

**MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA**  
**COMUNE DI BOLOGNA**  
**AEROPORTO GUGLIELMO MARCONI**  
**11 GENNAIO – 12 FEBBRAIO 2013**

## SOMMARIO

<b>1. - PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. - MODALITA' DELL'INTERVENTO E POSTAZIONI DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. - MODALITA' DI CAMPIONAMENTO ED ELABORAZIONE DEI DATI.....</b>	<b>7</b>
<b>4. - DATI DI TRAFFICO AEROPORTUALE .....</b>	<b>7</b>
<b>5. - RISULTATI DELL'INDAGINE.....</b>	<b>10</b>
5.1. - CONDIZIONI METEOROLOGICHE. ....	10
5.2. - OSSIDI DI AZOTO NO/NO <sub>2</sub> .....	16
5.3. - MATERIALE PARTICOLATO PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub> .....	24
5.4. - I.P.A. (IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI) .....	29
5.6. - OZONO O <sub>3</sub> .....	31
5.7. - MONOSSIDO DI CARBONIO CO .....	33
5.8. - BENZENE C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	34
<b>6. - CONCLUSIONI .....</b>	<b>35</b>
6.1. - OSSIDI DI AZOTO NO-NO <sub>2</sub> .....	35
6.2. - PARTICOLATO PM <sub>10</sub> E PM <sub>2,5</sub> .....	35
6.3. - IPA .....	36
6.4. - OZONO .....	36
6.5. - BENZENE .....	37
<b>7. - ALLEGATI.....</b>	<b>38</b>
ALLEGATO 1 – INQUADRAMENTO NORMATIVO D.LGS. N. 155/2010 .....	39
ALLEGATO 2 – NO: CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE .....	40
ALLEGATO 3 – NO: CONCENTRAZIONI MASSIME GIORNALIERE .....	41
ALLEGATO 4 – NO <sub>2</sub> : CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE .....	42
ALLEGATO 5 – NO <sub>2</sub> : CONCENTRAZIONI MASSIME GIORNALIERE.....	43
ALLEGATO 6 – PM <sub>10</sub> : CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE.....	44
ALLEGATO 7 – PM <sub>2,5</sub> : CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE .....	45
ALLEGATO 8 – O <sub>3</sub> : CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE.....	46
ALLEGATO 9 – O <sub>3</sub> : CONCENTRAZIONI MASSIME GIORNALIERE .....	47
ALLEGATO 10 – BENZENE .....	48

## 1. - PREMESSA

L'aeroporto Guglielmo Marconi di Bologna costituisce uno dei principali scali italiani, caratterizzato da un traffico aereo che fino al 2009 è giunto a circa 60000 movimenti l'anno. Un progetto di ampliamento ne prevede un consistente potenziamento, con una progressiva crescita del volume di traffico che dal 2016, secondo le stime fin qui effettuate, potrebbe superare i 70000 movimenti l'anno.

Per affiancare le valutazioni di carattere teorico, conseguenti al processo di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) del progetto di ampliamento, con misurazioni sul campo capaci di definire in concreto l'evoluzione della qualità dell'aria, il Comune di Bologna ha affidato ad Arpa l'incarico di effettuare nel 2011 una prima campagna di monitoraggio, che si è svolta nei mesi estivi di luglio e agosto, cioè nel periodo dell'anno caratterizzato dalla massima intensità del traffico aereo, ed una seconda campagna di monitoraggio da effettuarsi nel periodo invernale del 2013, della quale vengono esposti i risultati nella presente relazione.

Le finalità dell'indagine sono state condivise anche con la Provincia di Bologna che ha approvato l'utilizzo del proprio laboratorio mobile nell'ambito delle attività di monitoraggio.

I rilevamenti quindi sono stati eseguiti mediante due laboratori mobili attrezzati con strumentazione automatica e campionatori, collocati uno all'interno dell'area aeroportuale, ed uno in area urbana a circa 1700 m dalla pista, lungo la rotta seguita dagli aeromobili su Bologna.

Le specie chimiche emesse dagli aeromobili e dai mezzi di assistenza in servizio all'interno dell'aeroporto sono in larga misura coincidenti con quelle diffuse dal traffico veicolare, tipicamente presenti in tutti i centri urbani. Di conseguenza i valori misurati non possono essere attribuiti esclusivamente ad un inquinamento prodotto dall'aeroporto, in quanto si riferiscono a sostanze comunemente presenti, in misura variabile, su tutto il territorio provinciale. Si ritiene però che il confronto tra i dati forniti dalla campagna di rilevamento e quelli riscontrati dalle postazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria, collocate in vari punti all'interno e nei dintorni del centro urbano, permetta di individuare o escludere situazioni di particolare rischio da porre in connessione alle attività aeroportuali.

I risultati ottenuti dalla campagna di monitoraggio sono stati posti a confronto anche con i valori limite fissati dalla normativa vigente. I riferimenti normativi sono riportati in tabella posta in allegato. A causa delle caratteristiche stagionali profondamente diverse la presente campagna di monitoraggio non è direttamente confrontabile con la precedente, ma ne rappresenta piuttosto un completamento.

## 2. - MODALITA' DELL'INTERVENTO E POSTAZIONI DI MONITORAGGIO

In accordo con quanto realizzato nella precedente campagna del 2011, sono stati posti in campo due laboratori mobili, uno di proprietà del Comune di Bologna ed uno di proprietà della Provincia di Bologna. Il primo è stato collocato all'interno del sedime aeroportuale, il secondo è stato posizionato in area urbana, a lato di via Selva di Pescarola, nel parcheggio di pertinenza della Chiesa Avventista del VII° Giorno.

Il monitoraggio presso l'aeroporto, nel sito che a seguire verrà indicato come **postazione A** (abbreviato in Post. A), è stato effettuato allo scopo di caratterizzare la qualità dell'aria nelle immediate vicinanze delle attività aeroportuali, comprensive delle movimentazioni e operazioni svolte a terra, cioè dove può risultare massimo il contributo di tali attività all'inquinamento atmosferico.

I rilievi presso la Chiesa Avventista, nel sito che a seguire verrà indicato come **postazione B** (abbreviato in Post. B), sono stati effettuati al fine di valutare un possibile impatto del sorvolo degli aeromobili che decollano in direzione Bologna o atterrano da Bologna. Il sito è collocato in area prevalentemente residenziale, in direzione della pista a circa 1700 m dal limite aeroportuale e in corrispondenza delle traiettorie dei velivoli in decollo che transitano ad una quota di circa 250 – 300 m. La postazione è stata individuata ad una distanza di circa 750m, tale da limitare al massimo il contributo locale all'inquinamento atmosferico della sorgente tangenziale/autostrada.

Il periodo di monitoraggio presso l'aeroporto ha avuto inizio il giorno 11 gennaio 2013 e si è concluso il 12 febbraio 2013, per un totale di 33 giorni.

La strumentazione impiegata sui due laboratori durante la campagna di monitoraggio è la seguente.

### **Postazione A - laboratorio mobile del Comune di Bologna:**

analizzatore automatico di ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ );

analizzatore automatico di ozono ( $\text{O}_3$ );

analizzatore automatico di benzene ( $\text{C}_6\text{H}_6$ );

campionatore di materiale particolato  $\text{PM}_{10}$ ;

campionatore di materiale particolato  $\text{PM}_{2.5}$ ;

centralina meteo con sensori di: velocità e direzione vento, pioggia, temperatura e radiazione solare.

### **Postazione B - laboratorio mobile della Provincia di Bologna:**

analizzatore automatico di ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ );

analizzatore automatico di ozono ( $\text{O}_3$ );

analizzatore automatico di monossido di carbonio ( $\text{CO}$ );

campionatore di materiale particolato  $\text{PM}_{10}$ ;

campionatore di materiale particolato  $\text{PM}_{2.5}$ ;

centralina meteo con sensori di: velocità vento, direzione vento e pioggia.

Il materiale particolato  $\text{PM}_{10}$  raccolto su filtri presso entrambi i laboratori mobili è stato sottoposto ad analisi per la determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) presso il laboratorio Arpa di Ravenna.

I dati ottenuti mediante i due laboratori mobili sono stati confrontati anche con quelli delle stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria (RRQA) ubicate a Bologna in via Chiarini e presso Porta San Felice. La prima delle due stazioni è rappresentativa del fondo urbano e residenziale; la seconda invece misura i livelli di inquinamento di una tipica area interessata da un'elevata intensità di traffico veicolare urbano.

Per il monitoraggio del benzene, diversamente da quanto fatto nella precedente campagna, è stato utilizzato un analizzatore automatico collocato nella sola postazione A. I dati così ottenuti possono essere confrontati direttamente con l'analogo analizzatore collocato presso la stazione di monitoraggio di Porta San Felice.

Le figure da 2.1 a 2.5 mostrano la collocazione delle diverse postazioni in cui sono stati eseguiti i rilievi.

**Figura 2.1 – Ortofoto Agea con disposizione dei laboratori mobili e stazioni della RRQA**





**Figura 2.2 - Postazione A - Aeroporto**



**Figura 2.3 - Postazione B  
Chiesa Avventista via Zanardi 181/10**



**Figura 2.4 – Via Chiarini**



**Figura 2.5 – Porta San Felice**

### 3. - MODALITA' DI CAMPIONAMENTO ED ELABORAZIONE DEI DATI

Per quanto concerne gli ossidi di azoto, l'ozono, il monossido di carbonio, il benzene ed i parametri meteorologici sono stati misurati e registrati valori medi orari; le modalità di campionamento del particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>) sono quelle stabilite dalla normativa e prevedono la misura della concentrazione media giornaliera.

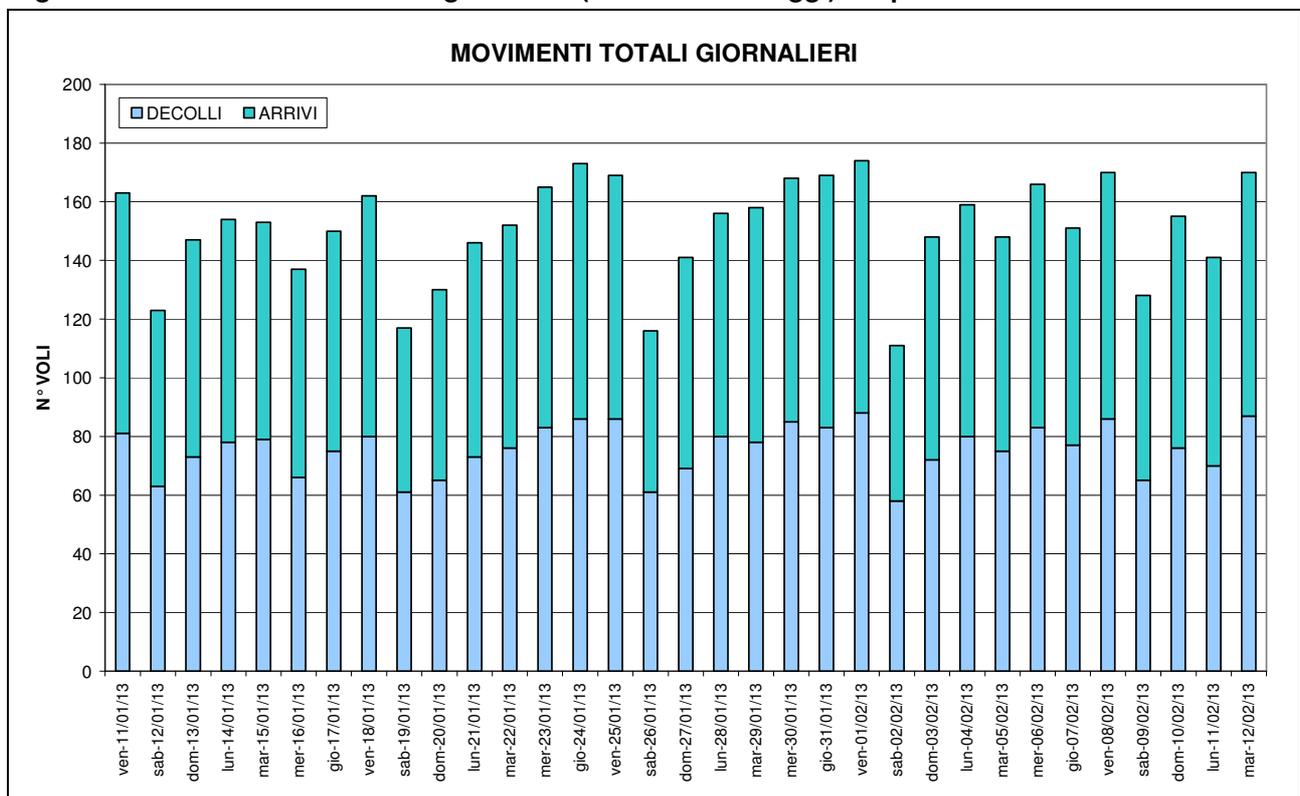
Le determinazioni degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono state effettuate sul particolato PM<sub>10</sub> così come previsto dalla normativa.

Conformemente a quanto indicato dal DLgs 155/2010, per ossidi di azoto, ozono e monossido di carbonio e benzene sono considerati soltanto i valori orari misurati in giornate durante le quali le apparecchiature hanno funzionato correttamente per almeno 18 ore su 24, cioè per almeno il 75% della giornata. Una media oraria al giorno risulta in ogni caso mancante per l'esecuzione del necessario controllo automatico di taratura, programmato sistematicamente durante le ore notturne. Per le giornate durante le quali il numero di valori orari ottenuto è risultato inferiore a 18, i valori massimo e medio giornalieri non sono stati presi in considerazione ed i valori orari non sono stati utilizzati nell'elaborazione dei dati, in quanto non sufficientemente rappresentativi.

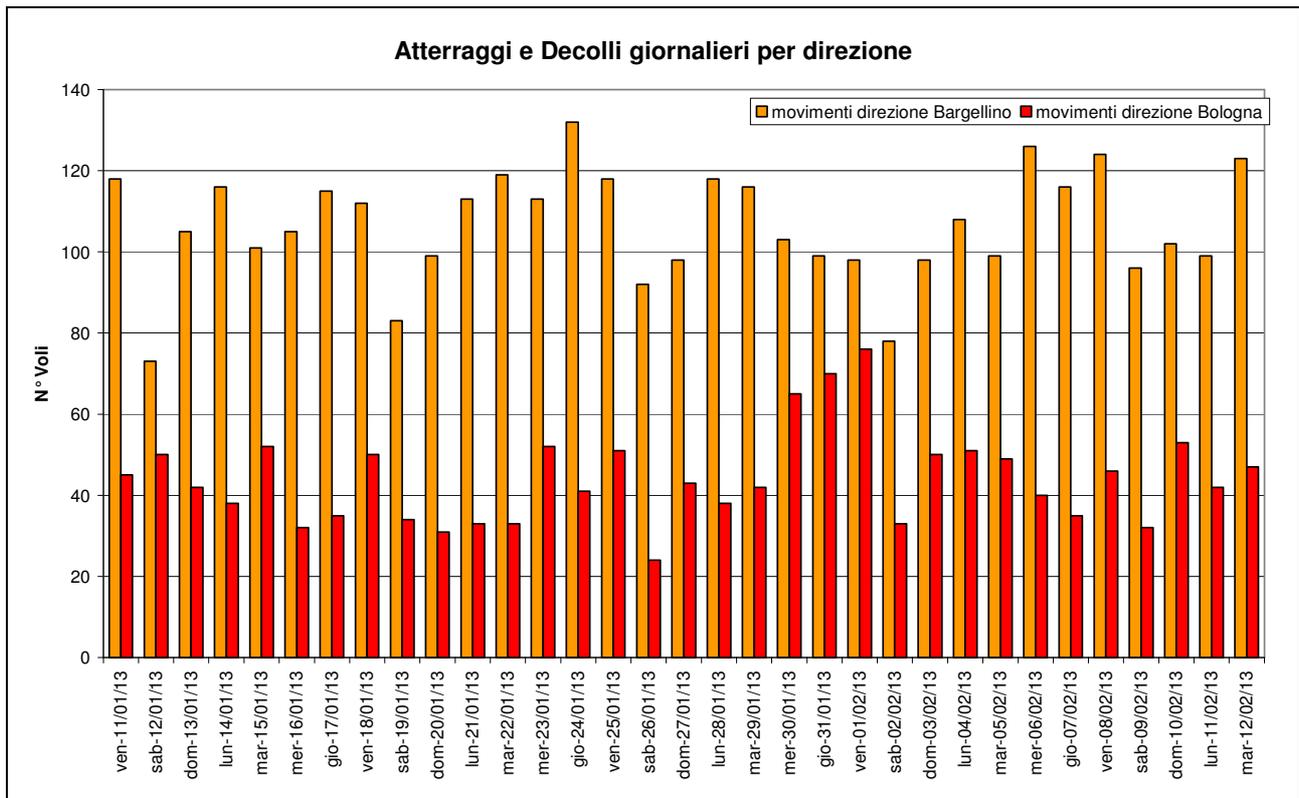
Nei casi in cui i valori ottenuti siano risultati inferiori al limite di quantificazione del metodo di misura (cioè alla minima concentrazione che può essere determinata con sufficiente attendibilità), sia nel calcolo delle medie che in tutte le altre elaborazioni statistiche è stato assunto un valore convenzionale pari alla metà del limite di quantificazione. Tale approccio è stato adottato per tutti gli inquinanti, indipendentemente dalla durata delle singole misure (ora, giorno o settimana).

