelle deposizioni** dall'analisi dei dati emerge che i valori dei ratei di deposizione sono sempre risultati estremamente modesti e non sono stati individuati, come per le altre specie chimiche, valori di deposizione anomala.
Il rateo medio invernale, ad esclusione di poche eccezioni, risulta maggiore di almeno il doppio di quello estivo per tutte le postazioni, probabilmente legato a fattori meteorologici.

Per l'analisi dell'andamento dei **ratei di deposizione delle polveri** a **Melara** dal 2016 è stata effettuata una valutazione stagionale come per le altre postazioni. Nel complesso, emerge un quadro di deposizioni variabili in modo abbastanza indipendente dalla precipitazione raccolta e dal funzionamento della centrale CTE.
I **ratei di deposizione dei metalli** come quelli delle polveri sedimentabili, sono ampiamente entro i valori guida come medie annuali adottati in alcune nazioni europee e tipici di ambienti urbani e rurali europei.
Le **concentrazioni di metalli** evidenziano una variabilità confrontabile con quella rilevata nelle altre postazioni urbane non legata alla stagionalità.
In generale i valori sia dei ratei che delle concentrazioni di metalli sono risultati confrontabili con quelli delle altre postazioni urbane.

Relativamente alle concentrazioni di **PM10** rilevate nel corso delle campagne della prescrizione 14 effettuate dal 2014 fino al 2017, non si sono mai avuti superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m^3 previsto dalla normativa.
Inoltre, emerge che il dato medio nelle postazioni di fondo urbano e urbane non si differenzia tra estate e inverno, ad ulteriore conferma che nella città della Spezia la differenza di impatti tra estate e inverno è legata quasi esclusivamente al riscaldamento che ha scarsa influenza sul PM10 e ai fattori meteorologici che vedono il prevalere in tutte le stagioni delle circolazioni di brezza con fasi di ristagno molto limitate.
Nelle postazioni extra-urbane i dati medi risultano lievemente maggiori in estate ma entro la variabilità associabile al dato.
Nei quattro anni di monitoraggio, i valori medi di PM10 sono risultati lievemente maggiori nelle tre postazioni urbane della RQA rispetto alle tre aggiuntive, meno influenzate da pressioni antropiche.

Per quanto riguarda i **metalli nel PM10,** si evince che le concentrazioni medie dei metalli previsti dal Dlgs 155/10 nel PM10 (As, Cd, Ni, Pb) risultano sempre inferiori ai limiti normativi e abbastanza costanti negli anni in tutte le postazioni. Inoltre, i valori di As e Cd sono spesso risultati inferiori ai limiti di rilevabilità. Si osserva inoltre che le concentrazioni medie stagionali di Ni nelle differenti tipologie di postazione presentano valori più bassi durante l'inverno mentre quelle di Pb sono relativamente omogenee stagionalmente nelle diverse tipologie di postazioni salvo alcuni casi in cui si sono rilevate concentrazioni anomale.

Relativamente al contenuto di ***levoglucosano*** nel **PM10**, dall'analisi dei dati si evince che la concentrazione in aria è complessivamente bassa in tutti i campioni delle tre postazioni. La concentrazione in aria di levoglucosano è risultata superiore nel periodo

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

più freddo per tutte le postazioni eccetto che a Le Grazie dove l'influenza della combustione di biomasse sembra molto limitata. In inverno si sono avute concentrazioni maggiori di levoglucosano a Chiappa, probabilmente in relazione a un diffuso utilizzo del riscaldamento domestico con biomasse e alla presenza di forni a legna.

Relativamente al contenuto di **OC** e **EC** nel **PM10** si rileva che la concentrazione di **OC** nei campioni non ha evidenziato particolari differenze tra le postazioni in periodi stagionali analoghi e gli andamenti temporali sono più indicativi di una omogenea diffusione di OC in aria senza significative influenze locali. La concentrazione media di **EC** non presenta differenze tra estate e inverno: questo potrebbe dipendere dalla diminuzione del peso relativo delle emissioni primarie delle sorgenti invernali di EC (riscaldamento, traffico, ecc.) e da fattori meteorologici.
Annualmente la somma di OC e EC ha rappresentato in media circa un quinto della massa del PM10 della Spezia, in linea con quanto riscontrabile anche in altri siti.
Dall'esame dell'andamento del rapporto OC/EC si evidenzia che è superiore in estate, in accordo con quanto riportato in letteratura perché è principalmente influenzato dall'aumento di produzione secondario di OC per attività fotochimica e dalle maggiori emissioni di precursori biogenici di aerosol secondario organico; in inverno invece le sorgenti primarie di EC sono prevalenti.

Dall'analisi dei dati del periodo 2014-17 si conferma quanto detto nel precedente rapporto e cioè che l'area della Spezia presenta uno stato ambientale senza una pressione antropica preponderante; infatti le postazioni, sia urbane che extraurbane, presentano deposizioni con caratteristiche simili sia come entità che come composizione. Si evidenziano solo contenute variazioni stagionali nelle postazioni urbane probabilmente a causa del ruolo che può assumere in inverno il riscaldamento domestico, in concorso con fattori meteorologici favorevoli all'accumulo di inquinanti al suolo.

Casi a parte sono le postazioni di Baccano di Arcola e Fossamastra.
Nella postazione di **Baccano di Arcola** si hanno deposizioni con caratteristiche anomale per Piombo e PCB dovute ad una fonte emissiva saltuaria, a carattere prettamente locale, che influenza solo questo sito (v. documento Prot. ARPAL nr. 37531 del 20/12/2018).
Nella postazione di **Fossamastra** si hanno deposizioni con caratteristiche sostanzialmente analoghe a quelle di tutte le altre postazioni urbane ma in quantità nettamente maggiore e praticamente equivalenti in tutti i periodi monitorati. Le concentrazioni di PM10, invece, sono comparabili con quelle rilevate nelle altre postazioni urbane della RQA ad indicare la presenza di polvere a granulometria grossolana già discussa, sia negli elaborati della prescrizione 18[37] relativa al monitoraggio delle attività di movimentazione del carbone, dallo scarico delle navi in banchina, al rifornimento della camera di combustione della Centrale ENEL, che in studi pregressi sull'area di Fossamastra.[38] La maggiore polverosità è infatti ascrivibile al

[37] gli studi hanno rilevato limitata presenza di carbone incombusto nelle deposizioni di Fossamastra.
[38] rif. note ARPAL nr.31455 del 31/10/2012 "Monitoraggio della qualità dell'aria nella zona di Fossamastra" e nr. 2046 del 27/01/2014 "Analisi qualitativa campioni di polveri depositate su superfici esposte nella zona est della Spezia".

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

contributo di polveri più grossolane (>100 µm) molto probabilmente attribuibile al risollevamento operato dal traffico autoveicolare intenso con significativa componente di mezzi pesanti.

Considerando il basso rateo di deposizione delle diossine nel periodo esaminato e la loro diffusione ubiquitaria nell'area, anche per il 2018 verranno mantenute le stesse postazioni in cui effettuare il monitoraggio garantendo comunque la rappresentatività dei dati.
Contestualmente si manterrà il monitoraggio continuativo presso la postazione di Melara, area indicata dal modello diffusionale della prescrizione 15 come soggetta alla massima deposizione delle emissioni CTE ENEL ed inoltre si eseguiranno studi per definire i contributi delle varie sorgenti al PM10 in alcune postazioni della RQA opportunamente scelte.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Riferimenti bibliografici

Argiriadis, E., Rada, E. C., Vecchiato, M., Zambon, S., Ionescu, G., Schiavon, M., Gambaro, A. (2014). Assessing the influence of local sources on POPs in atmospheric depositions and sediments near Trento (Italy). *Atmospheric Environment*, 98, 32-40.

ARPA Piemonte Dip. Novara (2014). Relazione tecnica sulle deposizioni atmosferiche in comune di Cerano.

ARPA Val d'Aosta, 2010. "Monitoraggio delle deposizioni atmosferiche - periodo 2008/2009" reperibile al sito: http://www.arpa.vda.it/images/stories/ARPA/aria/datiQA/deposimetri/relazione_deposimetri_2008_2009.pdf.

Bodenan, F., Michel, P., Cary, L., Leynet, A., & Piantone, P. (2011). Environmental surveillance of incinerators: 2006-2009 data on dioxin/furan atmospheric deposition and associated thresholds. In *31st International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants DIOXIN 2011* (p. 4104).

Bond, T.C., Bergstrom, R.W. (2007). Light absorption by carbonaceous particles: an investigative review. Aerosol Sci. Technol. 40, 27-67.

Bove M.C., Brotto P., Cassola F., Cuccia E., Massabò D., Mazzino A., Piazzalunga A., Prati P. (2014). Atmospheric Environment 94, 274-286.

Bove M.C., Brotto P., Calzolai G., Cassola F., Cavalli F., Fermo P., Hjorth J., Massabò D., Nava S., Piazzalunga A., Schembari C., Prati. (2016). PM10 source apportionment applying PMF and chemical tracer analysis to ship-borne measurements in the Western Mediterranean. Atmospheric Environment 125, 140-151.

Castro, L.M., Pio, C.A., Harrison, R.M., Smith, D.J.T. (1999). Carbonaceous aerosol in urban and rural European atmospheres: estimation of secondary organic carbon concentrations. Atmospheric Environment 33, 2771-2781.

Cesari D., Donateo A., Conte M., Contini D. (2016). Inter-comparison of source apportionment of PM10 using PMF and CMB in three sites nearby an industrial area in central Italy. Atmospheric Research 182, 282-293.

CESI (2014), Centrale Enel E. Montale di La Spezia: Prescrizione n.15 del Parere istruttorio della Commissione IPPC relativo al rilascio dell'AIA. Realizzazione di un modello delle emissioni e delle ricadute. Prot. B4022745 del 19/092014 trasmesso con note Enel-PRO-25/09/2014-0038660, Enel-PRO-25/09/2014-0038661 e Enel-PRO-25/09/2014-0038662.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Chow, Judith C., et al. (2011). PM 2.5 source profiles for black and organic carbon emission inventories. Atmospheric Environment 45, 5407-5414.

Cornelis C., De Brouwere K., De Fré R., Goyvaerts M.P., Schoeters G., Swaans W., Van Holderbeke M. (2007). Proposal for environmental guideline values for atmospheric deposition of dioxins and PCBs. Study accomplished under the authority of VMM 2007/IMS/R/277. Final report.

Cuccia E., Massabò D., Ariola V., Bove M.C., Fermo P., Piazzalunga A., Prati P. (2014). Size-resolved comprehensive characterization of airborne particulate matter. Atmospheric Environment 67, 14-26.

Duan F., Liu X., Yu T., and Cachier H. (2004). Identification and estimate of biomass burning contribution to the urban aerosol organic carbon concentrations in Beijing" Atmos. Environ. 38, 1275.

Esposito, V., Maffei, A., Ficocelli, S., Spartera, M., Giua, R., & Assennato, G. (2012). Dioxins from industrial emissions to the environment. The Taranto case study. *Italian Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 3, 42-8.

Guerzoni, S., Rampazzo, G., Molinaroli, E., & Rossini, P. (2005). Atmospheric bulk deposition to the Lagoon of Venice: Part II. Source apportionment analysis near the industrial zone of Porto Marghera, Italy. *Environment international*, 31 (7), 975-982.

Handler, M., Puls, C., Zbiral, J., Marr, I., Puxbaum, H., Limbeck, A. (2008). Size and composition of particulate emissions from motor vehicles in the Kaisermuhlen Tunnel, Vienna. Atmospheric Environment 42, 2173-2186.

Jacobson, Mark Z. (2000). "Physically-based treatment of elemental carbon optics: Implications for global direct forcing of aerosols." Geophysical Research Letters 27.2 217-220.

Kanakidou, M., et al. (2005). "Organic aerosol and global climate modelling: a review", Atmos. Chem. Phys., 5, 1053–1123, http://www.atmos-chem-phys.net/5/1053/2005/.

Menichini, E., & Viviano, G. (2004). Trattamento dei dati inferiori al limite di rivelabilità nel calcolo dei risultati analitici. Rapporto ISTISAN 04/15.

Menichini, E., Iacovella, N., Monfredini, F., & Turrio-Baldassarri, L. (2007). Atmospheric pollution by PAHs, PCDD/Fs and PCBs simultaneously collected at a regional background site in central Italy and at an urban site in Rome. *Chemosphere*, 69 (3), 422-434.

Miguel, A. H., Kirchstetter, T. W., Harley, R. A., & Hering, S. V. (1998). On-road emissions of particulate polycyclic aromatic hydrocarbons and black carbon from gasoline and diesel vehicles. Environmental Science & Technology, 32(4), 450-455.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Motelay-Massei, A., Ollivon, D., Garban, B., & Chevreuil, M. (2002). Atmospheric deposition of toxics onto the Seine Estuary, France: example of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 2 (5), 1351-1369.

Ollivon, D., Blanchoud, H., Motelay-Massei, A., & Garban, B. (2002). Atmospheric deposition of PAHs to an urban site, Paris, France. *Atmospheric Environment*, 36 (17), 2891-2900.

Perrone, M.G., Larsen, B.R., Ferrero, L., Sangiorgi, G., De Gennaro, G., Udisti, R., Zangrando, R., Gambaro, A., Bolzacchini, E. (2012). Sources of high PM2.5 concentrations in Milan, Northern Italy: molecular marker data and CMB modelling. Science of Total Environment 414, 343-355.

Piazzalunga A., Belis C., Bernardoni V., Cazzulli O., Fermo P., Valli G., Vecchi R. (2011). Atmospheric Environment 45, 6642–6649.

Pio, C., Cerqueira, M., Harrison, R.M., Nunes, T., Mirante, F., Alves, C., Oliveira, C., Sanchez de la Campa, A., Artinano, B., Matos, M. (2011). OC/EC ratio observations in Europe: re-thinking the approach for apportionment between primary and secondary organic carbon. Atmospheric Environment 45, 6121-6132.

Plumb, R. H. (2004). Fingerprint Analysis of Contaminant Data: A Forensic Tool for Evaluating Environmental Contamination. *EPA/600/5-04/054.*

Rada, E. C., Ragazzi, M., & Schiavon, M. (2014). Assessment of the local role of a steel making plant by POPs deposition measurements. *Chemosphere*, 110, 53-61.

Rossini, P., De Lazzari, A., Guerzoni, S., Molinaroli, E., Rampazzo, G., & Zancanaro, A. (2001). Atmospheric input of organic pollutants to the Venice lagoon. *ANNALI DI CHIMICA*, 91(7/8), 491-502.

Sandrini, S., Fuzzi, S., Piazzalunga, A. Prati, P., Bonasoni, P., Cavalli, F., Bove, M. C., Calvello M., Cappelletti, D., Colombi, C. et al. (2014). Spatial and seasonal variability of carbonaceous aerosol across Italy. Atmospheric Environment, 99, 587-598.

Schmidl C., Marr I.L., Caseiro A., Kotianova P., Berner A., Bauer H., Kasper-Giebl A., and Puxbaum, H. (2008). Atmos. Environ. 42, 126.

Simoneit B.R.T. (1999).Environment of Science Pollution Research 6, 159.

Tsigaridis, et al. (2006). "Change in global aerosol composition since preindustrial times", Atmos. Chem. Phys., 6, 5143–5162.

Van Lieshout, L., Desmedt, M., Roekens, E., De Fré, R., Van Cleuvenbergen, R., & Wevers, M. (2001). Deposition of dioxins in Flanders (Belgium) and a proposition for guide values. *Atmospheric Environment*, 35, S83-S90.

Venturini, E., Vassura, I., Ferroni, L., Raffo, S., Passarini, F., Beddows, D. C., & Harrison, R. M. (2013). Bulk deposition close to a municipal solid waste incinerator: one source among many. *Science of the Total Environment*, 456, 392-403.

Wang, Zhendi, and Scott Stout. (2010) Oil spill environmental forensics: fingerprinting and source identification. *Academic Press*.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

APPENDICE 1

FATTORI DI TOSSICITÀ DI PCDD, PCDF E PCB

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Policlorodibenzodiossine (PCDD), policlorodibenzofurani (PCDF) e PCB dioxin like (DL), determinati nelle deposizioni e i loro fattori di tossicità (TEF) secondo quanto sviluppato in ambito NATO e dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità (World Health Organization - WHO):

Compound	NATO, 1998	WHO 1998 TEF	WHO 2005 TEF*
chlorinated dibenzo-p-dioxins			
2,3,7,8-TCDD	1	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD	0.5	1	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.01	0.01
OCDD	0.001	0.0001	0.0003
chlorinated dibenzofurans			
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.05	0.03
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.5	0.3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01	0.01
OCDF	0.001	0.0001	0.0003
non-ortho substituted PCBs			
PCB 77		0.0001	0.0001
PCB 81		0.0001	0.0003
PCB 126		0.1	0.1
PCB 169		0.01	0.03
mono-ortho substituted PCBs			
105		0.0001	0.00003
114		0.0005	0.00003
118		0.0001	0.00003
123		0.0001	0.00003
156		0.0005	0.00003
157		0.0005	0.00003
167		0.00001	0.00003
189		0.0001	0.00003

* I numeri in grassetto Numbers in bold indicano un cambio del valore del TEF
Riferimento: *Van den Berg et al*: **The 2005 World Health Organization Re-evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds**

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

APPENDICE 2

PRECIPITAZIONI DURANTE I PERIODI DI MONITORAGGIO

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Valori in millimetri (mm) di precipitazione.

Campagna P14 17/1 - dal 19/01/2017 al 22/02/2017

Giorno Settimana	Data	Chiappa	Le Grazie[1]	Bolano	Comune
Dom	19-gen-17	0	0	0	0
Lun	20-gen-17	0	0	0	0
Mar	21-gen-17	0	0	0	0
Mer	22-gen-17	0	0	0	0
Gio	23-gen-17	0	0	0	0
Ven	24-gen-17	0	0	0	0
Sab	25-gen-17	0	0	0	0
Dom	26-gen-17	0	0	0	0
Lun	27-gen-17	0,8	0,4	0	0,4
Mar	28-gen-17	0,2	0	0	0
Mer	29-gen-17	0	0	0	0
Gio	30-gen-17	-	6,8	10,8	9,2
Ven	31-gen-17	-	49,8	76,8	32,6
Sab	01-feb-17	11	0,6	14,8	2
Dom	02-feb-17	0	1	18,8	2,4
Lun	03-feb-17	37	11,8	32,4	13
Mar	04-feb-17	63	32,8	49,4	33,2
Mer	05-feb-17	55,8	40	67,4	49,4
Gio	06-feb-17	0	0	0,2	0
Ven	07-feb-17	0,2	0	0	0
Sab	08-feb-17	0	0	0	0
Dom	09-feb-17	0	0	0	0
Lun	10-feb-17	0	0	0	0
Mar	11-feb-17	0	0	0	0
Mer	12-feb-17	0	0	0	0
Gio	13-feb-17	0	0	0	0
Ven	14-feb-17	0	0	0	0
Sab	15-feb-17	0	0	0	0
Dom	16-feb-17	0	0	0	0
Lun	17-feb-17	14,2	0	14,2	7
Mar	18-feb-17	0,4	0	0	0
Mer	19-feb-17	0	0	0	0
Gio	20-feb-17	0	0	0	0
Ven	21-feb-17	0	0	0	0
Sab	22-feb-17	0	0	0	0
Totale (mm)		**-**	**143,2**	**284,8**	**149,2**

[1] dati stazione ARPAL Porto Venere Comune

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Campagna P14 17/2 - dal 04/05/2017 al 24/05/2017

Giorno Settimana	Data	Chiappa	Le Grazie	Bolano	Comune
Gio	04-mag-17	9,6	8,8	7	7,4
Ven	05-mag-17	0,2	0	0	0
Sab	06-mag-17	-	33,2	27,8	29,4
Dom	07-mag-17	0,2	0,2	0	0,2
Lun	08-mag-17	0,4	1,2	0,4	0
Mar	09-mag-17	1,2	0	3	3,8
Mer	10-mag-17	0	0	0	0
Gio	11-mag-17	0	0	0	0
Ven	12-mag-17	0	0	0	0,2
Sab	13-mag-17	0	0	0,2	0
Dom	14-mag-17	0	0	0	0
Lun	15-mag-17	0	0	0	0
Mar	16-mag-17	0	0	0	0
Mer	17-mag-17	0	0	0	0
Gio	18-mag-17	0	0	0	0
Ven	19-mag-17	4,2	0,2	1,8	0,4
Sab	20-mag-17	6	0,4	0,4	0,4
Dom	21-mag-17	0	0	0	0
Lun	22-mag-17	0	0	0	0
Mar	23-mag-17	0	0	0	0
Mer	24-mag-17	0	0	0	0
Totale (mm)		**-**	**44**	**40,6**	**41,8**

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Campagna P14 17/3 - dal 29/06/2017 al 02/08/2017

Giorno Settimana	Data	Chiappa	Le Grazie	Bolano	Comune
Gio	29-giu-17	0,2	0	0,2	0,2
Ven	30-giu-17	0	0	0	0
Sab	01-lug-17	0	0	0	0
Dom	02-lug-17	0	0	0	0
Lun	03-lug-17	0	0	0	0
Mar	04-lug-17	0	0	0	0
Mer	05-lug-17	0	0	0	0
Gio	06-lug-17	0	0	0	0
Ven	07-lug-17	0	0	0	0
Sab	08-lug-17	0	0	0	0
Dom	09-lug-17	0	0	0	0
Lun	10-lug-17	0	0	0	0
Mar	11-lug-17	0	0	0	0
Mer	12-lug-17	0	0	0	0
Gio	13-lug-17	0	0	0	0
Ven	14-lug-17	0	0	0	0
Sab	15-lug-17	0	0	0	0
Dom	16-lug-17	0	0	0	0
Lun	17-lug-17	0	0	0	0
Mar	18-lug-17	0	0	0	0
Mer	19-lug-17	0	0	0	0
Gio	20-lug-17	0	0	0	0
Ven	21-lug-17	0	0	0	0
Sab	22-lug-17	0,8	0	1,4	0
Dom	23-lug-17	0	0	0	0
Lun	24-lug-17	0	0	2	0,2
Mar	25-lug-17	0	0	9,4	0
Mer	26-lug-17	0	0	0	0
Gio	27-lug-17	0	0	0	0
Ven	28-lug-17	0	0	0	0
Sab	29-lug-17	0	0	0	0,6
Dom	30-lug-17	0,2	1,6	0	0
Lun	31-lug-17	0	0	0	0
Mar	01-ago-17	0	0	0	0
Mer	02-ago-17	0	0	0	0
Totale (mm)		**1,2**	**1,6**	**13**	**1**

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Campagna P14 17/4 - dal 10/10/2017 al 09/11/2017

Giorno Settimana	Data	Chiappa	Le Grazie	Bolano	Comune
Mar	10-ott-17	0	0	0	0
Mer	11-ott-17	-	-	0	0
Gio	12-ott-17	0	0	0	0,2
Ven	13-ott-17	0	0	0	0
Sab	14-ott-17	0	0	0	0
Dom	15-ott-17	0	0	0	0
Lun	16-ott-17	0	0	0	0
Mar	17-ott-17	0	0	0	0
Mer	18-ott-17	0	0	0	0
Gio	19-ott-17	0	0	0	0
Ven	20-ott-17	0	0	0	0
Sab	21-ott-17	0	0	0,4	0,2
Dom	22-ott-17	3,6	1,6	6	0,8
Lun	23-ott-17	0	0	0	0
Mar	24-ott-17	0	0	0	0
Mer	25-ott-17	0	0	0	0
Gio	26-ott-17	0	0	0	0
Ven	27-ott-17	0	0	0	0
Sab	28-ott-17	0	0	0	0
Dom	29-ott-17	0	0	0	0
Lun	30-ott-17	0	0	0	0
Mar	31-ott-17	0	0	0	0
Mer	01-nov-17	0	0	0	0
Gio	02-nov-17	6,4	3	10,2	5
Ven	03-nov-17	2,4	0,8	1,4	3,6
Sab	04-nov-17	0	0	0	0
Dom	05-nov-17	25,4	25,6	26,4	17
Lun	06-nov-17	12	15,6	10,2	15,4
Mar	07-nov-17	9,6	13,4	6,6	10,8
Mer	08-nov-17	0	4,6	2,8	7
Gio	09-nov-17	15	10,8	8	10
Totale (mm)		**74,4**	**75,4**	**72**	**70**

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

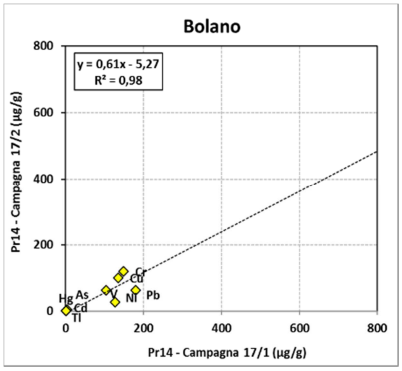
APPENDICE 3

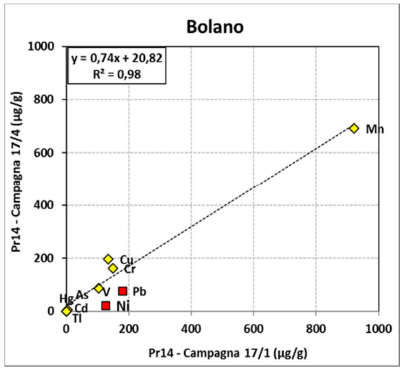
CORRELAZIONE METALLI NELLE SINGOLE POSTAZIONI, DURANTE LE CAMPAGNE 2017

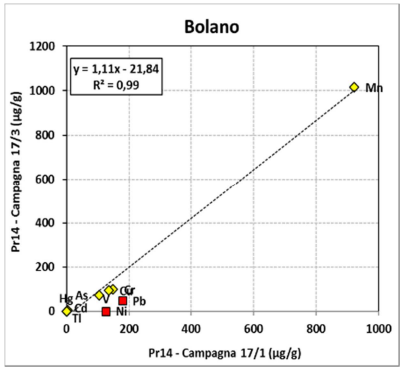
Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

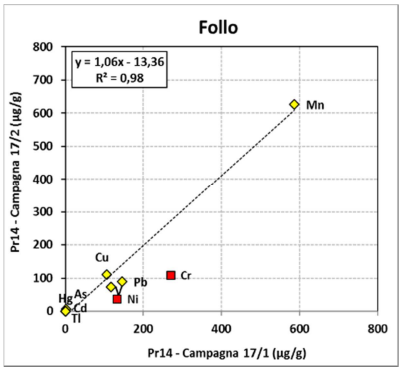
RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

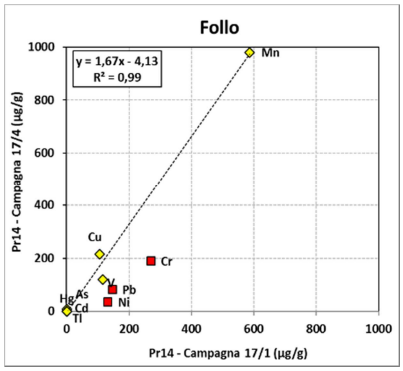
Lo scopo dell'analisi è stato evidenziare possibili analogie nella composizione delle deposizioni tra una periodo di monitoraggio e l'altro, e valutare i metalli che si discostano sensibilmente da una correlazione lineare, evidenziandoli in rosso nelle figure.

