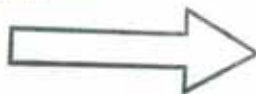




DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA TECNICA SVILUPPO E ASSISTENZA IMPIANTI

00198 Roma, Viale Regina Margherita 125
T +39 0683054401 - F +39 0683054406



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio
e del Mare - ex Direzione Salvaguardia Ambientale

E.prot exDSA-2009-0030996 del 19/11/2009

Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio e del Mare
D.G. Salvaguardia Ambientale
Via C. Colombo, 44
00147 - Roma

Ministero dello Sviluppo Economico
Dipartimento per l'Energia
D.G per l'Energia Nucleare le Energie
Rinnovabili e l'Efficienza Energetica
Ufficio XII - Prod. di Energia Elettrica
Via Molise, 2
00187 - Roma

Ministero del Lavoro, Salute e Politiche
Sociali
D.G. per la Prevenzione Sanitaria -
Ufficio IV
Via Giorgio Ribotta, 5
00144 - Roma

Regione Lazio
Assessorato Ambiente e Cooperazione
tra i Popoli
Via del Tintoretto, 432
00145 - Roma

Provincia di Roma
Dipartimento IV Servizi di Tutela
Ambientale
Via Tiburtina 691
00159 - Roma

Comune di Civitavecchia
Ufficio Sig. Sindaco
Piazza Pietro Guglielmotti, 7
00053 - Civitavecchia (RM)

ISPRA
Dipartimento Stato dell'Ambiente
Via Vitaliano Brancati, 48
00144 - Roma

ARPA Lazio
Direzione Tecnica
Via Boncompagni, 101
00187 Roma



95d 3967645

Osservatorio Ambientale
c.a. del Presidente
Dott. Manrico Coleine
c/o Comune di Civitavecchia
Piazza Pietro Guglielmotti, 7
00053 - Civitavecchia (RM)

OGGETTO: Centrale termoelettrica Enel di Torrevaldaliga Nord. Adempimento alle prescrizioni del decreto autorizzativo n. 55/02/2003 in merito alle Campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico. Invio rapporto sintetico relativo all'anno 2008.

Con riferimento a quanto prescritto nel Decreto di autorizzazione 55/02/2003 per la trasformazione a carbone dell'impianto in oggetto, e specificatamente all'allegato2, art.2, al punto "*Campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico*", si trasmette il secondo Rapporto Annuale di Sintesi dei risultati analitici delle campagne di monitoraggio dei microinquinanti presso le postazioni di misura di Parco Antonelli, Borgo Aurelia, Bagni Sant'Agostino e Poggio Ombriccolo, eseguite nel corso dell'anno 2008 in conformità al progetto approvato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con lettera prot.19682 del 24/07/2006, e secondo le intese con ARPA Lazio, dalla stessa formalizzate con comunicazione prot. 25210 del 16/10/2008. Come indicato nel decreto autorizzativo, il rapporto è anche finalizzato alla diffusione dei dati alla popolazione, tramite l'Osservatorio Ambientale, e allo scopo restiamo a disposizione per eventuali adeguamenti del format che si dovessero rendere necessari.
Distinti saluti

Leonardo Arrighi
IL RESPONSABILE



All.: Rapporto ISMES A9024001

AUT



Cliente ENEL Produzione S.p.A

Oggetto Centrale di Torrevaldaliga Nord - Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico del comprensorio di Civitavecchia: sintesi delle attività di campionamento e dei risultati analitici per l'anno **2008**

Ordine AQ 8400006584 – Attingimento Nr. 4000180665 del 14-05-2008

Note AG07ATM013 lettera di trasmissione prot. A9024094

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 99 **N. pagine fuori testo** 0

Data 30/08/2009

Elaborato ATM - Maspero Mario
INGEGNERE C.T. n. 1

Verificato ATM - Carboni Gabriele
INGEGNERE C.T. n. 102

Approvato AMB - Il Responsabile - Fiore Antonio
INGEGNERE C.T. n. 107

Indice

1	PREMESSA	3
2	PIANO DI MONITORAGGIO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO	4
2.1	Frequenza di campionamento	4
2.2	Parametri e metodi chimici di analisi	5
2.3	Sistemi di campionamento	6
2.3.1	Sistemi di campionamento del particolato	7
2.3.2	Sistemi di campionamento delle deposizioni atmosferiche	7
3	SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO PER L'ANNO 2008	8
3.1	Valutazione dei campionamenti di PM10	8
3.1.1	Valori medi mensili di PM10	12
3.1.2	Valori medi annuali del PM10	15
3.2	Caratterizzazione chimica del particolato PM10	16
3.2.1	Metalli nel particolato PM10	16
3.2.1.1	Valori medi annuali di metalli nel PM10	23
3.2.2	Specie ioniche nel particolato PM10	26
3.2.2.1	Valori medi annuali di specie ioniche	33
3.2.3	Considerazioni sulle caratteristiche del particolato di Civitavecchia	34
3.3	Risultati e valutazioni della determinazione di IPA nel particolato PTS e in fase vapore	36
3.3.1.1	Valori medi annuali	43
3.4	Deposizioni atmosferiche	48
3.4.1	Deposizioni atmosferiche umide	48
3.4.1.1	Metalli pesanti e specie ioniche nelle deposizioni umide	48
3.4.1.2	Idrocarburi aromatici policiclici (IPA) nelle deposizioni umide	64
3.4.1.3	Composizione delle deposizioni umide	71
3.4.2	Deposizioni atmosferiche secche	73
3.4.2.1	Metalli e specie ioniche nelle deposizioni secche	73
3.4.2.2	Idrocarburi Aromatici policiclici (IPA) nelle deposizioni secche	84
3.4.2.3	Composizione e rateo della deposizione secca	91
3.4.3	Deposizioni totali da eventi umidi e secchi	93
4	CONCLUSIONI	97

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	30/07/2009	A9024001	Prima emissione

1 PREMESSA

Con riferimento all'allegato 2 al decreto del Ministero delle Attività Produttive n. 55/02/2003 del 24 dicembre 2003 di autorizzazione alla conversione a carbone della Centrale di Torrevaldaliga Nord, ENEL ha elaborato le proposte di attività per ottemperare alle prescrizioni in esso contenute, e descritte nel "Piano delle campagne di monitoraggio e biomonitoraggio" (documento Enel EP/2001001976 del gennaio 2004). Tale piano contiene la "Proposta per l'esecuzione di campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico da attuare nell'area circostante la centrale di Torrevaldaliga Nord" che deriva dall'analisi dei risultati acquisiti in diverse campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico eseguite da ENEL in passato nel comprensorio di Civitavecchia.

Il Comitato di controllo ha ritenuto la documentazione fornita da ENEL conforme a quanto richiesto dal DEC/VIA/680¹, a condizione del rispetto di alcune indicazioni.

Enel ha quindi richiesto a CESI l'elaborazione di un documento che sintetizzasse i risultati acquisiti fino ad ora e che illustrasse la proposta operativa del piano di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico nell'area circostante la centrale di Torrevaldaliga Nord convertita a carbone, tenendo conto sia della proposta contenuta nel documento Enel EP/2001001976 e sia delle indicazioni ricevute dal Comitato di controllo.

Successivamente ARPALazio (prot. 0022188 del 02/11/2006) ha trasmesso ad ENEL la valutazione della proposta operativa del piano di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico del comprensorio circostante la centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord, in cui si comunica che *"le campagne di rilevamento condotte dall'Enel per la valutazione della concentrazione di vari inquinanti in aria ambiente (...) non sembrano rappresentare un arco temporale significativo per la valutazione uniforme di tutto l'anno della qualità dell'aria"*. Pertanto ARPALazio ritiene indispensabile che *"le campagne di rilevamento dei microinquinanti calcolati sul materiale particolato PM10 e Totali (metalli e IPA), siano eseguite per il 2006/2007 in modo uniforme per tutto l'intero anno, in modo da creare un corretto riferimento della qualità dell'aria prima della conversione della Centrale Termoelettrica."*

Per la realizzazione dei dati di riferimento annuali, il numero delle giornate da monitorare dovrebbero essere almeno 52 e caratterizzate da una frequenza di campionamento uniforme e regolare per tutto l'anno, in accordo con quanto previsto dalla normativa vigente. Dopo la prima fase 2006/2007 si possono ipotizzare monitoraggi stagionali in inverno ed estate (periodi più critici per la concentrazioni di inquinanti) con frequenza di campionamento di un giorno ogni 6 per un totale di 5 giorni mensili".

Facendo seguito alla valutazione di ARPALazio, ENEL (prot. 09/G830 del 04/01/2007) ha richiesto inizialmente di limitare il monitoraggio annuale, articolato in 52 campionamenti, alle sole postazioni di Parco Antonelli e Aurelia, riducendo le misure presso le postazioni di Poggio Ombriccolo e S. Agostino alle sole stagioni invernale ed estiva. ArpaLazio (prot. 0001862 di 22/01/2007) ha risposto che *"vista la caratteristica tipicamente "rurale" delle postazioni di Poggio Ombriccolo e S. Agostino, pur condividendo la riduzione del numero di campionamenti da eseguire (da 52 a 26) durante le campagne di monitoraggio, la frequenza dei campionamenti comunque debba essere mantenuta uniforme e regolare per tutto l'anno"*.

¹ Comunicazione del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio - Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale del 28 aprile 2005 (prot. DSA/2005/010676)

Di conseguenza il piano dei monitoraggi definitivo prevede che per le postazioni di tipo urbano vengano effettuati i previsti 52 campionamenti ogni 6 giorni, mentre per le postazioni rurali (Poggio Ombriccolo e S. Agostino) i campionamenti siano effettuati con cadenza regolare di 12 giorni nel corso dell'anno.

Nel presente rapporto viene presentata una sintesi dei risultati del monitoraggio dei parametri chimici condotto nel **2008**, in accordo con le indicazioni e prescrizioni degli Enti di controllo, e sono inerenti alla caratterizzazione del livello di riferimento della qualità dell'aria del comprensorio di Civitavecchia in condizioni "ante operam", ovvero con la Centrale ENEL non funzionante.

2 PIANO DI MONITORAGGIO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

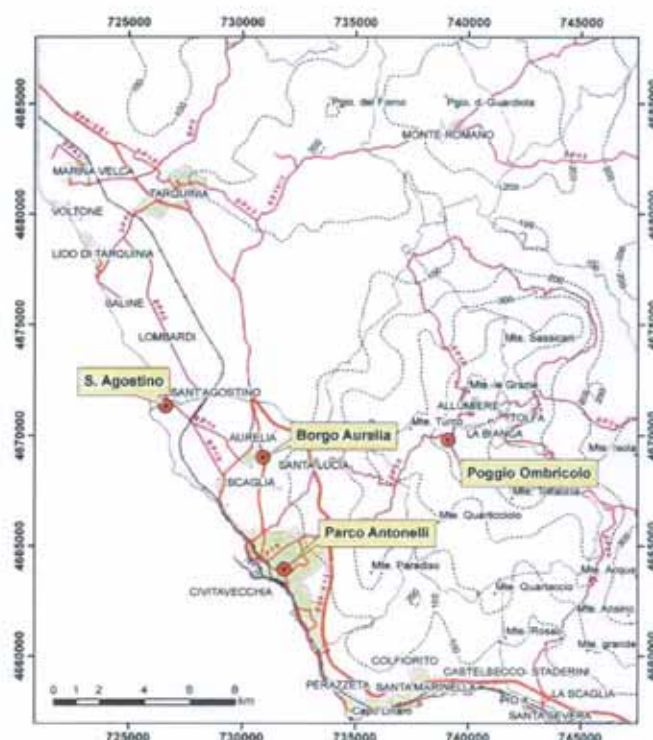
Il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico viene eseguito in corrispondenza delle quattro postazioni di misura individuate dall'allegato 2 al decreto del Ministero delle Attività Produttive n. 55/02/2003 del 24 dicembre 2003. Le postazioni di misura sono pertanto le seguenti:

- Borgo Aurelia, presso la postazione n° 1 della RRQA;
- Bagni S. Agostino, presso la postazione n° 2 della RRQA;
- Poggio Ombriccolo Tolfa, presso la postazione n° 9 della RRQA;
- Parco Antonelli, presso la postazione ARPA Lazio.

La figura a lato individua la posizione di ciascuna postazione.

In ciascuna postazione, sono stati effettuati campionamenti di particolato PM10, particolato totale e deposizioni umide e secche. Oltre alla misura della concentrazione di particolato, i campioni ottenuti sono stati analizzati per la determinazioni di microinquinanti organici ed inorganici (metalli), delle specie ioniche influenzanti l'acidità atmosferica e, relativamente alle sole deposizioni umide, anche per pH e conducibilità, come descritto in maggior dettaglio nei paragrafi successivi.

Le attività hanno avuto inizio nel gennaio 2007 con l'espletamento degli adempimenti burocratici per l'ottenimento dei permessi e delle utenze necessarie al funzionamento delle apparecchiature. Indi si è proceduto all'allestimento delle postazioni, comprensivo di opere civili per garantirne la sicurezza e all'avvio della strumentazione. Nel seguito vengono descritti in dettaglio i campionamenti annuali previsti per ciascuna postazione, i parametri da analizzare e i relativi metodi chimici.



2.1 Frequenza di campionamento

Come esplicitamente richiesto da ARPA Lazio ⁽²⁾, la frequenza di campionamento in ciascuna postazione è stata stabilita in "un giorno ogni 6 per un totale di 5 giorni mensili". In seguito, con la nota prot. 0001862 del 22/01/2007, ARPA Lazio ha valutato che "vista la caratteristica tipicamente rurale"

² ARPALazio, prot. 0022188 del 02/11/2006

delle postazioni di Poggio Ombriccolo e S. Agostino, pur condividendo la riduzione del numero di campionamenti da eseguire (da 52 a 26) durante le campagne di monitoraggio, la frequenza dei campionamenti comunque debba essere mantenuta uniforme e regolare per tutto l'anno".

Tenuto conto di queste disposizioni da parte dell'ente di controllo, la frequenza dei campionamenti è riassunta nella tabella che segue, in funzione del tipo di monitoraggio:

	Parco Antonelli	Borgo Aurelia	Bagni S. Agostino	Poggio Ombriccolo
Particolato PM10 per misure gravimetriche	ogni giorno	ogni giorno	ogni giorno	ogni giorno
Particolato Totale per analisi IPA	ogni 6 gg	ogni 6 gg	ogni 12 gg	ogni 12 gg
Particolato PM10 per analisi comp. Inorganici	ogni 6 gg	ogni 6 gg	ogni 12 gg	ogni 12 gg
Particolato PM10 per analisi anioni	ogni 6 gg	ogni 6 gg	ogni 12 gg	ogni 12 gg
Deposizione umida (per evento)	ogni 6 gg	ogni 6 gg	ogni 6 gg	ogni 6 gg
Deposizione secca	ogni 30 gg	ogni 30 gg	ogni 30 gg	ogni 30 gg

Il monitoraggio annuale è stato suddiviso per comodità operative e di reportistica intermedia in periodi stagionali di tre mesi ciascuno. Nel prospetto che segue, è stato riassunto il numero totale presunto di campioni di particolato e deposizioni che vengono raccolti in ciascuna campagna stagionale e quelli effettivamente analizzati:

Campionatore	Numero di campioni da prelevare nel corso della campagna stagionale	Numero di campioni da analizzare nel corso della campagna stagionale	Parametri di analisi
Polveri Totali (campionamento di 24 ore)	45 (1 campione ogni 6 giorni a Parco Antonelli e Aurelia + 1 campione ogni 12 giorni a Poggio Ombriccolo e S. Agostino)	45	IPA
Polveri PM10 (campionamento di 24 ore)	365 (1 campione al giorno su ognuna delle 4 postazioni)	45	Microinquinanti inorganici
		45	Sostanze influenzanti l'acidità atmosferica
Deposizioni secche	24 (2 campioni al mese su ognuna delle 4 postazioni)	12	IPA
		12	Microinquinanti inorganici e Specie ioniche
Deposizioni umide	48 presunti (4 campioni al mese - per evento di 6 giorni - su ognuna delle 4 postazioni)	24 presunti	IPA
		24 presunti	Microinquinanti inorganici, Specie ioniche, pH e conducibilità

2.2 Parametri e metodi chimici di analisi

Il piano di monitoraggio prevede per ciascuna postazione la caratterizzazione della concentrazione aerodispersa di particolato totale e PM10, nonché delle deposizioni secche ed umide.

In sunto, i parametri chimici e le classi di microinquinanti di analisi da determinare in ciascuna matrice ambientale sono riportati nel prospetto che segue:

Parametro	Particolato Totale	Particolato PM10	Deposizione secca	Deposizione umida
Microinquinanti inorganici		X	X	X
Idrocarburi Aromatici Policiclici (IPA)	X		X	X
Sostanze influenzanti l'acidità atmosferica		X	X	X
pH e conducibilità				X

I composti di dettaglio per ciascuna classe di parametri sono invece elencati di seguito:

- **Microinquinanti inorganici:**
Al, As, Be, Cr, Co, Ni, Cd, Hg, Tl, Se, Te, Sb, Mn, Pd, Pt, Pb, Cu, Rh, Sn, V, Zn, Ti
- **Sostanze influenzanti l'acidità atmosferica:**
Ca, Na, Mg, K, NH₄, SO₄²⁻, NO₃⁻ e Cl⁻.
- **IPA:**
Naftalene; 2-Metilnaftalene; 1-Metilnaftalene; 2,6-Dimetilnaftalene; Acenaftilene; Acenaftene; 2,3,5-Trimetilnaftalene; Fluorene; Fenantrene; Antracene; 1-Metilfenantrene; Fluorantene; Pirene; Ciclopenta[c,d]pirene; Benzo[a]antracene; Crisene; Benzo[j]fluorantene; Benzo[b]fluorantene; Benzo[k]fluorantene; Benzo[e]pirene; Benzo[a]pirene; Perilene; Indeno[1,2,3-cd]pirene; Dibenzo[a,h]antracene; Benzo[g,h,i]perilene; Dibenzo[a,e]pirene; Dibenzo[a,h]pirene; Dibenzo[a,i]pirene; Dibenzo[a,l]pirene.

Per la determinazione dei parametri sopra riportati sono stati utilizzati i metodi di analisi riportati nella tabella che segue:

Tipo di analisi chimica	Normativa di riferimento
IPA	ISO 12884:2000 (per fase particolato e gassosa) Lisciviazione con solventi, purificazione su gel di silice, analisi GC/MS secondo US-EPA 8270C:1996 (per le deposizioni secche) Estrazione liquido-liquido secondo US-EPA 3510C:1996, purificazione su gel di silice, analisi GC/MS secondo USEPA 8270C:1996 (per le deposizioni umide)
Inquinanti inorganici	Analisi: ISO 17294-2004 (ICP-MS) + ISO 11885-2004 (ICPOES); dissoluzione dei filtri: metodo interno adattato da ISO 14869-2001
Specie ioniche	Lisciviazione filtri (metodo interno) + analisi cromatografica secondo ISO 10304-1:1992 (SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻) e secondo ISO 14911:1998 (NH ₄ ⁺)
pH	APAT IRSA CNR 2003 met. 2060
conducibilità	APAT IRSA CNR 2003 met. 2030

Per il calcolo del rateo di deposizioni atmosferiche umide e secche si è fatto riferimento anche al rapporto ISTISAN 06/38 ⁽³⁾.

2.3 Sistemi di campionamento

Nel prospetto che segue sono riepilogate le diverse tipologie di sistemi di campionamento utilizzate, con indicazione della normativa di riferimento e delle modalità e durata dei campionamenti.

³ Menichini E, Settimo G., Viviano G.: "Metodi per la determinazione di As, Cd, Ni e IPA nelle deposizioni atmosferiche", Rapporto ISTISAN 06/38 (2006)

Tipo di campionatore	Normativa di riferimento	Modalità e durata di ciascun campionamento
Campionatore "Alto volume" di polveri totali	<ul style="list-style-type: none"> - ISO 12884:2000 (richiamata punto II, allegato V della Direttiva 2004/107/CE) - DM 25.11.1994, allegato VII 	<ul style="list-style-type: none"> - Supporto filtrante in fibra di vetro per il campionamento del particolato e di una schiuma poliuretana (PUF) per il campionamento della componente gassosa (ISO 12884) - ciascun supporto di campionamento rimane esposto per 24 ore (DM 25.11.1994)
Campionatore automatico sequenziale di polveri PM10	<ul style="list-style-type: none"> - EN 12341 (richiamata all'art. 19 del DM 60/2002) 	<ul style="list-style-type: none"> - supporto filtrante in Teflon - ciascun supporto filtrante rimane esposto per 24 ore - al termine del campionamento giornaliero il filtro viene automaticamente sostituito da un nuovo supporto filtrante per consentire l'avvio di un nuovo prelievo
Deposimetro Wet&Dry	<ul style="list-style-type: none"> - Progetto Scenari- Ricerca di Sistema (Ministero Attività Produttive) 	<ul style="list-style-type: none"> - campionamento delle deposizioni secche raccolte nel corso di un mese - campionamento delle deposizioni umide ad evento - contenitore in PTE per la raccolta della componente inorganica e contenitore in vetro per la raccolta della componente organica

Nei paragrafi seguenti sono descritte più in dettaglio le caratteristiche della strumentazione utilizzata.

2.3.1 Sistemi di campionamento del particolato

In ciascuna postazione, sono stati collocati tre sistemi di campionamento delle polveri operanti in parallelo.

I primi due sistemi sono costituiti da un sistema di aspirazione a flusso costante, completo di testa di prelievo con taglio a 10 μm (PM10), operante in modo sequenziale con autonomia di 15 membrane filtranti. Le apparecchiature sono dotate di un sistema di controllo remoto che consenta la programmazione e la gestione dei campionamenti a distanza. Le membrane filtranti per il PM10 utilizzate sono in teflon, pre-condizionate e pre-pesate in laboratorio. Settimanalmente, le membrane sono trasferite in laboratorio, condizionate e pesate per la determinazione della massa raccolta. Sui campioni d'interesse, vengono determinati i microinquinanti inorganici (metalli) e le specie ioniche influenzanti l'acidità atmosferica (per dettagli dei parametri, v. par. 2.2).

Il terzo sistema è caratterizzato da aspirazione a flusso costante e da una testa di campionamento di tipo "open", che supporta una membrana in fibra di vetro. Le membrane sono preliminarmente trattate in laboratorio a 500 °C per eliminare eventuali sostanze organiche interferenti. La durata di ciascun campionamento di IPA è di 24 ore.

2.3.2 Sistemi di campionamento delle deposizioni atmosferiche

Per la misura delle deposizioni sono utilizzati due campionatori automatici per la raccolta delle deposizioni umide e secche ("wet & dry"), uno predisposto per la raccolta di campioni adatti alla determinazione di composti inorganici, l'altro per la raccolta di campioni destinati alla determinazione di composti organici. Un campionatore è pertanto equipaggiato con due contenitori di raccolta (uno per le deposizioni *wet* e uno per *dry*) in polietilene neutro ad alta densità per la raccolta di campioni destinati alla determinazione della componente inorganica; il campionatore per la raccolta di campioni per determinazione di IPA è predisposto invece con contenitori in vetro borosilicato.

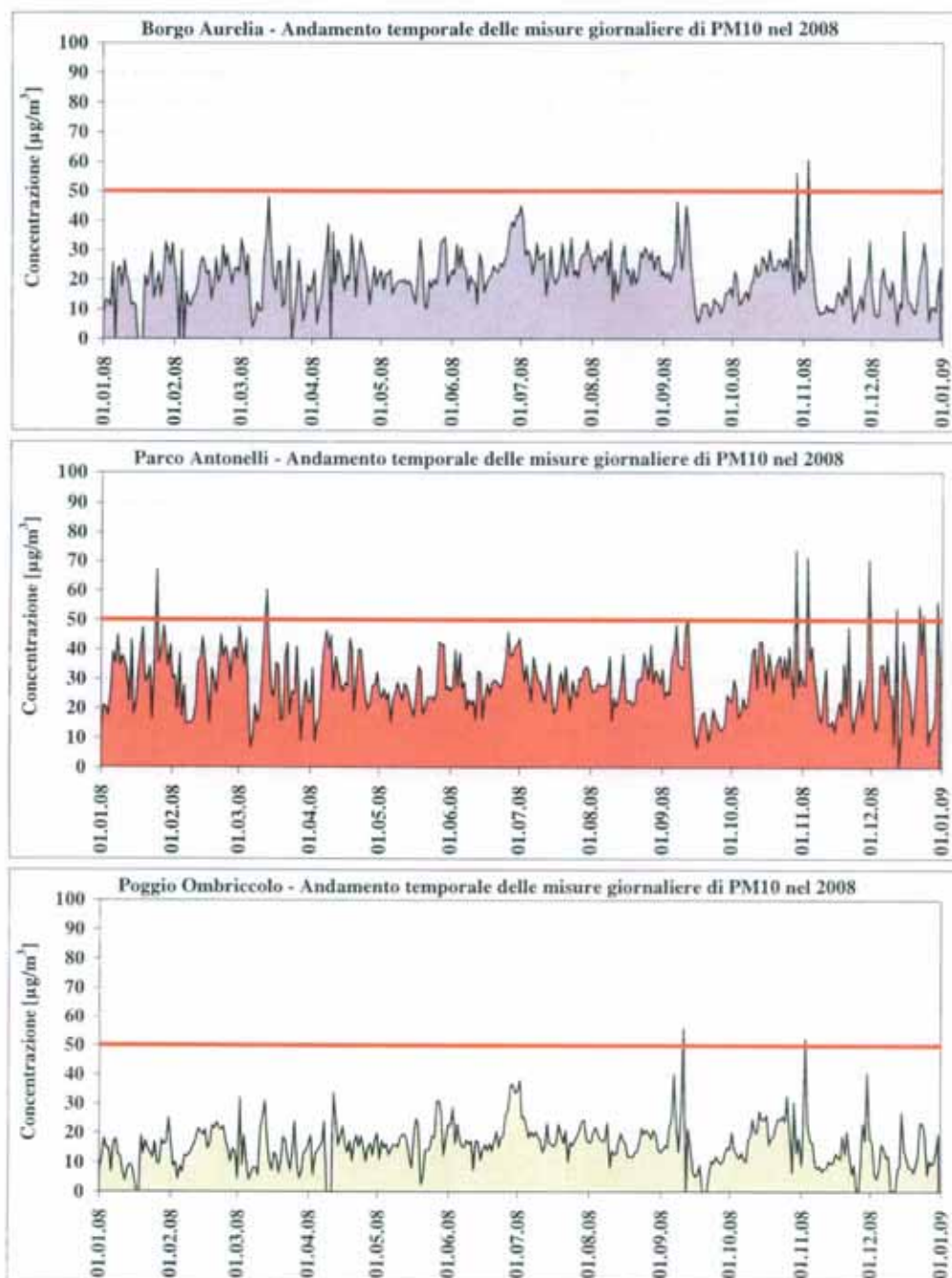
I campioni di precipitazioni umide vengono raccolti "per evento" nel periodo di indagine ed analizzati per gli elementi in traccia, le specie ioniche, il pH e per gli idrocarburi policiclici aromatici (per dettagli dei parametri vedi par. 2.2). I campioni di deposizione secca sono prelevati, invece, al termine di un mese di campionamento ed analizzati per le stesse classi di sostanze di cui sopra. L'entità della deposizione è rapportata alla superficie unitaria di 1 m^2 ed espressa come $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ per le specie inorganiche e come $\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$ per le specie organiche.

3 SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO PER L'ANNO 2008

I risultati complessivi delle analisi chimiche condotte durante il 2008 sulle matrici ambientali facenti parte del piano di monitoraggio (v. par. 2.2) sono stati sintetizzati nei paragrafi che seguono e corredandoli di alcune valutazioni sugli andamenti riscontrati.

3.1 Valutazione dei campionamenti di PM10

Nelle figure che seguono sono riportati gli andamenti giornalieri della concentrazione di PM10 nelle quattro postazioni. La linea rossa indica il valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del DM n° 60 del 02/04/2002, in modo da evidenziare gli eventuali superamenti. Una concentrazione pari a 0 corrisponde alla mancanza del dato giornaliero.

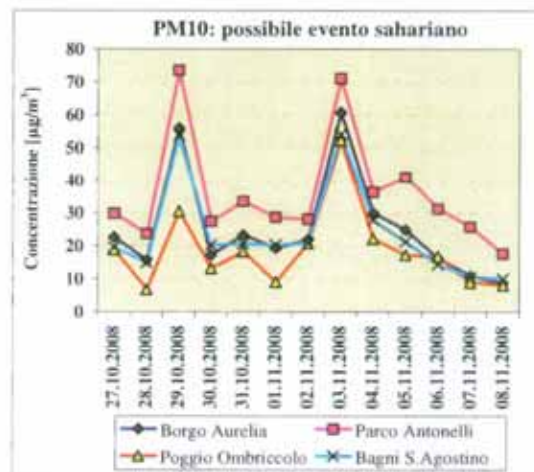




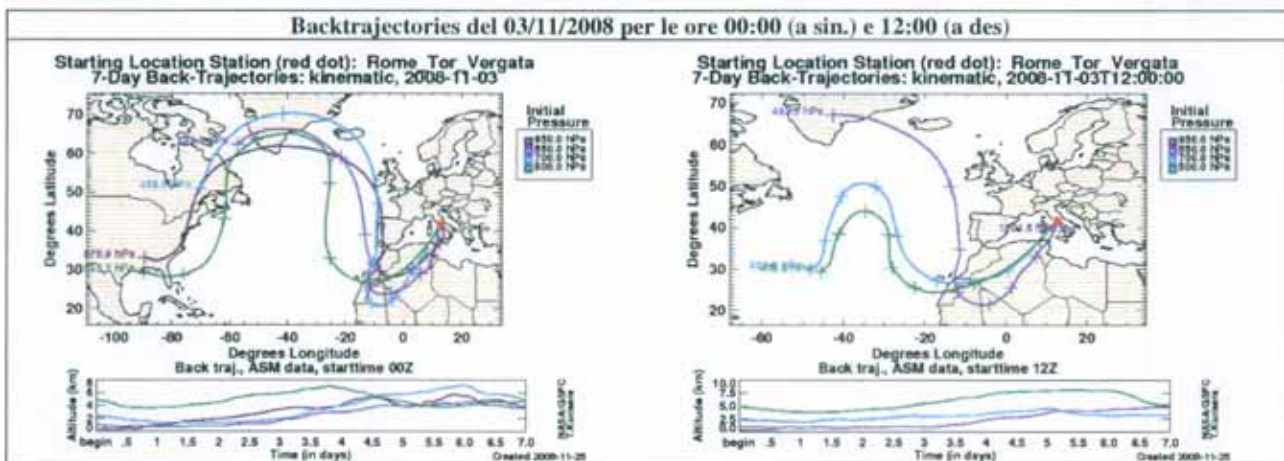
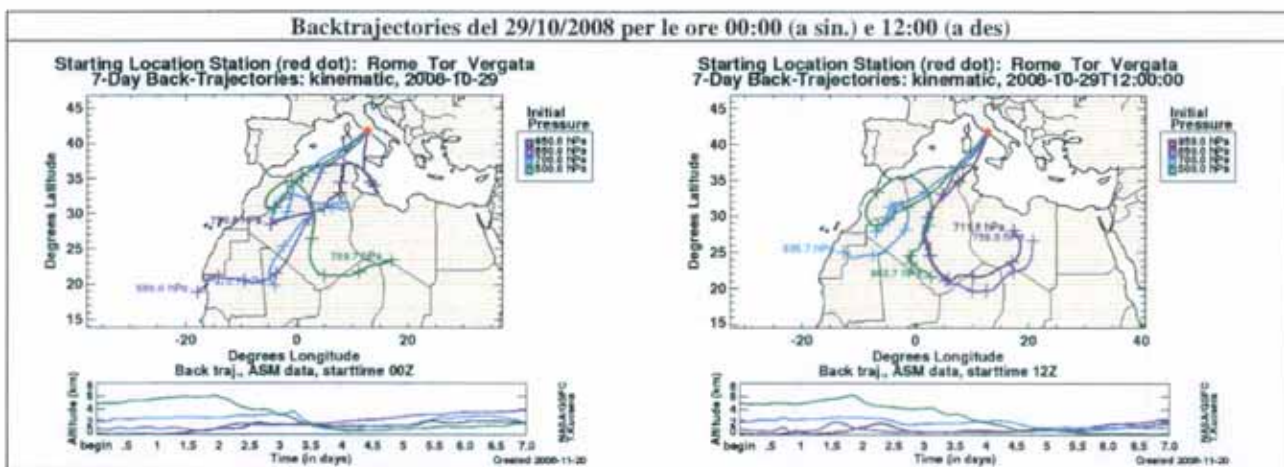
Le giornate in cui si sono verificati superamenti di PM10 in almeno una delle postazioni sono riassunte nella tabella che segue, evidenziando in neretto i valori di concentrazione maggiori del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e in corsivo quelli non eccedenti la soglia giornaliera:

Data	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
25.01.08	22.4	67.1	17.1	24.7
12.03.08	34.5	50.1	25.5	32.9
13.03.08	47.9	60.3	31.2	41.1
11.09.08	44.8	47.1	56.2	35.7
12.09.08	37.8	50.3	-	39.8
29.10.08	56.0	73.6	30.5	53.7
03.11.08	60.8	71.1	52.4	54.1
30.11.08	33.2	70.3	40.8	46.1
12.12.08	5.1	53.9	-	10.4
22.12.08	22.6	55.2	12.5	21.2
24.12.08	32.5	51.7	23.5	36
30.12.08	17.6	56.2	14.1	16.6
<i>N. totale superi annuali</i>	2	11	2	2

Dai dati sopra riportati, risulta evidente che nella postazione urbana di Parco Antonelli il PM10 eccede più frequentemente la soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che nelle altre postazioni. Infatti, a Parco Antonelli si sono avuti 11 superamenti della soglia giornaliera, contro i 2 superamenti registrati nelle altre postazioni. Da notare che il 29/10 e il 3/11 in tutte le postazioni, ad esclusione di Poggio Ombriccolo il 29/10, sono avvenuti superamenti della soglia giornaliera, come mostrato in dettaglio nella figura sottostante:

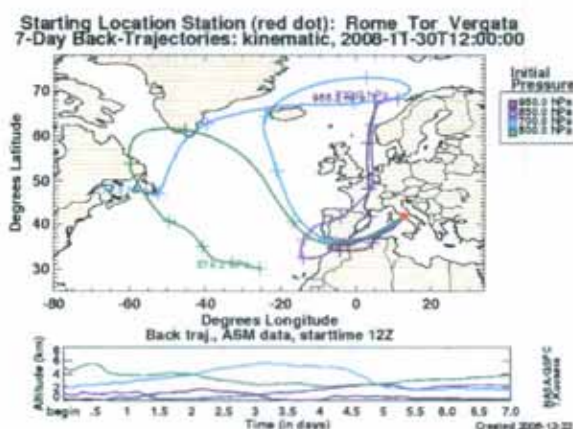
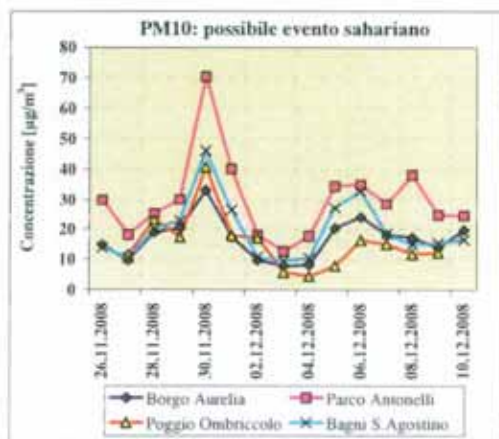


L'andamento riscontrato nel periodo è abbastanza tipico di situazioni in cui vi sono apporti di sabbie sahariane. Infatti, esaminando le traiettorie all'indietro del vento (*backtrajectories*) per i sette giorni precedenti il 29/10 e il 03/11 (⁴), si notano molto bene i transiti delle masse d'aria sopra il Sahara prima di giungere nella zona di Civitavecchia.



In questo caso, i superamenti della soglia giornaliera sono dovuti ad eventi naturali e non a fattori antropici, pur essendo già in periodo autunnale meteorologico.

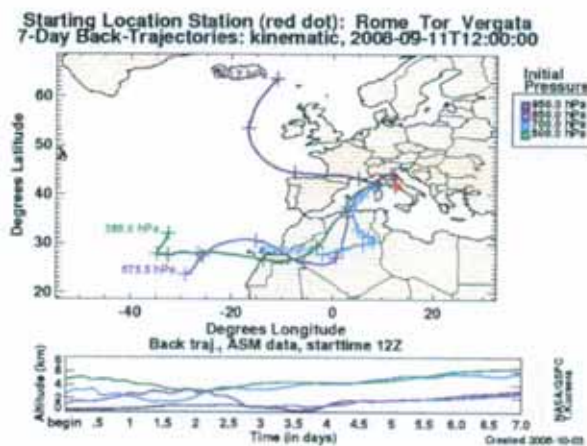
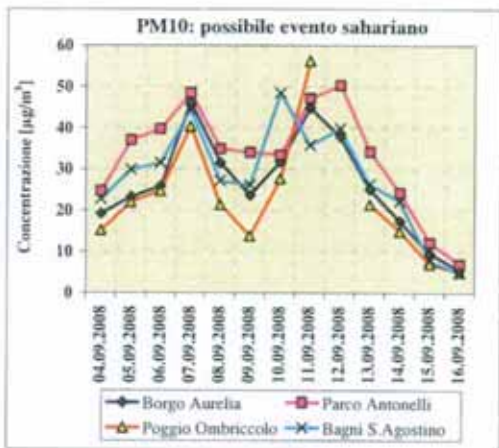
Allo stesso modo, il rialzo contemporaneo del PM10 tra il 27/11 e 02/12 (figura sottostante di sinistra) è ancora attribuibile a transiti delle masse d'aria sopra l'Africa (figura sottostante di destra):



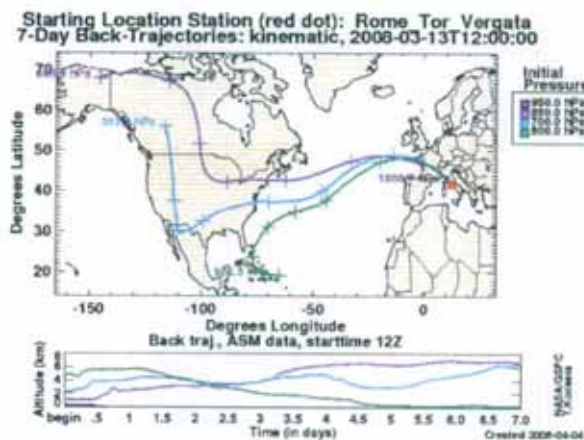
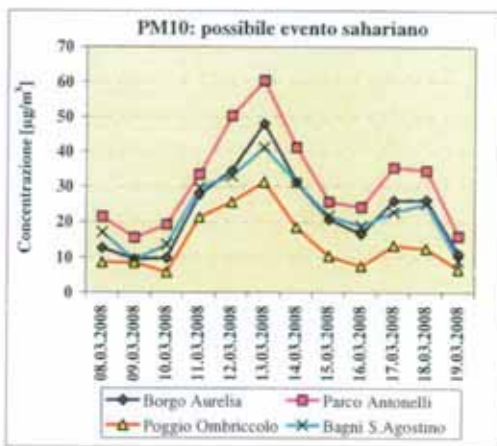
⁴ Le *backtrajectories* sono tratte dal sito : <http://croc.gsfc.nasa.gov/aeronet/index.html>

In questo caso, solo nella postazione di Parco Antonelli, la concentrazione di PM10 ha superato la soglia giornaliera.

L'influenza delle sabbie sahariane è molto evidente anche nella prima metà di settembre (figure sottostanti), in cui il superamento della soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si è avuta in questo caso a Poggio Ombriccolo, la postazione più remota, considerate a carattere rurale.



Gli apporti sahariani non hanno invece influenzato la concentrazione di PM10 nel periodo compreso tra il 10 e il 16/03, in cui si è avuto il superamento del valore di soglia giornaliero il 12 e 13/3 a Parco Antonelli e un sostanziale incremento del PM10 in tutte le altre postazioni (figura sottostante di sinistra). In questo caso, le *backtrajectories* a sette giorni indicano che le masse d'aria sono di provenienza atlantica e sono transitate sopra la Francia (figura sottostante di destra)



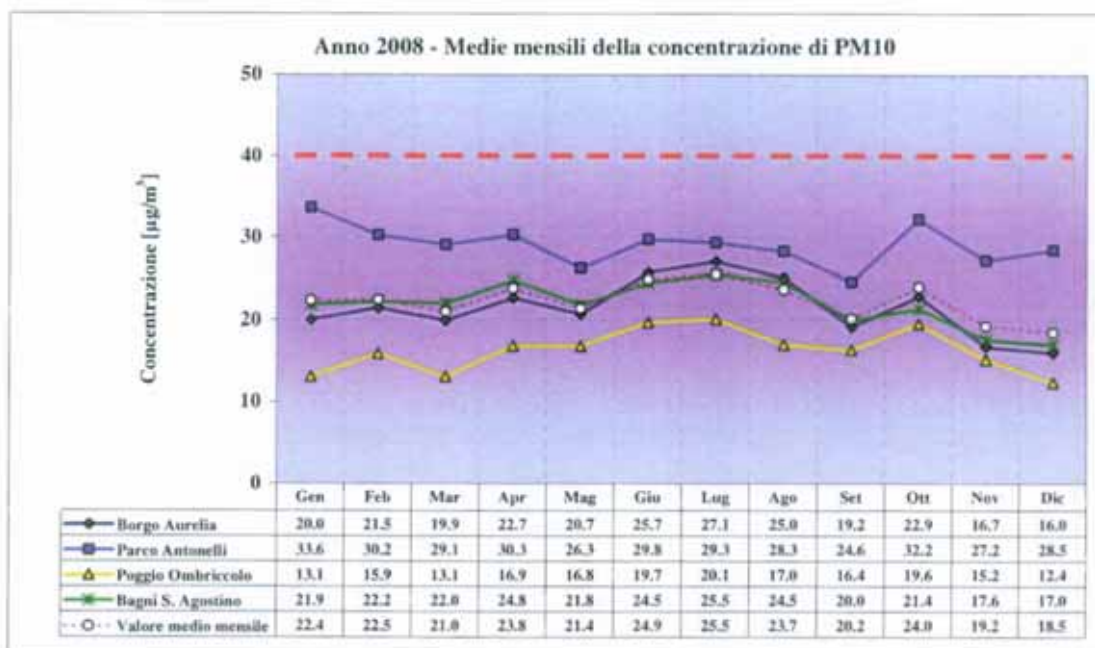
Viene quindi riconfermato quanto già emerso nella valutazione dei dati del 2008, ovvero che la concentrazione di PM10 della zona di Civitavecchia è influenzata spesso da apporti naturali che vanno ricondotti alle sabbie sahariane. Tali apporti si sovrappongono alla polverosità tipica di ciascuna postazione e spesso fanno superare i valori di soglia giornaliera del PM10.

3.1.1 Valori medi mensili di PM10

I valori medi mensili di concentrazione di PM10, espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, nelle quattro postazioni sono riassunti nella tabella che segue, con indicazione della deviazione standard. E' stato riportato anche un valore medio del comprensorio mediando i valori di tutte le postazioni (colonna "Tutte le postazioni"):

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino	Tutte le postazioni
Gennaio	20.0 ± 6.8	33.6 ± 11.5	13.1 ± 5.0	21.9 ± 6.6	22.4 ± 10.8
Febbraio	26.1 ± 10.3	30.2 ± 9.7	15.9 ± 5.3	22.2 ± 5.7	22.5 ± 8.5
Marzo	28.3 ± 11.1	29.1 ± 12.9	13.1 ± 7.6	22.0 ± 10.1	21.0 ± 11.8
Aprile	29.6 ± 7.1	30.3 ± 9.4	16.9 ± 5.3	24.8 ± 9.2	23.8 ± 9.4
Maggio	27.0 ± 7.8	26.3 ± 6.6	16.8 ± 6.3	21.8 ± 6.3	21.4 ± 7.1
Giugno	22.4 ± 7.2	29.8 ± 7.5	19.7 ± 7.1	24.5 ± 6.5	24.9 ± 8.0
Luglio	25.6 ± 17.5	29.3 ± 5.8	20.1 ± 5.6	25.5 ± 5.3	25.5 ± 6.6
Agosto	17.0 ± 6.4	28.3 ± 5.8	17.0 ± 3.6	24.5 ± 5.1	23.7 ± 6.4
Settembre	16.1 ± 6.9	24.6 ± 12.1	16.4 ± 11.2	20.0 ± 11.6	20.2 ± 11.6
Ottobre	20.0 ± 6.8	32.2 ± 10.6	19.6 ± 6.3	21.4 ± 8.0	24.0 ± 9.6
Novembre	21.5 ± 5.5	27.2 ± 14.7	15.2 ± 10.2	17.6 ± 10.8	19.2 ± 12.6
Dicembre	19.9 ± 10.5	28.5 ± 14.4	12.4 ± 6.3	17.0 ± 8.3	18.5 ± 11.3

I valori medi mensili della tabella precedente sono messi a confronto nel grafico che segue, in cui la linea rossa indica il valore limite annuale di polverosità, pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$:



Dal grafico precedente, è possibile fare le seguenti considerazioni:

- l'andamento temporale della variazione della concentrazione media mensile di PM10 nelle quattro postazioni è molto simile, indice di una sostanziale uniformità di sorgenti influenzanti il PM10;
- la maggiore polverosità PM10 su base mensile si riscontra nella postazione di Parco Antonelli, la minima a Poggio Ombriccolo, confermando quanto già emerso nel 2007;
- le concentrazioni medie mensili di PM10 nelle postazioni di Borgo Aurelia e Bagni S. Agostino sono molto simili tra loro e intermedie tra quelle delle altre due postazioni;
- il valore medio di PM10 del "comprensorio", ottenuto mediando i dati di tutte le postazioni, è molto simile al dato medio di Bagni S. Agostino da Gennaio fino a Settembre, leggermente maggiore da Ottobre a Dicembre a causa del maggior peso relativo assunto dal PM10 di Parco Antonelli;
- i valori medi di PM10 hanno avuto un intervallo di concentrazioni abbastanza contenuto. Nella tabella seguente sono riportati i valori medi mensili minimi e massimi riscontrati, con indicazione

del mese in cui è avvenuto e la differenza, in μg , tra il massimo e il minimo di concentrazione di PM10 (Delta Max-Min):

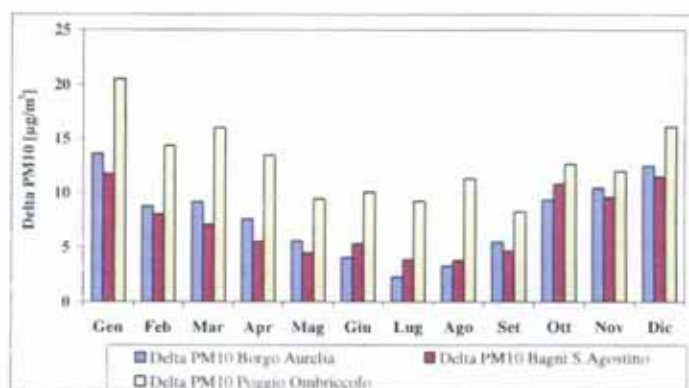
	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Minimo	16.0 (Dic)	24.6 (Set)	12.4 (Dic)	17.0 (Dic)
Massimo	27.1 (Lug)	33.6 (Gen)	20.1 (Lug)	25.5 (Lug)
Delta Max - Min	11.1	9.0	7.7	8.6

L'escursione dei valori di concentrazione tra minima e massima polverosità media sembra abbastanza contenuta e rimane compresa tra 7.7 e 11.1 μg . Nel 2008 i massimi mensili di polverosità si sono avuti a Gennaio nella postazione di Parco Antonelli, in Luglio nelle altre postazioni. I valori minimi si sono riscontrati in Settembre a Parco Antonelli e a Dicembre nelle altre postazioni. In termini di minimi e massimi di PM10, la postazione urbana di Parco Antonelli ha quindi un andamento completamente diverso da quello delle altre tre postazioni. Non deve sorprendere, infatti, che i valori medi minimi di PM10 a Borgo Aurelia, Poggio Ombriccolo e Bagni S. Agostino si siano avuti in Dicembre e i valori massimi in Luglio in quanto ciò è coerente con il regime delle precipitazioni riportato nel prospetto seguente:

Piovosità mensile per il 2008	
Stazione Meteo CESI - C.le ENEL TN	
Mese	mm precipitazione
GENNAIO	27
FEBBRAIO	27
MARZO	53
APRILE	24
MAGGIO	48
GIUGNO	11
LUGLIO	1
AGOSTO	0
SETTEMBRE	42
OTTOBRE	126
NOVEMBRE	198
DICEMBRE	239
TOTALE 2008	796

Dal prospetto precedente, si può notare, infatti, che le massime precipitazioni si sono avute in Dicembre e quindi si è avuto un notevole dilavamento dell'atmosfera. Luglio è stato invece un mese con precipitazioni pressoché inesistenti e le polveri sono rimaste sospese in aria.

L'effetto sul PM10 delle sorgenti emissive proprie dell'ambiente urbano (traffico, riscaldamento, ecc.) influenzanti la postazione di Parco Antonelli diventano particolarmente evidenti se si valuta l'andamento della differenza tra la concentrazione di PM10 mensile a Parco Antonelli e quella nelle altre postazioni (Delta PM10), come riportato nella figura che segue:

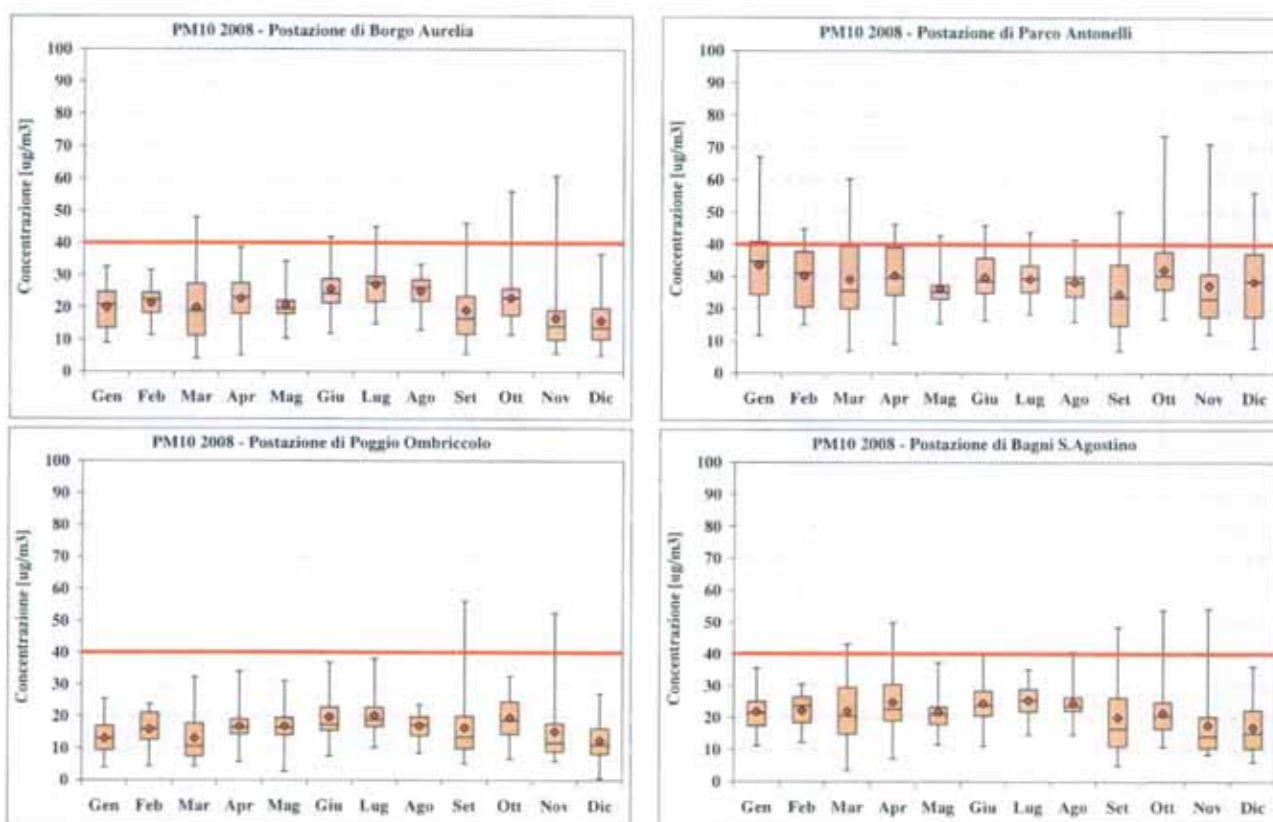


Dalla figura precedente, appare evidente l'andamento stagionale della differenza di concentrazione media del PM10 tra Parco Antonelli e le altre postazioni. Infatti, il delta di concentrazione è massimo nei mesi invernali e tende ai minimi nei mesi estivi. Le massime differenze si hanno ovviamente tra Parco Antonelli e la postazione rurale di Poggio Ombriccolo.