### 4. – DATI DI TRAFFICO AEROPORTUALE

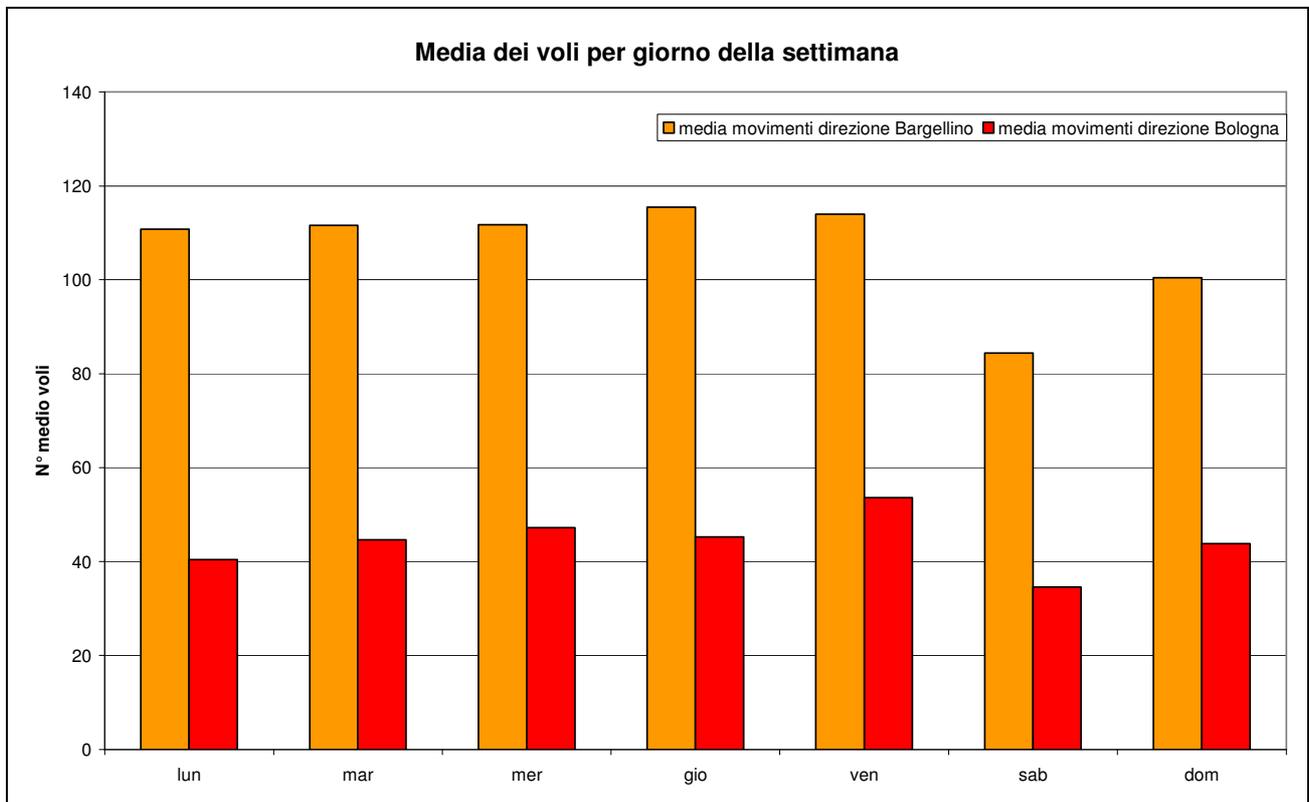
Figura 4.1 - Numero di movimenti giornalieri (decolli + atterraggi) nel periodo 11/01/2013 – 12/02/2013



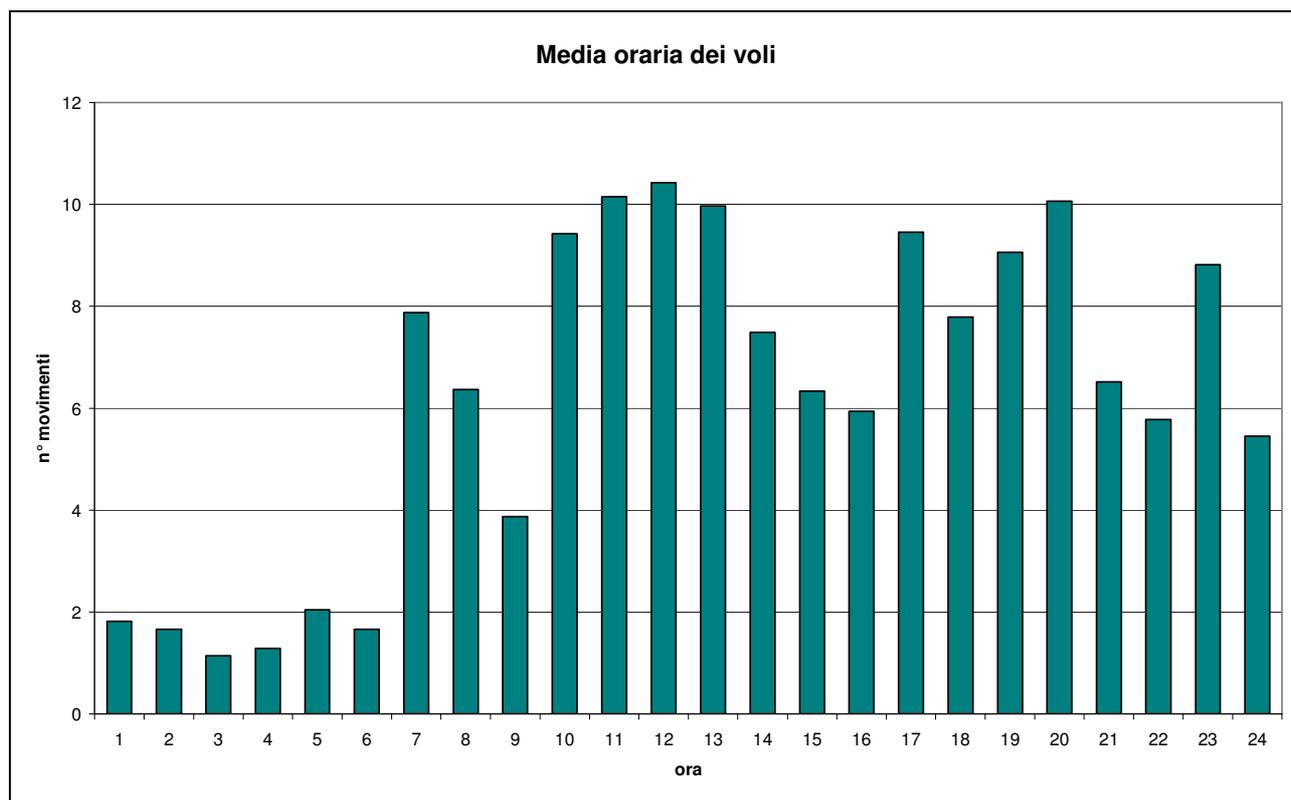
**Figura 4.2 - Numero di movimenti per direzione (Bologna o Bargellino) - 11/01/2013 – 12/02/2013**



**Figura 4.3 - Numero di movimenti medi per direzione e per giorno della settimana 11/01/2013 – 12/02/2013**



**Figura 4.4 - Numero di movimenti orari medi nel periodo 11/01/2013 – 12/02/2013**



In base ai dati forniti da Aeroporto Marconi S.p.A., si nota come la maggior parte degli atterraggi avvenga con avvicinamento dalla direzione Calderara – Bargellino, mentre i decolli sono in sostanza equamente distribuiti tra direzione Bologna e direzione Bargellino.

La ripartizione per tipologia dei movimenti avvenuti nel periodo gennaio – febbraio 2013 viene riassunta dalla tabella 4.1.

**Tabella 4.1 – ripartizione tra decolli e atterraggi nel periodo della campagna**

	<b>Direzione Bologna</b>	<b>Direzione Bargellino</b>
<b>Decolli</b>	1278	1220
<b>Atterraggi</b>	177	2295
<b>Totale</b>	<b>1455</b>	<b>3515</b>

L'andamento della media oraria dei movimenti nell'arco della giornata viene dettagliata nei grafici riportati nelle Fig. 4.3 e 4.4. Si può notare come i movimenti diventino molto meno frequenti tra le ore 1:00 e le ore 6:00.

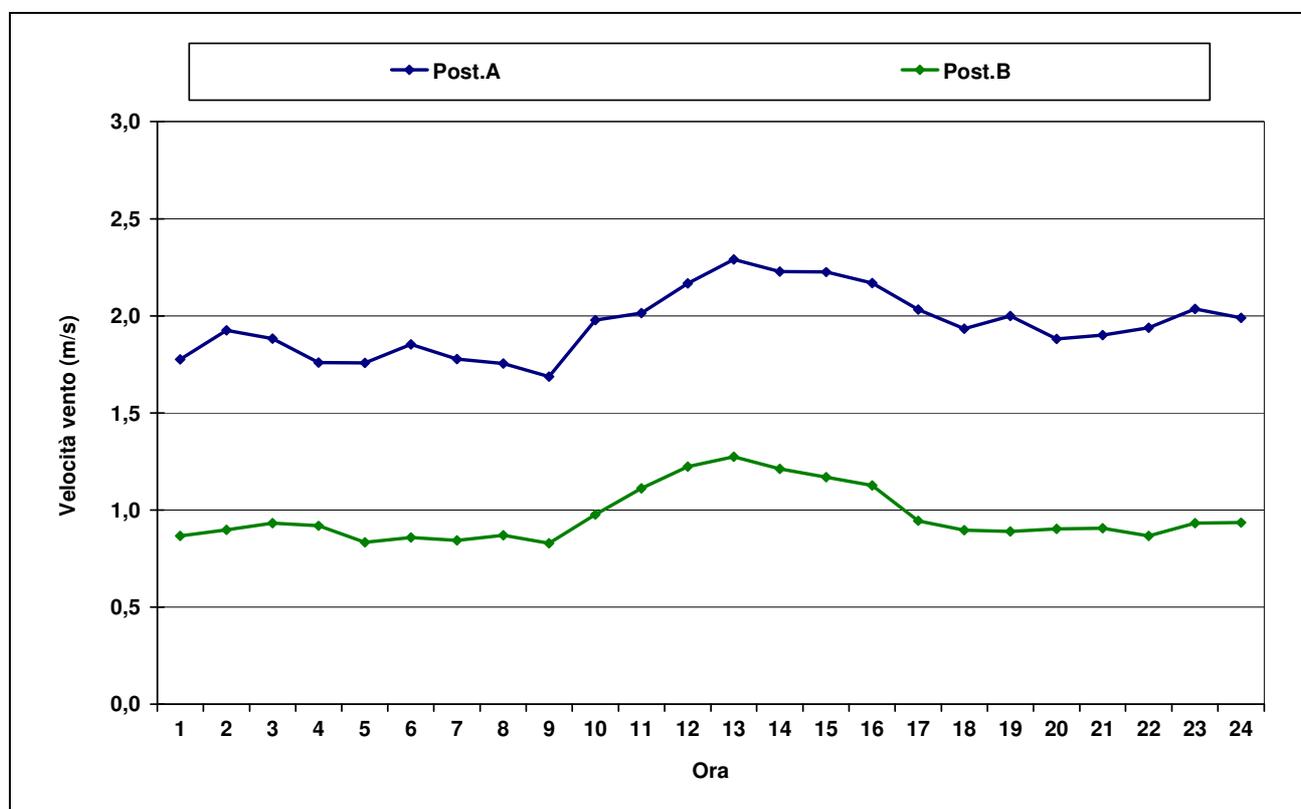
## 5. - RISULTATI DELL'INDAGINE

### 5.1. - Condizioni meteorologiche.

La campagna di monitoraggio si è svolta durante un periodo invernale, caratterizzato in linea di massima da condizioni meteo variabili, basse temperature e frequenti precipitazioni.

Le differenze puntuali tra i due siti in cui sono stati collocati i laboratori mobili si riflettono nelle differenze significative del regime dei venti, in particolar modo nella loro intensità. Le intensità medie del vento calcolate per ogni ora del giorno sono riportate nella figura 5.1.1:

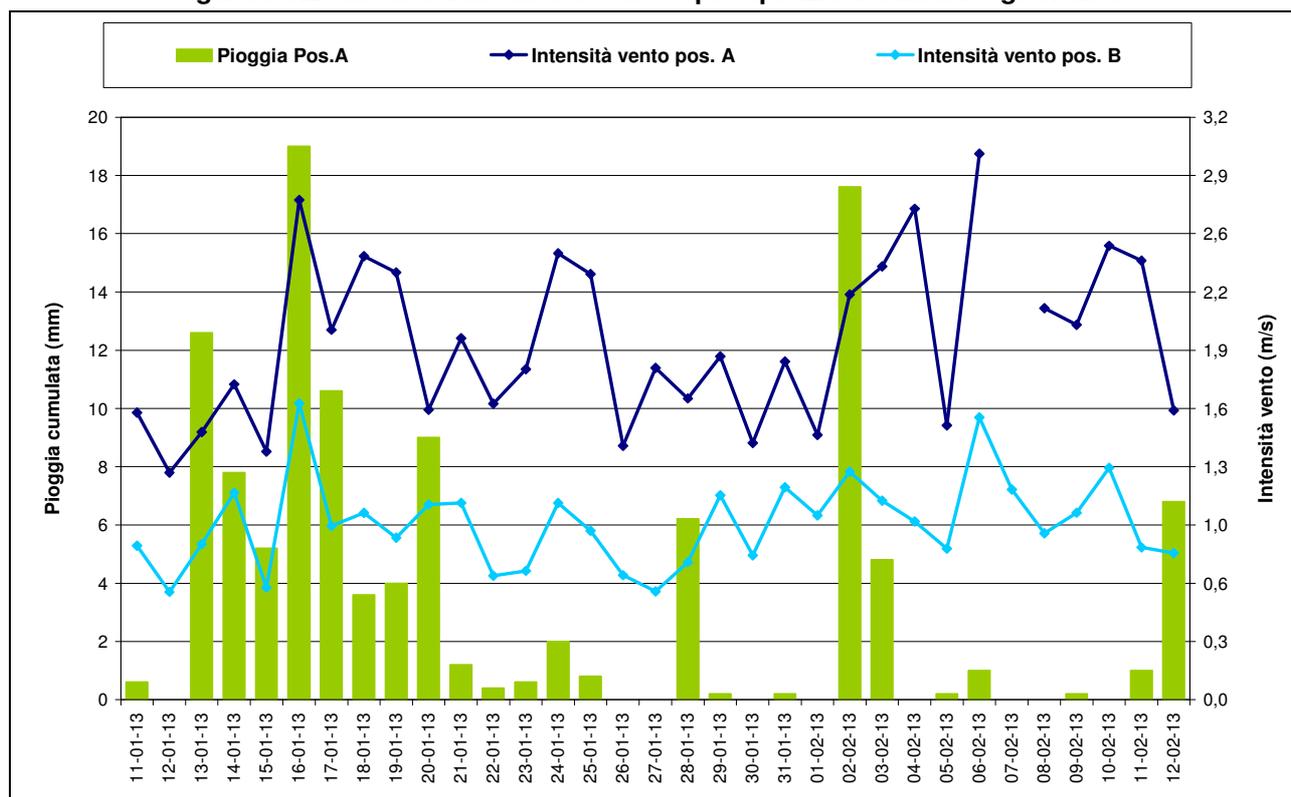
Figura 5.1.1 - Intensità media del vento su ogni ora della giornata (m/s)



Si può notare come mediamente il vento abbia manifestato un andamento simile in entrambi i siti con intensità massima alle 13, ma mediamente presso la postazione B l'intensità del vento è stata circa la metà di quella misurata presso l'aeroporto (postazione A). Verosimilmente ciò è attribuibile al fatto che la collocazione di quest'ultimo punto di monitoraggio è posta in uno spazio più aperto e più all'esterno dell'area urbana.

Le intensità del vento medie giornaliere e le precipitazioni cumulate sono invece evidenziate nel grafico successivo (Fig 5.1.2). Per chiarezza grafica sono stati inseriti i dati di precipitazione rilevati presso la sola postazione A.

**Figura 5.1.2 - Intensità media del vento e precipitazioni cumulate giornaliere**



Si può notare come gli andamenti delle intensità del vento siano simili sui due siti, ma con i valori relativi alla postazione B sistematicamente inferiori a quelli della postazione A.

La distribuzione delle direzioni di provenienza del vento viene descritta dai grafici seguenti, (rose dei venti, Fig. da 5.1.3 a 5.1.7), che riportano il numero di medie orarie rilevate su diversi intervalli di intensità, distribuite su 16 settori orientati ponendo il Nord a 0°.

Come si può notare, a parte l'intensità il regime dei venti è simile come direzione prevalente da ovest-sud-ovest (~ 250°N) in entrambe le postazioni. La differenza più evidente tra i due siti, oltre alla minore intensità della postazione B, consiste nella presenza di una componente da nord ovest quasi assente nella postazione A ed invece importante durante le ore diurne nella postazione B.

Nel dettaglio descritto dalle figure 5.1.5 e 5.1.6 il regime dei venti è stato suddiviso in 4 fasce orarie per ciascuna postazione.

In linea di massima possiamo rilevare due fasi principali: una prima fase dalle 8:00 alle 18:00 in cui il vento si dispone nelle direzioni prevalenti di ovest-sud-ovest, con le differenze tra le postazioni dovute essenzialmente alla presenza di ostacoli (edifici, alberi, ecc...) nella postazione B e una seconda fase dalle 18:00 fino alla mattina, in cui compaiono componenti minori da sud e da sud-sud-ovest.

Figura 5.1.3 - Post. A: numero di valori misurati per ogni direzione

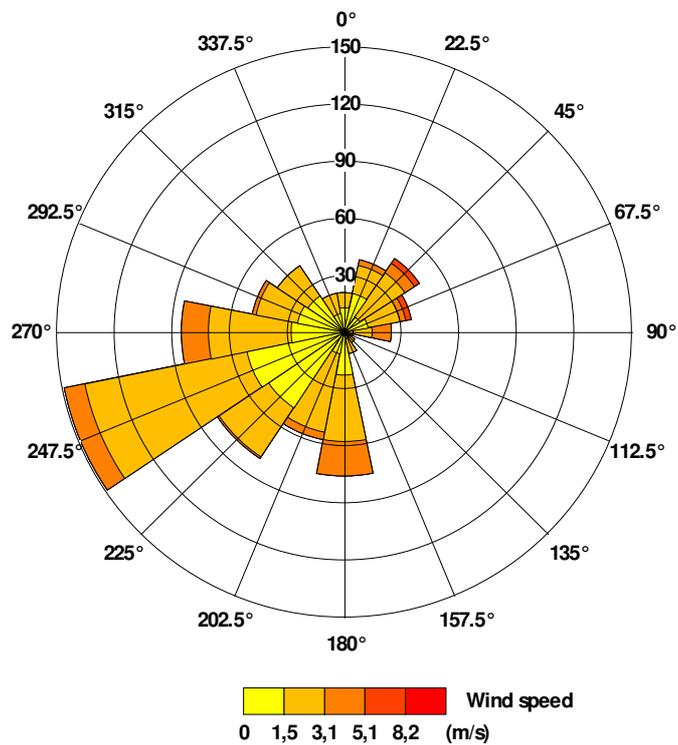


Figura 5.1.4 - Post. B: numero di valori misurati per ogni direzione

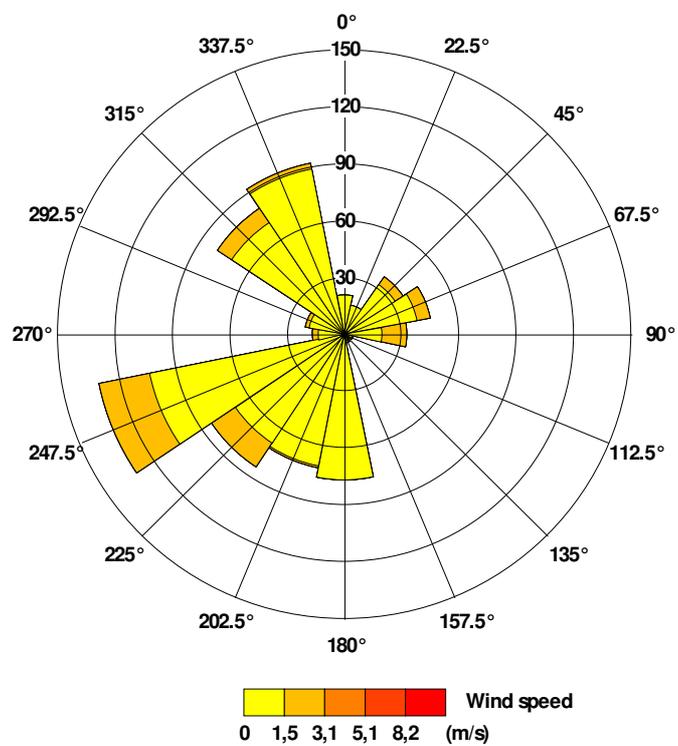
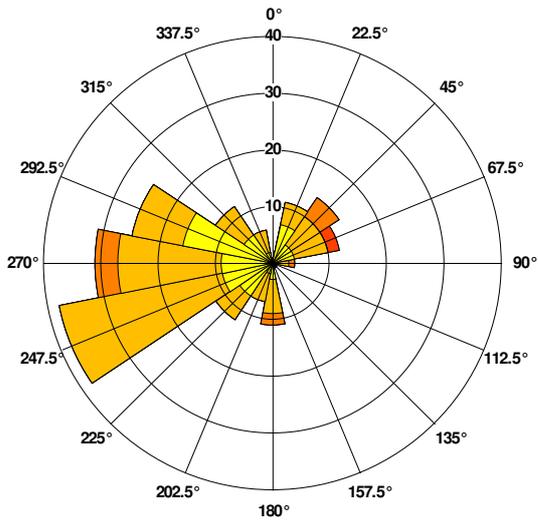
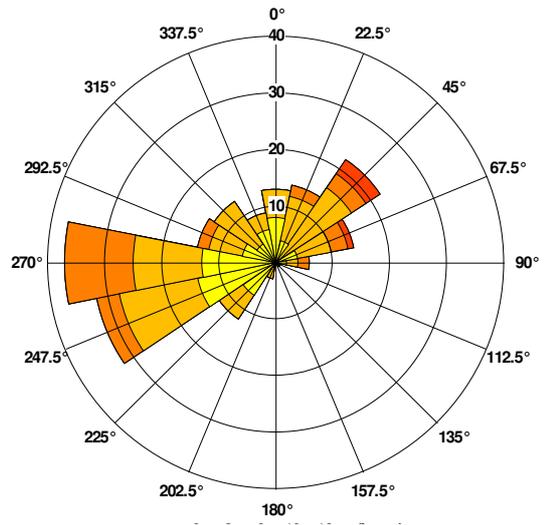