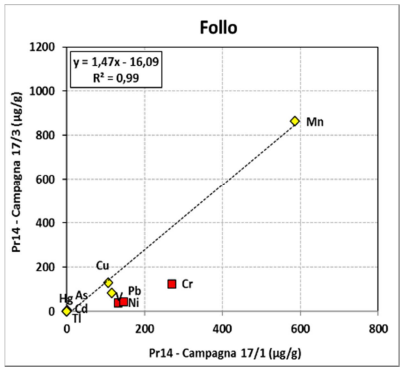


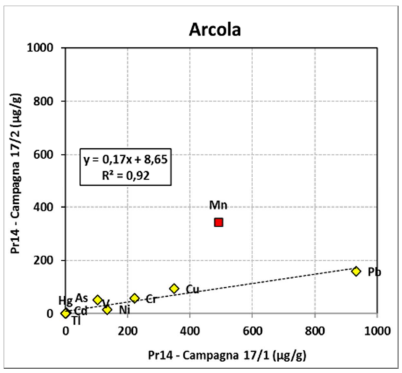


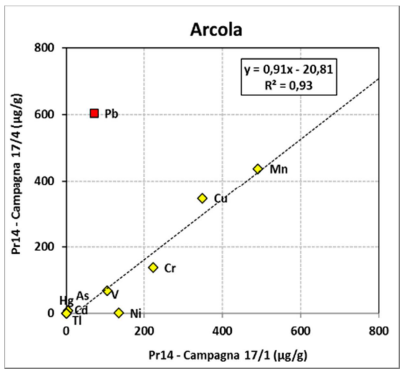


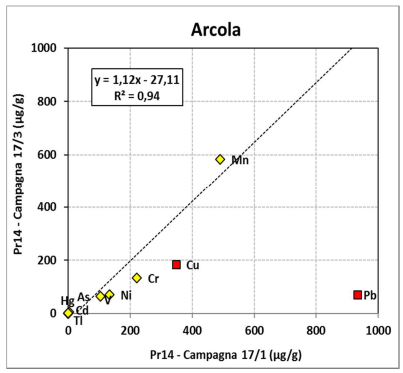


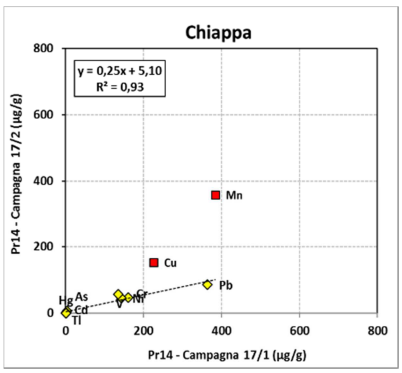


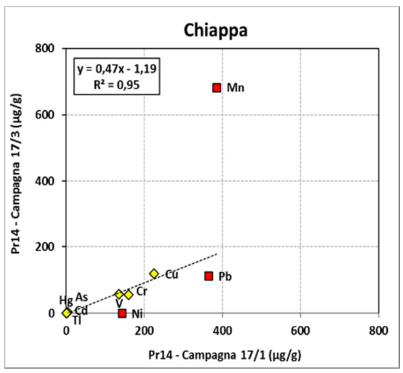


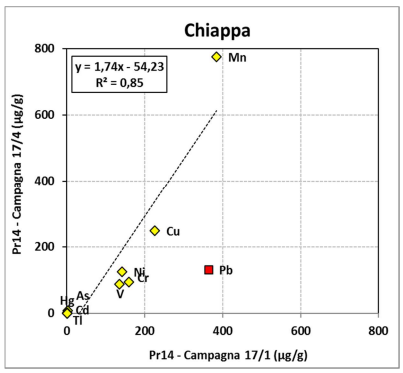






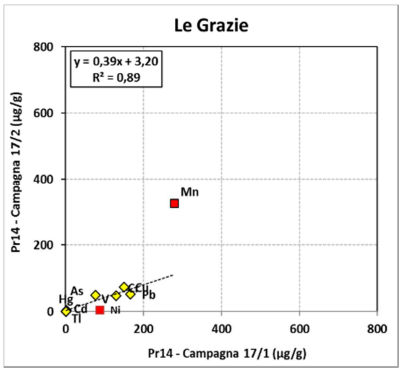


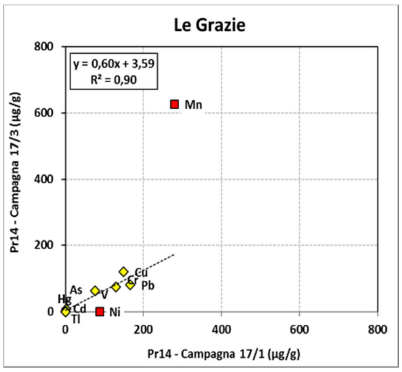


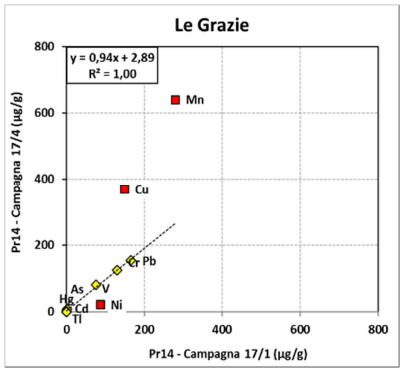


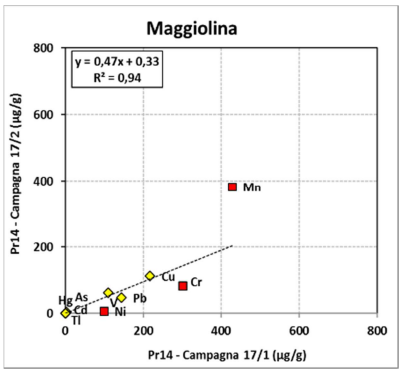
Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

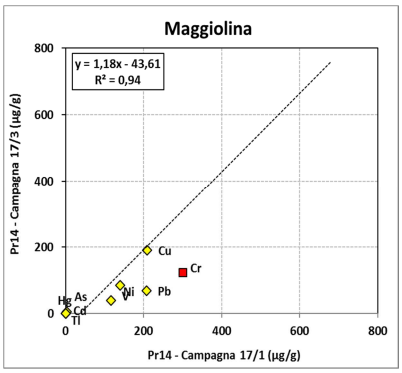
RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

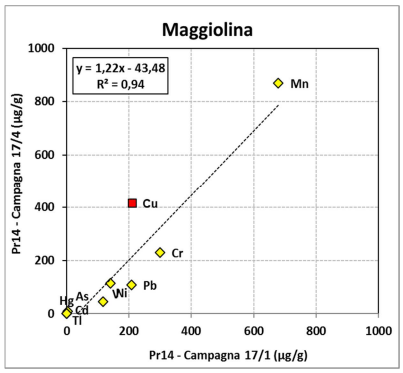


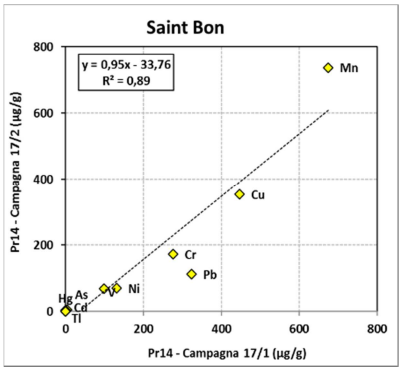


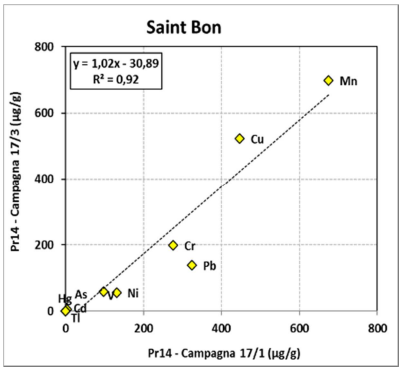


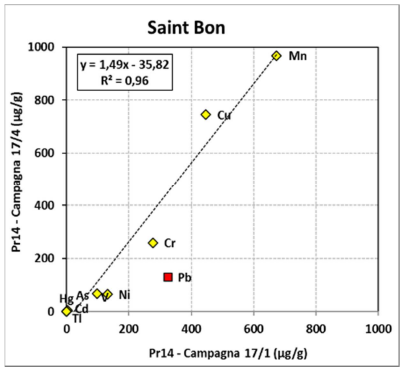


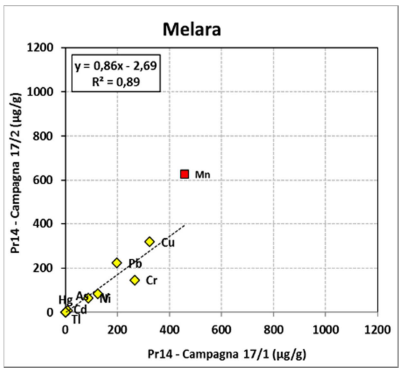


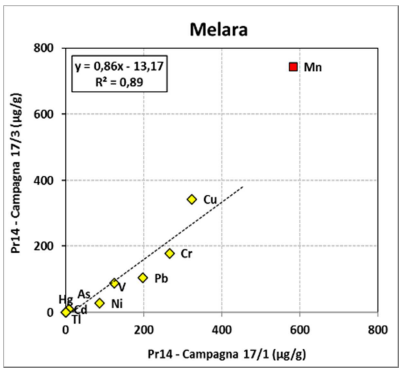


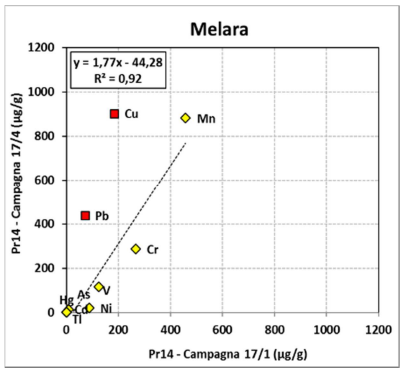






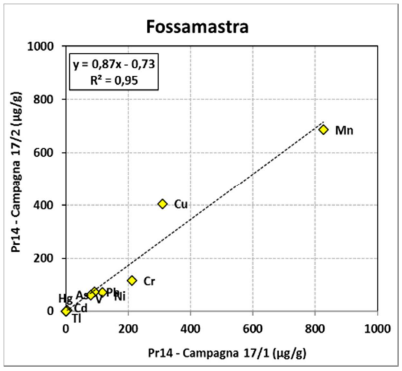


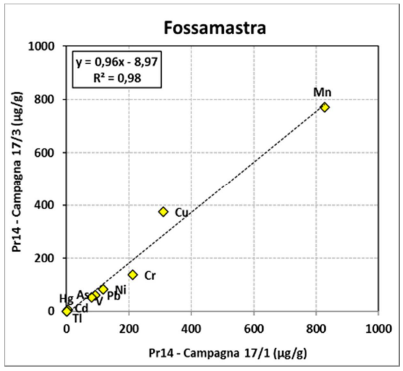


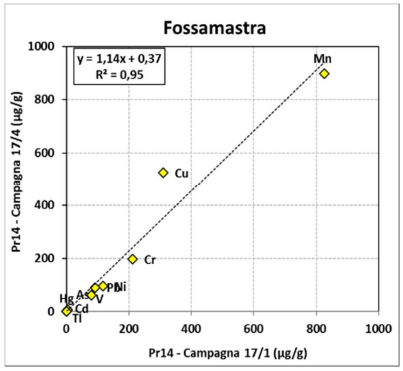


Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

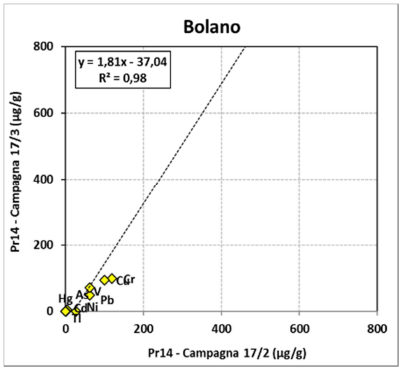


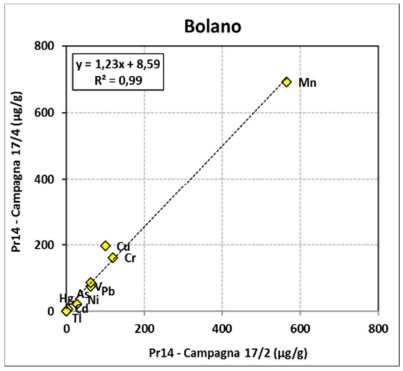


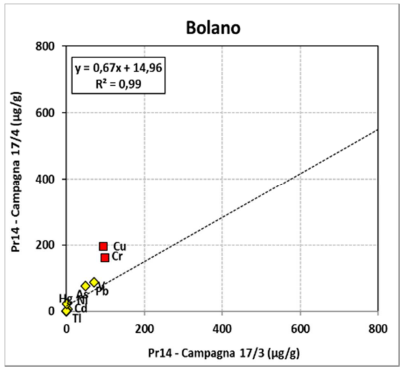


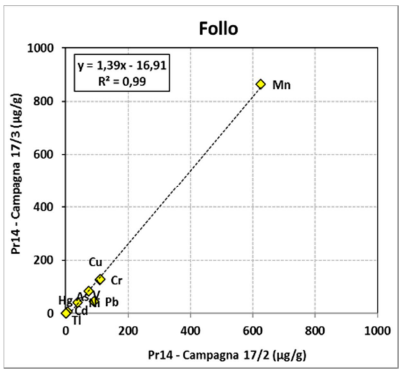
Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

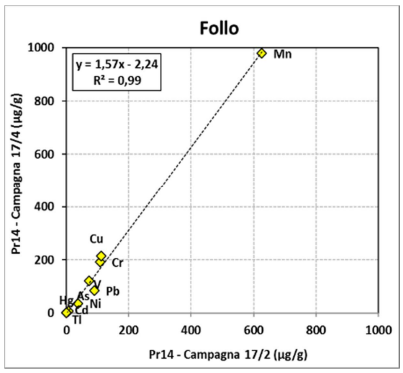
RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

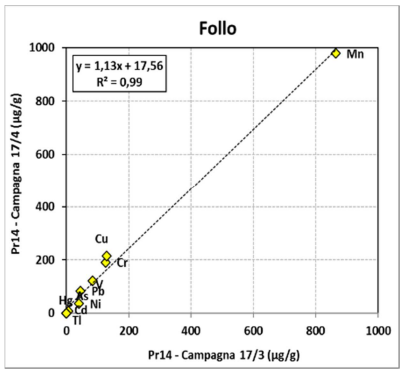


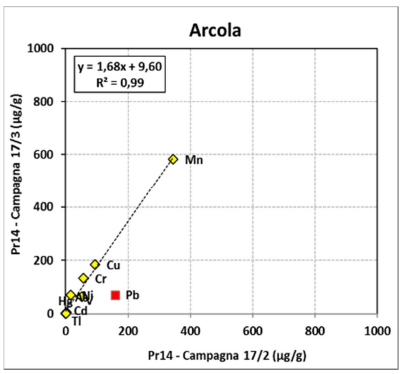


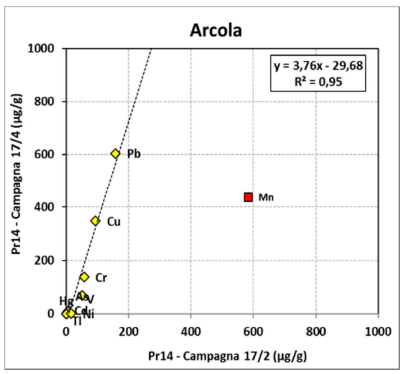


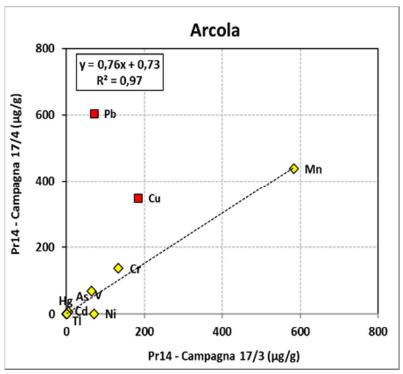


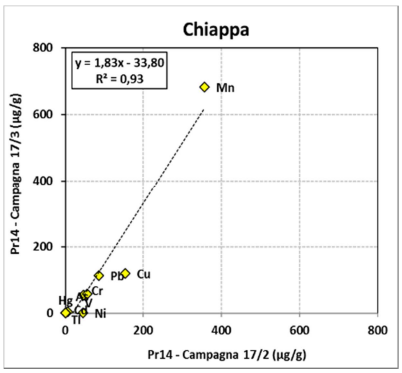


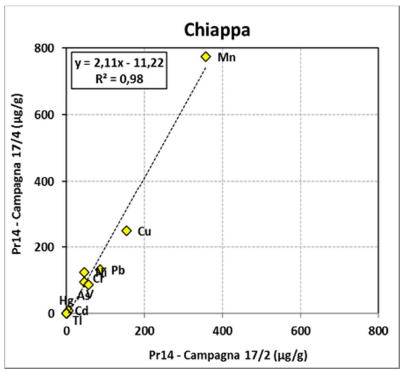


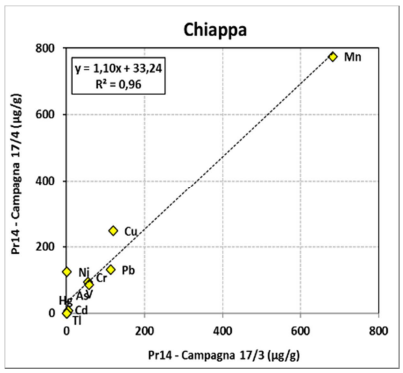






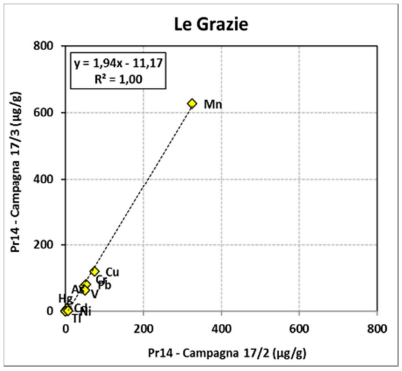


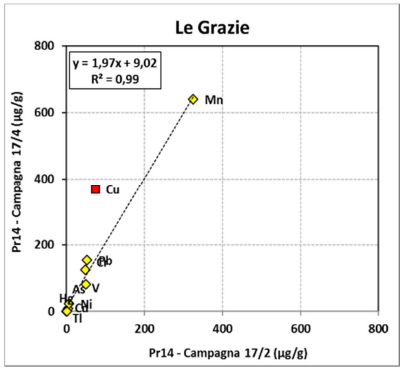


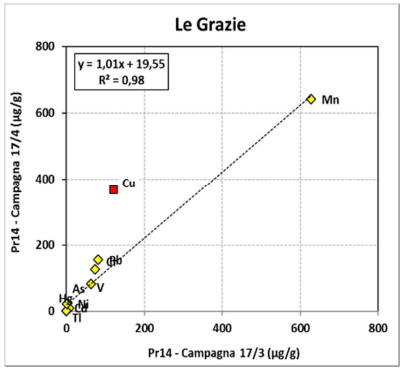


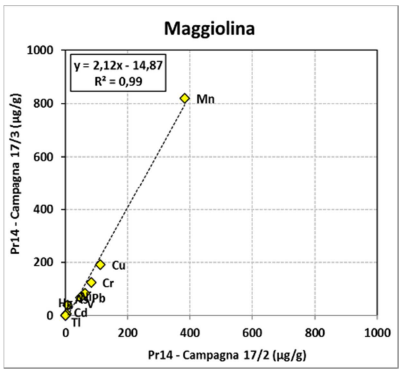
Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

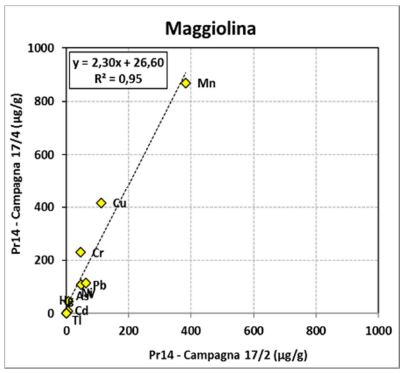
RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

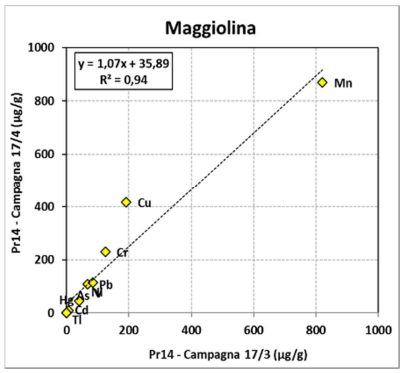


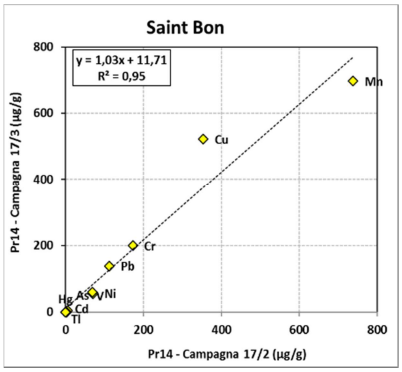


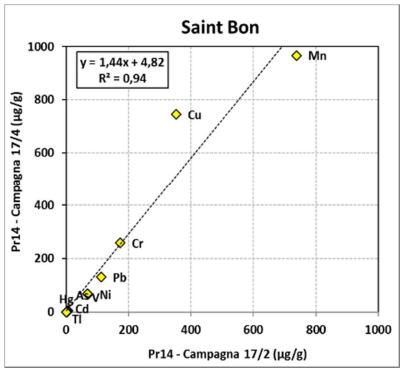


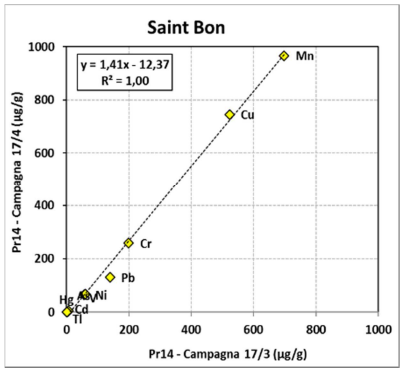


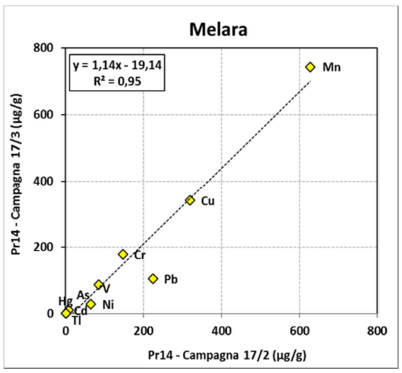


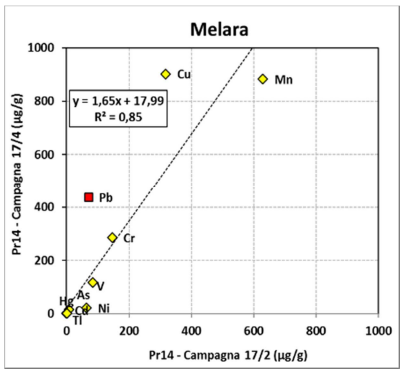


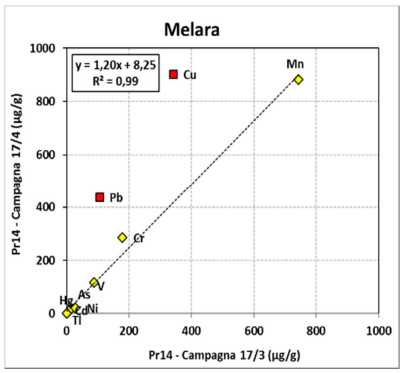






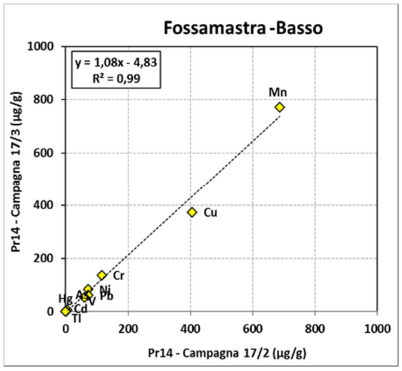


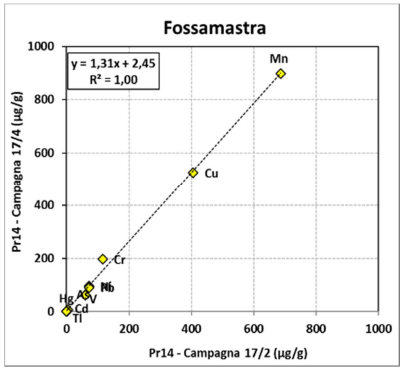


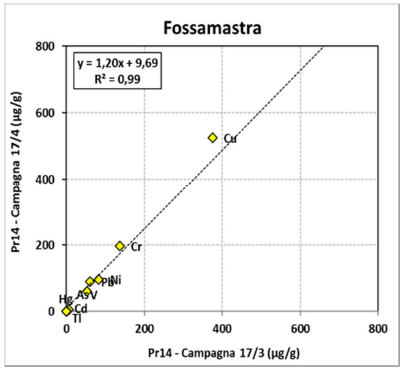


Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato







Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

APPENDICE 4

Attualizzazione dati di polveri e metalli pregressi rilevati a Fossamastra

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

1 PREMESSA

Nelle campagne 2014-2015 il deposimetro di Fossamastra era posizionato a circa 6 metri di altezza sul tetto del fabbricato in cemento in corrispondenza del sistema di bypass della linea di movimentazione del carbone. Nelle campagne del 2016 si è deciso di posizionare un ulteriore deposimetro a circa 2 m di altezza per uniformità con i deposimetri delle altre postazioni e nel 2017 il confronto è rimasto attivo solo nella campagne P14 17/2 e P14 17/4. Le due postazioni sono stati denominate Fossamastra-Alto e Fossamastra-Basso. Nel presente paragrafo è riportato quanto effettuato nel 2017 a supporto e conferma della stima delle deposizioni che sarebbero avvenute negli anni precedenti nel deposimetro collocato a 2 m da terra (Fossamastra-Basso), sulla base delle misure in parallelo del 2016. Pur con le limitazioni del caso, tale assunto è utile per avere una valutazione omogenea delle deposizioni di polveri e specie chimiche a Fossamastra in relazione alla altezza degli altri deposimetri.

1.1 Deposizione di polveri

In questo paragrafo si analizza il confronto tra i tassi di deposizione e il contenuto delle polveri monitorate a Fossamastra a due diverse altezze.
In riferimento al rateo di deposizione delle polveri tra i due deposimetri, la figura seguente conferma quanto detto l'anno precedente in quanto si ha un rateo di deposizione maggiore nel deposimetro Fossamastra-Basso, posizionato come definito nelle specifiche di installazione dei deposimetri, a circa 2 m da terra rispetto a Fossamastro-Alto, posizionato a circa 6 m di altezza.

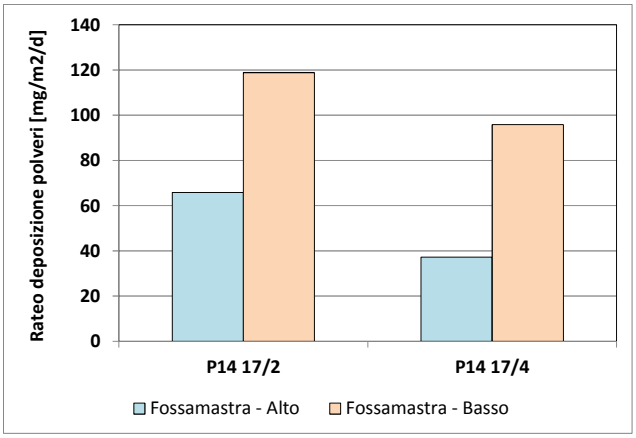


Figura 1 – Confronto dei ratei di deposizione delle polveri insolubili a Fossamastra.

Nella tabella sottostante sono riportati le differenze in % dei ratei di deposizione delle polveri tra le due posizioni nelle campagne del 2017.

	Rateo polveri mg/m^2/d		Rateo polveri mg/m^2/d	Rapporto relativo (%)
FS-Alto 17/2	66	FS-Basso 17/2	119	45%
FS-Alto 17/4	37	FS-Basso 17/4	96	62%

Tabella 1 – Valori e differenze di ratei di deposizioni di polveri tra le due posizioni a Fossamastra.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato

Da quanto sopra, la differenza tra ratei di deposizione delle polveri tra le due posizioni corrisponde, in media, al 54% e pertanto la polverosità rilevata nella postazione a 2 metri da terra si conferma essere circa il doppio di quella a 6 metri. Sulla base di questo confronto, pur con le dovute cautele legate al limitato numero di dati disponibili, è possibile stimare i ratei di deposizione delle polveri che si sarebbero rilevati a Fossamastra – Basso negli anni precedenti, applicando ai ratei di deposizione rilevati a Fossamastra – Alto un fattore pari a 2.
I dati delle campagne precedenti ricalcolati sono riportati nel cap. 7.

1.2 Rateo di deposizione dei metalli

Il confronto del rateo di deposizione dei metalli tra i due deposimetri rispecchia lo stesso andamento rilevato per il rateo di deposizione delle polveri (Figura 2).

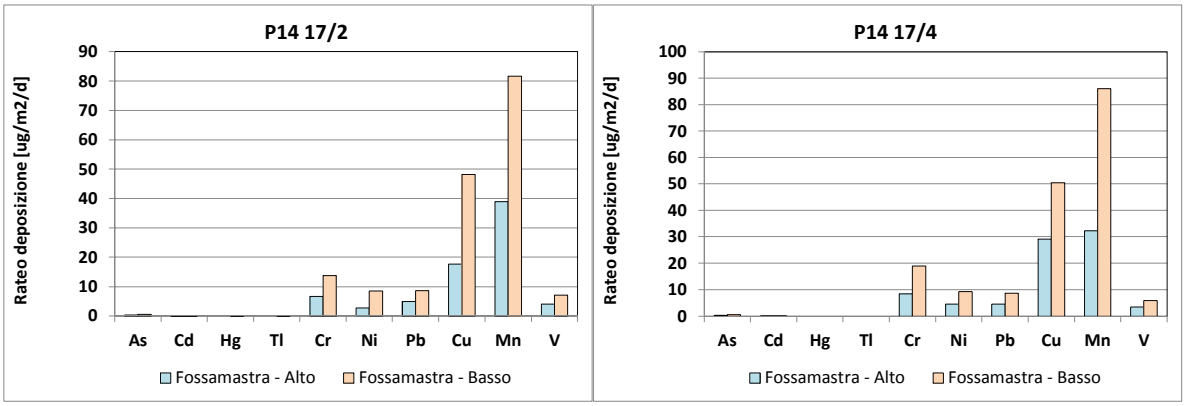


Figura 2 – Confronto dei ratei di deposizione dei metalli a Fossamastra.