Nelle figure che seguono, per ciascuna postazione sono stati invece riassunti in forma grafica dati statistici mensili utilizzando la rappresentazione a box con "whisker plot" che consente di visualizzare la tendenza centrale e la variabilità (dispersione) di un set di dati. Per ogni serie di dati mensili, sono pertanto rappresentati (dal basso in alto):

- il valore minimo (linea inferiore);
- il primo quartile o 25° percentile (box inferiore);
- la mediana dei valori (linea centrale tra i due box);
- il terzo quartile o 75° percentile (box superiore);
- il valore massimo (linea superiore).

Inoltre, è stato aggiunto il valore medio, rappresentato dal rombo in rosso.



Dai grafici precedenti, si possono notare i seguenti andamenti:

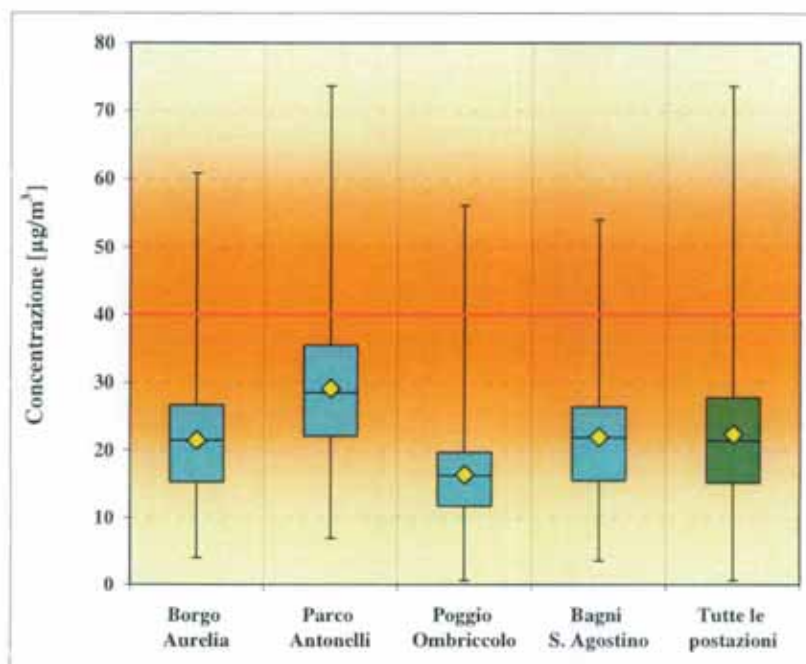
- la linea mediana spesso non è equidistante dal primo e terzo quartile e quindi la distribuzione dei dati non è normale;
- i valori medi frequentemente non coincidono con quelli mediani e sono maggiori o minori in funzione dell'entità del valore minimo e massimo del mese;
- a parità di periodo temporale considerato, nella postazione urbana di Parco Antonelli si hanno sempre valori medi e anche mediani superiori a quelli di tutte le altre postazioni, in quella rurale di Poggio Ombriccolo si riscontrano invece i valori più bassi.

3.1.2 Valori medi annuali del PM10

Nella tabella sottostante sono riportati i dati statistici annuali per tutte le postazioni, sempre espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$:

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino	Tutte le postazioni
N° valori giornalieri previsti	365	365	365	365	-
N° valori giornalieri sperimentali	358	365	353	365	-
% valori giornalieri sperimentali	98.1	100.0	96.7	100.0	-
Superamenti $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel periodo	2.0	11.0	2.0	2.0	-
Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	21.5	29.1	16.4	21.9	22.4
Dev. Stand.	8.5	10.6	7.2	8.4	9.9
Minimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4.0	6.9	0.6	3.5	0.6
Massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	60.8	73.6	56.2	54.1	73.6
Mediana	21.5	28.5	16.2	21.9	21.4
25° percentile	15.3	22.1	11.7	15.5	15.2
50° percentile	21.5	28.5	16.2	21.9	21.4
75° percentile	26.7	35.5	19.7	26.4	27.8
95° percentile	34.3	45.6	27.6	35.7	40.2

Nella figura sottostante, i risultati sono rappresentati in forma grafica a box con "whisker plot", analogamente a quelli medi mensili e con lo stesso significato.



Come già anticipato, in nessuna postazione si è superato il valore di soglia annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Su base annuale, la massima polverosità media si riscontra ancora nella postazione urbana di Parco Antonelli ($29.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), la minima nella postazione rurale di Poggio Ombriccolo ($16.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Le postazioni di Borgo Aurelia e Bagni S. Agostino hanno avuto una polverosità intermedia tra le precedenti postazioni con un valore molto simile tra di loro (circa $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Rispetto ai dati medi del 2007, la polverosità è diminuita in tutte le postazioni, come appare dal confronto riportato nel prospetto sottostante:

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriacolo	Bagni S. Agostino	Tutte le postazioni
2007	24.0 ± 10.6	30.5 ± 11.8	19.3 ± 8.4	24.5 ± 12.2	24.5 ± 11.5
2008	21.5 ± 8.5	29.1 ± 10.6	16.4 ± 7.2	21.9 ± 8.4	22.4 ± 9.9

La diminuzione è modesta a Parco Antonelli (poco più di 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), di poco meno di 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle altre postazioni e quindi più evidente.

3.2 Caratterizzazione chimica del particolato PM10

Come introdotto al par. 2.2, il particolato PM10 raccolto su filtri in teflon, è stato caratterizzato per i seguenti gruppi di parametri:

- **Microinquinanti inorganici:**
Al, As, Be, Cr, Co, Ni, Cd, Hg, Tl, Se, Te, Sb, Mn, Pd, Pt, Pb, Cu, Rh, Sn, V, Zn, Ti
- **Sostanze influenzanti l'acidità atmosferica:**
Ca, Na, Mg, K, NH_4 , SO_4^{2-} , NO_3^- e Cl^-

Nei paragrafi seguenti, sono riassunti i valori medi di metalli e specie ioniche riscontrate nel particolato PM10 nel primo anno di indagine e si riportano alcune considerazioni sui valori rilevati.

Per quanto riguarda il calcolo del valore medio, si sono adottate le indicazioni contenute nel Rapporto ISTISAN 04/15⁵, in quanto i valori di concentrazione sono spesso inferiori al limite di rivelabilità (LdR). In particolare, i criteri adottati, conformemente al documento di riferimento, sono i seguenti:

- dato che i LdR di ciascun analita sono molto bassi, quando un parametro ha una concentrazione inferiore al LdR, i calcoli della media sono stati eseguiti utilizzando la metà del valore del LdR;
- la deviazione standard è stata calcolata quando si poteva disporre di almeno il 50% di valori maggiori del LdR. Appare chiaro, quindi, che si tratta di un valore puramente indicativo della variabilità del dato;
- nel caso in cui, per un dato analita, più del 50% dei singoli valori di concentrazione è inferiore al LdR, non si è proceduto al calcolo della deviazione standard e nelle tabelle compare la dicitura "n.c." (non calcolabile).

Conseguentemente a quanto sopra, nelle tabelle riportate nei prossimi paragrafi, il valore medio può coincidere col limite di rivelabilità.

3.2.1 Metalli nel particolato PM10

Le concentrazioni medie mensili di metalli nel periodo da Gennaio a Dicembre 2008 rilevati in ciascuna delle postazioni di misura, calcolati con i criteri descritti nel paragrafo precedente, sono riportati nella tabelle che seguono.

⁵ A cura di E. Menichini e G. Viviano: "Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici", Rapporto ISTISAN 04/15, 2004

Le concentrazioni mensili di metalli nel particolato PM10 della postazione di **Borgo Aurelia** sono mostrate di seguito:

		Postazione di Borgo Aurelia					
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Al	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.05 \pm n.c.	0.05 \pm n.c.	0.06 \pm 0.03	0.21 \pm 0.26	0.18 \pm 0.17	0.05 \pm n.c.
As	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.133 \pm 0.102	0.033 \pm 0.018	0.006 \pm 0.004	0.009 \pm 0.012	0.012 \pm 0.020	0.004 \pm n.c.
Be	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Cd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Co	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Cr	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm 0.004	0.003 \pm 0.002	0.002 \pm n.c.	0.024 \pm 0.012	0.003 \pm 0.002	0.003 \pm 0.002
Cu	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.008 \pm 0.005	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.
Hg	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.
Mn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.007 \pm 0.006	0.009 \pm 0.006	0.002 \pm n.c.	0.003 \pm 0.003	0.005 \pm 0.002	0.010 \pm 0.007
Ni	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm 0.005	0.003 \pm 0.003	0.005 \pm 0.006	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm 0.001	0.004 \pm 0.003
Pb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.003 \pm 0.003	0.001 \pm n.c.	0.004 \pm 0.002	0.003 \pm 0.003	0.002 \pm 0.001
Pd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.
Pt	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Rh	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Sb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.
Se	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.
Sn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Te	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Ti	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.006 \pm 0.004	0.004 \pm n.c.	0.006 \pm 0.003	0.012 \pm 0.007	0.004 \pm n.c.
Tl	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.
V	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.
Zn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.01 \pm 0.01	0.004 \pm n.c.	0.03 \pm 0.06	0.005 \pm 0.002	0.004 \pm n.c.

		Postazione di Borgo Aurelia					
		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Al	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.26 \pm 0.15	0.65 \pm 0.70	0.32 \pm 0.40	0.22 \pm 0.32	1.89 \pm 1.60	1.47 \pm 0.86
As	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.011 \pm 0.011	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.
Be	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Cd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Co	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Cr	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.004 \pm 0.003	0.010 \pm 0.005	0.010 \pm 0.004	0.010 \pm 0.005
Cu	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.005 \pm 0.003	0.008 \pm 0.007	0.013 \pm 0.007	0.007 \pm 0.005	0.007 \pm 0.006	0.005 \pm 0.003
Hg	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.
Mn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.010 \pm 0.007	0.008 \pm 0.006	0.011 \pm 0.011	0.005 \pm 0.006	0.009 \pm 0.012	0.004 \pm 0.004
Ni	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm 0.002	0.009 \pm 0.003	0.005 \pm 0.005	0.004 \pm 0.003	0.005 \pm 0.005	0.003 \pm 0.002
Pb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm 0.001	0.003 \pm 0.002	0.005 \pm 0.004	0.004 \pm 0.003	0.004 \pm 0.002	0.002 \pm 0.002
Pd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0010 \pm n.c.	0.0010 \pm n.c.
Pt	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Rh	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Sb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.028 \pm 0.039	0.011 \pm 0.023
Se	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.
Sn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.207 \pm 0.298	0.068 \pm 0.147
Te	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Ti	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.005 \pm 0.003	0.018 \pm 0.007	0.013 \pm 0.012	0.011 \pm 0.010	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.
Tl	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.
V	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.
Zn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.017 \pm 0.023	0.015 \pm 0.015	0.040 \pm 0.081	0.039 \pm 0.053	0.031 \pm 0.048

Le concentrazioni mensili di metalli nel particolato PM10 della postazione di **Parco Antonelli** sono riportate di seguito:

		Postazione di Parco Antonelli					
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Al	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.05 \pm n.c.	0.05 \pm n.c.	0.17 \pm 0.22	0.13 \pm 0.13	0.25 \pm 0.24	0.05 \pm n.c.
As	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.097 \pm 0.059	0.067 \pm 0.009	0.011 \pm 0.013	0.008 \pm 0.008	0.025 \pm 0.015	0.004 \pm n.c.
Be	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Cd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0006 \pm 0.0004	0.0004 \pm n.c.
Co	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Cr	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.028 \pm 0.002	0.003 \pm 0.002	0.002 \pm n.c.
Cu	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.026 \pm 0.015	0.026 \pm 0.035	0.019 \pm 0.013	0.035 \pm 0.016	0.071 \pm 0.042	0.007 \pm 0.004
Hg	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.
Mn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	5.38 \pm 12.00	0.015 \pm 0.014	0.002 \pm n.c.	0.004 \pm 0.002	0.016 \pm 0.012	0.008 \pm 0.006
Ni	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.005 \pm 0.002	0.003 \pm 0.002	0.004 \pm 0.003	0.004 \pm 0.005	0.002 \pm n.c.	0.009 \pm 0.008
Pb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.005 \pm 0.006	0.005 \pm 0.004	0.001 \pm n.c.	0.005 \pm 0.003	0.004 \pm 0.003	0.002 \pm 0.001
Pd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.
Pt	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Rh	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Sb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm 0.001	0.002 \pm 0.002	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.
Se	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.
Sn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Te	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Ti	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.025 \pm 0.021	0.010 \pm 0.005	0.005 \pm 0.003	0.005 \pm 0.003	0.014 \pm 0.009	0.004 \pm n.c.
Tl	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.
V	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.03 \pm 0.03
Zn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.011 \pm 0.01	0.004 \pm n.c.

		Postazione di Parco Antonelli					
		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Al	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.05 \pm n.c.	0.35 \pm 0.15	0.23 \pm 0.40	0.43 \pm 0.36	2.61 \pm 2.97	1.47 \pm 0.51
As	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.007 \pm 0.006	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.
Be	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Cd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0006 \pm 0.0004	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Co	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0005 \pm 0.0003	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Cr	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.003 \pm 0.001	0.002 \pm n.c.	0.003 \pm 0.003	0.013 \pm 0.007	0.007 \pm 0.002
Cu	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.006 \pm 0.004	0.016 \pm 0.007	0.025 \pm 0.027	0.015 \pm 0.017	0.013 \pm 0.005	0.014 \pm 0.012
Hg	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.
Mn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.011 \pm 0.004	0.011 \pm 0.006	0.007 \pm 0.006	0.007 \pm 0.007	0.011 \pm 0.015	0.011 \pm 0.005
Ni	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.006 \pm 0.006	0.012 \pm 0.006	0.005 \pm 0.005	0.009 \pm 0.012	0.005 \pm 0.003	0.007 \pm 0.004
Pb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm 0.001	0.002 \pm 0.002	0.003 \pm 0.003	0.007 \pm 0.007	0.003 \pm 0.002	0.005 \pm 0.003
Pd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0010 \pm n.c.	0.0010 \pm n.c.
Pt	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0005 \pm 0.0003	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Rh	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Sb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm 0.001	0.002 \pm 0.001	0.001 \pm 0.001	0.006 \pm 0.010
Se	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.012 \pm n.c.	0.046 \pm 0.076	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.
Sn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.004 \pm 0.004	0.039 \pm 0.079
Te	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Ti	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.005 \pm 0.003	0.007 \pm 0.005	0.005 \pm 0.003	0.013 \pm 0.010	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.
Tl	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm 0.001	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.
V	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.
Zn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.024 \pm 0.03	0.042 \pm 0.07	0.016 \pm 0.02	0.009 \pm 0.01	0.040 \pm 0.05

Le concentrazioni mensili di metalli nel particolato PM10 della postazione di **Poggio Ombriccolo** sono mostrate nella tabella seguente:

		Postazione di Poggio Ombriccolo					
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Al	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.05 \pm n.c.	0.05 \pm n.c.	0.12 \pm 0.11	0.05 \pm n.c.	0.16 \pm 0.09	0.42 \pm 0.54
As	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.046 \pm 0.013	0.004 \pm n.c.	0.007 \pm 0.005	0.004 \pm n.c.	0.008 \pm 0.007	0.004 \pm n.c.
Be	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Cd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Co	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Cr	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.034 \pm 0.016	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Cu	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.
Hg	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.
Mn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.004 \pm 0.003	0.006 \pm 0.007
Ni	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.005 \pm 0.005	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.003 \pm 0.002	0.004 \pm 0.004
Pb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.002 \pm 0.001	0.002 \pm 0.001	0.001 \pm n.c.
Pd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.
Pt	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Rh	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Sb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.
Se	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.
Sn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Te	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Ti	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.011 \pm 0.013	0.008 \pm 0.007
Tl	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.
V	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.
Zn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.

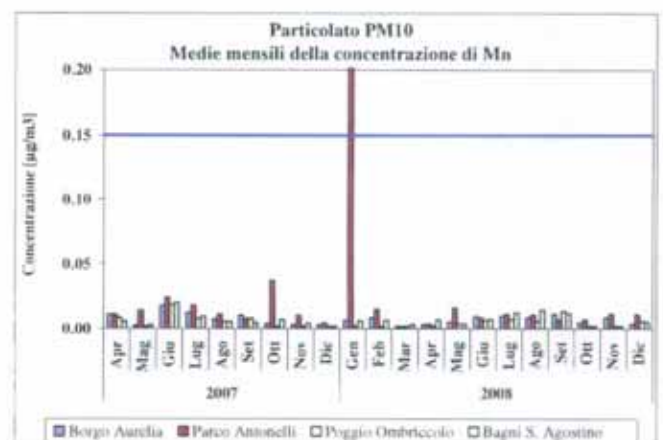
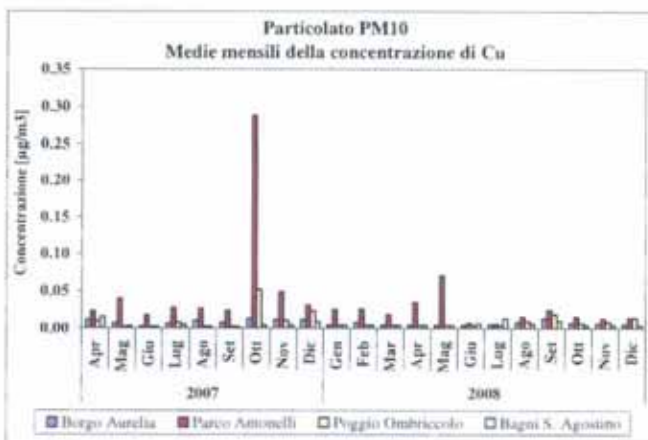
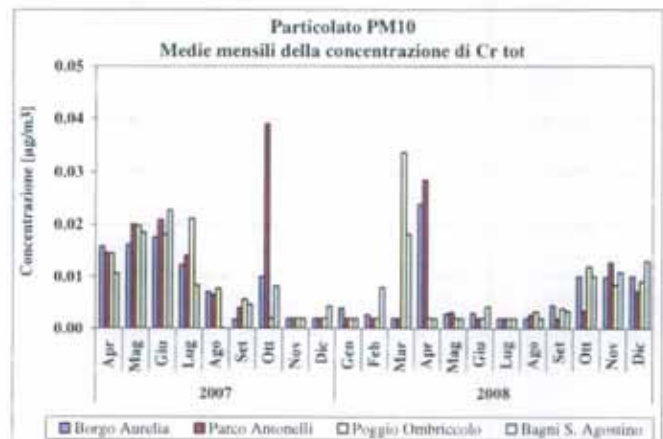
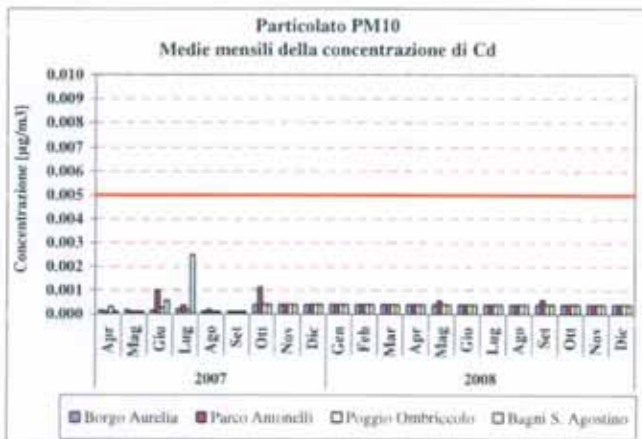
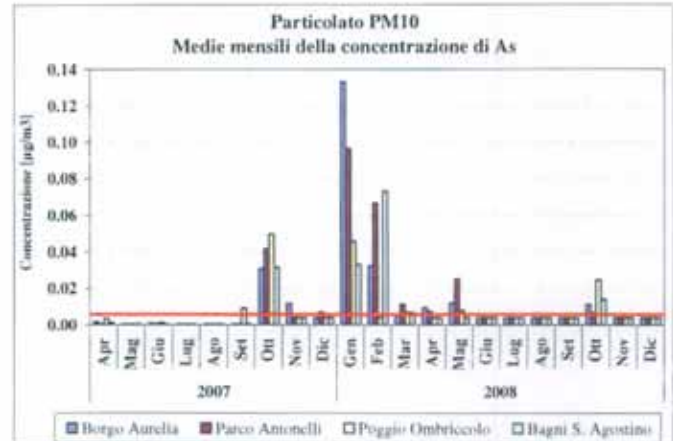
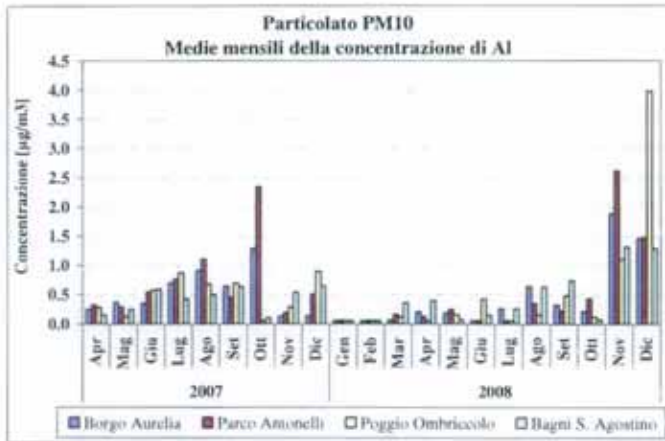
		Postazione di Poggio Ombriccolo					
		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Al	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.05 \pm n.c.	0.16 \pm 0.18	0.48 \pm 0.61	0.11 \pm 0.11	1.10 \pm 0.05	3.97 \pm 4.07
As	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.025 \pm 0.018	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.
Be	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Cd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Co	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Cr	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.003 \pm 0.002	0.004 \pm 0.003	0.012 \pm 0.003	0.008 \pm 0.002	0.009 \pm 0.003
Cu	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.009 \pm 0.005	0.019 \pm 0.004	0.007 \pm 0.005	0.009 \pm 0.006	0.014 \pm 0.017
Hg	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.
Mn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.007 \pm 0.000	0.006 \pm 0.007	0.013 \pm 0.016	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.006 \pm 0.007
Ni	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.011 \pm 0.012	0.005 \pm 0.005	0.003 \pm 0.002	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Pb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.003 \pm 0.002	0.002 \pm 0.002	0.002 \pm 0.002	0.002 \pm 0.001	0.002 \pm 0.001
Pd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0010 \pm n.c.	0.0010 \pm n.c.
Pt	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Rh	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Sb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.
Se	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.
Sn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Te	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Ti	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.007 \pm 0.006	0.013 \pm 0.013	0.007 \pm 0.005	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.
Tl	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.
V	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.
Zn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.054 \pm 0.04	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.

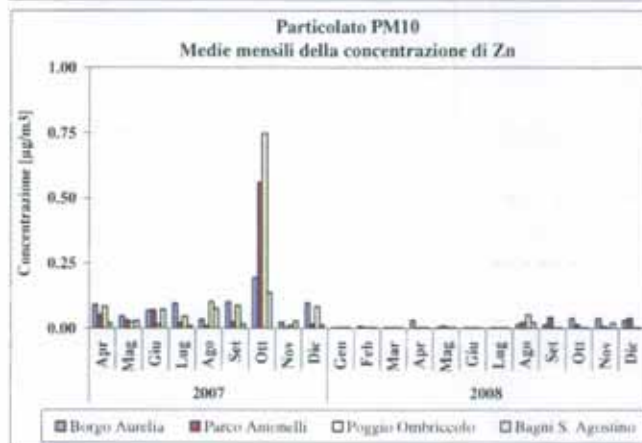
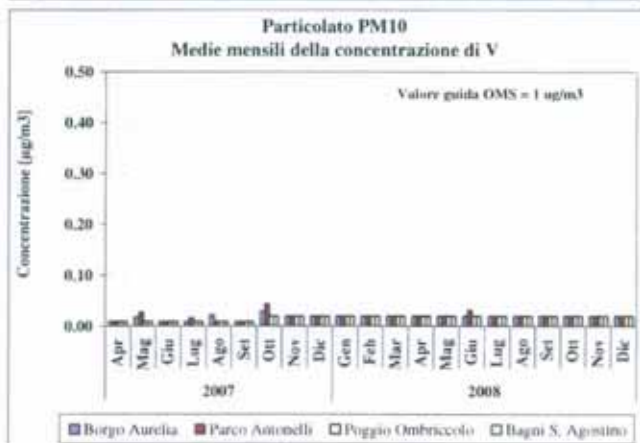
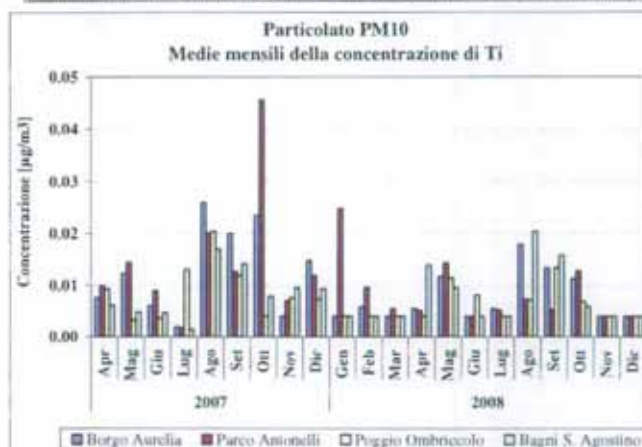
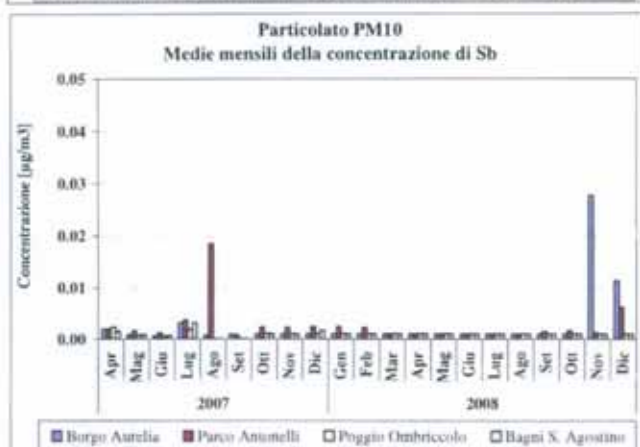
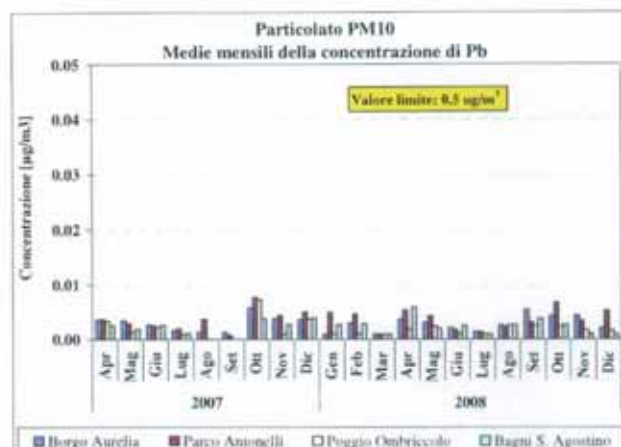
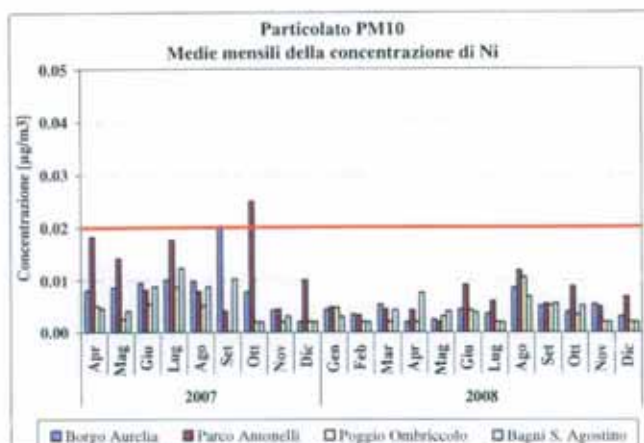
Le concentrazioni mensili di metalli nel particolato PM10 della postazione di **Bagni S. Agostino** sono riportate nella tabella seguente:

	Postazione di Bagni S. Agostino					
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Al [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.05 \pm n.c.	0.05 \pm n.c.	0.36 \pm 0.29	0.40 \pm 0.49	0.07 \pm 0.04	0.15 \pm 0.18
As [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.033 \pm 0.021	0.073 \pm 0.030	0.007 \pm 0.005	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.
Be [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Cd [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Co [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Cr [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.008 \pm 0.002	0.018 \pm 0.014	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.004 \pm 0.004
Cu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.006 \pm 0.004
Hg [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.
Mn [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.006 \pm 0.002	0.007 \pm 0.003	0.003 \pm 0.003	0.007 \pm 0.001	0.004 \pm 0.003	0.007 \pm 0.006
Ni [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.003 \pm 0.002	0.002 \pm n.c.	0.004 \pm 0.004	0.008 \pm 0.008	0.004 \pm 0.004	0.004 \pm 0.003
Pb [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.003 \pm 0.002	0.003 \pm 0.003	0.001 \pm n.c.	0.006 \pm 0.002	0.002 \pm 0.002	0.003 \pm 0.001
Pd [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.
Pt [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Rh [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Sb [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.
Se [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.
Sn [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Te [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Ti [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.014 \pm 0.014	0.010 \pm 0.005	0.004 \pm n.c.
Tl [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.
V [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.
Zn [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.

	Postazione di Bagni S. Agostino					
	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Al [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.26 \pm 0.13	0.63 \pm 0.50	0.74 \pm 0.98	0.07 \pm 0.04	1.31 \pm 0.09	1.29 \pm 0.69
As [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.014 \pm 0.009	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.
Be [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Cd [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Co [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Cr [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.003 \pm 0.002	0.010 \pm 0.001	0.011 \pm 0.013	0.013 \pm 0.004
Cu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.013 \pm 0.002	0.006 \pm 0.003	0.010 \pm 0.008	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.
Hg [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.	0.0001 \pm n.c.
Mn [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.013 \pm 0.000	0.014 \pm 0.014	0.012 \pm 0.014	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.005 \pm 0.006
Ni [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.007 \pm 0.002	0.006 \pm 0.005	0.005 \pm 0.005	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Pb [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.003 \pm 0.002	0.004 \pm 0.004	0.003 \pm 0.002	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.
Pd [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0008 \pm n.c.	0.0010 \pm n.c.	0.0010 \pm n.c.
Pt [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.	0.0006 \pm 0.0003	0.0004 \pm n.c.	0.0004 \pm n.c.
Rh [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.	0.0002 \pm n.c.
Sb [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.
Se [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.	0.012 \pm n.c.
Sn [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Te [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.	0.002 \pm n.c.
Ti [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.020 \pm 0.013	0.016 \pm 0.017	0.006 \pm 0.003	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.
Tl [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.	0.001 \pm n.c.
V [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.	0.02 \pm n.c.
Zn [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004 \pm n.c.	0.025 \pm 0.04	0.004 \pm n.c.	0.004 \pm n.c.	0.022 \pm 0.02	0.004 \pm n.c.

Va segnalato che nel campione di PM10 prelevato a Parco Antonelli il 26/01/08 è stata riscontrata una anomala concentrazione di Mn: 26.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a fronte di concentrazioni di solito molto inferiori a 0.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale concentrazione influenza la media mensile del mese di gennaio che risulta essere quindi di 5.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a fronte di valori medi mensili normalmente compresi tra 0.002 e 0.016 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il dato di concentrazione mensile anomalo è stato mantenuto per completezza anche nelle successive figure in cui sono confrontati gli andamenti delle concentrazioni medie mensili del 2007 e 2008 di alcuni metalli rilevati nel particolato PM10, tra cui appunto il Mn. Per i metalli per cui esiste un valore limite o un valore guida della normativa italiana, nel grafico è riportata una linea rossa indicante tale valore. Allo stesso modo, è stato indicato con una linea blu un valore guida indicato da WHO:





Facendo riferimento alle tabelle e figure precedenti, per il periodo temporale considerato, si possono fare le seguenti considerazioni:

- La concentrazione di **Alluminio** nel PM10 è aumentata progressivamente nel corso del 2008, fino a raggiungere i massimi relativi in Novembre e Dicembre, mesi in cui si sono avuti episodi di apporti di sabbie sahariane (v. par. 3.1). Come già evidenziato per i dati del 2007, è probabile, che l'entità della presenza di Al nel PM10 vada associato alla componente terrigena piuttosto che ad emissioni industriali;
- Concentrazioni elevate di **Arsenico** in quasi tutte le postazioni si sono avute in Gennaio e Febbraio, con valori anche superiori a quelli dell'Ottobre 2007. Nel resto del 2008, concentrazioni superiori al valore obiettivo del Dlgs 152/2007 si sono avuti in quasi tutte le postazioni da Marzo a Maggio e in Ottobre. E' possibile quindi che siano avvenuti apporti di

polveri cristalline dai terreni circostanti la zona di Civitavecchia, i quali sono notoriamente molto ricchi di minerali naturali di Arsenico.

- Mentre nel 2007 **Cromo** e **Manganese** sembravano avere un andamento temporale tra loro simile, nel 2008 non sembra di cogliere alcuna correlazione tra questi due metalli in quanto i rialzi di Cr osservati in Marzo e Aprile non hanno avuto una corrispondenza analoga a quelli del Mn, che sono invece avvenuti, in maniera invero moderata, da Giugno a Settembre. Per quanto riguarda il Cr, un significativo aumento di concentrazione si è avuto anche in Ottobre e si è protratto in Novembre e Dicembre.
- Anche per il 2008 la concentrazione di **Cu** nel PM10 è stata sistematicamente più elevata nella postazione urbana di Parco Antonelli. In letteratura, la presenza contemporanea di **Rame** (Cu) e **Antimonio** (Sb) nel particolato fine urbano è stata associata all'usura degli apparati frenanti degli autoveicoli^{6,7}; il **Piombo** (Pb) al risollevarsi delle polveri stradali, ancora contenenti il Pb derivato dagli antidetonanti usati a suo tempo nelle benzine. In effetti, nel corso del 2008 come già avvenuto nel 2007, Sb è stato più frequentemente rilevato nella postazione di Parco Antonelli. Concentrazioni significative di Sb si sono avute anche a Borgo Aurelia in Novembre e Dicembre ma non è scontata l'associazione al traffico veicolare in quanto non vi è una analoga corrispondenza con la concentrazione di Cu. Anche nel 2008 la concentrazione di Pb nel PM10 appare ubiquitaria e, come accaduto nel 2007, si ha un lieve calo nei mesi estivi seguito da un altrettanto lieve rialzo nei mesi invernali, seguendo probabilmente l'andamento della variazione di intensità del traffico. Nei mesi invernali, il Pb viene frequentemente rilevato a concentrazioni relativamente più elevate nelle due postazioni con maggior volume di traffico (Parco Antonelli e Borgo Aurelia) e ciò rappresenta un notevole fattore di coerenza delle misure con le evidenze di letteratura. In ogni caso, la concentrazione di Pb, in tutte le postazioni è stata sempre di almeno 100 volte inferiore al limite nazionale di $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (DM 60 del 02.04.02);
- relativamente a **Nichel** (Ni) e **Vanadio** (V), normalmente associati alla combustione di oli e gasoli pesanti, solo il primo è stato riscontrato con elevata frequenza in tutte le postazioni. Il V, anzi, solo in pochissimi campioni è stato riscontrato a concentrazioni superiori al limite di rilevabilità in aria ($0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Per quanto riguarda il Ni, i valori di concentrazione media mensile in aria del 2008 appaiono decisamente inferiori a quelli del 2007. Da notare che le concentrazioni massime mensili di Ni sono avute in tutte le postazioni nel mese di Agosto e questo sembrerebbe confermare l'ipotesi di influenze dovute alle emissioni dei motori diesel delle navi, il cui traffico aumenta, appunto in questo mese, specie per quanto riguarda i traghetti. Come già accaduto nel 2007, anche nel 2008 le massime concentrazioni di Ni si hanno nella postazione di Parco Antonelli.
- Le concentrazioni medie mensili di Ti e Zn sono decisamente inferiori a quelle del 2007.;
- Be, Cd, Co, Hg, Pd, Pt, Rh, Se, Sn e Te sono stati rilevati saltuariamente (meno del 20% dei campioni) o addirittura non sono mai risultati maggiori del LdR.

3.2.1.1 Valori medi annuali di metalli nel PM10

Nelle tabelle che seguono, compaiono i valori medi **annuali** di concentrazione dei metalli analizzati nel PM10, unitamente alla deviazione standard ("Dev Stand"). Nelle postazioni di Poggio Ombriccolo e Bagni S. Agostino, come introdotto in precedenza, sono stati eseguiti un numero inferiore di campionamenti, in accordo col protocollo analitico stabilito con ARPA Lazio, in quanto sono da considerarsi postazioni di tipo rurale e poco influenzate da attività industriali ed emissioni urbane. Per il calcolo dei valori medi, si sono adottate le seguenti convenzioni, in accordo anche con le indicazioni contenute nel già citato Rapporto ISTISAN 04/15:

- quando per un parametro la concentrazione è stata inferiore al LdR, i calcoli della media sono stati eseguiti utilizzando la metà del valore del LdR;
- la deviazione standard è stata calcolata quando almeno nel 50% dei campioni (colonna "%>LdR") si è determinato un valore maggiore del limite di rilevabilità;

⁶ Morawska L.; Zhang J. 2002. Chemosphere 49 (9), 1045-1058

⁷ Birmili W., Allen A., Bary F., Harrison R. 2006. Environmental Science & Technology 14 (4), 1144-1153

- nelle colonne " N_{tot} " è stato indicato il numero di campioni prelevati in ambiente mentre nelle colonne " n_{LdR} " il numero di campioni con concentrazione superiore al limite di rivelabilità;
- se un metallo non è stato mai rilevato in nessun campione compare uno zero nella colonna " $\%>LdR$ " e il valore medio corrisponde al LdR
- nelle tabelle sono stati inclusi anche altri valori statistici quali mediana, 25° e 75° percentile, minima e massima concentrazione dell'anno:

Borgo Aurelia											
Valori statistici 2008 per metalli											
		Media	Dev Stand	N_{tot}	n_{LdR}	$\%>LdR$	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
Al	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.45	n.c.	61	30	49	0.05	0.05	0.46	0.05	4.43
As	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.019	n.c.	61	14	23	0.004	0.004	0.004	0.004	0.309
Be	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Cd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Co	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Cr	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.006	n.c.	61	23	38	0.002	0.002	0.009	0.002	0.031
Cu	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.006	n.c.	61	13	21	0.004	0.004	0.004	0.004	0.024
Hg	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.00005	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Mn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.007	0.007	61	31	51	0.005	0.002	0.010	0.002	0.030
Ni	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004	n.c.	61	21	34	0.002	0.002	0.006	0.002	0.015
Pb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.003	n.c.	61	29	48	0.001	0.001	0.004	0.001	0.011
Pd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0008	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Pt	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Rh	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Sb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004	n.c.	61	5	8	0.001	0.001	0.001	0.001	0.094
Se	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.012	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Sn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.024	n.c.	61	5	8	0.002	0.002	0.002	0.002	0.718
Te	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Ti	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.008	n.c.	61	17	28	0.004	0.004	0.011	0.004	0.034
Tl	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
V	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.02	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Zn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.017	n.c.	61	12	20	0.004	0.004	0.004	0.004	0.184

Parco Antonelli											
Valori statistici 2008 per metalli											
		Media	Dev Stand	N_{tot}	n_{LdR}	$\%>LdR$	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
Al	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.48	n.c.	61	27	44	0.05	0.05	0.53	0.05	7.87
As	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.020	n.c.	61	19	31	0.004	0.004	0.022	0.004	0.196
Be	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Cd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004	n.c.	61	2	3	0.0004	0.00	0.00	0.00	0.00
Co	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004	n.c.	61	1	2	0.0004	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.006	n.c.	61	19	31	0.002	0.002	0.005	0.002	0.031
Cu	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.023	0.026	61	40	66	0.015	0.004	0.031	0.004	0.149
Hg	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.00005	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Mn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.009	0.009	60	41	68	0.008	0.002	0.014	0.002	0.040
Ni	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.006	n.c.	61	30	49	0.002	0.002	0.009	0.002	0.030
Pb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.004	0.004	61	33	54	0.003	0.001	0.005	0.001	0.018
Pd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0008	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Pt	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0004	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Rh	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.0002	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Sb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002	n.c.	61	11	18	0.001	0.001	0.001	0.001	0.024
Se	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.015	n.c.	61	1	2	0.012	0.012	0.012	0.012	0.182
Sn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.005	n.c.	61	3	5	0.002	0.002	0.002	0.002	0.181
Te	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.002	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Ti	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.009	n.c.	61	22	36	0.004	0.004	0.011	0.004	0.062
Tl	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.001	n.c.	61	1	2	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
V	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.02	n.c.	61	1	2	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
Zn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.014	n.c.	61	12	20	0.004	0.004	0.004	0.004	0.156

Per quanto riguarda il valore di concentrazione media annuale del Mn a Parco Antonelli, in precedenza è stato messo in evidenza che si è avuta una concentrazione anormalmente elevata nel mese di Gennaio. Nel computo delle medie annuali questo valore non è stato considerato.

Poggio Ombriccolo Valori statistici 2008 per metalli											
	Media	Dev Stand	N _{tot}	n _{LdR}	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo	
Al	[µg/m ³]	0.59	n.c.	31	13	42	0.05	0.05	0.31	0.05	8.62
As	[µg/m ³]	0.011	n.c.	31	7	23	0.004	0.004	0.004	0.004	0.059
Be	[µg/m ³]	0.0002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Cd	[µg/m ³]	0.0004	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Co	[µg/m ³]	0.0004	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Cr	[µg/m ³]	0.007	n.c.	31	13	42	0.002	0.002	0.008	0.002	0.052
Cu	[µg/m ³]	0.007	n.c.	31	7	23	0.004	0.004	0.004	0.004	0.033
Hg	[µg/m ³]	0.00005	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Mn	[µg/m ³]	0.004	n.c.	31	7	23	0.002	0.002	0.002	0.002	0.025
Ni	[µg/m ³]	0.004	n.c.	31	7	23	0.002	0.002	0.002	0.002	0.024
Pb	[µg/m ³]	0.002	n.c.	31	9	29	0.001	0.001	0.002	0.001	0.005
Pd	[µg/m ³]	0.0008	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Pt	[µg/m ³]	0.0004	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Rh	[µg/m ³]	0.0002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Sb	[µg/m ³]	0.001	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Se	[µg/m ³]	0.012	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Sn	[µg/m ³]	0.002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Te	[µg/m ³]	0.002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Ti	[µg/m ³]	0.006	n.c.	31	5	16	0.004	0.004	0.004	0.004	0.026
Tl	[µg/m ³]	0.001	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
V	[µg/m ³]	0.02	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Zn	[µg/m ³]	0.009	n.c.	31	2	6	0.004	0.004	0.004	0.004	0.086

Bagni S. Agostino Valori statistici 2008 per metalli											
	Media	Dev Stand	N _{tot}	n _{LdR}	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo	
Al	[µg/m ³]	0.43	0.54	31	17	55	0.12	0.05	0.68	0.05	2.07
As	[µg/m ³]	0.013	n.c.	31	8	26	0.004	0.004	0.007	0.004	0.095
Be	[µg/m ³]	0.0002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Cd	[µg/m ³]	0.0004	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Co	[µg/m ³]	0.0004	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Cr	[µg/m ³]	0.007	n.c.	31	13	42	0.002	0.002	0.010	0.002	0.030
Cu	[µg/m ³]	0.005	n.c.	31	5	16	0.004	0.004	0.004	0.004	0.016
Hg	[µg/m ³]	0.00005	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Mn	[µg/m ³]	0.007	0.006	31	17	55	0.005	0.002	0.009	0.002	0.029
Ni	[µg/m ³]	0.004	n.c.	31	10	32	0.002	0.002	0.006	0.002	0.013
Pb	[µg/m ³]	0.002	n.c.	31	13	42	0.001	0.001	0.004	0.001	0.008
Pd	[µg/m ³]	0.0008	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Pt	[µg/m ³]	0.0004	n.c.	31	1	3	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0010
Rh	[µg/m ³]	0.0002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Sb	[µg/m ³]	0.001	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Se	[µg/m ³]	0.012	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Sn	[µg/m ³]	0.002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Te	[µg/m ³]	0.002	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Ti	[µg/m ³]	0.008	n.c.	31	8	26	0.004	0.004	0.007	0.004	0.035
Tl	[µg/m ³]	0.001	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
V	[µg/m ³]	0.02	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Zn	[µg/m ³]	0.007	n.c.	31	2	6	0.004	0.004	0.004	0.004	0.066

Infine, nella tabella che segue, sono raggruppati i valori medi annuali dei metalli che hanno un valore limite (DM 60 del 02/04/2002), obiettivo (Dlgs n.152 del 03/08/2007) o guida secondo WHO. Come si può notare, nessun metallo supera i valori della normativa, fatta eccezione per l'As, metallo endemico dei terreni laziali, la cui concentrazione è stata elevata in tutte le postazioni in Gennaio e Febbraio (v. par. 3.2.1).

Sostanza	Periodo di osservazione	Rif. Legislativo o linea guida	Unità misura	Valore limite o guida	Civitavecchia tutte le postazioni Media anno 2007	Civitavecchia tutte le postazioni Media anno 2008
As - Arsenico nel PM10	Anno civile	Dlgs n.152 del 03/08/2007	ng/m ³	6	6	17
Cd -Cadmio nel PM10	Anno	Dlgs n.152 del 03/08/2007	ng/m ³	5	0,4	0,4
Ni - Nickel nel PM10	Anno	Dlgs n.152 del 03/08/2007	ng/m ³	20	8	5
Pb - Piombo nel PM10	Anno	DM n. 60 del 02/04/2002	µg/m ³	0,5	0,003	0,03
Mn - Manganese	Anno	WHO, Air quality guidelines, 2000	µg/m ³	0,15	0,01	0,01
Hg - Mercurio	Anno	WHO, Air quality guidelines, 2000	µg/m ³	1	0,00005	0,00005
Pt - Platino	--	WHO, Air quality guidelines, 2000		(*)	0,0008	0,0004
V - Vanadio	24 ore	WHO, Air quality guidelines, 2000	µg/m ³	1	0,02	0,02
Cr VI - Cromo esavalente	-	WHO, Air quality guidelines, 2000		4 x10 ⁻² (**)	0,01 µg/m ³	0,01 µg/m ³

Note:

(*) Per il Pt non è stato fissato un valore guida. Reazioni allergiche si segnalano intorno a 0,05 µg/m³.

(**) Per Cr VI è definita una unità di rischio, che rappresenta l'incremento di rischio di contrarre cancro per una popolazione esposta tutta la vita ad una concentrazione di 1 µg/m³.

3.2.2 Specie ioniche nel particolato PM10

Le concentrazioni medie mensili delle specie ioniche analizzate nei campioni di ciascuna postazione nel periodo da aprile a dicembre 2007 sono mostrate nelle tabelle che seguono. Per il calcolo sono stati adottati i criteri descritti al par. 3.2.