Figura 5.1.5 - Post. A: evoluzione giornaliera della direzione del vento

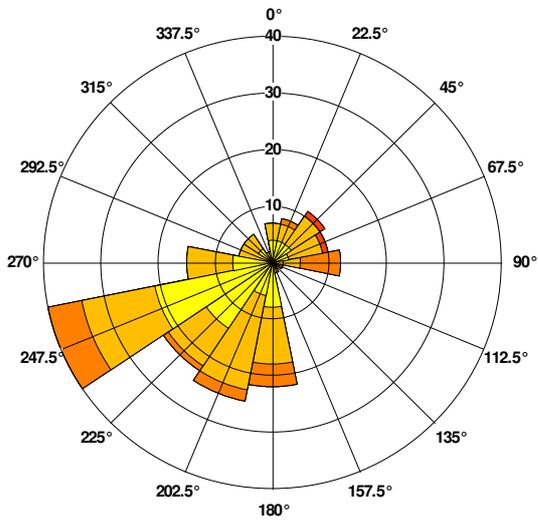
Dalle 08:00 alle 13:00



Dalle 13:00 alle 18:00



Dalle 18:00 alle 23:00



Dalle 23:00 alle 08:00

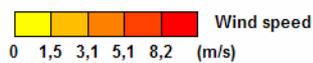
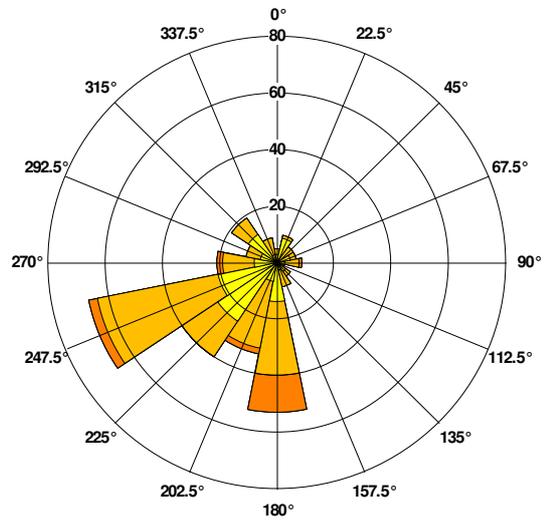
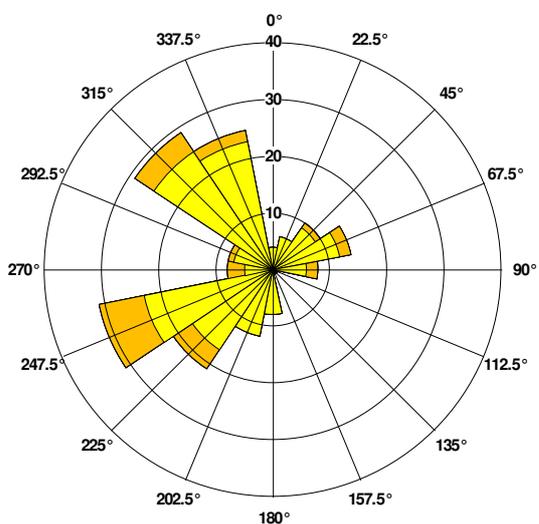
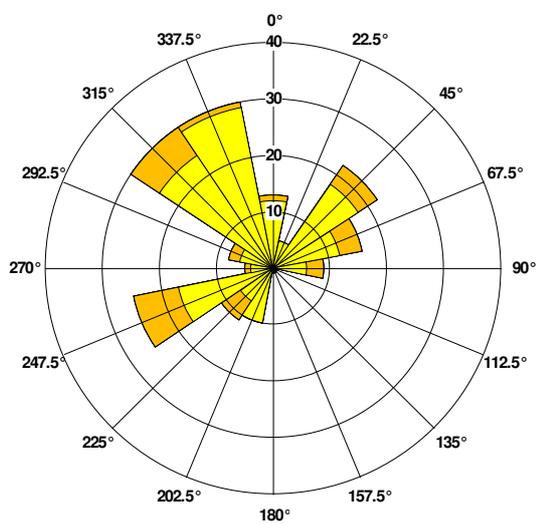


Figura 5.1.6 - Post. B: evoluzione giornaliera della direzione del vento

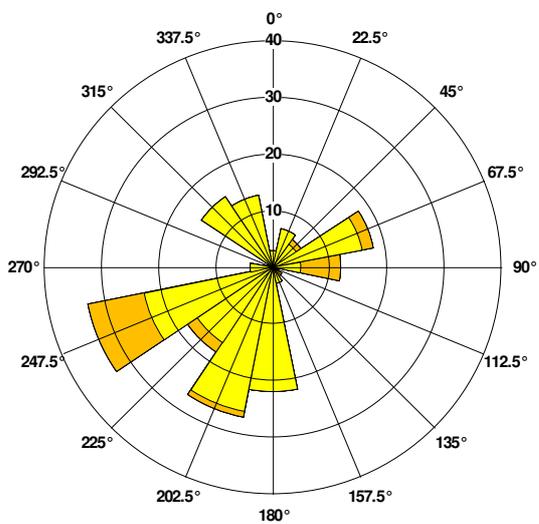
Dalle 08:00 alle 13:00



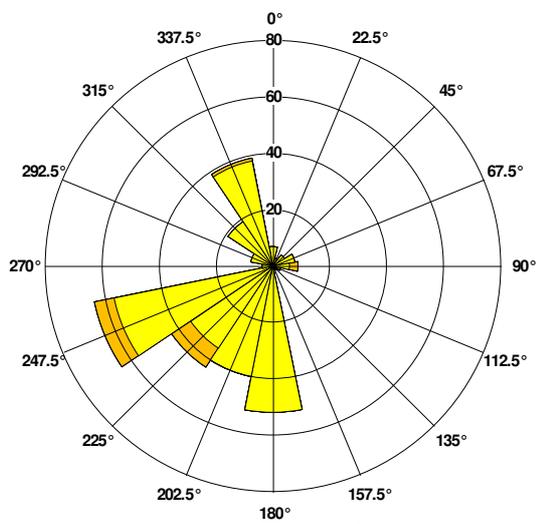
Dalle 13:00 alle 18:00



Dalle 18:00 alle 23:00

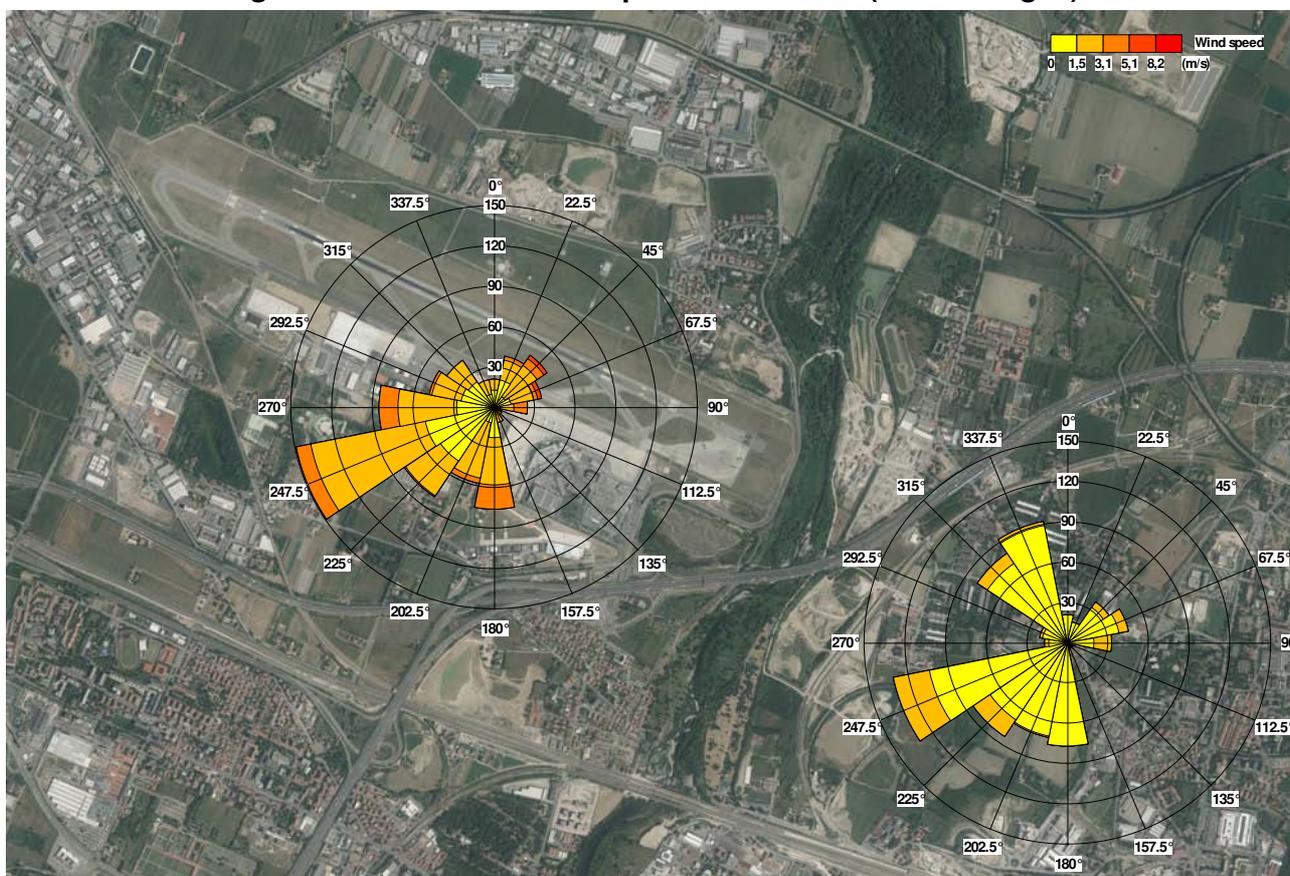


Dalle 23:00 alle 08:00



Per visualizzare le possibili sorgenti che possono influire sui rilievi a seconda della direzione del vento, nelle pagine successive alle foto aeree dei siti sono state sovrapposte le rose dei venti.

**Figura 5.1.7 - Rose dei venti postazioni A e B (ortofoto Agea)**



Per quanto concerne la Post. A, si può notare come durante le ore diurne siano presenti componenti dei venti, sia pur non prevalenti, favorevoli al trasporto verso la postazione di misura degli inquinanti prodotti all'interno del sedime aeroportuale, mentre durante le ore serali e notturne le componenti dei venti da sud possono apportare contributi di inquinanti dalla tangenziale e dall'autostrada A14, che scorrono affiancate a soli 860 m circa in direzione sud, e in generale dall'area urbana.

Viceversa i venti prevalenti durante il giorno mantengono la postazione sopravento rispetto all'intera area urbana

Per quanto riguarda la Post. B, si può invece osservare che durante il giorno, all'incirca tra le 8:00 e le 18:00, sono frequenti i venti provenienti da nord e nord-nord-ovest, cioè dalla stessa direzione in cui si trovano anche autostrada e tangenziale, distanti circa 750 m.

L'intensità media del vento è però modesta e pertanto dovrebbe limitare l'impatto di tale sorgente presso la postazione di misura.

Molto modesta, se non del tutto assente in alcune ore della notte, è anche la componente della ventilazione di provenienza nord-est.

La direzione del vento complessivamente prevalente è quella da ovest-sud-ovest, a cui corrispondono una parte dell'area urbana e limitrofe zone artigianali/industriali.

## 5.2. - Ossidi di azoto NO/NO<sub>2</sub>

L'ossido di azoto (NO) è un inquinante primario emesso direttamente dalle sorgenti, derivante dai processi di combustione. Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), invece, si forma successivamente per ossidazione nell'aria di NO, e la sua concentrazione è quindi meno strettamente legata alla prossimità di emissioni.

Nella tabella 5.2.1 vengono riassunti i risultati delle misurazioni dell'ossido di azoto. Sono stati riportati i valori minimo, massimo e medio rilevati sull'intero periodo del monitoraggio sia presso le postazioni A e B che presso le stazioni della RRQA di Porta San Felice e via Chiarini

**Tabella 5.2.1 - NO, valori orari minimi, medi e massimi sul periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

	Periodo misure	Numero valori orari	Valore minimo	Valore medio	Valore massimo
<b>Pos. A</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	708	< 12	40	306
<b>Pos. B</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	746	< 12	43	396
<b>Porta S. Felice</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	759	< 12	54	304
<b>Via Chiarini</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	759	< 12	24	145

Osservando i valori medi della tabella si può notare come la stazione di Porta San Felice presenti il valore più elevato e le postazioni A e B seguano subito dopo, mentre la stazione di via Chiarini presenta valori inferiori di circa il 50% rispetto agli altri punti di misura, indicando una differenza nelle concentrazioni tra diverse zone dell'area urbana.

Diversa la situazione dei valori massimi, con un primato della Post. B seguita con valori simili dalla Post. A e dalla stazione porta San Felice, mentre nella Stazione di via Chiarini si registrano concentrazioni decisamente inferiori.

A seguire sono riportati in grafico gli andamenti dei valori medi e massimi giornalieri di NO (Fig. 5.2.1 e 5.2.2) che puntualizzano quanto esposto in tabella.

L'andamento dei valori medi di via Chiarini è sempre inferiore a quello delle altre postazioni, che si presentano piuttosto raggruppate ed omogenee, mentre per i massimi, pur essendo gli andamenti concordi, vi è alternanza tra le postazioni nel registrare il valore più elevato.

Sia per le medie che per i massimi giornalieri si nota generalmente per tutte le postazioni di misura una tendenza alla diminuzione sensibile dei valori durante i fine settimana, in particolare nelle giornate domenicali. Inoltre si osservano diminuzioni anche in corrispondenza di eventi meteo favorevoli alla dispersione degli inquinanti (es. 16 gennaio, 6 febbraio).

Figura 5.2.1 - NO: andamento valori medi giornalieri ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

