

MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA COMUNE DI BOLOGNA – AEROPORTO G. MARCONI 8 luglio – 31 agosto 2011

SOMMARIO

1. - PREMESSA.....	2
2. - MODALITA' DELL'INTERVENTO E POSTAZIONI DI MONITORAGGIO	3
3. - MODALITA' DI CAMPIONAMENTO ED ELABORAZIONE DEI DATI.....	8
4. - CARATTERISTICHE DELL'ATTIVITA' AEROPORTUALE.....	9
5. - RISULTATI DELL'INDAGINE	12
5. - RISULTATI DELL'INDAGINE	13
5.1. - Condizioni meteorologiche.	13
5.2. - Ossidi di azoto NO _x /NO ₂	21
5.3. - Materiale particolato PM ₁₀ /PM _{2.5}	32
5.4. - I.P.A. (Idrocarburi Policiclici Aromatici).....	37
5.5. - Aldeidi	39
5.6. - Ozono O ₃	41
5.7. - Monossido di Carbonio CO.....	43
5.8. - Benzene C ₆ H ₆	44
6. - CONCLUSIONI.....	46
6.1. - OSSIDI DI AZOTO NO _x -NO-NO ₂	46
6.2. - PARTICOLATO PM ₁₀ E PM _{2,5}	47
6.3. - IPA	47
6.4. - Aldeidi	48
6.5. - Ozono	48
6.6. - Benzene.....	48
7. - ALLEGATI	50
Allegato 1 – Inquadramento normativo	51
Allegato 2 – NO _x : concentrazioni medie giornaliere	52
Allegato 3 – NO _x : concentrazioni massime giornaliere	54
Allegato 4 – NO ₂ : concentrazioni medie giornaliere	56
Allegato 5 – NO ₂ : concentrazioni massime giornaliere.....	58
Allegato 6 – PM ₁₀ : concentrazioni medie giornaliere	60
Allegato 7 – PM _{2.5} : concentrazioni medie giornaliere	62
Allegato 8 – IPA: concentrazioni medie settimanali.....	64
Allegato 9 – Aldeidi: concentrazioni medie giornaliere	67
Allegato 10 – O ₃ : concentrazioni medie giornaliere.....	69
Allegato 11 – O ₃ : concentrazioni massime giornaliere	71
Allegato 12 – O ₃ : superamenti della soglia di informazione (180 µg/m ³).....	73
Allegato 13 – Benzene, campionatori passivi	74

1. - PREMESSA

L'aeroporto G. Marconi di Bologna costituisce uno dei principali scali italiani, caratterizzato da un traffico aereo che fino al 2009 è giunto a circa 60.000 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.

Al momento è in corso un procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) del progetto di ampliamento, nell'ambito del quale vengono stimati preventivamente i possibili effetti sull'ambiente di tale potenziamento. Per affiancare alle valutazioni di carattere teorico anche 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, da effettuare nei mesi estivi, cioè nel periodo dell'anno caratterizzato dalla massima intensità del traffico aereo. 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 rilievi quindi sono stati eseguiti mediante due laboratori mobili attrezzati con strumentazione automatica e campionatori, collocati uno all'interno del sedime aeroportuale, ed uno in area urbana a circa 1700 m dalla pista, lungo la rotta seguita dagli aeromobili su Bologna. Sono stati inoltre collocati campionatori passivi per la misurazione dei livelli di benzene, sia sui laboratori mobili che in altre tre postazioni circostanti l'aeroporto. I valori ottenuti consentono di stabilire una sorta di punto di partenza della qualità dell'aria nell'area del comune di Bologna più interessata dall'impatto del traffico aereo, prima dell'avvio dei lavori di ampliamento. I risultati dei rilievi potranno così costituire un riferimento per eventuali campagne di monitoraggio condotte successivamente al potenziamento dell'aeroporto.

Per la scelta degli inquinanti da sottoporre a monitoraggio si è deciso di considerare studi precedenti in merito alle emissioni di aeromobili, condotti negli Stati Uniti d'America e pubblicati sul web dall'agenzia governativa per la protezione dell'ambiente, la Environment Protection Agency (EPA). Nel contempo sono stati rilevati i principali parametri della qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente.

Di fatto le specie chimiche emesse dagli aeromobili e dai mezzi di assistenza in servizio all'interno dell'aeroporto sono però 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).

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

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, in prossimità del distacco dei Vigili del Fuoco, a circa 20 m dalla più vicina piazzola di sosta per aerei ed a 330 m dalla pista di volo. La postazione è stata individuata con la collaborazione della Società Aeroportuale SAB, che ha pure fornito il proprio supporto per l'effettuazione degli allacciamenti elettrici e per definire le procedure di sicurezza per l'accesso al sito. Il secondo invece è stato posizionato in area urbana, a lato di via Selva di Pescarola, nel parcheggio di pertinenza della Chiesa Avventista del 7° Giorno. Quest'ultimo sito è stato cortesemente reso disponibile dalla comunità avventista, che nell'occasione ha manifestato interesse per le tematiche ambientali e la loro connessione con le problematiche sanitarie della collettività.

Il monitoraggio presso l'**aeroporto**, nel sito che a seguire verrà indicato come **postazione 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**, 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 14 luglio 2011 e si è concluso il 30 agosto 2011, per un totale di 48 giorni. I rilievi presso la Chiesa Avventista si sono invece protratti tra il giorno 8 luglio ed il 31 agosto 2011, per un totale di 55 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 (NO_x);

analizzatore automatico di ozono (O₃);

campionatore di aldeidi;

campionatore di materiale particolato PM₁₀;

campionatore di materiale particolato PM_{2.5};

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

Postazione B - laboratorio mobile della Provincia di Bologna:

analizzatore automatico di ossidi di azoto (NO_x);

analizzatore automatico di ozono (O₃);

analizzatore automatico di monossido di carbonio (CO);

campionatore di materiale particolato PM₁₀;

campionatore di materiale particolato PM_{2.5};

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

Il materiale particolato PM₁₀ 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.

Le aldeidi campionate su fiale alla dinitrofenilidrazina (DNPH) sono state invece quantificate presso il laboratorio Arpa di Modena.

I dati ottenuti mediante i due laboratori mobili sono stati confrontati anche con quelli delle stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria (RRQA) ubicate a Bologna in via Chiarini, presso Villa Torchi e a Porta San Felice.

Le prime due sono rappresentative di situazioni di fondo urbano e residenziale; la terza invece misura i livelli di inquinamento di una tipica area interessata da un'elevata intensità di traffico veicolare urbano.

Per il monitoraggio del benzene è stato installato un campionario passivo sul tetto di ciascun laboratorio mobile, oltre che in altre tre postazioni circostanti l'area aeroportuale. In particolare queste ultime sono state collocate in prossimità della stazione ferroviaria di Bargellino; lungo via Aldina, in corrispondenza della fine della pista dell'aeroporto; in fondo a via Surrogazione, nella frazione Lippo del comune di Calderara. La scelta delle posizioni di misura è stata volta a disporre di una di esse su ogni lato e su ogni estremo della pista, in modo da intercettare le emissioni provenienti dall'aeroporto con ogni condizione di vento. Un ulteriore campionario è stato collocato anche presso la stazione di monitoraggio di Porta San Felice, per consentire un confronto con un sito urbano caratterizzato da elevata intensità di traffico. La determinazione dei livelli di benzene è stata effettuata mediante analisi sui supporti di campionamento, effettuata presso il laboratorio Arpa di Modena.

Le figure da 2.1 a 2.7 mostrano la collocazione delle diverse postazioni in cui sono stati eseguiti i rilievi.

Figura 2.1 - Laboratori mobili e stazioni della RRQA

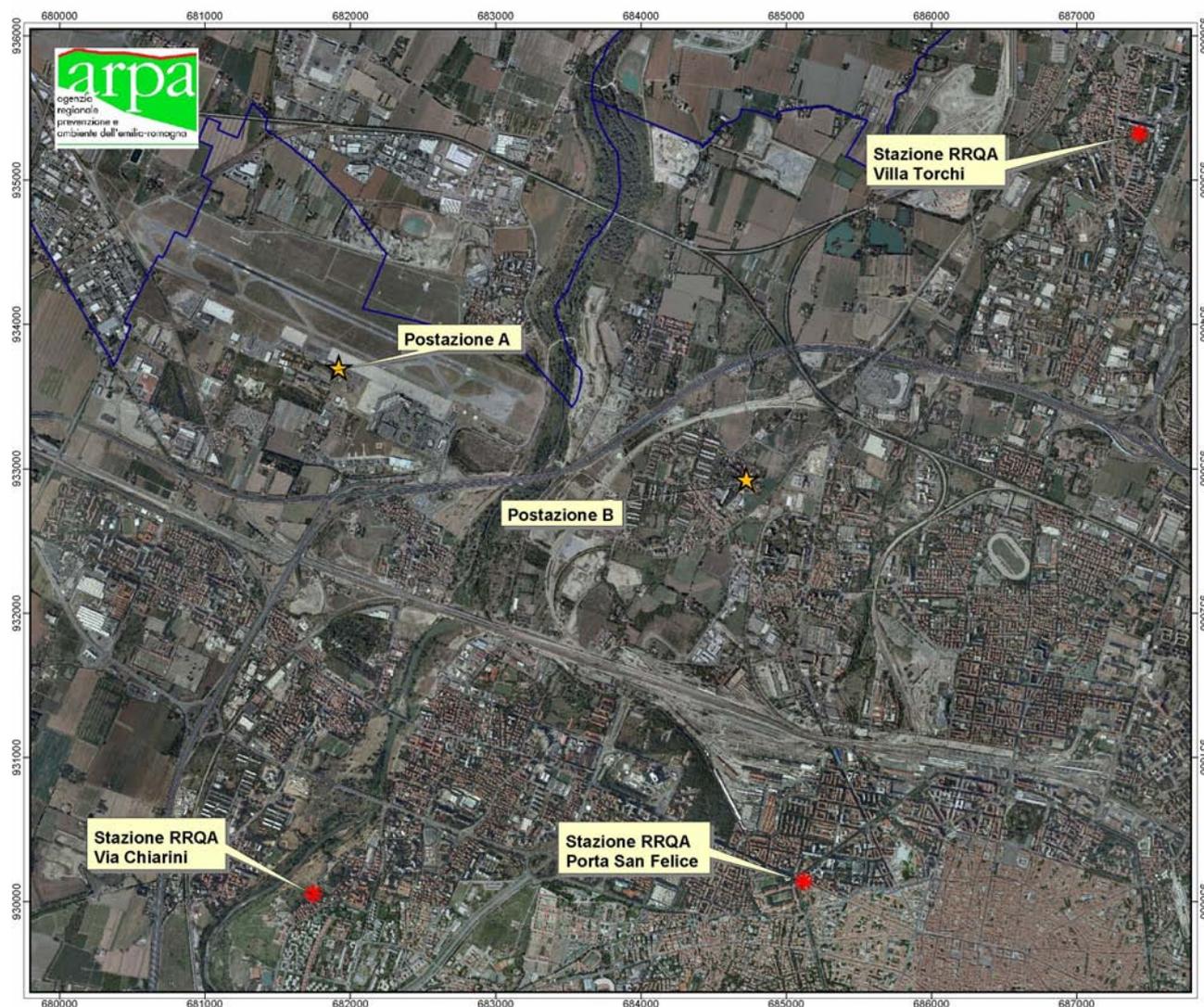


Figura 2.2 - Collocazione dei campionatori passivi

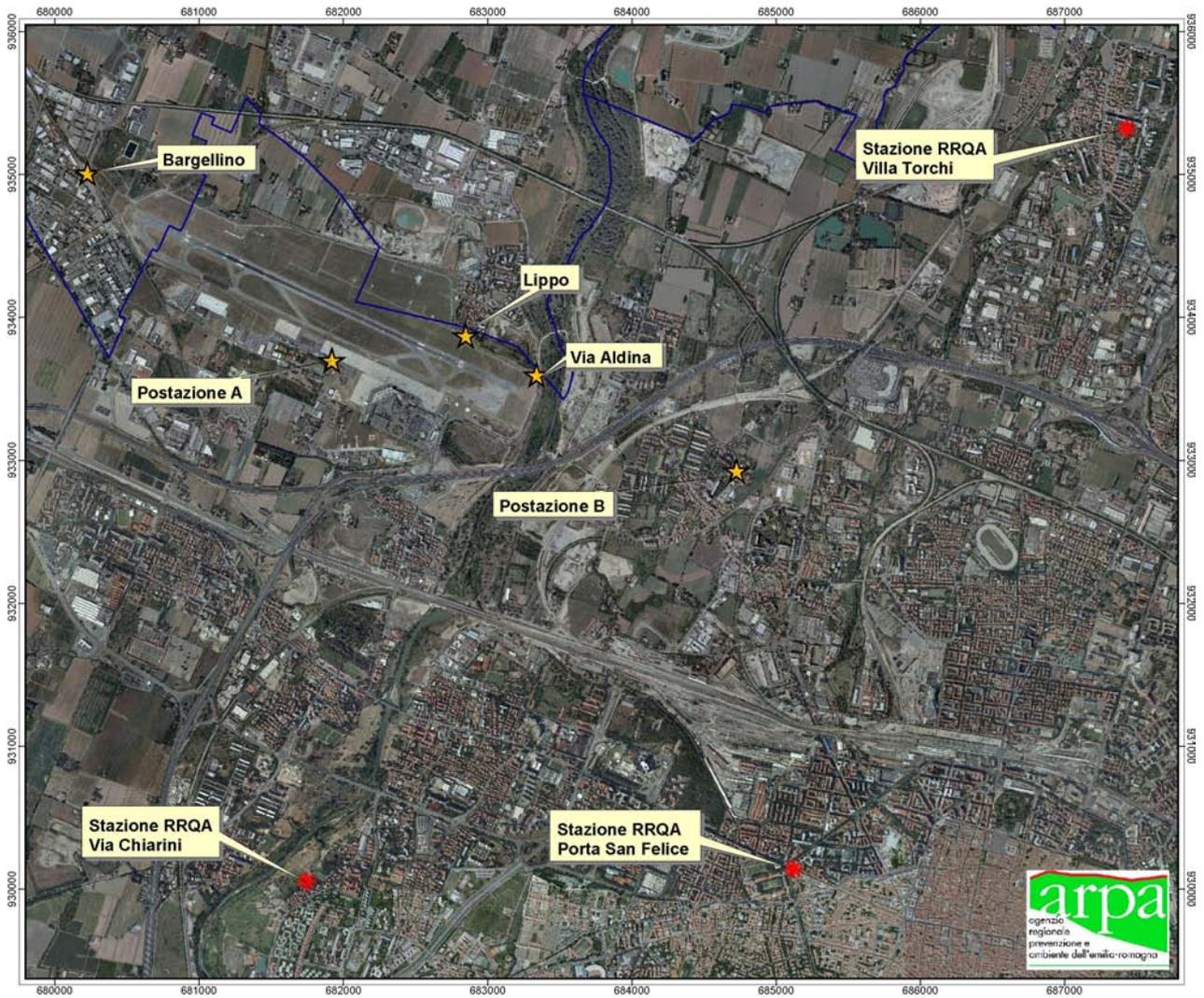


Figura 2.3 - Postazione A - aeroporto



Figura 2.4 - Postazione B – Chiesa Avventista



Figura 2.5 - Campionatore passivo – Bargellino



Figura 2.6 - Campionatore passivo – Via Aldina



Figura 2.7 - Campionatore passivo – Lippo



3. - MODALITA' DI CAMPIONAMENTO ED ELABORAZIONE DEI DATI

Per quanto concerne gli ossidi di azoto, l'ozono, il monossido di carbonio ed i parametri meteorologici sono stati misurati e registrati valori medi orari; le modalità di campionamento del particolato (PM_{10} e $PM_{2,5}$) sono quelle previste dalla normativa che prevedono la misura della concentrazione media giornaliera. Analogamente anche per le aldeidi sono stati effettuati campionamenti su 24 ore.

Le determinazioni degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono state effettuate sul particolato PM_{10} così come previsto dalla normativa e sono state condotte mediante analisi su gruppi di sette filtri, campionati tra lunedì e domenica; i valori misurati sono di conseguenza medie settimanali.

Infine le concentrazioni di benzene ricavate con i campionatori passivi sono rappresentative del periodo di esposizione dei campionatori stessi, generalmente dell'ordine di una settimana.

Conformemente a quanto indicato dal DLgs 155/2010, per ossidi di azoto, ozono e monossido di carbonio sono stati 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 della giornata.

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).

Per problemi informatici e per garantire continuità e omogeneità con i dati della RRQA, le misurazioni delle stazioni fisse e dei laboratori mobili si riferiscono all'ora solare.

4. - CARATTERISTICHE DELL'ATTIVITA' AEROPORTUALE

I dati di traffico aereo forniti dalla Società Aeroportuale (SAB) relativamente ai mesi di luglio e agosto 2011 sono riassunti nei grafici seguenti. La Fig. 4.1 mostra il numero totale di movimenti (decolli + atterraggi) avvenuti ogni giorno durante la campagna di monitoraggio, mentre la Fig. 4.2 mostra la ripartizione del numero medio di movimenti giornalieri dei mesi di luglio e agosto tra i diversi giorni della settimana.

Nel periodo considerato i movimenti giornalieri sono stati mediamente 204, con variazioni contenute tra un minimo di 171 e un massimo di 230, cioè dell'ordine del 15% rispetto al valore medio. Non si sono dunque verificate oscillazioni molto rilevanti nel numero quotidiano di voli, ed anche l'andamento del grafico che riporta il numero giornaliero di movimenti non evidenzia alcuna tendenza generale di crescita o diminuzione sul periodo.

Il numero medio di voli per giornata sul periodo 8 luglio – 31 agosto presenta un minimo di 188 il giovedì ed un massimo di 218 il lunedì. L'oscillazione attorno alla media è stata del 7%, per cui si possono ritenere trascurabili le differenze di intensità di traffico tra le diverse giornate della settimana.

In sintesi, considerando che il traffico aereo è stato caratterizzato sia da una sostanziale uniformità tra i giorni della settimana che da un'intensità approssimativamente costante, si ritiene di poter considerare l'intero periodo su cui si è svolto il monitoraggio come sostanzialmente uniforme nell'intensità delle emissioni dovute alle attività aeroportuali.