In Tabella 2 sono riportati le differenze in % dei ratei di deposizione dei metalli tra le due posizioni nelle due campagne del 2017. I metalli Cd, Hg e Tl sono stati esclusi da tale elaborazione statistica in quanto spesso i dati rilevati risultavano inferiori al limite di quantificazione.

	media	dev.st.
As	58%	6%
Cr	46%	3%
Ni	41%	12%
Pb	55%	4%
Cu	47%	15%
Mn	43%	7%
V	58%	1%

Tabella 2 – Differenze di ratei di deposizioni di metalli tra le due posizioni a Fossamastra.

Confrontando il rateo di deposizione di tutti i metalli presenti in tabella tra i deposimetri di Fossamastra – Alto e Basso, si ottiene una differenza media del 53% con una deviazione standard pari a 9%.
Analogamente a quanto fatto per le polveri, sulla base di questo confronto è stato possibile effettuare delle stime dei ratei di deposizione dei metalli che si sarebbero rilevati a

Fossamastra – Basso negli anni precedenti, utilizzando i ratei di deposizione rilevati a Fossamastra – Alto e applicandovi un fattore correttivo, cautelativamente, pari a 2.

In tal modo è stata confermata la stima effettuata, pur con tutte le limitazioni del caso, delle deposizioni a 2 metri di altezza per gli anni precedenti al 2016 (vedi Rapporto p14 2016). La stima è stata possibile in quanto la situazione al contorno nel triennio considerato non è sostanzialmente mutata.

In conclusione il monitoraggio a partire dal 2017 ha previsto il posizionamento dei deposimetri di Fossamastra a 2 metri di altezza (individuato in questo confronto come 'Fossamastra – Basso'), per uniformità con le altre postazioni.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

APPENDICE 5

CONCENTRAZIONI DI PM10 NELLE POSTAZIONI DI CHIAPPA, LE GRAZIE E FOLLO

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

I valori evidenziati in verde sono stati determinati gravimetricamente da ARPAL.
Valori in µg/m^3.

Campagna P14 17/1 - dal 19/01/2017 al 22/02/2017

Giorno Settimana	Data	Chiappa	Le Grazie	Follo
Dom	19-gen-17	12,8	17,3	9,5
Lun	20-gen-17	14,1	14,9	19,5
Mar	21-gen-17	16,5	21,9	19,2
Mer	22-gen-17	12,3	15,6	13,4
Gio	23-gen-17	9,6	12,6	13,5
Ven	24-gen-17	11,7	12,2	15,9
Sab	25-gen-17	-	11,3	16,1
Dom	26-gen-17	12,6	13,3	23,4
Lun	27-gen-17	8,5	22,0	33,5
Mar	28-gen-17	5,6	33,7	27,7
Mer	29-gen-17	-	31,0	27,7
Gio	30-gen-17	1,6	24,8	25,0
Ven	31-gen-17	-	30,0	9,8
Sab	01-feb-17	21,4	23,1	22,4
Dom	02-feb-17	33,9	32,9	-
Lun	03-feb-17	27,5	31,2	-
Mar	04-feb-17	15,7	15,3	-
Mer	05-feb-17	18,9	19,4	-
Gio	06-feb-17	-	3,1	-
Ven	07-feb-17	-	8,9	-
Sab	08-feb-17	-	15,1	13,3
Dom	09-feb-17	-	12,6	12,1
Lun	10-feb-17	-	17,4	23,7
Mar	11-feb-17	-	18,1	20,5
Mer	12-feb-17	-	17,7	18,8
Gio	13-feb-17	-	16,5	20,9
Ven	14-feb-17	-	-	15,6
Sab	15-feb-17	-	-	21,9
Dom	16-feb-17	-	22,9	26,3
Lun	17-feb-17	-	31,2	25,1
Mar	18-feb-17	-	22,8	22,7
Mer	19-feb-17	-	21,0	16,7
Gio	20-feb-17	-	14,1	15,2
Ven	21-feb-17	-	19,6	23,8
Sab	22-feb-17	-	23,5	23,4

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato

Campagna P14 17/2 - dal 04/05/2017 al 24/05/2017

Giorno Settimana	Data	Chiappa	Le Grazie	Follo
Gio	04-mag-17	8,1	-	9,7
Ven	05-mag-17	10,8	9,5	11,0
Sab	06-mag-17	11,6	11,4	8,4
Dom	07-mag-17	8,2	14,5	8,1
Lun	08-mag-17	10,3	10,4	9,2
Mar	09-mag-17	11,6	11,3	10,6
Mer	10-mag-17	12,3	12,6	12,6
Gio	11-mag-17	17,5	18,8	17,3
Ven	12-mag-17	21,0	25,1	21,9
Sab	13-mag-17	21,1	29,4	25,4
Dom	14-mag-17	16,8	19,8	23,3
Lun	15-mag-17	14,9	17,7	17,2
Mar	16-mag-17	10,7	10,9	13,1
Mer	17-mag-17	9,3	20,0	18,7
Gio	18-mag-17	18,6	15,2	21,6
Ven	19-mag-17	14,9	13,8	17,9
Sab	20-mag-17	15,7	19,1	14,9
Dom	21-mag-17	9,7	10,9	13,0
Lun	22-mag-17	10,9	12,0	13,0
Mar	23-mag-17	13,8	12,7	20,4
Mer	24-mag-17	21,9	18,9	21,0

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Campagna P14 17/3 - dal 29/06/2017 al 02/08/2017

Giorno Settimana	Data	Chiappa	Le Grazie	Follo
Gio	29-giu-17	21,1	27,5	16,5
Ven	30-giu-17	16,6	18,5	16,3
Sab	01-lug-17	15,0	21,9	19,3
Dom	02-lug-17	13,2	17,2	19,4
Lun	03-lug-17	8,0	12,0	23,5
Mar	04-lug-17	10,1	12,8	16,9
Mer	05-lug-17	9,7	30,1	13,0
Gio	06-lug-17	11,9	13,7	13,5
Ven	07-lug-17	11,3	11,8	14,3
Sab	08-lug-17	15,6	18,5	19,3
Dom	09-lug-17	16,5	17,4	8,7
Lun	10-lug-17	16,7	19,9	10,4
Mar	11-lug-17	18,1	23,9	9,1
Mer	12-lug-17	17,6	20,1	18,5
Gio	13-lug-17	20,6	48,5	23,8
Ven	14-lug-17	18,3	26,7	13,4
Sab	15-lug-17	10,5	14,2	9,0
Dom	16-lug-17	7,9	12,5	6,4
Lun	17-lug-17	12,5	26,2	9,0
Mar	18-lug-17	15,2	-	11,5
Mer	19-lug-17	16,4	19,7	11,5
Gio	20-lug-17	18,9	21,4	20,3
Ven	21-lug-17	18,9	22,2	23,7
Sab	22-lug-17	25,8	28,3	29,4
Dom	23-lug-17	23,1	29,1	27,5
Lun	24-lug-17	29,0	36,0	29,5
Mar	25-lug-17	17,6	25,9	21,1
Mer	26-lug-17	16,8	21,4	19,1
Gio	27-lug-17	16,1	23,3	23,7
Ven	28-lug-17	21,0	24,5	24,8
Sab	29-lug-17	16,7	30,0	20,2
Dom	30-lug-17	14,8	19,4	19,5
Lun	31-lug-17	17,3	22,8	33,0
Mar	01-ago-17	19,7	25,4	32,8
Mer	02-ago-17	22,4	25,7	30,8

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato

Campagna P14 17/4 - dal 10/10/2017 al 09/11/2017

Giorno Settimana	Data	Chiappa	Le Grazie	Follo
Mar	10-ott-17	19,0	19,2	22,3
Mer	11-ott-17	20,0	16,9	20,0
Gio	12-ott-17	20,4	18,1	20,1
Ven	13-ott-17	23,1	19,1	20,9
Sab	14-ott-17	21,9	19,8	20,8
Dom	15-ott-17	21,1	21,7	19,1
Lun	16-ott-17	21,6	21,1	19,4
Mar	17-ott-17	23,7	17,2	19,8
Mer	18-ott-17	21,6	21,7	23,8
Gio	19-ott-17	23,6	18,1	21,9
Ven	20-ott-17	26,2	18,8	21,2
Sab	21-ott-17	22,4	20,2	23,5
Dom	22-ott-17	21,1	23,1	17,8
Lun	23-ott-17	9,3	13,7	7,5
Mar	24-ott-17	13,2	9,0	11,8
Mer	25-ott-17	21,4	14,4	16,0
Gio	26-ott-17	22,7	20,2	27,4
Ven	27-ott-17	22,7	24,8	20,0
Sab	28-ott-17	20,9	23,1	26,5
Dom	29-ott-17	21,2	20,8	25,2
Lun	30-ott-17	28,9	25,2	25,2
Mar	31-ott-17	19,8	17,5	19,3
Mer	01-nov-17	16,0	17,9	19,1
Gio	02-nov-17	21,7	21,3	21,1
Ven	03-nov-17	21,8	19,6	18,0
Sab	04-nov-17	22,0	22,2	20,1
Dom	05-nov-17	14,0	15,0	9,7
Lun	06-nov-17	7,3	10,6	10,7
Mar	07-nov-17	9,4	7,2	6,8
Mer	08-nov-17	12,6	9,8	11,2
Gio	09-nov-17	7,6	8,5	6,5

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato

APPENDICE 6

DESCRIZIONE DELLE POSTAZIONI

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Postazione	**BOLANO - BL**
Tipologia	**fondo suburbano**
Coordinate-quota	**44°11'19.87"N - 9°53'52.21"E - 340 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine – specie ioniche - meteo**



Note caratteristiche del sito

Il sito di misura è ai margini del piazzale del cimitero.

Il sito dal punto di vista orografico è aperto per le direzioni dei venti che vanno da W a E passando per S, mentre a N la collina si alza per circa ulteriori 100 m fino allo spartiacque tra bacino del Vara e del Magra

A S si segnala la presenza di un filare di alberi ad alto fusto perenni; a meno di 20 m hanno inizio i primi terreni prevalentemente coltivati ad ulivo.

A circa 600 m, in direzione S-SE e ad una quota di 275 m, è posta la postazione della RQA di Bolano presso la quale non è stato possibile posizionare la strumentazione integrativa a causa del ridotto spazio disponibile in prossimità della cabina e della folta vegetazione circostante.



	marca	modello	S/N	note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro inorganici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in plastica
Temperatura aria	LASTEM	-	-	
Umidità relativa	LASTEM	-	-	
Radiazione solare globale	LASTEM	-	-	
Precipitazione	LASTEM	-	-	
Pressione atmosferica	LASTEM	-	-	
Velocità e direzione vento	LASTEM	-	-	su palo a 10 m

(*) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 14

Postazione	**CHIAPPA - CH**
Tipologia	**fondo suburbano**
Coordinate-quota	**44° 7'23.11"N - 9°48'5.06"E - 65 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine – specie ioniche – PM10 – EC/OC - levoglucosano - meteo**



Note caratteristiche del sito

La strumentazione integrativa è stata collocata in adiacenza alla postazione della RQA e circondata da apposita recinzione.

Il sito di misura è all'interno del giardino della scuola materna, posta quasi al centro della valle che dalla zona W della città si eleva fino al valico della Foce della Spezia
La postazione è circondata da terreni prevalentemente coltivati ad ulivo con presenza di cespugli nelle immediate vicinanze che comunque non disturbano in modo significativo la misura.

La zona è caratterizzata prevalentemente da insediamenti di tipo residenziale con la principale attività costituita da una fonderia, posta a S, ad una distanza di circa 300 m.



	marca	modello	S/N	note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro inorganici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in plastica
Temperatura aria	LASTEM	-	-	
PM10 (*)	TECORA	-	-	
Umidità relativa	LASTEM	-	-	
Umidità relativa	LASTEM	-	-	
Radiazione solare	LASTEM	-	-	
Precipitazione	LASTEM	-	-	
Pressione atmosferica	LASTEM	-	-	
Velocità e direzione vento	GILL	-	-	sonico, su palo a 10 m

(*) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 14

Postazione	**FOLLO - FL**
Tipologia	**fondo suburbano**
Coordinate-quota	**44° 9'53.39"N - 9°51'1.83"E - 220 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine – specie ioniche – PM10 – EC/OC - levoglucosano - meteo**



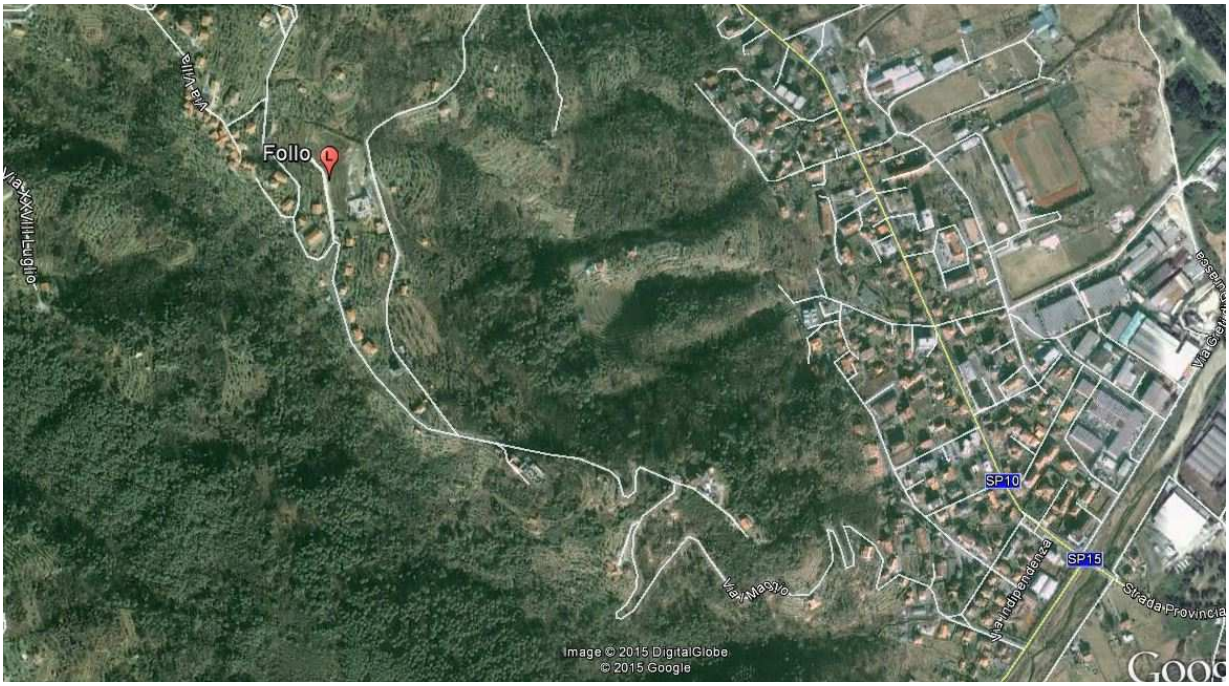
Note caratteristiche del sito

La strumentazione integrativa è stata collocata sul tetto di una cabina di ENEL Distribuzione, resa opportunamente accessibile allo scopo del monitoraggio.

Il sito di misura è posto nella valle del Fiume Vara in prossimità del crinale, senza alcuna criticità significativa dal punto di vista di eventuali ostacoli limitrofi; è circondato da terreni parzialmente coltivati.

La zona è caratterizzata dalla presenza di un recente insediamento abitativo e sovrasta la vallata dove vi sono numerose attività produttive, site comunque ad una distanza di circa 1 km e ad una quota inferiore di circa 200 m.

Il sito è circa 50 m a monte del punto dove era operativa fino a giugno 2013 la postazione della RQA, postazione che è stata temporaneamente dimessa per motivi di sicurezza.



	marca	modello	S/N	note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro inorganici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in plastica
Temperatura aria	LASTEM	-	-	
Velocità e direzione vento	LASTEM	-	-	su palo a 4 m
PM10 (*)	TECORA	-	-	

(*) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 14

Postazione	**MELARA – ME**
Tipologia	**fondo urbano**
Coordinate-quota	**44° 7'1.75"N - 9°52'38.03"E – 20 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine – specie ioniche**



Note caratteristiche del sito

Il sito di misura si trova nel parcheggio della scuola comunale dell'infanzia Acchiappasogni, lungo le pendici della collina di Melara; presenta in direzione Sud (dunque lungo la direzione dei venti prevalenti) a circa 50 m l'Aurelia, a 150 m il raccordo autostradale e a poco più di 500 il camino della centrale, nonché il resto della zona industriale.

In direzione Nord a circa 150 m è presente la ferrovia Torino-Roma.

Gli edifici circostanti sono al più di due piani e non rappresentano dunque un ostacolo significativo, rendendo pertanto il sito adeguatamente rappresentativo dell'intera zona.



	marca	modello	S/N	note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro inorganici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in plastica

(*) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 14

Postazione	**FOSSAMASTRA BYPASS - FS**
Tipologia	**industriale urbana**
Coordinate-quota	**44° 6'18.11"N - 9°51'26.07"E - 2 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine – specie ioniche**
Parametri monitorati (**)	**metalli – EC/OC – Presenza Carbone con SEM-PTS**



Note caratteristiche del sito

Il sito di misura è posto in corrispondenza del sistema di bypass di Viale San Bartolomeo della linea di movimentazione del carbone, a circa 15 m dal centro dell'incrocio tra via Privata Enel e Viale S. Bartolomeo in una zona caratterizzata da intenso traffico veicolare, soprattutto di mezzi pesanti.
In direzione N – NE, a circa 10 m, è presente un edificio alto poco meno di 10 m ed alcuni alberi ad alto fusto, questi ultimi comunque fuori dal cono di possibile influenza.
Nel raggio di circa 200 m si segnalano varie attività, le principali: movimentazione container e carbone (con attracco di navi mercantili) darsena con attività di cantieristica; la maggior parte dei terreni in questo raggio risultano asfaltati.
A circa 25 m direzione N è presente la postazione RQA di Fossamastra.

Si segnala che nelle campagne 2014-2015 il deposimetro di Fossamastra era posizionato a circa 6 metri di altezza sul tetto del fabbricato in cemento (a partire dal 2016 denominato **Fossamastra-ALTO**)
A partire dalle campagne del 2016 si è deciso, per uniformità con i deposimetri delle altre postazioni, di posizionare un ulteriore deposimetro a circa 2 m di altezza (denominato **Fossamastra-BASSO**) e di utilizzare, a partire dall'anno sopracitato, questo deposimetro per le valutazioni nell'ambito delle attività relative alle Prescrizioni 14 e 18.



	marca	modello	S/N	note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl		-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro in-organici (*)	Analitica srl		-	imbuto e bottiglia in plastica
Deposimetro in-organici (**)	Analitica srl		-	imbuto e bottiglia in plastica
Campionatore PTS (**)	TECORA			
Conta-traffico (**)	-	-	-	su vle S.Bartolomeo e su via Privata ENEL

(*) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 14
(**) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 18

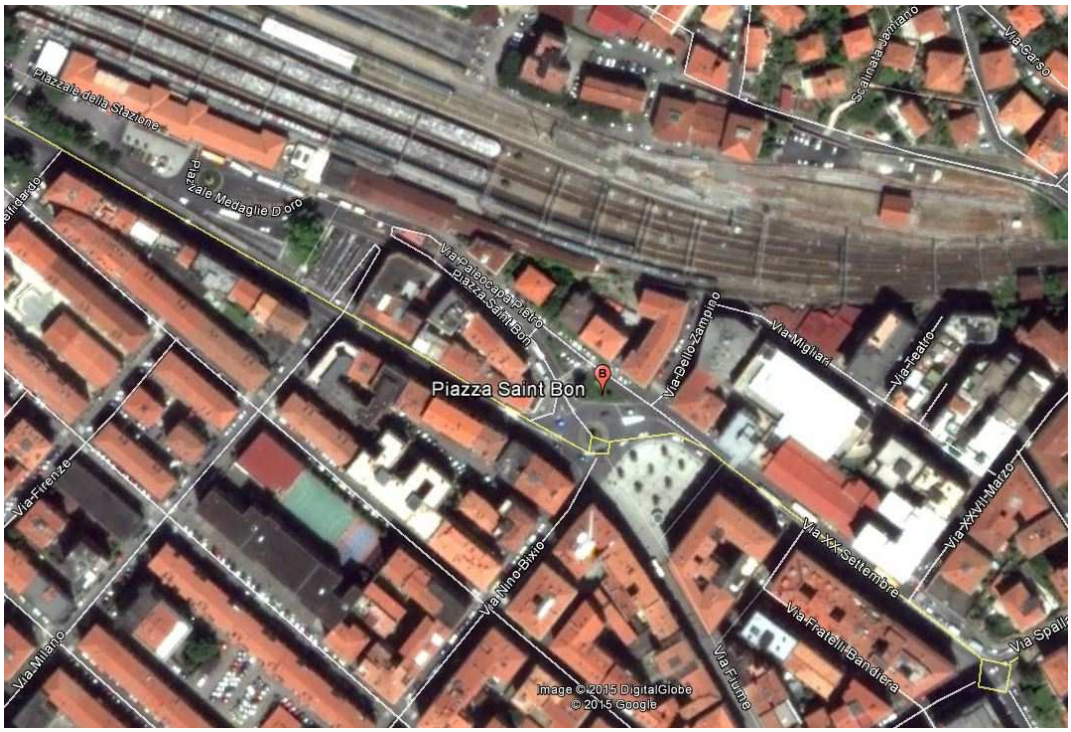
Postazione	**SAINT BON – SB**
Tipologia	**traffico urbana**
Coordinate-quota	**44° 6'36.64"N - 9°48'57.21"E - 15 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine – specie ioniche**



Note caratteristiche del sito

La strumentazione integrativa è stata collocata in adiacenza alla postazione della RQA, all'interno di una recinzione realizzata ad hoc.

La postazione è a circa 20 m dal centro della rotonda di piazza Saint Bon (caratterizzata da intenso traffico veicolare), in posizione lievemente rialzata rispetto alla rotonda stessa; lungo l'adiacente via Paleocapa ha luogo il transito di numerosi mezzi pubblici con motori spesso a piena potenza.
Si segnala la presenza a pochi metri di un albero ad alto fusto che potrebbe agire da lieve elemento perturbante nel campionamento con deposimetri.
A circa 100 m di distanza si trova la stazione FFSS della Spezia Centrale.



	marca	modello	S/N	note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl		-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro inorganici (*)	Analitica srl		-	imbuto e bottiglia in plastica

(*) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 14

Postazione	**PARCO DELLA MAGGIOLINA – MG**
Tipologia	**fondo urbano**
Coordinate-quota	**44° 6'57.32"N - 9°50'37.70"E - 6 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine – specie ioniche - meteo**



Note caratteristiche del sito

La strumentazione integrativa è stata collocata in adiacenza alla postazione della RQA, all'interno dell'esistente recinzione.

La postazione è circondata da terreni erbosi adibiti nella zona W ad area attrezzata per sgambatura cani. Un filare di alberi ad alto fusto ad Est, comunque parzialmente interrotto proprio in corrispondenza della cabina, può agire da parziale elemento perturbante.
Si segnala già a meno di 50 m la presenza di una via abbastanza trafficata (via Prosperi), e a S, lungo la direzione dei venti prevalenti, a meno di 300 m, via Carducci (strada ad intenso flusso veicolare) e a poco più di 500 m l'area del porto commerciale.



	marca	modello	S/N	note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl		-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro inorganici (*)	Analitica srl		-	imbuto e bottiglia in plastica

(*) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 14

Postazione	**LE GRAZIE – LG**
Tipologia	**fondo suburbano**
Coordinate-quota	**44° 3'52.45"N - 9°50'25.54"E - 15 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine – specie ioniche – PM10 – EC/OC - levoglucosano - meteo**



Note caratteristiche del sito

La strumentazione integrativa è stata collocata in adiacenza alla postazione della RQA.

Il punto di misura è all'interno di un sito gestito da ACAM Acque e dal punto di vista orografico è posto sul crinale che divide il seno di Le Grazie da quello del Varignano, in corrispondenza di un piccola sella.

La zona è caratterizzata ai bassi livelli da un regime anemologico prevalente da SW dovuto alle termiche che si instaurano nella valle tra Monte Castellana e Muzzerone.

La postazione è circondata da terreni prevalentemente coltivati ad ulivo ed è caratterizzata da scarsa presenza abitativa, con una modesta attività di cantieristica a N (a circa 300 m), e a SE (a circa 200 m), la presenza della base militare del Varignano.



	marca	modello	S/N	note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro inorganici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in plastica
Temperatura aria	LASTEM	-	-	
PM10 (*)	TECORA	-	-	
Umidità relativa	LASTEM	-	-	
Umidità relativa	LASTEM	-	-	
Radiazione solare globale/netta	LASTEM	-	-	
Precipitazione	LASTEM	-	-	
Pressione atmosferica	LASTEM	-	-	
Velocità e direzione vento	LASTEM	-	-	su palo a 10 m

(*) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 14

Postazione	**Baccano di ARCOLA - AR**
Tipologia	**fondo suburbano**
Coordinate-quota	**44° 6'41.75"N - 9°53'49.14"E - 135 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine – specie ioniche**



Note caratteristiche del sito

Il sito di misura è ai margini del piazzale (adibito a parcheggio) adiacente la scuola primaria di Baccano, in prossimità dello spartiacque tra Golfo e Valle del Magra

Il sito è sufficientemente aperto specie per le direzioni di vento da W; si segnala in direzione SW un unico ostacolo costituito da un albero ad alto fusto perenne.

Nel raggio di circa 50 si segnala la presenza dei primi terreni coltivati.



	marca	modello	S/N	note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro inorganici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in plastica

(*) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 14

Postazione	**Scuola di Baccano di ARCOLA – AR_dentro**
Tipologia	**fondo suburbano**
Coordinate-quota	**44.111165°- 9.897212°- 135 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine**

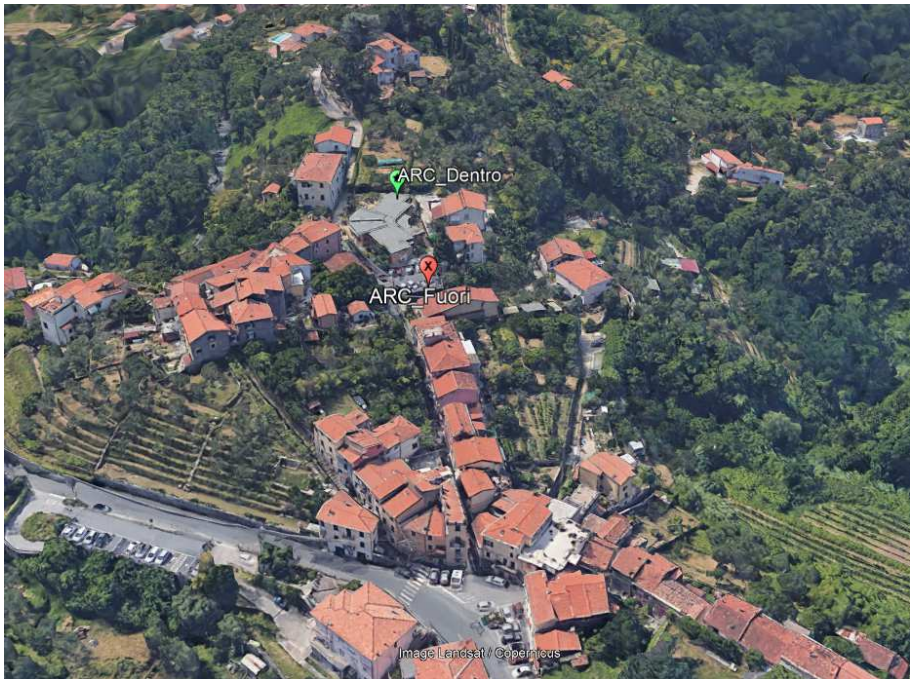


Note caratteristiche del sito

Il sito di misura è posto all'interno del giardino della scuola primaria di Baccano, in prossimità dello spartiacque tra Golfo e Valle del Magra, ad una distanza inferiore a 50 m dal punto di misura posto nel piazzale, in direzione N.

Il sito è sufficientemente aperto specie per le direzioni di vento da W; si segnala in direzione N la presenza di un parziale ostacolo costituito dall'edifico scolastico.

Nell'intorno si segnala la presenza di terreni coltivati.



	marca	modello	S/N	note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro inorganici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in plastica

(*) Monitoraggio integrativo realizzato nell'ambito della Prescrizione 14

Postazione	**MARINA DEL CANALETTO – MM**
Tipologia	**industriale urbana**
Coordinate-quota	**44° 6'38.92"N - 9°51'0.07"E - 1 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine – specie ioniche**



Note caratteristiche del sito

La strumentazione integrativa è stata collocata sul Laboratorio Mobile dell'Autorità Portuale gestito da ARPAL, posizionato nel parcheggio adiacente al tunnel di accesso alla Marina del Canaletto.