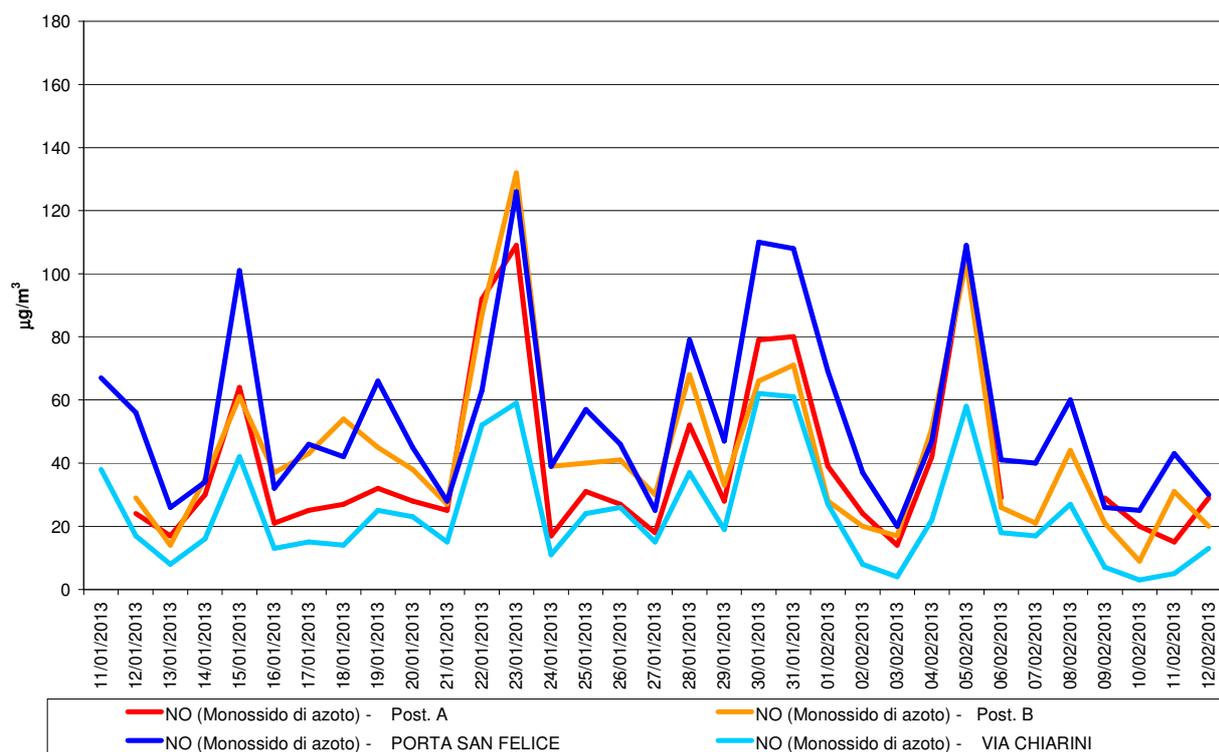
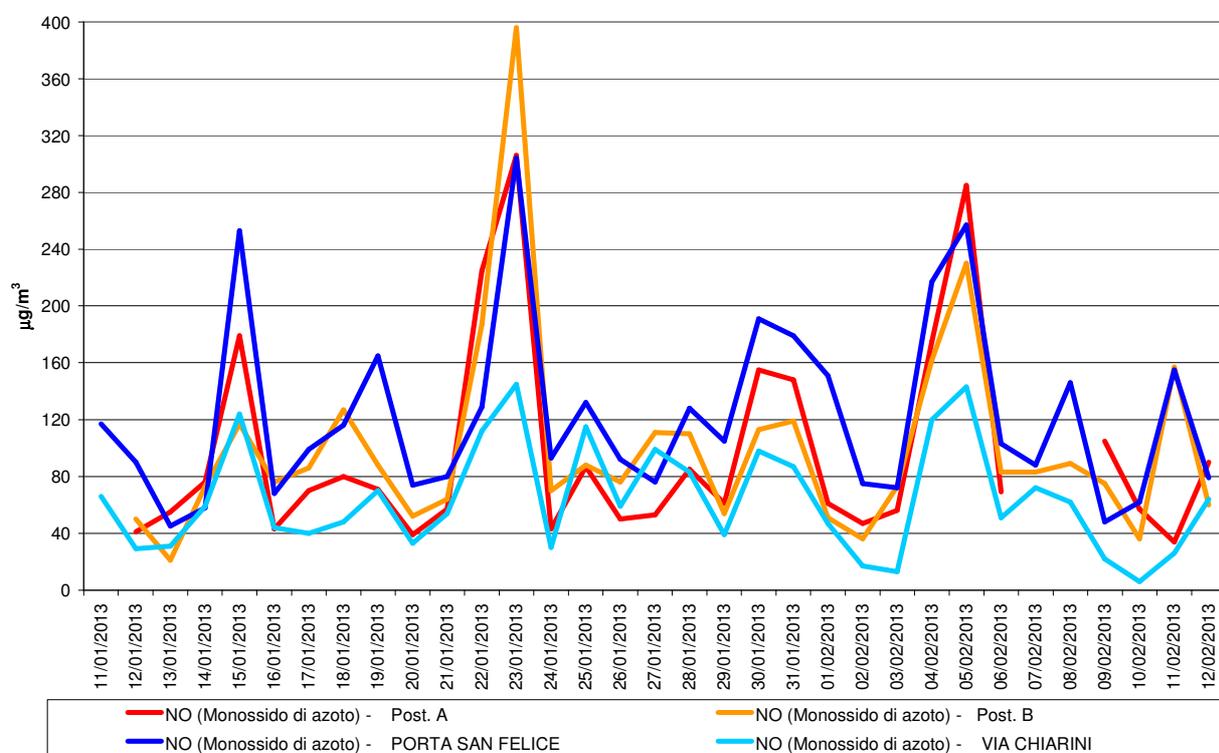
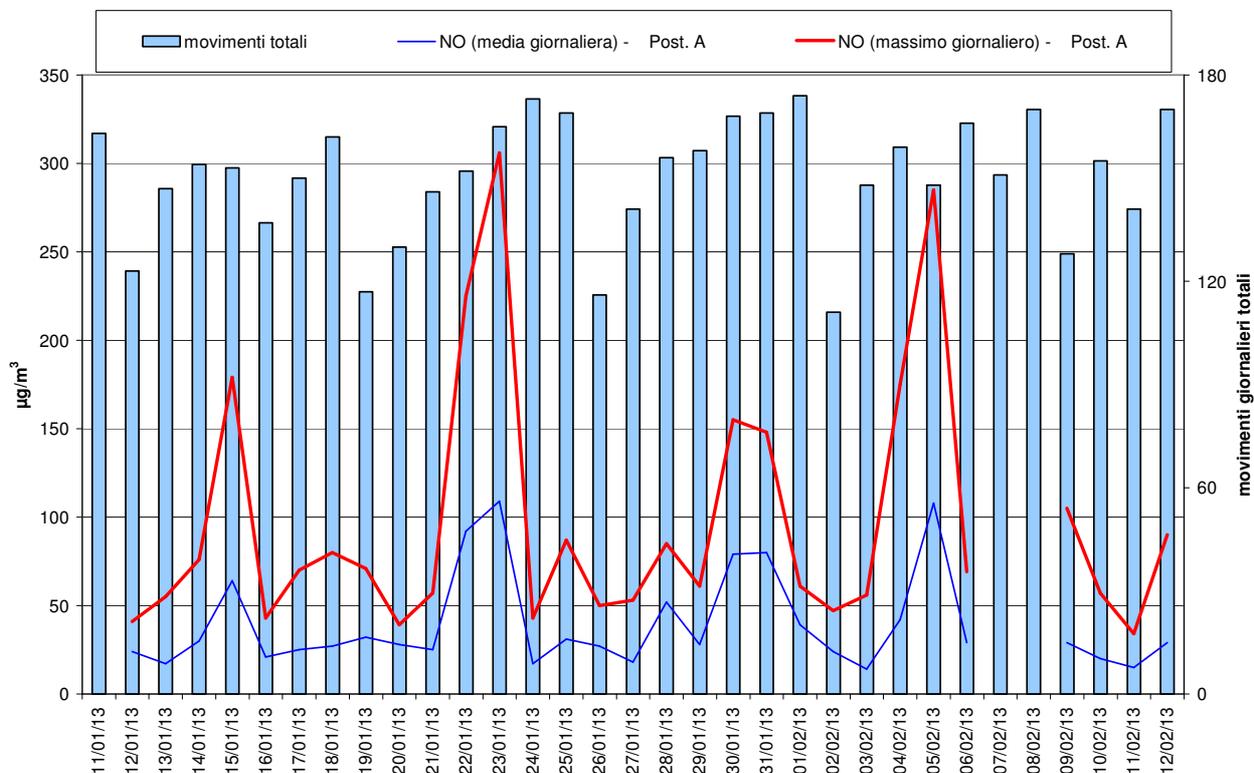


Figura 5.2.2 - NO: andamento valori massimi orari giornalieri ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

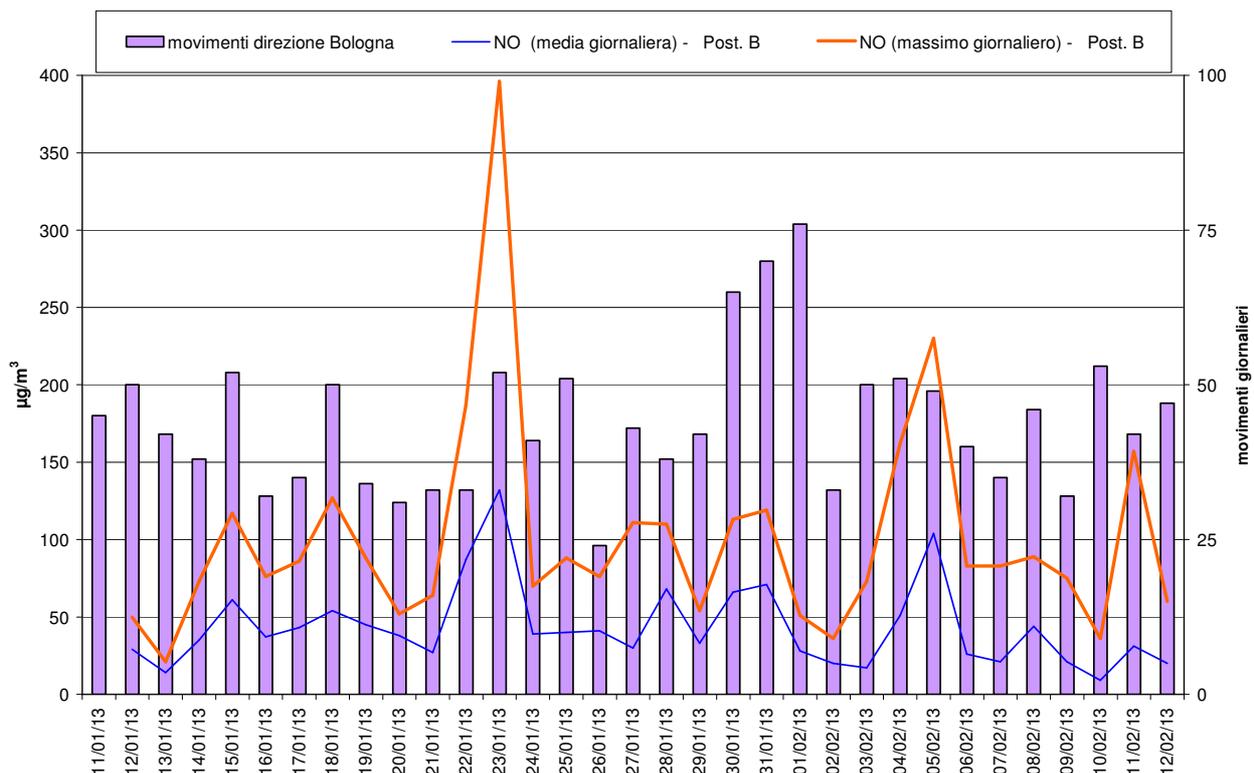


Gli andamenti delle concentrazioni di NO (massimi e medie) delle postazioni A e B sono stati messi a confronto con i dati di traffico aereo forniti dalla società aeroportuale, suddivisi tra movimenti totali, per quanto concerne la Post. A e movimenti in direzione Bologna (decolli e atterraggi) per la Post. B (Fig. 5.2.3 e 5.2.4).

**Figura 5.2.3 - Movimenti totali e andamento dell'ossido di azoto nella postazione A**

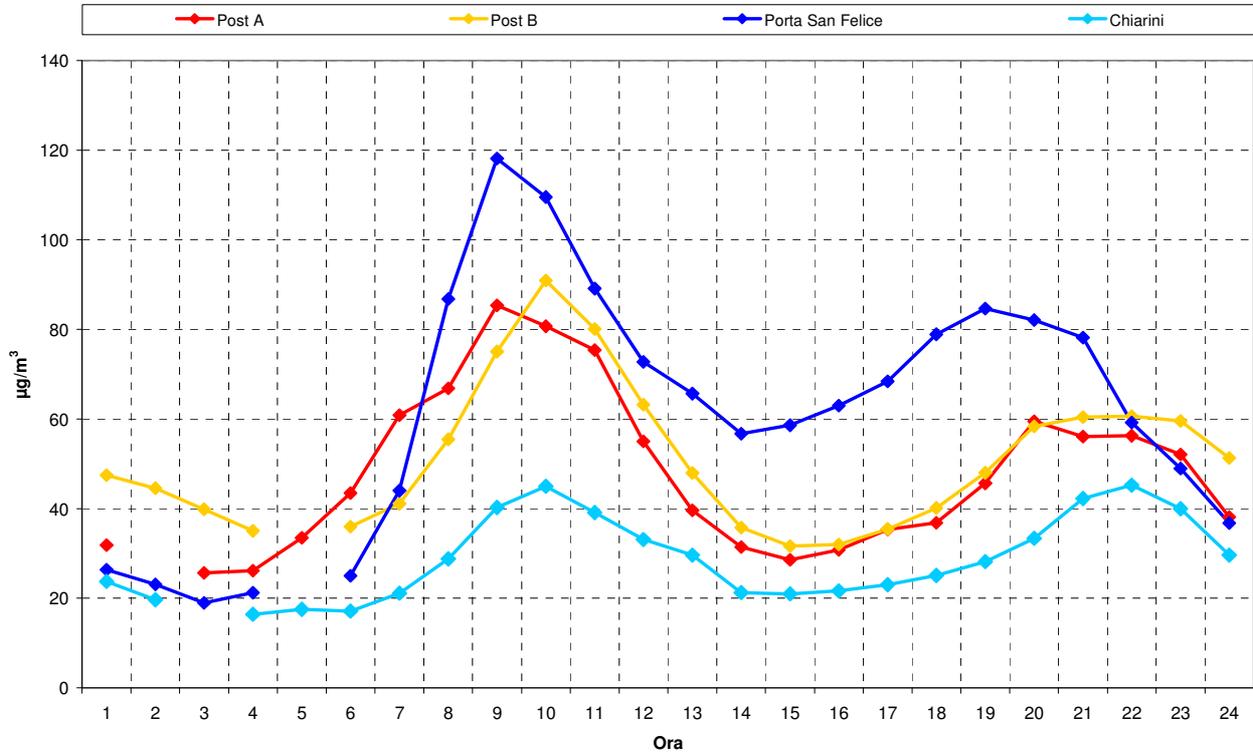


**Figura 5.2.4 - Movimenti su Bologna e andamento dell'ossido di azoto nella postazione B**

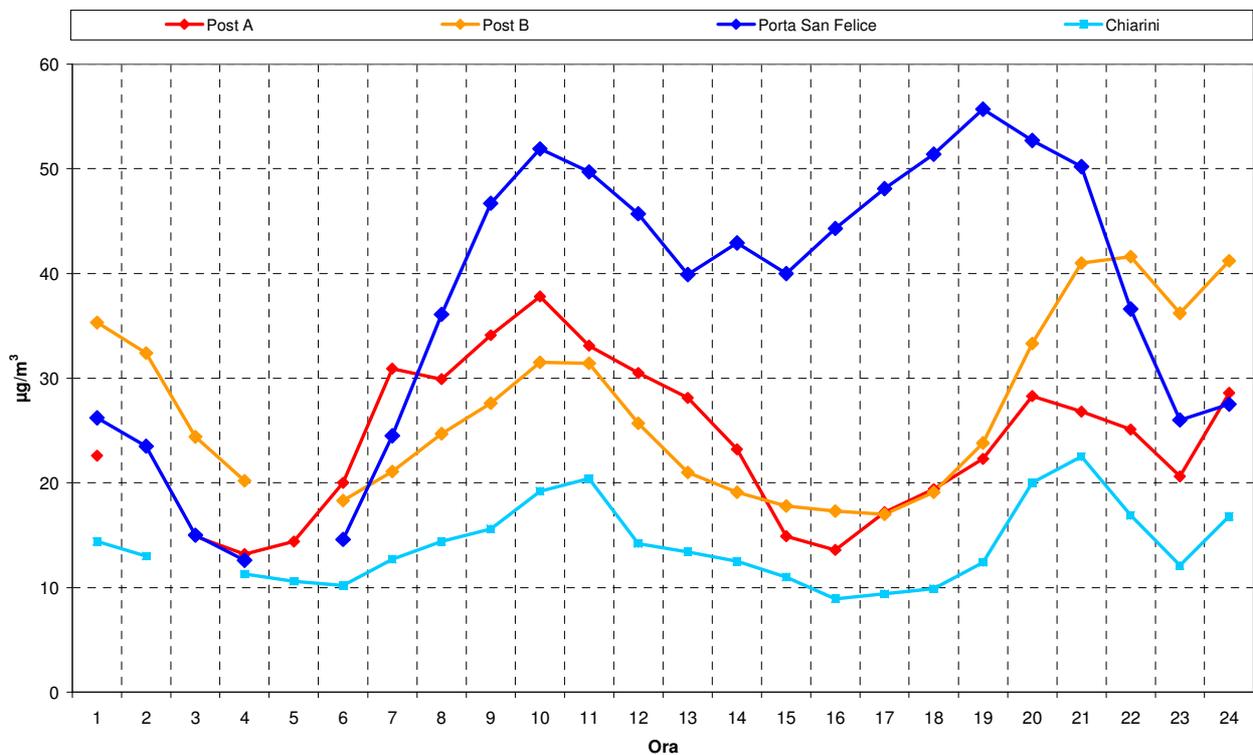


I “giorni tipo” rappresentano le medie di tutti i valori misurati in corrispondenza di ciascun orario durante l'intero periodo di monitoraggio. Per distinguere l'effetto del traffico veicolare urbano il fine settimana è stato considerato separatamente rispetto ai giorni da lunedì a venerdì (Fig. 5.2.5 e 5.2.6).

**Figura 5.2.5 - NO: giorno tipo lunedì - venerdì ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**



**Figura 5.2.6 - NO: giorno tipo sabato - domenica ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**



La rappresentazione del giorno tipo offre la possibilità di una analisi più chiara della situazione che si presenta nei vari siti di monitoraggio.

E' ben visibile per tutte le postazioni, soprattutto nel grafico lunedì - venerdì, il tipico andamento degli ossidi di azoto con i due massimi più o meno pronunciati corrispondenti agli orari in cui il traffico stradale è più intenso.

Si nota come l'andamento di Porta San Felice sovrasti quello delle altre postazioni e via Chiarini presenti valori tipici di un fondo suburbano, mentre le postazioni A e B si trovano in una posizione intermedia.

E' interessante osservare come gli andamenti delle Post. A e B nelle giornate da lunedì a venerdì non siano molto diversi tra loro.

La curva del giorno tipo sia feriale che del fine settimana della post. A presenta uno "scalino" in corrispondenza delle ore 7:00, non presente nelle altre postazioni.

La tabella 5.2.2 riporta i valori orari di NO<sub>2</sub> minimo, massimo e medio sul periodo, rilevati presso le postazioni di misura e le stazioni di riferimento della RRQA.

**Tabella 5.2.2 - NO<sub>2</sub>, valori orari minimi, medi e massimi sul periodo (µg/m<sup>3</sup>)**

	Periodo misure	Numero valori orari	Valore minimo	Valore medio	Valore massimo
<b>Pos. A</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	709	12	56	115
<b>Pos. B</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	746	< 12	38	99
<b>Porta S. Felice</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	759	22	66	142
<b>Via Chiarini</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	759	< 12	35	65

Nelle pagine successive sono indicati in grafico gli andamenti dei valori medi e massimi giornalieri di NO<sub>2</sub>, come pure gli andamenti dei giorni tipo (Fig. da 5.2.7 a 5.2.11).

Per quanto riguarda i valori medi giornalieri si osserva, sia in tabella ma soprattutto guardando il grafico con l'andamento giornaliero, la separazione tra due gruppi: le postazioni di Porta San Felice e la Post. A al disopra delle altre, con la prima sempre sovrastante, e la postazione di Via Chiarini e la Post. B al disotto con un andamento spesso sovrapponibile.

Per quanto concerne i massimi giornalieri di NO<sub>2</sub>, l'analisi è pressoché la medesima, tuttavia presso la post. B si registrano in corrispondenza dei principali massimi della Post. A e di Porta San Felice dei picchi di concentrazione, che si staccano decisamente dall'andamento di fondo della stazione di via Chiarini.

Presso nessuna delle postazioni di misura durante il periodo di monitoraggio è mai stato raggiunto il valore limite orario, pari a 200 µg/m<sup>3</sup>, previsto dalla normativa.