Figura 4.1 - Numero di movimenti giornalieri (decolli + atterraggi) nel periodo 8/7/2011 – 31/8/2011

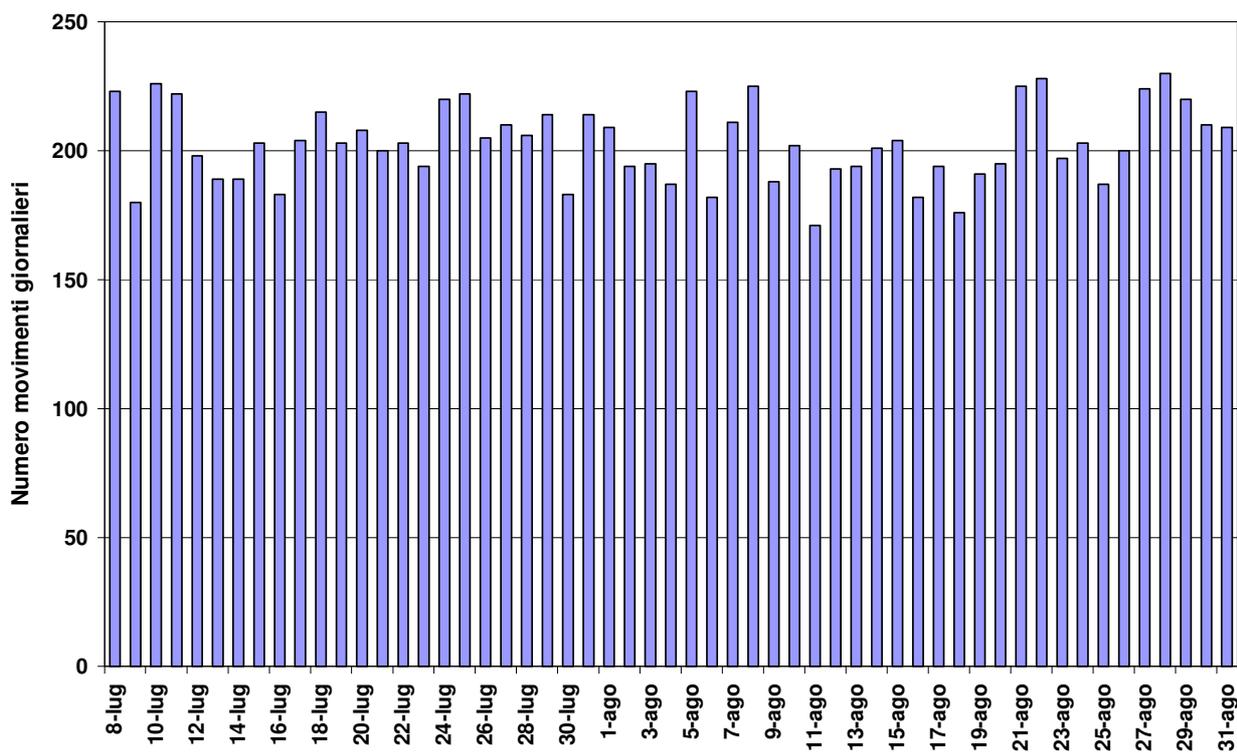
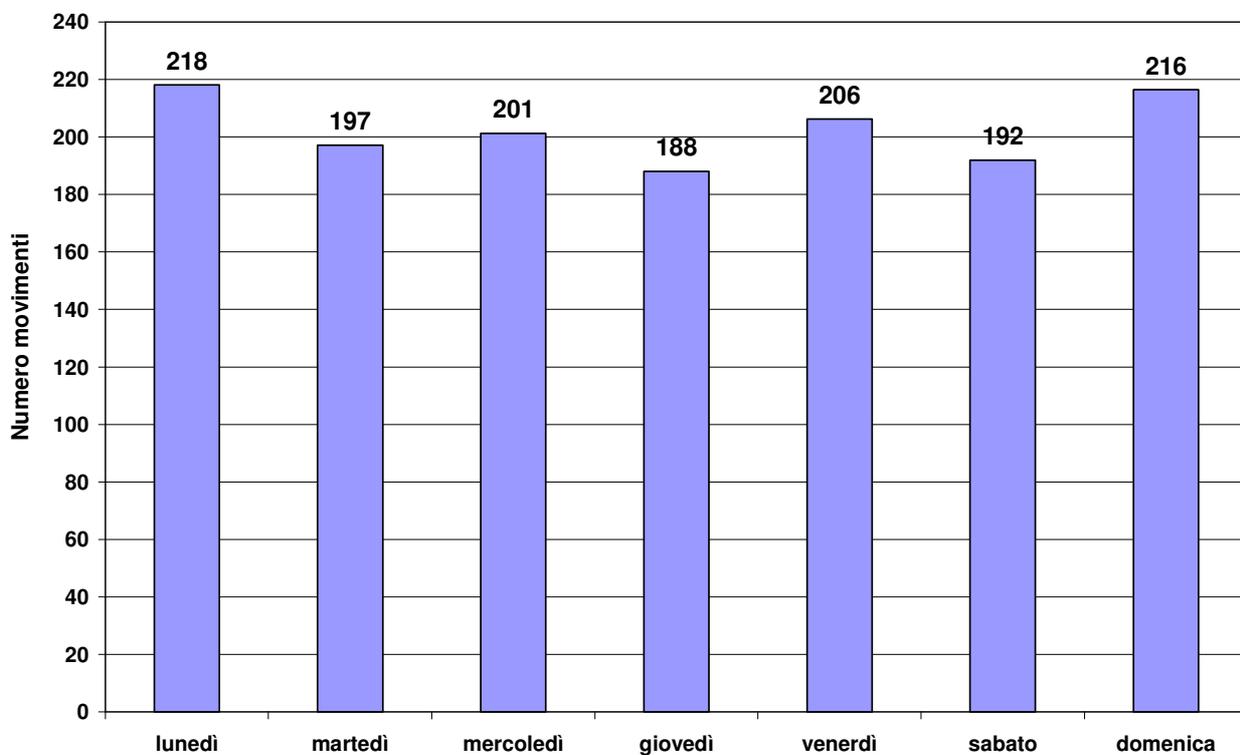


Figura 4.2 - Numero di movimenti medi per giorno della settimana nel periodo 8/7/2011 – 31/8/2011



In base ai dati forniti da SAB, si nota come la maggior parte degli atterraggi avvenga con avvicinamento dalla direzione Calderara – Bargellino, mentre la maggior parte dei decolli venga effettuata in direzione Bologna. In caso di decollo in direzione Bologna gli aeromobili effettuano normalmente una virata in direzione nord poco dopo il decollo, in modo da evitare il sorvolo della maggior parte dell'area urbana e del centro storico in particolare.

La ripartizione per tipologia dei movimenti avvenuti nel periodo luglio – agosto 2011 viene riassunta dalla tabella 4.1.

Tabella 4.1 – ripartizione tra decolli e atterraggi

	Totale	Su Bologna	% su Bologna
Decolli	6204	4394	70.8%
Atterraggi	6072	492	8.1%
Decolli + atterraggi	12276	4886	39.8%

L'andamento della media oraria dei movimenti nell'arco della giornata viene dettagliata nei grafici riportati nelle Fig. 4.3 e 4.4. Anche in questo caso, come per i dati orari di concentrazione degli inquinanti, si fa riferimento all'ora solare.

Si può notare come i movimenti diventino molto meno frequenti tra le 23 e le 5 (tra le 24 e le 6 come ora legale), e come i movimenti su Bologna durante la notte diminuiscano in proporzione più accentuata.

Figura 4.3 - Numero di movimenti orari medi nel periodo luglio – agosto 2011

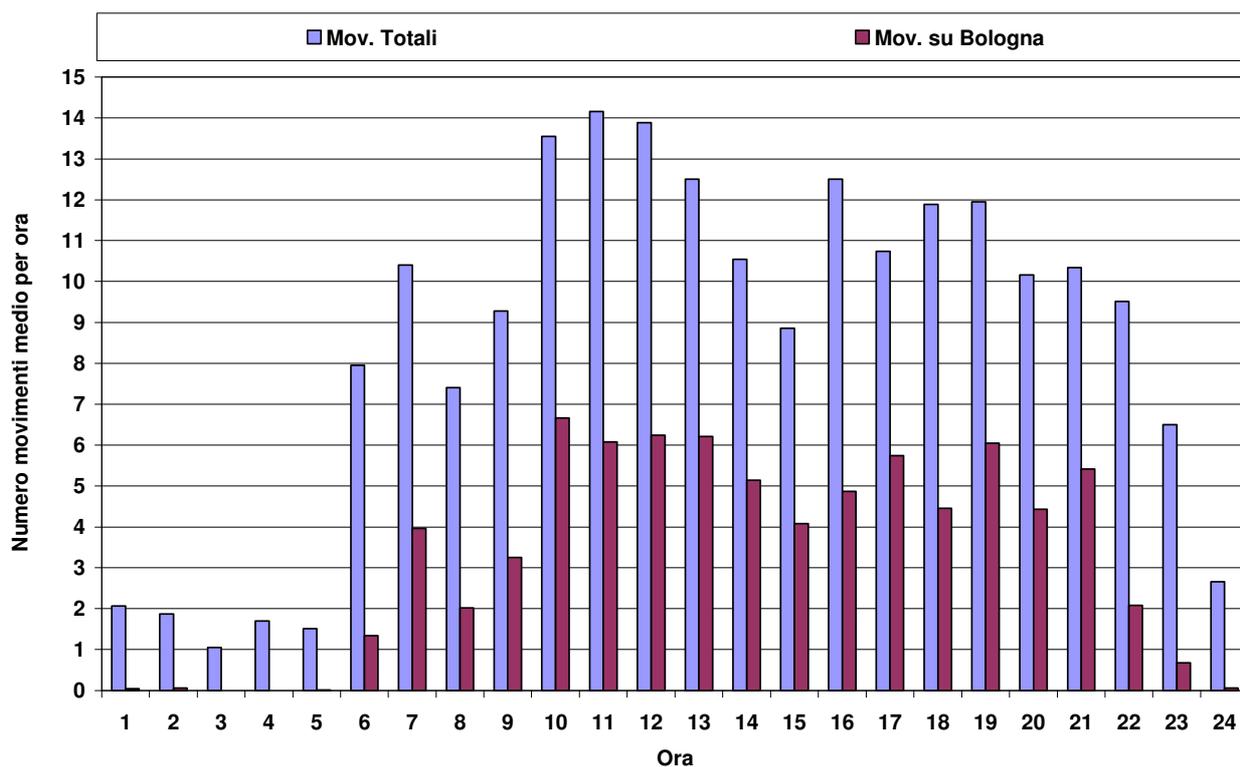
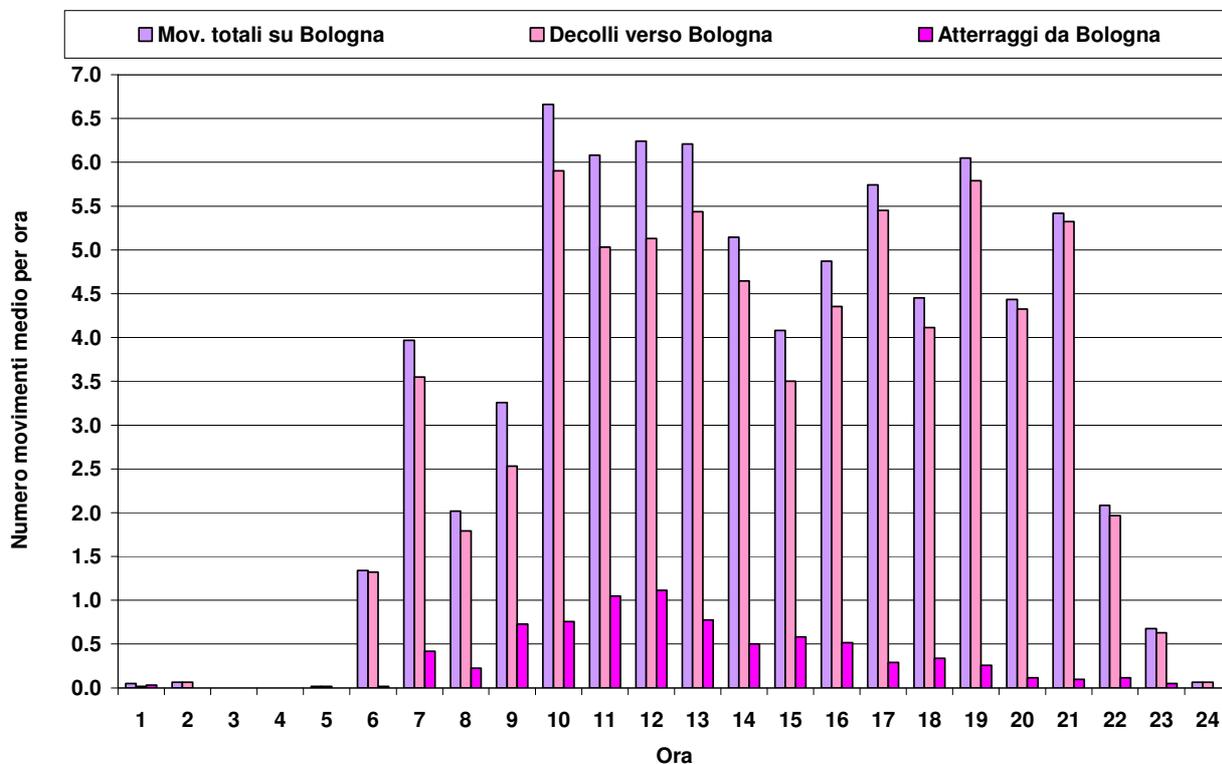


Figura 4.4 - Numero di movimenti orari medi sopra Bologna nel periodo luglio – agosto 2011



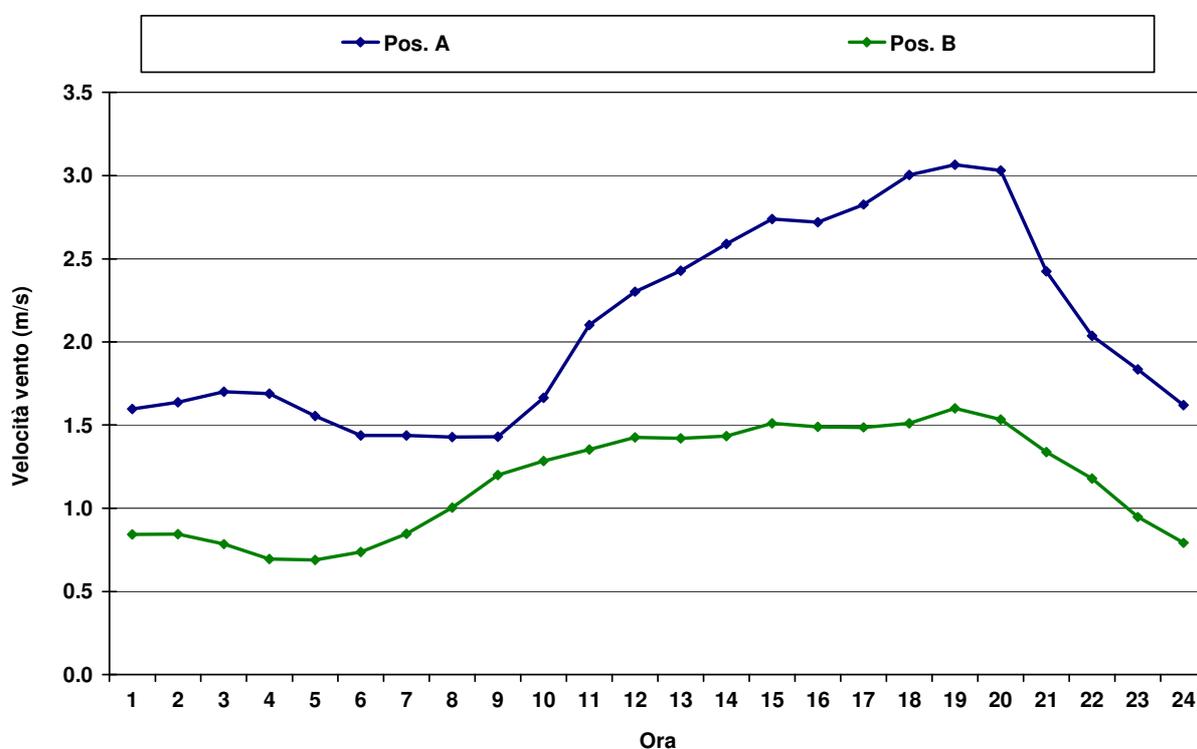
5. - RISULTATI DELL'INDAGINE

5.1. - Condizioni meteorologiche.

La campagna di monitoraggio si è svolta durante un periodo estivo, caratterizzato in linea di massima da cielo sereno o poco nuvoloso, temperature elevate e scarsissime precipitazioni. Le uniche giornate in cui sono state registrate precipitazioni superiori ad 1 mm sono state quelle del 19, 23, 24 e 29 luglio.

Le differenze tra i due siti in cui sono stati collocati i laboratori mobili hanno comportato differenze significative nel regime dei venti, soprattutto nella loro intensità. Le intensità medie del vento calcolate per ogni ora del giorno sono riportate nella figura 5.1.1:

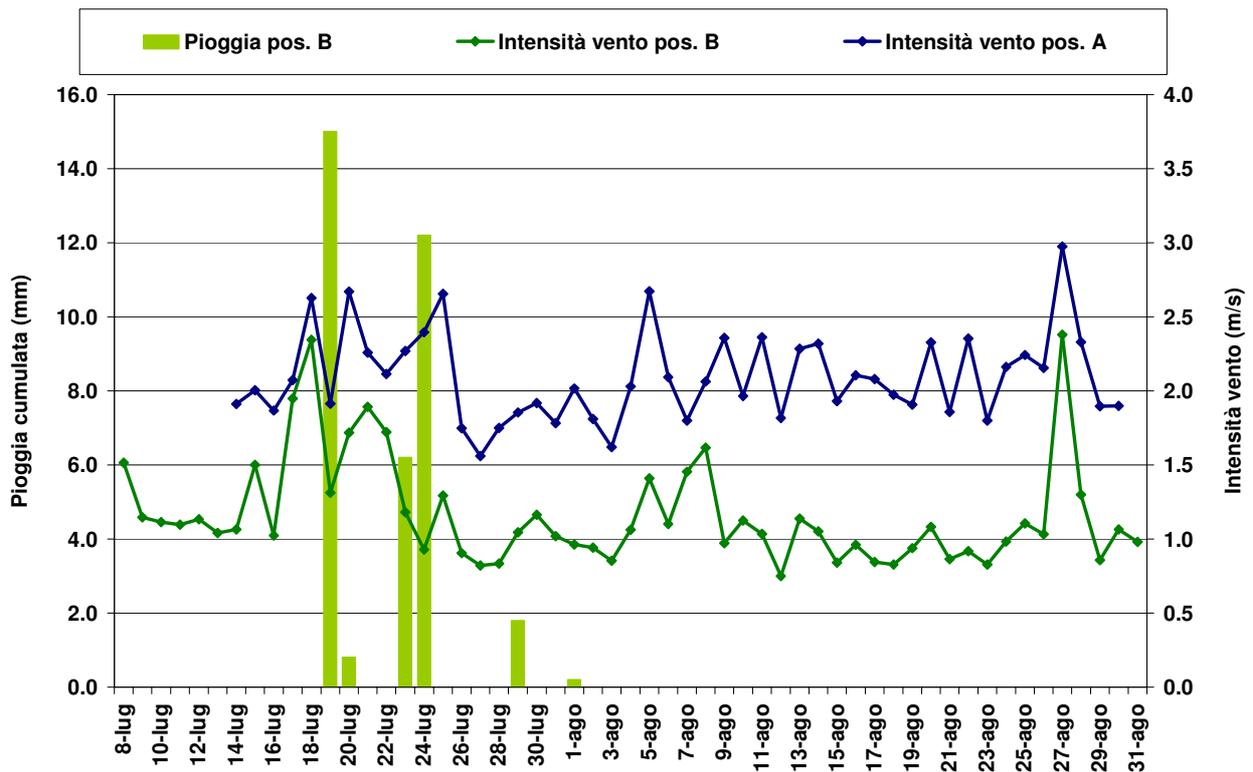
Figura 5.1.1 - Intensità media del vento su ogni ora della giornata (m/s)



Si può notare come mediamente il vento abbia manifestato l'intensità massima alle 19 in entrambi i siti, con una tendenza generale alla crescita dalla mattina alla sera, una diminuzione dopo il tramonto ed una relativa stabilità tra la mezzanotte e le 8 – 9 del mattino. Mediamente presso la Pos. B l'intensità del vento è stata circa la metà di quella misurata presso l'aeroporto Pos. A, verosimilmente per la collocazione di quest'ultimo punto di monitoraggio 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). Sono stati inseriti i dati di precipitazione rilevati presso la sola postazione B, in quanto presso la postazione A proprio in concomitanza con le piogge di luglio si sono verificati problemi tecnici che non hanno permesso le misurazioni.