Il sito, caratterizzato da un regime anemologico che si sviluppa prevalentemente sull'asse N/S, presenta:

- a S il muro di delimitazione dell'area portuale, che separa l'area dalla ferrovia di servizio al porto, quindi a circa 30 m la strada di interconnessione portuale (sulla quale si registra un intenso traffico di mezzi pesanti, dell'ordine di 4000 mezzi al giorno), a circa 60 m una zona impegnata dalla nautica da diporto e quindi il mare,
- a N una serie di edifici al più di 3 piani che separano il parcheggio da viale San Bartolomeo, strada caratterizzata anch'essa da intenso traffico veicolare.
- a NE, a circa 200 m, è presente un insediamento produttivo rilevante.

Si segnala che ad una distanza di poco superiore ai 300 m, in direzione SE, vengono ormeggiate le navi porta-container.



	marca	modello	S/N	note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl		-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro inorganici (*)	Analitica srl		-	imbuto e bottiglia in plastica

(*) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 14

APPENDICE 7

TABELLE DI SINTESI DEPOSIZIONE E COMPOSIZIONE 2014÷2017

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

A.7.1. APPENDICE - Rateo delle polveri nelle deposizioni e precipitazione cumulata (2014 – 2017)

Postazione	Anno	Campagna	Rateo delle polveri [mg/m2/d]	Precipitazione cumulata [mm]
Bolano	2014	P14 14/0	19	41
		P14 14/1	34	126
		P14 14/2	13	44
	2015	P14 15/1	26	207
		P14 15/2	24	80
		P14 15/3	23	1
		P14 15/4	40	244
	2016	P14 16/1	41	179
		P14 16/2	48	46
		P14 16/3	70	30
		P14 16/4	28	37
	2017	P14 17/1	12	312
		P14 17/2	29	80
		P14 17/3	29	13
		P14 17/4	16	2
Follo	2014	P14 14/0	32	49
		P14 14/1	27	84
		P14 14/2	7	70
	2015	P14 15/1	5	162
		P14 15/2	26	63
		P14 15/3	10	0
		P14 15/4	47	258
	2016	P14 16/1	21	142
		P14 16/2	62	63
		P14 16/3	31	2
		P14 16/4	14	21
	2017	P14 17/1	12	357
		P14 17/2	30	90
		P14 17/3	27	3
		P14 17/4	9	3
Arcola	2014	P14 14/0	22	40
		P14 14/1	66	142
		P14 14/2	13	19
	2015	P14 15/1	12	155
		P14 15/2	29	78
		P14 15/3	19	0
		P14 15/4	38	291
	2016	P14 16/1	38	141
		P14 16/2	51	83
		P14 16/3	27	0
		P14 16/4	24	43
	2017	P14 17/1	12	280
		P14 17/2	32	66
		P14 17/3	24	0
		P14 17/4	12	2
Le Grazie	2014	P14 14/0	31	21
		P14 14/1	7	182
		P14 14/2	18	8
	2015	P14 15/1	12	154
		P14 15/2	22	80
		P14 15/3	15	0
		P14 15/4	32	136
	2016	P14 16/1	24	123
		P14 16/2	38	91
		P14 16/3	33	0
		P14 16/4	22	2
	2017	P14 17/1	11	198
		P14 17/2	43	64
		P14 17/3	24	0
		P14 17/4	16	3

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Postazione	Anno	Campagna	Rateo delle polveri [mg/m2/d]	Precipitazione cumulata [mm]
Chiappa	2014	P14 14/0	22	28
		P14 14/1	29	125
		P14 14/2	15	30
	2015	P14 15/1	11	170
		P14 15/2	17	98
		P14 15/3	17	0
		P14 15/4	29	283
	2016	P14 16/1	35	169
		P14 16/2	50	76
		P14 16/3	28	1
		P14 16/4	44	68
	2017	P14 17/1	12	357
		P14 17/2	30	89
		P14 17/3	14	0
		P14 17/4	33	2
Maggiolina	2014	P14 14/0	24	22
		P14 14/1	77	148
		P14 14/2	27	16
	2015	P14 15/1	22	188
		P14 15/2	156	75
		P14 15/3	28	0
		P14 15/4	59	222
	2016	P14 16/1	40	144
		P14 16/2	58	87
		P14 16/3	35	0
		P14 16/4	31	71
	2017	P14 17/1	19	315
		P14 17/2	39	70
		P14 17/3	37	0
		P14 17/4	20	2
Saint Bon	2014	P14 14/0	39	25
		P14 14/1	15	146
		P14 14/2	29	20
	2015	P14 15/1	62	203
		P14 15/2	67	106
		P14 15/3	62	0
		P14 15/4	59	241
	2016	P14 16/1	54	156
		P14 16/2	70	83
		P14 16/3	46	0
		P14 16/4	48	48
	2017	P14 17/1	34	347
		P14 17/2	49	64
		P14 17/3	45	0
		P14 17/4	34	2
Fossamastra	2014	P14 14/0	137	23
		P14 14/1	195	140
		P14 14/2	54	9
	2015	P14 15/1	171	155
		P14 15/2	174	78
		P14 15/3	135	0
		P14 15/4	137	211
	2016	P14 16/1	200	136
		P14 16/2	151	77
		P14 16/3	143	0
		P14 16/4	122	45
	2017	P14 17/1	132	263
		P14 17/2	119	70
		P14 17/3	137	0
		P14 17/4	96	2
Melara	2015	P14 15/3	18	0
		P14 15/4	32	263
	2016	P14 16/1	33	127
		P14 16/2	52	74
		P14 16/3	28	0
		P14 16/4	57	112
	2017	P14 17/1	16	257
		P14 17/2	33	66
		P14 17/3	23	0
		P14 17/4	11	2

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

A.7.2. APPENDICE - Rateo dei metalli nelle deposizioni (2014 – 2017)

Rateo dei metalli nelle deposizioni – [µg/m²/d]												
Postazione	**Anno**	**Campagna**	**As**	**Cd**	**Hg**	**Tl**	**Cr**	**Ni**	**Pb**	**Cu**	**Mn**	**V**
Bolano	2014	P14 14/0	0,15	0,024	0,008	0,012	1,91	1,11	2,56	2,34	14,80	1,33
		P14 14/1	0,13	0,033	0,019	0,010	7,77	1,61	2,15	3,14	9,46	1,47
		P14 14/2	0,08	0,005	0,014	0,004	2,43	0,70	0,78	1,86	3,43	0,83
	2015	P14 15/1	0,13	0,009	0,008	0,005	3,88	2,25	2,44	3,84	11,55	1,85
		P14 15/2	0,10	0,012	0,012	0,004	0,73	1,32	1,18	2,30	7,44	1,33
		P14 15/3	0,09	0,010	0,041	0,005	6,73	1,14	0,82	2,58	11,44	1,19
		P14 15/4	0,22	0,054	0,029	0,004	0,07	0,01	2,86	3,65	13,50	1,97
	2016	P14 16/1	0,23	0,127	0,004	0,004	8,14	7,43	3,07	3,19	27,43	3,22
		P14 16/2	0,16	0,022	0,008	0,005	3,19	1,82	1,63	3,25	21,97	2,37
		P14 16/3	0,14	0,021	0,113	0,005	11,09	8,68	1,77	4,57	46,28	3,56
		P14 16/4	0,09	0,012	0,004	0,004	2,82	1,16	1,53	3,34	17,53	1,59
	2017	P14 17/1	0,04	0,004	0,009	0,004	1,78	1,52	2,15	1,62	11,04	1,25
		P14 17/2	0,12	0,016	0,003	0,005	3,45	0,79	1,80	2,88	16,32	1,79
		P14 17/3	0,12	0,012	0,002	0,004	2,87	0,01	1,41	2,74	29,63	2,09
		P14 17/4	0,11	0,005	0,002	0,005	2,67	0,36	1,25	3,24	11,40	1,43
Follo	2014	P14 14/0	0,15	0,024	0,006	0,012	10,41	3,80	2,38	3,79	16,82	2,31
		P14 14/1	0,17	0,025	0,008	0,008	12,52	1,62	2,50	2,44	11,16	1,87
		P14 14/2	0,06	0,017	0,006	0,004	4,04	0,58	0,60	0,94	2,69	0,77
	2015	P14 15/1	0,02	0,005	0,005	0,005	1,00	0,41	0,78	0,02	2,03	0,46
		P14 15/2	0,12	0,012	0,017	0,008	4,49	2,62	1,82	3,45	11,50	2,14
		P14 15/3	0,05	0,004	0,012	0,004	2,94	0,73	2,23	0,97	4,97	0,85
		P14 15/4	0,28	0,058	0,004	0,010	0,69	0,01	3,94	5,18	23,23	3,31
	2016	P14 16/1	0,17	0,008	0,017	0,004	4,17	4,82	2,18	2,43	15,13	2,09
		P14 16/2	0,26	0,030	0,010	0,005	5,69	3,02	3,40	11,95	31,73	3,78
		P14 16/3	0,16	0,013	0,028	0,008	9,81	3,51	1,16	3,39	32,22	2,92
		P14 16/4	0,06	0,008	0,004	0,004	3,73	1,44	0,68	1,61	10,95	1,23
	2017	P14 17/1	0,02	0,004	0,004	0,004	3,27	1,60	1,77	1,29	7,11	1,41
		P14 17/2	0,19	0,025	0,005	0,005	3,22	1,11	2,67	3,30	18,58	2,18
		P14 17/3	0,16	0,012	0,002	0,004	3,45	1,11	1,23	3,54	23,65	2,28
		P14 17/4	0,07	0,005	0,002	0,005	1,73	0,33	0,76	1,94	8,86	1,09
Arcola	2014	P14 14/0	0,23	0,024	0,006	0,012	2,93	1,35	31,70	3,60	7,56	0,69
		P14 14/1	0,30	0,081	0,028	0,108	11,73	2,93	64,72	5,61	19,61	3,29
		P14 14/2	0,09	0,017	0,009	0,018	3,25	0,96	31,04	2,64	3,29	0,82
	2015	P14 15/1	0,08	0,008	0,008	0,007	2,36	0,80	10,66	1,77	5,98	0,95
		P14 15/2	0,21	0,023	0,034	0,040	8,17	1,72	17,14	4,65	9,42	1,27
		P14 15/3	0,11	0,019	0,038	0,015	4,08	1,43	24,50	3,69	8,05	1,11
		P14 15/4	0,30	0,040	0,020	0,031	0,07	0,01	65,18	7,10	16,18	2,92
	2016	P14 16/1	0,25	0,024	0,010	0,020	5,52	2,97	17,06	5,24	22,92	2,67
		P14 16/2	0,23	0,026	0,007	0,071	4,27	2,35	43,28	6,26	23,11	2,90
		P14 16/3	0,13	0,018	0,039	0,006	4,21	2,12	2,12	4,71	16,03	1,73
		P14 16/4	0,18	0,015	0,056	0,036	6,57	2,45	17,89	5,04	13,52	1,63
	2017	P14 17/1	0,05	0,004	0,009	0,004	2,66	1,61	11,20	4,19	5,89	1,25
		P14 17/2	0,10	0,005	0,003	0,005	1,82	0,49	5,01	2,97	10,88	1,64
		P14 17/3	0,11	0,009	0,002	0,004	3,20	1,68	1,70	4,41	13,98	1,52
		P14 17/4	0,09	0,005	0,002	0,005	1,65	0,01	7,25	4,15	5,25	0,82
Le Grazie	2014	P14 14/0	0,11	0,024	0,011	0,012	6,70	2,09	3,77	6,03	12,22	1,74
		P14 14/1	0,05	0,011	0,014	0,005	3,09	0,67	0,78	1,02	2,93	0,48
		P14 14/2	0,12	0,016	0,009	0,004	6,70	1,34	1,87	2,81	8,63	1,23
	2015	P14 15/1	0,08	0,007	0,008	0,005	0,53	1,74	2,64	3,26	3,08	0,90
		P14 15/2	0,09	0,013	0,014	0,004	0,86	1,29	1,72	3,20	4,21	0,83
		P14 15/3	0,07	0,009	0,036	0,005	2,62	0,64	1,02	2,16	4,44	0,81
		P14 15/4	0,13	0,037	0,005	0,004	0,07	0,01	3,19	4,00	12,82	1,48
	2016	P14 16/1	0,20	0,012	0,013	0,004	3,07	1,59	2,76	4,88	12,13	2,00
		P14 16/2	0,20	0,028	0,011	0,008	3,39	2,52	2,83	5,59	16,48	2,37
		P14 16/3	0,20	0,012	0,035	0,007	5,99	2,27	2,87	4,33	21,64	1,89
		P14 16/4	0,15	0,020	0,037	0,010	7,47	2,22	3,97	4,96	17,46	1,65
	2017	P14 17/1	0,02	0,004	0,004	0,004	1,41	0,95	1,80	1,62	3,02	0,82
		P14 17/2	0,18	0,016	0,003	0,005	2,03	0,27	2,23	3,15	13,81	2,10
		P14 17/3	0,16	0,009	0,002	0,004	1,73	0,01	1,90	2,81	14,76	1,50
		P14 17/4	0,14	0,014	0,002	0,005	1,99	0,35	2,45	5,84	10,16	1,30

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Rateo dei metalli nelle deposizioni – [µg/m²/d]												
Postazione	Anno	Campagna	As	Cd	Hg	Tl	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
Chiappa	2014	P14 14/0	0,13	0,029	0,005	0,015	1,41	0,77	1,79	2,29	7,85	0,89
		P14 14/1	0,16	0,012	0,012	0,023	11,15	1,59	2,55	4,05	10,90	1,80
		P14 14/2	0,11	0,012	0,015	0,008	3,88	1,18	1,42	2,68	4,32	0,91
	2015	P14 15/1	0,08	0,005	0,008	0,005	2,14	0,92	2,04	1,81	3,86	1,08
		P14 15/2	0,09	0,006	0,019	0,004	0,14	0,84	1,47	2,73	3,69	0,99
		P14 15/3	0,09	0,007	0,024	0,005	3,15	0,64	0,86	2,21	4,85	1,03
		P14 15/4	0,21	0,025	0,004	0,005	0,07	3,86	3,61	4,93	9,62	1,73
	2016	P14 16/1	0,22	0,035	0,037	0,004	3,72	10,84	3,01	3,52	18,11	2,57
		P14 16/2	0,25	0,022	0,011	0,005	3,30	2,52	2,76	6,65	26,32	2,94
		P14 16/3	0,15	0,015	0,044	0,010	5,50	3,30	1,37	4,60	19,40	2,05
		P14 16/4	0,06	0,187	0,004	0,004	3,88	0,46	1,51	4,01	14,75	1,41
	2017	P14 17/1	0,03	0,016	0,015	0,004	1,86	1,65	4,23	2,62	4,46	1,56
		P14 17/2	0,16	0,024	0,005	0,005	1,39	1,36	2,59	4,63	10,78	1,71
		P14 17/3	0,06	0,004	0,002	0,004	0,79	0,01	1,61	1,70	9,74	0,83
		P14 17/4	0,27	0,015	0,002	0,005	3,09	4,08	4,31	8,14	25,37	2,84
Maggiolina	2014	P14 14/0	0,11	0,060	0,012	0,030	11,02	2,79	6,85	8,11	23,36	2,87
		P14 14/1	0,32	0,043	0,026	0,045	25,88	3,24	3,74	6,18	21,90	3,17
		P14 14/2	0,11	0,022	0,008	0,014	13,31	1,53	1,70	3,48	7,20	1,58
	2015	P14 15/1	0,13	0,012	0,014	0,005	9,77	2,11	3,04	4,61	9,08	2,33
		P14 15/2	0,64	0,048	0,037	0,031	7,21	5,89	4,68	13,82	45,12	6,19
		P14 15/3	0,16	0,012	0,004	0,005	5,26	1,75	2,52	8,79	10,68	2,11
		P14 15/4	0,35	0,056	0,040	0,008	0,29	0,01	4,65	11,26	25,22	4,49
	2016	P14 16/1	0,28	0,015	0,012	0,011	4,77	3,71	5,65	8,43	24,32	3,54
		P14 16/2	0,35	0,024	0,010	0,005	19,54	3,44	6,10	10,78	33,81	4,30
		P14 16/3	0,16	0,022	0,036	0,006	13,86	3,46	1,84	7,08	20,68	3,36
		P14 16/4	0,17	0,012	0,027	0,014	10,11	2,45	8,21	7,77	12,85	2,65
	2017	P14 17/1	0,06	0,004	0,004	0,004	5,70	2,21	3,95	3,98	12,91	2,67
		P14 17/2	0,17	0,023	0,003	0,005	3,22	0,28	1,84	4,36	14,91	2,45
		P14 17/3	0,22	0,016	0,002	0,004	4,63	1,48	2,53	7,10	30,48	3,14
		P14 17/4	0,17	0,010	0,002	0,005	4,48	0,87	2,11	8,12	16,97	2,22
Saint Bon	2014	P14 14/0	0,18	0,029	0,009	0,015	20,03	7,36	5,99	21,32	23,03	2,40
		P14 14/1	0,10	0,021	0,012	0,005	8,25	1,73	2,34	8,39	9,05	1,44
		P14 14/2	0,14	0,050	0,008	0,004	8,50	2,45	3,09	12,49	14,09	1,68
	2015	P14 15/1	0,28	0,049	0,024	0,005	14,87	6,03	6,72	20,21	33,05	4,12
		P14 15/2	0,32	0,033	0,033	0,004	9,00	7,14	4,72	18,64	32,57	4,34
		P14 15/3	0,18	0,020	0,082	0,005	8,17	2,97	3,53	14,17	14,81	2,10
		P14 15/4	0,21	0,106	0,071	0,004	1,32	0,01	8,22	22,67	28,03	3,00
	2016	P14 16/1	0,35	0,023	0,007	0,015	12,67	8,03	7,00	22,83	43,21	4,41
		P14 16/2	0,35	0,029	0,015	0,005	12,43	4,79	5,86	32,98	42,65	4,29
		P14 16/3	0,22	0,037	0,029	0,012	14,58	4,35	4,36	20,55	29,39	2,85
		P14 16/4	0,24	0,025	0,076	0,014	17,61	5,22	8,40	25,89	36,64	2,82
	2017	P14 17/1	0,11	0,014	0,004	0,004	9,37	4,44	10,98	15,14	22,84	3,33
		P14 17/2	0,24	0,154	0,005	0,005	8,40	3,43	5,47	17,13	35,82	3,34
		P14 17/3	0,25	0,021	0,002	0,010	9,01	2,53	6,28	23,68	31,60	2,70
		P14 17/4	0,19	0,020	0,002	0,005	8,75	2,22	4,41	25,16	32,64	2,27
Fossamastra	2014	P14 14/0	0,97	0,060	0,020	0,005	52,30	26,87	38,89	73,26	83,39	14,30
		P14 14/1	0,83	0,050	0,040	0,040	45,62	15,20	21,57	49,72	82,56	13,13
		P14 14/2	0,31	0,050	0,010	0,005	16,08	5,29	7,19	19,43	23,37	4,00
	2015	P14 15/1	0,87	0,050	0,060	0,020	41,63	21,76	20,53	49,08	78,24	15,29
		P14 15/2	0,89	0,100	0,160	0,010	27,37	18,67	21,40	41,09	78,22	12,10
		P14 15/3	0,80	0,110	0,020	0,005	28,71	15,32	23,24	97,66	55,56	9,54
		P14 15/4	1,07	0,180	0,050	0,040	16,76	8,82	20,48	77,84	106,62	13,89
	2016	P14 16/1	1,15	0,070	0,030	0,040	25,77	22,20	12,81	50,74	163,04	10,07
		P14 16/2	0,82	0,100	0,030	0,030	18,36	13,54	13,28	56,01	105,59	7,91
		P14 16/3	0,56	0,080	0,060	0,020	31,75	13,04	8,52	47,49	87,96	6,25
		P14 16/4	0,56	0,050	0,160	0,020	45,00	14,33	7,71	42,06	89,56	6,51
	2017	P14 17/1	0,54	0,066	0,009	0,004	28,06	15,57	12,23	41,00	109,21	10,68
		P14 17/2	0,57	0,055	0,012	0,020	13,78	8,49	8,65	48,20	81,65	7,11
		P14 17/3	0,80	0,051	0,002	0,021	18,83	11,40	8,31	51,41	105,78	7,17
		P14 17/4	0,53	0,041	0,002	0,005	18,95	9,22	8,68	50,44	86,02	5,87
Melara	2015	P14 15/3	0,18	0,014	0,015	0,005	5,25	1,58	1,45	6,08	9,30	1,47
		P14 15/4	0,42	0,022	0,015	0,019	17,67	1,71	3,92	10,81	27,05	3,97

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Rateo dei metalli nelle deposizioni – [µg/m^2/d]												
Postazione	**Anno**	**Campagna**	**As**	**Cd**	**Hg**	**Tl**	**Cr**	**Ni**	**Pb**	**Cu**	**Mn**	**V**
	2016	**P14 16/1**	0,35	0,061	0,010	0,009	4,24	3,63	6,70	10,10	33,21	2,97
		P14 16/2	0,30	0,059	0,016	0,008	15,28	3,37	5,48	16,72	27,23	2,98
		P14 16/3	0,23	0,020	0,036	0,007	14,29	2,30	2,35	10,68	18,50	1,98
		P14 16/4	0,32	0,037	0,004	0,037	22,53	3,53	24,81	23,65	28,21	4,02
	2017	**P14 17/1**	0,14	0,004	0,004	0,004	4,34	1,42	3,22	5,29	7,46	2,03
		P14 17/2	0,23	0,019	0,005	0,012	4,79	2,11	7,32	10,42	20,57	2,76
		P14 17/3	0,25	0,012	0,002	0,004	4,03	0,64	2,37	7,72	16,81	1,98
		P14 17/4	0,16	0,005	0,002	0,005	3,10	0,23	4,76	9,80	9,58	1,27

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

A.7.3. APPENDICE – Concentrazione dei metalli nelle polveri depositate (2014 – 2017)

			Concentrazione dei metalli nelle deposizioni – [µg/g]									
Postazione	**Anno**	**Campagna**	**As**	**Cd**	**Hg**	**Tl**	**Cr**	**Ni**	**Pb**	**Cu**	**Mn**	**V**
Bolano	2014	P14 14/0	7,7	1,28	0,41	0,64	101	59	136	124	785	70
		P14 14/1	3,9	0,95	0,56	0,28	226	47	62	91	275	43
		P14 14/2	6,2	0,37	1,03	0,32	184	53	59	141	259	63
	2015	P14 15/1	5,2	0,35	0,33	0,19	154	90	97	153	460	74
		P14 15/2	4,2	0,50	0,52	0,19	31	56	50	98	316	57
		P14 15/3	3,7	0,45	1,75	0,21	290	49	35	111	493	51
		P14 15/4	5,4	1,35	0,72	0,09	1,8	0,3	71	91	337	49
	2016	P14 16/1	5,7	3,12	0,11	0,11	201	183	76	79	676	79
		P14 16/2	3,4	0,46	0,17	0,11	67	38	34	68	461	50
		P14 16/3	2,0	0,30	1,61	0,07	157	123	25	65	657	50
		P14 16/4	3,1	0,43	0,14	0,14	99	41	54	117	615	56
	2017	P14 17/1	3,6	0,36	0,76	0,36	149	127	179	135	921	104
		P14 17/2	4,0	0,55	0,09	0,18	119	27	62	100	564	62
		P14 17/3	4,2	0,40	0,07	0,15	98	0,4	48	94	1.016	72
		P14 17/4	6,4	0,29	0,15	0,29	162	22	76	197	692	87
Follo	2014	P14 14/0	4,7	0,76	0,20	0,38	326	119	75	119	527	72
		P14 14/1	6,3	0,91	0,28	0,29	458	59	91	89	408	68
		P14 14/2	8,5	2,58	0,90	0,64	613	88	91	142	407	117
	2015	P14 15/1	5,0	1,00	1,00	1,00	215	89	168	5,0	436	98
		P14 15/2	4,8	0,48	0,65	0,30	175	102	71	135	450	84
		P14 15/3	4,6	0,41	1,16	0,41	285	71	217	94	483	83
		P14 15/4	5,8	1,22	0,08	0,21	15	0,2	83	109	489	70
	2016	P14 16/1	8,0	0,37	0,78	0,21	196	226	102	114	709	98
		P14 16/2	4,1	0,48	0,17	0,08	92	49	55	193	513	61
		P14 16/3	5,2	0,40	0,88	0,24	314	112	37	108	1.031	94
		P14 16/4	4,2	0,56	0,29	0,29	262	101	48	113	768	86
	2017	P14 17/1	1,4	0,35	0,35	0,35	270	132	146	107	586	116
		P14 17/2	6,4	0,83	0,17	0,17	108	38	90	111	626	73
		P14 17/3	5,8	0,45	0,08	0,15	126	40	45	129	864	83
		P14 17/4	7,9	0,53	0,27	0,53	191	37	84	215	980	121
Arcola	2014	P14 14/0	10,4	1,11	0,29	0,56	135	62	1465	166	349	32
		P14 14/1	4,5	1,24	0,43	1,65	179	45	986	85	299	50
		P14 14/2	6,9	1,31	0,64	1,33	246	73	2342	199	248	62
	2015	P14 15/1	7,0	0,65	0,69	0,56	197	67	889	147	499	79
		P14 15/2	7,1	0,79	1,16	1,36	277	58	581	158	320	43
		P14 15/3	5,5	0,97	1,99	0,78	214	75	1.287	194	422	58
		P14 15/4	7,7	1,04	0,53	0,82	1,9	0,3	1.709	186	424	76
	2016	P14 16/1	6,5	0,62	0,25	0,54	145	78	450	138	604	70
		P14 16/2	4,6	0,51	0,14	1,39	83	46	845	122	451	57
		P14 16/3	4,8	0,66	1,42	0,21	154	78	78	173	588	63
		P14 16/4	7,5	0,64	2,33	1,51	272	102	742	209	561	68
	2017	P14 17/1	3,8	0,36	0,73	0,36	222	134	933	349	490	104
		P14 17/2	3,3	0,16	0,08	0,16	58	16	158	94	345	52
		P14 17/3	4,8	0,37	0,09	0,18	133	70	71	184	583	64
		P14 17/4	7,3	0,40	0,20	0,40	138	1,2	605	347	438	68
Le Grazie	2014	P14 14/0	3,5	0,79	0,34	0,39	217	68	122	195	395	56
		P14 14/1	7,1	1,61	2,12	0,71	452	98	114	150	429	70
		P14 14/2	6,8	0,90	0,48	0,24	380	76	106	159	490	70
	2015	P14 15/1	6,9	0,65	0,75	0,42	48	156	237	292	276	80
		P14 15/2	4,0	0,57	0,64	0,20	39	59	79	146	192	38
		P14 15/3	4,5	0,57	2,42	0,32	174	43	68	144	295	54
		P14 15/4	4,1	1,16	0,14	0,11	2,2	0,3	98	123	395	46
	2016	P14 16/1	8,1	0,49	0,54	0,18	127	66	114	202	501	83
		P14 16/2	5,4	0,74	0,31	0,20	90	67	75	149	439	63
		P14 16/3	6,0	0,37	1,06	0,23	183	69	88	132	661	58