Figura 5.2.7 - NO<sub>2</sub>: andamento valori medi giornalieri (µg/m<sup>3</sup>)

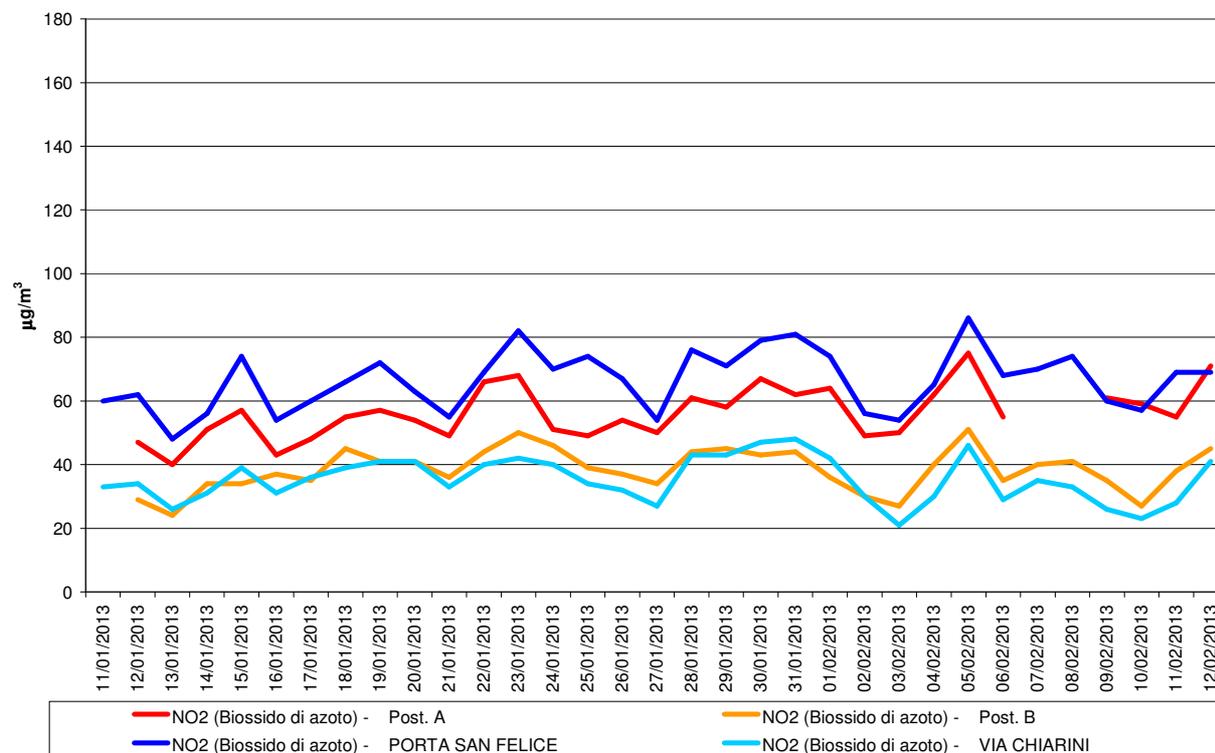
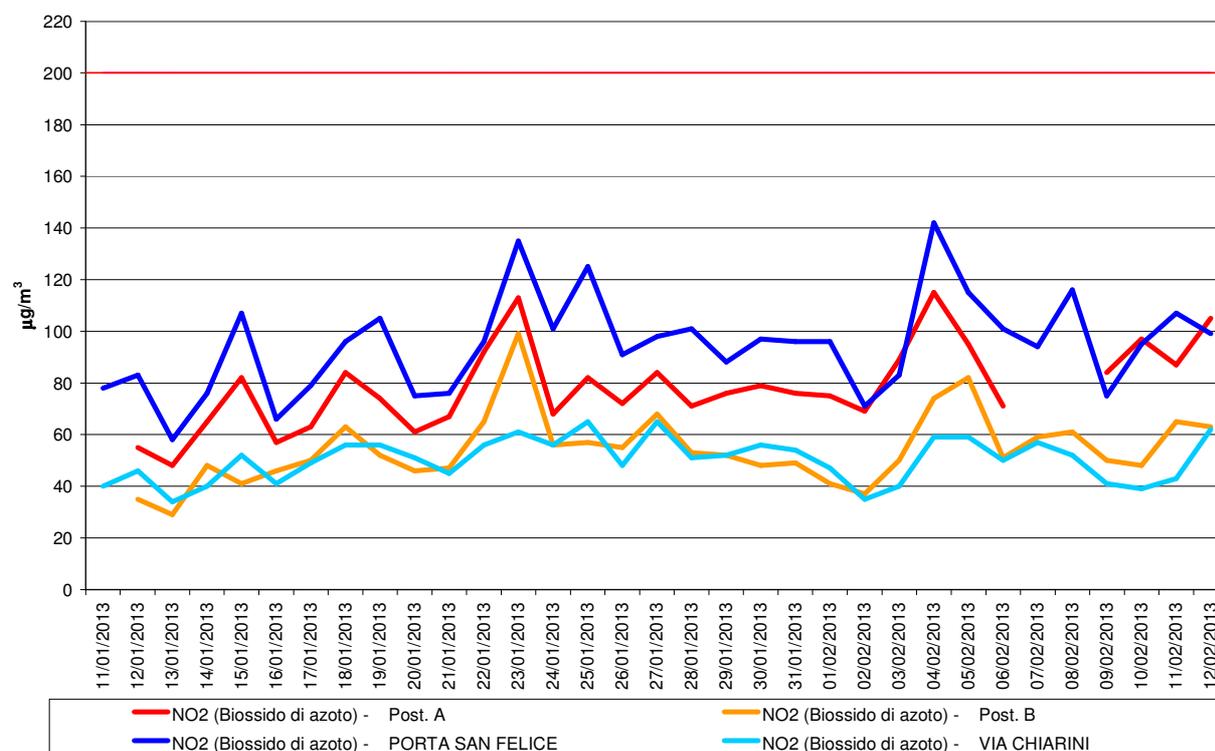
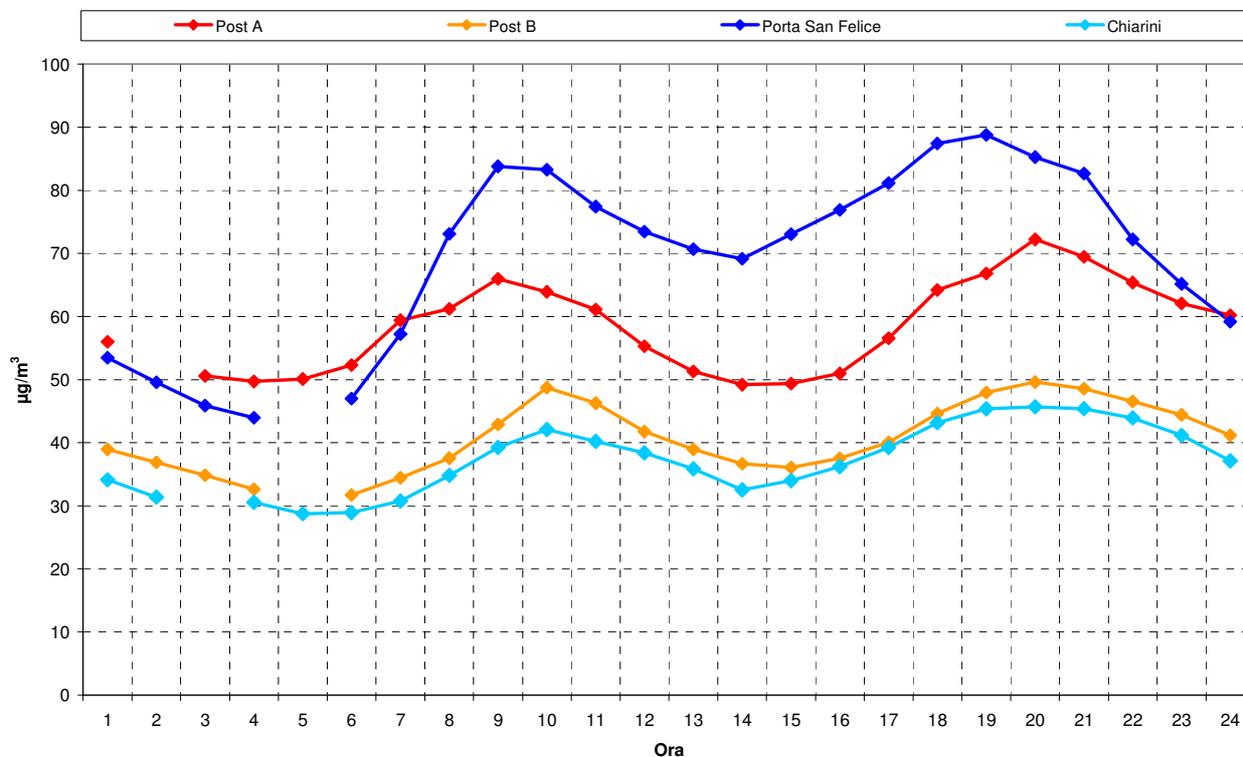


Figura 5.2.8 - NO<sub>2</sub>: andamento valori massimi orari giornalieri (µg/m<sup>3</sup>)

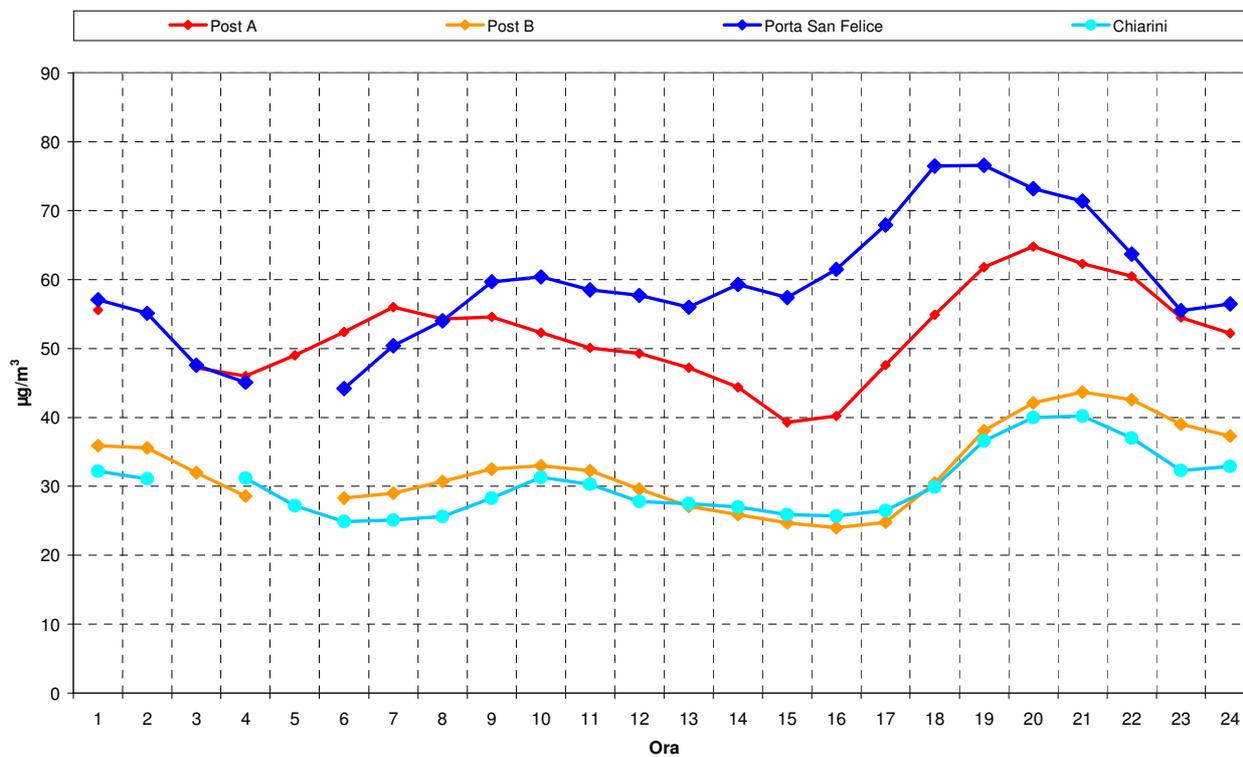


Per quanto riguarda il giorno tipo, anche in questo caso sono stati divisi i giorni feriali dai fine settimana (Fig. 5.2.9 e 5.2.10).

**Figura 5.2.9 - NO<sub>2</sub>: giorno tipo lunedì - venerdì (µg/m<sup>3</sup>)**



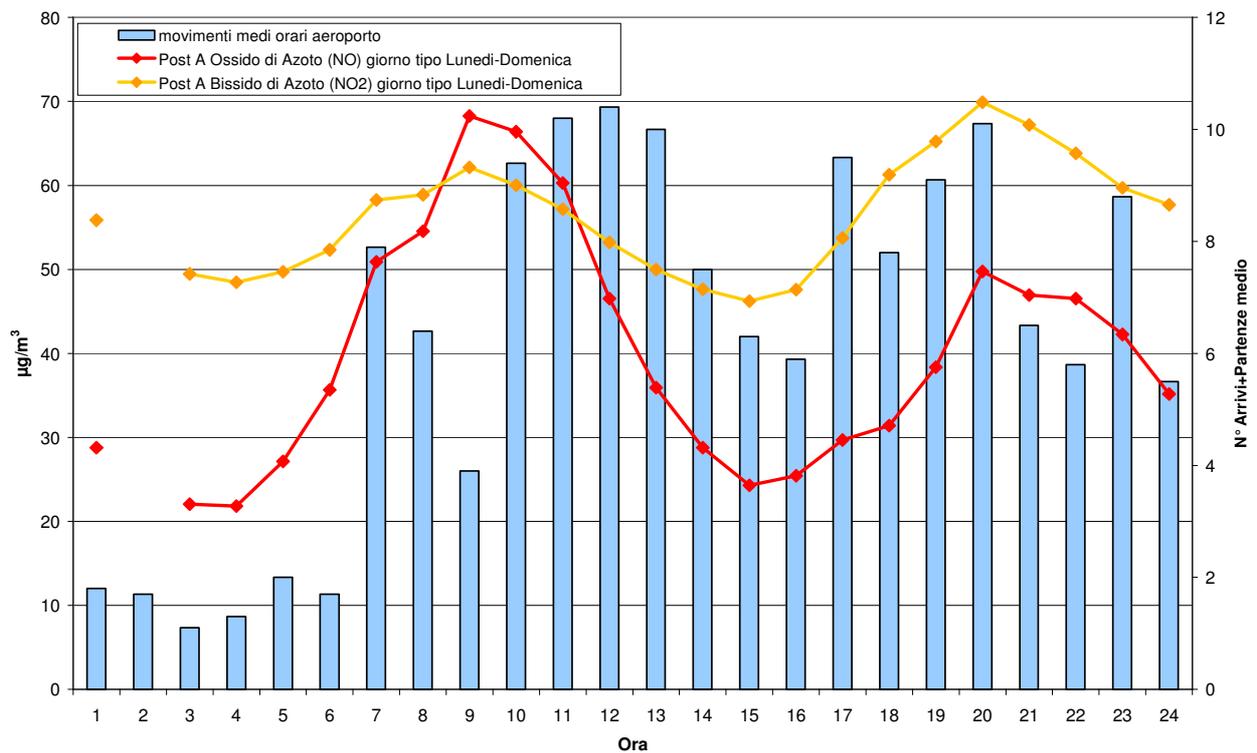
**Figura 5.2.10 - NO<sub>2</sub>: giorno tipo sabato - domenica (µg/m<sup>3</sup>)**



In questo caso l'andamento delle curve tipo di via Chiarini e della post. B sono appaiati e vicini mentre la post. A sembra più in linea con Porta San Felice anche se attestata su valori inferiori. Permane il "gradino" peculiare della Post. A alle 7:00 del mattino già osservato per NO.

Infine, nel prossimo grafico (fig. 5.2.11) vengono messi a confronto gli andamenti del giorno tipo di tutta la settimana dal lunedì alla domenica per l'NO e l'NO<sub>2</sub> con il numero di movimenti medi orari forniti dalla società aeroportuale.

**Figura 5.2.11 – NO/NO<sub>2</sub>(µg/m<sup>3</sup>): giorno tipo Lunedì-Domenica e movimenti medi**



Da questo grafico è possibile osservare come il "gradino" delle ore 7:00 presente sia per NO che per NO<sub>2</sub> sia probabilmente dovuto alla ripresa delle attività giornaliere aeroportuali e che costituisca, per gli ossidi di azoto, l'unico segnale sovrastante l'intensità emissiva di altre fonti quali autostrada, tangenziale e traffico veicolare all'interno dell'area urbana.

Le medie ed i valori massimi giornalieri di NO ed NO<sub>2</sub> sono riportati in tabelle poste in allegato.

### 5.3. - Materiale particolato PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub>

Nella tabella 5.3.1 vengono riassunti i risultati delle misurazioni di PM<sub>10</sub> nelle postazioni A e B, posti a confronto con quelli contemporaneamente ottenuti presso le stazioni della RRQA.

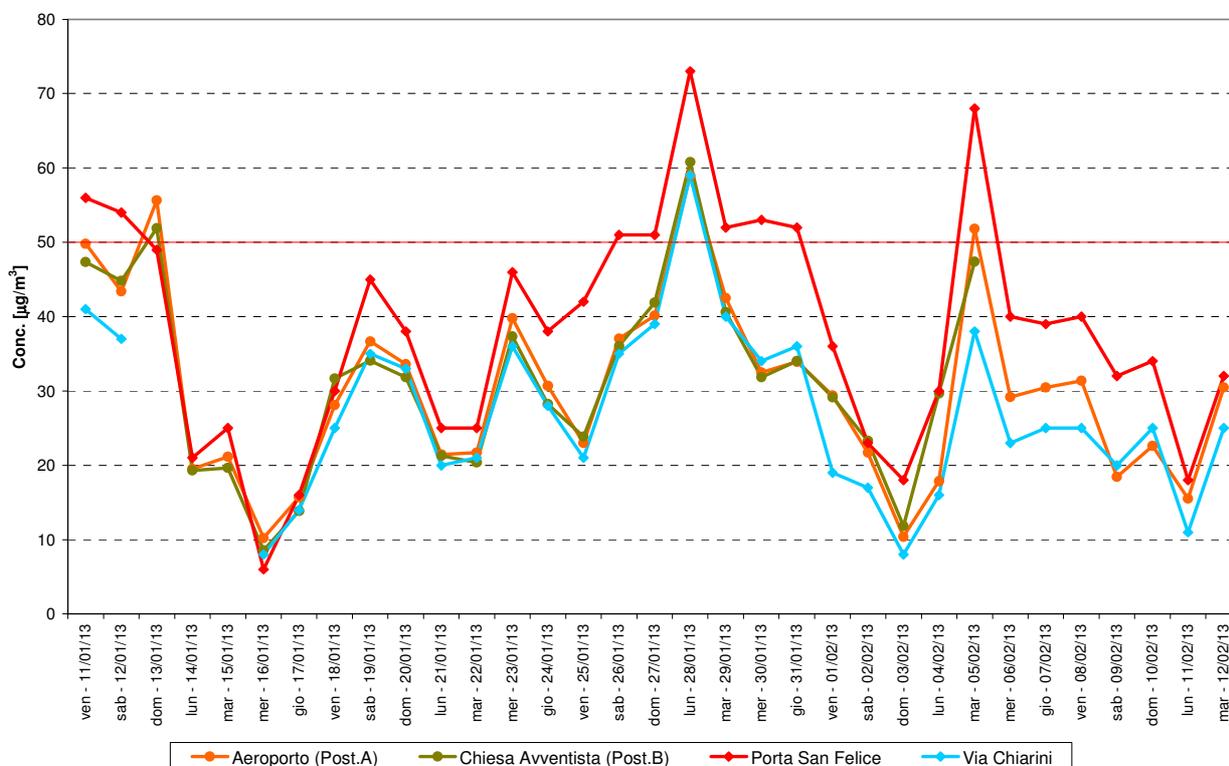
Nell'ultima colonna si riportano a comparazione i numeri di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> nel periodo di monitoraggio.

**Tabella 5.3.1 - PM<sub>10</sub>, indici sui valori giornalieri sul periodo (µg/m<sup>3</sup>)**

	Periodo misure	Numero valori giornalieri	Valore minimo	Valore medio	Valore massimo	Numero superamenti
<b>Pos. A</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	33	10	30	59	3
<b>Pos. B</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	26	9	32	61	2
<b>Porta S. Felice</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	33	6	38	73	9
<b>Via Chiarini</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	30	8	27	59	1

Il grafico di Fig 5.3.1 evidenzia invece gli andamenti dei valori giornalieri durante la campagna di monitoraggio.