Le concentrazioni medie mensili di specie ioniche nel particolato PM10 della postazione di **Borgo Aurelia** sono riportate di seguito:

	Postazione di Borgo Aurelia					
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
SO4-- [µg/m ³]	1.30 ± 0.79	3.56 ± 1.95	2.23 ± 1.15	3.07 ± 0.70	4.04 ± 1.60	5.97 ± 6.22
NO3- [µg/m ³]	2.87 ± 1.07	3.28 ± 0.98	2.63 ± 0.89	3.00 ± 0.69	1.73 ± 0.72	1.39 ± 0.57
Cl- [µg/m ³]	0.53 ± 0.35	0.69 ± 1.25	3.09 ± 2.64	2.65 ± 2.23	0.26 ± 0.17	0.64 ± 0.88
Ca [µg/m ³]	0.33 ± 0.15	0.38 ± 0.14	0.28 ± 0.08	0.43 ± 0.11	0.61 ± 0.26	1.07 ± 1.02
Na [µg/m ³]	0.68 ± 0.54	0.75 ± 0.98	3.68 ± 2.92	2.53 ± 1.74	0.72 ± 0.59	0.83 ± 0.99
Mg [µg/m ³]	0.09 ± 0.05	0.11 ± 0.11	0.35 ± 0.27	0.33 ± 0.21	0.12 ± 0.07	0.13 ± 0.11
K [µg/m ³]	0.19 ± 0.10	0.21 ± 0.07	0.19 ± 0.07	0.19 ± 0.03	0.13 ± 0.05	0.10 ± 0.03
NH4+ [µg/m ³]	0.70 ± 0.42	1.64 ± 0.97	0.69 ± 0.26	0.87 ± 0.31	1.33 ± 0.47	1.48 ± 1.37

	Postazione di Borgo Aurelia					
	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
SO4-- [µg/m ³]	4.77 ± 2.75	5.23 ± 2.37	2.98 ± 2.05	3.30 ± 1.83	2.45 ± 1.76	1.74 ± 1.47
NO3- [µg/m ³]	2.02 ± 0.78	2.50 ± 0.85	1.17 ± 0.72	1.47 ± 0.54	2.15 ± 2.49	1.36 ± 0.55
Cl- [µg/m ³]	0.43 ± 0.45	0.97 ± 1.10	0.19 ± 0.05	0.64 ± 0.71	2.21 ± 3.17	0.76 ± 1.32
Ca [µg/m ³]	0.93 ± 0.47	0.91 ± 0.29	0.65 ± 0.69	0.47 ± 0.27	0.58 ± 0.98	0.62 ± 1.17
Na [µg/m ³]	0.88 ± 0.75	1.48 ± 0.89	0.33 ± 0.22	0.76 ± 0.58	1.55 ± 1.88	0.59 ± 0.62
Mg [µg/m ³]	0.15 ± 0.08	0.18 ± 0.09	0.06 ± 0.04	0.10 ± 0.06	0.21 ± 0.27	0.08 ± 0.16
K [µg/m ³]	0.09 ± 0.03	0.09 ± 0.02	0.12 ± 0.12	0.10 ± 0.03	0.13 ± 0.09	0.12 ± 0.07
NH4+ [µg/m ³]	1.58 ± 0.87	1.57 ± 0.74	1.02 ± 0.67	1.18 ± 0.74	0.48 ± 0.30	0.40 ± 0.22

I valori medi **mensili** di concentrazione di specie ioniche nel particolato PM10 della postazione di **Parco Antonelli** sono mostrati nelle tabelle che seguono:

	Postazione di Parco Antonelli					
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
SO4-- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.43 \pm 0.71	3.74 \pm 2.22	2.37 \pm 1.10	3.39 \pm 0.36	4.04 \pm 1.43	7.48 \pm 5.93
NO3- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	3.77 \pm 2.06	3.90 \pm 1.65	3.12 \pm 1.16	3.23 \pm 1.09	2.16 \pm 0.82	1.39 \pm 0.74
Cl- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.64 \pm 0.61	1.05 \pm 1.77	4.80 \pm 4.13	4.35 \pm 3.69	0.36 \pm 0.23	0.92 \pm 1.19
Ca [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2.43 \pm 1.58	1.10 \pm 0.47	1.12 \pm 0.35	0.98 \pm 0.29	1.11 \pm 0.45	1.38 \pm 0.87
Na [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.80 \pm 0.55	1.11 \pm 1.28	3.74 \pm 2.65	3.60 \pm 2.36	0.68 \pm 0.58	1.13 \pm 1.21
Mg [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.12 \pm 0.07	0.14 \pm 0.15	0.45 \pm 0.32	0.45 \pm 0.30	0.12 \pm 0.07	0.17 \pm 0.13
K [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.27 \pm 0.09	0.25 \pm 0.07	0.24 \pm 0.12	0.24 \pm 0.06	0.13 \pm 0.04	0.11 \pm 0.03
NH4+ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.47 \pm 0.45	1.43 \pm 0.94	0.55 \pm 0.37	0.84 \pm 0.42	1.23 \pm 0.56	2.43 \pm 2.02

	Postazione di Parco Antonelli					
	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
SO4-- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	4.94 \pm 2.35	5.31 \pm 2.16	2.82 \pm 2.08	3.64 \pm 1.77	2.34 \pm 1.15	1.85 \pm 1.71
NO3- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2.18 \pm 0.89	2.39 \pm 0.74	1.02 \pm 0.65	2.24 \pm 1.18	1.79 \pm 2.06	1.88 \pm 1.25
Cl- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.74 \pm 0.80	1.26 \pm 1.72	0.19 \pm 0.07	1.19 \pm 1.31	3.36 \pm 5.50	1.11 \pm 1.97
Ca [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.14 \pm 0.22	0.92 \pm 0.38	1.28 \pm 1.51	1.26 \pm 0.59	1.38 \pm 1.08	1.35 \pm 1.21
Na [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.12 \pm 0.83	1.75 \pm 1.31	0.42 \pm 0.32	0.93 \pm 0.87	2.36 \pm 3.41	0.88 \pm 1.05
Mg [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.18 \pm 0.11	0.21 \pm 0.14	0.08 \pm 0.07	0.14 \pm 0.08	0.30 \pm 0.43	0.11 \pm 0.22
K [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.10 \pm 0.03	0.10 \pm 0.02	0.12 \pm 0.12	0.12 \pm 0.03	0.19 \pm 0.11	0.18 \pm 0.07
NH4+ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.67 \pm 0.88	1.59 \pm 0.73	1.05 \pm 0.60	1.11 \pm 0.77	0.32 \pm 0.23	0.26 \pm 0.21

Le concentrazioni medie **mensili** di specie ioniche nel particolato PM10 della postazione di **Poggio Ombriccolo** sono riportate di seguito:

	Postazione di Poggio Ombriccolo					
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
SO4-- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.70 \pm 0.14	2.37 \pm 1.66	2.28 \pm 0.74	2.10 \pm 0.31	4.17 \pm 1.90	5.41 \pm 4.54
NO3- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.29 \pm 0.37	3.50 \pm 1.47	3.01 \pm 0.48	1.81 \pm 0.38	1.43 \pm 0.12	1.75 \pm 0.24
Cl- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.20 \pm 0.12	0.21 \pm 0.04	5.00 \pm 2.09	1.52 \pm 0.89	0.05 \pm 0.07	0.36 \pm 0.29
Ca [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.18 \pm 0.12	0.18 \pm 0.06	0.23 \pm 0.03	0.31 \pm 0.10	0.51 \pm 0.39	0.56 \pm 0.61
Na [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.28 \pm 0.25	0.32 \pm 0.07	3.99 \pm 1.15	1.69 \pm 0.41	0.45 \pm 0.47	0.57 \pm 0.61
Mg [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.05 \pm 0.02	0.06 \pm 0.00	0.52 \pm 0.04	0.21 \pm 0.05	0.08 \pm 0.06	0.10 \pm 0.04
K [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.14 \pm 0.08	0.13 \pm 0.03	0.18 \pm 0.04	0.11 \pm 0.02	0.12 \pm 0.06	0.08 \pm 0.04
NH4+ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.39 \pm 0.06	1.27 \pm 0.92	0.78 \pm 0.25	0.71 \pm 0.27	1.52 \pm 0.79	2.05 \pm 2.42

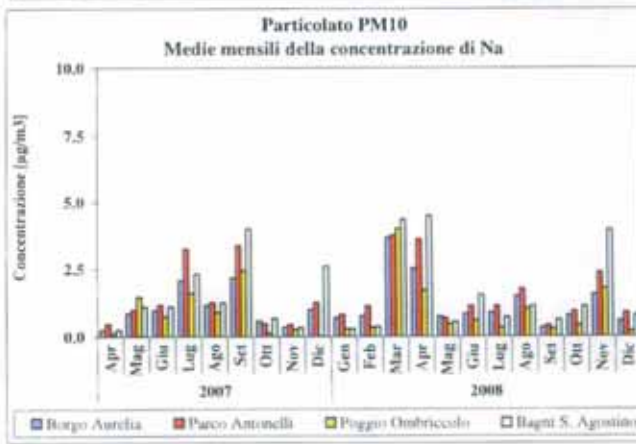
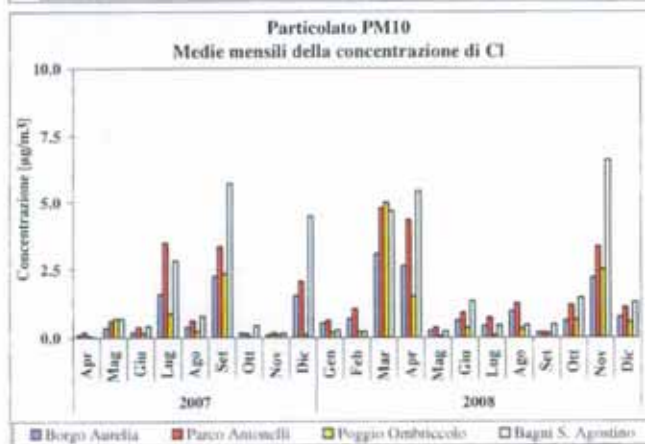
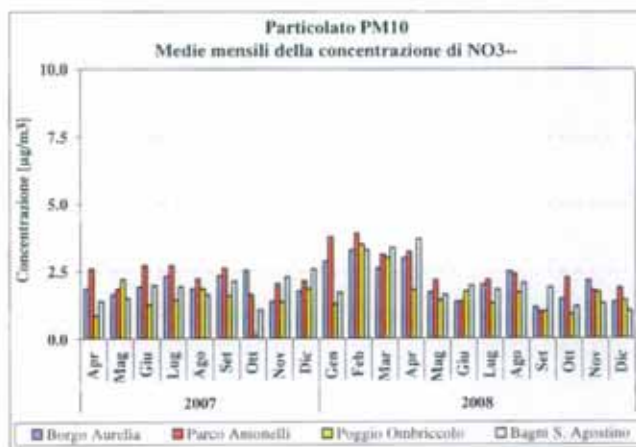
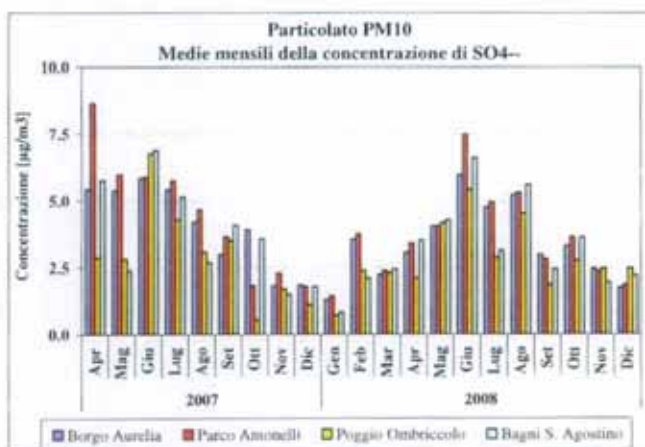
	Postazione di Poggio Ombriccolo					
	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
SO4-- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2.86 \pm 0.67	4.51 \pm 1.66	1.84 \pm 1.15	2.74 \pm 2.79	2.45 \pm 1.38	2.47 \pm 1.67
NO3- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.31 \pm 0.55	1.70 \pm 1.36	1.01 \pm 0.73	0.90 \pm 0.49	1.73 \pm 0.57	1.43 \pm 0.54
Cl- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.09 \pm 0.07	0.32 \pm 0.49	0.16 \pm 0.00	0.64 \pm 1.04	2.52 \pm 3.53	0.55 \pm 0.49
Ca [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.42 \pm 0.01	0.38 \pm 0.22	0.75 \pm 0.89	0.19 \pm 0.16	0.09 \pm 0.09	0.76 \pm 1.29
Na [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.31 \pm 0.22	1.02 \pm 0.92	0.26 \pm 0.23	0.40 \pm 0.58	1.75 \pm 1.37	0.20 \pm 0.16
Mg [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.07 \pm 0.02	0.11 \pm 0.08	0.12 \pm 0.04	0.06 \pm 0.06	0.17 \pm 0.21	0.08 \pm 0.10
K [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.07 \pm 0.02	0.06 \pm 0.01	0.09 \pm 0.11	0.06 \pm 0.04	0.08 \pm 0.08	0.02 \pm 0.00
NH4+ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.44 \pm 0.12	1.76 \pm 0.73	0.76 \pm 0.19	1.15 \pm 1.08	0.63 \pm 0.62	0.43 \pm 0.52

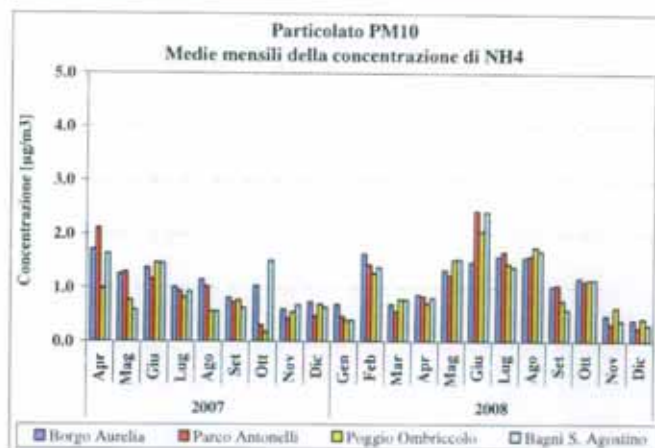
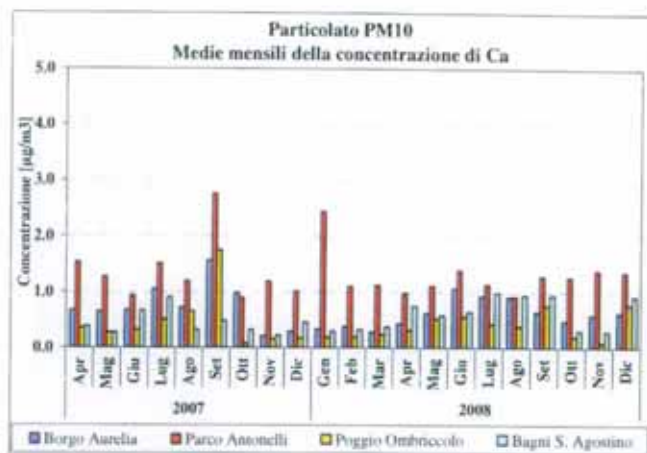
Le concentrazioni medie mensili di specie ioniche nel particolato PM10 della postazione di **Bagni S. Agostino** sono inserite nelle tabelle sottostanti:

Postazione di Bagni S. Agostino						
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
SO4-- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.84 ± 0.29	2.09 ± 1.97	2.44 ± 1.01	3.52 ± 0.27	4.27 ± 1.92	6.60 ± 5.54
NO3- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.71 ± 0.15	3.28 ± 1.66	3.38 ± 1.12	3.69 ± 0.20	1.64 ± 0.42	1.98 ± 0.45
Cl- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.28 ± 0.11	0.23 ± 0.07	4.69 ± 0.93	5.43 ± 0.50	0.24 ± 0.09	1.35 ± 1.38
Ca [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.30 ± 0.08	0.33 ± 0.09	0.37 ± 0.03	0.74 ± 0.07	0.58 ± 0.43	0.65 ± 0.56
Na [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.27 ± 0.15	0.36 ± 0.12	4.34 ± 0.64	4.49 ± 0.58	0.54 ± 0.43	1.53 ± 1.15
Mg [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.05 ± 0.01	0.06 ± 0.00	0.48 ± 0.09	0.56 ± 0.10	0.09 ± 0.05	0.22 ± 0.10
K [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.20 ± 0.08	0.19 ± 0.07	0.23 ± 0.02	0.24 ± 0.01	0.19 ± 0.08	0.17 ± 0.06
NH4+ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.40 ± 0.07	1.38 ± 0.92	0.78 ± 0.43	0.81 ± 0.16	1.53 ± 0.61	2.42 ± 3.14

Postazione di Bagni S. Agostino						
	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
SO4-- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	3.14 ± 0.52	5.60 ± 2.74	2.43 ± 1.68	3.64 ± 3.14	1.95 ± 0.91	2.21 ± 1.75
NO3- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.83 ± 0.38	2.07 ± 0.82	1.90 ± 1.40	1.19 ± 0.59	1.30 ± 0.49	1.04 ± 0.16
Cl- [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.45 ± 0.09	0.46 ± 0.49	0.48 ± 0.23	1.45 ± 1.21	6.61 ± 9.21	1.30 ± 1.90
Ca [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.99 ± 0.45	0.94 ± 0.55	0.95 ± 1.04	0.31 ± 0.19	0.30 ± 0.10	0.92 ± 1.41
Na [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.71 ± 0.25	1.13 ± 0.82	0.61 ± 0.24	1.11 ± 0.72	3.95 ± 5.37	0.79 ± 0.98
Mg [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.14 ± 0.01	0.14 ± 0.07	0.06 ± 0.05	0.15 ± 0.07	0.47 ± 0.66	0.14 ± 0.22
K [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.12 ± 0.04	0.12 ± 0.03	0.95 ± 1.31	0.09 ± 0.03	0.22 ± 0.14	0.13 ± 0.03
NH4+ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.39 ± 0.49	1.69 ± 0.77	0.59 ± 0.09	1.15 ± 1.07	0.38 ± 0.14	0.30 ± 0.29

Nelle figure che seguono, i dati delle tabelle precedenti sono riportati in forma di istogrammi per valutare gli andamenti delle concentrazioni mensili delle specie ioniche rilevate nel particolato PM10:





Facendo riferimento alle tabelle e figure precedenti, si possono fare le seguenti considerazioni:

- le specie ricercate sono state riscontrate in quasi tutti i campioni esaminati, salvo i cloruri che saltuariamente hanno avuto concentrazione inferiore al limite di rivelabilità. Essendo questi ultimi legati prevalentemente alla presenza di spray marino in atmosfera, concentrazioni significative di cloruri dovrebbero essere messe in relazione con masse d'aria di origine mediterranea o addirittura atlantica. L'apparente assenza nei filtri prelevati a Civitavecchia di cloruri da cloruro di sodio marino è in realtà conseguenza di un ben noto problema, indicato in letteratura come "chloride depletion" (diminuzione dei cloruri), ed è dovuto alla reazione tra sali marini e nitrati e solfati acidi, sia durante il trasporto dello spray marino sia durante il campionamento. Dalla reazione tra cloruri marini e acidi si forma HCl che volatilizza. Ne consegue che il particolato è arricchito di nitrati e solfati⁽⁸⁾. Inoltre, recenti studi hanno dimostrato che i nitrati presenti nelle frazioni grossolane e fini del particolato si sono per lo più formati per reazione di HNO₃ con i sali marini, specie quando gli aerosol marini incontrano masse di aria urbana inquinata ma non sono escluse anche reazioni dirette con SO₂⁽⁹⁾. La riduzione dei cloruri, pertanto, si spiega attraverso la reazione di HNO₃ o H₂SO₄, acquosi o gassosi, con NaCl marino oppure per adsorbimento della SO₂ gassosa nelle gocce di aerosol la quale si ossida facilmente a H₂SO₄;
- in tutte le postazioni, è visibile il ciclo stagionale dei solfati, in cui si hanno minime concentrazioni nei mesi invernali e massime nei mesi estivi.
- Allo stesso modo dei solfati, i nitrati presentano un altrettanto tipico ciclo stagionale il cui massimo si ha nei mesi invernali e il minimo nel periodo invernale.
- Anche nel 2008, le concentrazioni di Na e Cl mostrano un andamento strettamente correlato e quindi sono sicuramente di origine prevalentemente marina. E' probabile che anche una aliquota significativa di Ca sia anch'essa di origine marina, andandosi a sovrapporre al contributo terrigeno;
- L'andamento temporale delle concentrazioni medie mensili di ammonio è molto simile a quello dei solfati e suggerisce che esiste una buona correlazione tra queste due specie.

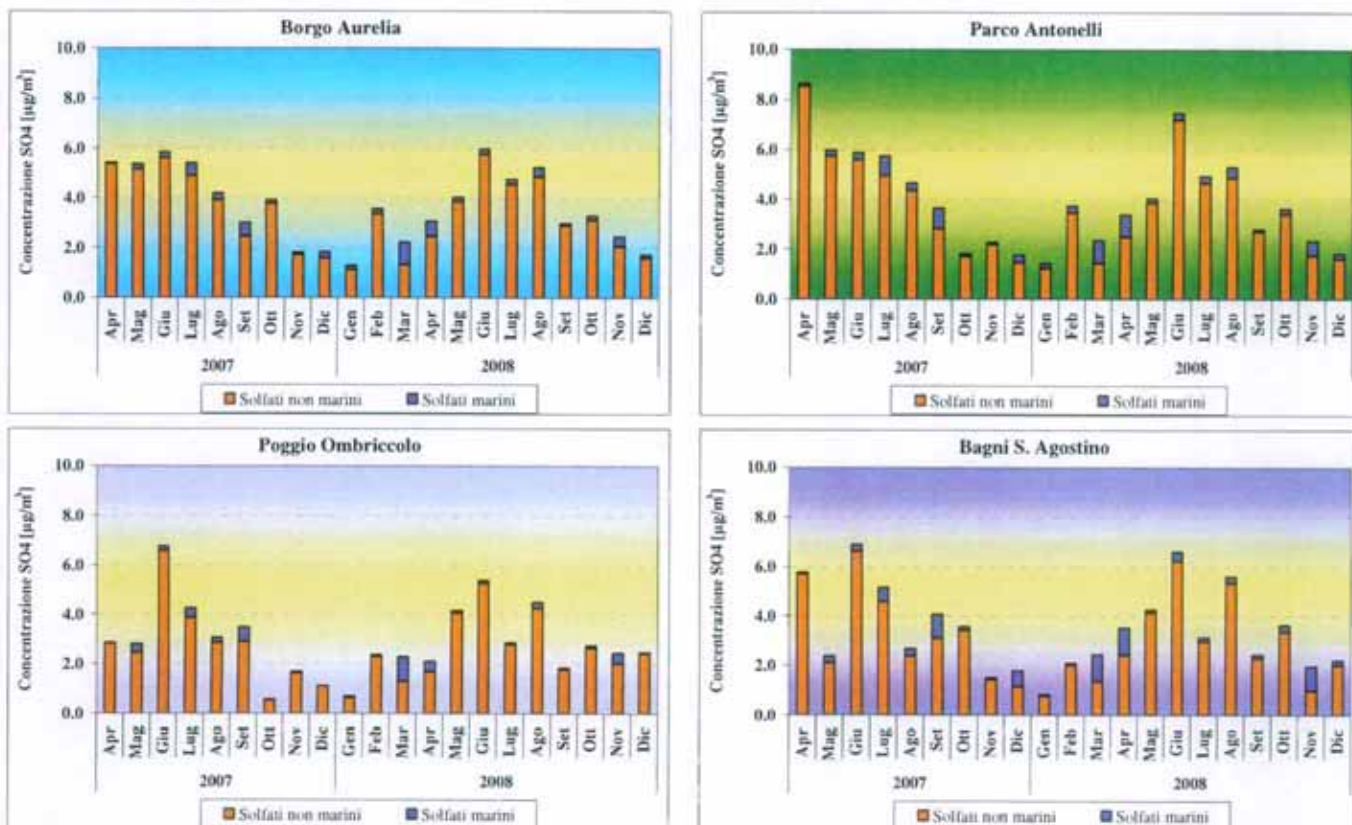
Avendo già evidenziato nei dati del 2007, le evidenti influenze sul PM10 di Civitavecchia dello spray marino, si è proceduto al calcolo della quantità di solfati imputabili alla sorgente marina e alla conseguente componente di solfati non di origine marina (antropogenici). Il calcolo della quantità di solfati marini è stato eseguito utilizzando la seguente equazione:

$$[\text{solfati marini}] = [\text{Na}^+] \times ([\text{SO}_4^{2-}]/[\text{Na}^+])_{\text{mare}}$$

⁸ McInnes, L.M. et al, 1994, Journal Geophysical Research 99, 8257-8268

⁹ Zhuang H. et al., 1999, Atmospheric Environment 33, 843-853

Il valore del rapporto solfati/sodio nell'acqua di mare è stato posto pari a 0.246 come suggerito da Brewer (1975). I risultati dei calcoli sono mostrati in forma grafica nelle figure seguenti, in cui, per ciascuna postazione, è stata indicata con una barra arancio la concentrazione media mensile di solfati non marini, quindi presumibilmente antropogenici, e con una barra blu sovrapposta all'arancio la concentrazione di solfati di origine marina.

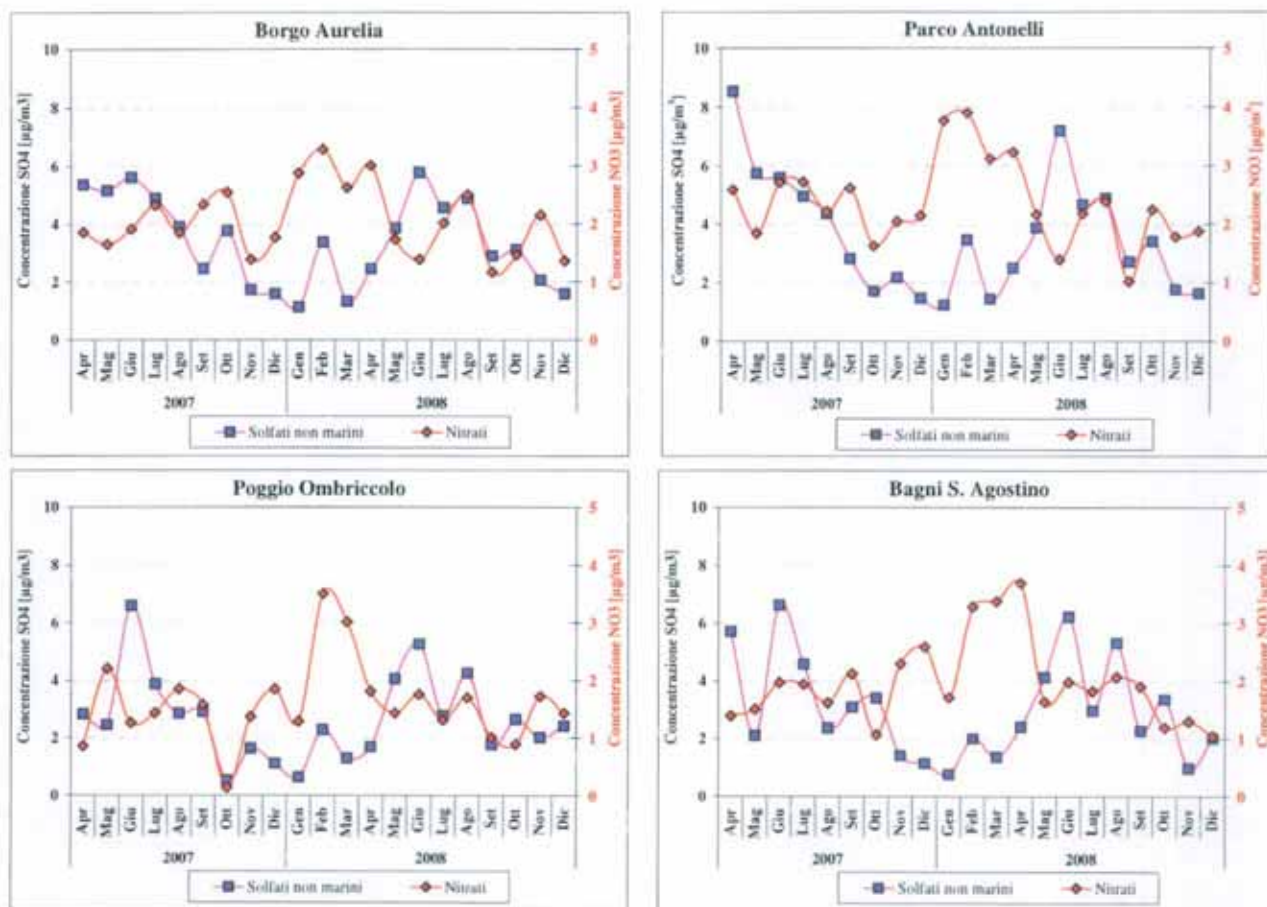


Dalle figure precedenti si può cogliere che per la maggior parte dell'anno la quantità di solfati marini nel PM10 è stata relativamente modesta. In alcuni mesi, però, ha rappresentato il 20-40% dei solfati totali (Settembre e Dicembre 2007; Marzo, Aprile e Novembre 2008), come appare dalle tabelle seguenti in cui è riportata la percentuale di solfati marini della concentrazione media mensile di solfati totali nel PM10:

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Apr 07	1.1	1.3	0.9	1.0
Mag 07	3.9	4.0	12.6	11.2
Giu 07	4.0	4.9	2.6	3.9
Lug 07	9.4	13.9	9.2	11.0
Ago 07	6.8	6.6	7.1	11.3
Set 07	17.8	22.7	16.9	24.1
Ott 07	3.6	6.3	4.8	4.5
Nov 07	4.5	4.8	3.6	5.2
Dic 07	13.3	17.1	0.5	35.8
Minimo	1.1	1.3	0.5	1.0
Massimo	17.8	22.7	16.9	35.8

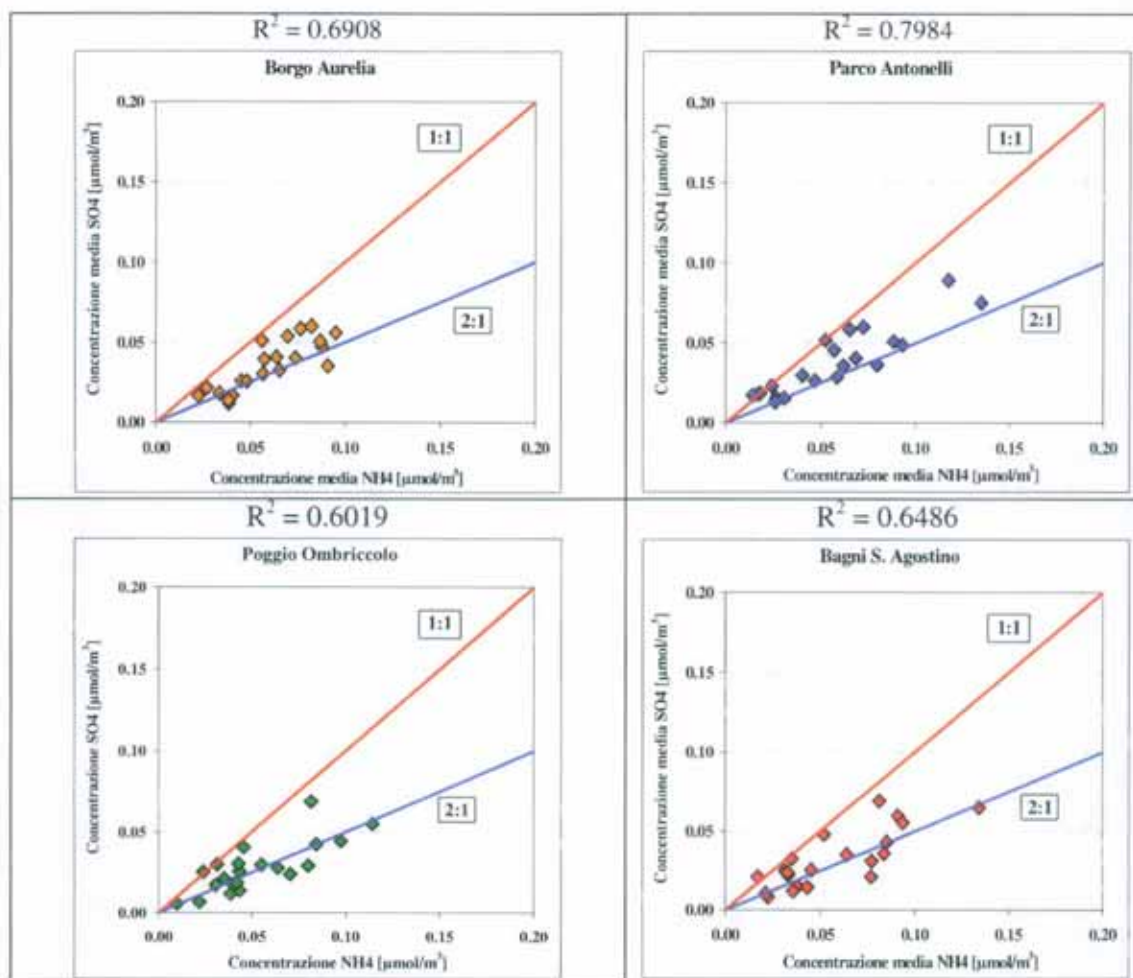
	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Gen 08	12.9	13.7	9.7	7.9
Feb 08	5.2	7.3	3.3	4.2
Mar 08	40.6	38.9	43.0	43.8
Apr 08	20.3	26.1	19.8	31.3
Mag 08	4.4	4.1	2.7	3.1
Giu 08	3.4	3.7	2.6	5.7
Lug 08	4.5	5.6	2.7	5.5
Ago 08	7.0	8.1	5.6	5.0
Set 08	2.7	3.7	3.5	6.2
Ott 08	5.7	6.3	3.6	7.5
Nov 08	15.6	24.8	17.6	49.8
Dic 08	8.4	11.7	2.0	8.7
Minimo	2.7	3.7	2.0	3.1
Massimo	40.6	38.9	43.0	49.8

Utilizzando quindi i valori di concentrazione solo dei solfati non marini, l'andamento temporale di questa specie assume quello riportato nelle figure seguenti, cui è stato aggiunto ancora quello dei nitrati.



In questo caso sono maggiormente evidenziati i massimi dei solfati non marini raggiunti a giugno in entrambi gli anni di indagine. A Parco Antonelli, la massima concentrazione media mensile del 2007 si è avuta però ad Aprile. Da notare anche nel 2008, in tutte le postazioni vi è stato un massimo relativo della concentrazione media di solfati anche in Agosto.

Utilizzando i valori di concentrazione di solfati non marini nel PM10, si è valutata la correlazione esistente con l'ammonio, già evidente dagli istogrammi degli andamenti delle concentrazioni medie mensili riportati in precedenza. Dalla letteratura scientifica, è noto infatti che ioni solfato e ammonio nel PM10 possono formare due tipi di composti salini, a seconda della acidità presente in atmosfera: NH_4HSO_4 (solfato acido di ammonio) e $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (solfato di ammonio). Per evidenziare meglio le eventuali correlazioni esistenti, la concentrazione di solfati non marini ed ammonio è stata espressa in $\mu\text{moli}/\text{m}^3$. In questo modo, il rapporto tra ammonio e solfati assume il valore di 1 nel solfato acido di ammonio e di 2 nel solfato di ammonio. I risultati compaiono nelle figure che seguono, in cui è stato riportato anche il valore assunto dal quadrato del coefficiente di correlazione (R^2) della retta di regressione tra tutti i dati e sono state indicate le rette corrispondenti ai rapporti 1:1 (riga rossa) e 2:1 (riga blu) tra ammonio e solfato:



Dai grafici si può notare che il valore massimo di R^2 si ha per i dati di Parco Antonelli, il minimo per Poggio Ombriccolo. Inoltre, mentre per Parco Antonelli quasi tutti i valori del rapporto ammonio/solfato rimangono entro l'area delimitata dalle rette 1:1 e 2:1, per le altre postazioni alcuni valori del rapporto indicano un eccesso di ammonio. La tabella che segue mette in evidenza l'andamento mensile del rapporto ammonio /solfato e sono stati evidenziati in giallo i valori del rapporto maggiori di 2.1:

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccollo	Bagni S. Agostino
Apr 07	1.70	1.32	1.86	1.53
Mag 07	1.30	1.21	1.69	1.50
Giu 07	1.31	1.12	1.19	1.18
Lug 07	1.10	1.01	1.13	1.09
Ago 07	1.57	1.25	1.05	1.26
Set 07	1.76	1.37	1.41	1.08
Ott 07	1.46	0.96	1.70	2.34
Nov 07	1.86	1.06	1.79	2.55
Dic 07	2.45	1.72	3.32	2.96
Gen 08	3.28	2.01	3.29	2.79
Feb 08	2.59	2.20	2.95	3.67
Mar 08	2.79	2.04	3.20	3.02
Apr 08	1.90	1.79	2.26	1.79
Mag 08	1.84	1.69	1.99	1.98
Giu 08	1.37	1.80	2.08	2.07
Lug 08	1.85	1.91	2.76	2.49
Ago 08	1.72	1.73	2.20	1.69
Set 08	1.88	2.07	2.27	1.38
Ott 08	2.02	1.74	2.31	1.82
Nov 08	1.25	0.98	1.66	2.07
Dic 08	1.35	0.83	0.94	0.80

Dalla tabella precedente si nota abbastanza bene che esistono differenze qualitative marcate nel PM10 delle postazioni in funzione del periodo preso in esame. Mentre a Parco Antonelli nel PM10 dovrebbe essere presente quasi sempre solfato di ammonio e solfato di ammonio acido in miscela tra di loro variabile ma sempre entro i rapporti stechiometrici, nelle altre postazioni vi è un eccesso di ammonio in inverno e quindi è probabile che nel PM10 sia presente anche ammonio nitrato per garantire il bilancio stechiometrico. Interessante anche il fatto che solo a Poggio Ombriccolo si è avuto un eccesso di ammonio nell'estate 2008. In questo caso, l'ammonio dovrebbe provenire da operazioni agricole come la concimazione chimica.

3.2.2.1 Valori medi annuali di specie ioniche

Nelle tabelle successive, sono stati calcolati i valori medi di specie ioniche in aria per l'anno 2008 in ciascuna postazione, utilizzando sempre le convenzioni riportate in precedenza:

Borgo Aurelia											
Valori statistici 2008 per specie ioniche											
	Media	Dev Stand	N_{tot}	n_{LdR}	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo	
SO4--	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	3.40	2.60	61	61	100	2.94	1.94	4.27	0.46	16.90
NO3-	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2.12	1.16	61	61	100	2.01	1.16	2.65	0.55	6.57
Cl-	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.07	1.66	61	58	95	0.24	0.15	1.04	0.01	6.89
Ca	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.61	0.59	61	59	97	0.41	0.27	0.66	0.01	2.72
Na	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.22	1.48	61	61	100	0.57	0.35	1.59	0.01	7.42
Mg	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.16	0.16	61	54	89	0.10	0.05	0.18	0.01	0.64
K	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.14	0.07	61	59	97	0.12	0.09	0.18	0.01	0.34
NH4+	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.08	0.76	61	61	100	0.94	0.56	1.27	0.12	3.74

Parco Antonelli											
Valori statistici 2008 per specie ioniche											
	Media	Dev Stand	N_{tot}	n_{LdR}	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo	
SO4--	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	3.62	2.65	61	61	100	3.23	1.99	4.18	0.48	15.05
NO3-	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2.42	1.44	61	61	100	2.19	1.40	3.13	0.18	6.94
Cl-	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.64	2.70	61	60	98	0.32	0.22	1.70	0.01	12.82
Ca	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.28	0.88	61	61	100	1.06	0.77	1.39	0.18	4.08
Na	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.53	1.82	61	61	100	0.72	0.37	1.76	0.03	8.22
Mg	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.20	0.22	61	53	87	0.11	0.07	0.24	0.01	0.98
K	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.17	0.09	61	60	98	0.14	0.10	0.24	0.01	0.41
NH4+	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.08	0.96	61	60	98	0.78	0.40	1.45	0.01	4.72

Poggio Ombriccolo											
Valori statistici 2008 per specie ioniche											
	Media	Dev Stand	N_{tot}	n_{LdR}	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo	
SO4--	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2.91	2.12	31	31	100	2.59	1.46	3.48	0.54	10.65
NO3-	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.72	0.91	31	31	100	1.54	1.17	1.99	0.36	4.54
Cl-	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.98	1.74	31	31	100	0.19	0.07	0.89	0.01	6.22
Ca	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.39	0.48	31	31	100	0.24	0.14	0.38	0.02	2.25
Na	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.95	1.24	31	30	97	0.43	0.17	1.15	0.01	4.90
Mg	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.14	0.15	31	31	100	0.08	0.05	0.16	0.01	0.57
K	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.10	0.06	31	31	100	0.09	0.05	0.14	0.01	0.22
NH4+	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.09	0.96	31	31	100	0.78	0.53	1.44	0.06	4.85

Bagni S. Agostino											
Valori statistici 2008 per specie ioniche											
		Media	Dev Stand	N_{tot}	n_{LdR}	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
SO4--	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	3.32	2.60	31	31	100	3.06	1.50	3.74	0.51	12.99
NO3-	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2.03	1.03	31	31	100	1.80	1.34	2.35	0.78	4.46
Cl-	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.80	2.78	31	31	100	0.37	0.21	2.73	0.10	13.12
Ca	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.61	0.56	31	31	100	0.39	0.24	0.72	0.07	2.55
Na	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.59	1.88	31	31	100	0.78	0.35	1.98	0.09	7.75
Mg	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.21	0.22	31	28	90	0.12	0.06	0.27	0.01	0.94
K	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	0.22	0.32	31	31	100	0.15	0.11	0.24	0.03	1.88
NH4+	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.09	1.13	31	31	100	0.73	0.46	1.49	0.03	6.04

Relativamente alle medie annuali di specie ioniche nel PM10 delle postazioni di misura, si possono fare le seguenti considerazioni:

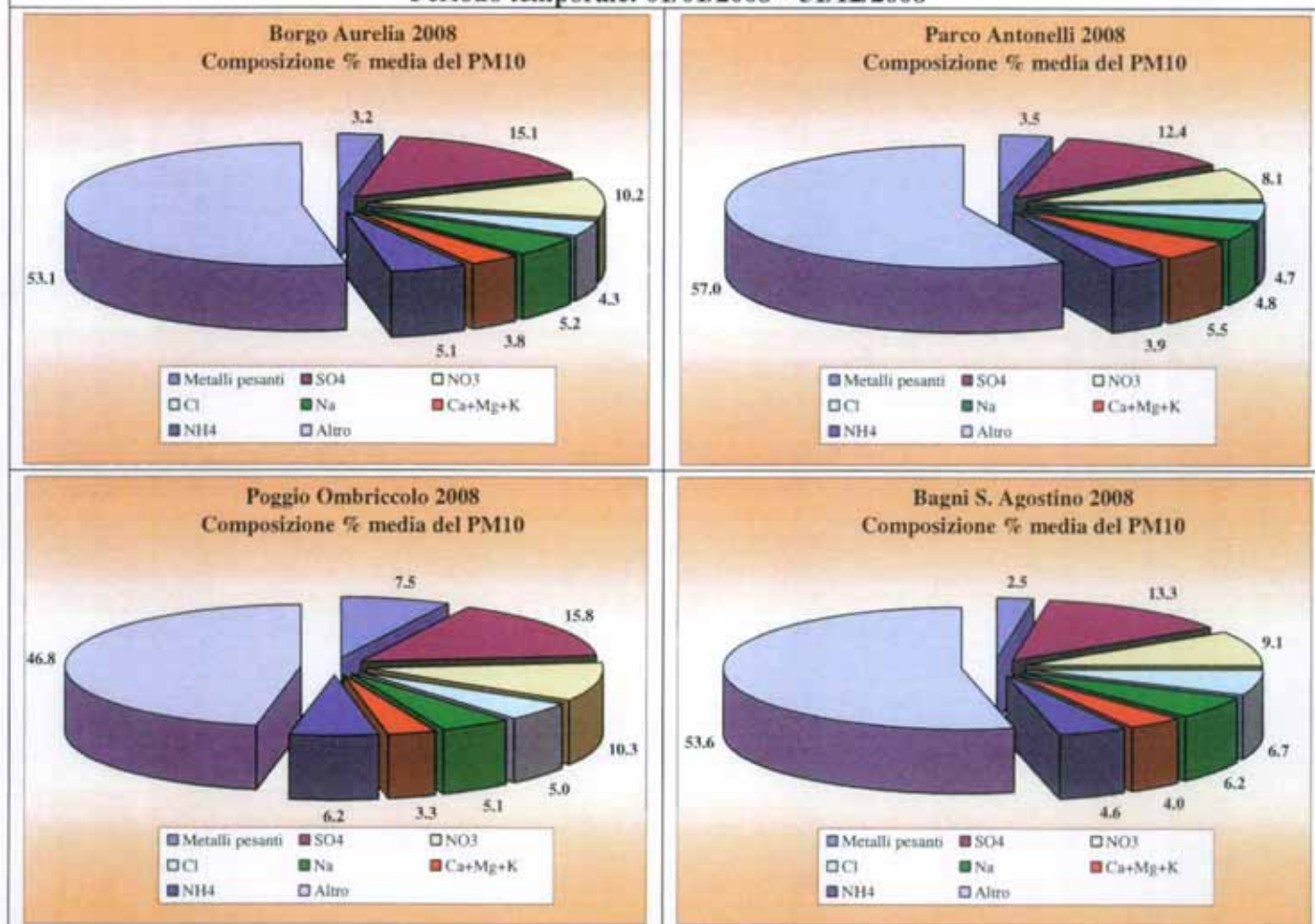
- il PM10 di Parco Antonelli è il più ricco di solfati e nitrati, quello di Poggio Ombriccolo contiene le minori quantità di solfati. Le concentrazioni medie annuali di questi composti seguono il seguente ordine: Parco Antonelli > Borgo Aurelia > Bagni S. Agostino > Poggio Ombriccolo.
- Le più elevate concentrazioni medie annuali di cloruri ($1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e sodio ($1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) si riscontrano a Bagni S. Agostino, la postazione più prossima al mare, ma concentrazioni quasi equivalenti si sono avute a Parco Antonelli ($1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di cloruri e $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di sodio), postazione anch'essa in vicinanze della costa. A Borgo Aurelia e Poggio Ombriccolo le concentrazioni medie annuali sono inferiori di circa il 40% rispetto alle altre due postazioni. L'ordine delle concentrazioni medie annuali di cloruri e sodio è pertanto il seguente: Bagni S. Agostino > Parco Antonelli > Borgo Aurelia > Poggio Ombriccolo.
- La concentrazione media annuale di ammonio è pressoché identica in tutte le postazioni e vale circa $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, rappresentando il catione più abbondante nel PM10 salvo che a Parco Antonelli in cui si ha una elevata concentrazione media annuale di calcio ($1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La concentrazione media annuale di calcio nelle altre postazioni rimane invece compresa tra 0.4 e $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.2.3 Considerazioni sulle caratteristiche del particolato di Civitavecchia

Nei paragrafi precedenti sono state presentate e commentate le concentrazioni in aria delle specie chimiche analizzate. In questo paragrafo le specie chimiche vengono invece considerate in relazione alla massa del particolato. Nei grafici che seguono è per l'appunto mostrata la composizione % media annuale, riferita alla massa del particolato atmosferico nelle quattro postazioni. Come consuetudine di letteratura in lavori analoghi, sono state eseguite alcune aggregazioni delle specie in classi omogenee. In particolare:

- **metalli pesanti**: sono stati sommati tutti i metalli determinati, indicati al par. 3.2.1;
- **metalli alcalino terrosi**: sono stati sommati i contributi di Ca, Mg, Na e K;
- **solfati, nitrati, cloruri e ammonio** sono stati mantenuti come singole specie chimiche;
- **altro**: è la differenza tra la massa del particolato e la sommatoria delle quantità di specie chimiche quantificate. Dal punto di vista chimico, in "altro" sono contenuti principalmente i contributi alla massa del particolato di elementi metallici cristallini, non determinati nel presente lavoro (Si, Fe, ecc.) e presenti sotto forma di ossidi, di Carbonio Elementare e di specie organiche complesse.

Periodo temporale: 01/01/2008 – 31/12/2008



Al riguardo si possono fare le seguenti considerazioni:

- la quantità media di materiale non caratterizzato nel PM10 è variata tra il 47% di Poggio Ombriccolo e il 57% di Parco Antonelli. Ciò riflette il fatto che nel materiale non caratterizzato è compresa anche la componente organica che dovrebbe essere più abbondante nella postazione urbana di Parco Antonelli mentre in quella rurale di Poggio Ombriccolo dovrebbero essere più abbondanti le componenti terrigene.
- I metalli pesanti rappresentano il 7.5% del particolato di Poggio Ombriccolo e il 2.5 – 3.5 delle altre postazioni. Ciò non è imputabile ad un eventuale inquinamento da metalli ma è semplicemente dovuto alla particolare abbondanza di alluminio nel particolato di questa postazione. Poiché l'alluminio nel comprensorio di Civitavecchia dovrebbe essere di prevalente origine terrigena, questo fatto conferma la possibile influenza delle sorgenti naturali sulla qualità del PM10.
- Solfati e nitrati costituiscono il 21-22% circa del particolato di Parco Antonelli e Bagni S. Agostino e il 25-26% circa di quello delle altre postazioni.
- Il cloruro di sodio, valutato come somma di Na e Cl, rappresenta il 9-10 % circa del particolato di Borgo Aurelia, Parco Antonelli e Poggio Ombriccolo e il 13% del particolato di Bagni S. Agostino.

3.3 Risultati e valutazioni della determinazione di IPA nel particolato PTS e in fase vapore.

Gli idrocarburi aromatici policiclici (IPA) in fase vapore e adsorbiti sul particolato sono stati prelevati con un classico sistema di campionamento integrale che comprende un filtro, per la raccolta della fase particolato (PTS) e un cilindro di schiuma poliuretanicca (PUF), per il trattenimento degli IPA più volatili e quindi più abbondanti in fase vapore. Infatti, è noto dalla letteratura che gli IPA aerodispersi sono ripartiti tra fase vapore e sul particolato in funzione della loro tensione di vapore; a grandi linee, in dipendenza soprattutto della temperatura, i composti da naftalene a fluorantene/pirene si trovano in fase vapore mentre da benzo(a)antracene a dibenzopireni sono adsorbiti sul particolato.

Dato che il campionamento è una situazione di non equilibrio, parte degli IPA adsorbiti su particolato possono essere spostati dal filtro durante il prelievo. Le analisi sono state pertanto effettuate riunendo gli estratti dei due substrati di prelievo (filtro e PUF) e i dati si riferiscono quindi alla concentrazione complessiva degli IPA in aria.

Gli IPA determinati nell'atmosfera di Civitavecchia sono indicati nella tabella seguente:

Composto	Numero anelli condensati	Peso molecolare	Genotossicità	Cancerogenesi secondo IARC (*)
Naftalene	2	128	-	-
1-Metilnaftalene	2	142	-	-
2-Metilnaftalene	2	142	-	-
2,6-Dimetilnaftalene	2	156	-	-
2,3,5-Trimetilnaftalene	2	170	-	-
Acenaftilene	3	152	-	-
Acenaftene	3	154	-	-
Fluorene	3	166	-	-
Fenantrene	3	178	-	-
Antracene	3	178	-	-
1-Metilfenantrene	3	192	-	-
Fluorantene	4	202	-	-
Pirene	4	202	-	-
Benzo(a)antracene	4	228	Genotossico	2A
Crisene	4	228	Genotossico	3
Ciclopenta[c,d]pirene	5	226	-	-
Benzo(b + j)fluorantene	5	252	Genotossico	2B
Benzo(k)fluorantene	5	252	Genotossico	2B
Benzo(e)pirene	5	276	-	-
Benzo(a)pirene	5	276	Genotossico	2A
Perilene	5	252	-	-
Indeno(1,2,3)c,dpirene	6	276	Genotossico	2B
Dibenzo(a,h)antracene	6	278	Genotossico	2A
Benzo(g,h,i)perilene	6	276	Genotossico	3
Dibenzo(a,l)pirene	6	302	Genotossico	2B
Dibenzo(a,e)pirene	6	302	Genotossico	2B
Dibenzo(a,i)pirene	6	302	Genotossico	2B
Dibenzo(a,h)pirene	6	302	Genotossico	2B

(*) Note: 2A - probable human carcinogen
2B - possible human carcinogen
3 - mixed or limited evidence on human cancer potential

Nel protocollo di analisi sono stati presi in considerazione sia IPA Alchilati sia IPA non alchilati. Come IPA non alchilati si sono intesi i composti da naftalene (2 anelli benzenici condensati) a dibenzopireni (6 anelli benzenici condensati), tipicamente emessi dai processi di combustione, che non hanno gruppi sostituenti alchilici nella molecola (gruppi metilici, etilici, propilici, ecc.). Gli IPA alchilati, che sono un vasto gruppo di composti, di solito molto più abbondante in atmosfera rispetto ai non alchilati, sono stati limitati ad alcuni metil-, dimetil- e trimetil-naftaleni e ad un monometilfenantrene.

Nel protocollo di analisi sono compresi IPA con riconosciute caratteristiche di cancerogenicità e genotossicità, come indicato nella tabella precedente.

Nel presente paragrafo vengono riportate le medie mensili delle concentrazioni di IPA determinati, calcolati con i criteri adottati per i metalli ed esposti al par. 3.2. Quando in luogo della deviazione standard compare la dicitura "n.c.", significa che il composto in oggetto è stato determinato in meno del 50% dei campioni.