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 5.1.8), che riportano per ogni settore di 10° il numero di medie orarie rilevate su diversi intervalli di intensità.

Come si può notare, a parte l'intensità il regime dei venti è simile come direzione prevalente da sud-sud-ovest (200 – 210 gradi) in entrambe le postazioni. La differenza più evidente tra i due siti consiste nella maggiore frequenza di venti da nord e nord-nord-ovest nella postazione B durante le ore diurne.

In dettaglio il regime dei venti può essere descritto con 4 fasce orarie presso la postazione A e 3 fasce orarie presso la postazione B, descritte in grafici riportati nelle pagine seguenti. In linea di massima nelle ore notturne, tra le 23 e le 8 del mattino, il vento spira da sud – sud ovest; durante il giorno la direzione del vento è invece molto variabile, con scarsissima presenza di venti provenienti da ovest in entrambi i siti.

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.

Sia nella differenziazione delle fasce orarie che nella sovrapposizione con le foto aeree per maggiore chiarezza sulle rose dei venti sono stati considerati settori di 22.5°, corrispondenti alle usuali ripartizioni dei quadranti (ad es. nord, nord-nord-est, nord-est, etc.)

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

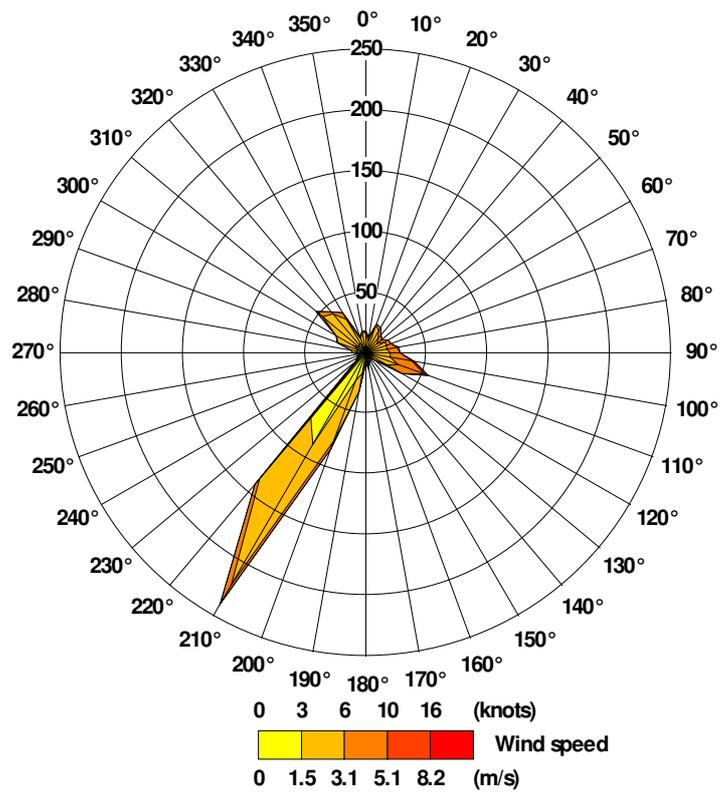


Figura 5.1.4 - Pos. B: numero di valori misurati per ogni direzione

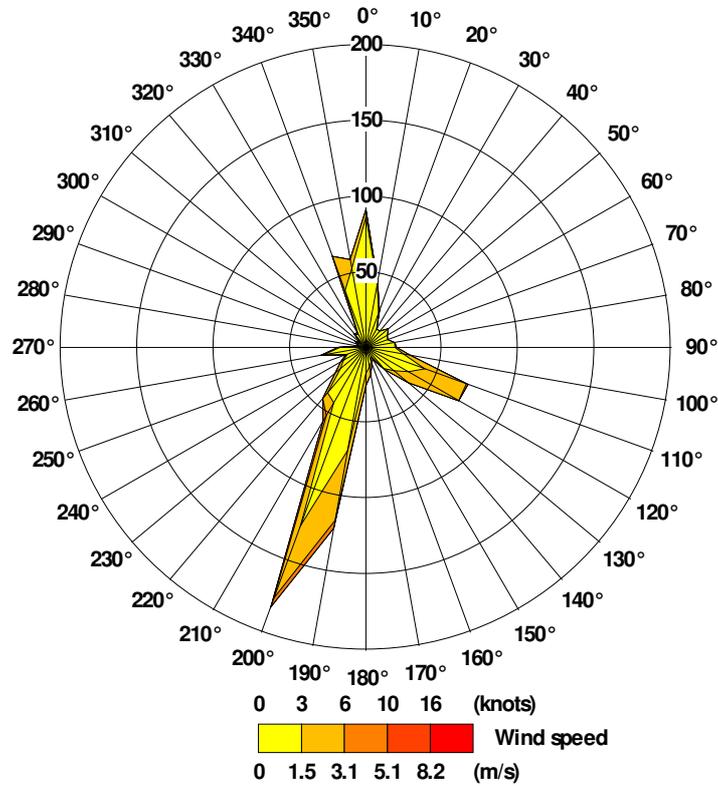


Figura 5.1.5 - Pos. A: evoluzione giornaliera della direzione del vento

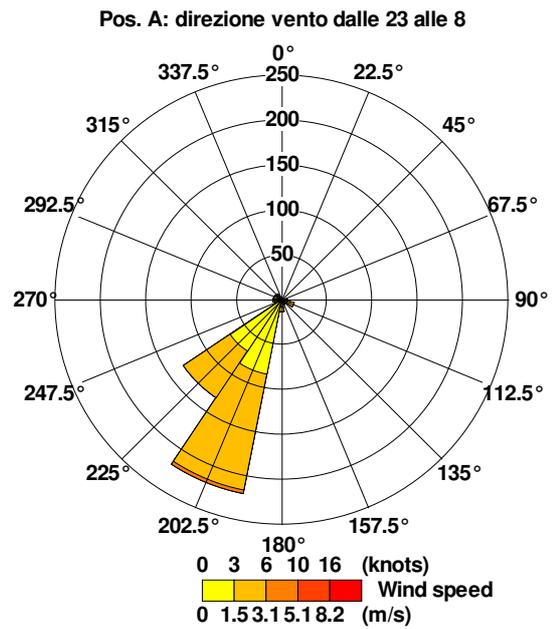
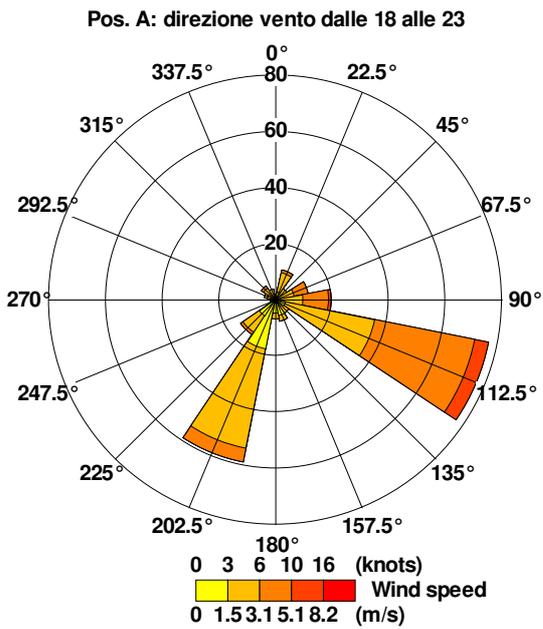
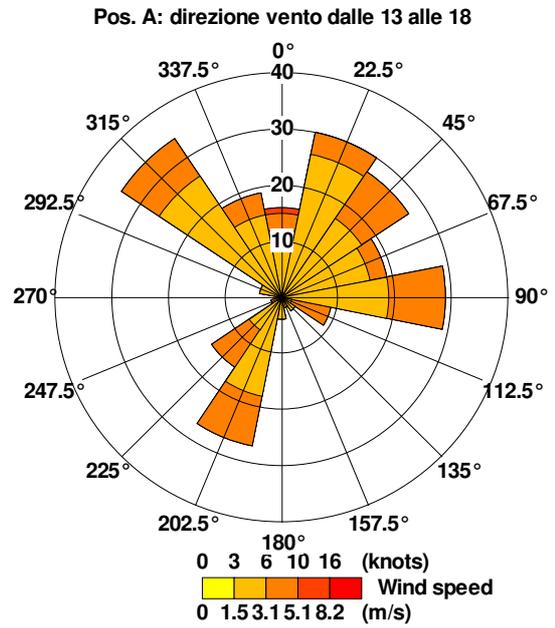
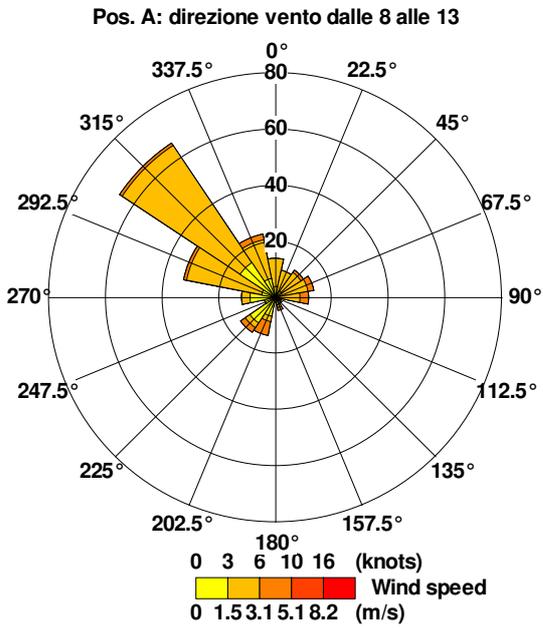


Figura 5.1.6 - Pos. B: evoluzione giornaliera della direzione del vento

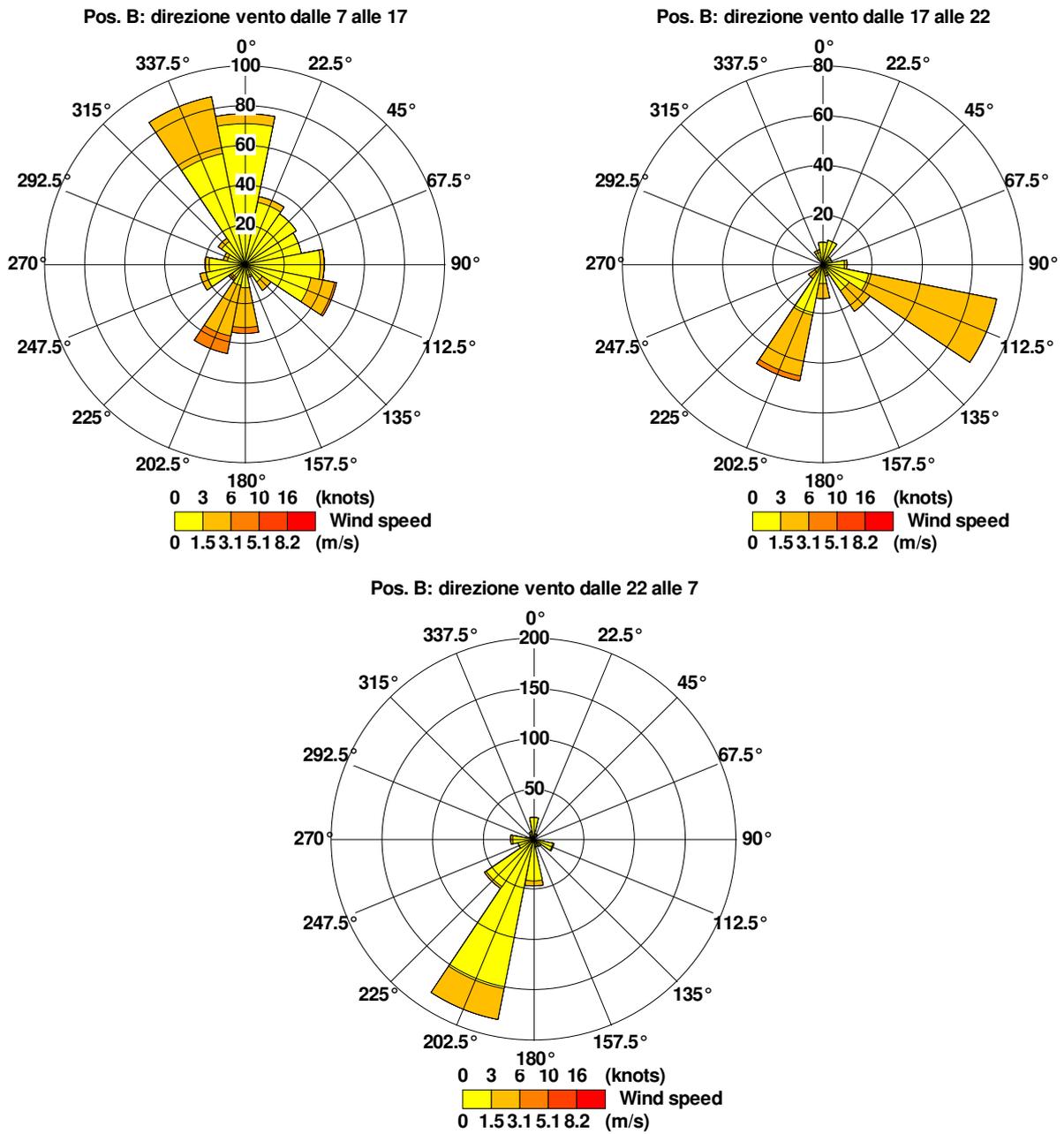


Figura 5.1.7 - Rosa dei venti e postazione A

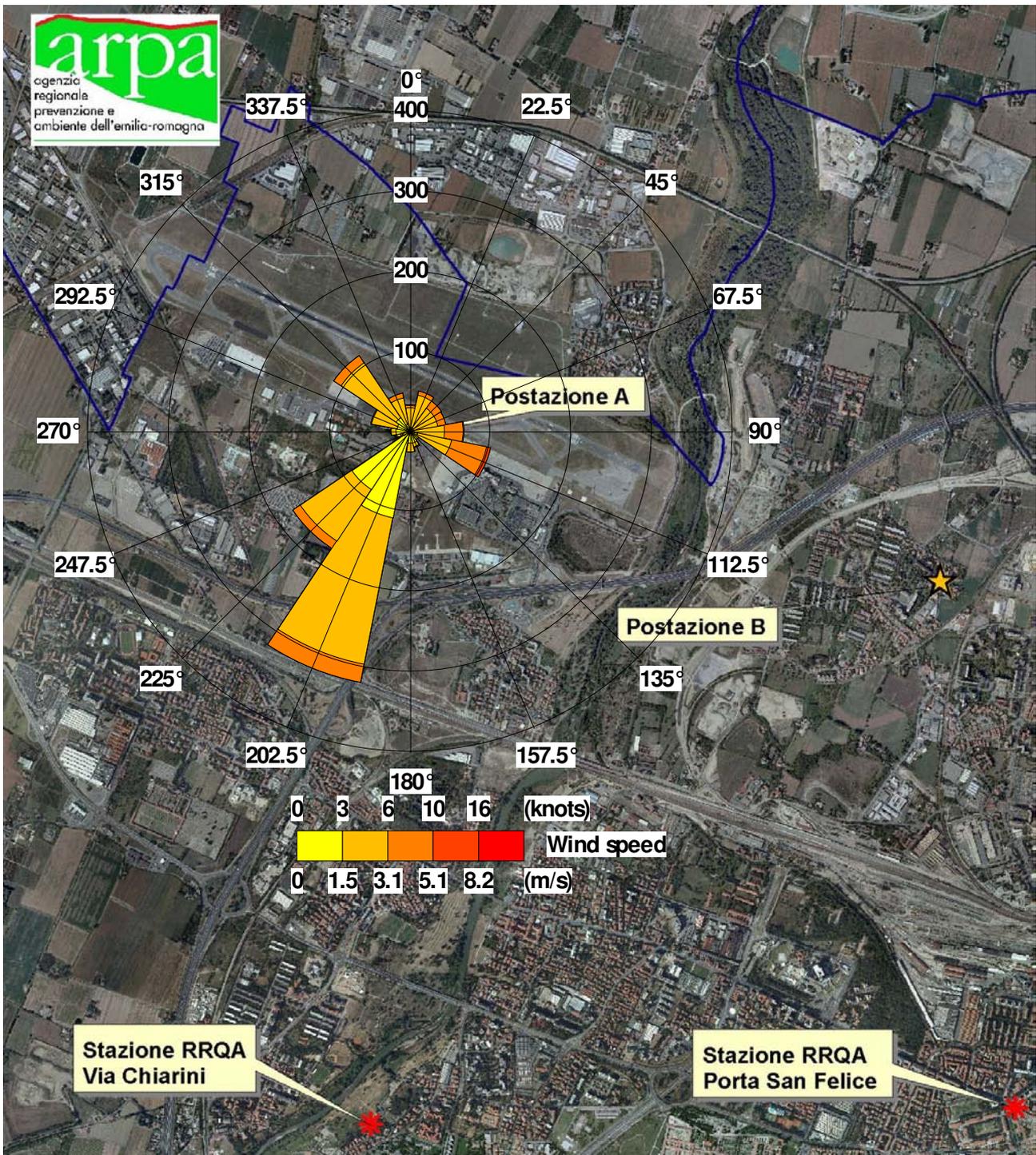
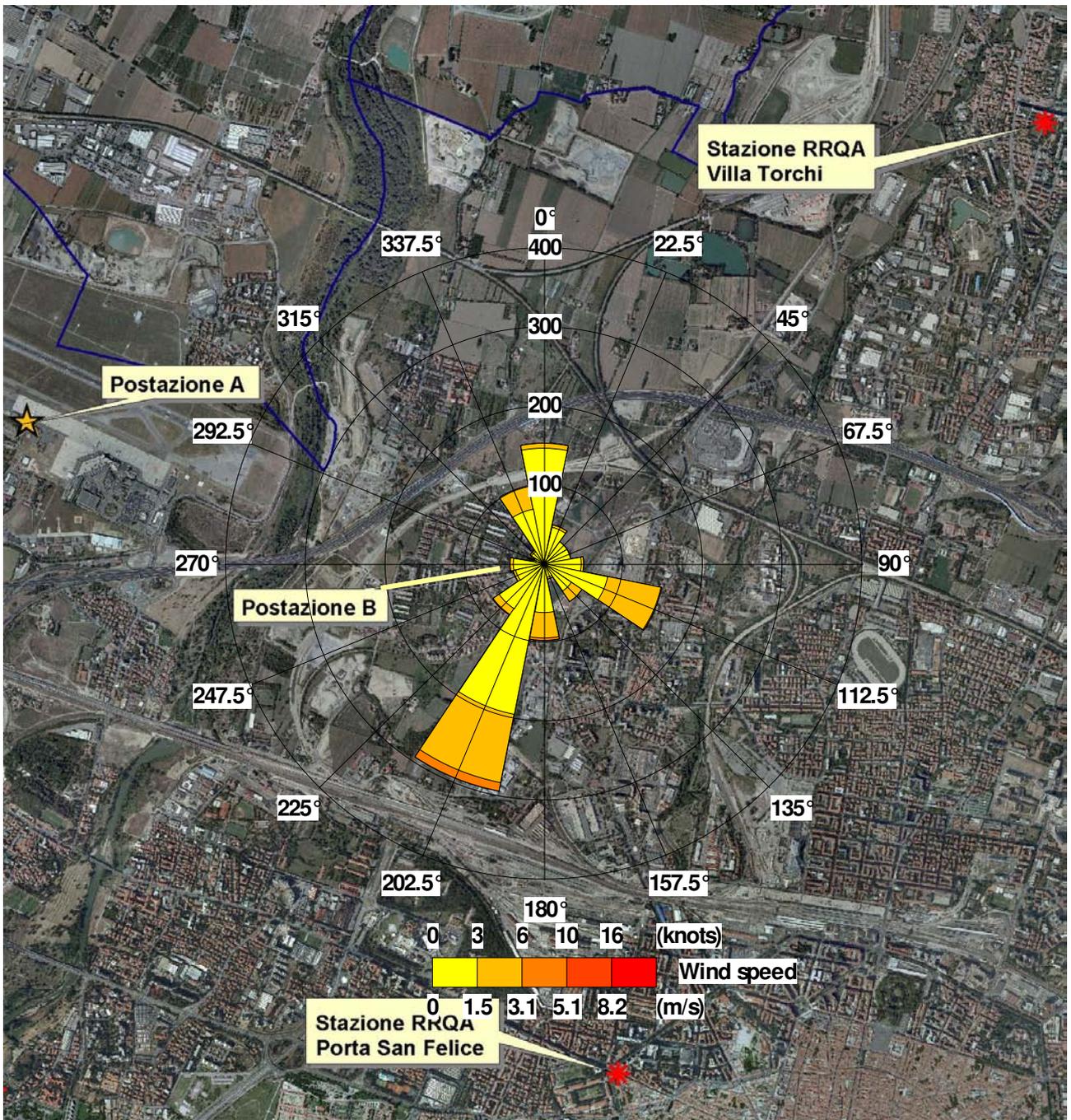


Figura 5.1.8 - Rosa dei venti e postazione B



Per quanto concerne la pos. A, si può notare come i venti prevalenti durante le ore diurne siano favorevoli per il trasporto verso la postazione di misura degli inquinanti prodotti all'interno del sedime aeroportuale. Inoltre tangenziale e autostrada A14 scorrono affiancate a circa 1700 m in direzione est-sud-est, mentre si trovano a soli 860 m circa in direzione sud. Di conseguenza è possibile che i venti prevalenti in serata, tra le 19 e le 23, abbiano apportato inquinanti prodotti anche da questi trafficati assi viari e in generale dall'area urbana. Viceversa i venti prevalenti durante il giorno mantengono la postazione sopravento rispetto all'intera area urbana; durante le ore notturne, invece, la direzione prevalente sud-sud-ovest pone la postazione direttamente sottovento rispetto alla principale fonte di inquinamento da traffico quale la tangenziale/diramazione autostradale in direzione Milano, distante circa 1000 m nella direzione del vento. I limitati volumi di traffico durante la notte dovrebbero però aver molto limitato l'apporto di inquinanti aventi tale origine.