**Figura 5.3.1 - PM<sub>10</sub>, andamento valori giornalieri sul periodo (µg/m<sup>3</sup>)**



Si nota come gli andamenti delle diverse postazioni di misura appaiano molto simili tra loro, ma la curva delle concentrazioni di Porta San Felice sia quasi sempre sovrastante le altre.

Anche dalla tabella riassuntiva emerge una maggior criticità della stazione da traffico rispetto alla postazione in aeroporto.

A differenza di NO ed NO<sub>2</sub>, gli andamenti del PM<sub>10</sub> non presentano la marcata periodicità settimanale, cioè non vi sono sistematiche variazioni delle medie giornaliere di sabato o di domenica.

Nella tabella 5.3.2 sono riportati i risultati delle misurazioni di PM<sub>2.5</sub>, posti a confronto con quelli registrati contemporaneamente dalla stazione di Porta San Felice, l'unica tra quelle considerate a rilevare questo parametro.

**Tabella 5.3.2 - PM<sub>2.5</sub>, indici sui valori giornalieri sul periodo (µg/m<sup>3</sup>)**

	<b>Periodo misure</b>	<b>Numero valori giornalieri</b>	<b>Valore minimo</b>	<b>Valore medio</b>	<b>Valore massimo</b>
<b>Pos. A</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	<b>33</b>	7	24	55
<b>Pos. B</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	<b>33</b>	7	23	54
<b>Porta S. Felice</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	<b>33</b>	5	25	59

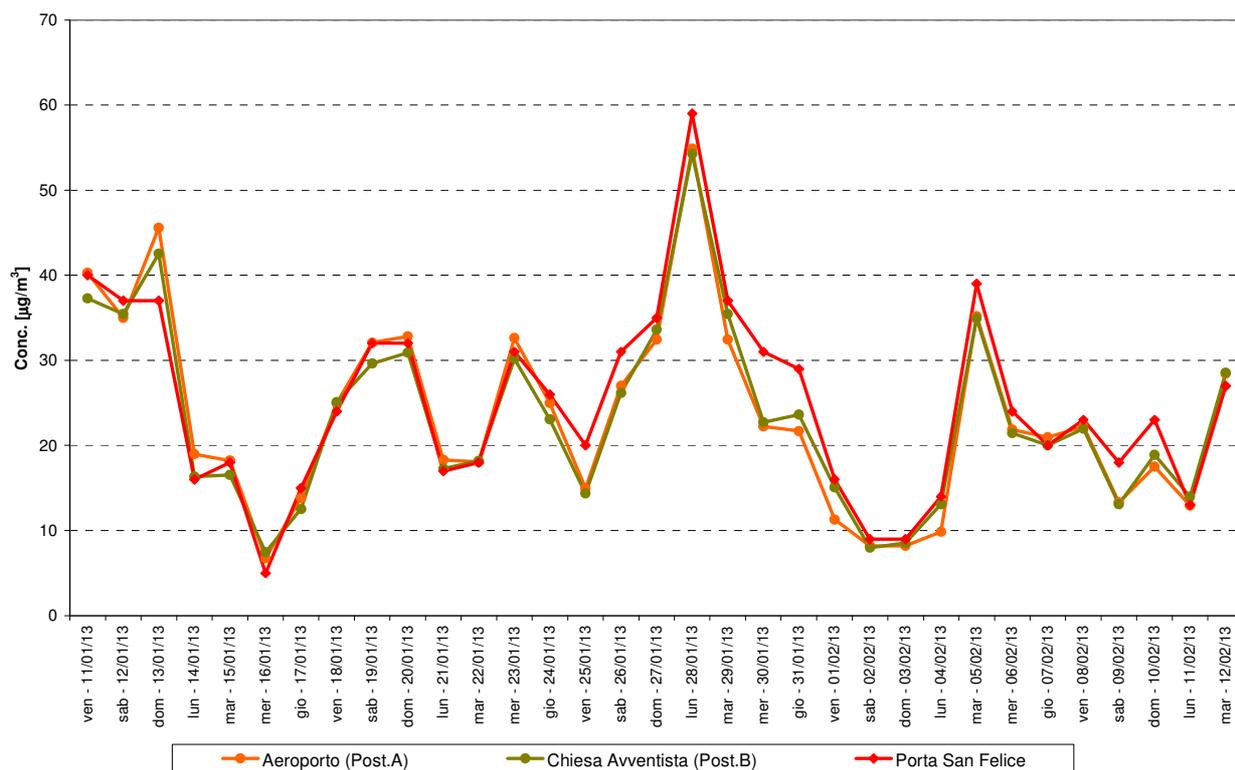
In questo caso sia i valori riassuntivi della tabella che gli andamenti delle medie giornaliere, mostrati dal grafico di Fig 5.3.2, sono estremamente vicini tra loro, più di quanto non avvenga per il PM<sub>10</sub>. Ciò è caratteristico della distribuzione del materiale particolato, che risulta tanto più omogeneamente distribuito sul territorio quanto minore è il diametro aerodinamico considerato. In linea di massima gli andamenti di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> sono simili, sebbene leggermente intervallati tra loro.

Nei grafici seguenti (Fig.re da 5.3.3 a 5.3.5) viene proposto un confronto tra le concentrazioni di particolato nelle postazioni di monitoraggio e le condizioni meteo.

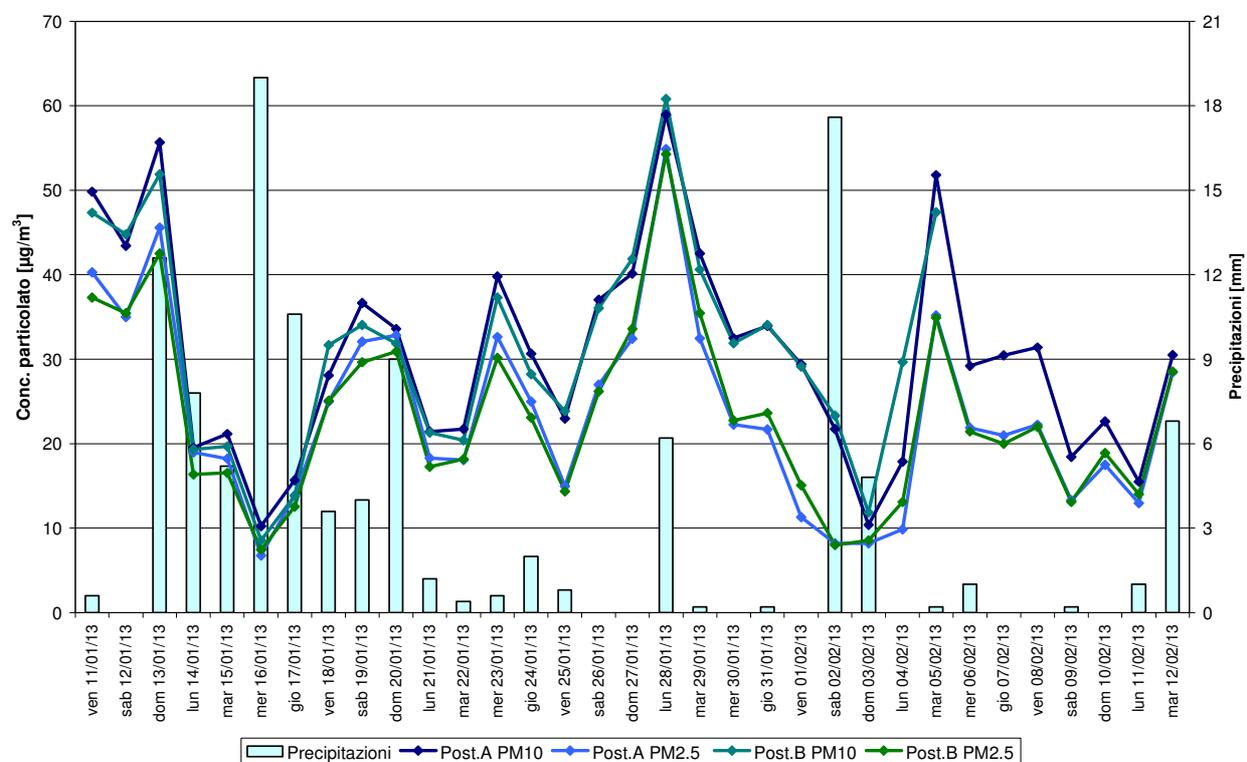
In questo caso si nota una correlazione tra la diminuzione delle concentrazioni e gli eventi piovosi più intensi. Analoga e probabilmente complementare correlazione si ha quando l'intensità della ventilazione media giornaliera supera i 2,5 m/s.

I singoli valori giornalieri di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> sono riportati in tabella posta in allegato.

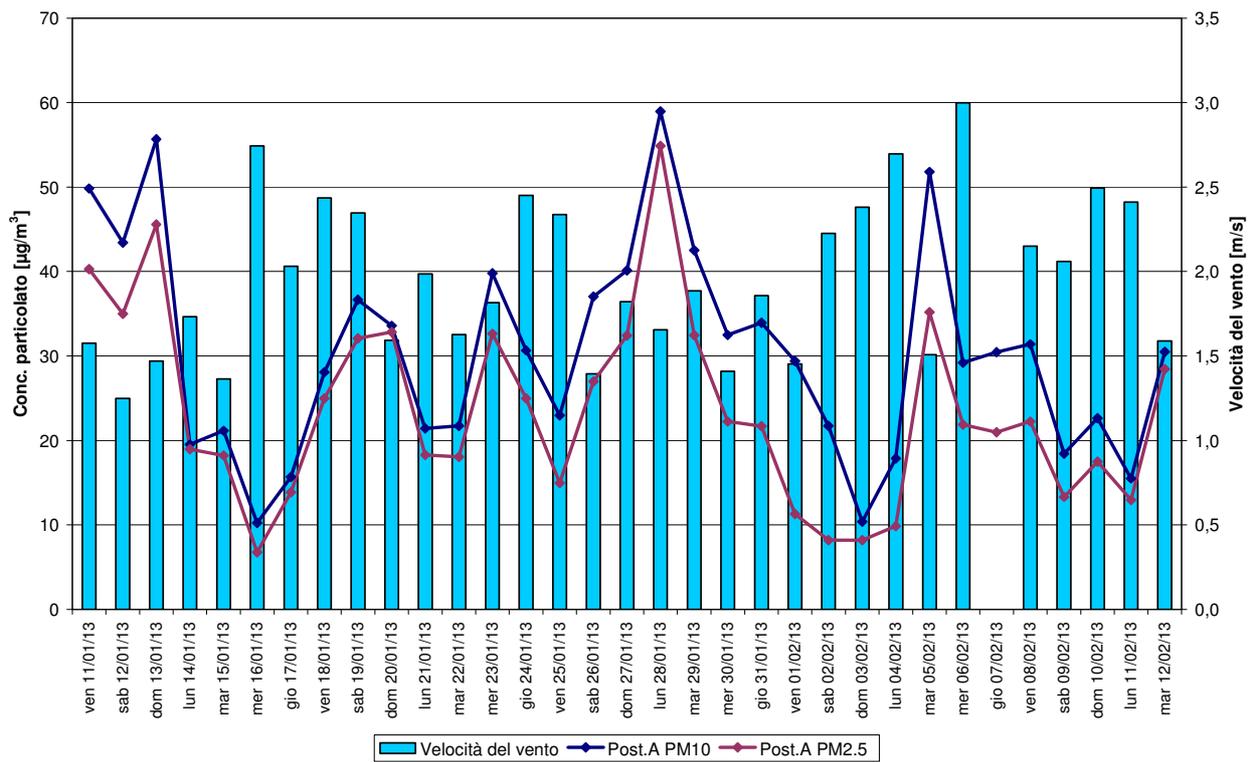
**Figura 5.3.2 - PM<sub>2,5</sub>, andamento valori giornalieri sul periodo (µg/m<sup>3</sup>)**



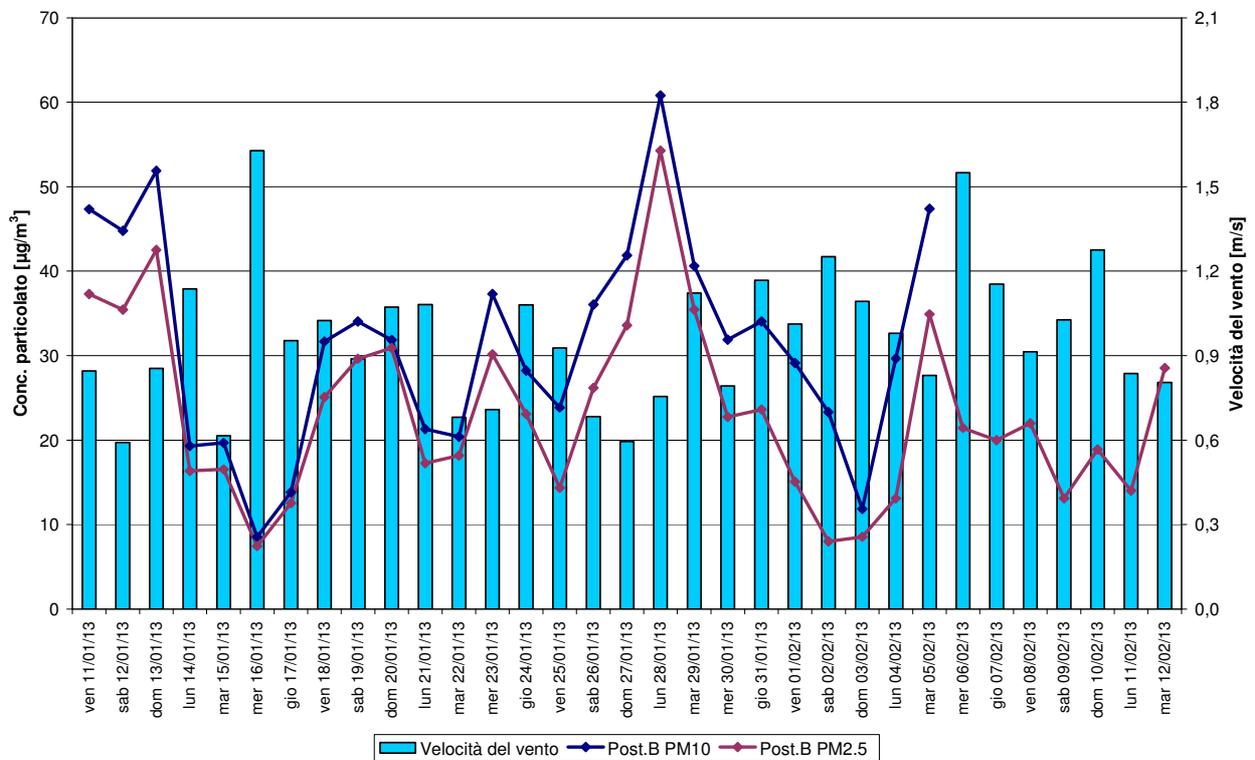
**Figura 5.3.3 - Confronto tra concentrazioni di PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub> e precipitazioni**



**Figura 5.3.4 – Pos. A: confronto tra concentrazioni di PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub> e intensità media del vento**



**Figura 5.3.5 – Pos. B: confronto tra concentrazioni di PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub> e intensità media del vento**



Nella tabella 5.3.3 vengono posti a confronto i rapporti tra le concentrazioni di  $PM_{2.5}$  e  $PM_{10}$ .

**Tabella 5.3.3 - Rapporto  $PM_{2.5}/PM_{10}$  (percentuale)**

	<b>Periodo misure</b>	<b>Numero valori giornalieri</b>	<b>Valore minimo</b>	<b>Valore medio</b>	<b>Valore massimo</b>
<b>Pos. A</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	<b>33</b>	37,8%	76,6%	97,7%
<b>Pos. B</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	<b>26</b>	34,3%	76,5%	97,0%
<b>Porta S. Felice</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	<b>33</b>	39,1%	66,1%	93,8%

Il rapporto di concentrazione medio è molto simile nelle postazioni A e B e leggermente inferiore nella stazione da traffico di Porta San Felice.

Questo potrebbe indicare una somiglianza nell'origine del particolato tra le Post. A e B, ed una specificità della stazione di Porta San Felice dovuta verosimilmente ad una componente di risollevarimento del particolato da parte del traffico veicolare.

#### 5.4. - I.P.A. (Idrocarburi Policiclici Aromatici)

Gli IPA sono stati determinati sulla frazione PM<sub>10</sub> del particolato, come stabilito dalla normativa. Sono stati considerati i composti che, per la loro limitata volatilità, sono presenti prevalentemente in fase condensata. I filtri sono stati raggruppati in campioni rappresentativi di periodi omogenei, essendo la campagna condotta a cavallo di due mesi.

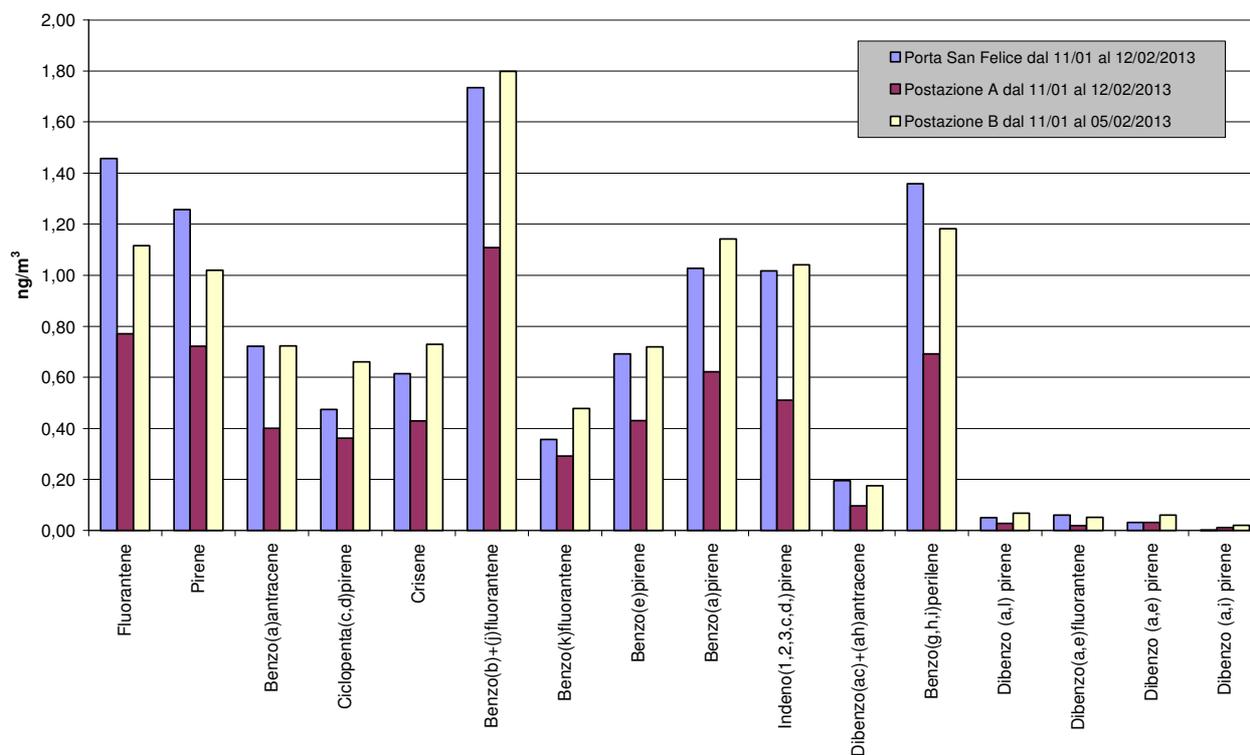
Le concentrazioni misurate presso le postazioni A e B sono state poste a confronto con quelle rilevate, con le stesse modalità, sul PM<sub>10</sub> campionato nella stazione da traffico di Porta San Felice. Le medie ottenute sull'intero periodo di monitoraggio per ogni parametro considerato sono riassunte nella tabella 5.4.1. Come indice della presenza complessiva di IPA viene riportata anche la somma delle concentrazioni di tutti i composti presi in esame.