Le concentrazioni medie mensili di IPA nel particolato PTS della postazione di **Borgo Aurelia** sono riportate di seguito:

		Postazione di Borgo Aurelia					
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Naftalene	[ng/m ³]	0.19 ± 0.35	0.07 ± 0.10	0.33 ± 0.47	0.17 ± n.c.	0.17 ± 0.15	0.08 ± 0.07
2-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0.08 ± 0.14	0.04 ± 0.05	0.11 ± 0.13	0.10 ± 0.05	0.10 ± 0.07	0.06 ± 0.06
1-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0.11 ± 0.20	0.06 ± 0.07	0.13 ± 0.14	0.21 ± 0.07	0.21 ± 0.17	0.11 ± 0.11
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m ³]	0.08 ± 0.13	0.05 ± 0.06	0.07 ± 0.07	0.11 ± 0.07	0.11 ± 0.10	0.08 ± 0.09
Acenaftilene	[ng/m ³]	0.26 ± 0.32	0.23 ± 0.26	0.40 ± 0.61	0.03 ± n.c.	0.03 ± 0.03	0.01 ± 0.01
Acenaftene	[ng/m ³]	0.05 ± 0.07	0.07 ± 0.04	0.09 ± 0.09	0.06 ± 0.05	0.06 ± 0.06	0.04 ± 0.06
2,3,5-	[ng/m ³]	0.16 ± 0.16	0.11 ± 0.14	0.07 ± 0.06	0.09 ± 0.05	0.09 ± 0.09	0.03 ± 0.03
Fluorene	[ng/m ³]	0.69 ± 0.53	0.66 ± 0.25	0.50 ± 0.35	0.30 ± 0.22	0.30 ± 0.24	0.17 ± 0.19
Fenantrene	[ng/m ³]	4.92 ± 4.17	2.87 ± 0.87	2.49 ± 1.38	2.31 ± 1.82	2.31 ± 1.53	1.97 ± 1.70
Antracene	[ng/m ³]	0.38 ± 0.34	0.15 ± 0.07	0.27 ± 0.25	0.11 ± 0.08	0.11 ± 0.12	0.08 ± 0.10
1-Metilfenantrene	[ng/m ³]	0.29 ± 0.23	0.21 ± 0.10	0.20 ± 0.11	0.49 ± n.c.	0.49 ± 0.39	0.59 ± 0.51
Fluorantene	[ng/m ³]	2.35 ± 2.26	1.03 ± 0.33	0.89 ± 0.61	0.56 ± 0.81	0.56 ± 0.27	0.72 ± 0.58
Pirene	[ng/m ³]	1.30 ± 1.19	0.62 ± 0.21	0.53 ± 0.31	0.54 ± 0.42	0.54 ± 0.27	0.61 ± 0.60
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m ³]	0.03 ± 0.03	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.02	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene	[ng/m ³]	0.10 ± 0.08	0.06 ± 0.03	0.06 ± 0.06	0.01 ± 0.04	0.01 ± 0.01	0.02 ± 0.04
Crisene	[ng/m ³]	0.31 ± 0.25	0.20 ± 0.08	0.14 ± 0.09	0.09 ± 0.12	0.09 ± 0.04	0.10 ± 0.13
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m ³]	0.39 ± 0.35	0.35 ± 0.12	0.31 ± 0.21	0.06 ± 0.06	0.06 ± 0.03	0.04 ± 0.05
Benzo[k]fluorantene	[ng/m ³]	0.14 ± 0.13	0.13 ± 0.05	0.07 ± 0.06	0.03 ± 0.03	0.03 ± 0.03	0.02 ± 0.02
Benzo[e]pirene	[ng/m ³]	0.11 ± 0.09	0.11 ± 0.04	0.08 ± 0.05	0.04 ± 0.03	0.04 ± 0.03	0.03 ± 0.04
Benzo[a]pirene	[ng/m ³]	0.10 ± 0.09	0.09 ± 0.03	0.06 ± 0.07	0.02 ± 0.02	0.02 ± 0.01	0.03 ± 0.03
Perilene	[ng/m ³]	0.15 ± 0.12	0.12 ± 0.04	0.07 ± 0.07	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.
Indeno[1,2,3-	[ng/m ³]	0.12 ± 0.11	0.12 ± 0.04	0.10 ± 0.08	0.04 ± 0.02	0.04 ± 0.03	0.02 ± 0.03
Dibenzo[a,	[ng/m ³]	0.02 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m ³]	0.10 ± 0.09	0.10 ± 0.04	0.07 ± 0.05	0.05 ± 0.02	0.05 ± 0.03	0.02 ± 0.04
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,l]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Totale	[ng/m ³]	12.45 ± 10.16	7.51 ± 2.22	7.13 ± 4.23	5.49 ± 3.81	5.49 ± 3.43	4.90 ± 4.14

		Postazione di Borgo Aurelia					
		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Naftalene	[ng/m ³]	0.10 ± 0.09	0.06 ± 0.08	0.14 ± 0.26	0.40 ± 0.59	0.18 ± 0.07	0.24 ± 0.20
2-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0.07 ± 0.07	0.03 ± 0.03	0.06 ± 0.13	0.08 ± 0.11	0.03 ± 0.02	0.04 ± 0.04
1-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0.13 ± 0.13	0.05 ± 0.06	0.11 ± 0.21	0.14 ± 0.21	0.04 ± 0.02	0.06 ± 0.04
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m ³]	0.10 ± 0.11	0.04 ± 0.03	0.07 ± 0.15	0.08 ± 0.10	0.03 ± 0.02	0.04 ± 0.04
Acenaftilene	[ng/m ³]	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.05 ± 0.07	0.10 ± 0.18
Acenaftene	[ng/m ³]	0.05 ± 0.08	0.04 ± 0.03	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.02
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m ³]	0.04 ± 0.04	0.03 ± 0.03	0.06 ± 0.12	0.07 ± 0.08	0.04 ± 0.04	0.07 ± 0.08
Fluorene	[ng/m ³]	0.20 ± 0.26	0.14 ± 0.08	0.09 ± 0.10	0.09 ± 0.10	0.23 ± 0.19	0.27 ± 0.22
Fenantrene	[ng/m ³]	1.67 ± 1.16	1.96 ± 1.13	0.64 ± 0.98	0.38 ± 0.43	0.84 ± 0.84	0.82 ± 0.72
Antracene	[ng/m ³]	0.04 ± 0.02	0.14 ± 0.12	0.10 ± 0.17	0.03 ± 0.03	0.08 ± 0.09	0.07 ± 0.08
1-Metilfenantrene	[ng/m ³]	0.58 ± 0.41	0.54 ± 0.29	0.14 ± 0.11	0.08 ± 0.04	0.11 ± 0.08	0.10 ± 0.07
Fluorantene	[ng/m ³]	0.65 ± 0.30	1.13 ± 0.64	0.39 ± 0.42	0.23 ± 0.24	0.33 ± 0.29	0.31 ± 0.26
Pirene	[ng/m ³]	0.49 ± 0.24	0.93 ± 0.55	0.31 ± 0.34	0.16 ± 0.12	0.27 ± 0.28	0.24 ± 0.23
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene	[ng/m ³]	0.02 ± 0.02	0.03 ± 0.04	0.03 ± 0.04	0.01 ± 0.02	0.01 ± 0.01	0.02 ± 0.02
Crisene	[ng/m ³]	0.08 ± 0.07	0.11 ± 0.08	0.09 ± 0.12	0.03 ± 0.03	0.05 ± 0.04	0.05 ± 0.05
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m ³]	0.03 ± 0.03	0.04 ± 0.05	0.06 ± 0.08	0.03 ± 0.03	0.04 ± 0.02	0.04 ± 0.04
Benzo[k]fluorantene	[ng/m ³]	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.03	0.04 ± 0.05	0.02 ± 0.02	0.04 ± 0.04	0.04 ± 0.04
Benzo[e]pirene	[ng/m ³]	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.03	0.04 ± 0.04	0.02 ± 0.01	0.03 ± 0.02	0.03 ± 0.03
Benzo[a]pirene	[ng/m ³]	0.03 ± 0.03	0.01 ± 0.01	0.03 ± 0.05	0.02 ± 0.02	0.03 ± 0.02	0.03 ± 0.03
Perilene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± 0.01	0.02 ± 0.03	0.05 ± 0.06	0.02 ± 0.01	0.04 ± 0.03	0.05 ± 0.05
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m ³]	0.01 ± 0.01	0.02 ± 0.03	0.03 ± 0.05	0.01 ± 0.01	0.04 ± 0.03	0.04 ± 0.03
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a, l]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Totale	[ng/m ³]	4.42 ± 2.86	5.46 ± 2.76	2.55 ± 2.61	1.95 ± 1.65	2.58 ± 2.06	2.75 ± 2.05

Le concentrazioni medie mensili di IPA nel particolato PTS della postazione di Parco Antonelli sono riportate di seguito:

		Postazione di Parco Antonelli					
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Naftalene	[ng/m ³]	0.76 ± 0.81	0.33 ± 0.49	0.46 ± 0.13	0.11 ± 0.06	0.11 ± 0.09	0.16 ± 0.24
2-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0.50 ± 0.62	0.11 ± 0.11	0.29 ± 0.10	0.08 ± 0.05	0.08 ± 0.06	0.09 ± 0.14
1-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0.82 ± 1.00	0.19 ± 0.20	0.45 ± 0.16	0.16 ± 0.10	0.16 ± 0.12	0.19 ± 0.30
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m ³]	0.65 ± 0.88	0.10 ± 0.08	0.33 ± 0.16	0.11 ± 0.07	0.11 ± 0.07	0.14 ± 0.16
Acenaftilene	[ng/m ³]	1.96 ± 2.10	0.48 ± 0.54	1.31 ± 0.95	0.06 ± 0.06	0.06 ± 0.04	0.04 ± 0.02
Acenaftene	[ng/m ³]	0.31 ± 0.31	0.13 ± 0.08	0.19 ± 0.11	0.02 ± 0.02	0.02 ± 0.03	0.04 ± 0.06
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m ³]	1.00 ± 0.83	0.18 ± 0.13	0.14 ± 0.05	0.11 ± 0.04	0.11 ± 0.08	0.09 ± 0.08
Fluorene	[ng/m ³]	2.41 ± 1.61	1.26 ± 0.63	1.13 ± 0.40	0.33 ± 0.19	0.33 ± 0.27	0.30 ± 0.29
Fenantrene	[ng/m ³]	6.98 ± 3.95	5.01 ± 2.47	4.53 ± 1.81	3.50 ± 0.78	3.50 ± 1.92	3.86 ± 1.91
Antracene	[ng/m ³]	0.83 ± 0.52	0.44 ± 0.25	0.60 ± 0.51	0.16 ± 0.03	0.16 ± 0.11	0.25 ± 0.16
1-Metilfenantrene	[ng/m ³]	0.69 ± 0.38	0.53 ± 0.33	0.51 ± 0.20	1.36 ± n.c.	1.36 ± 2.12	0.99 ± 0.88
Fluorantene	[ng/m ³]	1.76 ± 0.99	1.39 ± 0.41	1.08 ± 0.43	1.14 ± 0.19	1.14 ± 1.09	1.28 ± 0.60
Pirene	[ng/m ³]	1.66 ± 0.94	1.17 ± 0.37	0.94 ± 0.36	1.88 ± 0.16	1.88 ± 2.99	1.21 ± 0.56
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m ³]	0.14 ± 0.10	0.05 ± 0.03	0.05 ± 0.06	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.00	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene	[ng/m ³]	0.33 ± 0.21	0.13 ± 0.08	0.11 ± 0.07	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.02	0.05 ± 0.07
Crisene	[ng/m ³]	0.56 ± 0.35	0.31 ± 0.15	0.23 ± 0.12	0.14 ± 0.02	0.14 ± 0.11	0.20 ± 0.20
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m ³]	1.19 ± 0.84	0.56 ± 0.31	0.47 ± 0.20	0.07 ± 0.04	0.07 ± 0.05	0.06 ± 0.05
Benzo[k]fluorantene	[ng/m ³]	0.43 ± 0.28	0.20 ± 0.09	0.15 ± 0.08	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.03	0.04 ± 0.04
Benzo[c]pirene	[ng/m ³]	0.36 ± 0.22	0.17 ± 0.08	0.16 ± 0.08	0.06 ± 0.01	0.06 ± 0.03	0.05 ± 0.05
Benzo[a]pirene	[ng/m ³]	0.41 ± 0.28	0.16 ± 0.09	0.15 ± 0.09	0.03 ± 0.02	0.03 ± 0.03	0.03 ± 0.03
Perilene	[ng/m ³]	0.41 ± 0.25	0.19 ± 0.10	0.12 ± 0.10	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m ³]	0.43 ± 0.29	0.20 ± 0.11	0.20 ± 0.10	0.05 ± 0.02	0.05 ± 0.04	0.04 ± 0.03
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m ³]	0.06 ± 0.03	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m ³]	0.49 ± 0.32	0.20 ± 0.10	0.19 ± 0.08	0.05 ± 0.02	0.05 ± 0.04	0.08 ± 0.06
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,l]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Totale	[ng/m ³]	25.17 ± 16.21	13.54 ± 6.15	13.85 ± 5.63	9.57 ± 1.27	9.57 ± 7.71	9.27 ± 5.25

		Postazione di Parco Antonelli					
		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Naftalene	[ng/m ³]	0.22 ± 0.34	0.27 ± 0.21	0.17 ± 0.34	0.37 ± 0.25	0.18 ± 0.07	0.26 ± 0.39
2-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0.14 ± 0.19	0.18 ± 0.14	0.07 ± 0.13	0.14 ± 0.13	0.06 ± 0.05	0.13 ± 0.25
1-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0.28 ± 0.43	0.31 ± 0.25	0.13 ± 0.25	0.22 ± 0.22	0.10 ± 0.09	0.21 ± 0.42
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m ³]	0.19 ± 0.23	0.24 ± 0.18	0.11 ± 0.21	0.17 ± 0.15	0.07 ± 0.06	0.15 ± 0.29
Acenaftilene	[ng/m ³]	0.04 ± 0.02	0.05 ± 0.04	0.02 ± 0.01	0.05 ± 0.07	0.08 ± 0.12	0.32 ± 0.70
Acenaftene	[ng/m ³]	0.06 ± 0.08	0.08 ± 0.03	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.03	0.01 ± 0.01	0.04 ± 0.09
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m ³]	0.11 ± 0.12	0.15 ± 0.10	0.13 ± 0.24	0.19 ± 0.17	0.13 ± 0.15	0.24 ± 0.35
Fluorene	[ng/m ³]	0.40 ± 0.39	0.32 ± 0.12	0.14 ± 0.11	0.22 ± 0.19	0.30 ± 0.18	0.49 ± 0.59
Fenantrene	[ng/m ³]	4.71 ± 2.14	3.88 ± 0.79	1.73 ± 1.49	1.63 ± 1.22	1.41 ± 0.73	1.73 ± 1.52
Antracene	[ng/m ³]	0.31 ± 0.19	0.26 ± 0.07	0.19 ± 0.15	0.18 ± 0.12	0.14 ± 0.14	0.25 ± 0.31
1-Metilfenantrene	[ng/m ³]	1.33 ± 1.18	0.86 ± 0.13	0.34 ± 0.30	0.33 ± 0.26	0.20 ± 0.13	0.22 ± 0.17
Fluorantene	[ng/m ³]	1.63 ± 0.59	1.88 ± 0.40	0.72 ± 0.71	0.51 ± 0.35	0.44 ± 0.17	0.51 ± 0.42
Pirene	[ng/m ³]	1.48 ± 0.63	1.71 ± 0.20	0.73 ± 0.69	0.63 ± 0.46	0.43 ± 0.21	0.49 ± 0.41
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene	[ng/m ³]	0.08 ± 0.10	0.05 ± 0.02	0.03 ± 0.02	0.03 ± 0.04	0.03 ± 0.03	0.07 ± 0.12
Crisene	[ng/m ³]	0.26 ± 0.28	0.21 ± 0.04	0.10 ± 0.08	0.09 ± 0.08	0.09 ± 0.05	0.13 ± 0.16
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m ³]	0.07 ± 0.07	0.07 ± 0.03	0.07 ± 0.05	0.06 ± 0.04	0.12 ± 0.08	0.16 ± 0.19
Benzo[k]fluorantene	[ng/m ³]	0.06 ± 0.05	0.04 ± 0.02	0.05 ± 0.03	0.03 ± 0.03	0.09 ± 0.06	0.13 ± 0.16
Benzo[c]pirene	[ng/m ³]	0.07 ± 0.06	0.06 ± 0.03	0.06 ± 0.04	0.05 ± 0.05	0.07 ± 0.03	0.09 ± 0.10
Benzo[a]pirene	[ng/m ³]	0.04 ± 0.04	0.04 ± 0.03	0.03 ± 0.02	0.03 ± 0.03	0.06 ± 0.04	0.11 ± 0.16
Perilene	[ng/m ³]	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.02
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m ³]	0.05 ± 0.04	0.05 ± 0.03	0.06 ± 0.04	0.05 ± 0.05	0.09 ± 0.06	0.14 ± 0.17
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.02
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m ³]	0.09 ± 0.07	0.08 ± 0.03	0.08 ± 0.06	0.08 ± 0.07	0.11 ± 0.07	0.13 ± 0.13
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.02
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.02
Dibenzo[a,l]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.04 ± 0.10
Totale	[ng/m ³]	11.69 ± 6.35	10.85 ± 1.17	5.02 ± 3.63	5.13 ± 3.21	4.27 ± 2.06	6.14 ± 6.99

Le concentrazioni medie mensili di IPA nel particolato PTS della postazione di Poggio Ombriccolo sono riportate nelle tabelle seguenti:

Postazione di Poggio Ombriccolo						
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Naftalene [ng/m ³]	0.19 ± 0.17	0.10 ± 0.05	0.08 ± 0.12	0.12 ± n.c.	0.12 ± 0.11	0.03 ± 0.05
2-Metilnaftalene [ng/m ³]	0.07 ± 0.06	0.03 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.05 ± n.c.	0.05 ± 0.04	0.02 ± 0.03
1-Metilnaftalene [ng/m ³]	0.10 ± 0.09	0.03 ± 0.04	0.03 ± 0.05	0.13 ± n.c.	0.13 ± 0.12	0.03 ± 0.05
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m ³]	0.04 ± 0.03	0.01 ± 0.00	0.01 ± n.c.	0.06 ± n.c.	0.06 ± 0.05	0.03 ± 0.03
Acenaftilene [ng/m ³]	0.07 ± 0.10	0.05 ± 0.06	0.02 ± 0.02	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.02	0.01 ± 0.00
Acenaftene [ng/m ³]	0.02 ± 0.03	0.03 ± 0.03	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m ³]	0.09 ± 0.11	0.05 ± 0.02	0.05 ± 0.07	0.05 ± n.c.	0.05 ± 0.03	0.03 ± 0.02
Fluorene [ng/m ³]	0.38 ± 0.36	0.49 ± 0.26	0.16 ± 0.15	0.13 ± 0.30	0.13 ± 0.15	0.06 ± 0.05
Fenantrene [ng/m ³]	1.06 ± 1.14	1.23 ± 0.84	2.66 ± 3.72	1.13 ± 0.06	1.13 ± 0.48	1.21 ± 0.36
Antracene [ng/m ³]	0.04 ± 0.04	0.07 ± 0.06	0.46 ± 0.78	0.03 ± n.c.	0.03 ± 0.03	0.03 ± 0.01
1-Metilfenantrene [ng/m ³]	0.09 ± 0.08	0.08 ± 0.05	0.18 ± 0.28	0.20 ± n.c.	0.20 ± 0.19	0.83 ± 0.48
Fluorantene [ng/m ³]	0.36 ± 0.39	0.43 ± 0.23	0.78 ± 1.07	0.31 ± 0.05	0.31 ± 0.13	0.56 ± 0.32
Pirene [ng/m ³]	0.22 ± 0.28	0.27 ± 0.17	0.43 ± 0.59	0.44 ± 0.02	0.44 ± 0.17	0.99 ± 0.69
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m ³]	0.02 ± 0.03	0.02 ± 0.02	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.00	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene [ng/m ³]	0.03 ± 0.04	0.02 ± 0.02	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.00
Crisene [ng/m ³]	0.10 ± 0.13	0.10 ± 0.07	0.07 ± 0.08	0.04 ± n.c.	0.04 ± 0.02	0.04 ± 0.03
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m ³]	0.23 ± 0.29	0.17 ± 0.11	0.09 ± 0.05	0.03 ± 0.02	0.03 ± 0.03	0.02 ± 0.01
Benzo[k]fluorantene [ng/m ³]	0.07 ± 0.08	0.06 ± 0.05	0.01 ± n.c.	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.
Benzo[e]pirene [ng/m ³]	0.06 ± 0.08	0.06 ± 0.04	0.02 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.01	0.01 ± n.c.
Benzo[a]pirene [ng/m ³]	0.05 ± 0.08	0.05 ± 0.05	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.03
Perilene [ng/m ³]	0.07 ± 0.09	0.07 ± 0.05	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m ³]	0.07 ± 0.09	0.06 ± 0.07	0.02 ± 0.02	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m ³]	0.06 ± 0.07	0.05 ± 0.06	0.02 ± 0.01	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,l]pirene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Totale [ng/m ³]	3.56 ± 3.67	3.57 ± 2.16	5.18 ± 7.07	2.91 ± 0.47	2.91 ± 1.29	4.02 ± 1.78

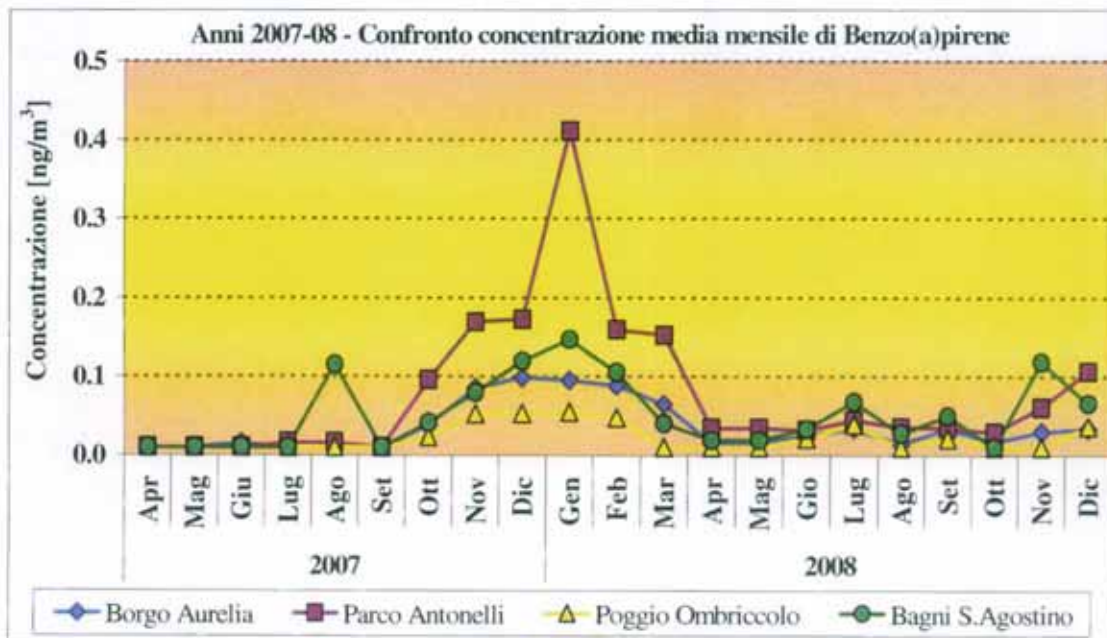
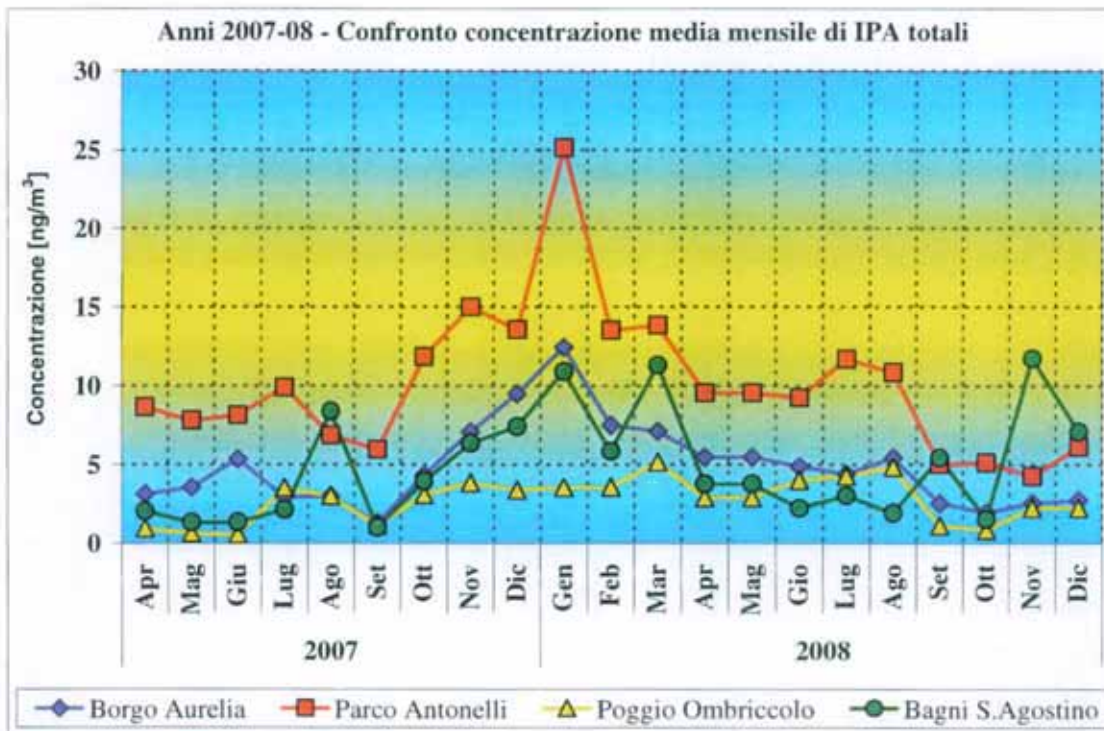
Postazione di Poggio Ombriccolo						
	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Naftalene [ng/m ³]	0.07 ± 0.08	0.04 ± 0.06	0.05 ± 0.06	0.18 ± 0.10	0.39 ± 0.29	0.35 ± 0.30
2-Metilnaftalene [ng/m ³]	0.03 ± 0.04	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.03 ± 0.05	0.31 ± 0.40	0.16 ± 0.24
1-Metilnaftalene [ng/m ³]	0.06 ± 0.08	0.02 ± 0.03	0.01 ± 0.01	0.05 ± 0.07	0.48 ± 0.64	0.25 ± 0.39
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m ³]	0.05 ± 0.05	0.02 ± 0.02	0.01 ± 0.00	0.03 ± 0.05	0.19 ± 0.16	0.11 ± 0.11
Acenaftilene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.00	0.02 ± 0.02	0.05 ± 0.08
Acenaftene [ng/m ³]	0.02 ± 0.02	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m ³]	0.05 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.04 ± 0.06	0.03 ± 0.01	0.07 ± 0.07
Fluorene [ng/m ³]	0.06 ± 0.08	0.04 ± 0.03	0.05 ± 0.06	0.07 ± 0.08	0.09 ± 0.01	0.15 ± 0.13
Fenantrene [ng/m ³]	1.28 ± 0.46	0.96 ± 0.81	0.32 ± 0.45	0.08 ± 0.06	0.22 ± 0.03	0.34 ± 0.29
Antracene [ng/m ³]	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.03	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.02 ± 0.03
1-Metilfenantrene [ng/m ³]	0.95 ± 0.52	1.02 ± 0.66	0.13 ± 0.16	0.06 ± 0.03	0.11 ± 0.04	0.08 ± 0.05
Fluorantene [ng/m ³]	0.57 ± 0.06	0.83 ± 0.63	0.15 ± 0.21	0.08 ± 0.02	0.12 ± 0.02	0.13 ± 0.09
Pirene [ng/m ³]	0.90 ± 0.13	1.70 ± 1.35	0.17 ± 0.22	0.08 ± 0.02	0.14 ± 0.01	0.13 ± 0.08
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene [ng/m ³]	0.01 ± 0.00	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.00	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.03
Crisene [ng/m ³]	0.05 ± 0.03	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.03	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.04 ± 0.07
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m ³]	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.03 ± 0.02	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.04 ± 0.06
Benzo[k]fluorantene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.05 ± 0.07
Benzo[e]pirene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.03 ± 0.05
Benzo[a]pirene [ng/m ³]	0.04 ± 0.04	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.04 ± 0.06
Perilene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.06 ± 0.11
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.01
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.05 ± 0.09
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,l]pirene [ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Totale [ng/m ³]	4.30 ± 1.21	4.85 ± 3.50	1.13 ± 1.29	0.87 ± 0.52	2.25 ± 1.59	2.25 ± 1.49

Le concentrazioni medie mensili di IPA nel particolato PTS della postazione di Bagni S. Agostino sono riportate di seguito:

		Postazione di Bagni S. Agostino					
		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Naftalene	[ng/m ³]	0.24 ± 0.33	0.15 ± 0.10	0.28 ± 0.26	0.10 ± n.c.	0.10 ± 0.09	0.05 ± 0.06
2-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0.14 ± 0.17	0.08 ± 0.08	0.17 ± 0.11	0.07 ± 0.01	0.07 ± 0.06	0.03 ± 0.04
1-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0.18 ± 0.22	0.10 ± 0.08	0.23 ± 0.15	0.13 ± 0.04	0.13 ± 0.13	0.06 ± 0.07
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m ³]	0.16 ± 0.19	0.10 ± 0.11	0.24 ± 0.18	0.08 ± 0.04	0.08 ± 0.06	0.04 ± 0.05
Acenaftilene	[ng/m ³]	0.66 ± 0.61	0.29 ± 0.35	0.43 ± 0.38	0.03 ± 0.02	0.03 ± 0.01	0.01 ± 0.01
Acenaftene	[ng/m ³]	0.15 ± 0.18	0.09 ± 0.09	0.43 ± 0.60	0.04 ± 0.16	0.04 ± 0.03	0.06 ± 0.06
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m ³]	0.20 ± 0.18	0.10 ± 0.13	0.08 ± 0.06	0.06 ± 0.01	0.06 ± 0.02	0.05 ± 0.07
Fluorene	[ng/m ³]	0.79 ± 0.69	0.34 ± 0.36	0.54 ± 0.45	0.20 ± 0.06	0.20 ± 0.12	0.11 ± 0.08
Fenantrene	[ng/m ³]	3.42 ± 3.59	1.68 ± 1.99	4.44 ± 3.35	1.73 ± 4.04	1.73 ± 0.92	0.84 ± 0.34
Antracene	[ng/m ³]	0.38 ± 0.39	0.20 ± 0.25	1.25 ± 1.81	0.08 ± 0.24	0.08 ± 0.04	0.04 ± 0.01
1-Metilfenantrene	[ng/m ³]	0.21 ± 0.18	0.08 ± 0.10	0.27 ± 0.22	0.19 ± 0.04	0.19 ± 0.21	0.16 ± 0.08
Fluorantene	[ng/m ³]	1.30 ± 1.48	0.66 ± 0.75	1.17 ± 0.82	0.38 ± 1.27	0.38 ± 0.15	0.28 ± 0.10
Pirene	[ng/m ³]	0.85 ± 0.91	0.39 ± 0.41	0.67 ± 0.44	0.33 ± 0.58	0.33 ± 0.16	0.24 ± 0.08
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m ³]	0.03 ± 0.03	0.03 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene	[ng/m ³]	0.19 ± 0.21	0.10 ± 0.06	0.10 ± 0.13	0.02 ± 0.06	0.02 ± 0.01	0.01 ± 0.01
Crisene	[ng/m ³]	0.37 ± 0.40	0.21 ± 0.11	0.18 ± 0.16	0.10 ± 0.12	0.10 ± 0.05	0.04 ± 0.04
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m ³]	0.48 ± 0.46	0.41 ± 0.07	0.35 ± 0.28	0.04 ± 0.17	0.04 ± 0.04	0.02 ± 0.02
Benzo[k]fluorantene	[ng/m ³]	0.23 ± 0.23	0.16 ± 0.05	0.10 ± 0.09	0.03 ± 0.04	0.03 ± 0.02	0.02 ± 0.01
Benzo[c]pirene	[ng/m ³]	0.17 ± 0.17	0.14 ± 0.01	0.09 ± 0.07	0.02 ± 0.04	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.
Benzo[a]pirene	[ng/m ³]	0.15 ± 0.16	0.11 ± 0.01	0.04 ± 0.03	0.02 ± n.c.	0.02 ± 0.02	0.03 ± 0.03
Perilene	[ng/m ³]	0.22 ± 0.21	0.16 ± 0.02	0.04 ± 0.04	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.01
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m ³]	0.19 ± 0.18	0.14 ± 0.03	0.08 ± 0.07	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.03	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m ³]	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m ³]	0.15 ± 0.14	0.11 ± 0.02	0.06 ± 0.04	0.03 ± n.c.	0.03 ± 0.02	0.01 ± 0.01
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,l]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Totale	[ng/m ³]	10.92 ± 11.20	5.85 ± 5.09	11.32 ± 9.15	3.79 ± 6.80	3.79 ± 2.05	2.22 ± 0.98

		Postazione di Bagni S. Agostino					
		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Naftalene	[ng/m ³]	0.07 ± 0.09	0.08 ± 0.04	0.02 ± 0.02	0.27 ± 0.24	0.14 ± 0.12	0.29 ± 0.23
2-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0.04 ± 0.06	0.05 ± 0.00	0.02 ± 0.02	0.09 ± 0.12	0.05 ± 0.01	0.08 ± 0.06
1-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0.09 ± 0.12	0.09 ± 0.02	0.02 ± 0.03	0.12 ± 0.17	0.07 ± 0.05	0.11 ± 0.09
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m ³]	0.06 ± 0.07	0.06 ± 0.01	0.02 ± 0.02	0.07 ± 0.05	0.07 ± 0.03	0.08 ± 0.07
Acenaftilene	[ng/m ³]	0.02 ± 0.00	0.01 ± n.c.	0.06 ± 0.07	0.01 ± 0.01	0.45 ± 0.32	0.28 ± 0.28
Acenaftene	[ng/m ³]	0.11 ± 0.04	0.08 ± 0.01	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.11 ± 0.11	0.06 ± 0.08
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m ³]	0.11 ± 0.09	0.04 ± 0.01	0.07 ± 0.05	0.14 ± 0.15	0.19 ± 0.16	0.16 ± 0.15
Fluorene	[ng/m ³]	0.18 ± 0.06	0.11 ± 0.04	0.16 ± 0.03	0.08 ± 0.04	0.80 ± 0.47	0.51 ± 0.44
Fenantrene	[ng/m ³]	1.15 ± 0.27	0.44 ± 0.14	1.80 ± 1.87	0.28 ± 0.09	4.04 ± 3.94	2.38 ± 2.68
Antracene	[ng/m ³]	0.05 ± 0.00	0.03 ± 0.01	0.21 ± 0.23	0.02 ± 0.01	0.88 ± 1.00	0.42 ± 0.66
1-Metilfenantrene	[ng/m ³]	0.22 ± 0.09	0.14 ± 0.05	0.40 ± 0.35	0.07 ± 0.03	0.21 ± 0.18	0.16 ± 0.13
Fluorantene	[ng/m ³]	0.32 ± 0.09	0.34 ± 0.10	0.90 ± 0.16	0.12 ± 0.03	1.86 ± 2.06	0.99 ± 1.33
Pirene	[ng/m ³]	0.27 ± 0.05	0.27 ± 0.07	0.84 ± 0.51	0.10 ± 0.02	1.15 ± 1.16	0.65 ± 0.76
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[a]antracene	[ng/m ³]	0.03 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.06 ± 0.00	0.01 ± n.c.	0.27 ± 0.30	0.12 ± 0.20
Crisene	[ng/m ³]	0.07 ± 0.04	0.04 ± 0.01	0.21 ± 0.01	0.02 ± 0.00	0.41 ± 0.42	0.21 ± 0.28
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m ³]	0.03 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.14 ± 0.02	0.02 ± 0.02	0.25 ± 0.16	0.13 ± 0.14
Benzo[k]fluorantene	[ng/m ³]	0.03 ± 0.00	0.01 ± n.c.	0.08 ± 0.00	0.01 ± n.c.	0.19 ± 0.10	0.10 ± 0.10
Benzo[c]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.02 ± 0.01	0.10 ± 0.03	0.01 ± n.c.	0.17 ± 0.10	0.09 ± 0.09
Benzo[a]pirene	[ng/m ³]	0.07 ± 0.01	0.03 ± 0.03	0.05 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.12 ± 0.04	0.07 ± 0.06
Perilene	[ng/m ³]	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.10 ± 0.04	0.01 ± n.c.	0.13 ± 0.01	0.08 ± 0.06
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m ³]	0.02 ± 0.02	0.01 ± n.c.	0.12 ± 0.09	0.01 ± n.c.	0.11 ± 0.00	0.06 ± 0.05
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Dibenzo[a,l]pirene	[ng/m ³]	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.	0.01 ± n.c.
Totale	[ng/m ³]	3.03 ± 0.76	1.93 ± 0.35	5.44 ± 3.34	1.53 ± 0.67	11.73 ± 10.38	7.09 ± 7.21

Gli andamenti temporali delle concentrazioni degli IPA totali e del benzo(a)pirene (valore limite 1 ng/m³) per il periodo Aprile '07 – Dicembre '08 sono riportati nelle figure che seguono:



Da grafici precedenti, si evidenziano alcuni andamenti:

- durante il 2008, le massime concentrazioni mensili di IPA totali si sono avute quasi sempre nella postazione di Parco Antonelli mentre le minime nella postazione rurale di Poggio Ombriccolo. A questo andamento generale, fa eccezione un massimo relativo avvenuto a Novembre a Bagni S. Agostino.

- La massima concentrazione media mensile di IPA totali si è avuta a Gennaio '09 a Parco Antonelli con circa 25 ng/m^3 , che rappresenta anche il culmine di un ciclo di crescita degli IPA, tipicamente stagionale, iniziato a Settembre '08 e conclusosi ad Aprile '09. Da notare che non sembra iniziato un ciclo analogo da settembre '08, probabilmente a causa della elevata piovosità del periodo Ottobre – Dicembre '09 (v. par. 3.1)
- come si vedrà meglio nelle tabelle che seguono, gli IPA presenti nell'atmosfera di Civitavecchia sono prevalentemente costituiti da composti relativamente leggeri, da 2 a 4 anelli condensati, di cui i più abbondanti sono fenantrene, fluorantene e pirene.
- il benzo(a)pirene, l'unico IPA normato dalla legislazione italiana (valore limite 1 ng/m^3 - D.M. 25/11/1994), non ha mai superato la concentrazione prevista dal limite normativo e ha seguito molto bene il ciclo degli IPA totali sopra esposto.

3.3.1.1 Valori medi annuali

Nelle tabelle che seguono, sono riportati i valori medi **annuali** di concentrazione degli IPA analizzati nel PTS. Per le postazioni di Poggio Ombriccolo e Bagni S. Agostino, come introdotto in precedenza (par. 2.1), sono stati eseguiti un numero inferiore di campionamenti, in accordo col protocollo analitico stabilito con ARPA Lazio, in quanto tali postazioni sono da considerarsi di tipo rurale e poco influenzate da attività industriali ed emissioni urbane.

Per il calcolo dei valori medi, si sono adottate le seguenti convenzioni, in accordo anche con le indicazioni contenute nel già citato Rapporto ISTISAN 04/15:

- quando per un parametro la concentrazione è stata inferiore al limite di rivelabilità (LdR), i calcoli della media sono stati eseguiti utilizzando la metà del valore del LdR;
- quando tutti i singoli dati di concentrazione sono risultati essere inferiori al LdR, compare uno zero nella pertinente colonna “%>LdR” e il valore medio corrisponde alla metà del LdR;
- nella colonna “n” sono indicati il numero di campioni aventi un valore di concentrazione dell'analita maggiore del LdR;
- la deviazione standard è stata calcolata quando almeno il 50% dei campioni (colonna “%>LdR”) è maggiore del LdR. Sono stati evidenziati in neretto i valori di “%>LdR” maggiori del 50%;
- nelle colonne “ N_{tot} ” è stato indicato il numero di campioni prelevati in ambiente e nelle colonne “ n_{LDR} ” il numero di campioni con concentrazione superiore al LdR.

Borgo Aurelia										
Valori statistici 2008 per IPA										
	Media	Dev Stand	N _{tot}	n _{ult}	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
Naftalene [ng/m ³]	0.168	0.271	61	38	62	0.069	0.005	0.203	0.005	1.403
2-Metilnaftalene [ng/m ³]	0.062	0.080	61	38	62	0.030	0.005	0.077	0.005	0.322
1-Metilnaftalene [ng/m ³]	0.099	0.133	61	38	62	0.043	0.005	0.155	0.005	0.485
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m ³]	0.068	0.083	61	40	66	0.033	0.005	0.097	0.005	0.338
Acenafilene [ng/m ³]	0.094	n.c.	61	27	44	0.005	0.005	0.041	0.005	1.438
Acenaftene [ng/m ³]	0.038	n.c.	61	28	46	0.005	0.005	0.064	0.005	0.195
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m ³]	0.069	0.087	61	43	70	0.032	0.005	0.094	0.005	0.402
Fluorene [ng/m ³]	0.299	0.306	61	52	85	0.230	0.055	0.474	0.005	1.277
Fenantrene [ng/m ³]	1.891	1.966	61	56	92	1.316	0.464	2.595	0.005	11.169
Antracene [ng/m ³]	0.127	0.169	61	56	92	0.054	0.022	0.172	0.005	0.884
1-Metilfenantrene [ng/m ³]	0.280	0.329	61	52	85	0.174	0.077	0.352	0.005	1.725
Fluorantene [ng/m ³]	0.762	0.914	61	58	95	0.564	0.224	1.005	0.005	6.027
Pirene [ng/m ³]	0.533	0.559	61	58	95	0.398	0.167	0.730	0.005	3.198
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m ³]	0.009	n.c.	61	13	21	0.005	0.005	0.005	0.005	0.073
Benzo[a]antracene [ng/m ³]	0.033	n.c.	61	30	49	0.005	0.005	0.041	0.005	0.201
Crisene [ng/m ³]	0.111	0.126	61	54	89	0.061	0.028	0.137	0.005	0.579
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m ³]	0.123	0.177	61	42	69	0.048	0.010	0.142	0.010	0.928
Benzo[k]fluorantene [ng/m ³]	0.050	n.c.	61	29	48	0.010	0.010	0.070	0.010	0.327
Benzo[e]pirene [ng/m ³]	0.047	0.050	61	32	52	0.034	0.010	0.071	0.010	0.241
Benzo[a]pirene [ng/m ³]	0.038	n.c.	61	25	41	0.010	0.010	0.054	0.010	0.233
Perilene [ng/m ³]	0.036	n.c.	61	14	23	0.010	0.010	0.010	0.010	0.326
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m ³]	0.051	0.059	61	32	52	0.032	0.010	0.070	0.010	0.302
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m ³]	0.011	n.c.	61	1	2	0.010	0.010	0.010	0.010	0.042
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m ³]	0.044	n.c.	61	29	48	0.010	0.010	0.068	0.010	0.241
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m ³]	0.010	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	0.010	0.010
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m ³]	0.010	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	0.010	0.010
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m ³]	0.010	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	0.010	0.010
Dibenzo[a,l]pirene [ng/m ³]	0.010	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	0.010	0.010
Totale [ng/m ³]	5.08	4.77	-	-	-	3.53	1.46	6.71	0.20	26.30

Parco Antonelli										
Valori statistici 2008 per IPA										
	Media	Dev Stand	N _{tot}	n _{ult}	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
Naftalene [ng/m ³]	0.279	0.371	61	55	90	0.149	0.047	0.379	0.005	1.952
2-Metilnaftalene [ng/m ³]	0.154	0.238	61	51	84	0.078	0.025	0.165	0.005	1.522
1-Metilnaftalene [ng/m ³]	0.265	0.396	61	49	80	0.142	0.035	0.308	0.005	2.432
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m ³]	0.199	0.313	61	56	92	0.107	0.035	0.199	0.005	2.145
Acenafilene [ng/m ³]	0.379	0.888	61	52	85	0.041	0.018	0.179	0.005	4.614
Acenaftene [ng/m ³]	0.078	0.130	61	37	61	0.037	0.005	0.083	0.005	0.749
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m ³]	0.217	0.360	61	55	90	0.105	0.044	0.193	0.005	2.180
Fluorene [ng/m ³]	0.621	0.830	61	54	89	0.307	0.135	0.643	0.005	3.935
Fenantrene [ng/m ³]	3.360	2.404	61	57	93	3.116	1.539	4.549	0.005	9.831
Antracene [ng/m ³]	0.309	0.319	61	57	93	0.213	0.098	0.361	0.005	1.422
1-Metilfenantrene [ng/m ³]	0.598	0.828	61	52	85	0.435	0.181	0.760	0.005	5.652
Fluorantene [ng/m ³]	1.045	0.743	61	57	93	0.917	0.447	1.450	0.005	3.288
Pirene [ng/m ³]	1.055	1.095	61	57	93	0.842	0.444	1.505	0.005	7.958
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m ³]	0.023	n.c.	61	14	23	0.005	0.005	0.005	0.005	0.223
Benzo[a]antracene [ng/m ³]	0.078	0.116	61	47	77	0.035	0.011	0.067	0.005	0.524
Crisene [ng/m ³]	0.193	0.197	61	57	93	0.122	0.064	0.231	0.005	0.938
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m ³]	0.251	0.411	61	53	87	0.086	0.055	0.225	0.010	2.315
Benzo[k]fluorantene [ng/m ³]	0.110	0.150	61	46	75	0.054	0.033	0.112	0.010	0.800
Benzo[e]pirene [ng/m ³]	0.103	0.118	61	50	82	0.061	0.038	0.117	0.010	0.603
Benzo[a]pirene [ng/m ³]	0.095	0.146	61	40	66	0.043	0.010	0.089	0.010	0.731
Perilene [ng/m ³]	0.068	n.c.	61	15	25	0.010	0.010	0.010	0.010	0.698
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m ³]	0.119	0.154	61	49	80	0.059	0.034	0.128	0.010	0.794
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m ³]	0.016	n.c.	61	8	13	0.010	0.010	0.010	0.010	0.095
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m ³]	0.135	0.160	61	53	87	0.080	0.048	0.170	0.010	0.827
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m ³]	0.011	n.c.	61	1	2	0.010	0.010	0.010	0.010	0.058
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m ³]	0.010	n.c.	61	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	0.010	0.010
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m ³]	0.011	n.c.	61	1	2	0.010	0.010	0.010	0.010	0.075
Dibenzo[a,l]pirene [ng/m ³]	0.015	n.c.	61	1	2	0.010	0.010	0.010	0.010	0.315
Totale [ng/m ³]	9.80	8.42	-	-	-	7.53	4.14	11.44	0.20	43.18

Poggio Ombriccolo Valori statistici 2008 per IPA										
	Media	Dev Stand	N _{tot}	n _{tot}	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
Naftalene [ng/m ³]	0.129	0.173	31	17	55	0.092	0.005	0.202	0.005	0.717
2-Metilnaftalene [ng/m ³]	0.049	0.107	31	16	52	0.011	0.005	0.061	0.005	0.592
1-Metilnaftalene [ng/m ³]	0.081	n.c.	31	14	45	0.005	0.005	0.099	0.005	0.933
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m ³]	0.039	0.059	31	18	58	0.011	0.005	0.067	0.005	0.307
Acenaftilene [ng/m ³]	0.024	n.c.	31	11	35	0.005	0.005	0.014	0.005	0.193
Acenaftene [ng/m ³]	0.012	n.c.	31	9	29	0.005	0.005	0.013	0.005	0.063
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m ³]	0.043	0.054	31	18	58	0.017	0.005	0.060	0.005	0.218
Fluorene [ng/m ³]	0.158	0.193	31	23	74	0.084	0.018	0.288	0.005	0.715
Fenantrene [ng/m ³]	0.927	1.287	31	27	87	0.636	0.129	1.120	0.005	6.962
Antracene [ng/m ³]	0.069	0.240	31	20	65	0.019	0.005	0.038	0.005	1.354
1-Metilfenantrene [ng/m ³]	0.309	0.448	31	27	87	0.096	0.029	0.375	0.005	1.679
Fluorantene [ng/m ³]	0.381	0.453	31	27	87	0.257	0.104	0.482	0.005	2.011
Pirene [ng/m ³]	0.487	0.692	31	28	90	0.217	0.091	0.580	0.005	3.148
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m ³]	0.008	n.c.	31	4	13	0.005	0.005	0.005	0.005	0.054
Benzo[a]antracene [ng/m ³]	0.013	n.c.	31	8	26	0.005	0.005	0.007	0.005	0.082
Crisene [ng/m ³]	0.044	0.058	31	22	71	0.024	0.005	0.048	0.005	0.255
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m ³]	0.060	n.c.	31	14	45	0.010	0.010	0.059	0.010	0.562
Benzo[k]fluorantene [ng/m ³]	0.027	n.c.	31	8	26	0.010	0.010	0.020	0.010	0.180
Benzo[e]pirene [ng/m ³]	0.024	n.c.	31	7	23	0.010	0.010	0.010	0.010	0.151
Benzo[a]pirene [ng/m ³]	0.024	n.c.	31	5	16	0.010	0.010	0.010	0.010	0.144
Perilene [ng/m ³]	0.020	n.c.	31	4	13	0.010	0.010	0.010	0.010	0.170
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m ³]	0.029	n.c.	31	6	19	0.010	0.010	0.010	0.010	0.246
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m ³]	0.011	n.c.	31	1	3	0.010	0.010	0.010	0.010	0.037
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m ³]	0.026	n.c.	31	7	23	0.010	0.010	0.010	0.010	0.204
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m ³]	0.010	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	0.010	0.010
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m ³]	0.010	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	0.010	0.010
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m ³]	0.010	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	0.010	0.010
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m ³]	0.010	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	0.010	0.010
Totale [ng/m ³]	3.03	2.89	-	-	-	2.05	1.07	3.73	0.20	13.34

Bagni S. Agostino Valori statistici 2008 per IPA										
	Media	Dev Stand	N _{tot}	n _{tot}	% >LdR	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Minimo	Massimo
Naftalene [ng/m ³]	0.160	0.189	31	22	71	0.111	0.005	0.200	0.005	0.641
2-Metilnaftalene [ng/m ³]	0.077	0.086	31	23	74	0.051	0.012	0.097	0.005	0.335
1-Metilnaftalene [ng/m ³]	0.109	0.115	31	23	74	0.071	0.008	0.164	0.005	0.420
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m ³]	0.090	0.101	31	25	81	0.055	0.021	0.103	0.005	0.398
Acenaftilene [ng/m ³]	0.181	0.311	31	21	68	0.024	0.005	0.166	0.005	1.206
Acenaftene [ng/m ³]	0.102	0.205	31	19	61	0.038	0.005	0.102	0.005	1.114
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m ³]	0.098	0.107	31	26	84	0.048	0.027	0.119	0.005	0.350
Fluorene [ng/m ³]	0.339	0.368	31	29	94	0.157	0.088	0.524	0.005	1.310
Fenantrene [ng/m ³]	1.955	2.269	31	29	94	0.784	0.425	2.957	0.005	7.164
Antracene [ng/m ³]	0.283	0.647	31	29	94	0.050	0.027	0.309	0.005	3.334
1-Metilfenantrene [ng/m ³]	0.169	0.155	31	26	84	0.138	0.061	0.232	0.005	0.647
Fluorantene [ng/m ³]	0.695	0.821	31	29	94	0.383	0.193	0.886	0.005	3.312
Pirene [ng/m ³]	0.472	0.486	31	29	94	0.319	0.143	0.592	0.005	1.970
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m ³]	0.010	n.c.	31	5	16	0.005	0.005	0.005	0.005	0.072
Benzo[a]antracene [ng/m ³]	0.065	0.116	31	17	55	0.015	0.005	0.056	0.005	0.484
Crisene [ng/m ³]	0.146	0.188	31	28	90	0.068	0.034	0.180	0.005	0.805
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m ³]	0.158	0.226	31	20	65	0.045	0.010	0.229	0.010	0.931
Benzo[k]fluorantene [ng/m ³]	0.075	0.102	31	17	55	0.033	0.010	0.090	0.010	0.476
Benzo[e]pirene [ng/m ³]	0.064	n.c.	31	15	48	0.010	0.010	0.099	0.010	0.341
Benzo[a]pirene [ng/m ³]	0.050	n.c.	31	15	48	0.010	0.010	0.069	0.010	0.321
Perilene [ng/m ³]	0.043	n.c.	31	6	19	0.010	0.010	0.010	0.010	0.425
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m ³]	0.062	n.c.	31	15	48	0.010	0.010	0.107	0.010	0.361
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m ³]	0.011	n.c.	31	1	3	0.010	0.010	0.010	0.010	0.051
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m ³]	0.053	n.c.	31	14	45	0.010	0.010	0.087	0.010	0.284
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m ³]	0.010	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	0.010	0.010
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m ³]	0.010	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	0.010	0.010
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m ³]	0.010	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	0.010	0.010
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m ³]	0.010	n.c.	31	0	0	n.c.	n.c.	n.c.	0.010	0.010
Totale [ng/m ³]	5.50	5.99	-	-	-	2.49	1.71	7.82	0.21	22.54

Facendo un confronto dei dati medi di concentrazione dei singoli IPA delle postazioni di Civitavecchia con quelli tipici europei, i valori sono paragonabili a quelli di siti rurali e urbani come risulta dai dati riportati nella tabella seguente, tratta dalla letteratura (¹⁰).