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Concentrazione dei metalli nelle deposizioni – [µg/g]												
Postazione	Anno	Campagna	As	Cd	Hg	Tl	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
		P14 16/4	6,7	0,92	1,68	0,45	340	101	181	226	794	75
	2017	P14 17/1	1,6	0,40	0,40	0,40	130	87	166	149	279	76
		P14 17/2	4,1	0,36	0,06	0,12	48	6,3	52	74	324	49
		P14 17/3	7,0	0,40	0,09	0,18	74	0,5	81	120	627	64
		P14 17/4	8,6	0,91	0,15	0,30	126	22	155	368	641	82
Chiappa	2014	P14 14/0	6,2	1,35	0,24	0,68	65	35	83	106	363	41
		P14 14/1	5,6	0,42	0,44	0,82	391	56	90	142	382	63
		P14 14/2	6,8	0,79	0,99	0,54	251	76	92	173	280	59
	2015	P14 15/1	7,1	0,46	0,75	0,42	192	82	183	162	346	97
		P14 15/2	5,5	0,36	1,11	0,25	8,1	48	85	157	213	57
		P14 15/3	5,4	0,44	1,46	0,29	190	38	52	133	293	62
		P14 15/4	7,2	0,86	0,12	0,18	2,5	133	124	169	330	59
	2016	P14 16/1	6,2	1,00	1,07	0,12	106	310	86	101	517	73
		P14 16/2	5,0	0,44	0,23	0,11	65	50	55	132	522	58
		P14 16/3	5,4	0,55	1,59	0,35	199	119	50	167	702	74
		P14 16/4	1,3	4,28	0,09	0,09	89	10	35	92	338	32
	2017	P14 17/1	2,9	1,36	1,28	0,37	160	142	364	225	384	134
		P14 17/2	5,4	0,79	0,17	0,17	46	45	86	153	356	57
		P14 17/3	4,2	0,30	0,15	0,30	55	0,9	113	119	683	58
		P14 17/4	8,2	0,46	0,07	0,15	94	125	132	249	775	87
Maggiolina	2014	P14 14/0	4,9	2,53	0,50	1,27	468	118	291	344	993	122
		P14 14/1	4,2	0,56	0,34	0,58	337	42	49	80	285	41
		P14 14/2	4,1	0,82	0,28	0,52	493	57	63	129	266	59
	2015	P14 15/1	6,1	0,58	0,65	0,22	461	100	143	217	428	110
		P14 15/2	4,1	0,31	0,24	0,20	46	38	30	88	288	40
		P14 15/3	5,8	0,45	0,14	0,17	190	63	91	319	387	76
		P14 15/4	6,0	0,96	0,68	0,14	4,9	0,2	79	192	431	77
	2016	P14 16/1	7,0	0,38	0,30	0,28	119	92	141	210	604	88
		P14 16/2	6,0	0,41	0,18	0,09	336	59	105	186	582	74
		P14 16/3	4,5	0,62	1,01	0,17	392	98	52	200	585	95
		P14 16/4	5,5	0,38	0,87	0,44	327	79	265	251	416	86
	2017	P14 17/1	3,1	0,23	0,23	0,23	300	116	208	210	679	140
		P14 17/2	4,3	0,59	0,07	0,13	82	7,0	47	112	382	63
		P14 17/3	6,0	0,44	0,06	0,11	125	40	68	191	820	84
		P14 17/4	8,6	0,53	0,12	0,25	230	45	108	416	870	114
Saint Bon	2014	P14 14/0	4,7	0,75	0,22	0,37	510	188	153	543	587	61
		P14 14/1	6,9	1,37	0,77	0,32	551	116	156	560	604	96
		P14 14/2	4,8	1,74	0,27	0,15	297	86	108	436	491	58
	2015	P14 15/1	4,5	0,78	0,39	0,07	239	97	108	325	531	66
		P14 15/2	4,8	0,49	0,49	0,07	133	106	70	276	483	64
		P14 15/3	2,9	0,32	1,32	0,08	131	48	57	228	238	34
		P14 15/4	3,5	1,79	1,20	0,06	22	0,2	139	383	474	51
	2016	P14 16/1	6,5	0,43	0,13	0,27	234	148	129	422	798	82
		P14 16/2	5,0	0,42	0,21	0,07	178	69	84	472	611	61
		P14 16/3	4,8	0,80	0,62	0,25	316	94	94	445	637	62
		P14 16/4	5,1	0,51	1,59	0,29	368	109	175	540	765	59
	2017	P14 17/1	3,3	0,42	0,13	0,13	276	131	324	447	674	98
		P14 17/2	5,0	3,16	0,11	0,11	173	71	113	353	738	69
		P14 17/3	5,6	0,46	0,05	0,22	199	56	139	523	698	60
		P14 17/4	5,6	0,59	0,07	0,14	259	66	131	746	967	67
Fossamastra	2014	P14 14/0	7,1	0,36	0,13	0,18	382	196	284	535	609	104
		P14 14/1	4,3	0,56	0,20	0,39	234	78	111	255	424	67
		P14 14/2	5,8	2,25	0,16	0,16	300	99	134	362	436	74
	2015	P14 15/1	5,1	0,36	0,35	0,14	243	127	120	287	457	89
		P14 15/2	5,1	0,59	0,91	0,06	157	107	123	236	450	70
		P14 15/3	5,9	0,78	0,16	0,07	212	113	172	722	411	71
		P14 15/4	7,2	1,23	0,35	0,30	113	60	138	526	720	94
	2016	P14 16/1	5,7	0,33	0,14	0,18	129	111	64	253	813	50
		P14 16/2	5,4	0,63	0,19	0,19	121	89	88	370	697	52
		P14 16/3	3,9	0,55	0,42	0,14	223	91	60	333	617	44
		P14 16/4	4,5	0,43	1,30	0,15	368	117	63	344	731	53
	2017	P14 17/1	4,1	0,50	0,07	0,03	212	118	93	310	827	81

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Concentrazione dei metalli nelle deposizioni – [µg/g]												
Postazione	**Anno**	**Campagna**	**As**	**Cd**	**Hg**	**Tl**	**Cr**	**Ni**	**Pb**	**Cu**	**Mn**	**V**
		P14 17/2	4,8	0,46	0,10	0,17	116	71	73	405	687	60
		P14 17/3	5,8	0,37	0,02	0,15	137	83	61	375	771	52
		P14 17/4	5,5	0,42	0,03	0,05	198	96	91	526	897	61
Melara	**2015**	**P14 15/3**	9,9	0,75	0,84	0,26	286	86	79	331	505	80
		P14 15/4	13,2	0,69	0,46	0,59	557	54	124	341	853	125
	2016	**P14 16/1**	10,5	1,85	0,29	0,28	129	110	204	307	1.008	90
		P14 16/2	5,8	1,14	0,32	0,16	296	65	106	324	528	58
		P14 16/3	8,2	0,71	1,29	0,26	508	82	83	379	657	71
		P14 16/4	5,6	0,65	0,07	0,64	397	62	437	416	497	71
	2017	**P14 17/1**	8,4	0,27	0,27	0,27	266	87	198	324	458	125
		P14 17/2	7,2	0,58	0,16	0,35	146	64	223	318	628	84
		P14 17/3	11,0	0,54	0,09	0,19	178	28	105	341	743	88
		P14 17/4	14,3	0,44	0,22	0,44	286	21	439	903	883	117

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

A.7.4. Ratei di deposizione degli IPA totali, della Norma UNI e del B(a)P (2014 – 2017)

Postazione	Anno	Campagna	Rateo degli IPA TOT [ng/m2/d]	Rateo degli IPA Norma UNI [ng/m2/d]	Rateo del B(a)P [ng/m2/d]
Bolano	2014	P14 14/0	61	35	9
		P14 14/1	88	45	17
		P14 14/2	43	29	9
	2015	P14 15/1	2163	768	122
		P14 15/2	31	6	1
		P14 15/3	69	26	5
		P14 15/4	99	28	3
	2016	P14 16/1	281	91	15
		P14 16/2	253	49	15
		P14 16/3	49	12	1
		P14 16/4	58	15	5
	2017	P14 17/1	586	270	23
		P14 17/2	97	28	2
		P14 17/3	50	8	1
		P14 17/4	94	21	5
Follo	2014	P14 14/0	63	34	9
		P14 14/1	57	31	8
		P14 14/2	49	33	8
	2015	P14 15/1	236	97	11
		P14 15/2	36	10	1
		P14 15/3	96	22	2
		P14 16/4	147	49	8
	2016	P14 16/1	580	164	39
		P14 16/2	319	67	24
		P14 16/3	19	6	1
		P14 16/4	78	22	4
	2017	P14 17/1	99	30	2
		P14 17/2	103	29	10
		P14 17/3	48	17	8
		P14 17/4	233	67	8
Arcola	2014	P14 14/0	73	38	10
		P14 14/1	86	42	10
		P14 14/2	45	29	9
	2015	P14 15/1	196	10	1
		P14 15/2	31	6	1
		P14 15/3	147	54	10
		P14 15/4	143	38	7
	2016	P14 16/1	221	70	25
		P14 16/2	781	175	44
		P14 16/3	43	8	1
		P14 16/4	279	129	22
	2017	P14 17/1	114	33	5
		P14 17/2	114	38	7
		P14 17/3	71	24	15
		P14 17/4	158	8	1
Le Grazie	2014	P14 14/0	140	42	13
		P14 14/1	65	36	10
		P14 14/2	37	25	7
	2015	P14 15/1	132	12	1
		P14 15/2	37	6	1
		P14 15/3	93	25	3
		P14 15/4	187	34	10
	2016	P14 16/1	282	98	22
		P14 16/2	356	64	9
		P14 16/3	28	8	1
		P14 16/4	49	11	1
	2017	P14 17/1	250	79	12
		P14 17/2	121	45	9
		P14 17/3	78	22	12
		P14 17/4	350	135	26
Chiappa	2014	P14 14/0	258	57	13
		P14 14/1	88	40	12
		P14 14/2	142	59	14
	2015	P14 15/1	203	39	1
		P14 15/2	31	6	1

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Postazione	Anno	Campagna	Rateo degli IPA TOT [ng/m2/d]	Rateo degli IPA Norma UNI [ng/m2/d]	Rateo del B(a)P [ng/m2/d]
		P14 15/3	101	34	14
		P14 15/4	138	43	10
	2016	P14 16/1	248	85	24
		P14 16/2	315	69	19
		P14 16/3	91	41	4
		P14 16/4	90	29	5
	2017	P14 17/1	277	113	7
		P14 17/2	100	34	13
		P14 17/3	40	8	1
		P14 17/4	249	71	8
Maggiolina	2014	P14 14/0	57	33	9
		P14 14/1	153	67	14
		P14 14/2	94	32	10
	2015	P14 15/1	n.d.	n.d.	n.d.
		P14 15/2	48	8	1
		P14 15/3	482	204	42
		P14 15/4	265	82	15
	2016	P14 16/1	298	85	11
		P14 16/2	446	58	16
		P14 16/3	66	14	1
		P14 16/4	91	20	5
	2017	P14 17/1	172	25	1
		P14 17/2	176	38	15
		P14 17/3	139	25	5
		P14 17/4	232	30	5
Saint Bon	2014	P14 14/0	188	48	13
		P14 14/1	149	58	14
		P14 14/2	84	36	14
	2015	P14 15/1	562	105	1
		P14 15/2	137	24	1
		P14 15/3	264	72	13
		P14 15/4	123	32	5
	2016	P14 16/1	621	229	33
		P14 16/2	350	75	31
		P14 16/3	78	12	1
		P14 16/4	271	92	20
	2017	P14 17/1	346	83	13
		P14 17/2	201	64	15
		P14 17/3	191	54	12
		P14 17/4	404	103	15
Fossamastra	2014	P14 14/0	263	57	13
		P14 14/1	88	36	14
		P14 14/2	270	62	20
	2015	P14 15/1	1336	213	39
		P14 15/2	940	186	36
		P14 15/3	439	87	19
		P14 15/4	602	143	29
	2016	P14 16/1	4021	724	141
		P14 16/2	3074	460	125
		P14 16/3	309	44	9
		P14 16/4	1313	251	65
	2017	P14 17/1	959	119	21
		P14 17/2	1202	316	54
		P14 17/3	1013	212	41
		P14 17/4	770	204	36
Melara	2015	P14 15/3	188	73	13
		P14 15/4	104	32	5
	2016	P14 16/1	254	72	7
		P14 16/2	479	89	24
		P14 16/3	68	14	2
		P14 16/4	166	47	12
	2017	P14 17/1	130	35	4
		P14 17/2	134	31	5
		P14 17/3	95	17	2
		P14 17/4	164	12	1

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

A.7.5. APPENDICE – Ratei di deposizione di PCDD/F (2014 – 2017). Valori in pg/m2/d

Rateo di PCDD/F nelle deposizioni – [pg/m^2/d]

Postazione	Anno	Campagna	2,3,7,8-TCDD	1,2,3,7,8-PeCDD	1,2,3,4,7,8-HxCDD	1,2,3,6,7,8-HxCDD	1,2,3,7,8,9-HxCDD	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	OCDD	2,3,7,8-TCDF	1,2,3,7,8-PeCDF	2,3,4,7,8-PeCDF	1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,2,3,6,7,8-HxCDF	2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,2,3,7,8,9-HxCDF	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	OCDF
Bolano	2014	P14 14/0	<0,26	<0,35	<0,34	<0,39	<0,33	<0,78	4,96	<0,28	<0,27	<0,29	<0,30	<0,29	<0,34	<0,29	<0,43	<0,42	<0,77
		P14 14/1	<0,07	<0,11	<0,12	<0,15	<0,13	<0,14	1,62	<0,14	<0,08	<0,09	<0,11	<0,11	<0,12	<0,12	<0,17	<0,14	<0,45
		P14 14/2	<0,14	<0,18	<0,15	<0,18	<0,15	<0,32	2,23	<0,14	<0,09	<0,09	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,18	<0,18	<0,47
	2015	P14 15/1	<0,19	0,35	<0,25	<0,29	<0,24	2,44	1,39	<0,17	<0,16	<0,17	<0,23	<0,24	<0,23	<0,23	1,57	0,52	0,87
		P14 15/2	<0,17	<0,25	<0,28	<0,34	<0,28	<0,44	<0,73	<0,23	<0,15	<0,16	<0,22	<0,23	<0,22	<0,29	<0,28	<0,30	<0,62
		P14 15/3	<0,03	<0,12	<0,13	<0,14	<0,12	<0,25	<0,61	<0,06	<0,06	<0,06	<0,07	<0,06	<0,07	<0,06	<0,15	<0,14	<0,56
		P14 15/4	<0,13	<0,14	<0,16	<0,18	<0,15	<0,22	<0,26	<0,11	<0,10	<0,09	<0,13	<0,12	<0,12	<0,11	<0,14	<0,14	<0,26
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	<0,15	3,83	0,8	12,86	7,65	<0,10	<0,09	0,36	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	1,44	<0,17	<0,40
		P14 16/2	<0,12	<0,22	<0,27	<0,29	0,47	3,5	0,19	<0,15	<0,13	<0,12	<0,22	<0,20	<0,20	<0,20	<0,52	<0,29	<0,68
		P14 16/3	<0,10	<0,19	<0,23	0,32	<0,21	7,26	9,52	0,46	<0,02	0,15	0,34	<0,17	<0,17	<0,17	0,55	<0,20	<0,59
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	2,95	1,08	<0,10	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	<0,34	<0,19	<0,44
Follo	2014	P14 14/0	<0,31	<0,53	<0,63	<0,84	<0,70	<1,06	<1,23	<0,28	<0,28	<0,30	<0,48	<0,49	<0,51	<0,45	<0,74	<0,73	<1,28
		P14 14/1	<0,08	<0,18	<0,18	<0,21	<0,18	<0,33	1,24	<0,08	<0,08	<0,09	<0,17	<0,16	<0,15	<0,15	<0,27	<0,22	<0,63
		P14 14/2	<0,07	<0,13	<0,18	<0,22	<0,18	1,43	3,98	<0,15	<0,10	<0,10	<0,15	<0,16	<0,18	<0,17	1,75	0,64	2,39
	2015	P14 15/1	<0,19	<0,23	<0,27	<0,31	0,7	2,26	<0,81	0,52	0,35	0,35	<0,24	0,52	<0,23	<0,24	1,74	<0,35	2,09
		P14 15/2	<0,29	<0,34	<0,43	<0,48	<0,41	<0,63	<1,07	<0,27	<0,23	<0,23	<0,37	<0,36	<0,34	<0,34	1,71	<0,44	<0,90
		P14 15/3	<0,10	<0,17	<0,19	<0,21	<0,18	0,8	<0,66	<0,10	0,32	<0,08	<0,14	<0,12	<0,12	<0,11	<0,18	<0,16	1,59
		P14 15/4	<0,14	<0,16	<0,17	<0,19	<0,16	<0,15	0,95	<0,13	<0,11	<0,13	<0,12	<0,11	<0,14	<0,11	<0,15	<0,15	<0,28
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	<0,15	1,02	<0,14	6,71	7,41	<0,10	<0,09	<0,09	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	1,31	<0,17	<0,40
		P14 16/2	<0,12	<0,21	<0,27	<0,29	<0,24	3,3	1,68	<0,15	<0,13	<0,12	<0,21	<0,20	<0,20	<0,20	<0,52	<0,29	<0,68
		P14 16/3	<0,10	<0,19	<0,23	3,08	2,1	24,12	32,21	3,21	0,96	1,45	2,12	<0,17	<0,17	<0,17	1,68	<0,25	<0,59
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	<0,20	0,9	<0,10	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	<0,33	<0,19	<0,44
	2017	P14 17/1	<0,23	<0,23	<0,31	<0,35	<0,30	3,53	7,15	<0,20	<0,19	<0,18	<0,19	<0,18	<0,21	<0,19	1,56	<0,27	2,12
		P14 17/2	<0,42	<0,57	<0,60	<0,67	<0,55	1,32	6,76	0,39	<0,42	0,39	1,74	1,54	1,54	<0,49	10,23	1,93	7,14
		P14 17/3	<0,56	<0,56	<0,72	<0,75	<0,63	<1,06	0,93	<0,25	<0,59	<0,49	<0,48	<0,45	<0,48	<0,48	<0,64	<0,68	<1,52
		P14 17/4	<0,08	<0,14	<0,12	<0,15	<0,13	2,88	3,06	<0,14	<0,07	<0,08	<0,11	<0,11	<0,12	<0,09	1,62	<0,14	0,90
Arcola	2014	P14 14/0	<0,28	<0,34	<0,43	<0,54	<0,45	<0,88	<0,93	<0,30	<0,26	<0,28	<0,38	<0,38	<0,42	<0,38	<0,54	<0,52	<0,97
		P14 14/1	<0,06	<0,11	<0,14	<0,17	<0,14	<0,28	<0,54	<0,17	<0,08	<0,09	<0,12	<0,11	<0,13	<0,13	<0,21	<0,17	<0,50
		P14 14/2	<0,06	<0,14	<0,16	<0,18	<0,15	<0,33	0,8	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,12	<0,12	<0,15	<0,15	<0,41
	2015	P14 15/1	<0,22	<0,27	<0,28	<0,31	<0,26	2,24	<0,69	0,52	0,52	0,35	<0,23	<0,22	<0,22	<0,22	1,04	0,52	1,21
		P14 15/2	<0,14	0,49	<0,20	<0,22	<0,19	1,64	2,62	0,65	0,82	0,82	0,49	0,49	0,65	<0,14	1,15	<0,19	1,47
		P14 15/3	<0,06	<0,12	<0,13	<0,14	<0,11	<0,27	2,18	<0,09	<0,06	<0,06	<0,11	<0,11	<0,11	<0,09	<0,15	<0,15	<0,52
		P14 15/4	<0,11	<0,14	<0,15	<0,18	<0,15	<0,22	<0,28	<0,26	<0,13	<0,13	<0,12	<0,11	<0,11	<0,11	<0,13	<0,13	<0,28
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	<0,15	0,62	<0,14	5,38	8,79	<0,10	<0,09	<0,09	<0,11	0,32	<0,11	<0,11	0,37	<0,17	<0,40
		P14 16/2	<0,12	<0,21	<0,26	<0,29	<0,24	<0,31	0,37	<0,15	<0,13	<0,12	<0,21	<0,20	<0,20	<0,19	<0,52	<0,29	<0,67
		P14 16/3	<0,02	<0,05	<0,06	1,41	0,27	8,9	10,97	0,58	0,31	0,15	0,47	<0,04	<0,04	<0,04	0,25	0,04	<0,14
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	3,19	13,16	<0,10	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	0,04	<0,19	0,44
	2017	P14 17/1	<0,27	<0,28	<0,39	<0,43	<0,37	7,31	16,06	<0,23	<0,20	<0,19	<0,25	<0,23	<0,25	<0,24	3,18	<0,34	2,65
		P14 17/2	<0,53	<0,61	<0,75	<0,80	<0,67	<1,02	2,70	<0,58	<0,50	<0,49	0,77	1,16	0,97	<0,55	4,05	<0,81	<1,38
		P14 17/3	<0,53	<0,72	<0,79	<0,72	<0,60	<1,11	1,18	<0,25	<0,57	<0,51	<0,47	<0,46	<0,44	<0,47	<0,64	<0,70	<1,79
		P14 17/4	<0,11	<0,18	<0,16	<0,19	<0,15	2,52	4,68	<0,12	<0,10	<0,10	<0,13	<0,12	<0,12	<0,11	0,72	<0,14	<0,26
Le Grazie	2014	P14 14/0	<0,23	<0,39	<0,39	<0,52	<0,43	<0,86	7,53	<0,23	<0,25	<0,24	<0,34	<0,33	<0,37	<0,34	<0,50	<0,48	<0,86
		P14 14/1	<0,06	<0,13	<0,17	<0,20	<0,16	<0,28	1,08	<0,06	<0,17	<0,06	<0,10	<0,10	<0,11	<0,11	<0,20	<0,18	<0,49
		P14 14/2	<0,06	<0,13	<0,13	<0,16	<0,14	<0,33	<0,53	<0,10	<0,72	<0,72	<0,08	<0,08	<0,09	<0,09	<0,18	<0,16	<0,49
	2015	P14 15/1	<0,17	0,33	<0,24	0,49	<0,24	1,31	<0,63	<0,22	<0,12	0,33	0,49	<0,20	<0,20	<0,20	1,64	<0,26	1,31
		P14 15/2	<0,06	<0,13	<0,13	<0,16	<0,13	0,72	<0,55	<0,09	<0,07	<0,07	<0,12	<0,11	<0,11	<0,10	0,9	0,36	1,79
		P14 15/3	<0,20	<0,21	<0,21	<0,24	<0,20	<0,26	0,68	<0,16	<0,13	<0,13	<0,18	<0,17	<0,17	<0,16	<0,21	<0,22	0,95
		P14 15/4	<0,14	<0,20	<0,24	<0,27	0,35	3,31	6,44	<0,20	0,52	0,52	0,7	0,52	<0,23	<0,19	1,57	<0,26	1,22
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	<0,15	<0,09	<0,07	2,22	1,06	<0,10	<0,09	<0,01	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	1,28	<0,09	<0,18
		P14 16/2	<0,12	<0,22	<0,27	<0,30	<0,25	4,68	1,14	<0,15	<0,13	<0,12	<0,22	<0,20	<0,20	<0,20	<0,12	<0,30	<0,69
		P14 16/3	<0,10	<0,19	<0,23	<0,26	<0,21	6,65	6	0,3	0,32	<0,11	0,5	<0,17	<0,17	<0,17	<0,45	<0,26	<0,59
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	0,44	0,48	<0,10	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	<0,33	<0,19	0,12
	2017	P14 17/2	<0,69	<0,82	<0,93	<1,01	<0,84	<1,32	3,47	<0,60	<0,62	<0,60	<0,66	0,77	1,74	<0,70	6,56	<1,05	5,21
Chiappa	2014	P14 14/0	<0,33	<0,48	<0,45	<0,60	<0,49	<1,06	7,4	<0,42	<0,38	<0,41	<0,49	<0,48	<0,49	<0,47	4,11	<0,49	<1,01
		P14 14/1	<0,06	0,54	<0,18	<0,22	<0,19	<0,27	1,08	<0,21	<0,11	<0,12	<0,13	<0,13	<0,15	<0,14	1,08	<0,20	<0,58
		P14 14/2	<0,10	<0,15	<0,14	<0,18	<0,15	<0,26	<0,57	<0,14	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,10	<0,13	<0,12	<0,47
	2015	P14 15/1	<0,16	<0,20	<0,23	<0,28	0,35	2,96	1,57	0,35	<0,12	0,7	0,87	0,87	0,7	<0,18	1,91	<0,29	2,26
		P14 15/2	<0,19	<0,22	<0,25	<0,30	<0,25	1,31	<0,67	<0,17	<0,14	<0,15	<0,23	<0,21	<0,21	<0,21	0,82	<0,35	1,15
		P14 15/3	<0,05	<0,14	<0,14	<0,15	<0,14	<0,17	<0,55	<0,09	<0,07	<0,07	<0,12	<0,11	<0,11	<0,10	1,08	<0,16	2,17
		P14 15/4	<0,14	<0,16	<0,18	<0,20	<0,16	<0,28	2,71	<0,12	<0,11	<0,12	<0,14	<0,13	<0,14	<0,13	<0,16	<0,16	<0,29
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	0,1	0,74	<0,07	0,28	0,4	<0,10	<0,01	<0,09	<0,08	<0,11	<0,11	<0,11	0,89	<0,17	2,4
		P14 16/2	<0,12	<0,22	<0,27	<0,30	<0,24	<0,32	1,41	<0,15	<0,13	<0,12	<0,22	<0,20	<0,20	<0,20	<0,53	<0,30	<0,69
		P14 16/3	<0,10	<0,18	<0,23	<0,25	<0,21	4,82	6,43	<0,13	<0,11	<0,10	0,34	0,23	<0,17	<0,17	<0,45	<0,25	<0,59
		P14 16/4	<0,08	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	<0,20	1,08	<0,10	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	<0,34	<0,19	<0,44
Maggiolina	2014	P14 14/0	<0,19	<0,41	<0,49	<0,59	<0,49	<0,83	<1,06	<0,30	<0,29	<0,29	<0,37	<0,35	<0,39	<0,35	<0,53	<0,47	<1,00
		P14 14/1	<0,15	<0,22	<0,16	<0,22	<0,18	1,44	1,08	<0,20	<0,11	<0,12	<0,15	<0,15	<0,17	<0,17	0,9	<0,25	<0,65
		P14 14/2	<0,09	<0,37	<0,20	<0,25	<0,21	<0,27	1,59	<0,14	<0,10	<0,10	<0,13	<0,13	<0,14	<0,13	<0,14	<0,13	<0,31
	2015	P14 15/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
		P14 15/2	<0,21	<0,27	<0,31	<0,36	<0,30	2,63	11,17	<0,20	<0,17	<0,17	<0,28	<0,27	<0,29	<0,29	1,31	<0,42	<0,74

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Rateo di PCDD/F nelle deposizioni – [pg/m^2/d]