**Tabella 5.4.1 - Concentrazioni medie IPA sul periodo (ng/m<sup>3</sup>)**

	<b>Post. A periodo misure: 11/01 - 12/02/2013</b>	<b>Post. B periodo misure: 11/01 - 05/02/2013</b>	<b>Porta San Felice periodo misure: 11/01 - 12/02/2013</b>
Fluorantene	0,7710	1,1162	1,4567
Pirene	0,7226	1,0194	1,2573
Benzo(a)antracene	0,4004	0,7229	0,7220
Ciclopenta(c,d)pirene	0,3616	0,6610	0,4747
Crisene	0,4293	0,7298	0,6141
Benzo(b)+(j)fluorantene	1,1083	1,7977	1,7349
Benzo(k)fluorantene	0,2921	0,4781	0,3573
Benzo(e)pirene	0,4304	0,7190	0,6921
Benzo(a)pirene	0,6212	1,1421	1,0270
Indeno(1,2,3,c,d)pirene	0,5104	1,0409	1,0167
Dibenzo(ac)+(ah)antracene	0,0974	0,1753	0,1957
Benzo(g,h,i)perilene	0,6921	1,1811	1,3586
Dibenzo(a,l)pirene	0,0280	0,0682	0,0506
Dibenzo(a,e)fluorantene	0,0193	0,0517	0,0613
Dibenzo(a,e)pirene	0,0314	0,0598	0,0318
Dibenzo(a,i)pirene	0,0113	0,0203	0,0015
Dibenzo(a,h)pirene	<0,0003	<0,0003	<0,0003
<b>TOTALE somma concentrazioni</b>	<b>8,3012</b>	<b>13,1299</b>	<b>9,6121</b>

I dati vengono visualizzati anche nel grafico di Fig 5.4.1, dal quale viene omissa l'ultimo composto elencato in tabella (Dibenzo(a,h)pirene), in quanto assente o presente in misura irrilevante.

Figura 5.4.1 - Concentrazioni medie IPA sul periodo (ng/m<sup>3</sup>)



Nonostante la variabilità delle concentrazioni si riscontra che la postazione di Porta San Felice e la Post. B hanno registrato valori più elevati rispetto alla Post. A per tutti i composti in esame.

Il benzo(a)pirene è l'unico degli IPA per il quale la normativa abbia posto un limite, stabilendo che la concentrazione media annua debba essere inferiore a 1 ng/m<sup>3</sup>. Si può notare come la concentrazione media sull'intera campagna risulti superiore al limite sia a Porta San Felice che nella Post. B, mentre risulta al di sotto per la Post. A. Va tuttavia sottolineato che il confronto con il limite va inteso come puramente indicativo, e non se ne possono estrapolare conclusioni in merito al superamento o meno del valore limite annuale.

## 5.6. - Ozono O<sub>3</sub>

L'ozono che si forma a seguito di processi antropici nei bassi strati della troposfera è considerato un inquinante "secondario", cioè non emesso direttamente da veicoli, aeromobili, caldaie o attività produttive, ma derivato dalle reazioni chimiche indotte dalla radiazione solare sugli inquinanti primari. La presenza di tale inquinante dipende fortemente dalla stagionalità, ovvero ci si attende una maggior produzione nei mesi estivi più caldi e una bassa concentrazione nei mesi invernali. I risultati ottenuti nel corso della campagna di monitoraggio sono riassunti nella tabella 5.6.1. I dati rilevati dai due laboratori mobili sono posti a confronto con quelli registrati dalla stazione RRQA di Via Chiarini, l'unica tra quelle fin qui considerate utilizzabile per questo genere di misurazione.

**Tabella 5.6.1 - O<sub>3</sub>, valori orari minimi, medi e massimi sul periodo (µg/m<sup>3</sup>)**

	Periodo misure	Numero valori orari	Valore minimo	Valore medio	Valore massimo
<b>Pos. A</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	<b>699</b>	< 10	11	74
<b>Pos. B</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	<b>729</b>	< 10	13	40
<b>Via Chiarini</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	<b>736</b>	< 10	12	68

I valori esposti in tabella sono ampiamente al di sotto dei limiti normativi previsti per questo inquinante.

Nelle pagine seguenti sono riportati in grafico gli andamenti dei valori medi e massimi giornalieri, come pure l'andamento del giorno tipo (Fig da 5.6.1 a 5.6.3). Per quanto concerne il giorno tipo, è stata fatta una correlazione grafica con l'andamento della radiazione solare nella media del periodo.

I grafici evidenziano un andamento simile per la postazione A e la stazione di Via Chiarini, mentre il dato della postazione B collocata in ambito urbano è quasi sempre inferiore agli altri.

Figura 5.6.1 - O<sub>3</sub>: andamento valori medi giornalieri (µg/m<sup>3</sup>)

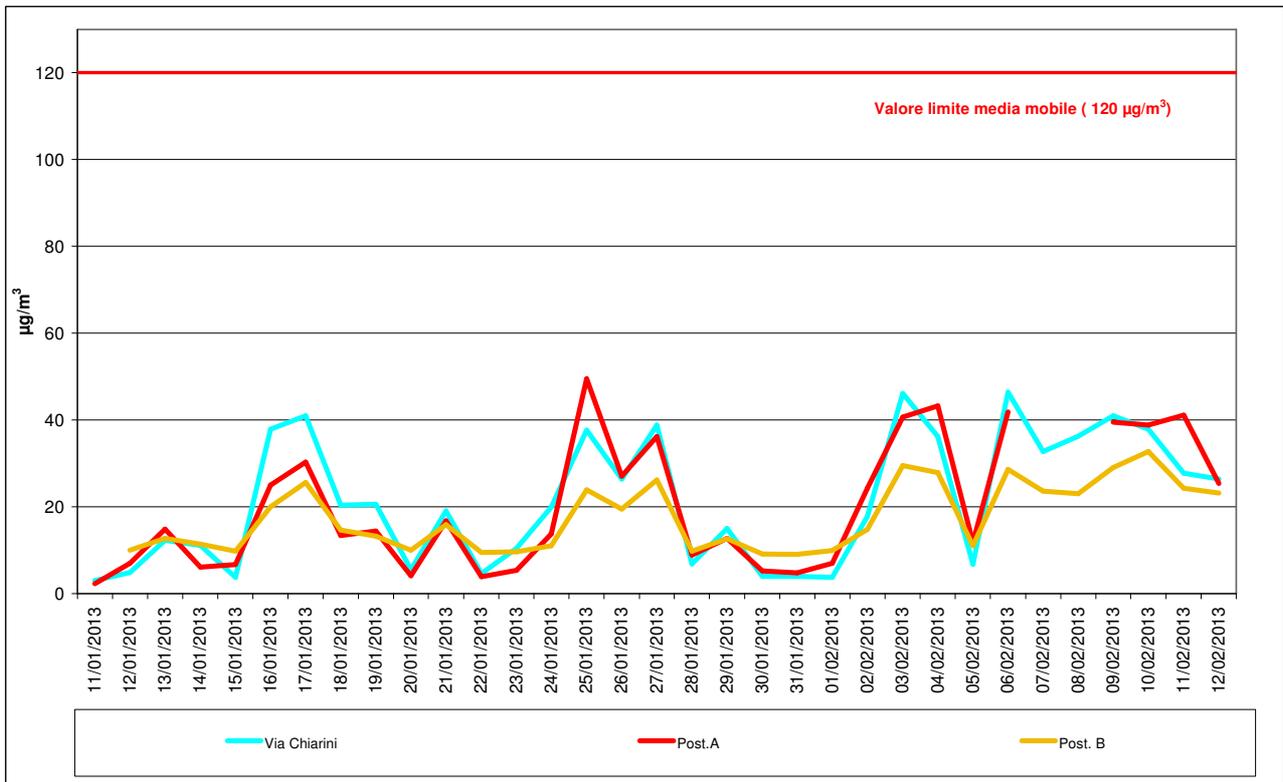
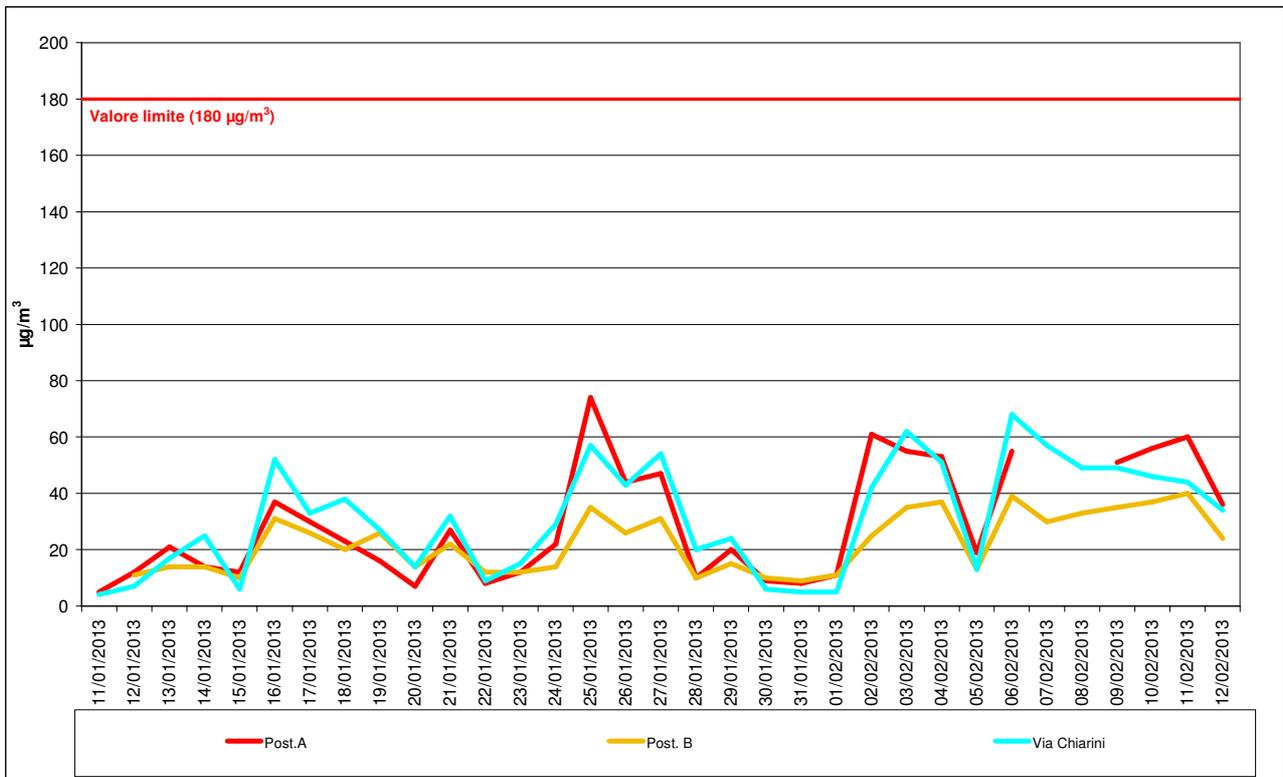
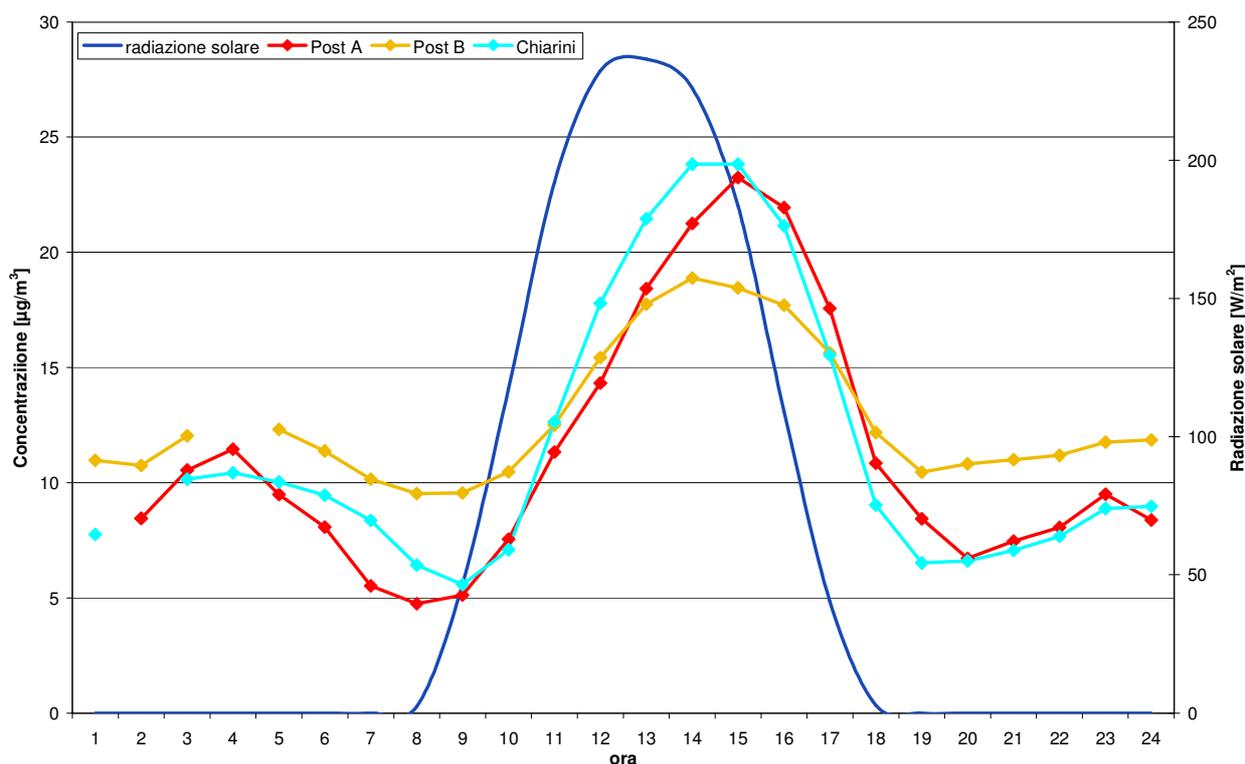


Figura 5.6.2 - O<sub>3</sub>: andamento valori massimi giornalieri (µg/m<sup>3</sup>)



**Figura 5.6.3 - O<sub>3</sub>: giorno tipo Lunedì-Domenica e radiazione solare**



Nonostante le basse concentrazioni del periodo, presso tutte e tre le postazioni l'andamento del giorno tipo è in linea di massima quello caratteristico "a campana", con il massimo posto nelle prime ore del pomeriggio, dopo che il culmine dell'intensità della radiazione solare ha avuto modo di produrre ozono con maggiore rapidità rispetto alle altre fasi della giornata.

I valori medi e massimi giornalieri sono riportati in tabella in allegato.

### 5.7. - Monossido di Carbonio CO

Il monossido di carbonio è stato misurato con la strumentazione a disposizione presso la Post. B e confrontato con la stazione da traffico di Porta San Felice. Durante l'intera campagna di monitoraggio sia presso la Post. B che presso Porta San Felice sono stati registrati molto inferiori al limite normativo. I dati riepilogati sono esposti nella successiva tabella 5.7.1.

**Tabella 5.7.1 - CO, valori orari minimi, medi e massimi sul periodo (mg/m<sup>3</sup>)**

	Periodo misure	Numero valori orari	Valore minimo	Valore medio	Valore massimo
<b>Pos. B</b>	11/01 - 12/02/2013	723	< 0.6	< 0.6	1.1
<b>Porta San Felice</b>	11/01 - 12/02/2013	735	< 0.6	0.8	2.0

## 5.8. - Benzene C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Il benzene è stato misurato mediante analizzatori automatici, posizionati nella postazione A e nella stazione RRQA di Porta San Felice. I risultati sono descritti dal grafico di Fig. 5.8.1.

**Figura 5.8.1 - Concentrazioni medie giornaliere benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**



I valori minimi, medi e massimi sull'intera campagna di monitoraggio sono invece riportati nella tabella 5.8.1.

**Tabella 5.8.1 - Benzene, valori minimi, medi e massimi sul periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

	Periodo misure	Numero valori giornalieri	Valore minimo	Valore medio	Valore massimo
<b>Pos. A</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	<b>32</b>	0,8	1,7	3,0
<b>Porta San Felice</b>	<b>11/01 - 12/02/2013</b>	<b>33</b>	1,3	2,4	3,5

Il limite posto dalla normativa per il benzene riguarda la concentrazione media annuale, ed è pari a  $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pur essendo improprio un confronto con tale limite, utilizzandolo a livello puramente indicativo come riferimento si può notare come tutte le medie giornaliere siano risultate inferiori ad esso, nonostante in area urbana si raggiungano le concentrazioni più elevate durante i mesi invernali, come appunto quelli di svolgimento della presente campagna di monitoraggio.

E' comunque importante rilevare come i dati raccolti, evidenzino una concentrazione a Porta San Felice sempre superiore a quella della postazione A, anche se con un andamento simile.

I risultati dettagliati delle misurazioni sono riportati in tabella in allegato.

## 6. - CONCLUSIONI

Considerando tutti gli elementi sopra esposti si possono trarre le seguenti conclusioni.

### 6.1. - OSSIDI DI AZOTO NO-NO<sub>2</sub>

Dagli andamenti invernali dei giorni tipo per questo inquinante risulta sostanzialmente come il contributo delle attività aeroportuali monitorate dalla Post. A risulti ininfluente rispetto a quelli derivanti dall'infrastruttura tangenziale/autostrada e dal vicino centro urbano di Bologna.

Alcune apprezzabili differenze si possono riscontrare nei fine settimana, in cui l'andamento sembra più caratteristico, in particolare alle ore 7:00 in corrispondenza della ripresa delle attività aeroportuali.

Dal punto di vista della criticità ambientale, presso l'aeroporto si presentano concentrazioni di ossidi di azoto prossime a quelle caratteristiche di aree urbane ad elevata intensità di traffico, e nettamente superiori a quelle tipiche di un inquinamento di fondo urbano, rilevabile in aree non direttamente interessate da emissioni consistenti.

Presso la Post. B (Chiesa Avventista), la situazione appare diversa e anche se in alcune giornate si hanno valori massimi di concentrazioni di NO/NO<sub>2</sub> paragonabili a quelli misurati in aree urbane con traffico intenso, mediamente si registrano valori simili a quelli di un'area di fondo urbano. L'andamento delle concentrazioni non evidenzia una correlazione con quello del traffico aereo su quest'area.