Per quanto riguarda la pos. B, si può invece osservare che durante il giorno, all'incirca tra le 7 e le 17, sono frequenti venti provenienti da nord e nord-nord-ovest, nella stessa direzione in cui si trovano anche autostrada e tangenziale, distanti circa 750 m. La modesta intensità dei venti misurati dovrebbe comunque aver limitato l'impatto di tale sorgente presso la postazione di misura.

La direzione del vento di gran lunga prevalente è quella da sud-sud-ovest, a cui corrispondono una parte dell'area urbana e in vicinanza una piccola zona artigianale. Durante le ore notturne, quando è più frequente questo regime di vento, l'intensità del vento è peraltro molto limitata e si presume che entrambe queste sorgenti presentino emissioni ridotte rispetto al giorno. Infine i venti provenienti da est-sud-est, particolarmente frequenti in serata, tra le 17 e le 22, potrebbero trasportare inquinanti prodotti dal traffico presente su una parte consistente dell'area urbana, anche considerando che questa è la fascia oraria in cui normalmente è maggiore l'intensità del vento.

5.2. - Ossidi di azoto NO_x/NO₂

Nella tabella 5.2.1 vengono riassunti i risultati delle misurazioni di ossidi di azoto totali (NO + NO₂) indicati come NO_x. 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, Via Chiarini e Villa Torchi.

Tabella 5.2.1 - NO_x, valori orari minimi, medi e massimi sul periodo (µg/m³)

	Periodo misure	Numero valori orari	Valore minimo	Valore medio	Valore massimo
Pos. A	14/07 - 30/08/2011	1075	<12	48	168
Pos. B	08/07 - 31/08/2011	1263	<12	24	163
Via Chiarini	08/07 - 31/08/2011	1265	<12	12	126
Porta S. Felice	08/07 - 31/08/2011	1127	<12	54	162
Villa Torchi	08/07 - 31/08/2011	1148	<12	19	130

A seguire sono riportati in grafico gli andamenti dei valori medi e massimi giornalieri di NO_x (Fig. 5.2.1 e 5.2.2).

Si può notare come la stazione di Porta San Felice e la postazione A presentino quasi stabilmente valori medi decisamente superiori rispetto alla postazione B ed alle stazioni di fondo, con una leggera prevalenza delle medie di Porta San Felice. La postazione B a propria volta è caratterizzata da valori sistematicamente più alti rispetto a quelli di Via Chiarini e Villa Torchi, con poche eccezioni. Ciò si accorda con le medie sul periodo elencate in tabella: il valore più elevato è quello di Porta San Felice, mentre la media della pos. A è di poco inferiore. La media della pos. B è la metà di quella della pos. A, ed è di poco superiore a quella di Villa Torchi, mentre la stazione di fondo suburbano di Via Chiarini evidenzia una media sensibilmente inferiore, indicando una differenza nelle concentrazioni di fondo tra queste tre zone dell'area urbana.

I valori massimi orari giornalieri presentano un andamento differente rispetto alle medie giornaliere: la postazione A presenta spesso i valori più alti fra tutte le postazioni considerate, ed in pochi casi è la postazione B ad evidenziare il massimo più alto. Per entrambe le postazioni questi valori massimi orari non si presentano in specifici giorni della settimana, ma distribuiti in modo non sistematico.

Non accade mai che le stazioni di fondo raggiungano i valori più elevati, anche se talvolta i loro massimi sono più prossimi a quelli di Porta San Felice o della postazione A di quanto non avvenga per le medie giornaliere. Ciò si riflette anche sui valori massimi sul periodo, piuttosto prossimi per le postazioni A e B e Porta San Felice, e sensibilmente inferiori per le stazioni di fondo.

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 per le medie giornaliere si notano minimi negli andamenti in corrispondenza di 17, 24 e 31 luglio, e del 7 e 14 agosto, tutte domeniche, oltre che il 27 agosto, sabato. Tutto ciò trova riscontro nei giorni tipo, descritti dai grafici successivi (Fig. 5.2.3 e 5.2.4).

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.

Figura 5.2.1 - NO_x: andamento valori medi giornalieri (µg/m³)

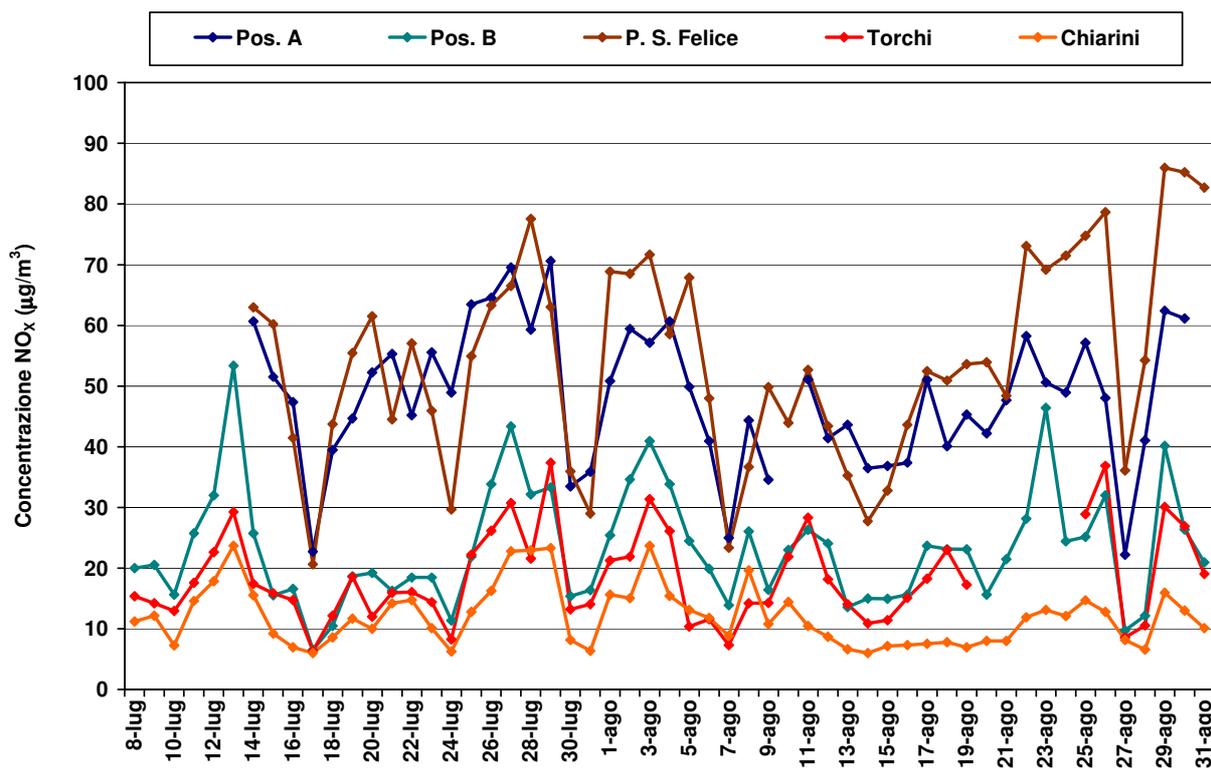


Figura 5.2.2 - NO_x: andamento valori massimi orari giornalieri (µg/m³)

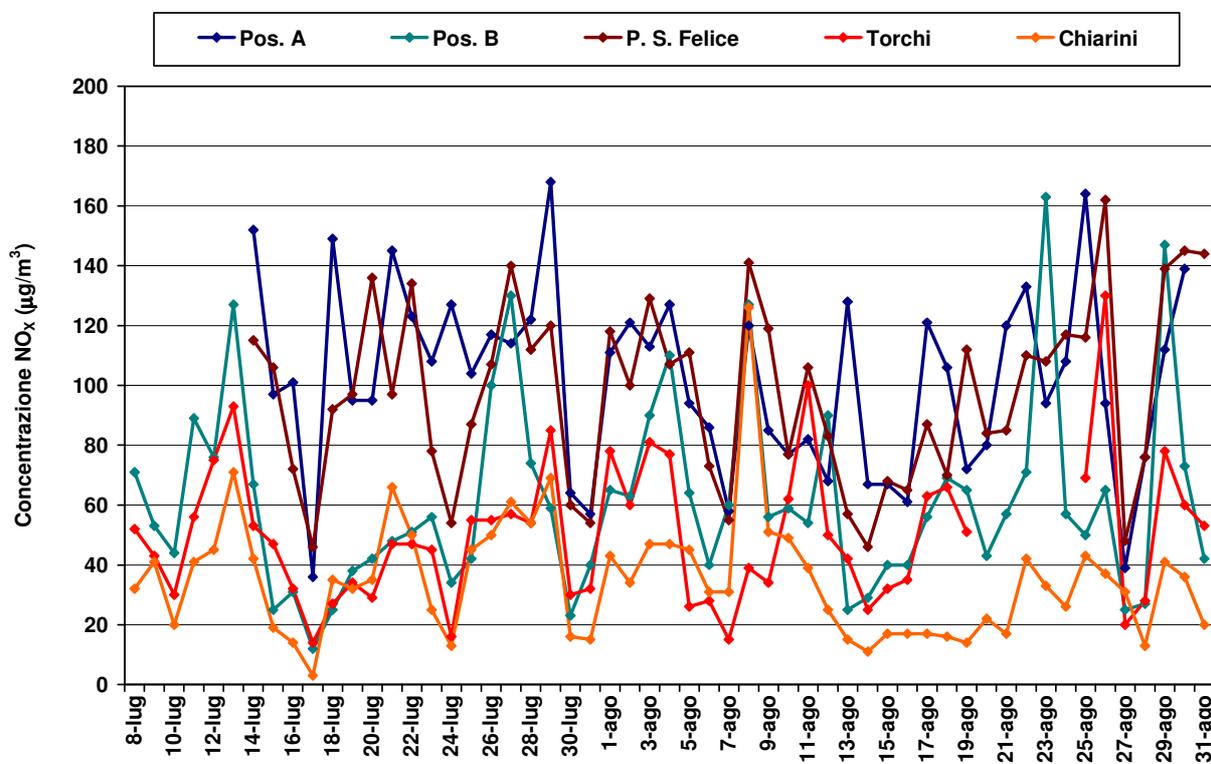


Figura 5.2.3 - NO_x: giorno tipo lunedì - venerdì (µg/m³)

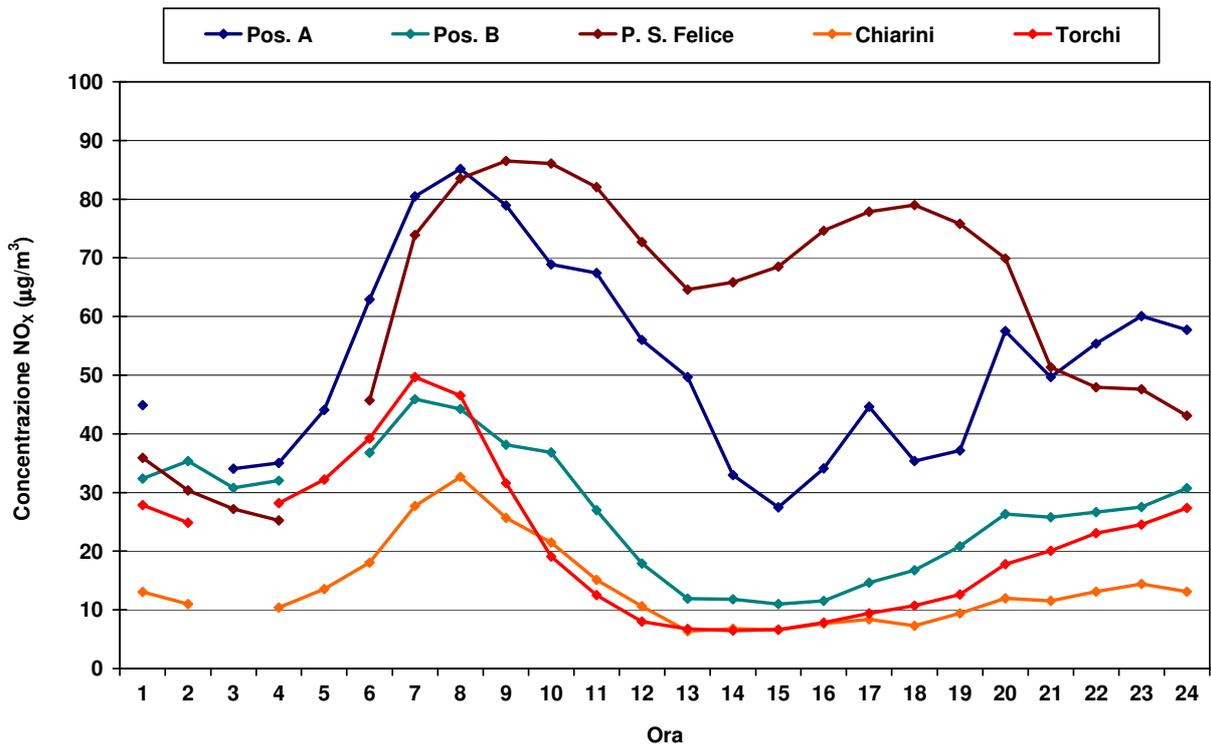
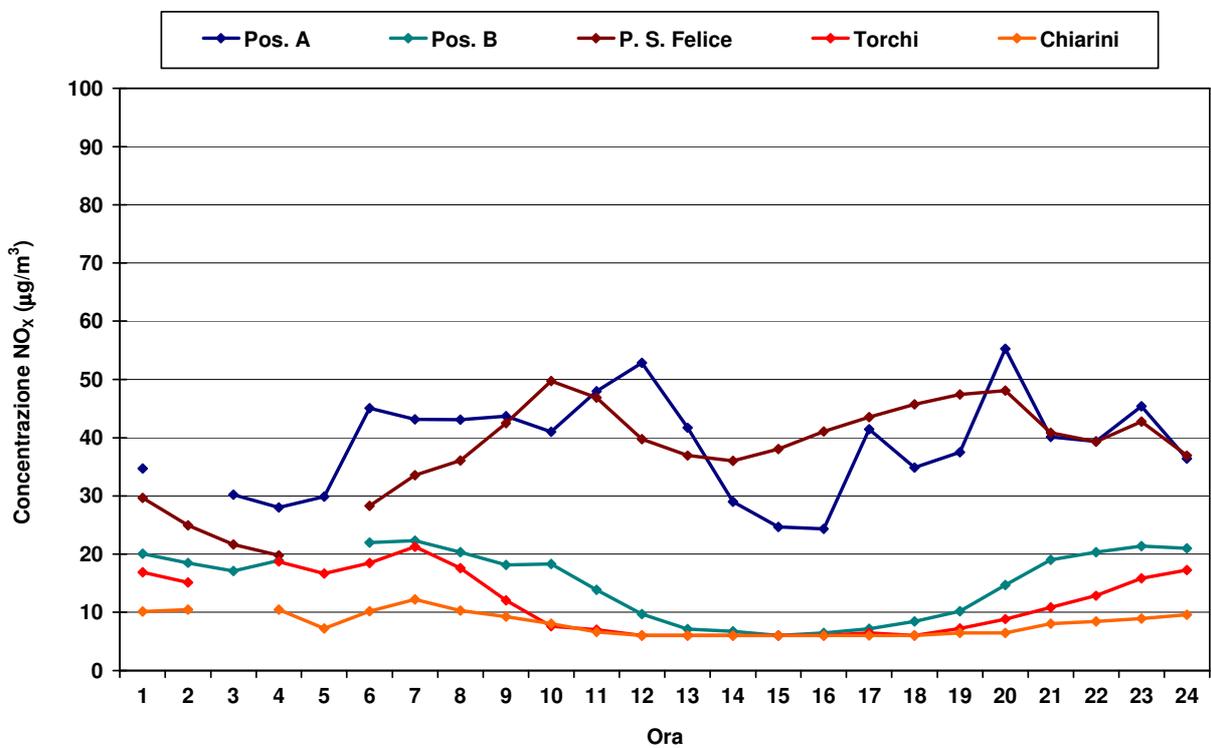


Figura 5.2.4 - NO_x: giorno tipo sabato - domenica (µg/m³)



Dal lunedì al venerdì presso l'aeroporto di notte, tra le 22 e le 8, si hanno concentrazioni medie superiori a quelle di Porta San Felice, mentre di giorno prevalgono nettamente i valori misurati presso la stazione da traffico della RRQA.

I dati rilevati presso la pos. B da lunedì a venerdì sono stabilmente superiori a quelli delle stazioni di fondo, eccetto che tra le 6 e le 8, quando sono leggermente più alte le concentrazioni di Villa Torchi. Si nota inoltre come in alcune ore notturne, tra le 2 e le 4, i valori medi sono leggermente superiori a quelli di Porta San Felice. La pos. B presenta un andamento sostanzialmente simile a quello delle stazioni di fondo, ed in particolare Villa Torchi, anche se con picchi poco pronunciati alle 10 ed alle 20, che richiamano quelli più evidenti della pos. A.