Postazione	Anno	Campagna	2,3,7,8-TCDD	1,2,3,7,8-PeCDD	1,2,3,4,7,8-HxCDD	1,2,3,6,7,8-HxCDD	1,2,3,7,8,9-HxCDD	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	OCDD	2,3,7,8-TCDF	1,2,3,7,8-PeCDF	2,3,4,7,8-PeCDF	1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,2,3,6,7,8-HxCDF	2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,2,3,7,8,9-HxCDF	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	OCDF
Saint Bon		P14 15/3	<0,05	<0,12	<0,12	<0,13	<0,10	1,26	1,63	<0,10	<0,05	<0,05	<0,12	<0,11	<0,11	<0,10	0,9	0,36	1,26
		P14 15/4	<0,12	<0,13	<0,14	<0,16	<0,13	<0,24	0,4	<0,13	<0,09	<0,09	<0,12	<0,11	<0,11	<0,10	0,8	<0,17	<0,28
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	<0,15	4,02	1,84	29,45	41,98	<0,10	<0,09	1,14	<0,16	<0,14	<0,11	<0,11	2,33	0,59	2,51
		P14 16/2	<0,12	<0,22	<0,27	<0,29	<0,24	2,38	1,4	<0,15	<0,13	<0,12	<0,22	<0,20	<0,20	<0,20	0,97	<0,29	<0,68
		P14 16/3	<0,10	<0,19	<0,23	<0,33	<0,47	4,12	0,66	<0,13	<0,12	<0,11	<0,19	<0,29	<0,18	<0,17	<0,46	<0,26	<0,60
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,15	<0,20	0,94	<0,09	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,12	<0,33	<0,19	0,59
	2017	P14 17/1	<0,23	<0,25	<0,30	<0,35	<0,29	3,37	8,11	<0,21	0,57	<0,19	<0,23	<0,21	<0,23	<0,21	2,19	<0,27	1,47
		P14 17/2	<0,40	<0,49	<0,56	1,35	0,97	1,32	5,02	0,97	<0,40	0,77	1,35	0,77	2,12	<0,44	10,23	1,35	5,21
	2014	P14 14/0	<0,36	<0,55	<0,44	<0,56	<0,47	<1,02	5,5	<0,44	<0,36	<0,36	<0,45	<0,48	<0,52	<0,49	<0,59	<0,56	<1,15
		P14 14/1	<0,07	<0,12	<0,14	<0,17	<0,14	<0,26	1,62	<0,09	<0,06	<0,06	<0,08	<0,08	<0,09	<0,09	<0,18	<0,17	<0,49
		P14 14/2	<0,07	<0,18	<0,15	<0,19	<0,15	<0,31	<0,56	<0,15	<0,10	<0,10	<0,12	<0,11	<0,14	<0,14	<0,17	<0,17	<0,44
	2015	P14 15/1	<0,17	0,87	<0,27	1,22	<0,26	3,82	4	0,52	0,87	0,52	0,69	1,04	0,69	<0,21	1,74	<0,30	2,61
		P14 15/2	<0,19	<0,29	<0,30	<0,34	<0,28	2,47	<0,72	0,33	0,33	0,16	<0,23	<0,23	0,33	<0,21	0,99	<0,30	1,97
		P14 15/3	<0,08	<0,52	<0,28	<0,31	<0,25	<0,33	3,07	<0,15	<0,09	<0,10	<0,19	<0,17	<0,19	<0,19	<0,23	<0,23	<0,54
		P14 15/4	<0,14	<0,14	<0,16	<0,18	<0,15	<0,24	<0,35	<0,14	<0,11	<0,11	<0,12	<0,12	<0,12	<0,11	0,54	<0,16	<0,27
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	<0,15	9,35	5,56	46,76	67,46	<0,10	0,49	1,15	2,43	<0,11	<0,11	<0,11	3,27	<0,17	2,39
		P14 16/2	<0,12	<0,22	<0,27	<0,30	<0,10	2,78	14,92	<0,15	<0,13	<0,12	<0,22	<0,20	<0,20	<0,20	1,36	<0,30	<0,69
		P14 16/3	<0,10	<0,19	<0,23	<0,37	<0,21	<0,27	0,16	<0,11	<0,11	<0,07	<0,24	<0,17	<0,17	<0,17	<0,41	<0,26	<0,59
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	0,79	9,79	<0,10	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	0,33	<0,19	0,12
	2017	P14 17/1	<0,19	<0,23	<0,28	<0,32	<0,27	7,37	15,74	<0,20	<0,16	0,73	<0,20	<0,18	<0,20	<0,19	2,53	0,47	2,17
		P14 17/2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
		P14 17/3	<0,50	<0,65	<0,95	<0,91	<0,76	<1,44	11,13	<0,42	<0,64	<0,58	<0,58	<0,56	<0,56	<0,58	<0,76	<0,79	<1,76
		P14 17/4	<0,11	<0,11	0,36	2,52	1,80	15,68	22,88	1,44	0,72	1,08	1,26	0,54	0,54	<0,12	1,80	0,54	1,44
Fossamastra	2014	P14 14/0	<0,17	<0,35	<0,39	<0,49	<0,40	<0,74	9,59	<0,34	<0,22	<0,22	<0,31	<0,31	<0,33	<0,30	<0,42	<0,38	<0,92
		P14 14/1	<0,08	<0,23	<0,17	<0,21	<0,17	<0,32	3,43	<0,20	<0,09	<0,10	<0,14	<0,14	<0,16	<0,17	1,44	<0,21	<0,44
		P14 14/2	<0,08	<0,21	<0,14	<0,17	<0,14	1,11	3,66	<0,16	<0,11	<0,11	<0,14	<0,14	<0,16	<0,14	1,59	0,48	1,59
	2015	P14 15/1	<0,21	<0,22	<0,23	<0,29	<0,23	2,26	<0,57	<0,44	<0,15	0,7	0,87	0,52	0,87	<0,21	2,26	<0,24	1,74
		P14 15/2	<0,15	<0,19	<0,20	0,7	0,52	2,97	3,67	0,52	0,52	0,7	0,7	0,7	0,52	<0,16	2,27	0,7	2,62
		P14 15/3	<0,06	<0,11	<0,10	<0,11	<0,09	<0,19	3,28	<0,11	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,06	<0,12	<0,12	<0,46
		P14 15/4	<0,11	<0,14	<0,11	<0,14	<0,11	1,35	4,59	0,41	<0,10	0,54	0,27	0,41	0,27	<0,09	1,22	<0,11	0,81
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	<0,17	2,34	1,46	12,13	16,84	<0,10	0,36	1,03	1,51	0,71	<0,11	<0,11	3,83	<0,17	4,68
		P14 16/2	<0,12	<0,21	<0,27	<0,29	<0,24	6,85	26,69	<0,15	<0,13	<0,12	<0,21	<0,20	<0,20	<0,20	3,58	<0,29	<0,68
		P14 16/3	<0,10	<0,19	<0,23	0,32	0,21	2,92	10,88	<0,13	<0,11	<0,11	<0,36	0,4	<0,17	<0,17	<0,45	<0,26	<0,59
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	3,54	11,33	0,41	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	<0,33	<0,19	2,15
	2017	P14 17/1	<0,26	<0,27	<0,33	<0,38	<0,32	4,17	17,11	<0,25	<0,20	<0,19	<0,23	<0,21	<0,25	<0,22	3,32	0,93	3,90
		P14 17/2	<0,43	<0,51	<0,62	<0,61	<0,51	4,63	11,39	0,77	<0,43	0,97	2,32	1,93	1,74	<0,51	13,13	2,51	6,76
		P14 17/3	<0,62	<0,87	<1,07	<1,02	<0,85	<1,31	7,31	<0,45	<0,64	<0,64	<0,64	<0,57	<0,64	<0,57	<0,95	<0,94	<1,95
		P14 17/4	<0,08	<0,19	<0,20	1,80	0,72	7,57	12,79	0,90	0,54	0,90	0,90	0,54	0,54	<0,14	1,98	<0,18	1,62
Melara	2015	P14 15/3	<0,06	<0,13	<0,12	<0,14	<0,12	<0,17	<0,48	<0,07	<0,05	<0,05	<0,08	<0,07	<0,07	<0,07	<0,10	<0,10	<0,41
		P14 15/4	<0,13	<0,13	<0,13	<0,15	<0,13	<0,19	8,47	<0,12	<0,09	<0,09	<0,11	<0,11	<0,11	<0,10	<0,15	<0,14	<0,25
	2016	P14 16/1	<0,10	0,14	<0,15	7,94	3,25	32,91	27,79	<0,11	0,5	1,31	2,34	<0,11	<0,12	<0,12	1,99	0,06	1,36
		P14 16/2	<0,12	<0,21	<0,26	<0,29	<0,24	4,92	1,38	<0,15	<0,13	<0,12	<0,21	<0,20	<0,20	<0,19	<0,52	<0,29	<0,67
		P14 16/3	<0,10	<0,19	<0,23	2,27	0,49	10,07	8,12	0,46	<0,06	<0,05	0,83	0,24	<0,17	<0,17	1,04	0,41	<0,59
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	3,89	13,48	<0,10	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	1	<0,19	<0,44
	2017	P14 17/1	<0,24	<0,22	<0,31	<0,38	<0,31	2,72	7,31	<0,18	<0,17	<0,17	<0,20	<0,18	<0,21	<0,20	2,50	0,75	2,12
		P14 17/2	<0,50	<0,64	<0,72	<0,82	<0,68	8,69	12,93	1,74	1,54	3,09	2,90	3,67	6,18	<0,68	18,92	3,09	9,85
		P14 17/3	<0,76	<1,03	<1,10	<1,05	<0,87	<1,27	3,82	<0,45	<0,72	<0,64	<0,76	<0,68	<0,70	<0,68	<0,86	<0,95	<1,81
		P14 17/4	<0,08	<0,18	<0,15	<0,18	<0,14	1,80	3,42	0,36	<0,08	<0,08	<0,09	<0,09	<0,09	<0,08	0,90	<0,16	<0,27

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

A.7.6. Ratei di deposizione di PCB (2014 – 2017). Valori in pg/m2/d

Rateo di PCB nelle deposizioni – [pg/m^2/d]														
Postazione	Anno	Campagna	PCB 81	PCB 77	PCB 126	PCB 169	PCB 105	PCB 114	PCB 118	PCB 123	PCB 156	PCB 157	PCB 167	PCB 189
Bolano	2014	P14 14/0	<2	<2	<4	<1	<3	<3	<3	<3	<2	<2	<2	<2
		P14 14/1	<1	<1	<4	<1	<4	<3	<3	<4	5	<1	2	<1
		P14 14/2	<1	5	<2	<2	55	4	137	3	52	12	27	7
	2015	P14 15/1	<1	1	4	2	2	2	1	<2	1	1	1	3
		P14 15/2	1	2	3	2	1	2	1	<1	1	1	1	1
		P14 15/3	<1	1	1	<1	1	<1	4	<1	1	1	1	1
		P14 15/4	<1	1	1	<0,5	1	<1	4	<1	1	0,5	1	1
	2016	P14 16/1	<0,4	1,5	1	<0,2	3,2	<0,9	6,2	<0,9	3,2	0,2	0,2	0,2
		P14 16/2	<0,0	3,8	0,9	<0,4	0,9	0,8	4,5	<1,3	3,3	0,1	0,3	1,3
		P14 16/3	<0,5	0,7	0,8	<0,3	1	<0,7	0,9	<1,1	1,3	0,4	0,3	0,4
		P14 16/4	<0,4	0,5	0,6	<0,2	0,8	<0,5	0,7	<0,8	2,5	0,3	0,3	0,3
Follo	2014	P14 14/0	<1	<1	<3	<1	<2	<2	<2	<3	<1	<1	<1	<1
		P14 14/1	<1	4	<4	<1	<4	<4	<4	<4	3	<1	<1	<1
		P14 14/2	<1	3	<1	<1	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	2015	P14 15/1	<1	1	2	<1	1	<1	1	<1	1	1	1	1
		P14 15/2	3	2	3	5	2	5	2	<2	1	1	1	5
		P14 15/3	<1	1	1	<1	4	<1	22	<1	4	1	1	1
		P14 15/4	<1	1	1	<1	1	<1	7	<1	1	1	1	1
	2016	P14 16/1	<0,4	3,3	0,8	<0,2	2,7	<0,0	8,1	1,7	4	1,5	2,7	1,2
		P14 16/2	<0,6	2,9	0,9	0,3	3,9	<0,1	11,6	0,4	8,9	1,3	3,6	0,5
		P14 16/3	<0,5	0,7	0,8	<0,3	1	<0,7	0,9	<1,1	0,4	0,3	0,1	0,4
		P14 16/4	<0,4	0,5	0,6	<0,2	0,7	<0,5	0,7	<0,8	0,3	0,3	0,3	0,3
	2017	P14 17/1	<2,7	3,1	4,4	<1,9	3,7	<3,3	3	<3,2	2,1	2,4	1,3	1,5
		P14 17/2	<2,7	2,7	3,8	<1,1	14,1	<4,4	22	<4,0	1,5	1,4	1,5	1,6
		P14 17/3	<1,5	1,5	3,6	<0,9	13,7	<3,2	18,8	<2,9	1,1	1	1,2	1,9
		P14 17/4	<0,6	2,7	0,9	<0,4	5,4	<0,9	8,1	<1,0	1,1	1,1	0,7	0,5
Arcola	2014	P14 14/0	<2	<2	<3	<1	<2	<3	<3	<3	<1	<1	<1	<1
		P14 14/1	<1	27	12	<2	11	<4	25	<5	31	8	12	4
		P14 14/2	<1	14	5	<2	45	<2	78	<2	29	9	9	3
	2015	P14 15/1	3	84	22	<4	199	9	451	8	114	36	51	9
		P14 15/2	<1	12	4	2	42	3	70	2	23	7	9	4
		P14 15/3	3	4	3	2	14	2	40	<2	6	3	5	1
		P14 15/4	<1	122	26	<2	277	10	542	7	128	39	56	7
	2016	P14 16/1	<0,4	50,3	10,8	<0,2	139,6	<0,9	239,1	<0,9	62,9	19,5	26,3	3,7
		P14 16/2	5,1	184,2	49,7	<0,3	568,1	13,1	1008,8	18,9	85,5	87,6	104,1	7,5
		P14 16/3	<0,1	0,2	0,2	<0,1	0,2	<0,2	0,2	<0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
		P14 16/4	<0,4	46,9	18,1	<0,2	127,6	2,5	174	3,2	105	25,8	30,1	7,7
	2017	P14 17/1	<3,5	107,5	29,8	<4,7	335,5	<5,7	564,7	<5,5	187,3	56,6	64,1	11,1
		P14 17/2	<2,5	77,2	21,4	<2,6	279	<4,8	400,6	<4,9	168	55	55,6	12,2
		P14 17/3	<1,8	1,9	4,5	<1,1	24,6	<3,4	59,9	<3,7	6	4,5	1,7	2,1
		P14 17/4	2	93,7	22,3	<1,7	239,6	6,8	419,8	8,6	109,9	33,7	53,7	6,5
Le Grazie	2014	P14 14/0	<1	<1	<3	<1	<3	<3	<3	<3	<1	<1	<1	<1
		P14 14/1	<1	<1	<4	<1	<3	<4	<3	<4	6	<2	4	<2
		P14 14/2	<1	3	<1	<1	5	<1	4	<1	4	4	2	<2
	2015	P14 15/1	3	5	3	2	26	3	50	2	10	2	5	5
		P14 15/2	2	2	2	2	9	2	8	1	8	1	2	4
		P14 15/3	1	2	1	1	4	<1	18	<1	3	1	1	1
		P14 15/4	<1	1	1	<1	9	<1	26	<1	5	1	2	1
	2016	P14 16/1	<0,4	2,8	1	<0,2	11,9	1,5	31,7	<0,3	10	2	3,7	1,1
		P14 16/2	<0,6	3,3	1,5	<0,7	1,2	2	7	<1,4	9,4	0,5	1,6	1,6
		P14 16/3	<0,5	1,5	0,8	<0,3	3,9	<0,1	3,4	<1,1	10,4	1,1	9,1	0,4
		P14 16/4	<0,4	0	0,6	<0,2	0,7	<0,5	0,7	<0,8	0,1	0,8	5,2	3,1
	2017	P14 17/2	<2,1	2,3	3,9	<1,5	6,9	<3,7	34,2	<3,6	2,9	1,7	3,7	2
Chiappa		P14 14/0	<1	<1	<3	<1	<3	<3	<3	<3	<1	<1	<1	<1
		P14 14/1	<1	<1	<3	<1	<2	<3	<3	<3	<1	<1	2	<1
		P14 14/2	<1	<1	<2	<1	5	<1	5	<2	2	<1	<1	<1
	2015	P14 15/1	2	1	2	2	1	2	1	<1	2	1	1	4
		P14 15/2	2	2	1	2	1	1	1	<1	1	1	1	3
		P14 15/3	<1	3	2	2	6	<1	31	2	4	2	2	2
		P14 15/4	<1	1	1	<1	2	<1	5	<1	1	1	1	1
	2016	P14 16/1	<0,4	3,2	0,9	<0,2	6,8	<0,9	17,8	<0,9	6,9	2	3,3	0,8
		P14 16/2	<0,6	2,7	1	0,4	2,8	<0,1	7,3	1,3	4,1	0,2	2,3	0,9

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Rateo di PCB nelle deposizioni – [pg/m^2/d]

Postazione	Anno	Campagna	PCB 81	PCB 77	PCB 126	PCB 169	PCB 105	PCB 114	PCB 118	PCB 123	PCB 156	PCB 157	PCB 167	PCB 189
		P14 16/3	<0,5	2,1	0,8	<0,3	1	<0,1	0,9	<1,1	0,4	0,3	0,4	0,4
		P14 16/4	<0,4	0,5	0,6	<0,2	0,8	<0,2	0,7	<0,8	3,6	0,4	0,3	0,3
Maggiolina	2014	P14 14/0	<2	<2	<4	<2	<3	<3	<3	<3	13	<2	<2	<2
		P14 14/1	<1	<1	<3	<2	<2	<2	<2	<3	10	<2	4	3
		P14 14/2	<1	7	<2	<1	23	<2	40	<2	4	2	2	2
	2015	P14 15/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
		P14 15/2	<1	7	3	2	33	4	87	<2	13	3	7	3
		P14 15/3	<1	4	1	1	35	3	90	<1	10	3	6	3
		P14 15/4	<1	1	1	<1	18	<1	44	<1	5	1	2	1
	2016	P14 16/1	<0,3	11,8	1	<0,2	57,8	<3,3	117,4	6	24,6	7,4	15	3,8
		P14 16/2	<0,6	6	2,6	0,4	55,6	1,4	103,3	2,3	10,6	0,7	6,8	2,2
		P14 16/3	<0,5	6,1	0,9	<0,3	21,6	3,4	34,9	<0,3	4,1	0,8	4,8	0,4
		P14 16/4	<0,4	2,6	0,6	<0,2	0,7	<0,5	0,6	<0,8	2,9	1	0	0,3
	2017	P14 17/1	<2,2	2,3	3,3	<1,1	16,2	<3,1	41,5	<3,0	8,7	1,5	1,3	1,4
		P14 17/2	<1,4	1,6	2,9	<1,2	47,1	<2,9	91,5	<2,8	13,5	4,2	6	1,5
Saint Bon	2014	P14 14/0	<3	<3	<6	<5	<5	<5	<5	<5	<6	<6	<6	<5
		P14 14/1	<1	<1	<4	<1	<3	<3	<3	<4	4	<1	3	<1
		P14 14/2	<1	4	<2	<1	6	<2	3	<2	2	1	<1	1
	2015	P14 15/1	2	6	3	2	18	2	40	1	7	2	3	4
		P14 15/2	2	5	3	1	18	3	34	1	7	1	5	3
		P14 15/3	<1	5	1	<1	19	3	57	2	13	4	6	2
		P14 15/4	<1	1	1	<1	25	<1	58	<1	6	1	1	1
	2016	P14 16/1	<0,4	0,5	1	<0,2	34,2	<0,9	59,6	<0,9	18,4	3,3	7,3	0,2
		P14 16/2	<0,6	8,4	1	<0,4	55,9	1,3	93,8	<1,3	4,9	5,1	11	3,5
		P14 16/3	<0,5	1,8	0,8	<0,3	8,3	1,7	5	<1,1	4,1	2,4	2	0,4
		P14 16/4	<0,4	0,5	0,6	<0,2	5,6	1,6	11,2	<0,8	12,2	1,9	4,2	0,3
	2017	P14 17/1	<2,5	1,8	3,1	<1,4	6,1	<3,3	21	<2,8	5,8	2,2	3,4	1,7
		P14 17/2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
		P14 17/3	<1,8	2,1	5,2	<2,3	97	<4,2	249,6	<4,4	35,6	6,4	12,7	2,6
		P14 17/4	<0,8	5,9	1,4	<1,1	42,9	<1,4	81,8	2,9	14,1	5,2	7	2,7
Fossamastra	2014	P14 14/0	<4	75	19	<16	671	32	1668	21	298	79	161	11
		P14 14/1	<3	5	<5	<4	70	10	334	<6	46	12	36	7
		P14 14/2	<1	10	3	<2	39	3	93	2	26	6	12	7
	2015	P14 15/1	2	11	4	<2	104	8	269	6	41	7	16	6
		P14 15/2	2	10	2	4	96	7	217	5	39	8	21	7
		P14 15/3	1	11	1	<1	43	3	117	2	22	5	9	2
		P14 15/4	<1	4	2	<2	40	<1	109	<1	24	4	9	2
	2016	P14 16/1	<0,4	13,3	4,6	<0,2	101,8	5,3	249,5	<0,9	69,7	11,4	31,7	6,9
		P14 16/2	<0,6	18,7	0,9	<1,7	95,4	5	200,1	<3,8	60,8	13,6	26,8	9,1
		P14 16/3	<0,5	14,3	6,2	<0,3	108,3	6,2	217,4	5,8	54,7	14,1	35,1	9,3
		P14 16/4	<0,4	0,5	0,6	<0,2	45,7	<0,5	87,3	<0,8	31,9	0,3	15,2	0,3
	2017	P14 17/1	<3,5	4,2	7,8	<4,9	120,3	<5,4	267,9	<5,7	41,5	9,4	20,8	4,3
		P14 17/2	<1,8	21,8	3,9	1,9	158,3	11,2	315,6	8,7	67,6	13,3	32,4	6,9
		P14 17/3	<1,8	10,5	4,4	<2,7	91,4	<4,0	182	<4,5	56,4	11,1	23,8	7,2
		P14 17/4	1,4	15,9	2,9	<1,6	118,9	6,5	241,4	6,1	46,8	10,3	24,3	5,9
Melara	2015	P14 15/3	<1	1	1	<1	15	1	47	2	6	1	4	1
		P14 15/4	<1	1	1	<1	1	<1	1	<1	1	1	1	1
	2016	P14 16/1	<0,4	1,6	0,4	<0,2	17,9	<0,9	36,3	<0,4	10,7	2,3	4	0,6
		P14 16/2	<0,6	6,7	0,9	<0,8	22,8	<0,8	53,2	<2,2	17,3	3,9	10,8	0,5
		P14 16/3	<0,5	6,2	0,8	<0,3	20,6	1,2	41,7	3,8	7,6	1,4	3,3	0,4
		P14 16/4	<0,4	0,5	0,6	<0,2	0,7	<0,5	0,7	<0,8	5,5	0,3	0,3	0,3
	2017	P14 17/1	<1,9	2,3	3,1	<1,4	2,7	<2,5	9,2	<2,3	3,9	1,5	1,4	1,6
		P14 17/2	<2,2	2,5	3,8	<1,4	26,1	<3,6	51,7	<3,6	9,1	2,5	5,6	1,9
		P14 17/3	<1,6	1,6	4,1	<1,4	22,4	<4,2	56,1	<3,2	6	3,5	2,5	2,1
		P14 17/4	<0,7	4,1	1	<0,7	12,3	<1,0	25,4	<1,1	5,2	1,6	2	0,7

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

A.7.7. APPENDICE – Ratei di deposizione di specie ioniche (2014 – 2017)

Rateo di deposizione delle specie ioniche nelle deposizioni - [mg/m^2/d]											
Postazione	Anno	Campagna	Ca^{2+}	Na^+	Mg^{2+}	K^+	NH_4^+	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	$nssSO_4^{2-}$
Bolano	2014	P14 14/0	1,9	3,1	0,5	0,4	0,85	4,6	3,6	2,2	1,6
		P14 14/1	3,5	9,0	1,2	0,8	0,61	14,4	2,7	7,1	5,1
		P14 14/2	1,7	3,1	0,5	0,4	1,11	4,3	4,7	4,0	3,4
	2015	P14 15/1	4,1	10,0	1,3	0,5	0,17	15,0	6,4	4,9	2,8
		P14 15/2	3,0	2,8	0,5	0,4	0,39	4,0	4,4	3,1	2,6
		P14 15/3	1,6	0,8	0,2	0,9	0,28	0,9	1,8	1,3	1,2
		P14 15/4	3,5	4,2	0,7	0,8	0,15	6,2	5,4	5,8	4,9
	2016	P14 16/1	5,7	13,0	1,3	2,6	2,12	20,3	8,3	6,3	3,5
		P14 16/2	4,7	4,5	0,7	1,1	1,19	5,3	3,1	2,4	1,7
		P14 16/3	5,4	1,3	0,8	4,8	1,36	2,8	1,8	1,8	1,4
		P14 16/4	3,9	1,4	0,3	0,5	0,67	3,2	2,5	1,9	1,5
	2017	P14 17/1	3,0	12,0	1,3	0,9	2,28	17,6	11,7	9,9	7,5
		P14 17/2	3,7	4,4	0,6	0,7	0,29	7,3	5,0	3,3	2,3
		P14 17/3	2,3	1,8	0,3	0,8	0,72	3,3	1,5	1,2	0,8
		P14 17/4	1,8	3,4	0,4	0,7	0,23	4,9	4,4	2,5	1,8
Follo	2014	P14 14/0	2,7	3,4	0,6	0,3	0,44	5,2	3,8	2,4	1,7
		P14 14/1	2,7	3,8	0,5	0,5	2,04	5,6	6,2	5,1	4,4
		P14 14/2	2,4	4,6	0,7	0,4	1,61	6,4	7,5	7,0	6,1
	2015	P14 15/1	2,0	11,1	1,1	0,5	0,31	16,6	5,9	5,2	2,9
		P14 15/2	3,9	4,6	0,7	0,5	1,07	6,5	7,4	4,7	3,8
		P14 15/3	1,0	0,7	0,1	0,2	0,09	0,9	1,9	0,7	0,6
		P14 15/4	5,5	5,8	0,8	0,4	0,54	9,7	4,9	5,9	4,6
	2016	P14 16/1	2,5	8,6	0,7	0,5	1,54	13,7	6,6	5,5	3,6
		P14 16/2	4,7	4,1	0,6	1,2	1,95	7,2	3,5	2,9	1,9
		P14 16/3	2,5	1,4	0,2	0,2	0,15	2,5	2,1	1,3	0,9
		P14 16/4	2,3	1,8	0,3	0,3	0,01	3,0	3,2	1,7	1,3
	2017	P14 17/1	9,0	12,9	1,2	1,2	3,39	19,0	12,5	10,9	8,2
		P14 17/2	3,0	6,2	0,8	0,4	0,77	9,0	5,4	4,0	2,8
		P14 17/3	2,5	1,6	0,2	0,2	0,01	2,6	2,2	1,3	1,0
		P14 17/4	3,3	4,9	0,5	0,3	0,21	7,2	5,3	3,2	2,1
Arcola	2014	P14 14/0	3,0	3,3	0,5	0,5	0,44	5,8	3,0	2,3	1,4
		P14 14/1	4,3	6,7	0,9	0,7	0,12	11,6	0,4	5,8	4,2
		P14 14/2	1,9	3,4	0,5	0,4	0,80	6,3	3,8	2,8	1,9
	2015	P14 15/1	4,9	13,4	1,6	0,5	0,30	21,0	5,8	5,5	2,6
		P14 15/2	4,3	4,0	0,6	0,7	0,21	6,4	5,2	3,8	2,9
		P14 15/3	1,7	0,7	0,1	0,3	0,00	1,8	1,6	0,8	0,6
		P14 15/4	7,7	6,4	1,6	0,2	0,71	12,8	9,4	8,5	6,7
	2016	P14 16/1	4,5	11,4	1,2	2,2	2,00	19,0	8,4	6,4	3,7
		P14 16/2	5,7	5,4	0,8	1,4	1,97	10,2	5,0	4,5	3,1
		P14 16/3	1,1	0,7	0,1	0,2	0,07	1,2	1,3	0,7	0,6
		P14 16/4	2,9	2,4	0,4	0,2	1,01	3,4	5,3	3,0	2,6
	2017	P14 17/1	2,4	10,6	0,9	0,8	2,75	16,3	10,6	8,7	6,4
		P14 17/2	3,2	4,3	0,6	0,8	0,41	6,1	4,9	3,9	3,0
		P14 17/3	0,9	1,4	0,1	0,3	0,06	2,2	0,9	0,6	0,3
		P14 17/4	2,7	3,8	0,4	0,4	0,27	6,6	4,9	2,6	1,7
Le Grazie	2014	P14 14/0	5,7	3,8	0,7	0,6	0,27	6,0	2,4	3,9	3,0
		P14 14/1	3,7	8,3	1,2	0,6	0,51	13,2	7,1	7,4	5,6
		P14 14/2	1,5	2,2	0,3	0,6	1,09	3,7	2,0	2,4	1,9
	2015	P14 15/1	3,1	20,5	2,5	0,9	0,79	31,8	5,8	7,2	2,8
		P14 15/2	4,4	4,8	0,8	0,7	0,06	7,3	4,8	4,3	3,3
		P14 15/3	1,0	1,2	0,1	0,2	0,00	1,6	0,8	0,5	0,3
		P14 15/4	3,3	7,2	1,0	0,5	0,09	11,8	1,5	5,1	3,4
	2016	P14 16/1	3,4	11,3	1,1	0,7	1,80	17,8	6,0	5,8	3,3
		P14 16/2	5,2	7,3	1,0	0,9	1,03	14,6	6,4	4,9	2,9
		P14 16/3	0,4	0,4	0,1	0,1	0,00	0,6	0,4	0,2	0,1
		P14 16/4	0,5	0,3	0,0	0,0	0,00	0,5	0,5	0,2	0,2
	2017	P14 17/1	1,6	13,5	1,4	0,7	2,05	21,0	7,8	7,7	4,8
		P14 17/2	2,7	4,9	0,6	0,4	0,52	7,1	4,2	3,4	2,4
		P14 17/3	1,3	1,2	0,2	0,2	0,49	2,0	0,8	0,6	0,3
		P14 17/4	2,7	5,9	0,6	0,4	0,07	8,7	4,1	3,3	2,1
Chiappa	2014	P14 14/0	2,4	5,8	0,7	0,7	0,04	8,8	4,1	2,7	1,5
		P14 14/1	2,9	5,2	0,8	0,8	0,39	7,9	6,6	4,6	3,5
		P14 14/2	1,6	3,6	0,5	0,6	1,59	5,1	4,8	3,7	3,0
	2015	P14 15/1	2,7	11,8	1,3	0,5	0,14	18,1	5,8	5,9	3,4