Durante la campagna di monitoraggio non ci sono stati superamenti del limite massimo giornaliero per NO<sub>2</sub> in nessuna delle due postazioni di misura. Considerando invece l'entità delle medie sul periodo e le rispettive proporzioni rispetto alla corrispondente media di Porta San Felice, il superamento del valore limite annuo di 40 µg/m<sup>3</sup> appare verosimile presso la postazione A, ma scarsamente probabile presso la postazione B. Analoghe conclusioni erano state raggiunte anche nel corso della precedente campagna estiva del 2011.

### 6.2. - PARTICOLATO PM<sub>10</sub> E PM<sub>2,5</sub>

Per quanto riguarda il particolato PM<sub>10</sub> le concentrazioni di Porta San Felice sono, su tutto il periodo della campagna, quasi sempre superiori alle altre postazioni che invece hanno andamenti simili tra loro.

Per il particolato PM<sub>2,5</sub> la situazione è leggermente diversa in quanto risulta distribuito in maniera più omogenea tra tutte le postazioni, a conferma del carattere maggiormente ubiquitario di tale inquinante.

Il rapporto percentuale tra le due granulometrie di particolato analizzato induce a supporre che presso la zona aeroportuale incida in maniera inferiore quella componente PM<sub>10</sub> presente nelle aree ad alto traffico, derivante dal risollevarsi di polveri già depositate oppure prodotta dall'usura di parti meccaniche e del manto stradale.

Il limite normativo giornaliero del  $PM_{10}$  di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  è stato superato 3 volte nel periodo di monitoraggio nella postazione dell'aeroporto, 2 volte presso la Chiesa Avventista e ben 9 volte presso la stazione di Porta San Felice, mentre presso la stazione di via Chiarini è stato superato solo una volta. Da queste informazioni non è possibile trarre conclusioni in merito al numero annuale di superamenti del limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , numero per il quale la normativa prevede un tetto di 35 nel corso dell'anno. Per quanto concerne invece il valore limite per la media annuale, poiché tale limite è stato sempre rispettato a partire dal 2008 presso la stazione da traffico di Porta San Felice, si può ragionevolmente supporre che lo stesso avvenga anche presso le Post. A e B.

Riguardo al  $PM_{2.5}$ , le medie sul periodo relative alle Post. A e B sono di poco inferiori a quella registrata a Porta San Felice, che a propria volta coincide con il valore obiettivo di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , fissato dal D.Lgs 155/2010 per il 2015. Considerando che i rilievi sono stati effettuati durante la stagione invernale, cioè nel periodo dell'anno in cui si registrano i valori più elevati, si può ragionevolmente ritenere che il valore obiettivo risulti rispettato sia presso la Post. A che presso la Post. B, esattamente come è avvenuto a Porta San Felice a partire dal 2008.

Le conclusioni raggiunte per  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$  durante questa campagna di rilievi sono concordi con quelle espresse a seguito della precedente campagna estiva del 2011.

### **6.3. - IPA**

I valori di IPA durante i mesi invernali sono decisamente superiori a quelli caratteristici della stagione estiva, poiché le temperature basse e la minore radiazione solare ne rallentano la volatilità e la degradazione.

Le concentrazioni mostrano una similitudine tra la postazione presso la Chiesa Avventista e la stazione di Porta San Felice, mentre il dato della postazione dell'aeroporto rimane al di sotto degli altri.

Il benzo(a)pirene è l'unico degli IPA per il quale la normativa abbia posto un limite, stabilendo che la concentrazione media annua debba essere inferiore a  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ . Tale limite non è direttamente applicabile ai risultati di una campagna di rilevamento della durata di circa un mese, ma può comunque costituire un riferimento nella valutazione dell'entità dei valori ottenuti. In quest'ottica si può notare come la media ottenuta sull'intera campagna di monitoraggio sia stata superiore al valore obiettivo sia presso la Post. B che presso Porta San Felice, e inferiore al limite presso la Post. A.

### **6.4. - OZONO**

Vista la stagionalità che contraddistingue questo inquinante tipico dei mesi estivi, non si sono registrate criticità nel periodo di monitoraggio.

Tutti i valori sono rimasti molto al di sotto dei limiti normativi.

## 6.5. - BENZENE

Il benzene è un inquinante caratteristico del traffico veicolare.

In area urbana si raggiungono le concentrazioni più elevate durante i mesi invernali come appunto quelli di svolgimento della presente campagna di monitoraggio.

I dati raccolti evidenziano una concentrazione a Porta San Felice sempre superiore a quella della postazione presso l'aeroporto, con un andamento correlato.

Poichè a Porta San Felice a partire dal 2008 la media annua è stata circa pari alla metà del valore limite ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), è ragionevole supporre che anche presso la Post. A lo stesso limite venga rispettato con ampio margine. Ciò conferma quanto già evidenziato dalla precedente campagna estiva del 2011.

Bologna, 17/06/2013

Il Tecnico

Dott. Marco Trepiccione

Il Responsabile Area S.O.  
Monitoraggio e Valutazione Aria

Dott. Andrea Mecati

## 7. - ALLEGATI

## Allegato 1 – Inquadramento normativo D.Lgs. n. 155/2010

Si riassume nella tabella sottostante l'attuale quadro normativo relativo agli inquinanti monitorati.

<b>CO</b>	<b>10 mg/m<sup>3</sup></b> : Valore limite <b>giornaliero</b> (media massima giornaliera su 8 ore)
<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>200 µg/m<sup>3</sup></b> : Valore limite <b>orario</b> - da non superarsi per più di <b>18</b> volte nell'anno
	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b> : Valore limite <b>annuale</b>
	<b>400 µg/m<sup>3</sup></b> : Soglia di allarme: da misurarsi su <b>3 ore consecutive</b>
<b>O<sub>3</sub></b>	<b>120 µg/m<sup>3</sup></b> : Valore obiettivo (media massima <b>giornaliera</b> su 8 ore) <b>annuale</b>
	<b>180 µg/m<sup>3</sup></b> : Soglia di informazione (media <b>oraria</b> )
	<b>240 µg/m<sup>3</sup></b> : Soglia di allarme (media di <b>1 ora per 3 consecutive</b> )
<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>50 µg/m<sup>3</sup></b> : Valore limite <b>giornaliero</b> – da non superarsi per più di <b>35</b> volte nell'anno
	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b> : Valore limite <b>annuale</b>
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	<b>26 µg/m<sup>3</sup></b> : Valore limite <b>annuale</b> + margine di tolleranza nel 2013
	<b>25 µg/m<sup>3</sup></b> : Valore limite <b>annuale</b> , da raggiungere al 01 Gennaio 2015
<b>B(a)P</b>	<b>1 ng/m<sup>3</sup></b> : Valore obiettivo, come media sull'anno civile

**Allegato 2 – NO: concentrazioni medie giornaliere**

<b>NO: concentrazioni medie giornaliere (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>				
<b>Data</b>	<b>Post. A</b>	<b>Post. B</b>	<b>Porta San Felice</b>	<b>Via Chiarini</b>
11/01/2013	n.d.	n.d.	67	38
12/01/2013	24	29	56	17
13/01/2013	17	14	26	8
14/01/2013	30	35	34	16
15/01/2013	64	61	101	42
16/01/2013	21	37	32	13
17/01/2013	25	43	46	15
18/01/2013	27	54	42	14
19/01/2013	32	45	66	25
20/01/2013	28	38	45	23
21/01/2013	25	27	28	15
22/01/2013	92	87	63	52
23/01/2013	109	132	126	59
24/01/2013	17	39	39	11
25/01/2013	31	40	57	24
26/01/2013	27	41	46	26
27/01/2013	18	30	25	15
28/01/2013	52	68	79	37
29/01/2013	28	33	47	19
30/01/2013	79	66	110	62
31/01/2013	80	71	108	61
01/02/2013	39	28	69	27
02/02/2013	24	20	37	8
03/02/2013	14	17	20	4
04/02/2013	42	51	47	22
05/02/2013	108	104	109	58
06/02/2013	29	26	41	18
07/02/2013	n.d.	21	40	17
08/02/2013	n.d.	44	60	27
09/02/2013	29	21	26	7
10/02/2013	20	9	25	3
11/02/2013	15	31	43	5
12/02/2013	29	20	30	13

**Allegato 3 – NO: concentrazioni massime giornaliere**

<b>NO: concentrazioni massime giornaliere (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>				
<b>Data</b>	<b>Post. A</b>	<b>Post. B</b>	<b>Porta San Felice</b>	<b>Via Chiarini</b>
11/01/2013	n.d.	n.d.	117	66
12/01/2013	41	50	90	29
13/01/2013	55	21	45	31
14/01/2013	76	73	58	59
15/01/2013	179	117	253	124
16/01/2013	43	76	68	44
17/01/2013	70	86	99	40
18/01/2013	80	127	116	48
19/01/2013	71	88	165	70
20/01/2013	39	52	74	33
21/01/2013	57	64	80	54
22/01/2013	225	187	129	112
23/01/2013	306	396	304	145
24/01/2013	43	70	93	30
25/01/2013	87	88	132	115
26/01/2013	50	76	92	59
27/01/2013	53	111	76	99
28/01/2013	85	110	128	83
29/01/2013	61	54	105	39
30/01/2013	155	113	191	98
31/01/2013	148	119	179	87
01/02/2013	61	51	151	47
02/02/2013	47	36	75	17
03/02/2013	56	73	72	13
04/02/2013	175	162	217	120
05/02/2013	285	230	257	143
06/02/2013	69	83	103	51
07/02/2013	n.d.	83	88	72
08/02/2013	n.d.	89	146	62
09/02/2013	105	75	48	22
10/02/2013	57	36	62	6
11/02/2013	34	157	155	26
12/02/2013	90	60	79	64

**Allegato 4 – NO<sub>2</sub>: concentrazioni medie giornaliere**

Data	NO <sub>2</sub> : concentrazioni medie giornaliere (µg/m <sup>3</sup> )			
	Post. A	Post. B	Porta San Felice	Via Chiarini
11/01/2013	n.d.	n.d.	60	33
12/01/2013	47	29	62	34
13/01/2013	40	24	48	26
14/01/2013	51	34	56	31
15/01/2013	57	34	74	39
16/01/2013	43	37	54	31
17/01/2013	48	35	60	36
18/01/2013	55	45	66	39
19/01/2013	57	41	72	41
20/01/2013	54	41	63	41
21/01/2013	49	36	55	33
22/01/2013	66	44	69	40
23/01/2013	68	50	82	42
24/01/2013	51	46	70	40
25/01/2013	49	39	74	34
26/01/2013	54	37	67	32
27/01/2013	50	34	54	27
28/01/2013	61	44	76	43
29/01/2013	58	45	71	43
30/01/2013	67	43	79	47
31/01/2013	62	44	81	48
01/02/2013	64	36	74	42
02/02/2013	49	30	56	30
03/02/2013	50	27	54	21
04/02/2013	62	40	65	30
05/02/2013	75	51	86	46
06/02/2013	55	35	68	29
07/02/2013	n.d.	40	70	35
08/02/2013	n.d.	41	74	33
09/02/2013	61	35	60	26
10/02/2013	59	27	57	23
11/02/2013	55	38	69	28
12/02/2013	71	45	69	41

**Allegato 5 – NO<sub>2</sub>: concentrazioni massime giornaliere**

Data	NO <sub>2</sub> : concentrazioni massime giornaliere (µg/m <sup>3</sup> )			
	Post. A	Post. B	Porta San Felice	Via Chiarini
11/01/2013	n.d.	n.d.	78	40
12/01/2013	55	35	83	46
13/01/2013	48	29	58	34
14/01/2013	65	48	76	40
15/01/2013	82	41	107	52
16/01/2013	57	46	66	41
17/01/2013	63	50	79	49
18/01/2013	84	63	96	56
19/01/2013	74	52	105	56
20/01/2013	61	46	75	51
21/01/2013	67	47	76	45
22/01/2013	92	65	96	56
23/01/2013	113	99	135	61
24/01/2013	68	56	101	56
25/01/2013	82	57	125	65
26/01/2013	72	55	91	48
27/01/2013	84	68	98	65
28/01/2013	71	53	101	51
29/01/2013	76	52	88	52
30/01/2013	79	48	97	56
31/01/2013	76	49	96	54
01/02/2013	75	41	96	47
02/02/2013	69	37	71	35
03/02/2013	89	50	83	40
04/02/2013	115	74	142	59
05/02/2013	95	82	115	59
06/02/2013	71	51	101	50
07/02/2013	n.d.	59	94	57
08/02/2013	n.d.	61	116	52
09/02/2013	84	50	75	41
10/02/2013	97	48	95	39
11/02/2013	87	65	107	43
12/02/2013	105	63	99	62

**Allegato 6 – PM<sub>10</sub>: concentrazioni medie giornaliere**

Data	PM <sub>10</sub> : concentrazioni medie giornaliere (µg/m <sup>3</sup> )			
	Post. A	Post. B	Porta San Felice	Via Chiarini
11/01/2013	50	47	56	41
12/01/2013	43	45	54	37
13/01/2013	56	52	49	n.d.
14/01/2013	20	19	21	n.d.
15/01/2013	21	20	25	n.d.
16/01/2013	10	9	6	8
17/01/2013	16	14	16	14
18/01/2013	28	32	30	25
19/01/2013	37	34	45	35
20/01/2013	34	32	38	33
21/01/2013	21	21	25	20
22/01/2013	22	20	25	21
23/01/2013	40	37	46	36
24/01/2013	31	28	38	28
25/01/2013	23	24	42	21
26/01/2013	37	36	51	35
27/01/2013	40	42	51	39
28/01/2013	59	61	73	59
29/01/2013	43	41	52	40
30/01/2013	32	32	53	34
31/01/2013	34	34	52	36
01/02/2013	29	29	36	19
02/02/2013	22	23	23	17
03/02/2013	10	12	18	8
04/02/2013	18	30	30	16
05/02/2013	52	47	68	38
06/02/2013	29	n.d.	40	23
07/02/2013	30	n.d.	39	25
08/02/2013	31	n.d.	40	25
09/02/2013	18	n.d.	32	20
10/02/2013	23	n.d.	34	25
11/02/2013	16	n.d.	18	11
12/02/2013	30	n.d.	32	25

**Allegato 7 – PM<sub>2.5</sub>: concentrazioni medie giornaliere**

Data	PM <sub>2.5</sub> : concentrazioni medie giornaliere (µg/m <sup>3</sup> )		
	Post. A	Post. B	Porta San Felice
11/01/2013	40	37	40
12/01/2013	35	35	37
13/01/2013	46	43	37
14/01/2013	19	16	16
15/01/2013	18	17	18
16/01/2013	7	7	5
17/01/2013	14	13	15
18/01/2013	25	25	24
19/01/2013	32	30	32
20/01/2013	33	31	32
21/01/2013	18	17	17
22/01/2013	18	18	18
23/01/2013	33	30	31
24/01/2013	25	23	26
25/01/2013	15	14	20
26/01/2013	27	26	31
27/01/2013	32	34	35
28/01/2013	55	54	59
29/01/2013	32	35	37
30/01/2013	22	23	31
31/01/2013	22	24	29
01/02/2013	11	15	16
02/02/2013	8	8	9
03/02/2013	8	9	9
04/02/2013	10	13	14
05/02/2013	35	35	39
06/02/2013	22	21	24
07/02/2013	21	20	20
08/02/2013	22	22	23
09/02/2013	13	13	18
10/02/2013	18	19	23
11/02/2013	13	14	13
12/02/2013	28	29	27

**Allegato 8 – O<sub>3</sub>: concentrazioni medie giornaliere**

Data	O <sub>3</sub> : concentrazioni medie giornaliere (µg/m <sup>3</sup> )		
	Post. A	Post. B	Via Chiarini
11/01/2013	2	n.d.	3
12/01/2013	7	10	5
13/01/2013	15	13	12
14/01/2013	6	11	11
15/01/2013	7	10	4
16/01/2013	25	20	38
17/01/2013	30	26	41
18/01/2013	13	15	20
19/01/2013	14	13	21
20/01/2013	4	10	6
21/01/2013	17	16	19
22/01/2013	4	10	5
23/01/2013	5	10	10
24/01/2013	14	11	20
25/01/2013	50	24	38
26/01/2013	27	20	26
27/01/2013	36	26	39
28/01/2013	9	10	7
29/01/2013	13	13	15
30/01/2013	5	9	4
31/01/2013	5	9	4
01/02/2013	7	10	4
02/02/2013	24	15	18
03/02/2013	41	30	46
04/02/2013	43	28	36
05/02/2013	12	11	7
06/02/2013	42	29	46
07/02/2013	n.d.	24	33
08/02/2013	n.d.	23	36
09/02/2013	40	29	41
10/02/2013	39	33	38
11/02/2013	41	24	28
12/02/2013	25	23	26

**Allegato 9 – O<sub>3</sub>: concentrazioni massime giornaliere**

<b>O<sub>3</sub>: concentrazioni massime giornaliere (µg/m<sup>3</sup>)</b>			
<b>Data</b>	<b>Post. A</b>	<b>Post. B</b>	<b>Via Chiarini</b>
11/01/2013	5	n.d.	4
12/01/2013	12	11	7
13/01/2013	21	14	17
14/01/2013	14	14	25
15/01/2013	12	10	6
16/01/2013	37	31	52
17/01/2013	30	26	33
18/01/2013	23	20	38
19/01/2013	16	26	27
20/01/2013	7	14	14
21/01/2013	27	22	32
22/01/2013	8	12	9
23/01/2013	12	12	15
24/01/2013	22	14	29
25/01/2013	74	35	57
26/01/2013	44	26	43
27/01/2013	47	31	54
28/01/2013	10	10	20
29/01/2013	20	15	24
30/01/2013	9	10	6
31/01/2013	8	9	5
01/02/2013	11	11	5
02/02/2013	61	25	42
03/02/2013	55	35	62
04/02/2013	53	37	51
05/02/2013	19	13	13
06/02/2013	55	39	68
07/02/2013	n.d.	30	57
08/02/2013	n.d.	33	49
09/02/2013	51	35	49
10/02/2013	56	37	46
11/02/2013	60	40	44
12/02/2013	36	24	34

**Allegato 10 – Benzene**

<b>Data</b>	<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>: concentrazioni medie giornaliere (µg/m<sup>3</sup>)</b>	
	<b>Post. A</b>	<b>Porta San Felice</b>
11/01/2013	1,4	2,6
12/01/2013	1,3	2,2
13/01/2013	1,5	2,1
14/01/2013	1,7	2,3
15/01/2013	1,8	3,0
16/01/2013	1,3	1,6
17/01/2013	1,4	1,8
18/01/2013	1,9	2,6
19/01/2013	2,3	2,9
20/01/2013	3,0	3,5
21/01/2013	1,9	2,5
22/01/2013	2,0	2,7
23/01/2013	2,2	3,4
24/01/2013	1,5	2,0
25/01/2013	1,4	2,7
26/01/2013	2,2	2,9
27/01/2013	1,9	2,2
28/01/2013	2,7	3,3
29/01/2013	2,1	2,7
30/01/2013	2,2	3,2
31/01/2013	2,2	3,0
01/02/2013	1,9	2,7
02/02/2013	1,8	2,2
03/02/2013	0,8	1,3
04/02/2013	1,0	1,9
05/02/2013	2,2	3,1
06/02/2013	1,3	1,8
07/02/2013	n.d.	1,8
08/02/2013	1,3	2,1
09/02/2013	1,0	1,5
10/02/2013	1,1	1,5
11/02/2013	1,1	1,4
12/02/2013	1,2	1,8