Notevole è l'abbassamento di concentrazioni che si verifica il fine settimana presso Porta San Felice e le postazioni A e B, in particolare tra le 5 e le 11. L'effetto è marcato presso le stazioni di fondo soprattutto tra le 5 e le 9, in quanto durante il resto della giornata i valori rilevati sono comunque bassi.

La postazione A presenta una peculiarità nella fascia oraria 11 – 20, entro la quale durante il fine settimana le concentrazioni diminuiscono meno che presso le altre postazioni. Sono inoltre presenti picchi marcati alle 17 ed alle 20, con valori sostanzialmente stabili su tutta la settimana. L'aspetto generale dell'andamento è differente sia da quello della stazione da traffico che da quello delle stazioni di fondo. L'entità dei valori misurati è comunque complessivamente più prossima a quella di Porta San Felice che a quella delle altre postazioni di misura, compresa la pos. B. Quest'ultima ha un andamento paragonabile soprattutto a quello rilevato a Villa Torchi.

La tabella 5.2.2 riporta i valori orari di NO₂ minimo, massimo e medio sul periodo, rilevati presso le postazioni di misura e le stazioni di riferimento della RRQA.

Tabella 5.2.2 - NO₂, valori orari minimi, medi e massimi sul periodo (µg/m³)

	Periodo misure	Numero valori orari	Valore minimo	Valore medio	Valore massimo
Pos. A	14/07 - 30/08/2011	1075	<12	34	92
Pos. B	08/07 - 31/08/2011	1263	<12	15	76
Via Chiarini	08/07 - 31/08/2011	1265	<12	11	53
Porta S. Felice	08/07 - 31/08/2011	1127	<12	41	111
Villa Torchi	08/07 - 31/08/2011	1148	<12	16	73

Nelle pagine successive sono indicati in grafico gli andamenti dei valori medi e massimi giornalieri di NO₂, come pure gli andamenti dei giorni tipo (Fig. da 5.2.5 a 5.2.8).

Anche in questo caso Porta San Felice e la pos. A sono caratterizzate da valori medi più elevati rispetto alla pos. B ed alle stazioni di fondo. Rispetto a quanto riscontrato per gli NO_x, si notano in modo più sistematico i seguenti aspetti: Porta San Felice mantiene valori più alti rispetto alla pos. A; la pos. B è particolarmente simile come andamento a Villa Torchi; Via Chiarini evidenzia medie giornaliere stabilmente inferiori rispetto a tutte le altre postazioni di stazioni di rilevamento.

Per quanto concerne i massimi giornalieri di NO₂, Porta San Felice supera stabilmente di gran lunga tutte le altre postazioni. Spesso presso la postazione B vengono raggiunti massimi superiori a quelli della postazione A e delle stazioni di fondo.

Presso nessuna delle postazioni di misura durante il periodo di monitoraggio è mai stato raggiunto il valore limite orario, pari a 200 µg/m³, previsto dalla normativa.

Figura 5.2.5 - NO₂: andamento valori medi giornalieri (µg/m³)

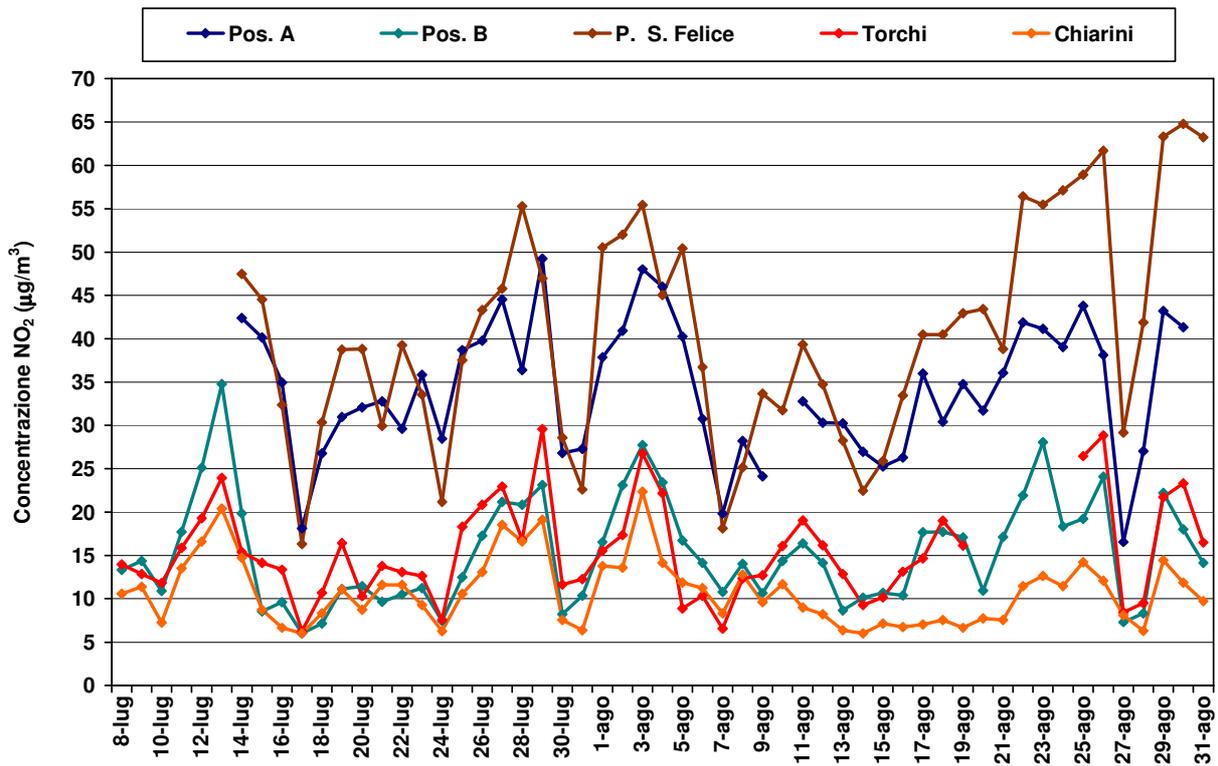


Figura 5.2.6 - NO₂: andamento valori massimi orari giornalieri (µg/m³)

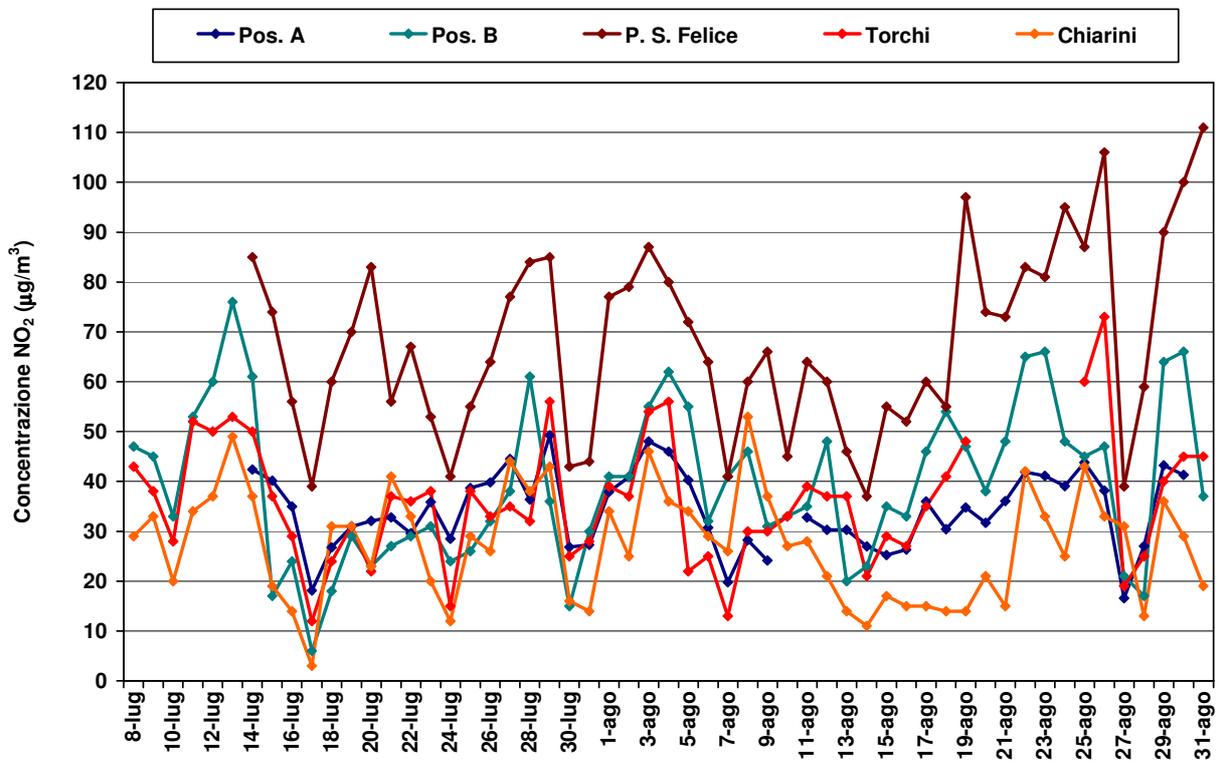


Figura 5.2.7 - NO₂: giorno tipo lunedì - venerdì (µg/m³)

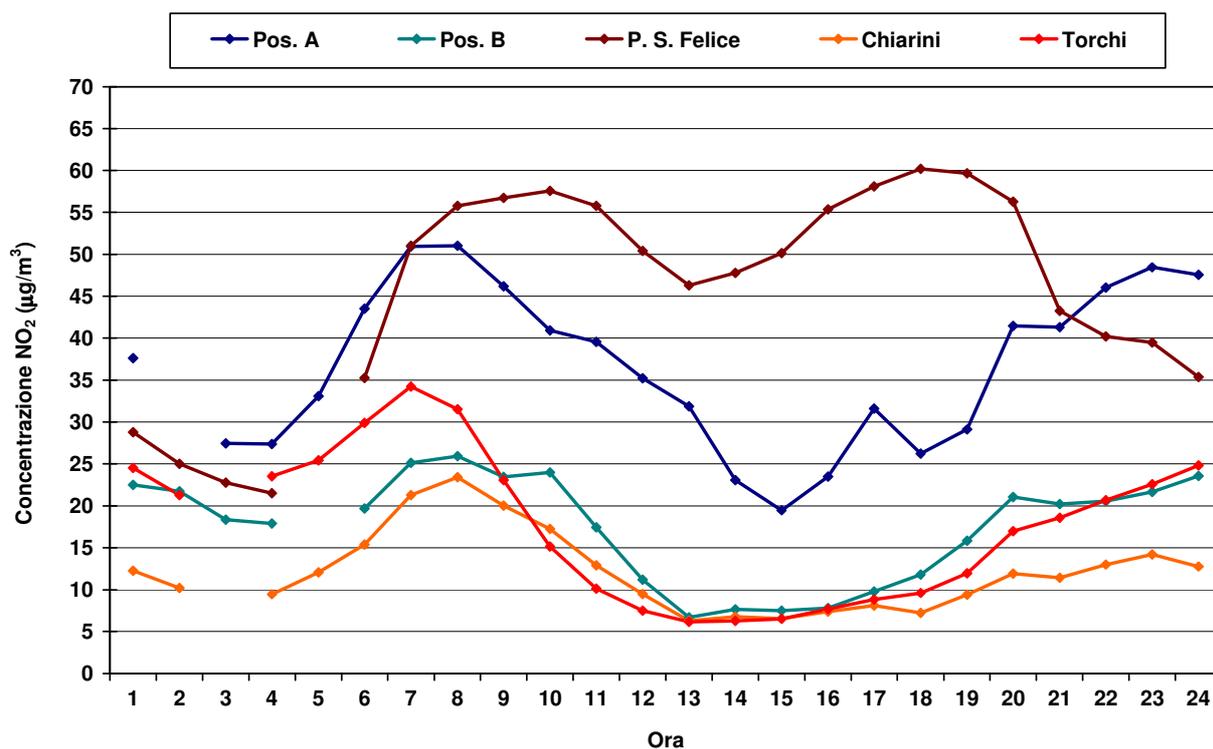
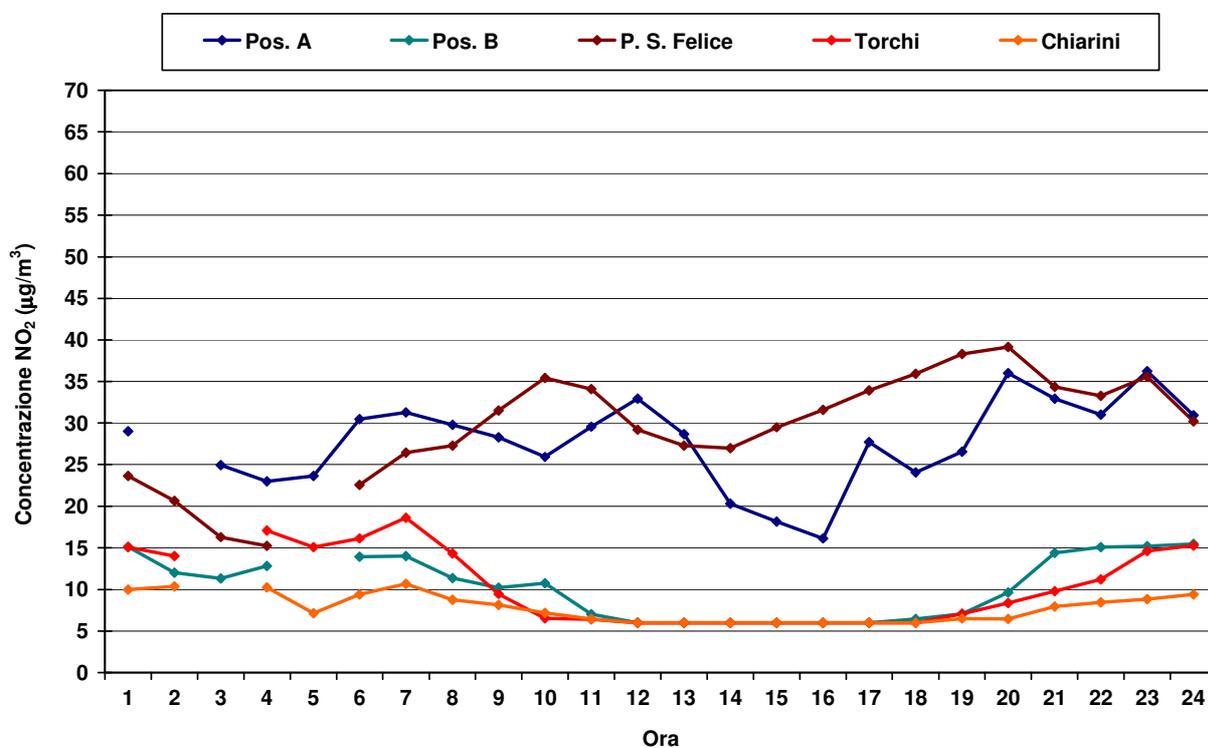


Figura 5.2.8 - NO₂: giorno tipo sabato - domenica (µg/m³)



In larga misura valgono anche per NO₂ le stesse considerazioni già espresse per i giorni tipo di NO_x e le particolarità negli andamenti. Si nota che i valori orari del giorno tipo da lunedì a venerdì per la postazione B sono in proporzione più bassi rispetto a quelli della stazione di Villa Torchi, soprattutto nelle ore della mattinata.

Gli NO_x comprendono, oltre all'NO₂, la componente di monossido di azoto, NO, che è l'inquinante primario emesso direttamente dalle sorgenti. Il biossido di azoto NO₂, invece, si forma successivamente per ossidazione nell'aria di NO, e la sua concentrazione è quindi meno strettamente legata alla prossimità di emissioni. Presso tutte le stazioni di monitoraggio le concentrazioni di NO₂ sono state di gran lunga prevalenti rispetto a quelle di NO, come del resto ci si può attendere durante l'estate, quando l'atmosfera è fortemente ossidante per la rilevante presenza di ozono. Le concentrazioni rilevate di NO in tutte le postazioni sono state piuttosto basse e presso le stazioni di fondo, oltre che nella pos. B, spesso sotto il limite di quantificazione.

Per questo motivo nei grafici successivi (Fig 5.2.9 e 5.2.10) vengono riportati solamente gli andamenti dei giorni tipo per la pos. A e Porta San Felice.

Nel periodo lunedì – venerdì si nota che i valori massimi si raggiungono nella fascia oraria dalle 7 alle 11 per entrambe le postazioni; nelle ore pomeridiane la stazione da traffico urbano presenta un calo meno significativo di quello registrato nella pos.A.

Durante il sabato e domenica non si evidenzia in maniera significativa il picco mattutino, ma dalle ore 12 in poi presenta un andamento e valori simili a quelli del resto della settimana. Come per NO_x/NO₂, su tutta la settimana sono presenti i picchi peculiari intorno alle ore 12, alle ore 17 e alle 20 che caratterizzano nello specifico il sito di misura.

Per individuare eventuali correlazioni tra attività aeroportuale ed inquinamento da ossidi di azoto, i giorni tipo relativi alle concentrazioni di NO_x, più influenzati dalla vicinanza alle sorgenti, sono stati posti a confronto con i movimenti totali degli aeromobili, nel caso della pos. A, e con i sorvoli su Bologna, nel caso della pos. B. Tale confronto viene evidenziato nei grafici di Fig. 5.2.11 e 5.2.12. In questo caso sono stati considerati giorni tipo settimanali, senza distinguere i fine settimana, in quanto l'attività aeroportuale nel periodo in esame non presentava differenze significative nel corso della settimana.

Dai grafici non si desume una evidente relazione tra il numero orario di voli e i giorni tipo, in particolare per la pos. B. Va comunque sottolineato che il minimo delle ore 15, presente sia nel numero totale di voli che nei giorni tipo in entrambe le postazioni, è attribuibile anche alla tipica diminuzione di concentrazione mostrata nel primo pomeriggio dagli NO_x, successiva al culmine dell'irraggiamento solare. Non a caso questo genere di minimo viene evidenziato anche dalle stazioni della RRQA, come si può rilevare dai grafici delle pagine precedenti.

Nel caso della postazione A è peraltro possibile osservare come tra le ore 11 e le ore 20 si riscontrino tre massimi caratteristici nell'andamento del giorno tipo, concomitanti o immediatamente successivi ad aumenti nel numero orario di movimenti. Va considerato che la postazione A può risentire anche delle attività aeroportuali svolte sulle piazzole di sosta antistanti, che non necessariamente avvengono negli stessi orari dei decolli e atterraggi.