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Rateo di deposizione delle specie ioniche nelle deposizioni - [mg/m^2/d]											
Postazione	Anno	Campagna	Ca^{2+}	Na^{+}	Mg^{2+}	K^{+}	NH_4^{+}	Cl^{-}	NO_3^{-}	SO_4^{2-}	$nssSO_4^{2-}$
Maggiolina		P14 15/2	2,1	3,8	0,5	0,4	0,77	5,5	5,0	4,2	3,4
		P14 15/3	0,6	0,7	0,1	0,4	0,09	0,8	0,9	0,6	0,5
		P14 15/4	3,0	5,5	0,6	0,5	1,21	8,6	7,3	7,2	6,0
	2016	P14 16/1	3,6	8,8	0,8	0,8	4,02	13,9	12,5	6,7	4,7
		P14 16/2	4,7	4,0	0,6	1,2	1,54	9,9	7,7	4,5	3,1
		P14 16/3	1,0	0,8	0,1	0,3	0,20	1,1	1,0	0,7	0,5
		P14 16/4	2,0	2,6	0,4	2,2	12,26	3,9	3,4	5,0	4,5
	2017	P14 17/1	2,4	16,6	1,6	0,9	2,60	25,5	13,4	12,3	8,8
		P14 17/2	2,6	5,3	0,7	0,6	0,29	7,7	5,2	4,0	2,9
		P14 17/3	0,6	1,0	0,3	2,9	0,00	1,5	0,5	0,6	0,4
		P14 17/4	1,5	3,6	0,3	0,5	0,39	5,0	4,5	2,6	1,9
	2014	P14 14/0	3,6	4,5	0,7	0,9	0,02	7,0	2,0	2,4	1,4
		P14 14/1	4,6	7,0	1,0	0,7	1,48	11,1	7,3	6,4	4,8
		P14 14/2	2,0	2,6	0,4	0,2	0,43	4,0	0,4	2,6	2,0
	2015	P14 15/1	4,5	16,5	2,0	0,8	0,48	24,5	6,9	7,7	4,3
		P14 15/2	4,0	2,7	0,6	0,2	0,06	4,0	5,7	3,5	3,0
		P14 15/3	1,1	1,0	0,1	0,6	0,10	1,3	1,5	0,9	0,7
		P14 15/4	4,0	3,9	0,8	0,4	0,14	6,7	3,0	5,6	4,6
	2016	P14 16/1	5,1	9,8	1,1	0,5	1,46	15,0	6,8	5,8	3,7
		P14 16/2	7,0	5,8	0,9	1,0	0,99	15,0	5,1	4,9	2,8
		P14 16/3	0,3	0,4	0,1	0,6	0,00	0,5	0,4	0,3	0,2
		P14 16/4	3,6	3,1	0,5	0,5	1,56	4,4	7,1	4,8	4,2
	2017	P14 17/1	3,4	14,3	1,4	0,9	3,14	21,6	12,2	10,6	7,6
		P14 17/2	3,4	5,0	0,8	0,6	0,06	7,3	4,8	3,4	2,4
		P14 17/3	1,4	1,6	0,2	0,6	0,02	2,9	1,1	0,8	0,4
		P14 17/4	2,2	4,8	0,6	0,7	0,32	6,3	4,5	3,2	2,3
Saint Bon	2014	P14 14/0	4,1	3,1	0,5	0,5	0,57	4,6	3,6	2,0	1,4
		P14 14/1	5,5	6,3	1,2	1,0	0,82	10,1	7,2	6,3	4,9
		P14 14/2	3,9	4,2	0,8	0,7	0,18	6,8	2,9	3,8	2,9
	2015	P14 15/1	13,1	17,5	3,0	1,5	2,41	26,4	7,4	8,9	5,2
		P14 15/2	13,0	4,7	1,2	0,5	0,74	7,2	5,9	5,3	4,3
		P14 15/3	2,0	1,1	0,2	0,4	0,19	1,7	1,6	0,9	0,7
		P14 15/4	6,4	5,9	1,1	0,4	0,15	9,7	4,3	6,0	4,6
	2016	P14 16/1	7,2	10,8	1,4	0,9	2,44	16,2	7,9	7,1	4,9
		P14 16/2	7,3	5,5	0,9	0,8	1,17	11,2	4,6	3,5	1,9
		P14 16/3	0,9	0,7	0,1	0,2	0,00	1,1	0,9	0,6	0,4
		P14 16/4	7,6	3,0	0,9	1,5	1,41	6,9	6,1	4,3	3,3
	2017	P14 17/1	6,7	18,9	1,9	2,1	4,43	28,9	14,4	13,4	9,4
		P14 17/2	5,1	5,3	0,9	0,9	2,43	7,7	5,1	4,1	3,0
		P14 17/3	1,2	1,3	0,2	0,6	0,00	2,5	1,1	0,9	0,5
		P14 17/4	4,1	4,6	0,7	1,5	0,69	6,6	4,2	3,1	2,1
Fossamastra	2014	P14 14/0	6,1	5,6	0,8	0,5	0,34	8,6	4,7	3,2	2,0
		P14 14/1	8,7	7,8	1,6	0,4	0,12	12,2	0,1	7,2	5,5
		P14 14/2	2,9	3,4	0,5	0,6	0,70	5,3	0,6	2,7	2,0
	2015	P14 15/1	16,5	16,7	3,1	0,7	0,12	25,5	6,0	7,8	4,3
		P14 15/2	10,4	3,8	1,0	0,4	0,23	5,3	5,1	4,9	4,1
		P14 15/3	1,9	1,7	0,2	0,2	0,10	2,2	2,9	1,5	1,2
		P14 15/4	8,0	6,5	1,3	0,3	0,43	10,5	8,5	7,8	6,3
	2016	P14 16/1	19,0	8,4	1,6	0,5	1,25	13,2	7,9	6,4	4,5
		P14 16/2	12,9	5,5	1,2	0,7	0,99	10,2	6,0	4,0	2,6
		P14 16/3	1,6	2,2	0,2	0,2	0,09	3,5	1,7	1,3	0,8
		P14 16/4	7,6	3,9	0,8	0,3	0,74	5,3	5,7	3,8	3,0
	2017	P14 17/1	9,9	12,1	1,7	0,7	1,77	20,1	10,1	9,4	6,6
		P14 17/2	4,7	5,8	0,9	0,6	1,84	8,1	5,2	4,1	3,0
		P14 17/3	2,5	3,1	0,3	0,2	0,00	4,8	1,6	1,2	0,5
		P14 17/4	4,5	5,1	0,6	0,3	0,23	7,3	4,4	3,1	2,1
Melara	2015	P14 15/3	1,2	0,6	0,1	0,2	0,10	0,7	1,8	1,0	0,9
		P14 15/4	3,9	5,2	0,9	0,3	1,46	7,9	8,1	8,3	7,2
	2016	P14 16/1	5,6	10,2	1,0	1,0	2,70	16,3	9,6	6,5	4,2
		P14 16/2	4,9	4,8	0,8	0,8	0,87	7,2	6,5	3,5	2,5
		P14 16/3	0,8	0,9	0,1	0,1	0,05	1,1	1,3	0,9	0,7
		P14 16/4	6,9	3,8	1,5	1,1	1,06	5,3	8,2	6,3	5,5
	2017	P14 17/1	3,3	10,3	1,3	0,7	3,23	15,2	10,3	9,1	7,0
		P14 17/2	2,9	4,5	0,7	0,3	2,21	6,4	5,8	3,6	2,7
		P14 17/3	1,2	1,3	0,2	0,2	0,00	2,0	1,5	1,0	0,7
		P14 17/4	1,7	3,6	0,4	0,3	0,40	5,0	3,8	2,4	1,7

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

APPENDICE 8

VALIDAZIONE DEI DATI DI METALLI NEI DEPOSIMETRI

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Scopo del documento è quello di descrivere le attività effettuate da ARPAL ai fini della validazione delle determinazioni analitiche non direttamente eseguite, relativamente alle campagne di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche effettuate in ottemperanza alla prescrizione n.14 del Parere Istruttorio dell'AIA rilasciata dal MATTM alla Centrale TME Enel della Spezia con Decreto n. 244 del 06/09/2013.
Si ricorda che nel 2017 (vedi cap. 5 per dettagli) sono stati raccolti 38 campioni di deposizioni. Per quel che concerne la determinazione dei metalli nelle deposizioni si è stabilito che ARPAL eseguisse le determinazioni su un set limitato di campioni dell'ordine almeno del 20%.

ARPAL, in ciascuna delle quattro campagne, ha eseguito le determinazioni dei metalli (As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Tl, V) secondo il seguente schema:

- campagna **P14 17/1** - postazioni di Arcola, Follo e Fossamastra;
- campagna **P14 17/2** - postazioni di Arcola fuori, Arcola dentro e Le Grazie;
- campagna **P14 17/3** - postazioni di Arcola dentro, Fossamastra e Melara;
- campagna **P14 17/4** - Arcola, Fossamastra, Melara e Saint Bon.

Complessivamente sono stati controllati 16 campioni di deposizione su un totale di 42 (38%) tra deposizioni e bianchi di campagna.

Il confronto tra le misure di ARPAL e quelle di CESI è stato effettuato calcolando una "percentuale di discordanza" tra i due laboratori utilizzando la seguente definizione che offre il vantaggio di essere simmetrica, a meno del segno:

$$\Delta C = \frac{C_{CESI} - C_{ARPAL}}{\frac{1}{2}(C_{CESI} + C_{ARPAL})}$$

I valori delle "percentuali di discordanza", risultanti dall'applicazione della Procedura ARPAL a ciascuna coppia dei risultati analitici, sono riportati nella Tabella seguente**.**
Usando il criterio del protocollo ARPAL (approvato dall'ISS in data 05/11/03), che prevede per ogni singoli parametro un **intervallo di conformità del 50%,** la percentuale dei campioni da ritenersi complessivamente conformi, considerando le quattro campagne, è riportata nella tabella che segue:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro Certificato

Parametro	N° campioni conformi	N° campioni NON conformi	N° campioni Totali	% di conformità
Cadmio	14	2	16	87%
Cromo Totale	12	4	16	75%
Piombo	12	4	16	75%
Rame	13	3	16	81%
Arsenico	16	0	16	100%
Vanadio	12	4	16	75%
Manganese	16	0	16	100%
Tallio	16	0	16	100%
Nichel	13	3	16	81%
TOTALE	**124**	**20**	**144**	**86%**

L'indice di validazione conclusivo, che è dato dalla media delle percentuali di conformità di ogni singolo parametro, risulta pari a 86% e dunque maggiore del valore soglia prefissato dal protocollo ARPAL, pari al 70%.

CONCLUSIONI

Come risulta dalla tabella sopra riportata, per ciascun parametro il valore della percentuale di conformità complessiva è maggiore del valore soglia indicato dalla procedura ARPAL, pari al 70%, ad indicare che il confronto non ha evidenziato, per nessun parametro, elevate criticità. Si precisa infine che la procedura non è stata applicata al mercurio, in quanto le metodiche dei laboratori sono diverse: per questo parametro si è concordato di utilizzare i dati CESI, in quanto il limite di quantificazione del Laboratorio CESI è inferiore rispetto a quello del Laboratorio ARPAL.
Si evidenzia che per il Cd l'indice di valutazione specifico risulta minore degli altri metalli in quanto le concentrazioni confrontate sono basse e pertanto si hanno elevati scostamenti percentuali pur con piccole differenze nei valori.

Complessivamente, la performance è risultata più che soddisfacente e quindi sono considerate valide, ai fini dell'esecuzione della prescrizione 14 AIA le determinazioni analitiche dei metalli nelle deposizioni atmosferiche fornite dal Laboratorio CESI.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

APPENDICE 9

VALIDAZIONE DEI DATI DI PM10

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

Scopo del documento è quello di descrivere le attività effettuate da ARPAL ai fini della validazione delle determinazioni analitiche non direttamente eseguite, relativamente alle campagne di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche effettuate in ottemperanza alla prescrizione n.14 del Parere Istruttorio dell'AIA rilasciata dal MATTM alla Centrale TME Enel della Spezia con Decreto n. 244 del 06/09/2013.
Per quel che concerne le determinazioni gravimetriche dei PM10 si è stabilito che ARPAL eseguisse un numero di determinazioni gravimetriche (intendendo tutta la catena di misura dalla preparativa all'esecuzione del campionamento e la determinazione gravimetrica) pari a circa il 15-20% del totale finalizzate alla validazione.

ARPAL, in ciascuna delle quattro campagne, ha eseguito le determinazioni gravimetriche giornaliere del PM10 corrispondente a circa il 20% del totale dei giorni di durata della campagna secondo il seguente schema:

- campagna **P14 17/1** - dal 19/01 al 22/02;
- campagna **P14 17/2** - dal 04/05 al 25/05;
- campagna **P14 17/3** - dal 29/06 al 02/08;
- campagna **P14 17/4** - dal 10/10 al 09/11.

In seguito all'emissione dei Rapporti di Prova relativi alla determinazione gravimetrica del PM10 nelle postazioni di Chiappa, Le Grazie e Follo a cura del Laboratorio CESI e del Laboratorio ARPAL si è proceduto ad effettuare il confronto tra i risultati ottenuti di cui l'80% prodotti da CESI e il 20% prodotti da ARPAL.
L'attività in primo luogo si è basata sulla verifica dell'andamento complessivo dei risultati in ciascuna campagna e postazione e sul confronto con i dati di PM10 ottenuti da ARPAL negli stessi periodi su altre postazioni della rete di qualità dell'aria RQA della Spezia. In Appendice 5 sono riportati i dati di concentrazione di PM10 ottenuti nelle tre postazioni dedicate (i dati di ARPAL sono evidenziati in rosso chiaro).

In secondo luogo, per le postazioni aggiuntive di Chiappa, Le Grazie e Follo, è stata eseguita un'analisi più approfondita, utilizzando il **test di Kolmogorov – Smirnov**: a tal scopo è stata valutata l'appartenenza alla stessa popolazione tra le due serie di dati costituite, una dai dati CESI, l'altra dai dati ARPAL. Più specificatamente nell'ambito del test si valutano l'ipotesi H_0 (nulla) "Le due serie di dati appartengono alla stessa popolazione", e l'ipotesi H_1 "Le serie di dati hanno caratteristiche diverse". Si determinano quindi il p_{Value} e i valori di $D_{teorico}$, che dipende dalla numerosità dei dati, e di $D_{calcolato}$, che dipende dai dati delle serie analizzate. Quando pValue è maggiore di 5% e $D_{calcolato}<D_{teorico}$, si accetta l'ipotesi nulla, ovvero le due serie di dati sono compatibili e appartengono ad una stessa popolazione con medesima distribuzione.
I dati di ARPAL sono stati quindi separati da quelli di CESI e per ogni postazione è stato applicato il test di Kolmogorov – Smirnov, considerando i quattro periodi di monitoraggio separati (ciascuna campagna di misura). I risultati sono mostrati nella tabella seguente separatamente per ciascuna campagna di misura:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

	Postazione	Dcalcolato	P Value	Dteorico	Le Due Popolazioni Sono Uguali?
P14 17/1	Chiappa	0,750	3%	0,794	SI
	Le Grazie	0,574	5%	0,614	SI
	Follo	0,616	3%	0,623	SI
P14 17/2	Chiappa	*0,667*	*2%*	*0,657*	***NO***
	Le Grazie	0,643	3%	0,664	SI
	Follo	*0,933*	*0%*	*0,657*	***NO***
P14 17/3	Chiappa	*0,733*	*1%*	*0,657*	***NO***
	Le Grazie	0,593	6%	0,659	SI
	Follo	0,533	11%	0,657	SI
P14 17/4	Chiappa	0,520	10%	0,618	SI
	Le Grazie	0,360	46%	0,618	SI
	Follo	0,467	17%	0,618	SI

I casi in cui le due popolazioni di dati non sono considerati uguali secondo il test sono quelli relativi a Chiappa e Follo nella campagna **P14 17/2** e a Chiappa nella **P14 17/3**.

Al fine di valutare le eventuali correlazioni in queste due campagne **17/2** e **17/3** tra le tre postazioni di monitoraggio CESI e le postazioni ARPAL della RQA, si riportano di seguito le serie temporali di PM10 (cap. 6).

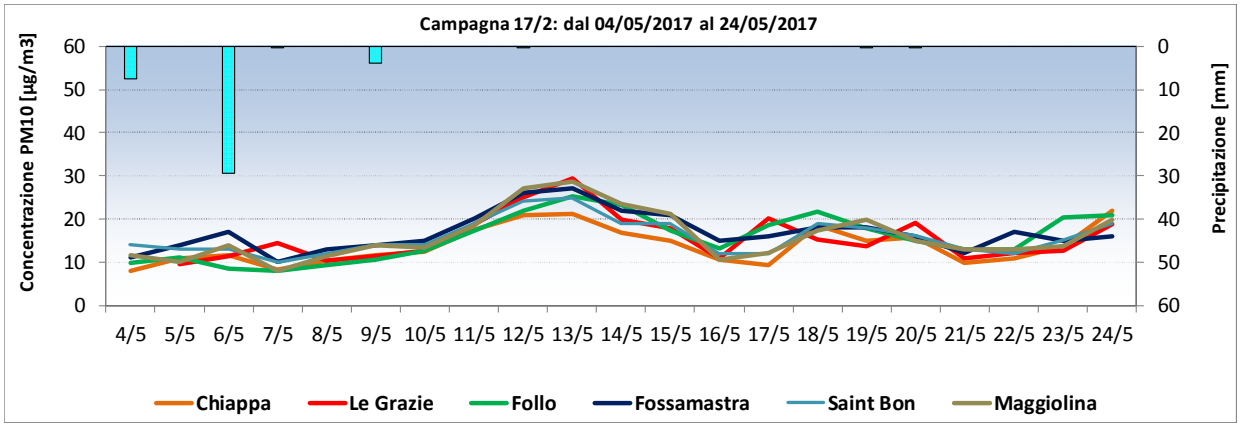


Figura 1 - Andamento temporale del PM10 a Chiappa, Le Grazie, Follo, Fossamastra, Saint Bon e Maggiolina durante la campagna P14 17/2. Valori in µg/m^3.

Si nota in particolare che, la campagna **P14 17/2** si distingue per l'estrema omogeneità della concentrazione giornaliera del PM10 in tutte le postazioni attribuendo probabilmente al meteo del periodo un ruolo fondamentale nell'andamento riscontrato.

Nella figura seguente, si riporta l'andamento temporale delle postazioni di monitoraggio CESI e delle postazioni della RQA ARPAL, nella **P14 17/3**.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

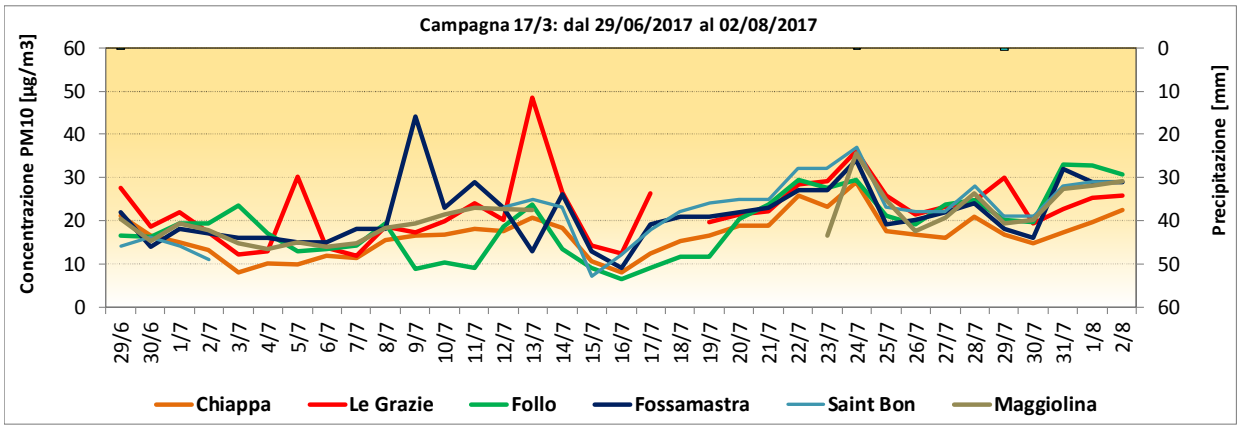


Figura 2 - Andamento temporale del PM10 a Chiappa, Le Grazie, Follo, Fossamastra, Saint Bon e Maggiolina durante la campagna P14 17/3. Valori in µg/m^3.

Nella **P14 17/3** in un contesto di polverosità diffusa in maniera abbastanza omogenea, si distinguono alcuni picchi di concentrazione superiore all'andamento riscontrabile nelle altre postazioni a Le Grazie che coincide con un massimo relativo anche a Follo e si pensa ad influenze dovute a combustione di biomasse dato l'elevato contenuto di levoglucosano nel PM10 (v. par. 6.1.3). Nella seconda parte della campagna non vi sono stati singoli episodi particolarmente differenti dall'andamento complessivo riscontrabile nelle postazioni. Una probabile motivazione quindi potrebbe essere legata a qualche anomalia meteoclimatica.

CONCLUSIONE

Il test statistico considerando i quattro periodi di monitoraggio separati, ha evidenziato che i dati di ARPAL e CESI appartengono ad una stessa popolazione eccetto che per i dati di Chiappa e Follo nella **P14 17/2** e Chiappa nella **P14 17/3**; tali dati però sono risultati abbastanza ben correlati con le altre postazioni della RQA.

Pertanto i dati di PM10 ottenuti da CESI nelle tre postazioni integrative possono considerarsi validi ai fini del presente studio.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

ALLEGATO 1

PROTOCOLLO DI ATTUAZIONE DELLE PRESCRIZIONI 14 E 18

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali
Via Bombrini, 8 N – 16149 Genova (I)
Tel. +3901064371 - fax +390106437204
PEC: arpal@pec.arpal.gov.it
www.arpal.gov.it
C.F. e P.IVA 01305930107

RINA
BS OHSAS 18001
Sistema Salute e Sicurezza sul Lavoro
Certificato

arpal.ARPAL.REGISTRO UFFICIALE.I.0014610.11-06-2014.h.12:28

Città della Spezia

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure AOO ARPAL
REGISTRO UFFICIALE 0014610
11/06/2014 12:28 - INGRESSO
0000013315800

DIPARTIMENTO II - TERRITORIO E
POLITICHE AMBIENTALI
C.d.R. AMBIENTE
(tel. 0187/727406 – 369 – 346 fax 0187/778230)

Prot. 55398

LI 10 GIU. 2014

Oggetto: Verbale riunione per attuazione prescrizioni 14 e 18 del parere istruttoria A.I.A. termocentale ENEL della Spezia

Al Comune di ARCOLA
Area Ambiente
P. Muccini 1 Arcola (SP)

Alla Provincia Area Ambiente
V. Vittorio Veneto 2 La Spezia

All'ARPAL Dipartimento Provinciale
V. Fontevivo 21 La Spezia

All'ENEL Produzione
V. Valdilocchi 32 La Spezia

Avendo acquisito tutte le sottoscrizioni, si trasmette copia del verbale in oggetto.
Ad ENEL si invia duplice copia, affinche, se ritenuto necessario, ne faccia pervenire una a CESI

IL FUNZIONARIO
Dr. Lanfranco Biso

VERBALE RIUNIONE COMUNE DI LA SPEZIA - COMUNE DI ARCOLA – PROVINCIA DI LA SPEZIA – ARPA LIGURIA Dipartimento di La Spezia – ENEL – CESI SU PROTOCOLLI DI ATTUAZIONE PRESCRIZIONI 14 E 18 DEL PARERE ISTRUTTORIO COMMISSIONE IPPC CONTENUTO IN AIA DELLA CENTRALE ENEL "EUGENIO MONTALE" DI LA SPEZIA ED AVANZAMENTO ATTIVITÀ RQA

La Spezia, 16/04/2014

27 MAG 2014
8982

Presso il Comune di La Spezia, in Piazza Europa n. 1, sono presenti:

Per Comune di La Spezia: D. Natale, C. Canneti, L. Niggi, L. Biso, S. Masetti

Per Comune di Arcola: S. Parodi

Per Provincia di La Spezia: R. Serafini, S. Angelini

Per ARPAL, Dipartimento di La Spezia: F. Colonna, G. Leveratto

Per ENEL: V. Moro, L. Guarino, M. Muzzi,

Per CESI. M. Maspero

PARTE 1

Nel corso della riunione vengono esaminati e discussi le prescrizioni 14 e 18 contenute nel paragrafo 10 del parere della Commissione Istruttoria IPPC, parte integrante della Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per l'esercizio della centrale ENEL "Eugenio Montale" di La Spezia rilasciata con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 06/09/2013, prot. 0000244.

ARPAL, presenta i protocolli di attuazione delle citate prescrizioni, contenuti negli Allegati 1 e 2 del presente verbale, congiuntamente con CESI, incaricato dal Gestore di condurre, insieme ad ARPAL, i monitoraggi previsti dalle prescrizioni,.
Gli Enti Locali presenti approvano i protocolli di attuazione con le seguenti modifiche:

Per quanto attiene la prescrizione n. 14, viene aggiunta una postazione di monitoraggio sul territorio del Comune di Arcola in località Baccano; il Comune di Arcola si impegna ad individuare una postazione idonea alla collocazione dei deposimetri;
Il monitoraggio con deposi metri nella zona di Via del Canaletto sarà effettuato in concomitanza alla campagna con mezzo mobile;
Per la prescrizione n. 18, si conviene di aggiungere una postazione di deposimetri in corrispondenza del diffusore a mare di Enel.

Arpal richiede al Comune che vengano forniti i dati relativi al traffico urbano, inoltre rileva la necessità di acquisire i dati relativi al traffico portuale.

PARTE 2

Nel corso dell'incontro vengono esaminate anche le problematiche legate alla RQA e SME e le parti interessate concordano che:

Per quanto riguarda la RQA, Enel si impegna a sistemare ed attivare le stazioni di monitoraggio localizzate a Pitelli ed a Sarzana entro l'estate e di provvedere con la stessa tempistica a definire la localizzazione della stazione di Follo ;
di mantenere in servizio anche la stazione posta in loc. S. Venerio (attualmente in servizio ma con richiesta di spostamento da parte del parroco) quanto meno finché non sarà ripristinata la stazione di Pitelli;

Enel a seguito di richiesta avanzata dalla Provincia, estenderà anche ad Arpal ed al Comune della Spezia la visualizzazione dei dati in tempo reale dello SME che registra i dati delle emissioni in atmosfera a camino della Centrale.

Letto, approvato e sottoscritto.

Allegati:
Allegato 1 – Protocollo di attuazione della prescrizione 14
Allegato 2 – Protocollo di attuazione della prescrizione 18

Protocollo di attuazione della prescrizione 14

1 PREMESSA

La Centrale ENEL Eugenio Montale di La Spezia ha ricevuto l'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per il suo esercizio con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 06/09/2013 (prot. 0000244). Nel parere della Commissione Istruttoria IPPC parte integrante della AIA, nel paragrafo 10 sono contenute una serie di prescrizioni. Nel presente protocollo di attuazione è presa in considerazione la prescrizione 14 del parere della Commissione Istruttoria IPPC che prevede:
"*Si prescrive l'implementazione di campagne annuali di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche, da realizzarsi con ARPAL e Amministrazione Comunale, per il dosaggio di metalli (As, Pb, Cd, Ni, V, Cu, Cr, Mn, Hg e Tl), IPA cancerogeni, diossine e furani e PCB, con particolare riferimento a dioxin like. Anche garantendo la piena collaborazione con Enti Locali ed ARPAL per l'attualizzazione dell'esistente PRQA*".

Il Gestore, ai fini dell'ottemperanza alla prescrizione di cui sopra, si avvale del supporto di CESI. Nel seguito sono descritte in dettaglio le attività definite d'intesa con ARPAL Dipartimento della Spezia. Tutti i monitoraggi verranno effettuati in collaborazione e sotto la supervisione tecnica di ARPAL.

2 MODALITÀ DI ATTUAZIONE DELLA PRESCRIZIONE 14

Per l'attuazione della prescrizione 14, d'intesa con ARPAL, sono stati presi in considerazione i seguenti aspetti:

- Definizione del numero e durata delle campagne annuali;
- Individuazione delle postazioni di monitoraggio, in funzione delle loro caratteristiche;
- Tipo di deposimetri da utilizzare nelle campagne in funzione dei parametri da monitorare;
- Parametri chimici da monitorare e modalità di suddivisione del lavoro analitico;
- Individuazione delle stazioni meteorologiche più adatte a descrivere le caratteristiche meteoclimatiche dei periodi di monitoraggio;
- Validazione dei dati;
- Modalità di elaborazione dei risultati analitici e meteoclimatici;
- Raccolta di dati ed informazioni sulle sorgenti presenti sul territorio da utilizzare per la stesura dei commenti e delle valutazione dei monitoraggi.

Per il 2014, primo anno di attuazione dei monitoraggi e in assenza di dati pregressi, si utilizzerà un ampio protocollo sperimentale per ottenere un numero sufficiente di informazioni sulle caratteristiche delle deposizioni nel comprensorio di La Spezia in modo da per poter orientare in maniera più mirata i successivi monitoraggi. I risultati dei monitoraggi verranno pertanto anche valutati per la ridefinizione dei punti di monitoraggio delle successive campagne.

2.1 Definizione del numero e durata delle "campagne annuali di monitoraggio"

Nel primo anno di applicazione della prescrizione 14, le previste "campagne annuali di monitoraggio" comprenderanno due congrui periodi di monitoraggio, uno in periodo estivo e uno in periodo invernale, al fine di includere i due periodi più significativi dal punto di vista meteoclimatico. In particolare, per l'anno 2014 si effettueranno campionamenti delle deposizioni atmosferiche anche durante il periodo di fermo per manutenzione della Centrale di La Spezia, previsto in maggio-giugno. Dopo il riavvio e la messa a regime della Centrale, i campionamenti delle deposizioni riprenderanno, effettuando due periodi di monitoraggio consecutivi, ciascuno della durata di circa un mese. Il prospetto seguente esemplifica il programma temporale di massima:

Fase	Date	Note
Fermata Centrale per manutenzione	*5 maggio*	
Campagna durante fermata centrale	20/05 – 19/06	
Riavvio previsto Centrale	*30 giugno*	
1° campagna estiva	07/07 – 06/08	
2° campagna estiva	06/08 – 05/09	

Il programma temporale sopra indicato potrà subire modifiche in funzione del prolungarsi o meno delle attività di manutenzione della Centrale.
La campagna invernale verrà programmata per gennaio-febbraio 2015.
Negli anni successivi, il programma delle campagne annuali potrà essere modificato in funzione dei risultati ottenuti.

2.2 Individuazione delle postazioni di monitoraggio

Il 27 marzo 2014 è stato condotto un sopralluogo congiunto ARPAL-ENEL presso le postazioni della RRQA gestita da ARPAL di La Spezia, comprendente le postazioni della ex-rete di monitoraggio di ENEL. Il sopralluogo ha avuto lo scopo di verificare la fattibilità tecnica dell'alloggiamento dei deposimetri necessari per effettuare i monitoraggi, nonché valutare la fattibilità del posizionamento dei deposimetri, in base alle caratteristiche tecniche e logistiche della postazione, tenendo presente anche i criteri generali di microscala e i possibili impedimenti dovuti ad ostacoli naturali o antropici, al fine di eseguire un campionamento rappresentativo.