Table 5: Summary of recent (not older than 1990) typical European PAH- and BaP concentrations in ng/m³ as annual mean value.

Compound	Remote site	Rural site	Urban	Traffic	Industrial
Acenaphthene	0.01	0.3-2.6			98
Acenaphthylene	0.01				
Anthracene	n.d. ¹	0.04-15		0.2-0.6	1.1
Benzo(a)anthracene	0.00-0.02	0.01-0.9	0.2-1.3	0.6-4.2	0.37-42
Benzo(a)pyrene	0.02	0.02-1.6	0.4-2	0.7-3.1	0.5-39
Benzo(e)pyrene	0.01-0.02	0.18-1.1	0.2-2.1	0.9-3.7	0.65-80
Benzo(b)fluoranthene	0.00-0.01	0.04-0.6			0.3-34
Benzo(g)hperylene	0.01	0.15-1.0	0.5-2.8	1-4.7	0.7-52
Benzo(j)fluoranthene					
Benzo(k)fluoranthene		0.04-0.32	0.2-1		0.3-17
Chrysen		0.02-4.4	0.3-2.2		0.3-37
Coronene	0.00-0.01	0.02-0.5	0.1-0.6	0.4-2.5	0.26-5.2
Dibenz(a,h)anthracene	n.d.	0.02-1.1	0.06-0.3	0.1-0.4	0.05-7.5
Fluoranthene	0.14	0.04-7.4			42
Fluorene	0.2-0.4	0.3-46		9.9-16.7	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.02-0.04	0.04-0.21	0.3-2.1	1.3-2.6	0.4-37
Phenanthrene	0.1-0.3	0.42-150			16
Pyrene	0.08	0.1-6.1	0.14-1.2	0.2-15	75

¹ Not detected

Nella tabella riportata sotto, sono stati sintetizzati alcuni valori statistici delle concentrazioni in aria di **IPA totali** riferiti all'intero periodo di monitoraggio del 2008, espressi ancora in ng/m³:

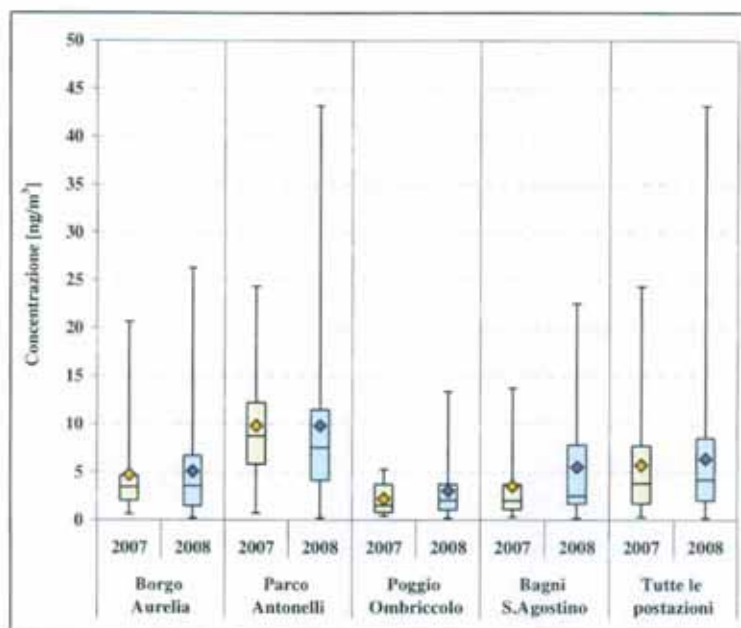
	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino	Tutte le postazioni
Media	5.1	9.8	3.0	5.5	6.4
Mediana	3.5	7.5	2.0	2.5	4.2
25° Percentile	1.5	4.1	1.1	1.7	2.0
75° Percentile	6.7	11.4	3.7	7.8	8.5
Minimo	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Massimo	26.3	43.2	13.3	22.5	43.2

Da tali valori si evidenzia la netta differenza tra la postazione urbana di Parco Antonelli in cui la concentrazione media annuale di IPA è poco meno che doppia rispetto alle concentrazioni medie annuali di Borgo Aurelia e Bagni S. Agostino e più che tripla rispetto a quella di Poggio Ombriccolo.

Da notare, però, che per tutte le postazioni media e mediana dei valori sono abbastanza dissimili tra di loro, indicativo del fatto che le medie sono influenzate da pochi valori molto elevati.

I valori statistici della tabella precedente, messi a confronto con quelli pur parziali del 2008, sono mostrati in forma grafica nella figura sottostante, utilizzando ancora la rappresentazione a box con "whisker plot". Per le convenzioni grafiche si veda più sopra.

¹⁰ EC Working Group On Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: "Ambient Air Pollution by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH)" - Position Paper Annexes, 2001, reperibile dal sito http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/pp_pah.pdf



Dalla figura precedente si nota che i valori medi e mediani annuali di IPA totali per il 2008 delle postazioni di Borgo Aurelia, Poggio Ombriccolo e Bagni S. Agostino sono leggermente maggiori di quelli del 2007 e sostanzialmente equivalenti per la postazione di Parco Antonelli. Va ancora sottolineato, però, che i dati del 2007 sono parziali avendo iniziato i campionamenti in Aprile e mancando quindi di quelli invernali di inizio 2007. Molto accentuata è sicuramente la dispersione dei dati 2008, valutata come differenza tra minimo e massimo rilevato in ciascuna postazione.

Nella tabella sottostante, sono riportati ulteriori dati di sintesi, distinti per postazione, comprendenti la quantità di IPA totali medi, di IPA a 2-4 anelli e a 5-6 anelli nonché la % di IPA a 5-6 anelli rispetto al totale:

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
IPA totali [ng/m ³]	5.1	9.8	3.0	5.5
IPA 2-4 anelli [ng/m ³]	4.6	8.9	2.8	4.9
IPA 5-6 anelli [ng/m ³]	0.4	0.9	0.3	0.6
IPA 5-6 anelli [%]	9	10	9	10

Relativamente ai risultati della tabella precedente, emergono alcune interessanti osservazioni, riassunte di seguito:

- in tutte le quattro postazioni, gli IPA da 2 a 4 anelli, alchilati e non alchilati, sono stati più abbondanti rispetto a quelli pesanti (5 e 6 anelli). La concentrazione media annuale massima di IPA a 2-4 anelli (IPA volatili) si è avuta nella postazione urbana di Parco Antonelli, la minima a Poggio Ombriccolo.
- Gli IPA pesanti, tra i quali si annoverano composti cancerogeni, rappresentano solo il 9 - 10 % degli IPA totali in tutte le postazioni.
- In termini di concentrazione in aria, la quantità massima di IPA pesanti si è riscontrata nella postazione urbana di Parco Antonelli, dove la loro concentrazione è stata di 1.5 -3 volte superiore a quella delle altre postazioni.

3.4 Deposizioni atmosferiche

Come descritto al par. 2.2, le deposizioni atmosferiche, distinte in deposizioni umide ("wet") e secche ("dry"), raccolte con campionatori dedicati, sono state caratterizzate per i seguenti gruppi di parametri:

- **Microinquinanti inorganici:**
Al, As, Be, Cr, Co, Ni, Cd, Hg, Tl, Se, Te, Sb, Mn, Pd, Pt, Pb, Cu, Rh, Sn, V, Zn, Ti
- **Sostanze influenzanti l'acidità atmosferica:**
Ca, Na, Mg, K, NH₄, SO₄²⁻, NO₃⁻ e Cl⁻
- **Idrocarburi aromatici policiclici:**
Naftalene; 2-Metilnaftalene; 1-Metilnaftalene; 2,6-Dimetilnaftalene; Acenaftilene; Acenaftene; 2,3,5-Trimetilnaftalene; Fluorene; Fenantrene; Antracene; 1-Metilfenantrene; Fluorantene; Pirene; Ciclopenta[c, d]pirene; Benzo[a]antracene; Crisene; Benzo[j]fluorantene; Benzo[b]fluorantene; Benzo[k]fluorantene; Benzo[e]pirene; Benzo[a]pirene; Perilene; Indeno[1, 2, 3-cd]pirene; Dibenzo[a, h]antracene; Benzo[g, h, i]perilene; Dibenzo[a, e]pirene; Dibenzo[a, h]pirene; Dibenzo[a, i]pirene; Dibenzo[a, l]pirene
- **pH e conducibilità (solo "wet")**

Nel presente rapporto vengono riportati i dati di deposizione, espressi in termini di massa totale e di flussi medi di specie chimiche trasferite a terra, e alcune valutazioni sugli andamenti tipici riscontrati. Per i calcoli, ci si è attenuti alle indicazioni contenute nel Rapporto ISTISAN 06/38 ⁽¹⁾ che rimanda al già citato Rapporto ISTISAN 04/15 ⁽⁵⁾.

3.4.1 Deposizioni atmosferiche umide

Nel 2008, si sono avuti complessivamente 32 eventi umidi, occorsi nei seguenti periodi:

Primo trimestre Gen - Mar	Secondo trimestre Apr-Giu	Terzo trimestre Lug-Set	Quarto trimestre Ott-Dic
02/01 - 08/01	07/04 - 13/04	10/09 - 16/09	22/10 - 28/10
08/01 - 14/01	13/04 - 19/04	16/09 - 22/09	28/10 - 03/11
14/01 - 20/01	07/05 - 13/05	28/09 - 04/10	03/11 - 09/11
01/02 - 07/02	13/05 - 19/05	-	09/11 - 15/11
02/03 - 08/03	19/05 - 25/05	-	21/11 - 27/11
08/03 - 14/03	25/05 - 31/05	-	27/11 - 03/12
14/03 - 20/03	31/05 - 06/06	-	03/12 - 09/12
20/03 - 26/03	06/06 - 12/06	-	09/12 - 15/12
26/03 - 01/04	-	-	15/12 - 21/12
-	-	-	21/12 - 27/12
-	-	-	27/12 - 02/01

Questi eventi sono stati caratterizzati per metalli, specie ioniche e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) analizzando sia la fase umida sia l'eventuale particolato insolubile (solo per metalli).

3.4.1.1 Metalli pesanti e specie ioniche nelle deposizioni umide

Per quanto riguarda i metalli pesanti e le specie ioniche, nelle tabelle che seguono sono riportate le deposizioni totali, per unità di superficie, avvenute mensilmente nelle quattro postazioni. Per quanto riguarda i solfati, in fondo a ciascuna tabella sono stati riportati i contributi alla deposizione totale attribuibile ai solfati marini e a quelli non marini ⁽¹²⁾.

¹¹ Menichini E., Settimo G., Viviano G.: "Metodi per la determinazione di As, Cd, Ni e idrocarburi policiclici aromatici nelle deposizioni atmosferiche". Rapporto ISTISAN 06/38, 2006.

¹² Si è utilizzata la seguente equazione di Brewer (1975): $[SO_4^{2-} \text{ non marini}] = [SO_4^{2-}]_{\text{tot}} - 0.246 \times [Na^+]$

Le concentrazioni mensili di metalli pesanti e specie ioniche nelle deposizioni umide della postazione di **Borgo Aurelia** sono mostrate di seguito:

Postazione	Borgo Aurelia											
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Precipitazione [mm]	33.7	23.7	70.6	19.8	54.3	9.2	-	-	52.1	102.9	151.9	240.0
Al [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	843	592	2861	494	1549	328	-	-	1302	4938	3796	5998
As [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	33.7	23.7	70.6	19.8	54	9	-	-	52	103	152	240
Be [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	1.7	1.2	3.5	1.0	8.2	0.6	-	-	2.6	5.1	7.6	12.0
Cd [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	3.4	2.4	7.1	16.6	6	1	-	-	5	10	15	24
Co [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	3.4	2.4	7.1	2.0	5.4	3.6	-	-	5.2	10.3	15.2	24.0
Cr [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	16.9	11.8	35.3	9.9	27.1	4.6	-	-	26.0	51.4	75.9	120.0
Cu [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	109.0	23.7	337.1	43.6	57.0	11.9	-	-	113.4	184.7	270.4	312.2
Hg [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	8.4	5.9	17.7	4.9	13.6	2.3	-	-	13.0	25.7	38.0	60.0
Mn [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	121.9	97.1	355.8	9.9	63.4	19.9	-	-	67.7	558.3	355.0	400.4
Ni [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	27.7	27.4	144.0	9.9	31.5	6.6	-	-	29.3	51.4	81.8	139.7
Pb [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	28.6	19.2	56.6	4.9	13.6	2.3	-	-	13.0	36.5	38.0	60.0
Pd [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	16.5	4.7	14.1	4.0	10.9	1.8	-	-	10.4	20.6	30.4	48.0
Pt [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	3.4	2.4	7.1	2.0	5.4	0.9	-	-	5.2	10.3	15.2	24.0
Rh [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	8.4	5.9	17.7	4.9	13.6	2.3	-	-	13.0	25.7	38.0	60.0
Sb [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	6.7	4.7	14.1	4.0	10.9	1.8	-	-	10.4	20.6	30.4	48.0
Se [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	101.1	71.0	211.9	59.3	162.8	27.5	-	-	156.2	308.7	455.5	719.8
Sn [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	16.9	11.8	35.3	9.9	27.1	4.6	-	-	26.0	51.4	75.9	120.0
Te [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	16.9	11.8	35.3	9.9	27.1	4.6	-	-	26.0	51.4	75.9	120.0
Ti [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	215.8	113.6	752.5	155.3	400.8	32.6	-	-	116.6	781.2	1204.4	1564.2
Tl [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	8.4	5.9	17.7	4.9	13.6	2.3	-	-	13.0	25.7	38.0	60.0
V [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	33.7	23.7	70.6	28.5	56.9	11.7	-	-	52.1	102.9	151.8	239.9
Zn [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	994.9	388.7	3895.0	275.3	168	9	-	-	664	1006	1469	1716
SO ₄ ⁻ totali [mg/m ²]	94.5	41.0	268.9	43.8	126.6	17.3	-	-	88.7	213.5	227.3	356.3
NO ₃ ⁻ [mg/m ²]	86.2	58.6	148.4	39.8	32.3	10.9	-	-	94.5	121.4	150.8	165.7
Cl ⁻ [mg/m ²]	382.1	88.8	1044.1	132.8	109.8	5.3	-	-	143.3	409.4	714.6	1708.1
Ca [mg/m ²]	43.2	25.1	149.5	47.0	111.1	7.9	-	-	61.1	184.5	324.8	466.3
Na [mg/m ²]	218.2	51.5	585.0	73.0	75.4	19.1	-	-	85.0	244.6	416.6	921.8
Mg [mg/m ²]	26.0	9.6	82.8	13.4	14.6	0.8	-	-	12.9	35.2	60.3	124.6
K [mg/m ²]	14.2	15.5	139.3	29.8	12.1	1.4	-	-	8.0	31.6	73.3	82.7
NH ₄ ⁺ [mg/m ²]	10.9	10.2	24.3	9.7	6.7	2.3	-	-	9.4	13.3	15.9	16.7
Metalli pesanti totali [mg/m ²]	2.62	1.45	8.97	1.17	2.73	0.49	-	-	2.72	8.38	8.43	12.11
Specie ioniche totali [mg/m ²]	875	300	2442	389	489	65	-	-	503	1253	1983	3842
SO ₄ ⁻ non marini [mg/m ²]	40.8	28.3	125.0	25.9	108.0	12.6	-	-	67.8	153.4	124.8	129.5
SO ₄ ⁻ marini [mg/m ²]	53.7	12.7	143.9	18.0	18.5	4.7	-	-	20.9	60.2	102.5	226.8

Le concentrazioni mensili di metalli pesanti e specie ioniche nelle deposizioni umide della postazione di **Parco Antonelli** sono riportate nella tabella seguente:

Postazione	Parco Antonelli											
	Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov
Precipitazione [mm]	38.8	41.2	72.9	24.8	64.2	6.5	-	-	49.3	96.0	145.2	307.2
Al [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	970	1030	1823	1399	2905	451	-	-	1231	2399	3630	7678
As [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	39	41	73	25	64	6.5	-	-	49	96	145	307
Be [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	1.9	2.1	3.6	1.2	10.0	1.2	-	-	4.2	4.8	7.3	15.4
Cd [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	3.9	4.1	7.6	2.5	6	0.7	-	-	4.9	9.6	14.5	30.7
Co [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	3.9	4.1	7.3	2.5	6.4	0.7	-	-	4.9	9.6	14.5	30.7
Cr [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	19.4	20.6	36.5	12.4	32.1	3.3	-	-	24.6	48.0	72.6	153.6
Cu [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	261.4	41.2	75.7	24.8	64.2	6.5	-	-	49.3	96.0	145.2	307.1
Hg [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	9.7	10.3	18.2	6.2	16.1	1.6	-	-	12.3	24.0	36.3	76.8
Mn [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	120.1	73.8	49.9	12.4	35.1	9.8	-	-	92.1	226.3	226.4	166.7
Ni [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	44.1	236.4	97.0	12.4	48.5	6.1	-	-	24.6	48.0	72.6	153.6
Pb [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	37.1	51.3	18.2	6.2	16.1	1.6	-	-	12.3	25.9	64.8	76.8
Pd [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	18.0	8.2	14.6	5.0	12.8	1.3	-	-	9.9	19.2	29.0	61.4
Pt [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	3.9	4.1	7.3	2.5	6.4	0.7	-	-	9.4	9.6	14.5	30.7
Rh [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	9.7	10.3	18.2	6.2	16.1	1.6	-	-	12.3	24.0	36.3	76.8
Sb [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	7.8	8.2	14.6	5.0	12.8	1.3	-	-	9.9	19.2	29.0	61.4
Se [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	116.5	123.6	218.7	74.5	192.7	19.6	-	-	147.8	287.9	435.6	921.4
Sn [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	19.4	20.6	36.5	12.4	32.1	3.3	-	-	24.6	48.0	72.6	153.6
Te [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	19.4	20.6	36.5	12.4	32.1	3.3	-	-	24.6	48.0	72.6	153.6
Ti [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	180.5	133.8	124.1	310.7	434.5	41.9	-	-	67.0	491.3	575.2	601.2
Tl [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	9.7	10.3	18.2	6.2	16.1	1.6	-	-	12.3	24.0	36.3	76.8
V [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	38.8	41.2	72.9	43.9	64.2	6.5	-	-	49.3	96.0	145.2	307.1
Zn [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	897	92	452	91	209	6.5	-	-	231	184	1165	1576
SO ₄ ⁻ totali [mg/m ²]	103.1	67.9	103.2	47.5	124.5	15.3	-	-	103.8	154.8	256.5	406.2
NO ₃ ⁻ [mg/m ²]	87.3	79.0	76.5	47.4	58.2	6.1	-	-	68.8	68.7	144.4	197.6
Cl ⁻ [mg/m ²]	397.4	192.3	330.1	101.2	112.6	3.6	-	-	354.3	334.4	775.7	1998.7
Ca [mg/m ²]	37.7	26.4	64.2	89.6	107.8	14.6	-	-	32.9	122.4	120.5	177.0
Na [mg/m ²]	219.1	107.8	193.4	60.6	69.0	7.1	-	-	205.8	204.9	439.3	1019.4
Mg [mg/m ²]	27.2	13.8	23.5	11.2	13.6	0.8	-	-	24.1	27.9	56.7	121.3
K [mg/m ²]	12.6	5.6	11.3	4.9	5.0	0.6	-	-	9.6	12.1	21.1	65.5
NH ₄ ⁺ [mg/m ²]	8.2	15.7	10.2	7.7	11.7	2.7	-	-	9.5	16.6	22.9	35.0
Metalli pesanti totali [mg/m ²]	2.83	1.99	3.22	2.07	4.23	0.58	-	-	2.11	4.24	7.04	13.02
Specie ioniche totali [mg/m ²]	893	509	812	370	502	51	-	-	809	942	1837	4021
SO ₄ ⁻ non marini [mg/m ²]	49.2	41.4	55.6	32.6	107.5	13.6	-	-	53.2	104.4	148.4	155.4
SO ₄ ⁻ marini [mg/m ²]	53.9	26.5	47.6	14.9	17.0	1.7	-	-	50.6	50.4	108.1	250.8

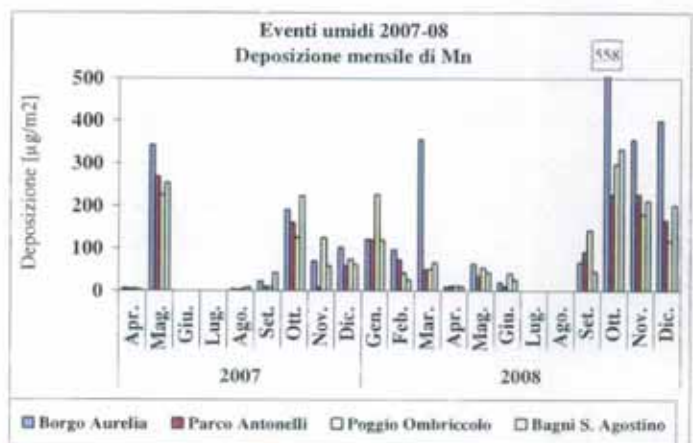
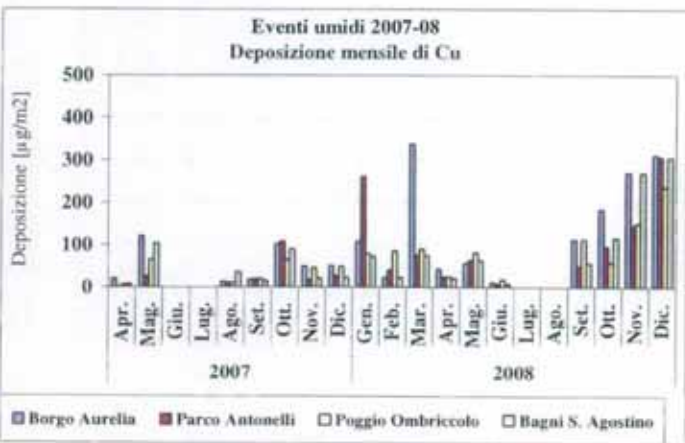
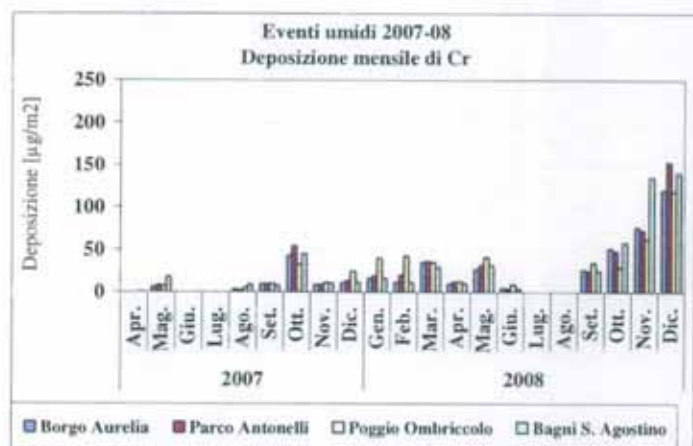
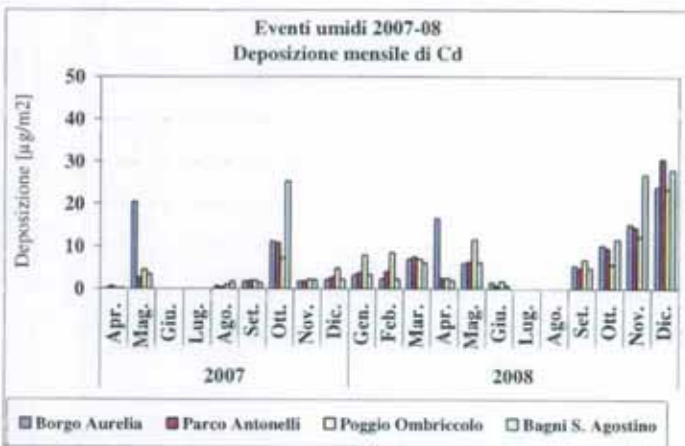
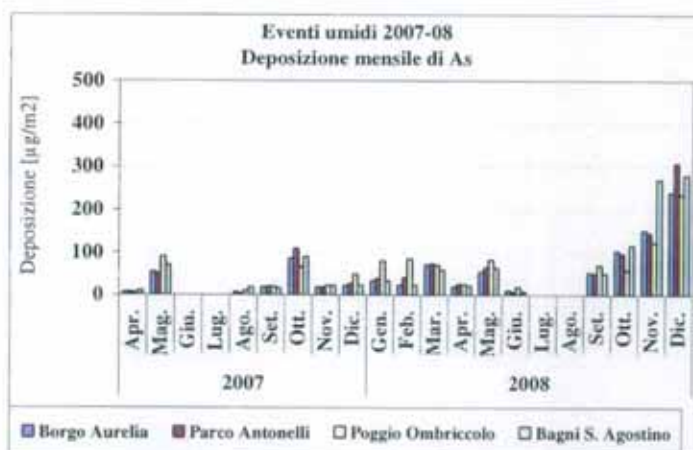
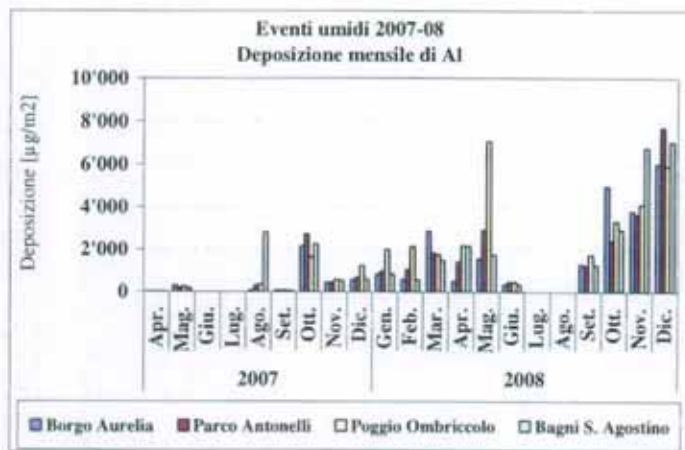
Le concentrazioni mensili di metalli pesanti e specie ioniche nelle deposizioni umide della postazione di **Poggio Ombriccolo** sono riportate nella tabella seguente:

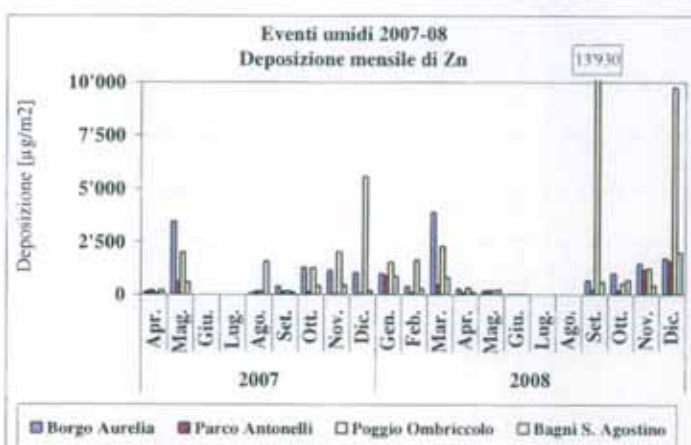
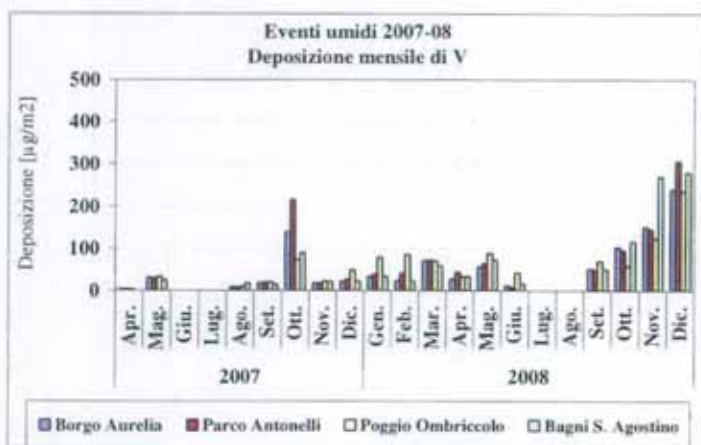
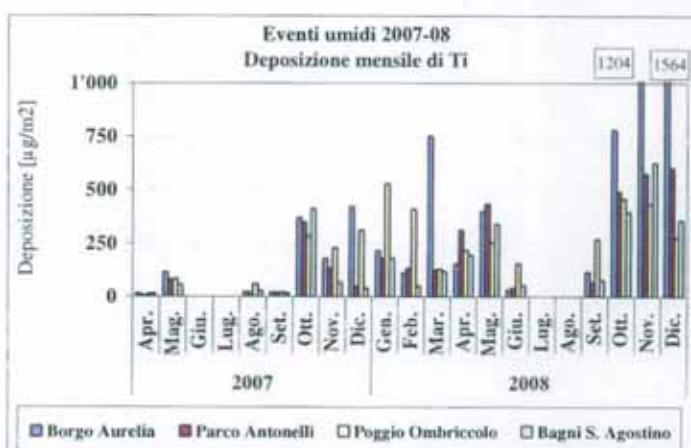
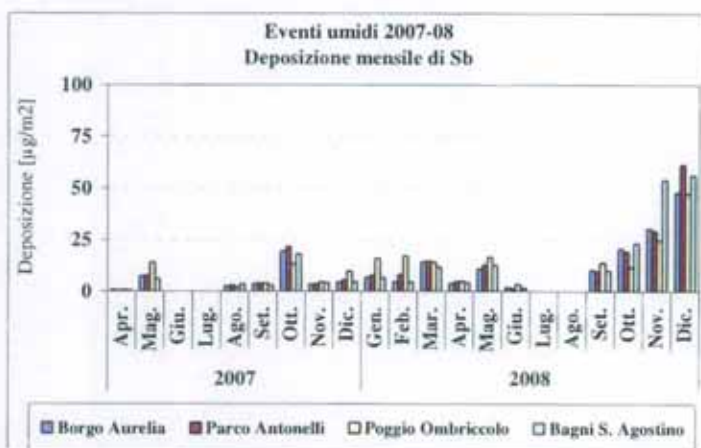
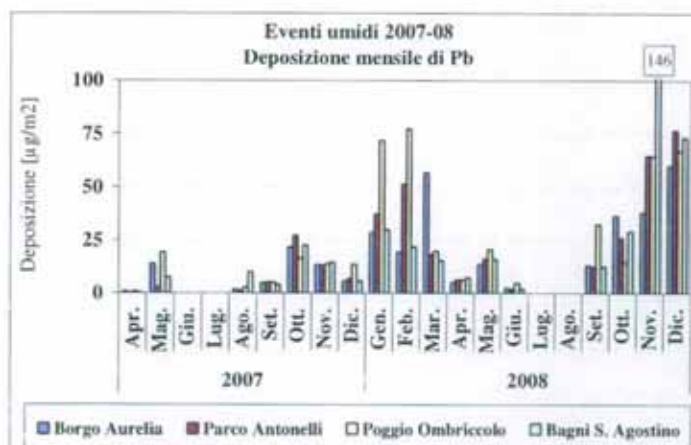
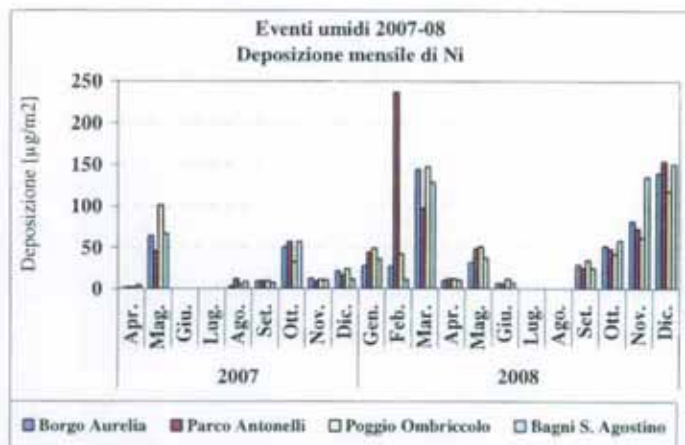
Postazione	Poggio Ombriccolo											
	Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov
Precipitazione [mm]	79.5	85.4	70.1	24.2	81.9	18.1	-	-	69.6	58.1	123.0	235.7
Al [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1987	2134	1751	2169	7032	452	-	-	1739	3316	4087	5891
As [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	79	85	70	24	82	18	-	-	70	58	123	236
Be [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	4.0	4.3	3.5	1.2	5.5	1.3	-	-	3.5	2.9	6.2	11.8
Cd [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	7.9	8.5	7.0	2.4	11.7	1.8	-	-	7.0	5.8	12.3	23.6
Co [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	7.9	8.5	7.0	2.4	8.2	3.3	-	-	7.0	5.8	12.3	23.6
Cr [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	39.7	42.7	35.0	12.1	41.0	9.0	-	-	34.8	29.1	61.5	117.8
Cu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	79.5	85.4	89.9	24.2	81.9	18.1	-	-	113.5	58.1	150.9	235.7
Hg [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	19.9	21.3	17.5	6.1	20.5	58.7	-	-	17.4	14.5	30.8	58.9
Mn [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	226.4	42.7	51.9	12.1	54.9	40.8	-	-	143.2	297.9	180.2	117.8
Ni [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	48.8	42.7	147.1	12.1	50.7	12.1	-	-	34.8	41.9	61.5	117.8
Pb [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	71.8	77.3	19.8	6.1	20.5	4.5	-	-	32.3	14.5	64.4	66.8
Pd [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	34.2	17.1	14.0	4.8	16.4	3.6	-	-	13.9	11.6	24.6	47.1
Pt [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	7.9	8.5	7.0	2.4	8.2	1.8	-	-	9.3	5.8	12.3	23.6
Rh [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	19.9	21.3	17.5	6.1	20.5	4.5	-	-	17.4	14.5	30.8	58.9
Sb [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	15.9	17.1	14.0	4.8	16.4	3.6	-	-	13.9	11.6	24.6	47.1
Se [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	238.4	256.1	210.1	72.6	245.8	54.2	-	-	208.6	174.4	369.0	707.0
Sn [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	39.7	42.7	35.0	12.1	41.0	9.0	-	-	34.8	29.1	61.5	117.8
Te [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	39.7	42.7	35.0	12.1	41.0	9.0	-	-	34.8	29.1	61.5	117.8
Ti [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	527.1	410.4	129.3	218.1	255.1	156.4	-	-	269.1	457.6	433.5	275.4
Tl [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	19.9	21.3	17.5	6.1	20.5	4.5	-	-	17.4	14.5	30.8	58.9
V [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	79.5	85.4	70.0	32.3	89.0	41.4	-	-	69.5	58.1	123.0	235.7
Zn [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1530	1635	2273	306	192	18	-	-	13930	519	1242	9773
SO ₄ ⁻ totali [mg/m ³]	182.9	136.3	93.5	25.7	99.4	33.9	-	-	124.9	125.6	166.6	248.2
NO ₃ ⁻ [mg/m ³]	220.1	192.7	78.3	28.2	59.6	26.1	-	-	96.8	60.3	117.0	166.6
Cl ⁻ [mg/m ³]	482.1	348.7	250.3	50.3	87.4	13.2	-	-	208.6	189.3	491.3	857.8
Ca [mg/m ³]	130.4	95.5	49.7	57.7	94.9	50.8	-	-	83.6	107.2	84.7	83.1
Na [mg/m ³]	296.8	207.4	166.8	33.0	50.7	9.4	-	-	126.4	104.3	276.0	471.2
Mg [mg/m ³]	34.0	23.7	19.9	5.9	11.0	3.2	-	-	15.7	17.1	35.9	55.6
K [mg/m ³]	18.9	10.0	9.4	2.3	5.3	2.5	-	-	9.9	6.8	13.7	29.3
NH ₄ ⁺ [mg/m ³]	23.9	28.7	12.2	6.3	13.2	6.4	-	-	7.9	10.2	20.8	20.6
Metalli pesanti totali [mg/m ³]	5.12	5.11	5.02	2.95	8.35	0.93	-	-	16.82	5.17	7.20	18.36
Specie ioniche totali [mg/m ³]	1389	1043	680	209	421	145	-	-	674	621	1206	1932
SO ₄ ⁻ non marini [mg/m ³]	109.9	85.3	52.5	17.5	86.9	31.6	-	-	93.8	99.9	98.7	132.3
SO ₄ ⁻ marini [mg/m ³]	73.0	51.0	41.0	8.1	12.5	2.3	-	-	31.1	25.7	67.9	115.9

Le concentrazioni mensili di metalli pesanti e specie ioniche nelle deposizioni umide della postazione di **Bagni S. Agostino** sono riportate di seguito:

Postazione	Bagni S. Agostino											
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Precipitazione [mm]	33.5	22.8	59.1	21.0	63.6	7.3	-	-	50.0	116.5	269.8	280.8
Al [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	836	569	1477	2154	1739	331	-	-	1250	2912	6744	7017
As [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	33	23	59	21	64	7	-	-	50	116	270	281
Be [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1.7	1.1	3.0	1.1	4.4	1.2	-	-	8.9	5.8	13.5	14.0
Cd [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	3.3	2.3	6.2	2.1	6.4	0.7	-	-	5.0	11.6	27.0	28.1
Co [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	3.3	2.3	5.9	2.1	6.4	0.7	-	-	5.0	11.6	27.0	37.1
Cr [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	16.7	11.4	29.5	10.5	31.8	3.6	-	-	25.0	58.2	134.9	140.3
Cu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	72.7	22.8	75.2	21.0	63.6	7.3	-	-	56.9	116.5	269.8	305.8
Hg [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	8.4	5.7	14.8	5.3	15.9	1.8	-	-	12.5	29.1	67.4	70.2
Mn [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	120.5	26.4	67.1	10.5	43.4	26.0	-	-	46.2	333.7	212.6	202.1
Ni [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	36.7	11.4	128.4	10.5	37.3	7.8	-	-	25.0	58.2	134.9	150.4
Pb [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	29.8	21.8	15.4	7.2	15.9	1.8	-	-	12.5	29.1	145.9	73.3
Pd [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	12.2	4.6	11.8	4.2	12.7	1.5	-	-	10.0	23.3	54.0	56.1
Pt [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	3.3	2.3	5.9	3.7	6.4	0.7	-	-	5.2	11.6	27.0	28.1
Rh [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	8.4	5.7	14.8	5.3	15.9	1.8	-	-	12.5	29.1	67.4	70.2
Sb [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	6.7	4.6	11.8	4.2	12.7	1.5	-	-	10.0	23.3	54.0	56.1
Se [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	100.3	68.3	177.3	63.1	190.8	21.8	-	-	150.1	349.5	809.3	842.0
Sn [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	16.7	11.4	29.5	10.5	31.8	3.6	-	-	25.0	58.2	134.9	140.3
Te [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	16.7	11.4	29.5	10.5	31.8	3.6	-	-	25.0	58.2	134.9	140.3
Ti [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	182.0	48.5	118.1	196.5	342.1	53.9	-	-	78.7	396.8	626.9	357.2
Tl [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	8.4	5.7	14.8	5.3	15.9	1.8	-	-	12.5	29.1	67.4	70.2
V [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	33.4	22.8	59.1	33.8	73.0	16.7	-	-	50.0	116.5	269.8	280.7
Zn [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	871	273	817	117	239	7	-	-	601	709	442	2003
SO ₄ ⁻ totali [mg/m ³]	85.3	34.9	115.4	43.7	133.9	19.4	-	-	86.7	217.7	319.9	304.0
NO ₃ ⁻ [mg/m ³]	52.6	45.5	75.2	35.2	66.6	12.0	-	-	82.2	77.1	264.5	154.4
Cl ⁻ [mg/m ³]	378.4	101.5	460.8	109.3	161.0	8.3	-	-	152.0	587.7	963.1	1498.2
Ca [mg/m ³]	27.2	9.9	55.3	55.8	104.8	19.1	-	-	35.8	96.8	140.7	79.3
Na [mg/m ³]	213.8	72.6	267.7	85.5	93.2	8.7	-	-	91.1	327.4	540.4	776.3
Mg [mg/m ³]	24.4	6.0	32.8	10.2	15.6	1.3	-	-	13.8	39.0	69.2	95.0
K [mg/m ³]	15.1	3.1	15.1	8.9	6.9	0.8	-	-	13.4	14.6	26.0	30.4
NH ₄ ⁺ [mg/m ³]	8.4	7.0	12.6	5.6	14.3	3.6	-	-	10.5	15.1	54.4	28.7
Metalli pesanti totali [mg/m ³]	2.42	1.15	3.17	2.70	3.00	0.50	-	-	2.48	5.49	10.73	12.36
Specie ioniche totali [mg/m ³]	805	280	1035	354	596	73	-	-	486	1375	2378	2966
SO ₄ ⁻ non marini [mg/m ³]	32.7	17.0	49.6	22.7	111.0	17.3	-	-	64.3	137.2	187.0	113.0
SO ₄ ⁻ marini [mg/m ³]	52.6	17.9	65.8	21.0	22.9	2.1	-	-	22.4	80.5	132.9	191.0

Nelle figure che seguono, sono confrontati gli andamenti delle concentrazioni mensili di **metalli pesanti** significativi nelle deposizioni umide del 2008 con quelli del 2007:

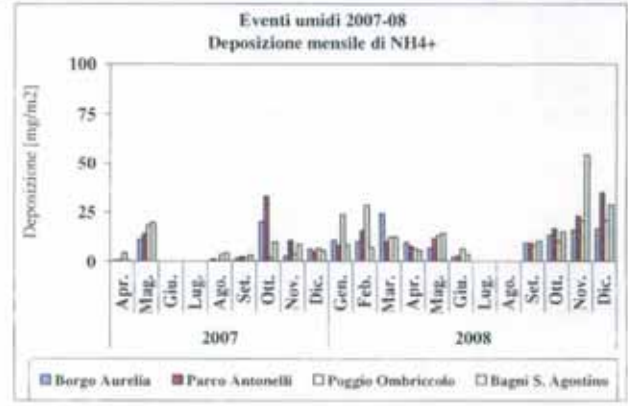
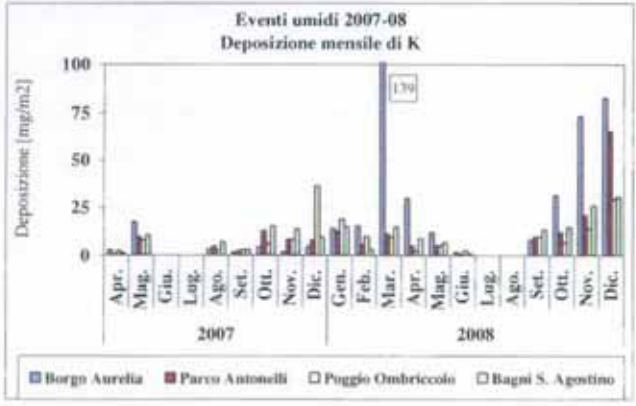
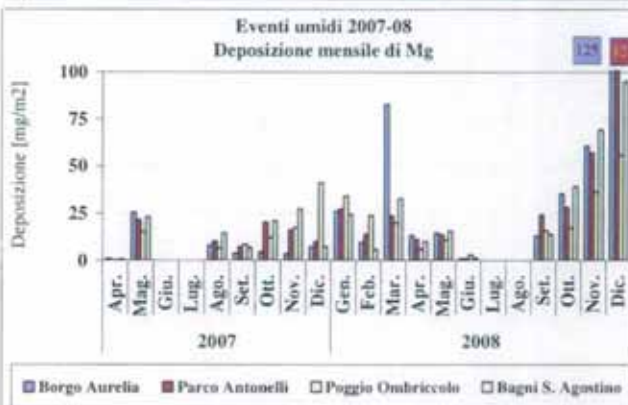
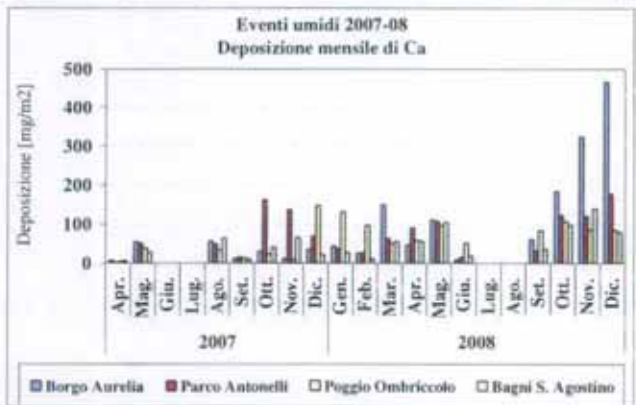
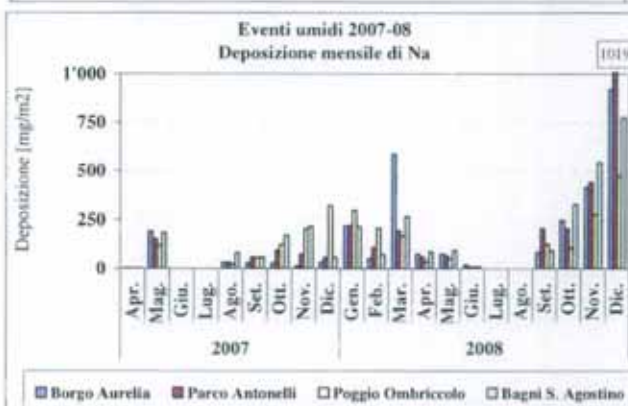
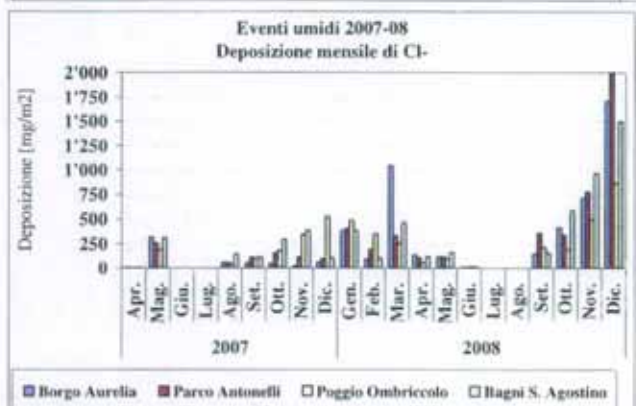
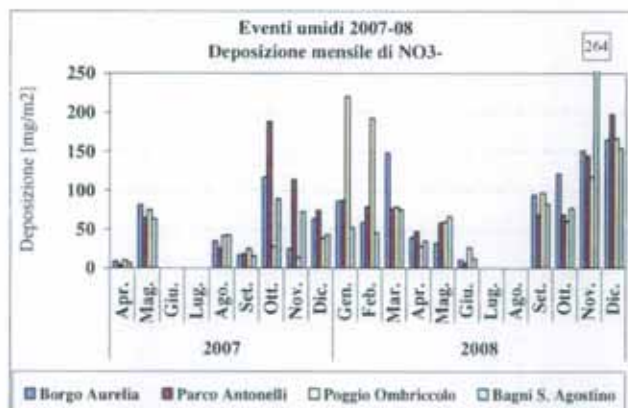
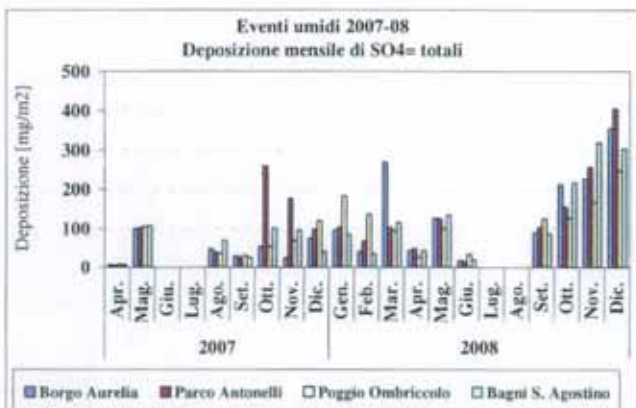




Facendo riferimento alle tabelle e figure precedenti, si possono fare alcune considerazioni relativamente ai metalli pesanti nelle deposizioni umide del 2008:

- per tutte le postazioni, il maggiore apporto di metalli da deposizioni umide si è avuto normalmente tra settembre e dicembre a causa delle elevate precipitazioni avvenute in questo periodo;
- i metalli pesanti maggiormente presenti nelle deposizioni umide sono stati Al, Mn, Ti e Zn;
- per la maggior parte dei metalli pesanti non sembra esserci stata una postazione sistematicamente interessata da deposizioni nettamente più abbondanti rispetto alle altre. Per il 2008, si intravede per altro alcune sistematicità delle deposizioni di Cu, Mn e Ti a Borgo Aurelia, di Al, Pb e Zn a Poggio Ombriccolo anche se i massimi assoluti di deposizioni sono avvenuti in altre postazioni. Tali andamenti sembrano più legati ad apporti terrigeni o ad eventi locali che ad attività antropiche diffuse.