Figura 5.2.9 - NO: giorno tipo lunedì - venerdì ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

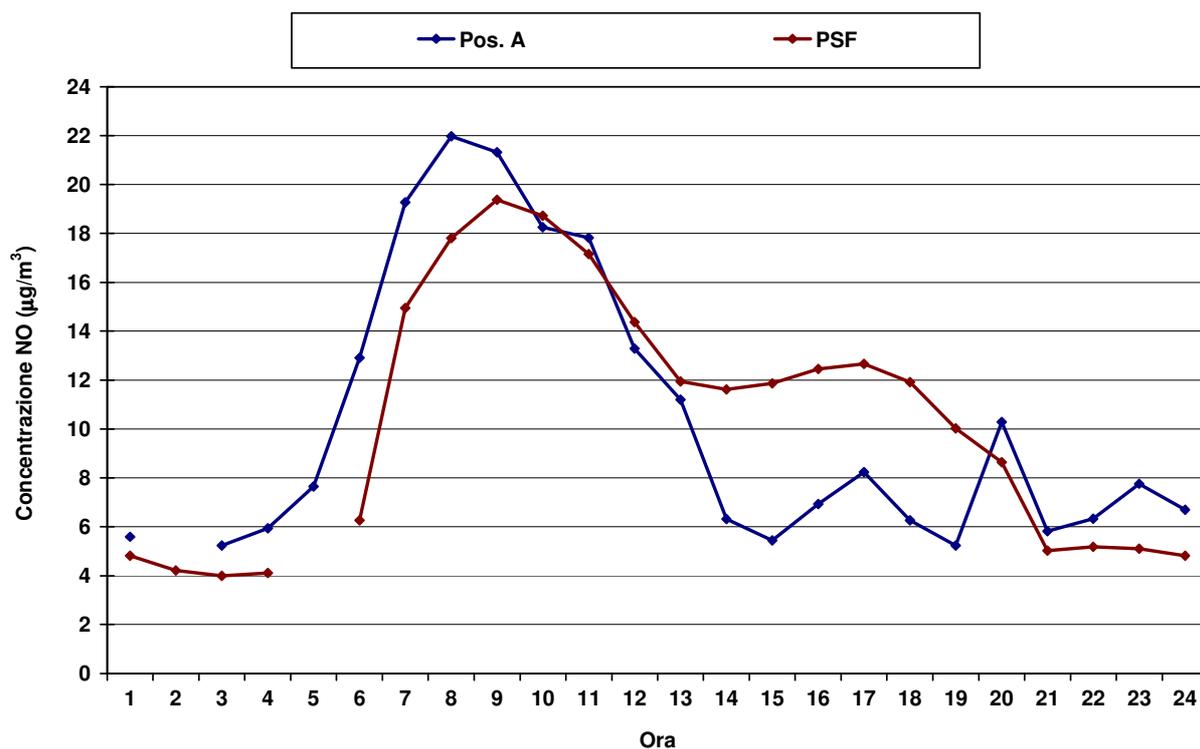


Figura 5.2.10 - NO: giorno tipo sabato - domenica ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

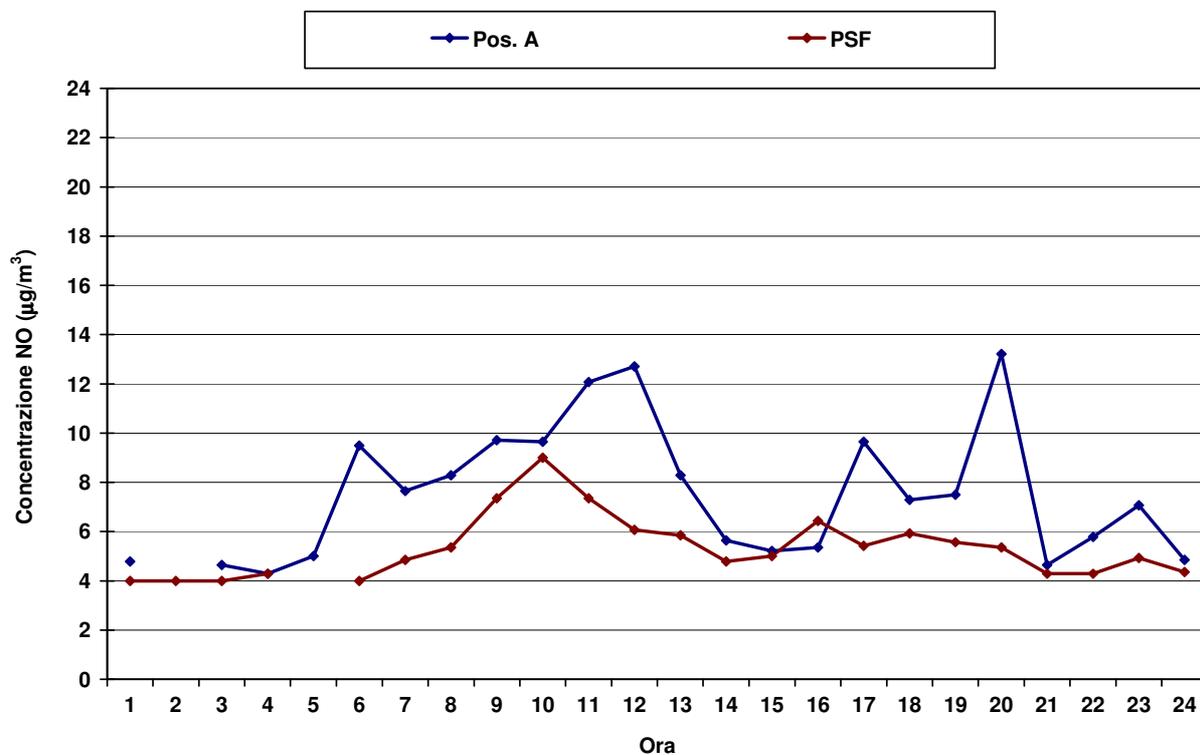


Figura 5.2.11 - Movimenti totali e giorno tipo NO_x nella postazione A

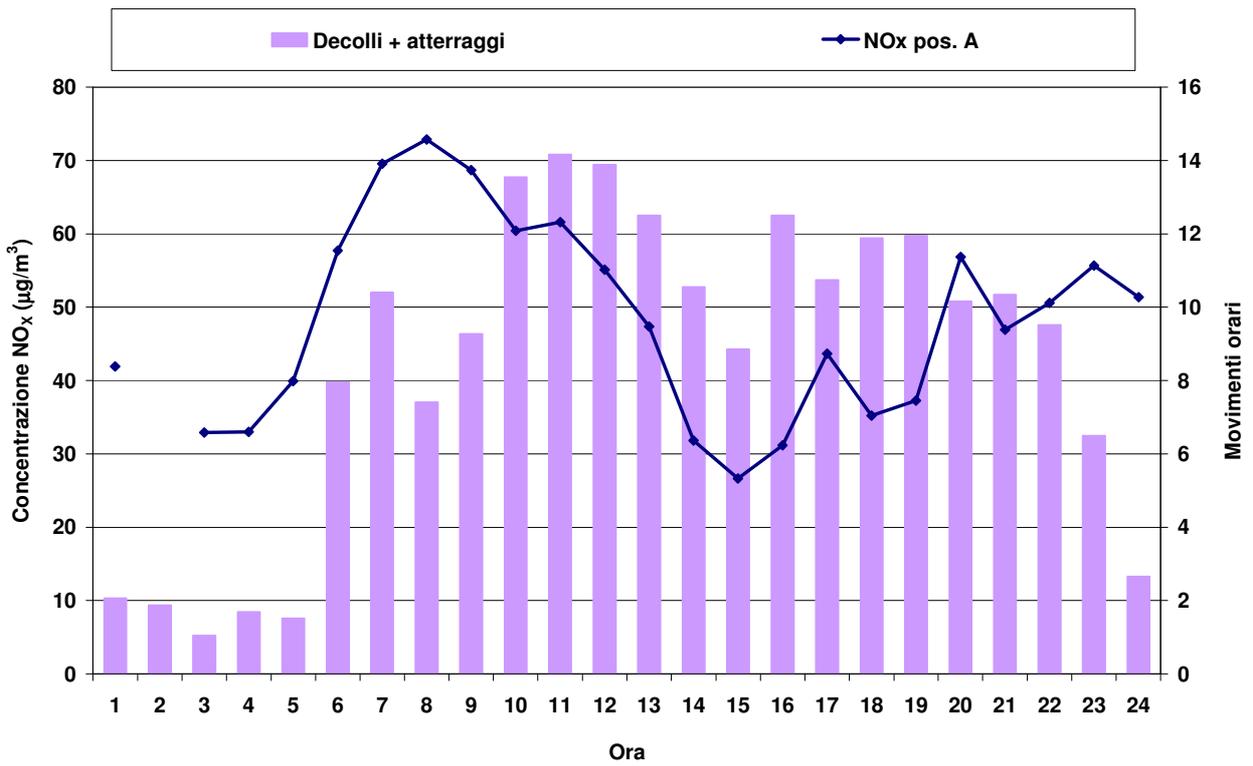
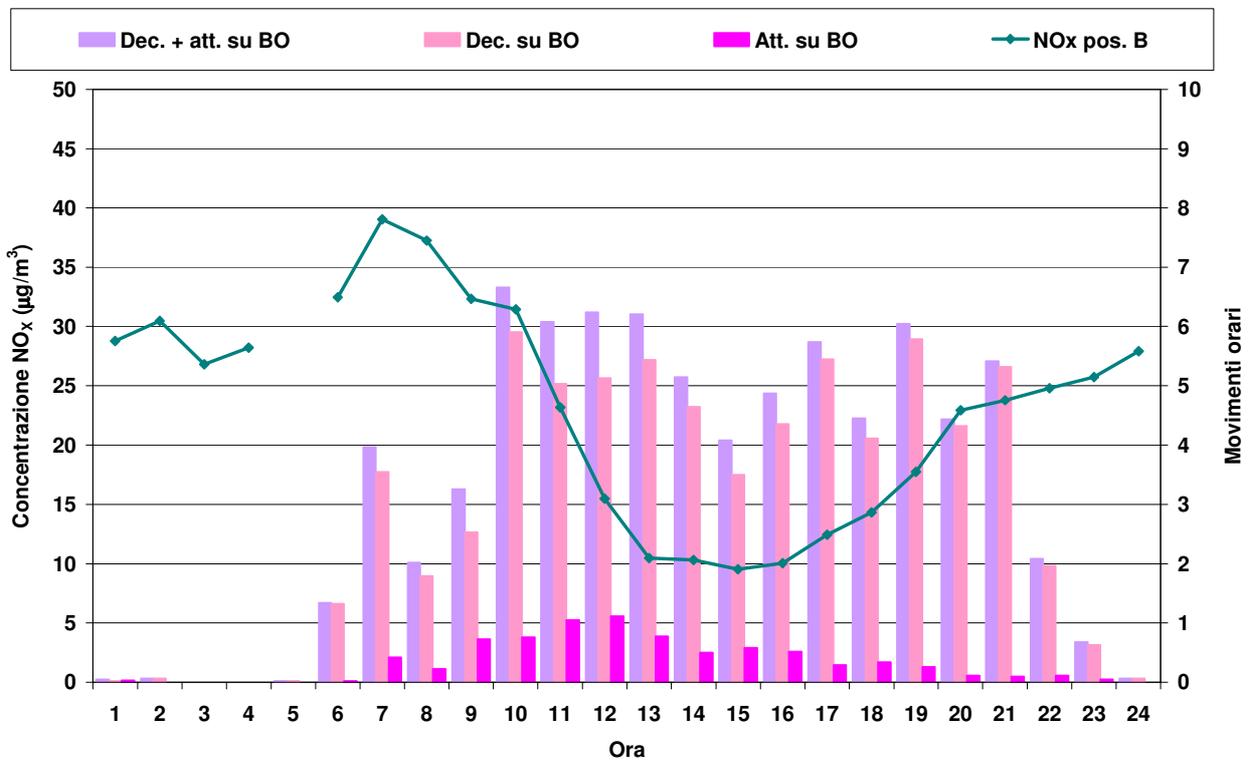


Figura 5.2.12 - Movimenti su Bologna e giorno tipo NO_x nella postazione B



I diagrammi seguenti (Fig 5.2.13 e 5.2.14) riportano il numero dei massimi giornalieri di NO_x in funzione dell'orario, conteggiati sull'intero periodo del monitoraggio.

Figura 5.2.13 - Pos. A: valori massimi giornalieri ripartiti per orario

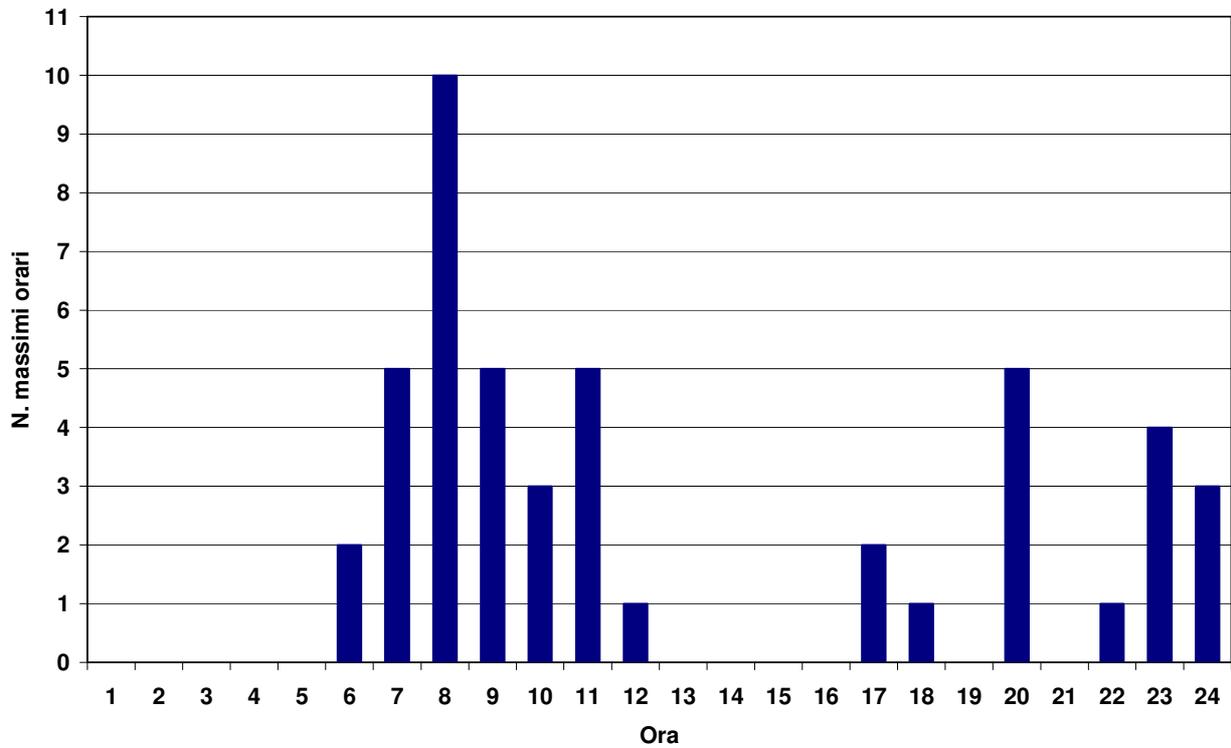
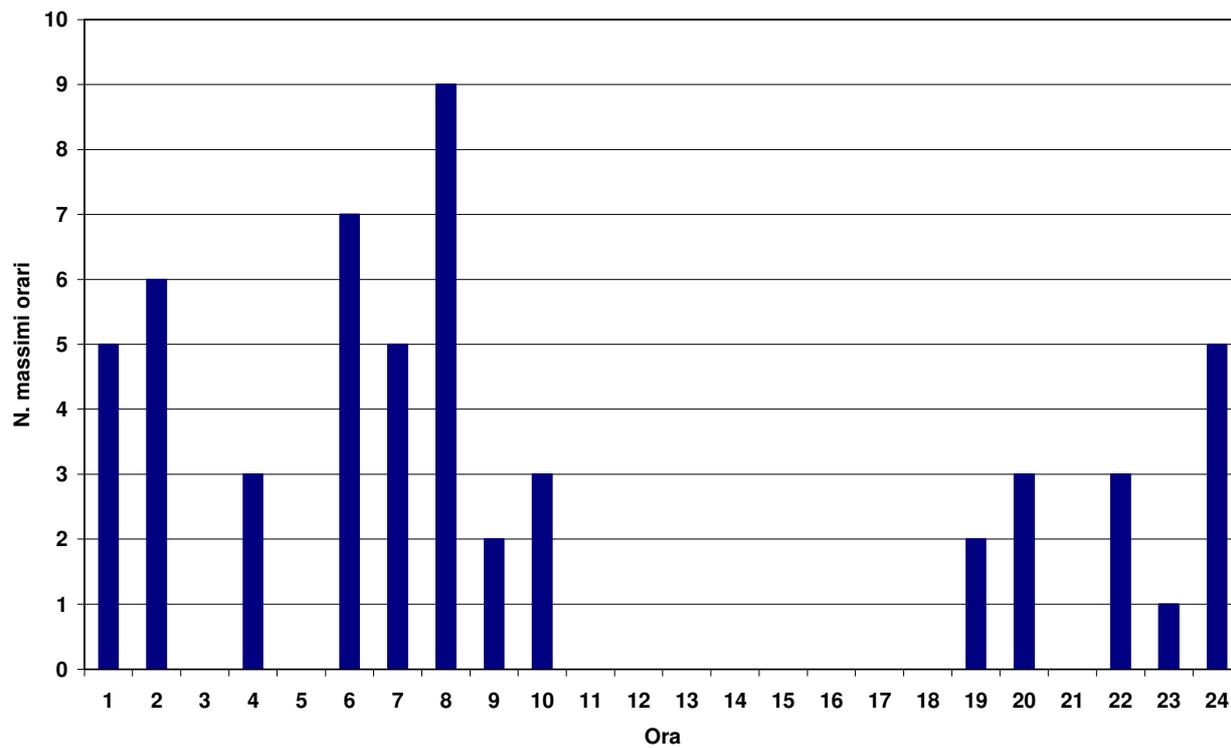


Figura 5.2.14 - Pos. B: valori massimi giornalieri ripartiti per orario



Il verificarsi del massimo valore orario nel corso della giornata risulta più frequente alle 8 per entrambe le postazioni. In ogni caso, considerando la distribuzione dei voli nel corso della giornata, non sembra che in generale il raggiungimento delle concentrazioni massime di NO_x possa essere posto in stretta connessione con le attività aeroportuali. In particolare presso la postazione B i numerosi valori massimi registrati durante le ore notturne stanno ad indicare una scarsa incidenza dei sorvoli, essenzialmente limitati alla fascia oraria 7-22.

Le medie ed i valori massimi giornalieri di NO_x ed NO_2 sono riportati in tabelle poste in allegato.