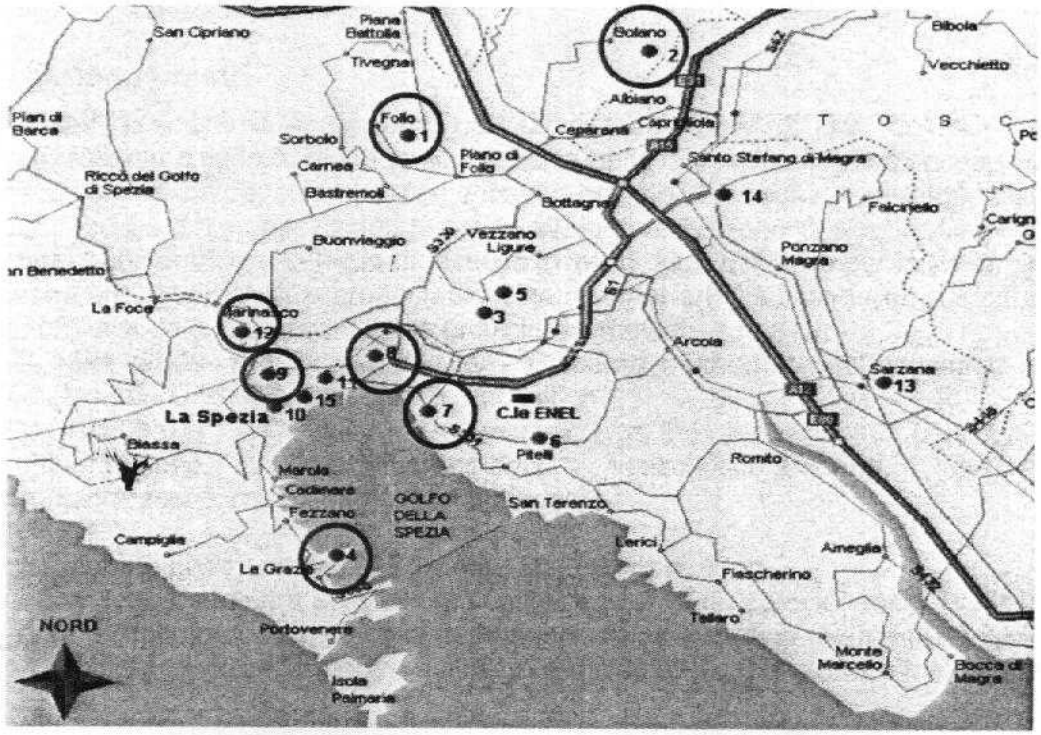
L'individuazione, congiunta con ARPAL, delle postazioni in cui effettuare il monitoraggio è stata condotta con lo scopo di assicurare la massima rappresentatività delle misure. Nello specifico sono state individuate 7 postazioni in modo da includere, secondo la classificazione di ARPAL, almeno una postazione per tipologia significativa (fondo urbano e suburbano, traffico, industriale, ecc.).
Nella tabella che segue sono indicate le postazioni individuate secondo i criteri sopra esposti e le integrazioni della attuale strumentazione per il rilevamento della qualità dell'aria:

Postazione	Tipologia ARPAL	Significatività per le deposizioni	Strumentazione esistente	Integrazione strumentazione meteo[1]	*Integrazione strumentazione qualità aria*
Chiappa	Fondo suburbana	Postazione di "bianco"	NOx e O_3	VV,DV 10 m, TA, UR, PA, PR	*PM10 (campionamento su filtro per 24 ore)*
Fossamastra	Industriale urbana	Deposizioni industriali, traffico, porto.	SO_2, NOx, PM10, PM2,5	-	*(strumento per contare traffico)*
Maggiolina	Fondo urbana	Fondo cittadino	SO_2, NOX, CO, O_3, PM10, PM2,5	-	-
Piazza San Bon	Traffico urbana	Traffico urbano	CO, NOx, Benzene, PM10	-	-
Le Grazie	(ex RRQA ENEL)	Deposizioni Industriali	SO_2, NOx	VV, DV 10 m, TA, UR, PA, PR, RN, RG	*PM10 (campionamento su filtro per 24 ore)*
Follo	(ex RRQA ENEL)	Deposizioni Industriali	-	VV, DV 10 m,	*PM10 (campionamento su filtro per 24 ore)*
Bolano (area verde nel centro storico)	(ex RRQA ENEL)	Deposizioni Industriali	SO_2, NOx, O_3	VV, DV 10 m, TA, UR, PA, RG	-

Enel, d'intesa con ARPAL, ha previsto di integrare l'attuale dotazione strumentale delle postazioni individuate, aggiungendo la strumentazione necessaria per il rilevamento dei parametri meteoclimatici e del PM10, per il periodo temporale previsto per i monitoraggi. Nella figura

[1] VV, DV 10m=Velocità e Direzione Vento a 10 m da terra; TA=Temperatura Aria; UR=Umidità Aria; PA=Pressione Atmosferica; PR= Precipitazioni; RN=Radiazione Netta; RG=Radiazione Globale.

seguente sono indicate le postazioni che saranno utilizzate per il monitoraggio delle deposizioni:



1 - Follo	**7 - Fossamastra**	**12 - La Chiappa**
2 - Bolano	**8 - Maggiolina**	
4 - Le Grazie	**9 - Saint Bon**	

Ciascuna di queste postazioni sarà dotata di un deposimetro "bulk" di tipo "bottle + funnel" per la raccolta delle deposizioni destinate alle determinazione di specie metalliche e di un deposimetro "bulk", sempre di tipo "bottle + funnel", adatto alla raccolta delle deposizioni destinate alle determinazione di microinquinanti organici (IPA cancerogeni, diossine e furani e PCB *dioxin like*).Le caratteristiche dei deposimetri sono in accordo con la normativa vigente e sono tra quelli previsti dai metodi standard seguenti:

- UNI EN 15841:2009 "*Ambient air quality - Standard method for determination of arsenic, cadmium, lead and nickel in atmospheric deposition*";
- UNI EN 15980:2011 "*Air quality - Determination of the deposition of benz[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, dibenz[a,h]anthracene and indeno[1,2,3-cd]pyrene*".

I deposimetri saranno posizionati su pali a circa 180-200 cm da terra.

Di seguito sono elencate le predisposizioni logistiche per poter ubicare i deposimetri e la strumentazione integrativa indicata nella tabella precedente:

Postazione	Predisposizioni nelle postazioni
Chiappa	Recinzione per depobulk
Fossamastra	Predisposizione per ubicazione depobulk su tetto bypass
Le Grazie	Piattaforma per supporto strumenti e fissaggio palo meteo
Follo	Recinzione per depobulk- anche se si utilizza laboratorio mobile
Maggiolina	Nessun intervento necessario
Piazza San Bon	Recinzione per depobulk
Bolano (area verde nel centro storico)	Recinzione larga per controventi

Oltre alle postazioni di monitoraggio sopra indicate, ARPAL di La Spezia si riserva di utilizzare il mezzo mobile per il rilevamento della qualità dell'aria, di proprietà dell'Autorità Portuale, per effettuare rilievi nell'area di Marina di Canaletto, sia durante il periodo di fermo della Centrale sia in

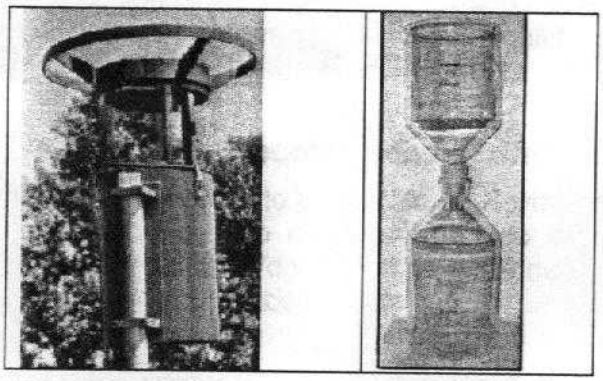
quello di funzionamento dell'impianto. In tal caso, il mezzo mobile sarà dotato anche di deposimetri dello stesso tipo utilizzato nelle postazioni fisse.

2.3 Tipi di deposimetri

Ciascuna delle postazioni sarà dotata di due deposimetri "bulk" di tipo "bottle + funnel" che raccolgono indistintamente la frazione umida e secca delle deposizioni atmosferiche (deposizione atmosferica integrale). Un deposimetro, con imbuto e bottiglia di raccolta in materiale plastico, sarà dedicato alla raccolta delle deposizioni destinate alle determinazione di specie metalliche mentre un deposimetro, con imbuto e bottiglia di raccolta in vetro, sarà utilizzato per la determinazione di microinquinanti organici (IPA cancerogeni, diossine e furani e PCB *dioxin like*). Le caratteristiche dei deposimetri sono in accordo con quelle previste dai metodi:

- UNI EN 15841:2009 "Ambient air quality - Standard method for determination of arsenic, cadmium, lead and nickel in atmospheric deposition";
- UNI EN 15980:2011 "Air quality - Determination of the deposition of benz[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, dibenz[a,h]anthracene and indeno[1,2,3-cd]pyrene".

I deposimetri saranno posizionati su pali a circa 180-200 cm da terra.
Nella figura che segue, a destra è visibile la configurazione di un campionatore "bottle+funnel": la parte superiore è l'imbuto di raccolta delle deposizioni umide e secche mentre nella parte inferiore costituisce la bottiglia di raccolta mentre a sinistra è mostrato il campionatore in configurazione di prelievo:



2.4 Parametri chimici da monitorare nelle deposizioni, suddivisione del lavoro analitico e validazione dei dati

La prescrizione 14 indica esplicitamente i singoli metalli e più genericamente le classi di microinquinanti organici da monitorare nelle deposizioni.
I campioni di deposizione atmosferica integrale saranno opportunamente trattati per ottenere una fase solida su filtro ed una fase liquida. I microinquinanti metallici ed organici verranno determinati su entrambe le fasi ottenute nelle attività di laboratorio.

Per quanto riguarda gli IPA cancerogeni da monitorare, si determineranno prioritariamente i seguenti composti previsti dal metodo UNI EN 15841, mediante gascromatografia ad alta risoluzione con rivelatore a spettrometria di massa (HRGC/LRMS): benzo[a]antracene; benzo[b]fluorantene; benzo[j]fluorantene; benzo[k]fluorantene; benzo[a] pirene; dibenzo [a,h] antracene; indeno [1,2,3-cd] pirene.
A questi IPA, saranno aggiunti ulteriori idrocarburi policiclici aromatici di interesse al monitoraggio: fenantrene, antracene, fluorantene, pirene, crisene, benzo(e)pirene, benzo(ghi)perilene, dibenzo[a,e]pirene, dibenzo[a,i]pirene, dibenzo[a,h]pirene, dibenzo[a,l]pirene.
Per quanto riguarda policlorodibenzodiossine (PCDD), policlorodibenzofurani (PCDF) e PCB dioxin like (DL), verranno determinati i composti per i quali è stato stabilito internazionalmente un fattore di tossicità.

Le attività analitiche saranno così suddivise:

- preparazione dei campioni di deposizioni per la determinazione di metalli e composti organici: congiuntamente tra ARPAL e CESI, con procedura concordata dai rispettivi tecnici di laboratorio;
- analisi di PCDD/F, PCB DL, IPA: ARPAL;
- analisi dei metalli: CESI.

ARPAL validerà i risultati delle analisi dei campioni analizzati a cura di CESI (metalli) eseguendo analisi in replicato sul 10-20% dei campioni raccolti durante le campagne.
Per ciascun deposimetro, verrà inoltre determinata l'entità della deposizione di particolato sedimentabile insolubile in acqua (analisi gravimetrica) e di fase acquosa (precipitazione umida), se presente.
I tecnici individuati da ARPAL e CESI si riuniranno periodicamente per l'esame dei risultati ottenuti dai monitoraggi e valuteranno gli esiti delle modalità di validazione dei dati.

2.5 Analisi integrative

Oltre ai parametri sopra indicati, nella fase acquosa dei deposimetri verranno determinate le seguenti specie ioniche: Na, K, Ca, Mg, NH4, SO_4, NO_3, Cl.
Nelle tre postazioni in cui verranno installati i campionatori integrativi di PM10 (Chiappa, Le Grazie e Follo), su un numero selezionato di campioni, scelti congiuntamente da ARPAL e CESI in base a criteri meteoclimatici, verranno determinati metalli, EC, OC e levoglucosano per la valutazione preliminare della incidenza di eventuali altre sorgenti che insistono sul territorio in esame. In base ai risultati preliminari, saranno valutati i parametri chimici più significativi per la individuazione di ulteriori sorgenti.

2.6 Individuazione delle stazioni meteorologiche di riferimento

Le postazioni meteorologiche di Comune, Porto Lotti e Monte Beverone verranno utilizzate come riferimento per le condizioni meteoclimatiche durante il periodo delle campagne. I dati delle postazioni di riferimento saranno confrontati e/o integrati da quelli delle postazioni meteorologiche installate nelle postazioni di monitoraggio (v. tabella sopra).

2.7 Elaborazione dei risultati analitici e meteoclimatici.

I tecnici individuati da ARPAL e CESI si riuniranno per stabilire le modalità di elaborazione dei risultati dei monitoraggi dei microinquinanti e di quelli meteoclimatici. Le elaborazioni numeriche successive saranno condotte congiuntamente tra gli enti coinvolti nella attività di monitoraggio e presentati in un rapporto conclusivo.

2.8 Raccolta di dati ed informazioni sulle sorgenti presenti sul territorio

Saranno raccolti presso gli Enti territoriali competenti dati ed informazioni utili a consentire di valutare l'entità di altre significative sorgenti presenti nel comprensorio di La Spezia, in particolare:

- Entità del traffico su ruota, con particolare riferimento alla zona di Fossamastra;
- Entità del traffico navale nel porto di La Spezia;
- Incidenza della combustione di biomasse sulla qualità dell'aria.

Protocollo di attuazione della prescrizione 18

1 PREMESSA

La Centrale ENEL Eugenio Montale di La Spezia ha ottenuto l'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 06/09/2013 (prot. 0000244). Nel parere della Commissione Istruttoria IPPC parte integrante della AIA, nel paragrafo 10 sono contenute una serie di prescrizioni. Nel presente documento è presa in considerazione la **prescrizione 18** che prevede:
"*Considerata l'importanza delle attività di scarico, movimentazione, stoccaggio e manipolazione del carbone quale sorgente di inquinamento è auspicabile una verifica dell'efficacia delle iniziative adottate che consenta alle Autorità locali competenti un corretta gestione dei rischi per la salute. Si prescrive pertanto al Gestore, d'intesa con ARPAL e Amministrazione comunale, l'attivazione di periodiche campagne di monitoraggio che, anche adottando tecniche di source apportionment, analizzino le deposizioni atmosferiche nelle aree prospicienti gli impianti in relazione alle potenziali sorgenti*".

Il Gestore ha incaricato CESI di eseguire i monitoraggi ambientali previsti dalla prescrizione. Nel seguito sono descritte in dettaglio le attività definite d'intesa con ARPAL Dipartimento della Spezia. Tutti i monitoraggi verranno effettuati in collaborazione e sotto la supervisione tecnica di ARPAL.

2 MODALITÀ DI ATTUAZIONE DELLA PRESCRIZIONE 18

Per l'attuazione della prescrizione 18, ARPAL e CESI hanno preso in considerazione i seguenti aspetti:

- individuazione delle postazioni di monitoraggio "nelle aree prospicienti gli impianti";
- definizione della periodicità delle campagne di monitoraggio;
- tipo di deposimetri da utilizzare nelle campagne di monitoraggio;
- parametri da monitorare nelle deposizioni atmosferiche;
- Individuazione della stazione meteorologica più adatta a descrivere le caratteristiche meteoclimatiche dei periodi di monitoraggio;
- Validazioni dei dati;
- Elaborazione dei risultati analitici e meteoclimatici.

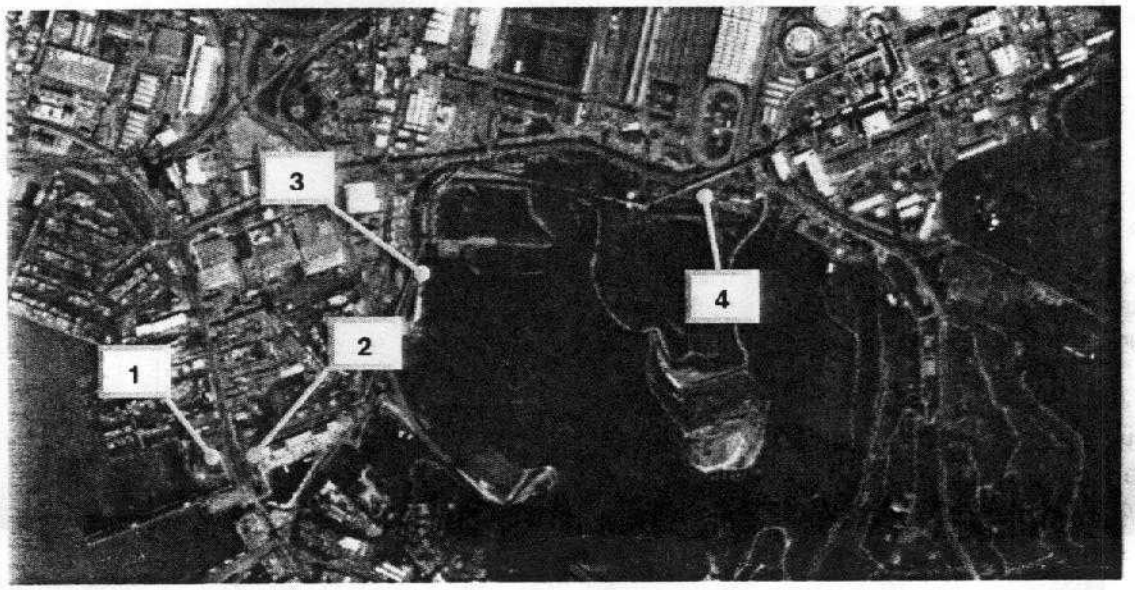
Per il 2014, primo anno di attuazione dei monitoraggi e in assenza di dati pregressi, si utilizzerà un ampio protocollo sperimentale per ottenere un numero sufficiente di informazioni sulle caratteristiche delle deposizioni atmosferiche riferibili all'utilizzo del carbone nella Centrale di La Spezia. I risultati dei monitoraggi verranno valutati congiuntamente da ARPAL e CESI per l'adozione di eventuali azioni correttive o la ridefinizione dei punti di monitoraggio.

2.1 Individuazione delle postazioni di monitoraggio "nelle aree prospicienti gli impianti"

In accordo con ARPAL, sono state individuate le aree inserite nella tabella seguente come quelle interessate alle attività di scarico, movimentazione, stoccaggio e manipolazione del carbone, seguendo il percorso del carbone dallo scarico delle navi alla banchina ENEL alla Centrale "Eugenio Montale":

Operazione	Area	Rif. in figura
Scarico del carbone da navi	Banchina ENEL	1
Scarico del carbone da navi e emissioni da Torre T2	Area "bypass", prospiciente la banchina ENEL	2
Trasporto del carbone dalla banchina al carbonile e emissioni di polveri dal carbonile	Area prospiciente la Torre 4	3
Trasporto del carbone dalla banchina al carbonile emissioni di polveri dal carbonile	Area tra Torre 7 e Centrale	4

Le postazioni sono indicate nella figura che segue:



Tali aree sono state visionate il 27 marzo 2014, durante il sopralluogo presso le postazioni della RRQA di La Spezia e considerate idonee da ARPAL, in quanto non presentano ostacoli od impedimenti che possano influire sulla rappresentatività delle deposizioni. A queste aree, sarà aggiunta una postazione di monitoraggio presso il "Terminal Ravano", a cura di ARPAL, o utilizzato il periodo di monitoraggio nell'area di Marina di Canaletto, sempre a cura di ARPAL, per avere indicazioni sul valore di fondo dovuto alle attività portuali.

Oltre alle deposizioni atmosferiche previste dalla prescrizione 18, saranno monitorate anche le polveri totali sospese (PTS), le più rappresentative visivamente della polverosità. Le postazioni saranno quindi attrezzate con la strumentazione indicata nella tabella seguente:

Rif. in figura	Postazione	Significatività per le deposizioni	Deposimetri	Strumentazione meteo[1]	Strumentazione qualità aria
1	Banchina ENEL	Scarico del carbone da navi	bulk per inorganici	VV e DV 10m, TA, UR, PA, PR	PTS (ARPAL)-
2	Area "bypass", prospiciente la banchina ENEL	Scarico del carbone da navi e emissioni da Torre T2	bulk per inorganici	-	PTS Skypost (CESI)
3	Area prospiciente la Torre 4	Trasporto del carbone dalla banchina al carbonile e emissioni di polveri dal carbonile	bulk per inorganici	-	PTS Skypost (CESI)
4	Area tra Torre 7 e Centrale	Trasporto del carbone dalla banchina al carbonile emissioni di polveri dal carbonile	bulk per inorganici	VV e DV 10m	PTS Skypost (CESI)

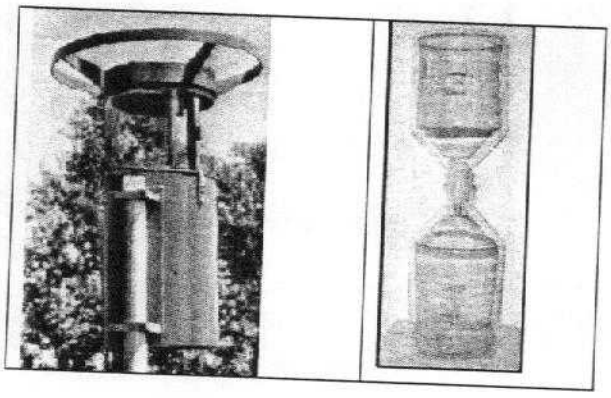
[1] VV e DV a 10m= Velocità e Direzione del Vento a 10 m; TA=Temperatura Aria; UR=Umidità Aria; PA=Pressione Atmosferica; PR= Precipitazioni.

2.2 Periodicità delle campagne di monitoraggio

Le attività di monitoraggio della prescrizione 18 saranno cadenzate in relazione alle attività di scarico dalla nave al carbonile e/o di trasporto dal carbonile alla Centrale e sarà condotto un periodo di monitoraggio all'anno., sulla scorta del lavoro già effettuato nel 2012.
Per il 2014 sarà effettuato un periodo di monitoraggio di un mese durante la fermata programmata del gruppo 3 (presumibilmente dal 20 maggio al 19 giugno) per acquisire i valori di fondo della zona. Dopo il riavvio del gruppo 3 a carbone (presumibilmente dal 30 giugno) e alla conseguente ripresa della movimentazione del carbone, sarà predisposto congiuntamente da ARPAL e CESI, sentita ENEL, un programma temporale di massima per definire i periodi di interesse al monitoraggio. Il monitoraggio con la Centrale in esercizio avrà la durata massima di 2 mesi.
Deposizioni atmosferiche e particolato PTS verranno pertanto prelevati in due distinte situazioni: "movimentazione" del carbone, che può variare in funzione della parte di impianto in funzione, e in assenza di movimentazione del carbone.

2.3 Tipi di deposimetri

Ciascuna delle postazioni di interesse alla prescrizione 18 sarà dotata di un deposimetro "bulk" di tipo "bottle + funnel" che raccoglie indistintamente la frazione umida e secca delle deposizioni atmosferiche (deposizione atmosferica integrale). Verranno utilizzati i deposimetri con imbuto e bottiglia di raccolta in materiale plastico.
I deposimetri saranno posizionati su pali a circa 180-200 cm da terra.
Nella figura che segue, a destra è visibile la configurazione di un campionatore "bottle+funnel": la parte superiore è l'imbuto di raccolta delle deposizioni umide e secche mentre nella parte inferiore costituisce la bottiglia di raccolta mentre a sinistra è mostrato il campionatore in configurazione di prelievo:



2.4 Parametri da monitorare nelle deposizioni atmosferiche

Nelle deposizioni atmosferiche raccolte, si procederà alla determinazione dei seguenti parametri:

- volume di acqua raccolta, se presente;
- peso delle polveri insolubili in acqua, per la valutazione della entità del rateo di deposizione, tramite filtrazione della deposizione integrale o lisciviazione della deposizione secca in assenza di precipitazioni;
- sul materiale raccolto su filtri, si effettueranno:
  - indagini in microscopia a scansione elettronica (SEM) per la valutazione delle particelle di carbone;
  - analisi del contenuto di carbonio organico (OC) ed elementare (EC). La somma dei due fornirà il carbonio totale (TC);
  - determinazione di elementi metallici in analogia a quelli analizzati nelle deposizioni atmosferiche.

Lo stesso protocollo analitico sarà applicato ai campioni di particolato PTS raccolti su filtro.

Tutte le attività analitiche (preparazione campioni, analisi chimiche, ecc.) saranno effettuate da CESI con procedura concordata con ARPAL.
ARPAL validerà i risultati delle analisi dei campioni analizzati a cura di CESI (metalli, EC e OC) eseguendo analisi in replicato sul 10-20% dei campioni raccolti durante le campagne.

2.5 Individuazione delle stazioni meteorologiche di riferimento

Le postazioni meteorologiche di Comune, Porto Lotti e Monte Beverone verranno utilizzate come riferimento per le condizioni meteoclimatiche durante il periodo delle campagne. I dati delle postazioni di riferimento saranno confrontati e/o integrati da quelli delle postazioni meteorologiche installate nelle postazioni di monitoraggio (v. tabella sopra).

2.6 Elaborazione dei risultati analitici, meteoclimatici ed applicazioni di tecniche di *source apportionment.*

I tecnici di ARPAL e CESI si riuniranno per stabilire le modalità di elaborazione statistica dei risultati dei monitoraggi dei microinquinanti e di quelli meteoclimatici. Le elaborazioni numeriche successive saranno condotte congiuntamente tra gli enti coinvolti nella attività di monitoraggio e presentati in un rapporto conclusivo.
Per quanto riguarda l'applicazione delle consuete tecniche di *source apportionment (CMB8, PMF, ecc.),* dato che esse vengono applicate normalmente ad un congruo numero di campioni di particolato aerodisperso di granulometria fine e molto raramente a deposizioni di particolato sedimentabile grossolano, verranno preferibilmente impiegate tecniche alternative che integrino parametri chimici e meteoclimatici per la valutazione delle relazioni tra direzioni prevalenti dei venti e potenziali sorgenti della movimentazione del carbone.

All. 3

Modifiche protocollo

A seguito dell'effettuazione delle campagne e dell'elaborazione dei dati dei monitoraggi degli anni 2014-2015-2016 relativi alle due prescrizioni AIA ENEL si attuano le seguenti modifiche al "Protocollo di attuazione delle prescrizioni 14 e 18 dell'AIA ENEL CTE della Spezia" così come definito nella riunione del 16/04/2014.

Prescrizione 14

1. Monitoraggio delle deposizioni (solo componente inorganica, come indicato nel protocollo) su tutto l'anno nel sito aggiuntivo di MELARA (stimate ulteriori 8 campagne mensili) individuato dal modello diffusionale (Prescrizione 15 AIA) come punto di massima ricaduta;
2. Riduzione dei siti di monitoraggio delle sole diossine: da 9 siti fissi + 1 a spot su Mezzo Mobile AP (tipicamente sito di Marina del Canaletto) a 5 fissi (Fossamastra, Maggiolina, Follo, Le Grazie, Melara);
3. Confermata la suddivisione su nr. 4 campagne da 1 mese, ma da realizzarsi 1 per ciascuna stagione al fine di garantire la rappresentatività stagionale prevista dalla vigente normativa (dlgs 155/2010).

Prescrizione 18

4. Monitoraggio delle deposizioni (solo componente inorganica, come indicato nel protocollo) su tutto l'anno nel sito di BYPASS (stimate ulteriori 9 campagne mensili);
5. Spostamento postazione di fondo da "DIFFUSORE" (sito poco rappresentativo delle pressioni per via della presenza di ostacoli significativi nelle immediate vicinanze) a "RAVANO" dove è già stata attivato nel 2015 il monitoraggio delle PTS, analogamente alle altre postazioni P18;
6. Eliminazione delle determinazioni analitiche con SEM sulle deposizioni in quanto non hanno prodotto risultati quantitativamente significativi;
7. Esecuzione di nr. 2 campagne zona Banchina ENEL (nr. 1 con scarico da nave e nr. 1 senza scarico da nave) con l'impiego di coppia di campionatori Vento Selettivi e determinazioni analitiche di metalli e specie ioniche sui filtri relativi al particolato con diametro aerodinamico < 10 um;
8. Attività di Source Apportionment di PM10 (con determinazione analitica su ciascun campione di metalli, specie ioniche, EC/OC) nel sito recettore di FOSSAMASTRA da effettuarsi su circa 100 campioni omogeneamente distribuiti nel corso delle campagne.

6/12/2016

ARPAL (COLONNA)

COMUNE SP (CANNETI)

PROVINCIA SP (BENVENUTO)