Nelle figure che seguono, sono confrontati invece gli andamenti delle concentrazioni mensili di **specie ioniche** nelle deposizioni umide:



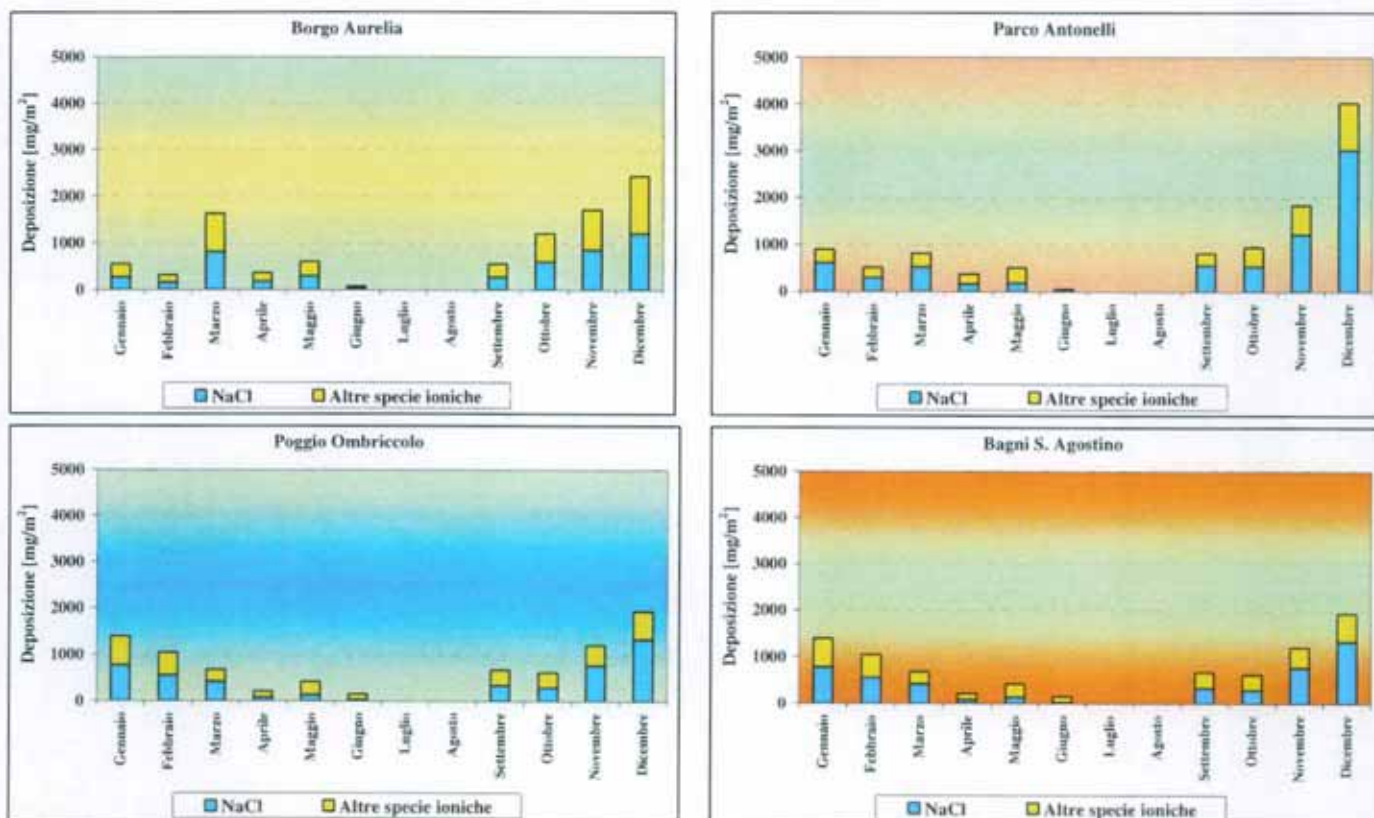
Per quanto riguarda le specie ioniche, risalta immediatamente l'elevata deposizione di sali marini, NaCl in particolare, avvenuta soprattutto in coincidenza delle abbondanti precipitazioni di Ottobre – Dicembre. La conferma della presenza di sali marini si ha dalla valutazione del rapporto in massa tra Na e Cl che, per l'acqua di mare è pari 0,56. Nella tabella sottostante sono riportati i valori dei rapporti Na/Cl nei campioni di deposizioni umide:

Postazione	Data Inizio	Data Fine	Na/Cl mass ratio
Borgo Aurelia	02.01.08	08.01.08	0.59
Parco Antonelli	02.01.08	08.01.08	0.56
Poggio Ombriccolo	02.01.08	08.01.08	0.62
Bagni S. Agostino	02.01.08	08.01.08	0.54
Borgo Aurelia	08.01.08	14.01.08	0.58
Parco Antonelli	08.01.08	14.01.08	0.55
Poggio Ombriccolo	08.01.08	14.01.08	0.63
Bagni S. Agostino	08.01.08	14.01.08	0.58
Borgo Aurelia	14.01.08	20.01.08	0.56
Parco Antonelli	14.01.08	20.01.08	0.55
Poggio Ombriccolo	14.01.08	20.01.08	0.60
Bagni S. Agostino	14.01.08	20.01.08	0.54
Borgo Aurelia	01.02.08	07.02.08	0.58
Parco Antonelli	01.02.08	07.02.08	0.56
Poggio Ombriccolo	01.02.08	07.02.08	0.59
Bagni S. Agostino	01.02.08	07.02.08	0.72
Borgo Aurelia	02.03.08	08.03.08	0.57
Parco Antonelli	02.03.08	08.03.08	0.64
Poggio Ombriccolo	02.03.08	08.03.08	0.82
Bagni S. Agostino	02.03.08	08.03.08	0.63
Borgo Aurelia	08.03.08	14.03.08	0.57
Parco Antonelli	08.03.08	14.03.08	0.61
Poggio Ombriccolo	08.03.08	14.03.08	0.84
Bagni S. Agostino	08.03.08	14.03.08	0.61
Borgo Aurelia	14.03.08	20.03.08	0.60
Parco Antonelli	14.03.08	20.03.08	0.63
Poggio Ombriccolo	14.03.08	20.03.08	0.63
Bagni S. Agostino	14.03.08	20.03.08	0.64
Borgo Aurelia	20.03.08	26.03.08	0.55
Parco Antonelli	20.03.08	26.03.08	0.56
Poggio Ombriccolo	20.03.08	26.03.08	0.57
Bagni S. Agostino	20.03.08	26.03.08	0.55
Borgo Aurelia	26.03.08	01.04.08	2.35
Parco Antonelli	26.03.08	01.04.08	0.59
Poggio Ombriccolo	26.03.08	01.04.08	1.09
Bagni S. Agostino	26.03.08	01.04.08	1.29
Borgo Aurelia	07.04.08	13.04.08	0.51
Parco Antonelli	07.04.08	13.04.08	0.61
Poggio Ombriccolo	07.04.08	13.04.08	0.71
Bagni S. Agostino	07.04.08	13.04.08	0.54
Borgo Aurelia	13.04.08	19.04.08	0.60
Parco Antonelli	13.04.08	19.04.08	0.59
Poggio Ombriccolo	13.04.08	19.04.08	0.60
Bagni S. Agostino	13.04.08	19.04.08	0.99

Postazione	Data Inizio	Data Fine	Na/Cl mass ratio
Borgo Aurelia	07.05.08	13.05.08	0.87
Parco Antonelli	07.05.08	13.05.08	0.56
Poggio Ombriccolo	07.05.08	13.05.08	0.59
Bagni S. Agostino	07.05.08	13.05.08	0.56
Borgo Aurelia	13.05.08	19.05.08	0.51
Parco Antonelli	13.05.08	19.05.08	0.60
Poggio Ombriccolo	13.05.08	19.05.08	0.58
Bagni S. Agostino	13.05.08	19.05.08	0.55
Borgo Aurelia	19.05.08	25.05.08	0.60
Parco Antonelli	19.05.08	25.05.08	0.57
Poggio Ombriccolo	19.05.08	25.05.08	0.58
Bagni S. Agostino	19.05.08	25.05.08	0.55
Borgo Aurelia	25.05.08	31.05.08	0.56
Parco Antonelli	25.05.08	31.05.08	0.55
Poggio Ombriccolo	25.05.08	31.05.08	0.55
Bagni S. Agostino	25.05.08	31.05.08	0.83
Borgo Aurelia	31.05.08	06.06.08	6.97
Parco Antonelli	31.05.08	06.06.08	2.63
Poggio Ombriccolo	31.05.08	06.06.08	0.60
Bagni S. Agostino	31.05.08	06.06.08	1.24
Borgo Aurelia	06.06.08	12.06.08	2.54
Parco Antonelli	06.06.08	12.06.08	0.81
Poggio Ombriccolo	06.06.08	12.06.08	0.86
Bagni S. Agostino	06.06.08	12.06.08	0.64
Borgo Aurelia	10.09.08	16.09.08	0.59
Parco Antonelli	10.09.08	16.09.08	0.59
Poggio Ombriccolo	10.09.08	16.09.08	0.60
Bagni S. Agostino	10.09.08	16.09.08	0.60
Borgo Aurelia	16.09.08	22.09.08	0.61
Parco Antonelli	16.09.08	22.09.08	1.84
Poggio Ombriccolo	16.09.08	22.09.08	0.67
Bagni S. Agostino	16.09.08	22.09.08	0.65
Borgo Aurelia	28.09.08	04.10.08	0.64
Parco Antonelli	28.09.08	04.10.08	0.56
Poggio Ombriccolo	28.09.08	04.10.08	0.61
Bagni S. Agostino	28.09.08	04.10.08	0.61
Borgo Aurelia	22.10.08	28.10.08	0.55
Parco Antonelli	22.10.08	28.10.08	0.59
Poggio Ombriccolo	22.10.08	28.10.08	0.54
Bagni S. Agostino	22.10.08	28.10.08	0.62
Borgo Aurelia	28.10.08	03.11.08	0.60
Parco Antonelli	28.10.08	03.11.08	0.61
Poggio Ombriccolo	28.10.08	03.11.08	0.55
Bagni S. Agostino	28.10.08	03.11.08	0.54

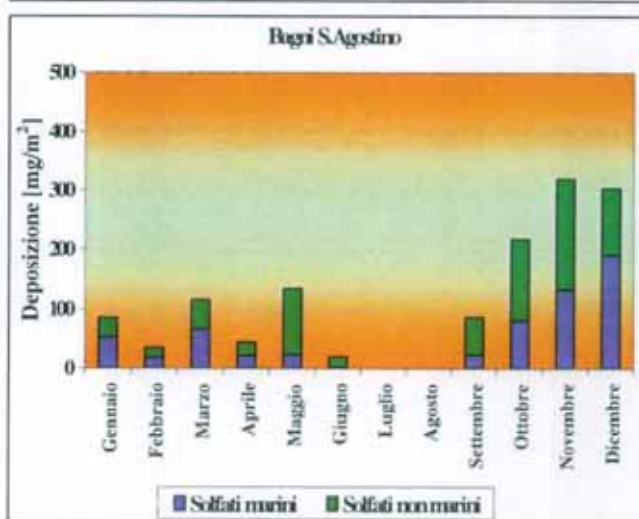
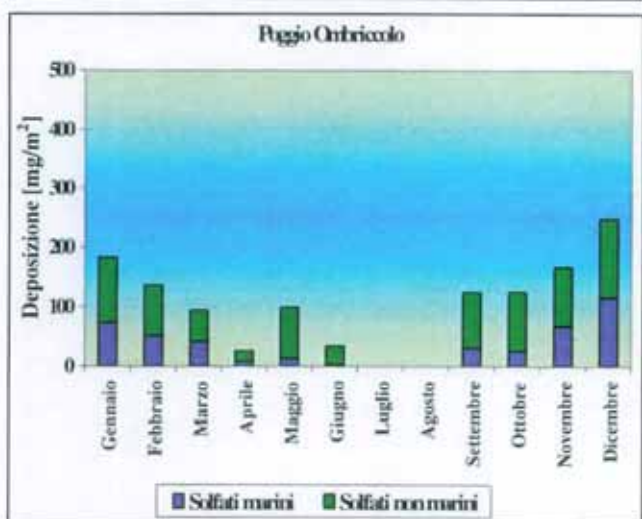
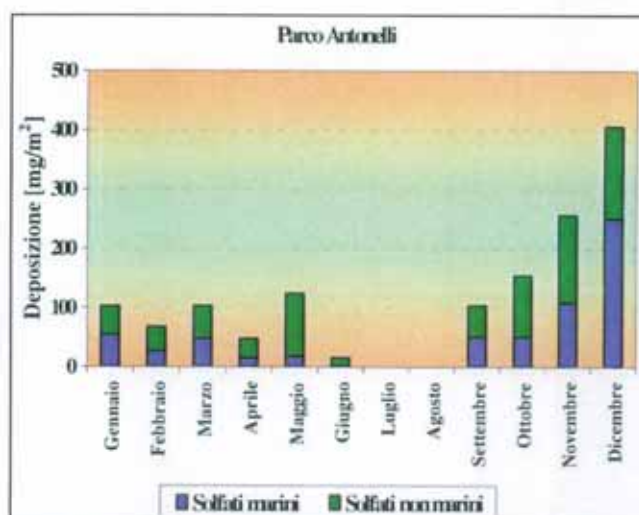
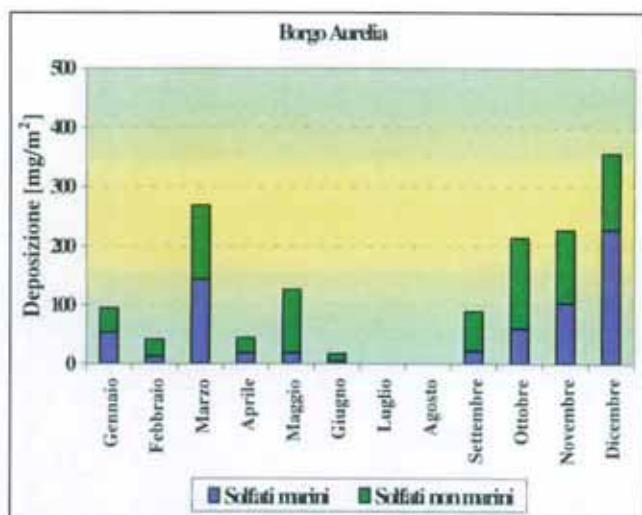
Postazione	Data Inizio	Data Fine	Na/Cl mass ratio
Borgo Aurelia	03.11.08	09.11.08	0.52
Parco Antonelli	03.11.08	09.11.08	0.53
Poggio Ombriccolo	03.11.08	09.11.08	0.53
Bagni S. Agostino	03.11.08	09.11.08	0.54
Borgo Aurelia	09.11.08	15.11.08	0.66
Parco Antonelli	09.11.08	15.11.08	0.59
Poggio Ombriccolo	09.11.08	15.11.08	0.61
Bagni S. Agostino	09.11.08	15.11.08	0.61
Borgo Aurelia	21.11.08	27.11.08	0.53
Parco Antonelli	21.11.08	27.11.08	0.54
Poggio Ombriccolo	21.11.08	27.11.08	0.57
Bagni S. Agostino	21.11.08	27.11.08	0.55
Borgo Aurelia	27.11.08	03.12.08	0.56
Parco Antonelli	27.11.08	03.12.08	0.57
Poggio Ombriccolo	27.11.08	03.12.08	0.55
Bagni S. Agostino	27.11.08	03.12.08	0.54
Borgo Aurelia	03.12.08	09.12.08	0.52
Parco Antonelli	03.12.08	09.12.08	0.54
Poggio Ombriccolo	03.12.08	09.12.08	0.57
Bagni S. Agostino	03.12.08	09.12.08	0.51
Borgo Aurelia	09.12.08	15.12.08	0.53
Parco Antonelli	09.12.08	15.12.08	0.51
Poggio Ombriccolo	09.12.08	15.12.08	0.53
Bagni S. Agostino	09.12.08	15.12.08	0.52
Borgo Aurelia	15.12.08	21.12.08	0.52
Parco Antonelli	15.12.08	21.12.08	0.52
Poggio Ombriccolo	15.12.08	21.12.08	0.56
Bagni S. Agostino	15.12.08	21.12.08	0.52
Borgo Aurelia	21.12.08	27.12.08	1.02
Parco Antonelli	21.12.08	27.12.08	0.63
Poggio Ombriccolo	21.12.08	27.12.08	0.11
Bagni S. Agostino	21.12.08	27.12.08	0.41
Borgo Aurelia	27.12.08	02.01.09	1.29
Parco Antonelli	27.12.08	02.01.09	0.07
Poggio Ombriccolo	27.12.08	02.01.09	1.11
Bagni S. Agostino	27.12.08	02.01.09	0.39

Nella tabella precedente sono stati evidenziati con sfondo azzurro i campioni in cui il rapporto Na/Cl rimane compreso entro \pm il 10% del rapporto nell'acqua di mare. Questi campioni possono essere considerati influenzati da masse di aria marina di origine molto recente. E' noto dalla letteratura (¹³) che masse di aria marina meno recenti subiscono un progressivo impoverimento del contenuto di Cl⁻ a causa della reazione con HNO₃ che porta alla formazione di HCL, il quale si volatilizza. La conseguenza è che nelle precipitazioni umide si può avere un rapporto Na/Cl anche molto maggiore di 0,56. Anche adottando il criterio di identificazione più restrittivo, la presenza di cloruro di sodio nella maggior parte dei campioni è molto evidente. A riprova di ciò, negli istogrammi delle figure seguenti sono state evidenziate in azzurro le deposizioni di NaCl e in giallo quelle di tutte le altre specie ioniche.



Appare molto evidente che spesso nel 2008, le deposizioni di specie ioniche sono state fortemente influenzate da quelle di origine marina e infatti il solo NaCl ha contato per il 37-69% delle specie ioniche totali depositate a Borgo Aurelia, per 21-75% a Parco Antonelli, per il 16-69% a Poggio Ombriccolo e 23-77% a Bagni S. Agostino. Una così elevata influenza degli apporti marini si è riflessa anche sulla quantità di solfati totali nelle deposizioni, in cui la componente marina è stata spesso equivalente se non maggiore di quella non marina, come riportato nelle tabelle precedenti ed evidenziato in forma grafica negli istogrammi delle figure seguenti in cui le barre blu rappresentano i solfati di origine marina e le barre verdi sovrapposte i solfati antropogenici:

¹³ D. Moller (1990), Tellus B 42, 254-262



Sostanzialmente, i solfati marini hanno contato per il 15-64% dei solfati totali a Borgo Aurelia, per 11-62% a Parco Antonelli, per il 7-47% a Poggio Ombriccolo e per 11-63% a Bagni S. Agostino. Si noti che la postazione più lontana dalla costa ha subito un po' meno delle altre gli apporti di solfati marini.

Chiarita l'entità dell'influenza dei sali marini durante il 2008, emergono dagli andamenti temporali mostrati in precedenza alcune singolarità come l'elevata deposizione di nitrati a Poggio Ombriccolo in Gennaio e Febbraio, quelle di Ca e K a Borgo Aurelia in Ottobre - Dicembre e di Mg in Marzo sempre a Borgo Aurelia.

Nella tabella che segue sono riassunte le **deposizioni totali annue di metalli pesanti e specie ioniche** avvenute nel 2008 e dovute a precipitazioni umide:

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccollo	Bagni S.Agostino
Data Inizio		01.01.2008	01.01.2008	01.01.2008	01.01.2008
Data Fine		31.12.2008	31.12.2008	31.12.2008	31.12.2008
Al	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	22701	23516	30557	25031
As	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	758	846	845	924
Be	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	44	52	44	55
Cd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	92	85	88	93
Co	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	78	85	86	101
Cr	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	379	423	423	462
Cu	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1463	1071	937	1011
Hg	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	189	212	266	231
Mn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2049	1013	1168	1089
Ni	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	549	743	569	601
Pb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	273	310	378	353
Pd	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	161	179	187	190
Pt	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	76	89	87	94
Rh	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	189	212	211	231
Sb	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	152	169	169	185
Se	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2274	2538	2536	2772
Sn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	379	423	423	462
Te	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	379	423	423	462
Ti	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	5337	2960	3132	2401
Tl	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	189	212	211	231
V	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	772	865	884	956
Zn	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	10585	4903	31418	6081
SO ₄ ²⁻	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1'477'764	1'382'780	1'236'969	1'360'938
NO ₃ ⁻	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	908'485	833'993	1'045'821	865'207
Cl ⁻	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	4'738'312	4'600'316	2'979'021	4'420'383
Ca	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	1'420'445	793'107	837'695	624'672
Na	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2'690'044	2'526'363	1'741'877	2'476'571
Mg	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	380'208	320'073	221'989	307'347
K	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	407'702	148'395	108'048	134'261
NH ₄ ⁺	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	119'348	140'214	150'048	160'144
Metalli pesanti totali	[mg/m^3]	49.1	41.3	75.0	44.0
Specie ioniche totali	[mg/m^3]	12142	10745	8321	10350
<i>SO₄²⁻ non marini</i>	[mg/m^3]	816	761	808	752
<i>SO₄²⁻ marini</i>	[mg/m^3]	662	621	429	609
<i>NaCl</i>	[mg/m^3]	7428	7127	4721	6897

Come si può osservare, le deposizioni più abbondanti sono state dovute alle specie ioniche e, tra queste, quella attribuibile al cloruro di sodio come sale (NaCl) è stata preponderante, variando tra gli 4,7 g/m³ depositati complessivamente nella postazione di Poggio Ombriccollo ai circa 7 g/m³ depositati nelle altre postazioni.

Per quanto riguarda i metalli pesanti, come già accennato in precedenza, a Poggio Ombriccollo si sono avute deposizioni quasi doppie rispetto alle altre postazioni. In realtà, dei 75 mg/m³ depositati, oltre 31 mg/m³ sono dovuti al solo Zn per la maggior parte presente nelle precipitazioni di Settembre-Ottobre. Si può ipotizzare quindi l'influenza di sorgenti locali, probabilmente legate alle attività agricole. Le deposizioni degli altri metalli a Poggio Ombriccollo sono invece confrontabili con i valori riscontrati nelle altre postazioni.

Nella tabella sottostante, è riportato il rateo di deposizione medio giornaliero da deposizioni umide di ciascun metallo pesante e specie ionica determinato ed espresso in $\mu\text{g tot/m}^2/\text{d}$ o $\text{mg tot/m}^2/\text{d}$:

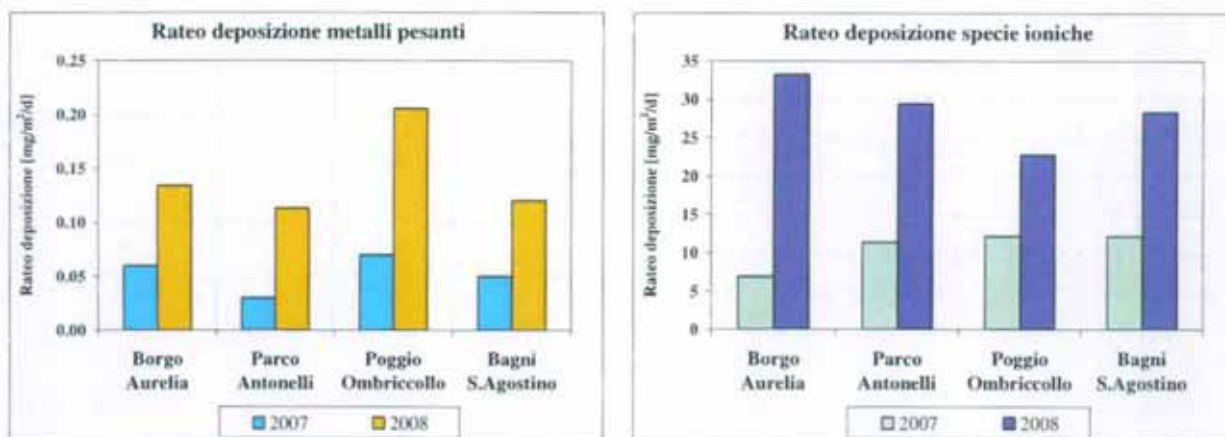
Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Al	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	62.2	64.4	83.7	68.6
As	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	2.08	2.32	2.32	2.53
Be	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.12	0.14	0.12	0.15
Cd	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.25	0.23	0.24	0.25
Co	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.21	0.23	0.24	0.28
Cr	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.04	1.16	1.16	1.27
Cu	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	4.01	2.94	2.57	2.77
Hg	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.52	0.58	0.73	0.63
Mn	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	5.61	2.77	3.20	2.98
Ni	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.51	2.04	1.56	1.65
Pb	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.75	0.85	1.04	0.97
Pd	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.44	0.49	0.51	0.52
Pt	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.21	0.24	0.24	0.26
Rh	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.52	0.58	0.58	0.63
Sb	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.42	0.46	0.46	0.51
Se	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	6.23	6.95	6.95	7.60
Sn	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.04	1.16	1.16	1.27
Te	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.04	1.16	1.16	1.27
Ti	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	14.62	8.11	8.58	6.58
Tl	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.52	0.58	0.58	0.63
V	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	2.11	2.37	2.42	2.62
Zn	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	29.0	13.4	86.1	16.7
SO ₄ ⁻ totali	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	4'049	3'788	3'389	3'729
NO ₃ ⁻	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	2'489	2'285	2'865	2'370
Cl ⁻	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	12'982	12'604	8'162	12'111
Ca	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	3'892	2'173	2'295	1'711
Na	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	7'370	6'922	4'772	6'785
Mg	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1'042	877	608	842
K	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1'117	407	296	368
NH ₄ ⁺	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	327	384	411	439
Metalli pesanti totali	[$\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.13	0.11	0.21	0.12
Specie ioniche totali	[$\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$]	33.3	29.4	22.8	28.4

Considerando il rateo giornaliero di deposizione si confermano gli andamenti emersi in precedenza:

- per le postazioni di Borgo Aurelia, Parco Antonelli e Bagni S. Agostino si è avuto un rateo di deposizione di metalli pesanti dell'ordine di 0.11-0.13 mg/m^2 al giorno, 0.21 mg/m^2 al giorno a Poggio Ombriccolo, ovvero quasi doppio rispetto alle altre postazioni ma, come visto, dovuto alla anomala deposizione di Zn in un definito periodo dell'anno;
- a Poggio Ombriccolo si sono avuti invece i minori ratei di deposizione giornaliera di specie ioniche (23 mg/m^2 al giorno) mentre nelle altre postazioni i ratei sono rimasti compresi tra 28 e 33 mg/m^2 al giorno. Come introdotto in precedenza, nelle deposizioni del 2008 è stata molto significativa la presenza di sali marini e la maggiore lontananza dalla costa della postazione di Poggio Ombriccolo ha influito sulla presenza soprattutto di cloruro di sodio che rappresenta la parte preponderante del contenuto salino delle precipitazioni del comprensorio di Civitavecchia.
- l'effetto dei sali marini si riflette anche sul rateo di deposizione dei solfati effettivamente antropogenici che è poco più della metà del rateo di deposizione dei solfati totali, come mostrato nel prospetto sottostante:

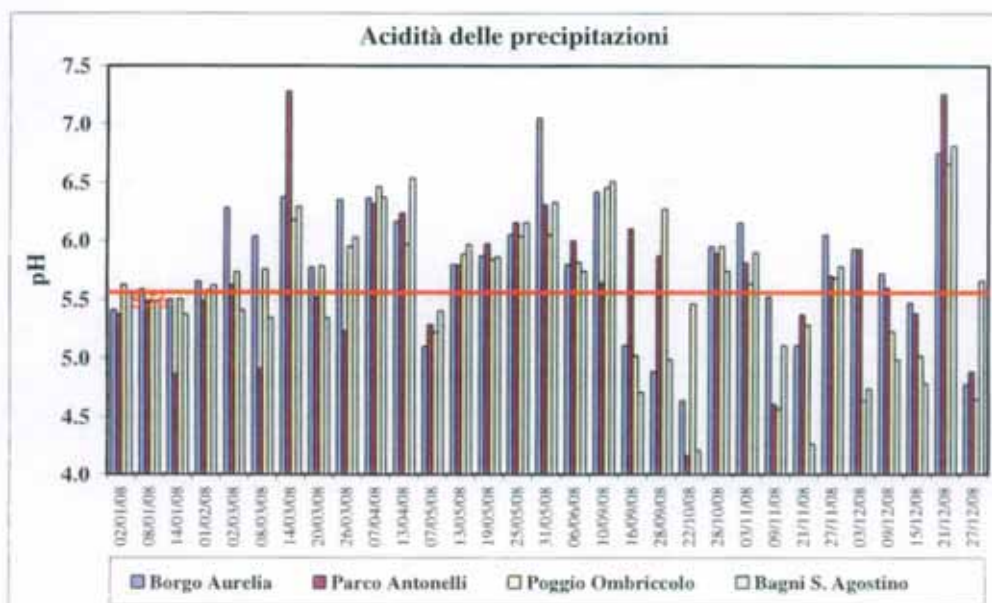
Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Solfati totali	[$\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$]	4.0	3.8	3.4	3.8
Frazione solfati non marini (antropogenici)	[$\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$]	2.2	2.1	2.2	2.1
Frazione solfati marini	[$\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.8	1.7	1.2	1.7

Nelle figure che seguono, sono stati messi a confronto i ratei di deposizione di metalli pesanti e specie ioniche del 2008 con quelli del 2007:



Emerge chiaramente che nel 2008 vi è stato un sensibile incremento dei ratei di deposizione sia dei metalli pesanti sia delle specie ioniche. Va ovviamente tenuto presente che i dati del 2007 sono parziali, non comprendendo i mesi da Gennaio a Marzo. Ciononostante, gli incrementi dei ratei di deposizione giornaliera sono stati di 2-4 volte per i metalli pesanti e da 2 a 5 volte per le specie ioniche, a seconda delle postazioni.

L'acidità delle precipitazioni del 2008 è stata normalmente poco significativa. Va ricordato, infatti, che il pH misurato nelle precipitazioni non può considerarsi acido fino ad un valore di circa 5.5. Questo pH corrisponde alla naturale reazione di equilibrio tra la CO₂ atmosferica e la fase acquosa aerodispersa che porta alla formazione di acido carbonico, un acido debole. Nella figura che segue sono riportati sotto forma di istogramma i valori di pH riscontrati nelle deposizioni umide del 2008:



Appare evidente dalla figura precedente che in parecchi eventi si è misurato nel 2008 un pH inferiore a 5.5. Addirittura nell'evento del 22-28/10 a Parco Antonelli e Bagni S. Agostino il pH della pioggia è stato prossimo a 4. Nella tabella che segue, sono stati riportati i valori di pH riscontrati nelle deposizioni umide, evidenziando in rosso i valori inferiori a 5.5.

Postazione	DATA Inizio	DATA Fine	pH	H+/(S04+NO3)	% Acidità neutralizzata
Borgo Aurelia	02.01.08	08.01.08	5.41	0.036	96
Parco Antonelli	02.01.08	08.01.08	5.37	0.057	94
Poggio Ombriccolo	02.01.08	08.01.08	5.63	0.018	98
Bagni S. Agostino	02.01.08	08.01.08	5.55	0.042	96
Borgo Aurelia	08.01.08	14.01.08	5.58	0.026	97
Parco Antonelli	08.01.08	14.01.08	5.49	0.021	98
Poggio Ombriccolo	08.01.08	14.01.08	5.48	0.023	98
Bagni S. Agostino	08.01.08	14.01.08	5.49	0.032	97
Borgo Aurelia	14.01.08	20.01.08	5.50	0.033	97
Parco Antonelli	14.01.08	20.01.08	4.86	0.209	79
Poggio Ombriccolo	14.01.08	20.01.08	5.50	0.052	95
Bagni S. Agostino	14.01.08	20.01.08	5.37	0.071	93
Borgo Aurelia	01.02.08	07.02.08	5.65	0.029	97
Parco Antonelli	01.02.08	07.02.08	5.48	0.051	95
Poggio Ombriccolo	01.02.08	07.02.08	5.58	0.038	96
Bagni S. Agostino	01.02.08	07.02.08	5.62	0.037	96
Borgo Aurelia	02.03.08	08.03.08	6.28	0.004	100
Parco Antonelli	02.03.08	08.03.08	5.62	0.046	95
Poggio Ombriccolo	02.03.08	08.03.08	5.73	0.053	95
Bagni S. Agostino	02.03.08	08.03.08	5.41	0.080	92
Borgo Aurelia	08.03.08	14.03.08	6.04	0.019	98
Parco Antonelli	08.03.08	14.03.08	4.91	0.322	68
Poggio Ombriccolo	08.03.08	14.03.08	5.76	0.057	94
Bagni S. Agostino	08.03.08	14.03.08	5.34	0.089	91
Borgo Aurelia	14.03.08	20.03.08	6.37	0.002	100
Parco Antonelli	14.03.08	20.03.08	7.28	0.000	100
Poggio Ombriccolo	14.03.08	20.03.08	6.18	0.005	100
Bagni S. Agostino	14.03.08	20.03.08	6.29	0.004	100
Borgo Aurelia	20.03.08	26.03.08	5.77	0.013	99
Parco Antonelli	20.03.08	26.03.08	5.52	0.072	93
Poggio Ombriccolo	20.03.08	26.03.08	5.79	0.031	97
Bagni S. Agostino	20.03.08	26.03.08	5.35	0.060	94
Borgo Aurelia	26.03.08	01.04.08	6.35	0.010	99
Parco Antonelli	26.03.08	01.04.08	5.23	0.080	92
Poggio Ombriccolo	26.03.08	01.04.08	5.95	0.013	99
Bagni S. Agostino	26.03.08	01.04.08	6.03	0.015	98
Borgo Aurelia	07.04.08	13.04.08	6.37	0.006	99
Parco Antonelli	07.04.08	13.04.08	6.31	0.009	99
Poggio Ombriccolo	07.04.08	13.04.08	6.46	0.010	99
Bagni S. Agostino	07.04.08	13.04.08	6.37	0.007	99
Borgo Aurelia	13.04.08	19.04.08	6.16	0.007	99
Parco Antonelli	13.04.08	19.04.08	6.24	0.006	99
Poggio Ombriccolo	13.04.08	19.04.08	5.97	0.016	98
Bagni S. Agostino	13.04.08	19.04.08	6.54	0.004	100
Borgo Aurelia	07.05.08	13.05.08	5.10	0.053	95
Parco Antonelli	07.05.08	13.05.08	5.29	0.060	94
Poggio Ombriccolo	07.05.08	13.05.08	5.22	0.073	93
Bagni S. Agostino	07.05.08	13.05.08	5.40	0.031	97
Borgo Aurelia	13.05.08	19.05.08	5.80	0.033	97
Parco Antonelli	13.05.08	19.05.08	5.79	0.033	97
Poggio Ombriccolo	13.05.08	19.05.08	5.88	0.019	98
Bagni S. Agostino	13.05.08	19.05.08	5.97	0.016	98
Borgo Aurelia	19.05.08	25.05.08	5.87	0.034	97
Parco Antonelli	19.05.08	25.05.08	5.97	0.025	98
Poggio Ombriccolo	19.05.08	25.05.08	5.84	0.060	94
Bagni S. Agostino	19.05.08	25.05.08	5.86	0.032	97

Postazione	DATA Inizio	DATA Fine	pH	H ⁺ /(SO ₄ +NO ₃)	% Acidità neutralizzata
Borgo Aurelia	25.05.08	31.05.08	6.05	0.007	99
Parco Antonelli	25.05.08	31.05.08	6.16	0.005	100
Poggio Ombriccolo	25.05.08	31.05.08	6.04	0.008	99
Bagni S. Agostino	25.05.08	31.05.08	6.16	0.007	99
Borgo Aurelia	31.05.08	06.06.08	7.05	0.001	100
Parco Antonelli	31.05.08	06.06.08	6.31	0.005	100
Poggio Ombriccolo	31.05.08	06.06.08	6.05	0.008	99
Bagni S. Agostino	31.05.08	06.06.08	6.33	0.004	100
Borgo Aurelia	06.06.08	12.06.08	5.80	0.032	97
Parco Antonelli	06.06.08	12.06.08	6.00	0.021	98
Poggio Ombriccolo	06.06.08	12.06.08	5.82	0.051	95
Bagni S. Agostino	06.06.08	12.06.08	5.74	0.028	97
Borgo Aurelia	10.09.08	16.09.08	6.42	0.005	100
Parco Antonelli	10.09.08	16.09.08	5.64	0.029	97
Poggio Ombriccolo	10.09.08	16.09.08	6.45	0.005	100
Bagni S. Agostino	10.09.08	16.09.08	6.51	0.003	100
Borgo Aurelia	16.09.08	22.09.08	5.11	0.161	84
Parco Antonelli	16.09.08	22.09.08	6.10	0.020	98
Poggio Ombriccolo	16.09.08	22.09.08	5.02	0.234	77
Bagni S. Agostino	16.09.08	22.09.08	4.71	0.423	58
Borgo Aurelia	28.09.08	04.10.08	4.89	0.073	93
Parco Antonelli	28.09.08	04.10.08	5.87	0.017	98
Poggio Ombriccolo	28.09.08	04.10.08	6.27	0.009	99
Bagni S. Agostino	28.09.08	04.10.08	4.99	0.213	79
Borgo Aurelia	22.10.08	28.10.08	4.64	0.363	64
Parco Antonelli	22.10.08	28.10.08	4.17	0.861	14
Poggio Ombriccolo	22.10.08	28.10.08	5.46	0.034	97
Bagni S. Agostino	22.10.08	28.10.08	4.21	1.057	-6
Borgo Aurelia	28.10.08	03.11.08	5.95	0.018	98
Parco Antonelli	28.10.08	03.11.08	5.89	0.030	97
Poggio Ombriccolo	28.10.08	03.11.08	5.95	0.020	98
Bagni S. Agostino	28.10.08	03.11.08	5.74	0.040	96
Borgo Aurelia	03.11.08	09.11.08	6.15	0.016	98
Parco Antonelli	03.11.08	09.11.08	5.81	0.043	96
Poggio Ombriccolo	03.11.08	09.11.08	5.63	0.094	91
Bagni S. Agostino	03.11.08	09.11.08	5.90	0.036	96
Borgo Aurelia	09.11.08	15.11.08	5.52	0.076	92
Parco Antonelli	09.11.08	15.11.08	4.61	0.499	50
Poggio Ombriccolo	09.11.08	15.11.08	4.57	0.665	34
Bagni S. Agostino	09.11.08	15.11.08	5.11	0.238	76
Borgo Aurelia	21.11.08	27.11.08	5.11	0.089	91
Parco Antonelli	21.11.08	27.11.08	5.37	0.063	94
Poggio Ombriccolo	21.11.08	27.11.08	5.28	0.170	83
Bagni S. Agostino	21.11.08	27.11.08	4.27	0.727	27
Borgo Aurelia	27.11.08	03.12.08	6.05	0.015	99
Parco Antonelli	27.11.08	03.12.08	5.70	0.029	97
Poggio Ombriccolo	27.11.08	03.12.08	5.68	0.026	97
Bagni S. Agostino	27.11.08	03.12.08	5.78	0.023	98
Borgo Aurelia	03.12.08	09.12.08	5.93	0.013	99
Parco Antonelli	03.12.08	09.12.08	5.93	0.016	98
Poggio Ombriccolo	03.12.08	09.12.08	4.64	0.387	61
Bagni S. Agostino	03.12.08	09.12.08	4.74	0.170	83
Borgo Aurelia	09.12.08	15.12.08	5.72	0.048	95
Parco Antonelli	09.12.08	15.12.08	5.60	0.069	93
Poggio Ombriccolo	09.12.08	15.12.08	5.23	0.203	80
Bagni S. Agostino	09.12.08	15.12.08	4.99	0.364	64

Postazione	DATA Inizio	DATA Fine	pH	H+/(S04+NO3)	% Acidità neutralizzata
Borgo Aurelia	15.12.08	21.12.08	5.47	0.076	92
Parco Antonelli	15.12.08	21.12.08	5.38	0.121	88
Poggio Ombriccolo	15.12.08	21.12.08	5.02	0.310	69
Bagni S. Agostino	15.12.08	21.12.08	4.79	0.588	41
Borgo Aurelia	21.12.08	27.12.08	6.75	0.009	99
Parco Antonelli	21.12.08	27.12.08	7.26	0.001	100
Poggio Ombriccolo	21.12.08	27.12.08	6.66	0.008	99
Bagni S. Agostino	21.12.08	27.12.08	6.81	0.005	100
Borgo Aurelia	27.12.08	02.01.09	4.78	0.531	47
Parco Antonelli	27.12.08	02.01.09	4.89	0.383	62
Poggio Ombriccolo	27.12.08	02.01.09	4.65	0.321	68
Bagni S. Agostino	27.12.08	02.01.09	5.66	0.056	94

Un ulteriore modo per valutare l'acidità delle precipitazioni in funzione delle caratteristiche del sito è quello di calcolare il rapporto tra H⁺ e somma di solfati e nitrati, tutti espressi in meq/L, e da questo calcolare la % di acidità neutralizzata. Infatti, l'acidità atmosferica è data dalla presenza di acido solforico (H₂SO₄) e nitrico (HNO₃). Se questi due acidi vengono neutralizzati da sali alcalini aerodispersi o ammoniaca, la precipitazione appare neutra. Ovviamente, a questo meccanismo di neutralizzazione contribuiscono significativamente le polveri cristalline, locali o da trasporto da lunga distanza, sospese in aria. Nella tabella precedente sono stati riportati i risultati dei calcoli. Si può osservare che l'acidità è stata normalmente neutralizzata quasi completamente ma ci sono stati eventi in cui era presente addirittura acidità libera, fatto che non era stato rilevato negli eventi dello stesso periodo del 2007.

3.4.1.2 Idrocarburi aromatici policiclici (IPA) nelle deposizioni umide

Le analisi chimiche di caratterizzazione degli IPA nelle deposizioni umide hanno messo in evidenza un modestissimo contenuto di tali composti. In tutti i campioni, inoltre, sono stati rilevati solo IPA a 2 o 3 anelli, i più volatili tra quelli determinati, con frequente presenza soprattutto di derivati alchilati. Ciò non è singolare in quanto gli IPA pesanti in aria sono associati al particolato e, nelle deposizioni umide ("wet only"), mancando quest'ultimo, è raro riscontrare concentrazioni significative di IPA.

Nelle tabelle che seguono, sono riportati i valori di **deposizione totale per m²** nel periodo di indagine, calcolati utilizzando le concentrazioni riscontrate nei campioni o la metà del limite di rivelabilità (LdR), in accordo con quanto riportato nel rapporto ISTISAN 06/38 (v. par. 3.4).

I valori della postazione di **Borgo Aurelia** sono riportati di seguito:

Postazione		Borgo Aurelia					
Mese		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Precipitazione	[mm]	25.9	28.7	47.5	21.7	57.9	4.9
Naftalene	[ng/m ³]	270	70	700	136	1280	115
2-Metilnaftalene	[ng/m ³]	142	18	275	35	1103	18
1-Metilnaftalene	[ng/m ³]	163	18	462	97	2361	18
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m ³]	53	18	330	101	708	962
Acenaftilene	[ng/m ³]	53	18	53	364	71	18
Acenaftene	[ng/m ³]	86	18	53	35	96	18
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m ³]	522	276	1215	55	351	262
Fluorene	[ng/m ³]	53	18	85	35	71	18
Fenantrene	[ng/m ³]	667	249	560	93	386	83
Antracene	[ng/m ³]	53	18	130	35	71	18
1-Metilfenantrene	[ng/m ³]	107	18	72	187	328	38
Fluorantene	[ng/m ³]	650	254	383	56	147	42
Pirene	[ng/m ³]	350	141	223	35	132	40
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m ³]	53	18	53	35	71	18
Benzo[a]antracene	[ng/m ³]	53	37	76	35	156	18
Crisene	[ng/m ³]	163	80	95	35	71	18
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m ³]	273	124	159	106	212	53
Benzo[k]fluorantene	[ng/m ³]	159	53	159	106	212	53
Benzo[c]pirene	[ng/m ³]	159	53	159	106	212	53
Benzo[a]pirene	[ng/m ³]	159	53	159	106	212	53
Perilene	[ng/m ³]	159	53	159	106	212	53
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m ³]	159	53	159	106	212	53
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m ³]	159	53	159	106	212	53
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m ³]	159	53	159	106	212	53
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m ³]	159	53	159	106	212	53
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m ³]	159	53	159	106	212	53
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m ³]	159	53	159	106	212	53
Dibenzo[a,l]pirene	[ng/m ³]	159	53	159	106	212	53
Totale	[ng/m ³]	5459	1972	6669	2642	9943	2336

Postazione		Borgo Aurelia					
Mese		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Precipitazione	[mm]	0.0	0.0	47.6	103.7	167.1	204.7
Naftalene	[ng/m ³]	0	0	225	744	571	35
2-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0	0	72	223	71	35
1-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0	0	173	296	161	35
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m ³]	0	0	199	950	452	35
Acenaftilene	[ng/m ³]	0	0	135	53	101	35
Acenaftene	[ng/m ³]	0	0	79	53	71	35
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m ³]	0	0	102	758	975	61
Fluorene	[ng/m ³]	0	0	53	53	71	35
Fenantrene	[ng/m ³]	0	0	114	168	361	35
Antracene	[ng/m ³]	0	0	53	53	71	35
1-Metilfenantrene	[ng/m ³]	0	0	114	139	71	35
Fluorantene	[ng/m ³]	0	0	117	161	272	35
Pirene	[ng/m ³]	0	0	98	135	201	60
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m ³]	0	0	53	53	71	35
Benzo[a]antracene	[ng/m ³]	0	0	76	53	71	35
Crisene	[ng/m ³]	0	0	53	53	108	35
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Benzo[k]fluorantene	[ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Benzo[c]pirene	[ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Benzo[a]pirene	[ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Perilene	[ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Dibenzo[a,l]pirene	[ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Totale	[ng/m ³]	0	0	3621	5851	6237	1886

I valori riscontrati nella postazione di **Parco Antonelli** sono mostrati nella tabella sottostante:

Postazione		Parco Antonelli					
Mese		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Precipitazione	[mm]	32,4	13,9	44,0	26,7	62,4	9,4
Naftalene	[ng/m ³]	2264	64	953	96	5943	88
2-Metilnaftalene	[ng/m ³]	1614	107	641	35	7077	18
1-Metilnaftalene	[ng/m ³]	1005	18	628	233	12318	18
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m ³]	401	18	282	79	3247	251
Acenaftilene	[ng/m ³]	53	18	53	35	119	18
Acenaftene	[ng/m ³]	99	48	98	55	214	18
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m ³]	1043	18	700	35	781	18
Fluorene	[ng/m ³]	53	18	53	35	277	18
Fenantrene	[ng/m ³]	268	107	324	115	568	535
Antracene	[ng/m ³]	53	18	73	35	88	18
1-Metilfenantrene	[ng/m ³]	167	105	250	176	258	87
Fluorantene	[ng/m ³]	300	118	249	80	266	18
Pirene	[ng/m ³]	198	75	176	64	306	18
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m ³]	53	18	53	35	88	18
Benzo[a]antracene	[ng/m ³]	53	18	87	35	174	40
Crisene	[ng/m ³]	133	47	107	35	130	18
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m ³]	245	53	200	106	265	53
Benzo[k]fluorantene	[ng/m ³]	159	53	159	106	265	53
Benzo[e]pirene	[ng/m ³]	159	53	159	106	265	53
Benzo[a]pirene	[ng/m ³]	159	53	159	106	265	53
Perilene	[ng/m ³]	159	53	159	106	265	53
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m ³]	159	53	159	106	265	53
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m ³]	159	53	159	106	265	53
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m ³]	159	53	159	106	265	53
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m ³]	159	53	159	106	265	53
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m ³]	159	53	159	106	265	53
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m ³]	159	53	159	106	265	53
Dibenzo[a, l]pirene	[ng/m ³]	159	53	159	106	265	53
Totale	[ng/m ³]	9750	1448	6676	2452	35030	1830

Postazione		Parco Antonelli					
Mese		Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Precipitazione	[mm]	0,0	0,0	53,2	99,3	218,3	173,8
Naftalene	[ng/m ³]	0	0	299	842	439	178
2-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0	0	143	233	113	54
1-Metilnaftalene	[ng/m ³]	0	0	345	628	191	57
2,6-Dimetilnaftalene	[ng/m ³]	0	0	567	935	321	154
Acenaftilene	[ng/m ³]	0	0	82	35	110	35
Acenaftene	[ng/m ³]	0	0	82	35	71	35
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng/m ³]	0	0	234	633	313	108
Fluorene	[ng/m ³]	0	0	53	56	94	35
Fenantrene	[ng/m ³]	0	0	277	160	394	215
Antracene	[ng/m ³]	0	0	53	35	71	35
1-Metilfenantrene	[ng/m ³]	0	0	89	56	122	35
Fluorantene	[ng/m ³]	0	0	281	153	304	112
Pirene	[ng/m ³]	0	0	203	128	235	100
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng/m ³]	0	0	53	35	71	35
Benzo[a]antracene	[ng/m ³]	0	0	96	35	71	35
Crisene	[ng/m ³]	0	0	228	64	162	72
Benzo[b+j]fluorantene	[ng/m ³]	0	0	236	106	212	106
Benzo[k]fluorantene	[ng/m ³]	0	0	199	106	212	106
Benzo[e]pirene	[ng/m ³]	0	0	207	106	212	106
Benzo[a]pirene	[ng/m ³]	0	0	159	106	212	106
Perilene	[ng/m ³]	0	0	159	106	212	106
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng/m ³]	0	0	220	106	212	106
Dibenzo[a, h]antracene	[ng/m ³]	0	0	159	106	212	106
Benzo[g,h,i]perilene	[ng/m ³]	0	0	199	106	212	106
Dibenzo[a,e]pirene	[ng/m ³]	0	0	159	106	212	106
Dibenzo[a,h]pirene	[ng/m ³]	0	0	159	106	212	106
Dibenzo[a,i]pirene	[ng/m ³]	0	0	159	106	212	106
Dibenzo[a, l]pirene	[ng/m ³]	0	0	159	106	212	106
Totale	[ng/m ³]	0	0	5260	5336	5621	2567

I valori relativi alla postazione di **Poggio Ombriccolo** sono mostrati di seguito:

Postazione	Poggio Ombriccolo						
	Mese	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Precipitazione [mm]		65.3	79.1	75.2	28.4	86.6	15.9
Naftalene [ng/m ³]		183	18	1486	251	777	180
2-Metilnaftalene [ng/m ³]		97	18	183	78	383	111
1-Metilnaftalene [ng/m ³]		120	43	366	140	969	260
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m ³]		71	54	121	67	823	523
Acenaftilene [ng/m ³]		53	18	53	35	120	35
Acenaftene [ng/m ³]		104	76	151	35	88	62
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m ³]		261	250	496	35	291	84
Fluorene [ng/m ³]		53	45	151	35	126	35
Fenantrene [ng/m ³]		361	339	574	75	881	129
Antracene [ng/m ³]		53	18	53	35	88	35
1-Metilfenantrene [ng/m ³]		116	64	121	177	477	148
Fluorantene [ng/m ³]		523	500	310	35	215	56
Pirene [ng/m ³]		317	316	185	35	169	35
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m ³]		53	18	53	35	88	35
Benzo[a]antracene [ng/m ³]		53	74	53	35	153	55
Crisene [ng/m ³]		143	230	95	35	118	35
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m ³]		488	405	159	106	265	106
Benzo[k]fluorantene [ng/m ³]		159	109	159	106	265	106
Benzo[e]pirene [ng/m ³]		159	124	159	106	265	106
Benzo[a]pirene [ng/m ³]		159	53	159	106	265	106
Perilene [ng/m ³]		159	98	159	106	265	106
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m ³]		159	53	159	106	265	106
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m ³]		159	53	159	106	265	106
Benzo[g, h, i]perilene [ng/m ³]		159	53	159	106	265	106
Dibenzo[a, e]pirene [ng/m ³]		159	53	159	106	265	106
Dibenzo[a, h]pirene [ng/m ³]		159	53	159	106	265	106
Dibenzo[a, i]pirene [ng/m ³]		159	53	159	106	265	106
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m ³]		159	53	159	106	265	106
Totale [ng/m³]		4796	3238	6357	2411	8942	3092

Postazione	Poggio Ombriccolo						
	Mese	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Precipitazione [mm]		0.0	0.0	72.8	67.9	137.7	232.2
Naftalene [ng/m ³]		0	0	148	54	901	312
2-Metilnaftalene [ng/m ³]		0	0	72	35	136	94
1-Metilnaftalene [ng/m ³]		0	0	89	35	170	117
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m ³]		0	0	289	384	354	522
Acenaftilene [ng/m ³]		0	0	86	35	71	53
Acenaftene [ng/m ³]		0	0	79	35	71	53
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m ³]		0	0	86	595	429	54
Fluorene [ng/m ³]		0	0	53	35	110	53
Fenantrene [ng/m ³]		0	0	239	90	598	130
Antracene [ng/m ³]		0	0	53	35	71	53
1-Metilfenantrene [ng/m ³]		0	0	53	35	246	53
Fluorantene [ng/m ³]		0	0	296	107	492	53
Pirene [ng/m ³]		0	0	213	88	324	54
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m ³]		0	0	53	35	71	53
Benzo[a]antracene [ng/m ³]		0	0	74	35	71	53
Crisene [ng/m ³]		0	0	131	35	180	53
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m ³]		0	0	159	106	212	159
Benzo[k]fluorantene [ng/m ³]		0	0	159	106	212	159
Benzo[e]pirene [ng/m ³]		0	0	159	106	212	159
Benzo[a]pirene [ng/m ³]		0	0	159	106	212	159
Perilene [ng/m ³]		0	0	159	106	212	159
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m ³]		0	0	159	106	212	159
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m ³]		0	0	159	106	212	159
Benzo[g, h, i]perilene [ng/m ³]		0	0	159	106	212	159
Dibenzo[a, e]pirene [ng/m ³]		0	0	159	106	212	159
Dibenzo[a, h]pirene [ng/m ³]		0	0	159	106	212	159
Dibenzo[a, i]pirene [ng/m ³]		0	0	159	106	212	159
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m ³]		0	0	159	106	212	159
Totale [ng/m³]		0	0	3919	2942	6833	3666

I valori relativi alla postazione di **Bagni S. Agostino** sono riportati di seguito:

Postazione	Bagni S. Agostino					
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
Mese						
Precipitazione [mm]	32.5	31.3	53.5	21.5	61.9	4.6
Naftalene [ng/m ³]	384	90	278	133	333	58
2-Metilnaftalene [ng/m ³]	122	35	102	54	361	18
1-Metilnaftalene [ng/m ³]	198	44	209	110	1099	18
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m ³]	87	58	86	150	809	284
Acenaftilene [ng/m ³]	35	18	53	35	88	18
Acenaftene [ng/m ³]	94	18	95	35	123	18
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m ³]	1310	337	895	35	839	95
Fluorene [ng/m ³]	35	18	53	35	106	18
Fenantrene [ng/m ³]	277	197	365	118	537	56
Antracene [ng/m ³]	35	18	53	35	88	18
1-Metilfenantrene [ng/m ³]	151	106	138	211	548	40
Fluorantene [ng/m ³]	354	229	279	58	307	18
Pirene [ng/m ³]	234	136	142	35	231	38
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m ³]	35	18	53	35	88	18
Benzo[a]antracene [ng/m ³]	35	44	72	35	188	18
Crisene [ng/m ³]	82	93	72	35	128	18
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m ³]	289	150	159	106	265	53
Benzo[k]fluorantene [ng/m ³]	106	53	159	106	265	53
Benzo[e]pirene [ng/m ³]	106	53	159	106	265	53
Benzo[a]pirene [ng/m ³]	106	53	159	106	265	53
Perilene [ng/m ³]	106	53	159	106	265	53
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m ³]	106	53	159	106	265	53
Dibenzo[a,h]antracene [ng/m ³]	106	53	159	106	265	53
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m ³]	106	53	159	106	265	53
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m ³]	106	53	159	106	265	53
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m ³]	106	53	159	106	265	53
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m ³]	106	53	159	106	265	53
Dibenzo[a,l]pirene [ng/m ³]	106	53	159	106	265	53
Totale [ng/m ³]	4925	2189	4851	2421	9050	1383

Postazione	Bagni S. Agostino					
	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Mese						
Precipitazione [mm]	0.0	0.0	39.0	115.4	238.3	218.9
Naftalene [ng/m ³]	0	0	107	908	549	35
2-Metilnaftalene [ng/m ³]	0	0	53	482	145	35
1-Metilnaftalene [ng/m ³]	0	0	83	310	308	35
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m ³]	0	0	124	1816	341	35
Acenaftilene [ng/m ³]	0	0	77	53	71	35
Acenaftene [ng/m ³]	0	0	82	53	71	35
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m ³]	0	0	53	857	454	35
Fluorene [ng/m ³]	0	0	53	53	71	35
Fenantrene [ng/m ³]	0	0	111	229	540	35
Antracene [ng/m ³]	0	0	53	53	71	35
1-Metilfenantrene [ng/m ³]	0	0	53	92	101	35
Fluorantene [ng/m ³]	0	0	86	181	456	35
Pirene [ng/m ³]	0	0	53	162	327	34
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m ³]	0	0	53	53	71	35
Benzo[a]antracene [ng/m ³]	0	0	73	53	71	35
Crisene [ng/m ³]	0	0	53	53	217	35
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Benzo[k]fluorantene [ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Benzo[e]pirene [ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Benzo[a]pirene [ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Perilene [ng/m ³]	0	0	262	159	212	106
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Dibenzo[a,h]antracene [ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Dibenzo[a,l]pirene [ng/m ³]	0	0	159	159	212	106
Totale [ng/m ³]	0	0	3176	7314	6402	1833

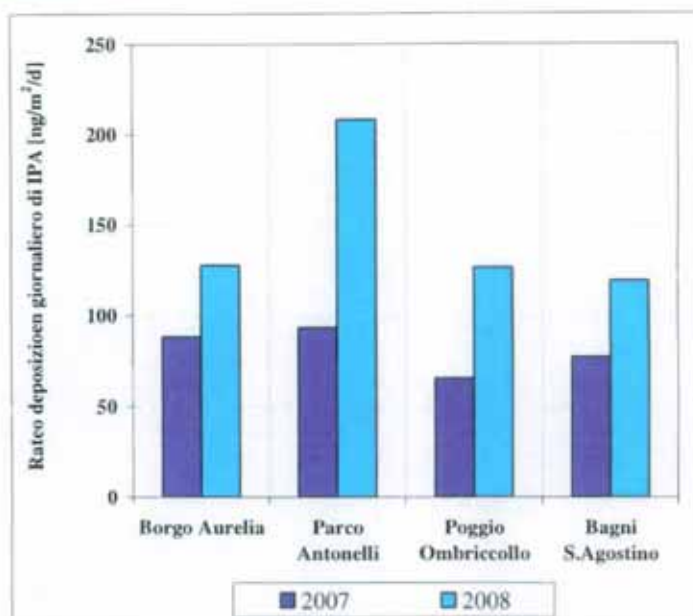
Dalla tabella precedente, si può notare che le deposizioni totali di IPA sono state più elevate a Parco Antonelli ($76 \mu\text{g}/\text{m}^2$) e piuttosto uniformi nelle altre postazioni, rimanendo comprese tra $43 \div 47 \mu\text{g}$ per m^2 .