5.3. - Materiale particolato PM₁₀/PM_{2.5}

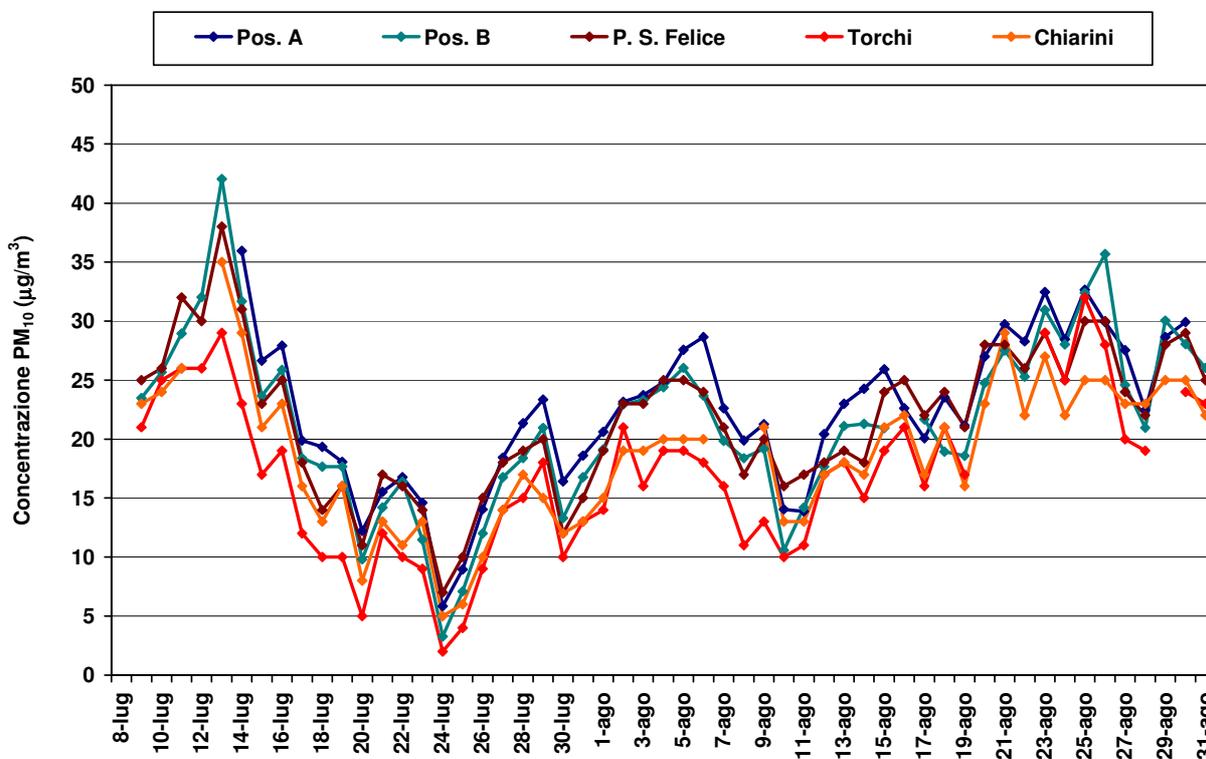
Nella tabella 5.3.1 vengono riassunti i risultati delle misurazioni di PM₁₀ nelle postazioni A e B, posti a confronto con quelli contemporaneamente ottenuti presso le stazioni della RRQA.

Tabella 5.3.1 - PM₁₀, indici sui valori giornalieri sul periodo (µg/m³)

	Periodo misure	Numero valori giornalieri	Valore minimo	Valore medio	Valore massimo
Pos. A	14/07 - 30/08/2011	48	6	22	36
Pos. B	08/07 - 31/08/2011	53	<5	22	42
Via Chiarini	08/07 - 31/08/2011	51	5	19	35
Porta S. Felice	08/07 - 31/08/2011	54	7	22	38
Villa Torchi	08/07 - 31/08/2011	50	<5	17	32

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

Figura 5.3.1 - PM₁₀, andamento valori giornalieri sul periodo (µg/m³)



Si nota come gli andamenti delle diverse postazioni di misura appaiano molto simili tra loro, rimanendo raccolti entro una fascia di valori che raramente risulta più ampia di 10 µg/m³. A differenza di NO_x ed NO₂, gli

andamenti del PM₁₀ non presentano la marcata periodicità settimanale, cioè non vi sono nette diminuzioni delle medie giornaliere di sabato e di domenica.

In linea di massima le stazioni urbane di fondo sono quelle che presentano i valori più bassi, sia pur di poco. Le medie sul periodo delle pos. A e B e di Porta San Felice sono risultate esattamente identiche, mentre le stazioni di fondo sono caratterizzate da medie leggermente inferiori.

E' degno di nota che presso la stazione di fondo suburbano di Via Chiarini la media sia stata di soli 3 µg/m³ inferiore rispetto alla stazione da traffico di Porta San Felice e rispetto ai due laboratori mobili. Ciò si spiega con le basse concentrazioni di materiale particolato tipiche della stagione estiva, dovute sia alle minori emissioni sia alla maggiore capacità di dispersione dell'atmosfera, che ovviamente comportano una riduzione delle differenze tra aree diverse.

Nella tabella 5.3.2 sono riportati i risultati delle misurazioni di PM_{2.5}, 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_{2.5}, indici sui valori giornalieri sul periodo (µg/m³)

	Periodo misure	Numero valori giornalieri	Valore minimo	Valore medio	Valore massimo
Pos. A	14/07 - 30/08/2011	48	<5	11	18
Pos. B	08/07 - 31/08/2011	50	<5	11	18
Porta S. Felice	08/07 - 31/08/2011	52	<5	11	19

In questo caso non solo le medie ma anche i valori minimi e massimo sono sostanzialmente coincidenti sia per i due laboratori mobili che per la stazione della RRQA. Anche 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 PM₁₀. Ciò è caratteristico della distribuzione del materiale particolato, che soprattutto in estate risulta tanto più omogeneamente distribuito sul territorio quanto minore è la granulometria considerata.

In linea di massima gli andamenti di PM₁₀ e PM_{2.5} sono molto simili, anche se non del tutto paralleli. Un confronto con le condizioni meteo (Fig da 5.3.3 a 5.3.5) non evidenzia alcuna stretta correlazione con l'intensità media giornaliera del vento, che peraltro si è mantenuta sempre al di sotto di 2.5 m/s presso la postazione B ed ha superato di poco tale valore solo 5 volte presso la pos. A. E' invece degno di nota che i valori minimi di PM₁₀ e PM_{2.5} siano stati registrati proprio in occasione delle sporadiche precipitazioni, tutte verificatesi in luglio.

I singoli valori giornalieri di PM₁₀ e PM_{2.5} sono riportati in tabella posta in allegato.

Figura 5.3.2 - PM_{2,5}, andamento valori giornalieri sul periodo (µg/m³)

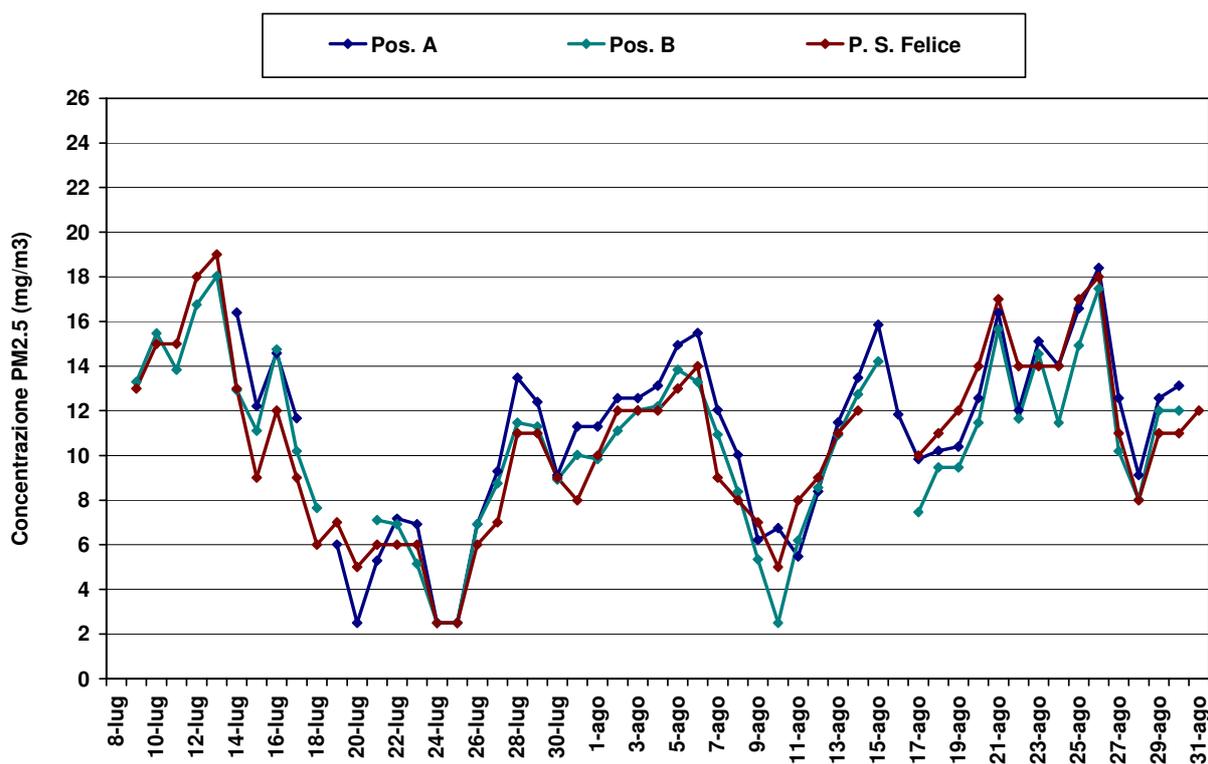


Figura 5.3.3 - Confronto tra concentrazioni di PM₁₀/PM_{2,5} e precipitazioni

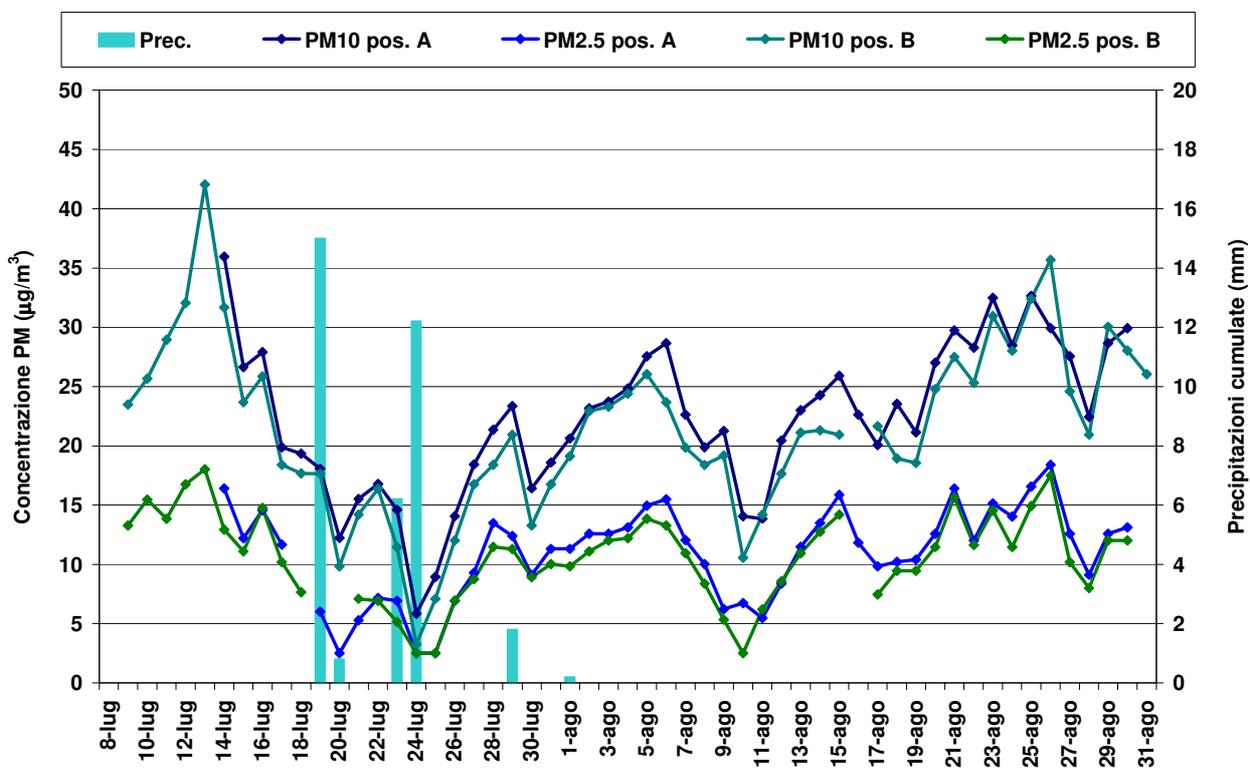


Figura 5.3.4 – Pos. A: confronto tra concentrazioni di $PM_{10}/PM_{2.5}$ e intensità media del vento

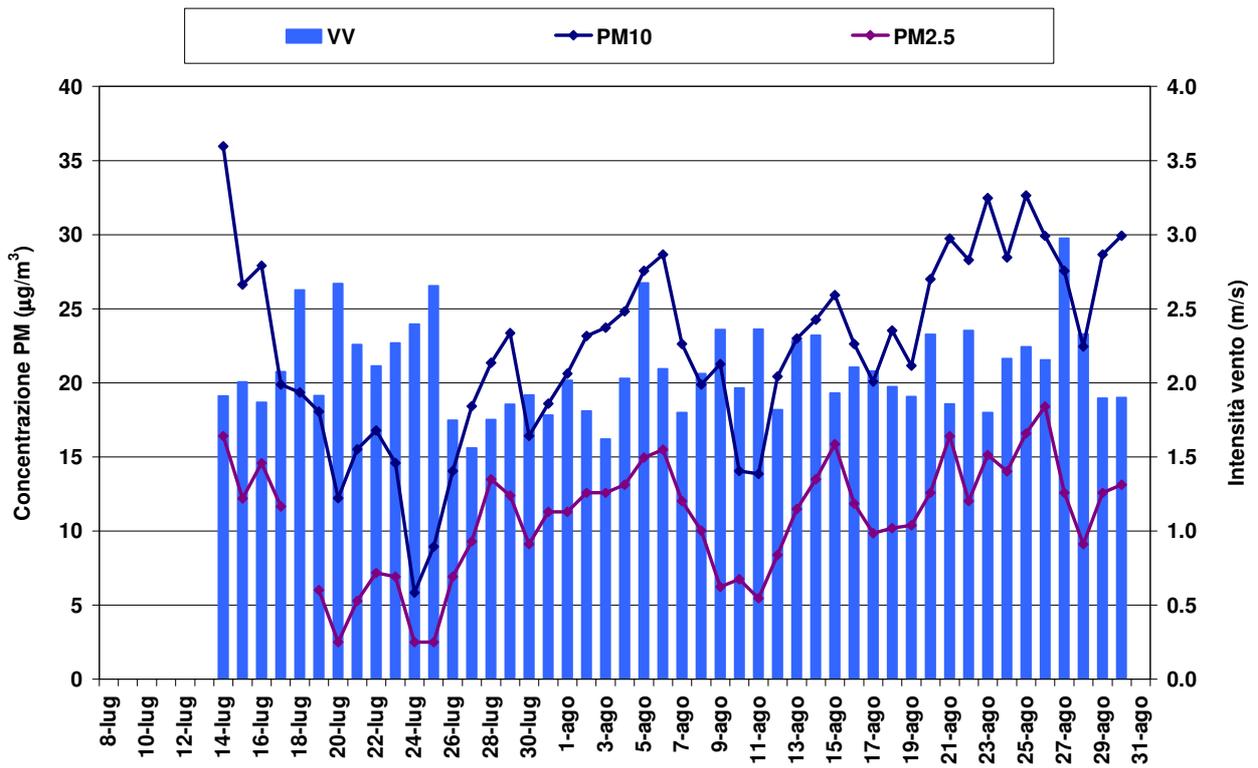
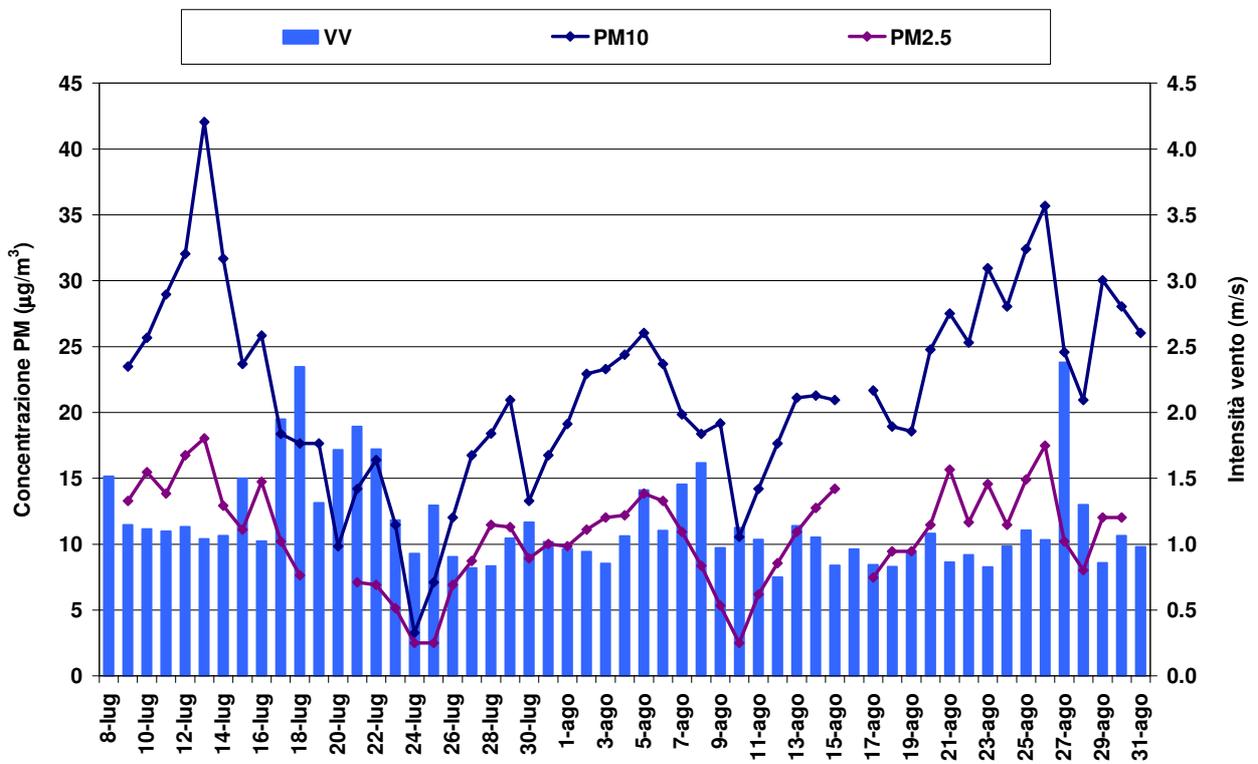


Figura 5.3.5 – Pos. B: confronto tra concentrazioni di $PM_{10}/PM_{2.5}$ e intensità media del vento



Nella tabella 5.3.3 vengono posti a confronto i rapporti tra le concentrazioni di PM_{2.5} e PM₁₀.

Tabella 5.3.3 - Rapporto PM2.5/PM10 (percentuale)

	Periodo misure	Numero valori giornalieri	Valore minimo	Valore medio	Valore massimo
Pos. A	14/07 - 30/08/2011	47	20.5%	48.0%	63.2%
Pos. B	08/07 - 31/08/2011	50	23.7%	49.4%	76.3%
Porta S. Felice	08/07 - 31/08/2011	52	25.0%	48.2%	75.0%

Il rapporto di concentrazione medio è molto simile sia nelle postazioni A e B che nella stazione da traffico di Porta San Felice, e questo indica una somiglianza nella composizione granulometrica del particolato nel periodo di monitoraggio.

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

Gli IPA sono stati determinati sulla frazione PM₁₀ del particolato, come stabilito dalla normativa. Sono stati considerati gli idrocarburi che per la loro limitata volatilità sono presenti prevalentemente in fase condensata. I filtri sono stati raggruppati in campioni rappresentativi di intere settimane, ed i dati sono pertanto da intendere come medie settimanali.

Le concentrazioni misurate presso le postazioni A e B sono state poste a confronto con quelle rilevate, con le stesse modalità, sul PM₁₀ campionato nella stazione da traffico di Porta San Felice.