Nella tabella sottostante, sono stati invece riportati i ratei di deposizione giornaliera, espressi in $\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$, calcolati dai precedenti dati di deposizione complessiva:

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Naftalene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	11.4	30.6	11.8	7.9
2-Metilnaftalene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	5.5	27.5	3.3	3.9
1-Metilnaftalene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	10.4	42.3	6.3	6.6
2,6-Dimetilnaftalene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	10.4	17.1	8.8	10.4
Acenaftilene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	2.5	1.5	1.5	1.3
Acenaftene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.5	2.1	2.1	1.7
2,3,5-Trimetilnaftalene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	12.5	10.6	7.1	13.5
Fluorene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.3	1.9	1.9	1.3
Fenantrene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	7.4	8.1	9.4	6.8
Antracene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.5	1.3	1.4	1.3
1-Metilfenantrene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	3.0	3.7	4.1	4.0
Fluorantene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	5.8	5.2	7.1	5.5
Pirene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	3.9	4.1	4.8	3.8
Ciclopenta[c,d]pirene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.3	1.3	1.4	1.3
Benzo[a]antracene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.7	1.8	1.8	1.7
Crisene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.9	2.7	2.9	2.2
Benzo[b+j]fluorantene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	4.3	4.3	5.9	4.5
Benzo[k]fluorantene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	3.8	3.9	4.2	3.8
Benzo[e]pirene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	3.8	3.9	4.3	3.8
Benzo[a]pirene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	3.8	3.8	4.1	3.8
Perilene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	3.8	3.8	4.2	4.1
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	3.8	3.9	4.1	3.8
Dibenzo[a, h]antracene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	3.8	3.8	4.1	3.8
Benzo[g,h,i]perilene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	3.8	3.9	4.1	3.8
Dibenzo[a,e]pirene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	3.8	3.8	4.1	3.8
Dibenzo[a,h]pirene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	3.8	3.8	4.1	3.8
Dibenzo[a,i]pirene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	3.8	3.8	4.1	3.8
Dibenzo[a, l]pirene	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	3.8	3.8	4.1	3.8
Totale	[$\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$]	128	208	127	119

La deposizione giornaliera per il 2008 per unità di superficie da eventi umidi risulta essere quindi di circa $200 \text{ ng}/\text{m}^2/\text{d}$ a Parco Antonelli e di circa $120 \text{ ng}/\text{m}^2/\text{d}$ nelle altre postazioni.

Rispetto ai valori del 2007, vi è stato un incremento dei ratei di deposizione, come mostrato nella figura che segue:



L'aumento del rateo giornaliero di deposizione del 2008 è stato di circa 1.5 – 2 volte rispetto a quello del 2007 ma anche in questo caso, va ricordato che nel 2007 non sono compresi i dati da Gennaio a Marzo.

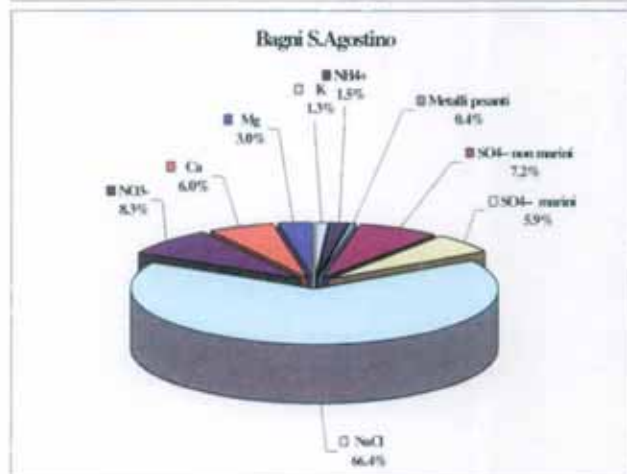
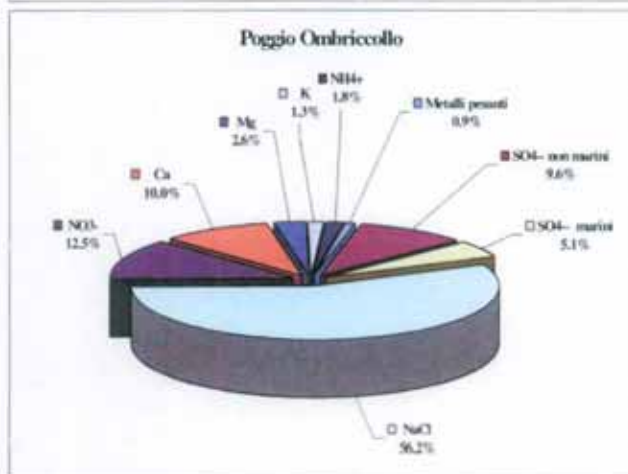
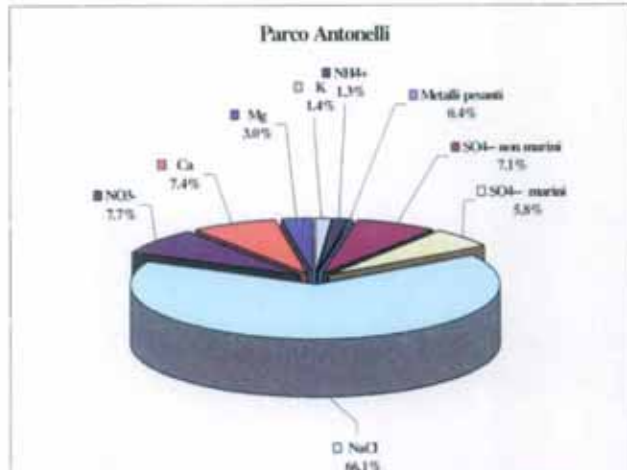
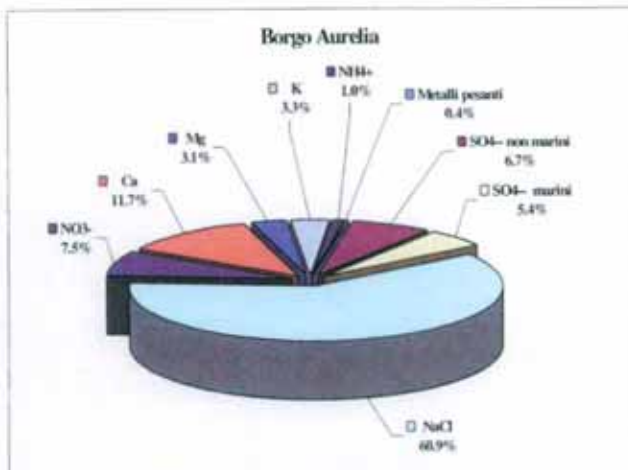
3.4.1.3 Composizione delle deposizioni umide

Nella tabella sottostante sono state riportate le distribuzioni % delle specie determinate nelle deposizioni umide nel 2008. Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici non sono stati conteggiati in quanto sono quantitativamente trascurabili rispetto alle altre specie determinate (metalli e specie ioniche). Per quanto riguarda i solfati, è stata distinta la componente di origine marina da quella antropogenica (solfati non marini; per le modalità di calcolo v. par. 3.4.1.1):

Postazione	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccollo	Bagni S. Agostino
Metalli pesanti totali [%]	0.4	0.4	0.9	0.4
SO ₄ ⁻ non marini [%]	6.7	7.1	9.6	7.2
SO ₄ ⁻ marini [%]	5.4	5.8	5.1	5.9
NaCl [%]	60.9	66.1	56.2	66.4
NO ₃ ⁻ [%]	7.5	7.7	12.5	8.3
Ca [%]	11.7	7.4	10.0	6.0
Mg [%]	3.1	3.0	2.6	3.0
K [%]	3.3	1.4	1.3	1.3
NH ₄ ⁺ [%]	1.0	1.3	1.8	1.5

Nel complesso, la deposizione di metalli pesanti ha rappresentato meno del 1% delle deposizioni di specie inorganiche dovute ad eventi umidi mentre il cloruro di sodio ha contato per il 56-66% a seconda delle postazioni.

I grafici a torta sotto riportati mettono ben in evidenza gli apporti delle varie specie:



3.4.2 Deposizioni atmosferiche secche

Nel secondo anno di monitoraggio, si sono raccolte, per ciascuna postazione, dodici deposizioni secche mensili. Come è noto, le deposizioni atmosferiche secche sono rappresentative del particolato atmosferico sedimentabile e degli aerosoli che si possono depositare per impatto nel campionatore. Relativamente alla componente inorganica della deposizioni secche, essa è costituita da sali solubili in acqua (fase solida lisciviabile) e particolato insolubile in acqua, composto per lo più da minerali terrigeni risollepati da agenti fisici. Per caratterizzare le deposizioni secche inorganiche si è pertanto fatto ricorso ad una lisciviazione con acqua per portare in soluzione i sali solubili e nelle soluzioni ottenute si sono determinati metalli pesanti e specie ioniche (v. par. 2.2) allo stesso modo di quanto eseguito sulle delle deposizioni umide. Il particolato insolubile in acqua è stato filtrato e sottoposto a procedure di attacco chimico per caratterizzare i metalli pesanti.

Nella tabella che segue, è riportata appunto la quantità di particolato insolubile in acqua depositato mensilmente in ciascuna postazione. I valori sono espressi in mg/m^2 .

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S.Agostino
Gen	1151	383	273	300
Feb	112	262	282	148
Mar	151	3757	969	156
Apr	791	695	544	718
Mag	2822	3157	1384	1238
Giu	651	712	348	560
Lug	1394	909	757	606
Ago	697	954	348	1333
Set	780	1351	760	919
Ott	1925	38	323	167
Nov	159	545	83	115
Dic	267	467	1984	94

Relativamente invece alla componente organica delle deposizioni secche, la caratterizzazione si è limitata alla determinazione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). La fase solida, raccolta con un campionatore in vetro dedicato, è stata estratta con solventi e gli IPA determinati in gascromatografia interfacciata ad uno spettrometro di massa.

Gli analiti di interesse sono quindi gli stessi ricercati nel particolato aerodisperso e nelle deposizioni umide.

3.4.2.1 Metalli e specie ioniche nelle deposizioni secche

Nelle tabelle che seguono sono mostrate le entità delle deposizioni secche di metalli e specie ioniche, espresse in μg depositati per m^2 avvenute mensilmente nelle quattro postazioni. Ogni parametro rappresenta gli apporti dovuti alle deposizioni di sali solubili in acqua e a quelli dovuti alla polvere insolubile in acqua. I calcoli per i parametri risultati inferiori al limite di rivelabilità analitico sono stati eseguiti in accordo con quanto riportato nel rapporto ISTISAN 06/38 (v. par. 3.4), utilizzando la metà del limite di rivelabilità.

Le deposizioni secche mensili avvenute nella postazione di **Borgo Aurelia** sono riportate di seguito:

Postazione	Borgo Aurelia											
	Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov
Al [µg/m ²]	2'274	1'503	2'812	23'996	61'473	19'684	55'920	35'010	19'145	19'965	3'890	5'069
As [µg/m ²]	11	11	11	86	183	4	14	20	32	55	4	4
Be [µg/m ²]	0.5	0.5	0.8	2.4	3.2	1.1	4.3	2.9	0.5	0.5	3.1	2.9
Cd [µg/m ²]	1	1	1	3	5	1	1	1	1	1	14	9
Co [µg/m ²]	2	1	2	6	19	8	14	9	11	10	6	6
Cr [µg/m ²]	12	15	21	68	134	25	53	50	26	55	47	61
Cu [µg/m ²]	149	64	219	309	239	316	303	301	384	253	68	84
Hg [µg/m ²]	0.21	0.04	0.04	0.24	0.42	0.29	0.47	0.30	0.04	0.11	0.04	0.04
Mn [µg/m ²]	111	5	59	641	1'033	729	1'207	843	321	56	88	128
Ni [µg/m ²]	16	49	58	79	97	154	226	218	5	5	21	29
Pb [µg/m ²]	42	3	38	80	135	110	110	106	124	85	25	34
Pd [µg/m ²]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pt [µg/m ²]	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Rh [µg/m ²]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sb [µg/m ²]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	8	7
Se [µg/m ²]	32	32	32	32	13	13	49	13	75	130	13	13
Sn [µg/m ²]	9.7	5.3	28.4	9.5	19.9	11.2	5.6	12.3	9.4	6.5	43.7	16.3
Te [µg/m ²]	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3
Ti [µg/m ²]	46	43	82	674	1'353	575	947	633	335	526	332	386
Tl [µg/m ²]	2.7	91.6	117.2	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
V [µg/m ²]	23	23	23	59	121	80	126	101	57	65	19	19
Zn [µg/m ²]	3'707	238	1'676	5'206	5'081	5'746	4'808	5'514	4'312	693	1'013	904
Ca [µg/m ²]	35'637	23'813	36'125	73'143	135'399	123'576	247'746	191'400	93'410	92'412	49'495	67'299
Na [µg/m ²]	108'470	21'812	83'446	45'056	39'174	18'980	32'418	44'273	45'232	48'223	66'967	28'115
Mg [µg/m ²]	11'457	4'150	11'815	7'513	27'998	3'787	4'874	12'642	8'409	8'761	9'893	6'458
K [µg/m ²]	14'882	17'563	31'582	26'735	28'597	31'293	57'578	8'780	8'843	10'124	7'236	5'804
NH4+ [µg/m ²]	2'302	5'211	82'931	6'778	780	2'424	189	189	189	583	189	682
SO4-- [µg/m ²]	46'237	12'057	32'188	45'586	81'727	379	379	44'306	32'392	31'559	32'188	12'496
NO3- [µg/m ²]	52'500	23'948	19'313	40'973	42'889	34'460	52'637	62'482	40'852	34'407	15'526	9'467
Cl- [µg/m ²]	170'323	40'337	166'241	80'371	71'397	52'637	73'086	65'512	81'916	87'347	128'373	51'122
PO4--- [µg/m ²]	6'324	3'946	13'254	6'271	2'431	26'129	39'762	189	189	189	189	189
Totale [mg/m²]	455	155	482	364	500	321	572	473	336	336	316	188

Le deposizioni secche mensili avvenute nella postazione di **Parco Antonelli** sono mostrate di seguito:

Postazione	Parco Antonelli											
	Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov
Al [µg/m ³]	12'599	6'055	9'020	22'593	70'663	10'444	39'804	25'996	43'554	4'694	26'463	24'730
As [µg/m ³]	11	11	11	178	127	4	4	4	65	35	4	4
Be [µg/m ³]	0.8	0.5	0.5	0.5	3.2	0.5	1.0	1.3	0.5	0.5	4.5	4.4
Cd [µg/m ³]	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	9	12
Co [µg/m ³]	4	2	3	8	20	3	8	7	18	4	11	10
Cr [µg/m ³]	51	36	38	60	235	10	54	59	95	2	122	111
Cu [µg/m ³]	229	138	112	353	417	140	239	204	353	165	157	209
Hg [µg/m ³]	0.04	0.11	0.27	0.20	1.41	0.41	0.38	0.50	0.38	0.04	0.23	0.18
Mn [µg/m ³]	305	111	207	368	1'506	431	979	897	90	35	511	462
Ni [µg/m ³]	15	14	15	22	83	75	155	137	5	5	37	28
Pb [µg/m ³]	58	49	47	47	121	44	77	223	157	43	78	64
Pd [µg/m ³]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pt [µg/m ³]	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1
Rh [µg/m ³]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sb [µg/m ³]	6	2	2	2	4	2	2	2	2	2	24	23
Se [µg/m ³]	32	32	32	32	13	40	13	38	87	13	13	13
Sn [µg/m ³]	5.3	5.3	8.5	5.3	8.0	3.0	3.0	6.6	5.8	6.9	34.5	22.1
Te [µg/m ³]	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3
Ti [µg/m ³]	306	187	288	861	1'927	394	779	691	744	126	1'692	1'552
Tl [µg/m ³]	2.7	241.7	235.5	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	5.8	2.7
V [µg/m ³]	23	23	23	50	176	28	114	105	112	19	64	57
Zn [µg/m ³]	559	11	67	282	652	208	745	670	712	1'252	534	607
Ca [µg/m ³]	109'625	87'557	94'713	137'766	233'558	79'737	142'939	140'800	181'312	68'401	130'950	164'500
Na [µg/m ³]	87'168	27'750	65'270	49'547	43'186	18'494	30'019	40'261	61'274	57'779	124'412	131'499
Mg [µg/m ³]	14'427	5'211	8'785	10'762	30'032	3'938	5'074	10'707	14'423	7'957	21'735	23'044
K [µg/m ³]	9'171	27'274	16'765	105'395	24'690	16'737	37'993	11'137	24'972	18'741	32'194	42'084
NH4+ [µg/m ³]	1'038	19'222	64'755	2'242	189	757	189	189	189	189	1'439	2'272
SO4-- [µg/m ³]	54'863	22'978	35'975	65'891	114'233	379	379	45'063	64'247	40'133	74'600	82'931
NO3- [µg/m ³]	52'016	2'393	10'982	46'169	66'345	48'850	82'931	48'093	32'930	39'792	28'401	48'850
Cl- [µg/m ³]	151'056	46'161	120'799	107'576	70'556	51'879	57'938	55'666	107'470	95'299	249'551	264'699
PO4--- [µg/m ³]	189	7'952	189	189	2'219	24'614	32'945	3'863	189	2'037	189	189
Totale [mg/m³]	494	253	428	550	661	257	433	385	533	337	693	788

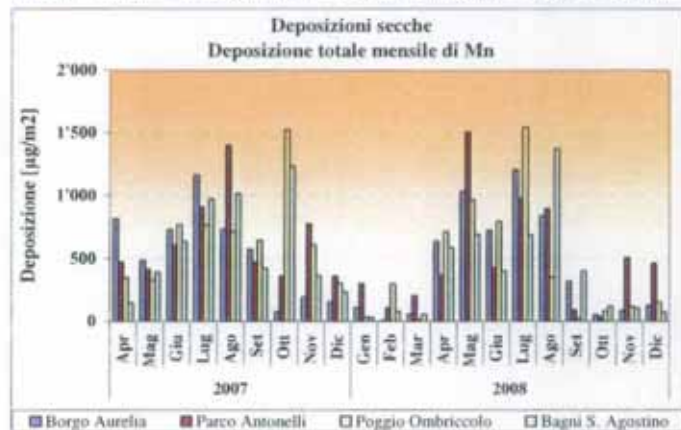
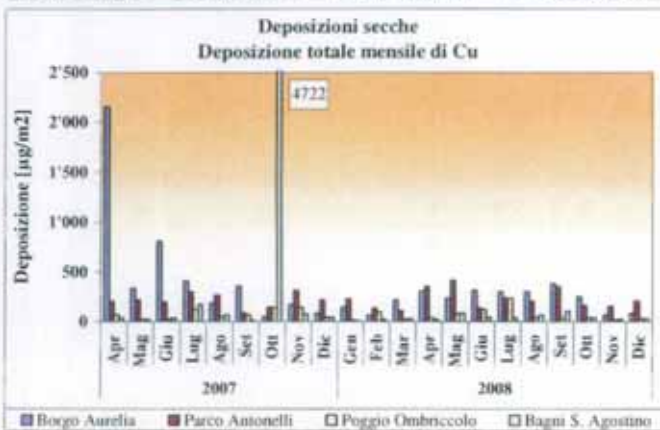
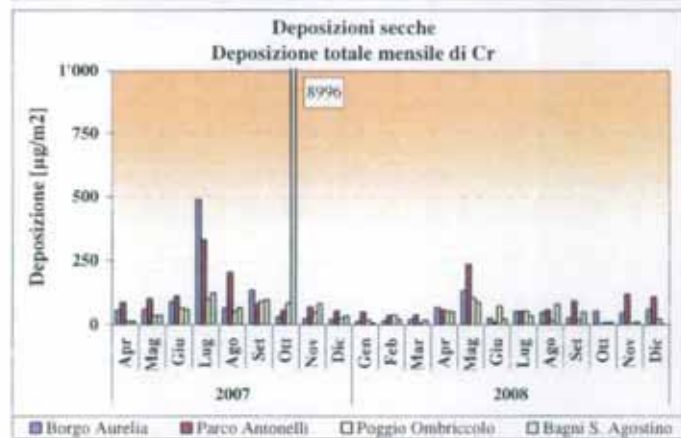
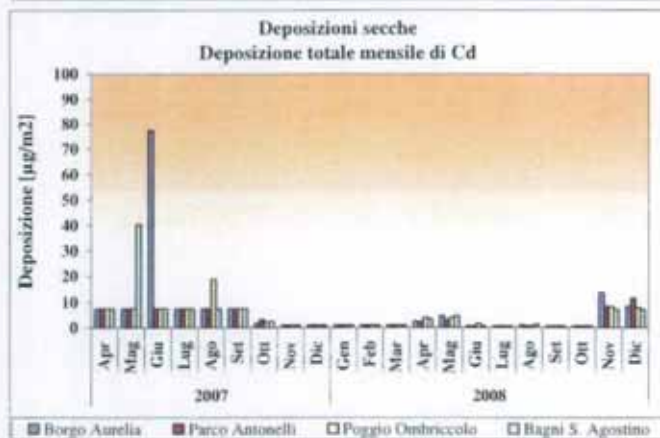
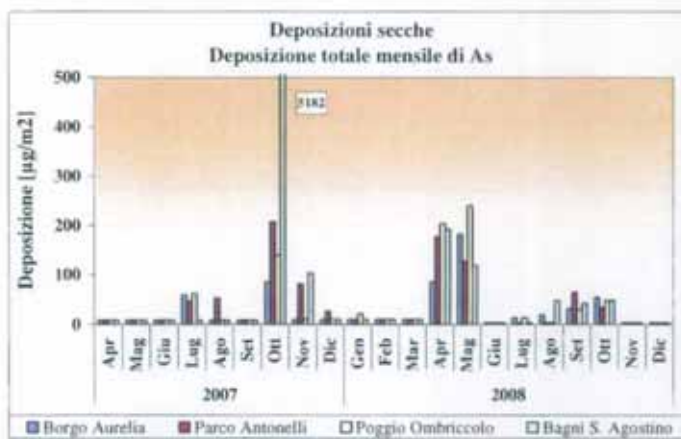
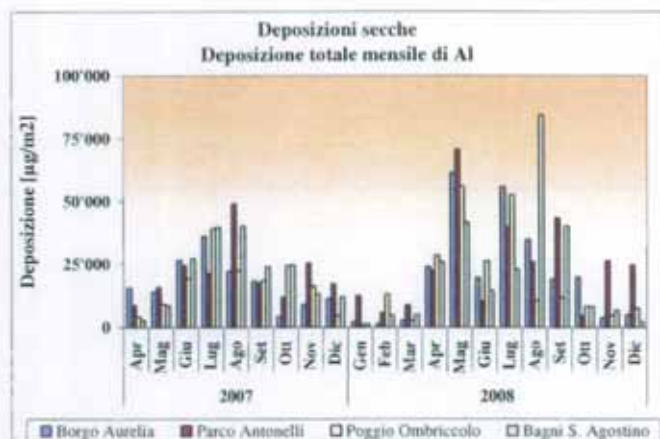
Le deposizioni secche mensili avvenute nella postazione di **Poggio Ombriccolo** sono riportate nella tabella sottostante:

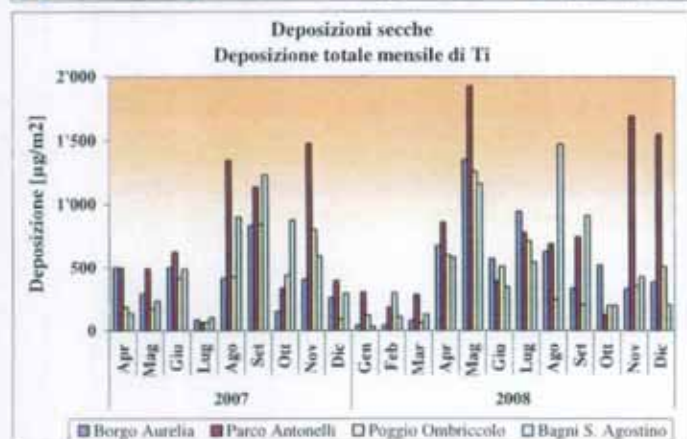
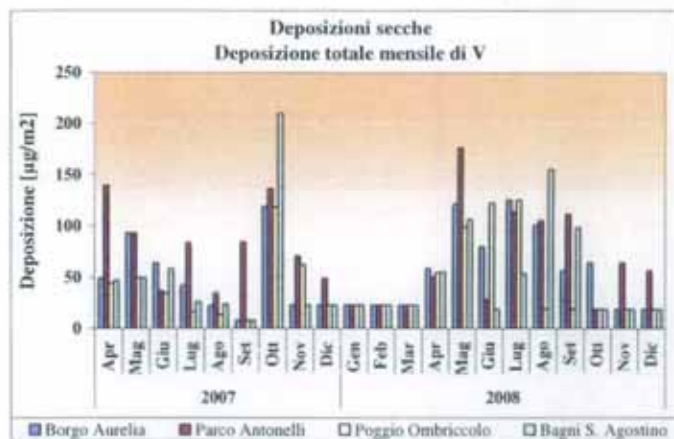
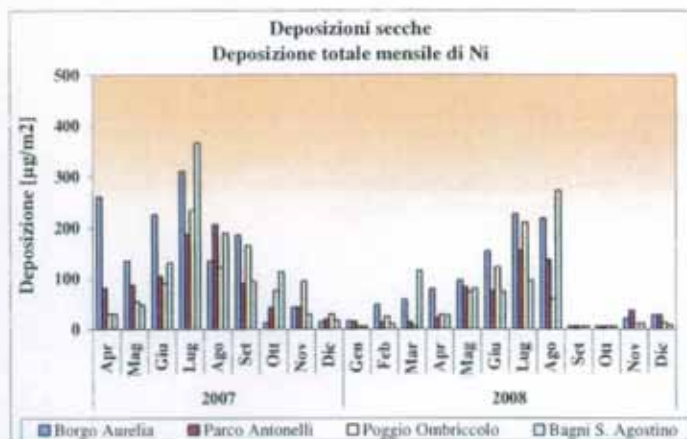
Postazione	Poggio Ombriccolo											
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Al [µg/m ²]	936	13'215	2'716	28'527	56'043	26'417	52'786	10'749	11'794	8'359	4'790	7'549
As [µg/m ²]	21	11	11	204	241	4	14	4	30	48	4	4
Be [µg/m ²]	1.3	0.5	0.5	0.5	2.8	0.5	4.3	0.5	0.5	0.5	3.3	3.0
Cd [µg/m ²]	1	1	1	4	4	2	1	1	1	1	8	8
Co [µg/m ²]	1	4	1	6	20	7	14	4	7	6	6	6
Cr [µg/m ²]	18	38	5	55	105	73	53	17	17	8	2	21
Cu [µg/m ²]	16	98	22	42	82	123	234	42	38	41	18	34
Hg [µg/m ²]	0.04	0.20	0.04	0.20	0.42	0.18	0.47	0.30	0.04	0.04	0.04	0.04
Mn [µg/m ²]	34	302	15	716	968	798	1'545	349	22	84	117	154
Ni [µg/m ²]	5	24	5	28	73	123	210	59	5	5	10	14
Pb [µg/m ²]	13	38	6	31	52	68	96	31	47	33	14	33
Pd [µg/m ²]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pt [µg/m ²]	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1
Rh [µg/m ²]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sb [µg/m ²]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	5
Se [µg/m ²]	32	32	32	32	13	13	49	13	52	28	13	13
Sn [µg/m ²]	5.3	5.3	5.3	5.3	3.0	3.0	5.6	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Te [µg/m ²]	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3
Ti [µg/m ²]	119	301	61	601	1'259	511	713	248	203	198	353	511
Tl [µg/m ²]	2.7	134.3	100.2	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	6.2	2.7
V [µg/m ²]	23	23	23	55	99	122	126	19	19	19	19	19
Zn [µg/m ²]	405	296	137	468	342	385	4'410	314	212	970	812	1'120
Ca [µg/m ²]	81'176	39'685	31'608	73'692	141'940	90'942	197'003	44'303	67'827	38'577	28'119	18'296
Na [µg/m ²]	78'796	60'316	121'314	82'999	48'289	30'614	32'418	31'040	61'168	69'041	60'416	56'773
Mg [µg/m ²]	10'088	8'058	15'602	11'224	27'494	4'393	4'571	7'141	9'813	10'282	10'342	8'774
K [µg/m ²]	4'302	7'029	9'619	13'416	18'345	31'614	59'092	12'494	8'518	8'792	5'451	6'804
NH4+ [µg/m ²]	6'718	14'799	120'799	985	2'295	189	1'818	8'710	598	10'179	3'635	6'362
SO4-- [µg/m ²]	50'683	49'895	52'637	72'093	106'372	379	379	26'886	56'159	48'267	46'578	40'519
NO3- [µg/m ²]	75'789	80'220	48'093	89'604	91'853	34'460	42'791	50'365	72'790	67'269	45'820	35'975
Cl- [µg/m ²]	134'371	102'146	211'683	145'437	87'763	60'968	66'269	46'578	109'704	122'753	120'799	113'226
PO4--- [µg/m ²]	189	189	189	189	2'552	39'004	36'732	4'771	189	4'097	189	189
Totale [mg/m²]	444	377	615	520	586	321	501	244	399	389	328	296

Le deposizioni secche mensili occorse nella postazione di **Bagni S. Agostino** sono mostrate nella tabella che segue:

Postazione	Bagni S. Agostino											
	Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov
Al [µg/m ²]	1'578	4'901	5'203	26'098	41'740	14'704	23'044	84'367	40'196	8'359	6'744	2'338
As [µg/m ²]	11	11	11	193	120	4	4	48	43	48	4	4
Be [µg/m ²]	0.5	0.5	0.5	0.5	1.7	0.5	0.5	6.3	0.8	0.5	3.1	3.0
Cd [µg/m ²]	1	1	1	4	5	1	1	1	1	1	7	7
Co [µg/m ²]	1	2	2	5	16	5	7	16	14	6	6	5
Cr [µg/m ²]	5	22	18	51	89	23	34	82	51	8	10	2
Cu [µg/m ²]	11	22	32	22	88	44	40	66	109	41	25	27
Hg [µg/m ²]	0.04	0.04	0.12	0.23	0.35	0.38	0.36	0.48	0.12	0.04	0.04	0.04
Mn [µg/m ²]	30	82	58	590	693	402	689	1'375	405	122	106	79
Ni [µg/m ²]	5	11	115	28	81	74	97	272	5	5	13	9
Pb [µg/m ²]	7	3	9	24	65	45	33	65	75	31	12	13
Pd [µg/m ²]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pt [µg/m ²]	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1
Rh [µg/m ²]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sb [µg/m ²]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	5
Se [µg/m ²]	32	32	32	32	13	13	13	111	73	28	34	13
Sn [µg/m ²]	5.3	5.3	5.3	5.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	9.8
Te [µg/m ²]	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3
Ti [µg/m ²]	34	113	131	583	1'165	348	544	1'472	915	198	429	207
Tl [µg/m ²]	2.7	103.6	138.9	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
V [µg/m ²]	23	23	23	56	106	19	54	155	99	19	19	19
Zn [µg/m ²]	949	11	61	124	361	174	255	647	587	496	5'632	284
Ca [µg/m ²]	18'741	27'309	44'856	70'766	112'159	70'074	88'062	130'655	93'060	33'806	29'702	23'696
Na [µg/m ²]	117'194	41'617	197'051	66'557	32'604	31'256	34'128	63'618	62'092	68'943	137'015	68'803
Mg [µg/m ²]	9'603	3'931	23'175	8'286	20'505	6'362	7'271	21'954	11'835	9'646	18'007	8'662
K [µg/m ²]	4'052	8'517	11'421	12'781	16'693	28'665	34'972	33'548	15'585	4'945	8'193	3'882
NH4+ [µg/m ²]	1'015	23'183	196'536	697	1'598	2'575	189	189	189	1'189	1'212	833
SO4-- [µg/m ²]	35'127	23'531	59'453	52'023	75'191	3'257	4'847	60'210	43'253	34'869	51'122	39'004
NO3- [µg/m ²]	37'573	25'561	26'886	46'298	56'227	46'578	59'453	57'181	38'595	35'407	25'372	28'401
Cl- [µg/m ²]	151'329	59'885	355'582	114'513	59'877	55'666	62'482	90'505	105'061	127'941	279'846	143'520
PO4--- [µg/m ²]	16'654	10'982	985	3'014	4'037	37'489	45'063	1'288	4'006	189	189	189
Totale [mg/m²]	394	230	922	403	423	298	361	548	416	326	564	320

Nelle figure che seguono, sono mostrati gli andamenti caratteristici per alcuni metalli pesanti. I valori riportati sono la somma delle quantità riscontrate nella frazione lisciviabile con acqua e nella frazione insolubile, tutte espresse in μg depositati per m^2 . Per confronto, sono stati riportati anche i valori riscontrati nelle deposizioni secche caratterizzate nel 2007

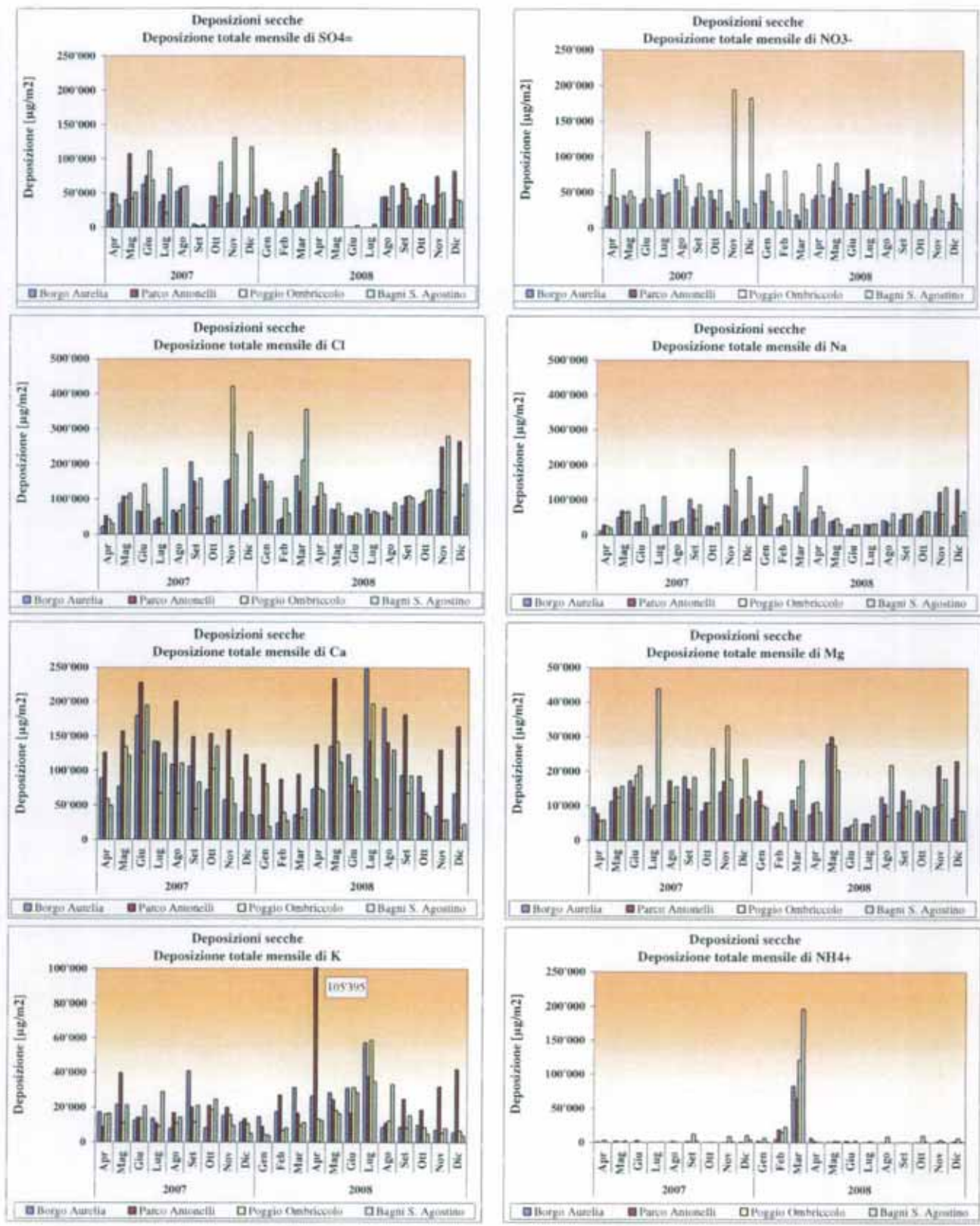




Facendo riferimento alle tabelle e figure precedenti, relativamente ai **metalli pesanti**, si possono fare le seguenti osservazioni:

- la maggior parte dei metalli pesanti è contenuta nella frazione insolubile della deposizione secca. Saltuariamente si sono trovate significative quantità di **Mn**, **Ti**, **V** e **Zn** nella frazione lisciviabile in acqua.
- Le deposizioni secche di **Al**, **Mn**, **Ti** e **V** hanno avuto un andamento temporale piuttosto simile con massimi nel periodo primaverile-estivo del 2008. Rispetto all'analogo periodo del 2007 la deposizione è stata maggiore. Un netto calo della deposizione si è avuta da Ottobre a Dicembre a causa delle forti precipitazioni che hanno dilavato l'atmosfera e portato a terre il particolato sedimentabile. E' possibile che questi metalli abbiano una sorgente comune, per altro non individuata, ma probabilmente correlata con la componente terrigena della deposizione secca. Da notare che deposizioni di Al, Mn, Ti e V sono avvenute a Parco Antonelli anche nei mesi in cui sono state elevate le precipitazioni.
- La deposizione secca di **As** è stata poco significativa da Gennaio a Marzo 2008 mentre in Aprile e Maggio in tutte le postazioni si è avuta una significativa deposizione di questo metallo che, come è noto, è presente nei minerali della zona intorno a Civitavecchia. Le deposizioni maggiori si sono avute per l'appunto a Poggio Ombriccolo, la postazione rurale. Anche per questo metallo, le piogge di Novembre e Dicembre hanno drasticamente ridotto la deposizione secca.
- E' significativo che le deposizioni secche di **Cu** sono più abbondanti nelle postazioni di Borgo Aurelia e Parco Antonelli, la più trafficate. Come introdotto in precedenza (v. par. 3.2.1), il Cu è oggi ritenuto un marker del traffico, almeno in ambiente urbano.
- Anche nel 2008, le deposizioni secche di **Zn** sono state frequentemente molto più elevate a Borgo Aurelia che nelle altre postazioni. Solo in Luglio a Poggio Ombriccolo vi è stata una anomala deposizione di questo metallo.

Nelle figure che seguono sono mostrati invece gli andamenti temporali delle specie ioniche nelle deposizioni secche, sempre espressi in μg depositati per m^2 :



Relativamente alle specie ioniche, si possono fare le seguenti osservazioni:

- l'aspetto più evidente sono le elevate deposizioni secche in tutte le postazioni di **solforati, nitrati, calcio, cloruri e sodio**, questi due ultimi sicuramente attribuibili allo spray marino.
- Anche nel 2008, a Poggio Ombriccolo avvengono a volte deposizioni di nitrati maggiori che nelle altre postazioni, spesso in associazione con un analogo andamento delle deposizioni di ammonio. Questo fatto confermerebbe l'influenza delle operazioni agricole su questa postazione.
- Relativamente all'**ammonio**, in Febbraio ma soprattutto in Marzo è avvenuta una elevatissima deposizione secca in tutte le postazioni ma particolarmente a Bagni S.Agostino. Non è stato possibile risalire alle motivazioni di tale anomala deposizione.
- Un'altra anomala deposizione è avvenuta a in Aprile a Parco Antonelli dove si sono depositati oltre 100 mg/m² di **potassio**. Nella stessa postazione, sono avvenute ancora deposizioni di potassio maggiori di quelle delle altre postazioni nel periodo compreso tra Settembre e Dicembre.
- significative sono state pure le deposizioni di **calcio** in tutte le postazioni il quale è abbondantemente presente anche nel particolato insolubile in acqua. Il fatto che l'andamento temporale delle deposizioni di calcio sia simile a quello di tipici metalli terrigeni come Al e Ti (v. sopra) fa propendere per una sua origine principalmente da polveri cristalline non necessariamente del circondario di Civitavecchia, dato che è stato precedentemente esposta l'influenza delle polveri sahariane sulla concentrazione del PM10 di tutte le postazioni.
- come prevedibile data la vicinanza al mare, sodio e cloruri sono tra loro molto ben correlati, provenendo esclusivamente da deposizioni secche di sali marini.

Come già visto per le deposizioni umide (v. par. 3.4.1.1), anche nelle deposizioni secche il valore del rapporto in massa tra sodio e cloruri è molto prossimo a quello dell'acqua di mare, pari a **0,56**. Nella tabella sottostante sono stati evidenziati i campioni nei quali il rapporto Na/Cl rimane compreso entro +/- il 10% del rapporto nell'acqua di mare:

	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S.Agostino
Gen	0.64	0.58	0.59	0.77
Feb	0.54	0.60	0.59	0.69
Mar	0.50	0.54	0.57	0.55
Apr	0.56	0.46	0.57	0.58
Mag	0.55	0.61	0.55	0.54
Giu	0.36	0.36	0.50	0.56
Lug	0.44	0.52	0.49	0.55
Ago	0.68	0.72	0.67	0.70
Set	0.55	0.57	0.56	0.59
Ott	0.55	0.61	0.56	0.54
Nov	0.52	0.50	0.50	0.49
Dic	0.55	0.50	0.50	0.48

Come introdotto in precedenza a proposito delle deposizioni umide (v. par. 3.4.1.1) le masse d'aria invecchiate possono subire una perdita di cloruri a causa della reazione con l'acido nitrico e ciò provoca l'aumento del valore del rapporto Na/Cl. Pertanto anche le deposizioni secche con Na/Cl maggiore di 0.56 possono contenere particolato sedimentabile su cui è adsorbito spray marino invecchiato, come nel caso dei trasporti da lunga distanza.

Nella tabella che segue, sono riassunti i valori di deposizione totale secca di metalli e specie ioniche nelle quattro postazioni di Civitavecchia avvenute durante il 2008. I valori riportati sono comprensivi per ciascun parametro del contributo dato dalla frazione lisciviabile e da quella insolubile in acqua.

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Al	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	250'741	296'616	223'879	259'271
As	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	433	456	594	500
Be	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	23	18	18	19
Cd	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	37	33	32	30
Co	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	93	100	82	83
Cr	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	567	874	413	395
Cu	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	2'690	2'716	790	528
Hg	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	2	4	2	2
Mn	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	5'222	5'900	5'103	4'631
Ni	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	957	592	563	716
Pb	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	892	1'008	462	382
Pd	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	25	25	25	25
Pt	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	15	17	17	16
Rh	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	25	25	25	25
Sb	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	39	75	34	33
Se	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	445	357	321	425
Sn	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	178	114	48	52
Te	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	42	42	42	42
Ti	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	5'932	9'548	5'079	6'139
Tl	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	235	507	265	269
V	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	714	793	565	613
Zn	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	38'897	6'299	9'872	9'580
SO ₄ --	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	1'169'455	1'571'858	853'169	742'886
NO ₃ -	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	582'166	736'659	733'187	920'879
Cl-	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	117'757	156'096	127'781	149'237
PO ₄ ---	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	249'016	367'154	185'475	183'251
Ca	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	102'449	92'671	177'087	229'405
Na	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	371'494	601'672	550'846	481'888
Mg	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	429'455	507'752	735'029	483'531
K	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	1'068'663	1'378'651	1'321'698	1'606'209
NH ₄ +	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	99'063	74'767	88'483	124'086
Metalli pesanti totali	[mg/m^2]	308	326	248	284
Specie ioniche totali	[mg/m^2]	4'190	5'487	4'773	4'921
SO ₄ non marini	[mg/m^2]	228	420	370	255
SO ₄ marini	[mg/m^2]	143	181	180	227
NaCl	[mg/m^2]	1651	2115	2055	2527

Nella tabella precedente sono stati distinti i contributi dei solfati marini alla deposizione di solfati totali ed è stata riportata la deposizione in entità di cloruro di sodio. Quest'ultima ha costituito dal 36 al 48% della deposizione delle specie determinate, come appare anche dalla tabella seguente, in cui i dati sono stati espressi in termini di distribuzione %, raggruppando insieme tutti i metalli pesanti.

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Metalli pesanti totali	(%)	6,9	5,6	4,9	5,5
SO ₄ ⁻ non marini	(%)	5,1	7,2	7,4	4,9
SO ₄ ⁻ marini	(%)	3,2	3,1	3,6	4,4
NaCl	(%)	36,7	36,4	40,9	48,5
NO ₃ -	(%)	9,5	8,7	14,6	9,3
Ca	(%)	26,0	27,0	17,0	14,3
Mg	(%)	2,6	2,7	2,5	2,9
K	(%)	5,5	6,3	3,7	3,5
NH ₄ +	(%)	2,3	1,6	3,5	4,4

Dalla tabella precedente si nota che il calcio rappresenta il 14-27% delle specie analizzate e che i solfati di origine marina non sono una frazione trascurabile contando per circa il 50% dei solfati totali di Bagni S. Agostino e per il 20-30% nelle deposizioni secche delle altre postazioni.

Il rateo giornaliero di deposizione secca di metalli pesanti e specie ioniche, espresso in μg depositati per m^2 al giorno, calcolato dai valori di deposizione del primo anno di monitoraggio, è mostrato nella tabella seguente:

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Al	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	697	824	622	720
As	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.20	1.27	1.65	1.39
Be	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.06	0.05	0.05	0.05
Cd	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.10	0.09	0.09	0.08
Co	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.26	0.28	0.23	0.23
Cr	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.58	2.43	1.15	1.10
Cu	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	7.5	7.5	2.2	1.5
Hg	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	14.5	16.4	14.2	12.9
Ni	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	2.66	1.65	1.56	1.99
Pb	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	2.48	2.80	1.28	1.06
Pd	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.07	0.07	0.07	0.07
Pt	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.04	0.05	0.05	0.05
Rh	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.07	0.07	0.07	0.07
Sb	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.11	0.21	0.09	0.09
Se	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.24	0.99	0.89	1.18
Sn	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.49	0.32	0.13	0.15
Te	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.12	0.12	0.12	0.12
Ti	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	16.5	26.5	14.1	17.1
Tl	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.65	1.41	0.74	0.75
V	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.98	2.20	1.57	1.70
Zn	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	108	17	27	27
Ca	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	3248	4366	2370	2064
Na	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1617	2046	2037	2558
Mg	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	327	434	355	415
K	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	692	1020	515	509
NH ₄ ⁺	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	285	257	492	637
SO ₄ ²⁻	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1032	1671	1530	1339
NO ₃ ⁻	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1193	1410	2042	1343
Cl ⁻	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	2969	3830	3671	4462
PO ₄ ³⁻	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	275	208	246	345
Metalli pesanti totali	[$\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.9	0.9	0.7	0.8
Specie ioniche totali	[$\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$]	11.6	15.2	13.3	13.7
SO ₄ ²⁻ non marini	[$\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.63	1.17	1.03	0.71
SO ₄ ²⁻ marini	[$\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.40	0.50	0.50	0.63
NaCl	[$\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$]	4.6	5.9	5.7	7.0

3.4.2.2 Idrocarburi Aromatici policiclici (IPA) nelle deposizioni secche

Nelle tabelle che seguono, sono riportate le deposizioni secche totali mensili di Idrocarburi Aromatici Policiclici (IPA), espresse in **ng per m²**, nelle quattro postazioni. Per il calcolo si sono utilizzati i criteri già descritti al par. 3.2, ovvero: nel caso di valori di concentrazione inferiori al limite di rivelabilità (LdR), per il calcolo della deposizione rateo si è utilizzato la metà del LdR. I valori di deposizione equivalenti al limite di rivelabilità sono stati evidenziati in rosso corsivo.

I valori di deposizione secca di IPA riscontrati nella postazione di **Borgo Aurelia** sono mostrati di seguito:

Postazione	Borgo Aurelia											
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Gio	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Naftalene [ng/m ²]	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	66	66	<i>18</i>	16941	752	<i>18</i>	259	<i>18</i>	136
2-Metilnaftalene [ng/m ²]	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	62	<i>18</i>	<i>18</i>	1249	193	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
1-Metilnaftalene [ng/m ²]	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	68	<i>18</i>	<i>18</i>	2611	322	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	94
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m ²]	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	134	<i>18</i>	56	1679	107	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	93
Acenaftilene [ng/m ²]	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	70	<i>18</i>	<i>18</i>
Acenaftene [ng/m ²]	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	94	<i>18</i>	135	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m ²]	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	105
Fluorene [ng/m ²]	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	71	<i>18</i>	<i>18</i>	181	55	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
Fenantrene [ng/m ²]	72	54	<i>18</i>	616	257	119	2259	<i>18</i>	<i>18</i>	311	62	148
Antracene [ng/m ²]	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	118	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
1-Metilfenantrene [ng/m ²]	<i>18</i>	<i>18</i>	117	244	<i>18</i>	139	2110	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
Fluorantene [ng/m ²]	75	<i>18</i>	<i>18</i>	491	257	156	1735	<i>18</i>	<i>18</i>	750	65	159
Pirene [ng/m ²]	77	<i>18</i>	<i>18</i>	319	143	171	1336	<i>18</i>	<i>18</i>	193	60	106
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m ²]	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
Benzo[a]antracene [ng/m ²]	86	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	54	106	362	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	88	<i>18</i>
Crisene [ng/m ²]	123	<i>18</i>	<i>18</i>	124	68	110	949	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	54	<i>18</i>
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m ²]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	249	<i>53</i>	<i>53</i>	172	<i>53</i>	<i>53</i>
Benzo[k]fluorantene [ng/m ²]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	423	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Benzo[e]pirene [ng/m ²]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Benzo[a]pirene [ng/m ²]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Perilene [ng/m ²]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	359	1663	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m ²]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	404	<i>53</i>	<i>53</i>	464	<i>53</i>	<i>53</i>
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m ²]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	2543	<i>53</i>	<i>53</i>	710	<i>53</i>	<i>53</i>
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m ²]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	528	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m ²]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m ²]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m ²]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Dibenzo[a,l]pirene [ng/m ²]	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>53</i>
Totale [ng/m ²]	1'263	954	1'017	2'936	1'656	2'032	37'728	2'375	917	3'601	1'159	1'635

I valori di deposizione secca di IPA riscontrati nella postazione di **Parco Antonelli** sono riportati nella tabella seguente:

Postazione	Parco Antonelli											
	Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Gio	Lug	Ago	Set	Ott	Nov
Naftalene [ng/m ²]	345	245	76	104	18	102	13305	469	72	236	18	208
2-Metilnaftalene [ng/m ²]	159	73	18	18	18	18	2345	180	18	73	18	63
1-Metilnaftalene [ng/m ²]	257	131	18	73	18	63	5642	291	18	152	18	110
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m ²]	194	18	18	144	18	18	6201	81	18	404	18	82
Acenaftilene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	258	18	18	18	18	18
Acenaftene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	90	116	18	18	18	18	18
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	649	18	58	18	18	195
Fluorene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	502	18	18	18	18	18
Fenantrene [ng/m ²]	352	62	171	293	115	181	4708	18	101	18	18	63
Antracene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	246	18	18	18	18	18
1-Metilfenantrene [ng/m ²]	18	18	138	239	18	18	4866	18	18	90	18	18
Fluorantene [ng/m ²]	406	18	197	300	152	264	2707	18	128	62	18	77
Pirene [ng/m ²]	302	18	217	270	158	289	2428	18	117	64	18	18
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Benzo[a]antracene [ng/m ²]	18	18	53	63	64	82	1009	18	18	18	18	18
Crisene [ng/m ²]	266	18	234	18	168	74	2319	18	101	59	18	18
Benzo[b+]fluorantene [ng/m ²]	297	53	314	254	53	158	1491	53	53	53	53	53
Benzo[k]fluorantene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	565	53	53	53	53	53
Benzo[e]pirene [ng/m ²]	53	53	220	225	180	197	53	53	53	53	53	53
Benzo[a]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	540	53	53	53	53	152	53	53
Perilene [ng/m ²]	53	53	53	53	379	53	53	53	53	53	53	53
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m ²]	53	53	53	149	53	53	327	53	53	53	53	53
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	7997	53	53	53	53	53
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m ²]	53	53	295	310	187	314	951	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,l]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Totale [ng/m²]	3'300	1'358	2'551	2'989	2'561	2'433	59'021	1'867	1'388	2'017	917	1'591

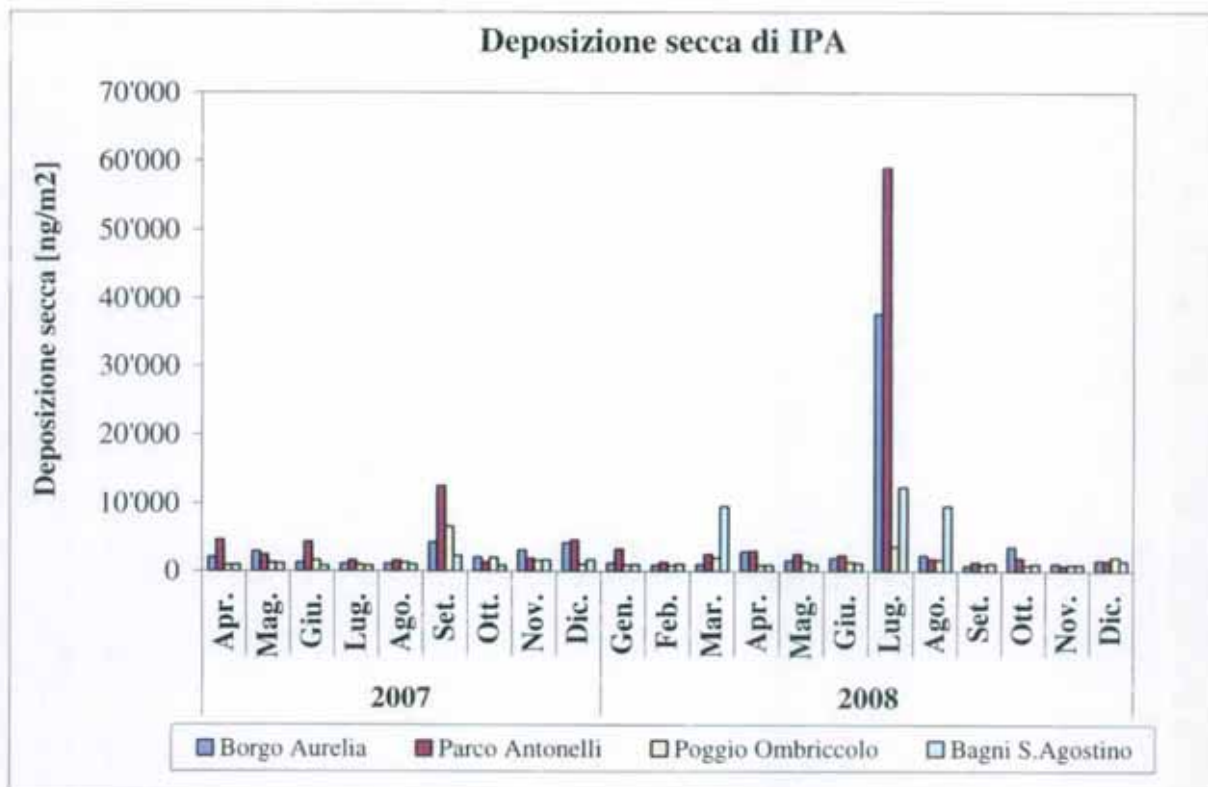
I valori di deposizione secca di IPA riscontrati nella postazione di **Poggio Ombriccolo** sono mostrati nella tabella sottostante:

Postazione	Poggio Ombriccolo											
	Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Gio	Lug	Ago	Set	Ott	Nov
Naftalene [ng/m ²]	18	18	186	18	59	18	303	293	18	18	18	869
2-Metilnaftalene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	204	103	18	18	18	109
1-Metilnaftalene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	339	147	18	18	18	103
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	123	18	18	18	64	54
Acenaftilene [ng/m ²]	18	18	57	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Acenaftene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	90	90	66	18	18	18	18
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m ²]	18	18	102	18	18	18	18	18	91	18	18	18
Fluorene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Fenantrene [ng/m ²]	53	18	273	18	56	79	226	149	18	18	18	76
Antracene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
1-Metilfenantrene [ng/m ²]	18	18	135	18	110	18	730	18	18	18	18	18
Fluorantene [ng/m ²]	18	18	204	18	58	55	78	95	18	18	18	62
Pirene [ng/m ²]	18	18	170	18	18	68	151	84	18	18	18	18
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Benzo[a]antracene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	91	93	18	18	18	18	18
Crisene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	80	18	18	18	18	18
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m ²]	53	53	171	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Benzo[k]fluorantene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Benzo[e]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Benzo[a]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	324	202	53	53	53	53	53	53
Perilene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	426	53	53	53	53	53
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	206	53	53	53	53	53
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Totale [ng/m²]	953	917	2'040	917	1'401	1'359	3'666	1'732	991	917	964	2'085

I valori di deposizione secca di IPA riscontrati nella postazione di **Bagni S. Agostino** sono mostrati di seguito:

Postazione	Bagni S. Agostino											
	Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Gio	Lug	Ago	Set	Ott	Nov
Naftalene [ng/m ²]	18	182	18	18	58	18	2030	269	18	63	18	100
2-Metilnaftalene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	332	82	18	18	18	18
1-Metilnaftalene [ng/m ²]	18	79	61	18	18	18	588	136	18	18	18	82
2,6-Dimetilnaftalene [ng/m ²]	18	18	67	18	18	18	141	18	18	18	66	87
Acenaftilene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Acenaftene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	92	104	18	18	18	18	18
2,3,5-Trimetilnaftalene [ng/m ²]	18	18	102	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Fluorene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	208	132	18	18	18	18
Fenantrene [ng/m ²]	18	18	842	60	69	78	1665	2083	18	18	18	153
Antracene [ng/m ²]	18	18	91	18	18	18	110	18	18	18	18	18
1-Metilfenantrene [ng/m ²]	18	18	307	18	18	18	2620	2075	18	88	18	18
Fluorantene [ng/m ²]	106	18	3381	18	70	78	551	1520	18	18	56	200
Pirene [ng/m ²]	68	18	3953	18	18	105	496	2440	18	18	18	122
Ciclopenta[c,d]pirene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Benzo[a]antracene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	73	161	18	18	18	18	18
Crisene [ng/m ²]	18	18	18	18	18	18	475	129	18	18	18	18
Benzo[b+j]fluorantene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	284	53	53	53	53	53
Benzo[k]fluorantene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Benzo[e]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Benzo[a]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	728	53	53	153	53	53
Perilene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	1088	53	343	53	53	53
Indeno[1,2,3-cd]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a, h]antracene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	218	53	53	53	53	53
Benzo[g,h,i]perilene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	172	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,e]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,h]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a,i]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Dibenzo[a, l]pirene [ng/m ²]	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Totale [ng/m ²]	1'056	1'143	9'580	960	1'061	1'256	12'394	9'623	1'207	1'133	1'004	1'556

I valori di deposizioni mensili di IPA **totali** nelle quattro postazioni sono confrontati nella figura seguente:



Dal complesso dei risultati del 2008, si possono trarre le seguenti osservazioni:

- le deposizioni secche di IPA sono state caratterizzate soprattutto dalla presenza di IPA a 2 – 4 (IPA compresi tra naftalene a crisene delle tabelle precedenti) anelli, alchilati e non alchilati, di cui i più abbondanti in genere sono: fenantrene, 1-metilfenantrene, fluorantene e pirene. In taluni mesi si è anche riscontrata la presenza di IPA a 5-6 anelli condensati (IPA compresi tra i benzofluoranteni e i dibenzopireni nelle tabelle precedenti), tra i quali sono compresi i composti cancerogeni e che di solito sono associati alle frazioni carboniose del particolato depositato.
- Le deposizioni massime di IPA nel 2008 si sono avute a Luglio a Parco Antonelli e Borgo Aurelia, le minime a Poggio Ombriccolo. A Bagni S. Agostino, saltuariamente, si sono riscontrate deposizioni di IPA maggiori che nelle altre postazioni e potrebbero essere dovute alle emissioni delle navi.
- Il fatto che le massime deposizioni di IPA si siano avute spesso a Parco Antonelli è coerente col fatto che tale postazione è di tipo urbano con traffico veicolare elevato

Nella tabella seguente sono stati riassunti i valori di deposizione secca complessiva avvenuti nel periodo di indagine, espressi in ng per unità di superficie :

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Naftalene	[ng /m ²]	18'274	14'537	1'617	2'589
2-Metilnaftalene	[ng /m ²]	1'609	2'749	522	537
1-Metilnaftalene	[ng /m ²]	3'184	6'384	694	911
2,6-Dimetilnaftalene	[ng /m ²]	2'139	6'983	347	400
Acenaftilene	[ng /m ²]	211	400	159	159
Acenaftene	[ng /m ²]	353	329	352	319
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng /m ²]	246	1'007	232	159
Fluorene	[ng /m ²]	412	643	159	464
Fenantrene	[ng /m ²]	3'808	5'514	657	4'161
Antracene	[ng /m ²]	259	387	159	252
1-Metilfenantrene	[ng /m ²]	2'599	5'302	964	4'889
Fluorantene	[ng /m ²]	3'649	3'725	418	2'528
Pirene	[ng /m ²]	2'363	3'380	409	3'252
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng /m ²]	159	159	159	159
Benzo[a]antracene	[ng /m ²]	698	1'306	307	358
Crisene	[ng /m ²]	1'375	2'792	221	727
Benzo[b+j]fluorantene	[ng /m ²]	792	2'221	476	708
Benzo[k]fluorantene	[ng /m ²]	846	989	476	476
Benzo[e]pirene	[ng /m ²]	476	919	476	476
Benzo[a]pirene	[ng /m ²]	476	1'062	896	1'251
Perilene	[ng /m ²]	2'392	803	850	1'801
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng /m ²]	1'239	847	476	476
Dibenzo[a, h]antracene	[ng /m ²]	3'624	8'421	629	641
Benzo[g,h,i]perilene	[ng /m ²]	952	2'027	476	595
Dibenzo[a,e]pirene	[ng /m ²]	476	476	476	476
Dibenzo[a,h]pirene	[ng /m ²]	476	476	476	476
Dibenzo[a,i]pirene	[ng /m ²]	476	476	476	476
Dibenzo[a, l]pirene	[ng /m ²]	476	476	476	476
Totale	[ng /m²]	54'040	74'787	14'033	30'194

Come si può notare, la deposizione secca complessiva di IPA è stata modesta ed è rimasta compresa tra 14 e 75 µg totali per m² con il minimo di deposizione nella postazione rurale di Poggio Ombriccolo e il massimo a Parco Antonelli, la postazione urbana. Da notare che a Borgo Aurelia la deposizione secca di IPA è stata solo del 30 % inferiore a quella del sito urbano. Come precedentemente introdotto, le deposizioni secche di IPA sono dovute in massima parte ai composti a 2-4 anelli come risulta dalla tabella riassuntiva sottostante:

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
IPA totali	[µg/m ²]	54	75	14	30
IPA 2-4 anelli	[µg/m ²]	41	56	7	22
IPA 5-6 anelli [ng/m ²]	[µg/m ²]	13	19	7	8
IPA 5-6 anelli [%]		24	26	47	28

Gli IPA a 5-6 anelli rappresentano infatti 24-26% degli IPA totali salvo che a Poggio Ombriccolo in cui sembrerebbe che siano circa la metà degli IPA totali depositati. Dato che moltissimi singoli valori sono equivalenti al limite di rilevabilità, si tratta invero di un dato non significativo.

Nella tabella che segue, infine, sono riportati i ratei di deposizione secca di idrocarburi policiclici aromatici (IPA), espressi in **ng per m² al giorno**:

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Naftalene	[ng /m ² /d]	50.1	39.8	4.4	7.1
2-Metilnaftalene	[ng /m ² /d]	4.4	7.5	1.4	1.5
1-Metilnaftalene	[ng /m ² /d]	8.7	17.5	1.9	2.5
2,6-Dimetilnaftalene	[ng /m ² /d]	5.9	19.1	1.0	1.1
Acenaftilene	[ng /m ² /d]	0.6	1.1	0.4	0.4
Acenaftene	[ng /m ² /d]	1.0	0.9	1.0	0.9
2,3,5-Trimetilnaftalene	[ng /m ² /d]	0.7	2.8	0.6	0.4
Fluorene	[ng /m ² /d]	1.1	1.8	0.4	1.3
Fenantrene	[ng /m ² /d]	10.4	15.1	1.8	11.4
Antracene	[ng /m ² /d]	0.7	1.1	0.4	0.7
1-Metilfenantrene	[ng /m ² /d]	7.1	14.5	2.6	13.4
Fluorantene	[ng /m ² /d]	10.0	10.2	1.1	6.9
Pirene	[ng /m ² /d]	6.5	9.3	1.1	8.9
Ciclopenta[c,d]pirene	[ng /m ² /d]	0.4	0.4	0.4	0.4
Benzo[a]antracene	[ng /m ² /d]	1.9	3.6	0.8	1.0
Crisene	[ng /m ² /d]	3.8	7.7	0.6	2.0
Benzo[b+j]fluorantene	[ng /m ² /d]	2.2	6.1	1.3	1.9
Benzo[k]fluorantene	[ng /m ² /d]	2.3	2.7	1.3	1.3
Benzo[e]pirene	[ng /m ² /d]	1.3	2.5	1.3	1.3
Benzo[a]pirene	[ng /m ² /d]	1.3	2.9	2.5	3.4
Perilene	[ng /m ² /d]	6.6	2.2	2.3	4.9
Indeno[1,2,3-cd]pirene	[ng /m ² /d]	3.4	2.3	1.3	1.3
Dibenzo[a, h]antracene	[ng /m ² /d]	9.9	23.1	1.7	1.8
Benzo[g,h,i]perilene	[ng /m ² /d]	2.6	5.6	1.3	1.6
Dibenzo[a,e]pirene	[ng /m ² /d]	1.3	1.3	1.3	1.3
Dibenzo[a,h]pirene	[ng /m ² /d]	1.3	1.3	1.3	1.3
Dibenzo[a,i]pirene	[ng /m ² /d]	1.3	1.3	1.3	1.3
Dibenzo[a, l]pirene	[ng /m ² /d]	1.3	1.3	1.3	1.3
Totale	[ng /m²/d]	148	205	38	83

3.4.2.3 Composizione e rateo della deposizione secca

Nella tabella sottostante è riportata la composizione della deposizione secca avvenuta nel corso del 2008 in ciascuna postazione, raggruppando le sostanze determinate e tenendo conto anche della frazione di particolato insolubile che non è stato caratterizzato. Quest'ultimo comprende elementi cristallini quali silicio e ferro che non sono compresi nel protocollo analitico, presenti sotto forma di ossidi nel particolato sedimentabile e la componente di carbonio organico. Non è stata inclusa invece la deposizione secca di IPA in quanto quantitativamente assolutamente trascurabile in termini massivi rispetto alle altre componenti.

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccollo	Bagni S.Agostino
Insolubile non caratterizzato	[mg/m ²]	10'082	12'454	7'516	5'919
Metalli pesanti totali	[mg/m ²]	308	326	248	284
NaCl	[mg/m ²]	1'651	2'115	2'055	2'527
SO₄⁻ non marini	[mg/m ²]	228	420	370	255
SO₄⁻ marini	[mg/m ²]	143	181	180	227
NO₃⁻	[mg/m ²]	429	508	735	484
NH₄⁺	[mg/m ²]	102	93	177	229
Ca+Mg+K	[mg/m ²]	1'536	2'095	1'166	1'075
Totale	[mg/m ²]	14'481	18'193	12'448	11'000

Tenendo conto anche della frazione di particolato sedimentabile non caratterizzato, la deposizione totale secca annua nelle quattro postazioni è rimasta compresa tra 10 e 18 g/m² di cui la massima parte è dovuta in genere al particolato sedimentabile non caratterizzato come risulta meglio dalla tabella sottostante in cui è riportata la distribuzione % delle varie specie chimiche rispetto al totale della deposizione secca:

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccollo	Bagni S.Agostino
Insolubile non caratterizzato	[%]	69,6	68,5	60,4	53,8
Metalli pesanti totali	[%]	2,1	1,8	2,0	2,6
NaCl	[%]	11,4	11,6	16,5	23,0
SO₄⁻ non marini	[%]	1,6	2,3	3,0	2,3
SO₄⁻ marini	[%]	1,0	1,0	1,4	2,1
NO₃⁻	[%]	3,0	2,8	5,9	4,4
NH₄⁺	[%]	0,7	0,5	1,4	2,1
Ca+Mg+K	[%]	10,6	11,5	9,4	9,8

Risulta infatti che quasi il 70% della deposizione secca di Borgo Aurelia e Parco Antonelli non è stata caratterizzata mentre si è riusciti a caratterizzare il 50-60% della deposizione secca di Poggio Ombriccollo e Bagni S.Agostino. Da notare che in quest'ultima postazione, i sali marini (NaCl e solfati marini) rappresentano il 25% della deposizione secca totale. Nelle postazioni di Borgo Aurelia e Parco Antonelli le deposizioni secche di sali marini, calcolate con lo stesso criterio, pesano per circa il 12% mentre a Poggio Ombriccollo, sorprendentemente, contano per quasi il 18%, pur essendo questa postazione molto più lontana dal mare rispetto alle altre.

Nella tabella seguente sono stati riassunti i ratei stagionali di deposizione secca, espressi in mg/m²/d, aggregando i parametri determinati (v. par. precedenti) in classi principali e tenendo conto dell'entità del particolato sedimentabile non caratterizzato. Non sono stati inclusi i valori per gli IPA, in quanto trascurabili in termini di massa depositata (v. par. precedente).

Postazione	Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Insolubile non caratterizzato [mg/m ² /d]	28	34.6	20.9	16.4
Metalli pesanti totali [mg/m ² /d]	0.9	0.9	0.7	0.8
NaCl [mg/m ² /d]	4.6	5.9	5.7	7.0
SO ₄ ⁻ non marini [mg/m ² /d]	0.6	1.2	1.0	0.7
SO ₄ ⁻ marini [mg/m ² /d]	0.4	0.5	0.5	0.6
NO ₃ ⁻ [mg/m ² /d]	1.2	1.4	2.0	1.3
NH ₄ ⁺ [mg/m ² /d]	0.3	0.3	0.5	0.6
Ca+Mg+K [mg/m ² /d]	4.3	5.8	3.2	3.0
Totale [mg/m ² /d]	40	51	35	31

Purtroppo, per il territorio italiano, esistono ben pochi dati di ratei della deposizioni secche e risulta difficile effettuare valutazioni e confronti. Tra gli scarissimi dati disponibili, vi sono quelli relativi della stazione di rilevamento dell'Istituto Superiore di Sanità, ubicata a Roma in zona classificabile come "orientata al traffico", di cui sono stati pubblicati i dati per il 2003 e 2004 nel Rapporto ISTISAN 06/13 ⁽¹⁴⁾. I valori del rateo di deposizione di polveri sedimentabili totali misurati in Roma è stato di 59.3 mg/m²/d nel 2003 e 47.3 mg/m²/d nel 2004, molto ben confrontabili con i valori di 31÷51 mg/m²/d riscontrati nelle postazioni di Civitavecchia nel 2008.

Un ulteriore confronto si può effettuare relativamente ai ratei di deposizione secca di alcuni metalli (As, Cd, Ni e Pb) per la città di Roma, pubblicati anch'essi nel citato rapporto ISTISAN. Nella tabelle sottostanti sono messi a confronto i ratei di deposizione secca di As, Cd, Ni e Pb determinati nelle postazioni di Civitavecchia nel 2007 e 2008 con quelli misurati nella postazione ISS di Roma:

Postazione		Borgo Aurelia		Parco Antonelli		Poggio Ombriccolo		Bagni S. Agostino	
		2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
As	[µg/m ² /d]	0.81	1.20	1.73	1.27	1.02	1.65	20.42	1.39
Cd	[µg/m ² /d]	0.45	0.10	0.19	0.09	0.23	0.09	0.32	0.08
Ni	[µg/m ² /d]	5.05	2.66	3.29	1.65	3.42	1.56	3.89	1.99
Pb	[µg/m ² /d]	2.03	2.48	1.51	2.80	1.40	1.28	0.88	1.06

Postazione ISS di Roma		Anno 2003	Anno 2004
As	[µg/m ² /d]	9.25	6.97
Cd	[µg/m ² /d]	0.33	0.20
Ni	[µg/m ² /d]	4.78	8.39
Pb	[µg/m ² /d]	21.6	14.2

Tenuto conto delle differenze dovute alle diverse tipologie di stazioni di raccolta delle deposizioni secche, si nota comunque un buon accordo tra i due siti (Roma e Civitavecchia) tra i ratei di deposizione di Cd. La deposizione secca di Ni del 2008 a Civitavecchia è diminuita rispetto a quella determinata nel del 2007 e quindi i valori del 2008 sono decisamente inferiori a quelli di Roma. A Roma si è avuto invece un rateo di deposizione secca del Pb di circa 10-20 volte maggiore rispetto a quello determinato a Civitavecchia. Poiché è opinione diffusa nella letteratura scientifica che il Pb in ambiente urbano sia attribuibile al risollevarimento di polveri stradali in cui è ancora presente il Pb usato a suo tempo come antidetonante nelle benzine, è molto probabile che i differenti ratei di deposizione del Pb siano attribuibili ai ben diversi regimi di traffico di Roma e Civitavecchia.

¹⁴ Cattani G., Viviano G.: Stazione di rilevamento dell'Istituto Superiore di Sanità per lo studio della qualità dell'aria: anni 2003 e 2004". Rapporto ISTISAN06/13 (2006)

Per quanto riguarda l'Arsenico, vi è un marcato maggiore rateo di deposizione a Roma rispetto a quello determinato nelle postazioni di Civitavecchia e ISS commenta che "i dati lascerebbero supporre la presenza di una sorgente locale che tuttavia non è stata identificata" ⁽¹⁵⁾ e ritengono che vi possano essere significativi fattori di "confondimento" dovuti al risollevarimento delle polveri stradali. Dato che i terreni laziali sono ricchi di minerali di Arsenico è possibile che la sorgente locale siano in realtà estemporanei apporti terrigeni, come può essere accaduto saltuariamente nelle postazioni di Civitavecchia.

Un ulteriore confronto può essere fatto con i valori di intervalli di ratei di deposizione secca per diverse tipologie di aree (rurali, urbane, industriali) pubblicate in uno studio della Comunità Europea e riportate nel citato Rapporto ISTISAN 06/13. I dati sono mostrati nella tabella seguente, confrontati con gli intervalli determinati a Civitavecchia:

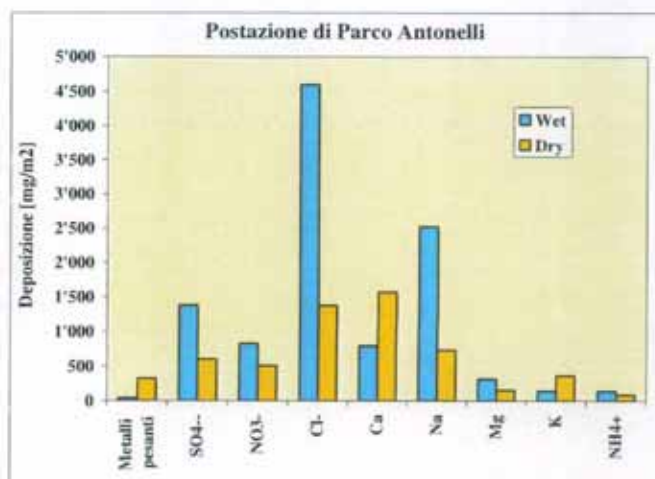
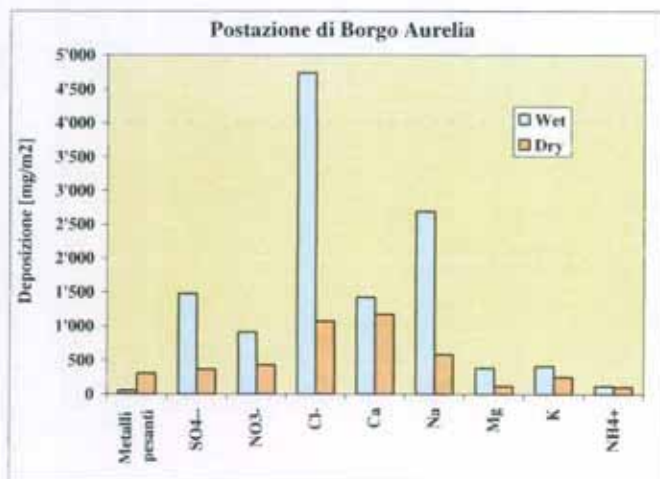
Metallo	Aree rurali	Aree urbane	Aree industriali	Civitavecchia 2007	Civitavecchia 2008
As [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.082- 0.43	0.22 - 3.4	2.0 - 4.3	0.81 - 1.73 (*)	1.20 - 1.39
Cd [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.011 - 0.14	0.16 - 0.90	0.12 - 4.6	0.19 - 0.45	0.08 - 0.10
Ni [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.03 - 4.3	5 - 11	2.3 - 22	3.3 - 5.1	1.56 - 2.66

(*) - E' stato escluso un valore anomalo di Bagni S. Agostino

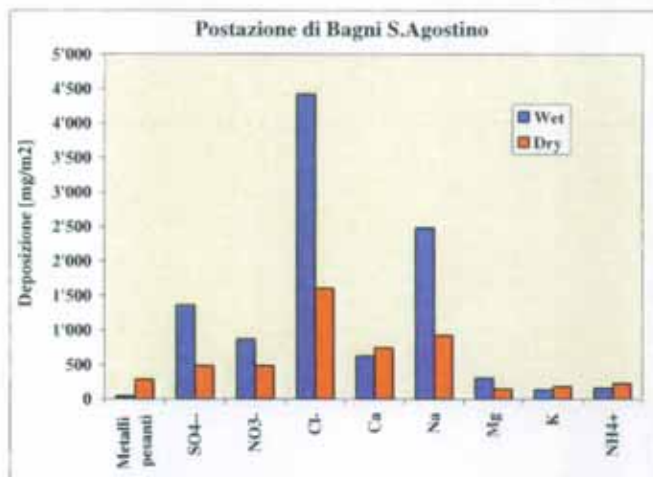
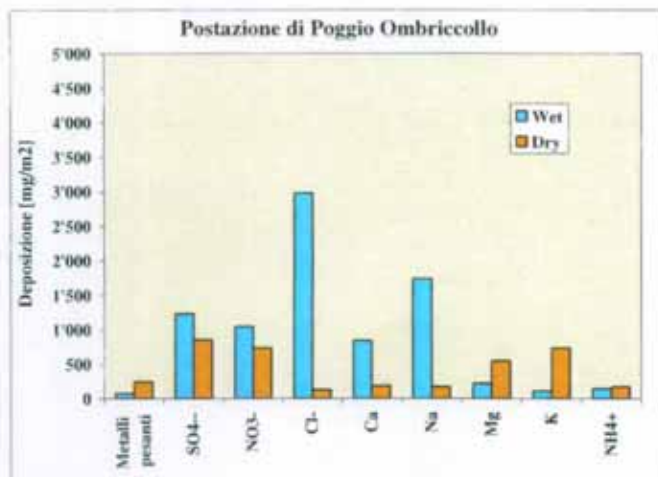
In questo caso i ratei di deposizione secca di Civitavecchia sono molto ben assimilabili a quelli del tipico intervallo di aree urbane o rurali.

3.4.3 Deposizioni totali da eventi umidi e secchi

Le figure che seguono riassumono graficamente gli apporti al suolo complessivi, espressi in mg/m^2 , di metalli e specie ioniche dovuti alle deposizioni atmosferiche del 2008, già riportati nei paragrafi precedenti. Non sono stati inseriti nel conteggio gli IPA in quanto poco significativi a confronto con gli altri parametri. I metalli pesanti sono stati raggruppati in un'unica voce mentre sono state mantenute distinte le deposizioni delle singole specie ioniche:



¹⁵ *ibidem*, pag. 61



Dai grafici precedenti, spicca la elevata deposizione al suolo di cloruro di sodio che nel 2008 è avvenuta soprattutto attraverso eventi piovosi ma anche attraverso una significativa deposizione secca di spray marino. Da notare che anche nella postazione geograficamente più vicine al mare, ovvero Bagni S. Agostino, la deposizione di sale marino è avvenuta per la maggior parte attraverso eventi di pioggia, come accaduto per quella di Poggio Ombriccolo, la più lontana dal mare.

La deposizione di metalli pesanti è avvenuta prevalentemente attraverso le polveri sedimentabili (deposizioni *dry*). Come introdotto in precedenza, la deposizione di metalli pesanti è per lo più costituita da elementi metallici cristallini e gli apporti di metalli antropogenici sembrerebbero stati scarsi (v. par. 3.4.1.1 e 3.4.2.1).

La significativa influenza sul comprensorio di Civitavecchia di apporti dovuti a trasporti di sabbie sahariane risulta chiara dall'elevato contenuto di calcio delle deposizioni secche, particolarmente evidente nelle postazioni di Parco Antonelli e Bagni S. Agostino. Il calcio è uno degli elementi più abbondanti nelle sabbie del Sahara e, essendo presente sotto forma di specie alcaline, è in grado di neutralizzare l'acidità atmosferica e quindi anche quella delle piogge, come è stato mostrato al par. 3.4.1.1.

Nella tabella che segue, è riportata la composizione % delle **deposizioni atmosferiche totali** avvenute nel 2008, introducendo anche il particolato insolubile che non è stato caratterizzato chimicamente:

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Insolubile non caratterizzato	[%]	37.6	42.8	37.9	27.2
Metalli pesanti totali	[%]	1.3	1.3	1.6	1.5
SO4 ²⁻ non marini	[%]	3.9	4.1	8.3	4.7
SO4 ²⁻ marini	[%]	3.0	2.8	2.4	3.9
NaCl	[%]	34.2	32.0	25.6	44.3
NO3 ⁻	[%]	5.0	4.6	9.1	6.3
Ca	[%]	9.7	8.2	5.2	6.4
Mg	[%]	1.9	1.6	3.9	2.1
K	[%]	2.5	1.8	4.3	1.5
NH4 ⁺	[%]	0.8	0.8	1.7	1.8

Come prevedibile, la massima parte della deposizione atmosferica non è stata caratterizzata e dovrebbe essere composta da frazioni minerali composte da tipici ossidi di costituenti cristallini come Si e Fe.

Il 26 ÷ 44% delle deposizioni atmosferiche sono dovute a cloruro di sodio da sali marini che apportano anche tra 2.4 ÷ 3.9 % di solfati. I solfati non marini costituiscono così tra il 3.9 ÷ 8.3 % delle deposizioni, un intervallo di valori confrontabile con quello dei nitrati che rappresentano tra il 4.6 ÷ 9.1% delle deposizioni atmosferiche. Come già evidenziato in precedenza, la deposizione di calcio è molto significativa e costituisce tra il 5.2 ÷ 9.7 % delle deposizioni.

Nella tabelle che segue sono riportate le deposizioni atmosferiche totali delle specie analizzate espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^2$ o mg/m^2 :

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Al	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	273'442	320'132	254'437	284'302
As	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	1'191	1'302	1'440	1'424
Be	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	66	70	62	73
Cd	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	129	117	120	123
Co	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	172	184	168	185
Cr	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	946	1'297	836	857
Cu	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	4'153	3'788	1'728	1'540
Hg	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	192	216	268	233
Mn	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	7'272	6'913	6'271	5'720
Ni	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	1'507	1'336	1'132	1'316
Pb	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	1'165	1'319	840	735
Pd	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	187	205	213	216
Pt	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	91	106	104	110
Rh	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	214	236	236	256
Sb	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	190	244	203	218
Se	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	2'719	2'895	2'857	3'198
Sn	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	557	537	471	514
Te	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	421	465	465	504
Ti	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	11'269	12'508	8'211	8'540
Tl	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	425	718	476	500
V	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	1'486	1'659	1'448	1'569
Zn	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	49'483	11'202	41'290	15'661
SO ₄ --	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	1'849'258	1'984'452	2'090'137	1'842'826
NO ₃ -	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	1'337'940	1'341'745	1'779'008	1'348'738
Cl-	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	5'806'975	5'978'968	3'106'803	6'026'592
Ca	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	2'589'900	2'364'965	1'023'170	1'367'557
Na	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	3'272'211	3'263'021	1'918'964	3'397'451
Mg	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	497'965	476'169	772'835	456'584
K	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	656'718	515'549	843'076	317'512
NH ₄ +	[$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	221'796	232'885	327'135	389'549
Metalli pesanti totali	[mg/m^2]	357	367	323	328
Specie ioniche totali	[mg/m^2]	16'233	16'158	11'861	15'147
SO ₄ ⁻ non marini	[mg/m^2]	1044	1182	1618	1007
SO ₄ ⁻ marini	[mg/m^2]	805	803	472	836
NaCl	[mg/m^2]	9079	9242	5026	9424

Infine, il rateo di deposizione giornaliero, espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$, è riportato nella tabella seguente:

Postazione		Borgo Aurelia	Parco Antonelli	Poggio Ombriccolo	Bagni S. Agostino
Al	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	749	877	697	779
As	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	3.3	3.6	3.9	3.9
Be	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.2	0.2	0.2	0.2
Cd	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.4	0.3	0.3	0.3
Co	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.5	0.5	0.5	0.5
Cr	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	2.6	3.6	2.3	2.3
Cu	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	11.4	10.4	4.7	4.2
Hg	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.5	0.6	0.7	0.6
Mn	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	19.9	18.9	17.2	15.7
Ni	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	4.1	3.7	3.1	3.6
Pb	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	3.2	3.6	2.3	2.0
Pd	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.5	0.6	0.6	0.6
Pt	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.2	0.3	0.3	0.3
Rh	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.6	0.6	0.6	0.7
Sb	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	0.5	0.7	0.6	0.6
Se	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	7.4	7.9	7.8	8.8
Sn	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.5	1.5	1.3	1.4
Te	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.2	1.3	1.3	1.4
Ti	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	30.9	34.3	22.5	23.4
Tl	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1.2	2.0	1.3	1.4
V	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	4.1	4.5	4.0	4.3
Zn	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	136	31	113	43
SO ₄ ²⁻	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	5'066	5'437	5'726	5'049
NO ₃ ⁻	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	3'666	3'676	4'874	3'695
Cl ⁻	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	15'910	16'381	8'512	16'511
Ca	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	7'096	6'479	2'803	3'747
Na	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	8'965	8'940	5'257	9'308
Mg	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1'364	1'305	2'117	1'251
K	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	1'799	1'412	2'310	870
NH ₄ ⁺	[$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$]	608	638	896	1'067
Metalli pesanti totali	[mg/m^2]	0.98	1.01	0.89	0.90
Specie ioniche totali	[mg/m^2]	44.5	44.3	32.5	41.5
SO ₄ ²⁻ non marini	[mg/m^2]	2.9	3.2	4.4	2.8
SO ₄ ²⁻ marini	[mg/m^2]	2.2	2.2	1.3	2.3
NaCl	[mg/m^2]	24.9	25.3	13.8	25.8

4 CONCLUSIONI

Il secondo anno di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico del comprensorio di Civitavecchia ha permesso di arricchire il quadro conoscitivo relativamente ai valori di concentrazione degli inquinanti atmosferici aerodispersi e alla entità di quelli ricondotti al suolo dalle deposizioni atmosferiche umide e secche nella condizione "ante operam", ovvero a Centrale ENEL non ancora operativa. Si sono anche confermati alcuni andamenti caratteristici già emersi dalla valutazione dei risultati del 2007.

I principali andamenti riscontrati sono riassunti di seguito.

Particolato PM10:

- l'intervallo dei dati di concentrazione media annuale di **PM10** nelle quattro postazioni ha mostrato una variabilità del dato non molto elevata, rimanendo compreso tra i $16.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ della postazione rurale di Poggio Ombriccolo e i $29.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ della postazione urbana di Parco Antonelli. Nelle postazioni di Borgo Aurelia e Bagni S. Agostino la polverosità media è stata invece di circa $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore intermedio tra quelli delle due precedenti postazioni. La polverosità media annuale ricavata mediando i dati delle quattro postazioni è stata di $22.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ben inferiore al valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ della normativa italiana e leggermente inferiore al valore della concentrazione media complessiva del 2007, pari a $24.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nelle quattro postazioni, complessivamente si sono avuti 17 superamenti della soglia giornaliera di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (20 nel 2007), 11 dei quali nella sola postazione di Parco Antonelli. E' probabile che buona parte dei superamenti giornalieri siano attribuibili in realtà ad apporti da lunga distanza di polveri di origine sahariana, come si dedurrebbe dall'analisi delle *backtrjectories* dei giorni precedenti gli eventi;
- per quanto riguarda i **metalli pesanti** nel particolato PM10, si sono riscontrate concentrazioni relative elevate di Al, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Ti e Zn sono presenti invece a concentrazioni nettamente inferiori a quelle dell'alluminio. E' probabile che alcuni metalli siano associabili a componenti terrigene del particolato piuttosto che a emissioni antropiche locali, data anche la sussistenza di particolari andamenti temporali che vanno per altro confermati nel proseguimento dell'attività di monitoraggio. Nella postazione urbana di Parco Antonelli, la più trafficata, si sono avute le concentrazioni più elevate di Cu, a volte coincidenti con la presenza anche di Sb. Nella letteratura scientifica si assume che tali metalli siano "marker" del traffico veicolare, in quanto si associano all'usura degli apparati frenanti. As è presente a concentrazioni maggiori del limite di rivelabilità in circa il 25 % dei campioni di PM10 e non sono riscontrabili andamenti particolari. Dei metalli previsti dalla normativa italiana o dai valori guida della qualità dell'aria di WHO, il solo As ha superato il suo valore limite. Va ricordato che l'As è un metallo endemico dei terreni laziali e la sua concentrazione è stata elevata in tutte le postazioni solo in Gennaio e Febbraio (v. par. 3.2.1), molto bassa nel resto dell'anno;
- le **specie ioniche** (metalli alcalino terrosi, ammonio, solfati, nitrati e cloruri) sono risultate essere sempre la componente maggioritaria del particolato. E' evidente in ogni caso l'influenza dei sali di origine marina che si riflettono anche sul tenore di solfati totali, in quanto in determinati periodi e situazioni meteorologiche, fino al 20-40% dei solfati può essere di origine marina. Nella maggior parte dei casi, i solfati marini contano però per meno del 10% dei solfati totali. Una volta depurata la componente marina, è emerso chiaramente il tipico ciclo stagionale dei solfati con massimi nei mesi estivi e minimi in quelli invernali. I nitrati hanno avuto anch'essi un tipico andamento stagionale che è in controtendenza quello dei solfati. Solfati e ammonio sono risultati abbastanza ben correlati tra loro e ciò è indicativo della presenza in aria di particolato secondario costituito per l'appunto da solfati di ammonio $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ e } \text{NH}_4\text{HSO}_4]$;
- oltre il 50 % della componente del PM10 rimane non caratterizzata e buona parte di essa è probabile che sia costituita da sostanze terrigene, come ossidi di Si e Fe e dalla componente organica non inclusa nel protocollo analitico, soprattutto carbonio elementare e sostanze organiche di origine biogenica.

Idrocarburi aromatici policiclici (IPA) nel PTS:

- nell'atmosfera di Civitavecchia sembrano essere prevalenti IPA da 2 a 4 anelli, probabilmente associabili ad emissioni da motori a combustione interna sia veicolari sia navali, quali: naftalene e i

- suoi derivati metilici, fenantrene, fluorantene e pirene;
- gli IPA a 5-6 anelli, tra i quali si annoverano i composti cancerogeni, sono stati pressoché assenti nel PTS nei mesi estivi e sono stati rilevati nei mesi da Gennaio a Marzo 2008.
 - considerando anche i dati del 2007 diventa molto ben visibile il ciclo di crescita degli IPA dell'inverno 2007-2008 con massimo a gennaio 2008. A causa delle elevate precipitazioni dell'Ottobre-Dicembre 2008, che hanno dilavato l'atmosfera, la crescita invernale della concentrazione in aria di IPA è stata molto meno accentuata di quello di pari periodo dell'anno precedente;
 - il **benzo(a)pirene**, l'unico IPA normato dalla legislazione italiana, è stato rilevato saltuariamente, peraltro a **bassa concentrazione e ben al di sotto del valore limite di 1 ng/m³**;
 - nella postazione di Parco Antonelli, la più trafficata, si sono sempre riscontrati sistematicamente i valori più elevati di IPA mentre le minime concentrazioni si sono avute nella postazione rurale di Poggio Ombriccolo. Su base annuale, i valori medi sono rimasti compresi tra i 3.0 ng/m³ di Poggio Ombriccolo e i 9.8 ng/m³ di Parco Antonelli. La media annuale calcolata su tutti i dati delle quattro postazioni è di 6.4 ng/m³. Rispetto ai valori medi del 2007 vi è stato un lieve aumento ma va ricordato che nel computo delle medie 2007 non erano compresi i mesi di Gennaio – Marzo '07 in cui le concentrazioni di IPA sono normalmente elevate.

Deposizioni umide (*wet*):

- complessivamente nel 2008 si sono avuti 32 eventi umidi settimanali lungo l'arco dell'anno ad esclusione di Luglio ed Agosto in cui non sono avvenute precipitazioni che sono state particolarmente abbondanti da Settembre a Dicembre. La maggior parte degli eventi ha avuto **acidità** modesta ma nel periodo compreso tra Settembre e Dicembre si sono avuti però eventi nettamente acidi con pH prossimi a 4. Di conseguenza, mentre nei primi sei mesi del 2008, oltre il 90 % degli acidi forti (H₂SO₄ e HNO₃) presenti nelle deposizioni sono stati dilavati a terra già neutralizzati, nella seconda parte dell'anno in alcuni eventi si è avuta una significativa acidità libera;
- per quanto riguarda i **metalli pesanti**, la maggiore deposizione si è avuta tra Settembre e Dicembre in tutte le postazioni per via delle elevate precipitazioni. I metalli riscontrati a maggiore concentrazione sono stati Al, Mn, Ti e Zn;
- le **specie ioniche** (metalli alcalini terrosi, ammonio e anioni) sono apparse dominate dalla presenza di sali marini; il solo NaCl rappresenta dal 16 al 77% delle specie determinate nelle deposizioni umide a seconda del periodo e della postazione;
- gli **IPA** sono stati riscontrati in concentrazioni molto modeste e ciò si è tradotto in deposizioni complessive annuali comprese tra 43 e 76 µg totali per m² a seconda della postazione, corrispondenti a ratei di deposizione pari a 120 – 200 ng/m²/d;
- la **deposizione totale** annua dovuta ad eventi umidi, a seconda delle postazioni in cui la si misura, assomma a 40 – 75 mg/m² per quanto riguarda i metalli, di cui la massima parte è dovuta ad Al e Zn e a 8'000 – 12'000 mg/m² per quanto concerne le specie ioniche. La notevole influenza dei sali marini sui solfati ha comportato che i solfati marini hanno contato per il 15-64% dei solfati totali a Borgo Aurelia, per 11-62% a Parco Antonelli, per il 7-47% a Poggio Ombriccolo e per 11-63% a Bagni S. Agostino.

Deposizioni secche (*dry*):

- il rateo di deposizione secca di particolato totale sedimentabile è rimasto compreso tra 31 e 51 mg/m²/d molto simile ai valori rilevati nel 2007 (37 - 40 mg/m²/d);
- la frazione insolubile della deposizione secca contiene la maggior parte dei metalli pesanti. Per **Mn, Ti, V e Zn** si riscontrano significative quantità anche nella frazione lisciviabile. **Al, Mn e Ni** sembrano avere lo stesso andamento temporale e quindi questi metalli potrebbero avere la medesima sorgente. **Cu e Zn** sono molto abbondanti nelle deposizioni secche di Borgo Aurelia e presentano un andamento temporale molto simile, non rilevabile per le altre postazioni: è probabile, quindi, che vi sia una sorgente locale influenzante in maniera significativa le deposizioni secche di tale postazione. Il solo Cu è presente in maniera significativa nelle deposizioni secche di Parco Antonelli ed è associabile al traffico veicolare;

- in Aprile e Maggio si sono avute elevate deposizioni di **As** in tutte le postazioni che non si sono più verificate nel resto dell'anno;
- la vicinanza del mare ha apportato una significativa deposizione secca di **spray marino**, costituito prevalentemente da cloruro di sodio che da solo conta per una deposizione pari a 1600 – 2100 mg/m² all'anno. Sorprendentemente la postazione di Poggio Ombriccolo, la più lontana dal mare delle quattro, ha subito anch'essa ingenti apporti di spray marino;
- a Parco Antonelli si è avuta in Aprile una anomala deposizione di K (oltre 100 mg/m²) e di ammonio a Marzo in tutte le postazioni (oltre 50 mg/m²);
- le deposizioni secca totale di **IPA** conta per 14 – 75 µg/m² annui a seconda della postazione (massime deposizioni a Parco Antonelli, minime a Poggio Ombriccolo) ed è caratterizzata soprattutto da deposizione di IPA a 2-4 anelli, alchilati e non alchilati; nei mesi invernali saltuariamente sono anche presenti IPA a 5-6 anelli condensati, questi ultimi associati alle frazioni carboniose del particolato depositato;
- il particolato insolubile non caratterizzato ha rappresentato dal 54 al 70 % dell'intera deposizione secca di particolato sedimentabile totale.