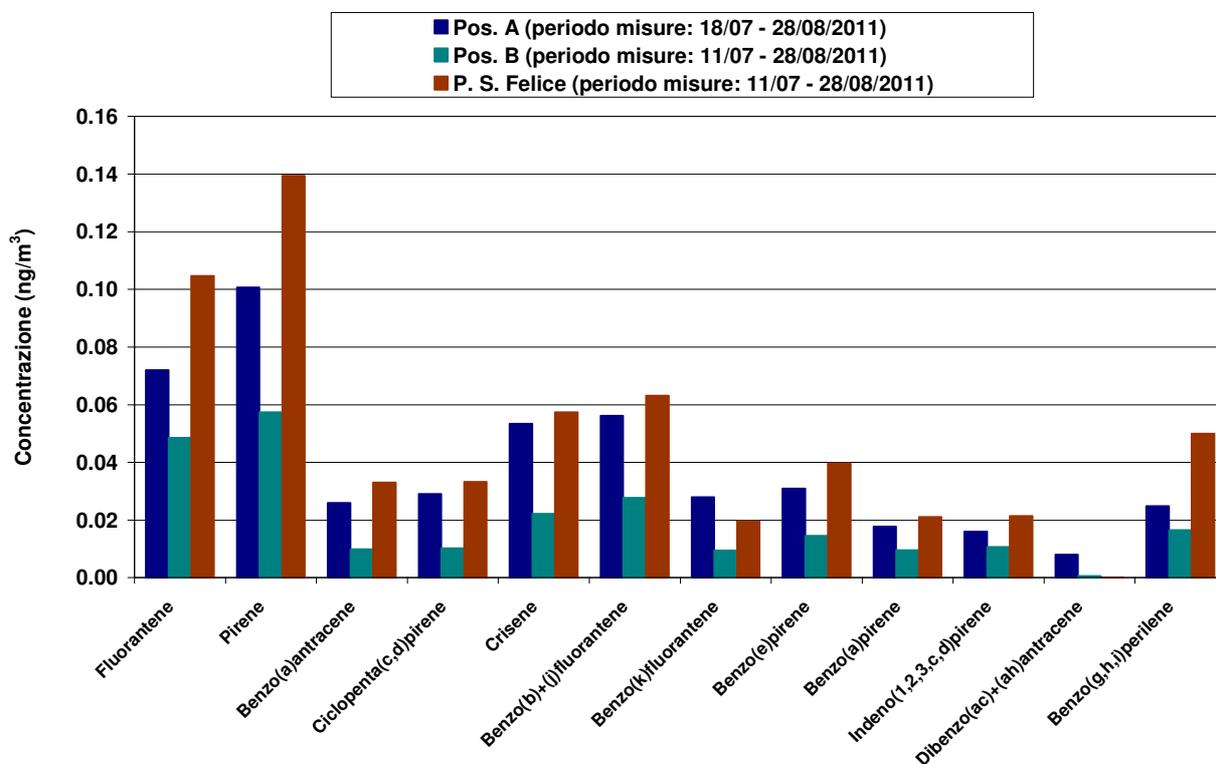
Le medie ottenute sull'intero periodo di monitoraggio per ogni parametro considerato sono riassunte nella tabella 5.4.1. Come indice della presenza complessiva di IPA viene riportata anche la somma delle concentrazioni di tutti i composti presi in esame.

Tabella 5.4.1 - Concentrazioni medie IPA sul periodo (ng/m³)

	Pos. A periodo misure: 18/07 - 28/08/2011	Pos. B periodo misure: 11/07 - 28/08/2011	P. S. Felice periodo misure: 11/07 - 28/08/2011
Fluorantene	0.0720	0.0485	0.1047
Pirene	0.1007	0.0574	0.1395
Benzo(a)antracene	0.0260	0.0099	0.0330
Ciclopenta(c,d)pirene	0.0290	0.0102	0.0332
Crisene	0.0535	0.0222	0.0575
Benzo(b)+(j)fluorantene	0.0562	0.0277	0.0631
Benzo(k)fluorantene	0.0279	0.0094	0.0197
Benzo(e)pirene	0.0309	0.0146	0.0397
Benzo(a)pirene	0.0178	0.0097	0.0211
Indeno(1,2,3,c,d)pirene	0.0161	0.0107	0.0215
Dibenzo(ac)+(ah)antracene	0.0080	0.0007	<0.0003
Benzo(g,h,i)perilene	0.0248	0.0165	0.0500
Dibenzo(a,l)pirene	<0.0003	0.0012	<0.0003
Dibenzo(a,e)fluorantene	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Dibenzo(a,e)pirene	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Dibenzo(a,i)pirene	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Dibenzo(a,h)pirene	<0.0003	<0.0003	<0.0003
TOTALE	2,7760	1,6686	4,0812

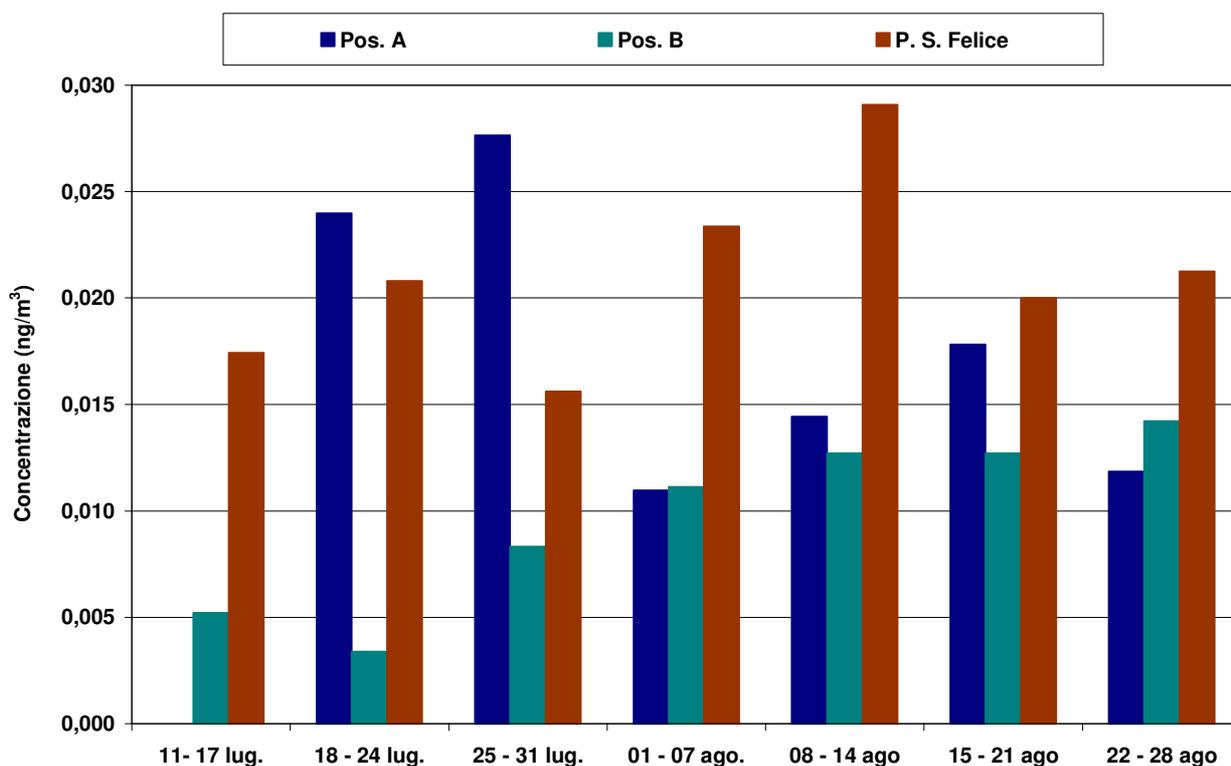
I dati vengono visualizzati anche nel grafico di Fig 5.4.1, dal quale vengono omissi gli ultimi 5 composti elencati in tabella, in quanto assenti o presenti in misura irrilevante.

Figura 5.4.1 - Concentrazioni medie IPA sul periodo (ng/m³)



Il grafico di Fig. 5.4.2 mostra invece l'andamento delle concentrazioni medie settimanali di benzo(a)pirene.

Figura 5.4.2 - Concentrazioni medie settimanali benzo(a)pirene (ng/m³)



In generale tutti gli IPA sottoposti a misurazione hanno evidenziato concentrazioni molto contenute, con valori medi presso la pos. B sempre inferiori a quelli della pos. A, a loro volta quasi sempre inferiori a quelli riscontrati a Porta San Felice. L'unica eccezione è costituita dal benzo(k)fluorantene, per il quale la media più elevata è quella della pos. A, e dalla somma di Dibenzo(ac)antracene e Dibenzo(ah)antracene, che evidenzia la media più bassa proprio a Porta San Felice. Tra tutti gli IPA quello presente in misura più rilevante è il pirene, presso tutte le postazioni considerate. Va considerato comunque che nel periodo estivo le concentrazioni di IPA in aria ambiente risultano estremamente inferiori a quelle invernali. Ciò è dovuto a diversi fattori: la diminuzione delle emissioni e della massa di particolato, la significativa degradazione che questi composti subiscono per azione della radiazione solare e la maggiore volatilità alle alte temperature.

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^3 . Si può notare come la concentrazione media sull'intera campagna risulti di due ordini di grandezza inferiore al limite, sia per le postazioni A e B che per Porta San Felice. Presso la stazione da traffico la media sul periodo è confrontabile a quella rilevata presso la pos. A, mentre la pos. B presenta una media di circa la metà.

L'andamento delle medie settimanali evidenzia per la postazione A valori medi superiori nel mese di luglio, anche rispetto a Porta San Felice, per poi diminuire nel mese di agosto; la pos. B mostra invece una tendenza all'aumento lungo tutto il periodo di monitoraggio, registrando nel mese di agosto valori medi paragonabili a quelli della pos. A e comunque inferiori a quelli di Porta San Felice.

I dati settimanali ottenuti per ogni composto sono raccolti in tabella posta in allegato.

5.5. - Aldeidi

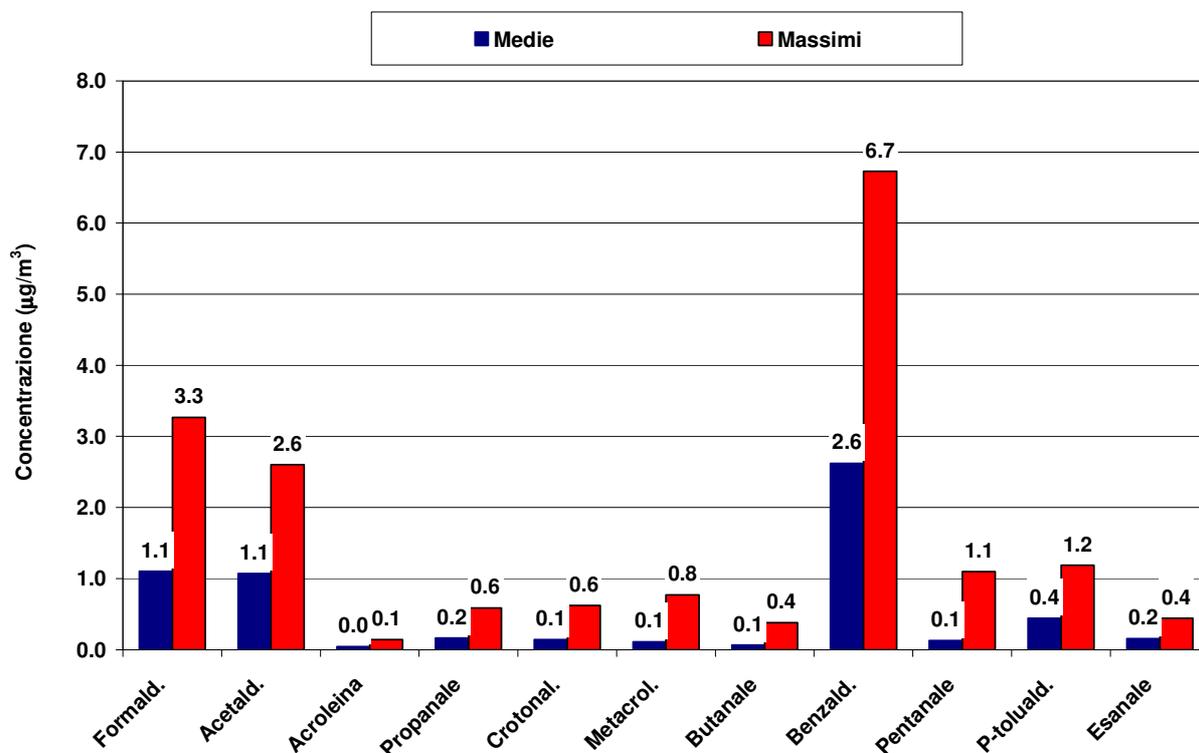
Le aldeidi sono state determinate presso l'aeroporto, con campionamenti di durata giornaliera effettuati su apposite fiale. I rilevamenti sono stati suddivisi su due periodi nel corso della campagna di monitoraggio: dal 16 luglio al 1 agosto, e dal 11 al 30 agosto. I risultati relativi ai composti analizzati sono riassunti nella tabella 5.5.1.

Tabella 5.5.1 - Aldeidi: indici sui valori giornalieri sul periodo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	N. valori	Valore Minimo	Valore Medio	Valore Massimo
Formaldeide	37	0.15	1.10	3.27
Acetaldeide	37	<0.01	1.08	2.60
Acroleina	37	<0.01	0.04	0.14
Propionaldeide	37	<0.01	0.17	0.59
Crotonaldeide	37	<0.01	0.15	0.62
Metacroleina	37	<0.01	0.11	0.77
Butirraldeide (butanale)	37	<0.01	0.06	0.38
Benzaldeide	37	<0.01	2.62	6.73
Valeraldeide (pentanale)	37	<0.01	0.13	1.10
P-Tolualdeide	37	<0.01	0.44	1.19
Esaldeide (esanale)	37	<0.01	0.16	0.45

Le medie ed i valori massimi sul periodo sono evidenziati sul grafico di Fig 5.5.1.

Figura 5.5.1 - Aldeidi: valori giornalieri medi e massimi sul periodo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Per le aldeidi non esiste alcun limite fissato dalla normativa sulla qualità dell'aria.

Rispetto a precedenti campagne di monitoraggio effettuate in area urbana, all'aeroporto sono stati riscontrati valori medi paragonabili di acetaldeide, concentrazioni basse di formaldeide in proporzione all'acetaldeide e valori medi di benzaldeide significativamente più alte rispetto alle due aldeidi precedenti. Tutti gli altri composti sono risultati avere concentrazioni medie inferiori a $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il particolare rilievo assunto dalla benzaldeide presso la postazione A potrebbe essere in connessione con la movimentazione e l'utilizzo di kerosene destinato agli aeromobili: la benzaldeide potrebbe infatti derivare da alcuni idrocarburi presenti nel carburante, a seguito di reazioni chimiche indotte dalla radiazione solare.

5.6. - Ozono O₃

L'ozono non costituisce un inquinante primario, emesso cioè direttamente da veicoli, aeromobili, caldaie o attività produttive. E' invece un inquinante secondario, cioè si forma in atmosfera a seguito di reazioni chimiche indotte dalla radiazione solare sugli inquinanti primari. Generalmente non raggiunge pertanto le concentrazioni più elevate in prossimità delle sorgenti degli inquinanti primari, ma a qualche distanza da esse, dopo che le reazioni fotochimiche hanno avuto il tempo necessario per produrlo.

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 - O₃, valori orari minimi, medi e massimi sul periodo (µg/m³)

	Periodo misure	Numero valori orari	Valore minimo	Valore medio	Valore massimo
Pos. A	14/07 - 30/08/2011	1098	<10	73	177
Pos. B	08/07 - 31/08/2011	1239	<10	73	172
Via Chiarini	08/07 - 31/08/2011	1265	<10	91	190

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, vista la natura secondaria dell'inquinante, non direttamente connessa all'andamento delle emissioni, non è stata operata alcuna distinzione tra i diversi giorni della settimana.

I grafici evidenziano come i valori medi e massimi giornalieri misurati presso la stazione di Via Chiarini siano sistematicamente superiori a quelli delle pos. A e B. Ponendo a confronto invece i risultati ottenuti dai due laboratori mobili, sia per le medie che per i massimi giornalieri si nota una buona confrontabilità degli andamenti, con valori mediamente superiori nella pos. A in luglio e nella pos. B in agosto. Ciò trova riscontro anche nelle medie sul periodo, esattamente identiche per le pos. A e B, piuttosto simili anche nei valori massimi. La stazione di Via Chiarini è invece caratterizzata da una media e da un massimo sul periodo sensibilmente superiori.

Figura 5.6.1 - O₃: andamento valori medi giornalieri (µg/m³)

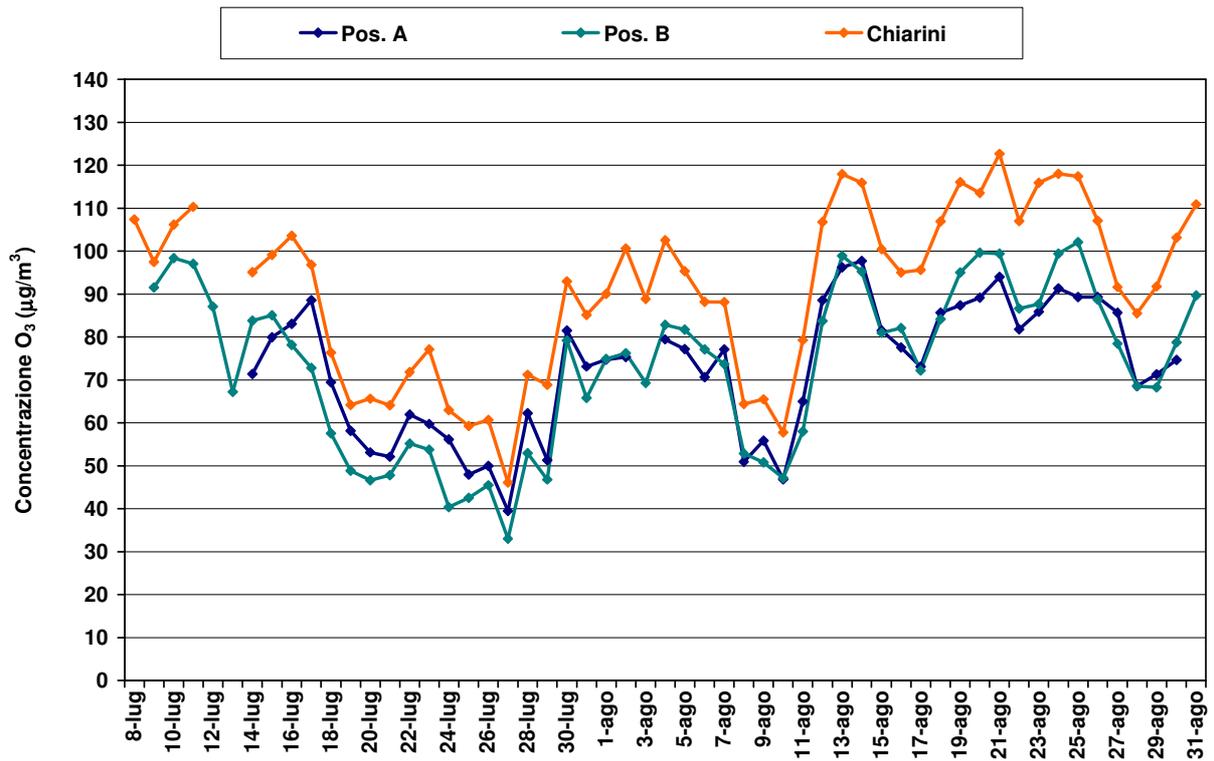


Figura 5.6.2 - O₃: andamento valori massimi giornalieri (µg/m³)

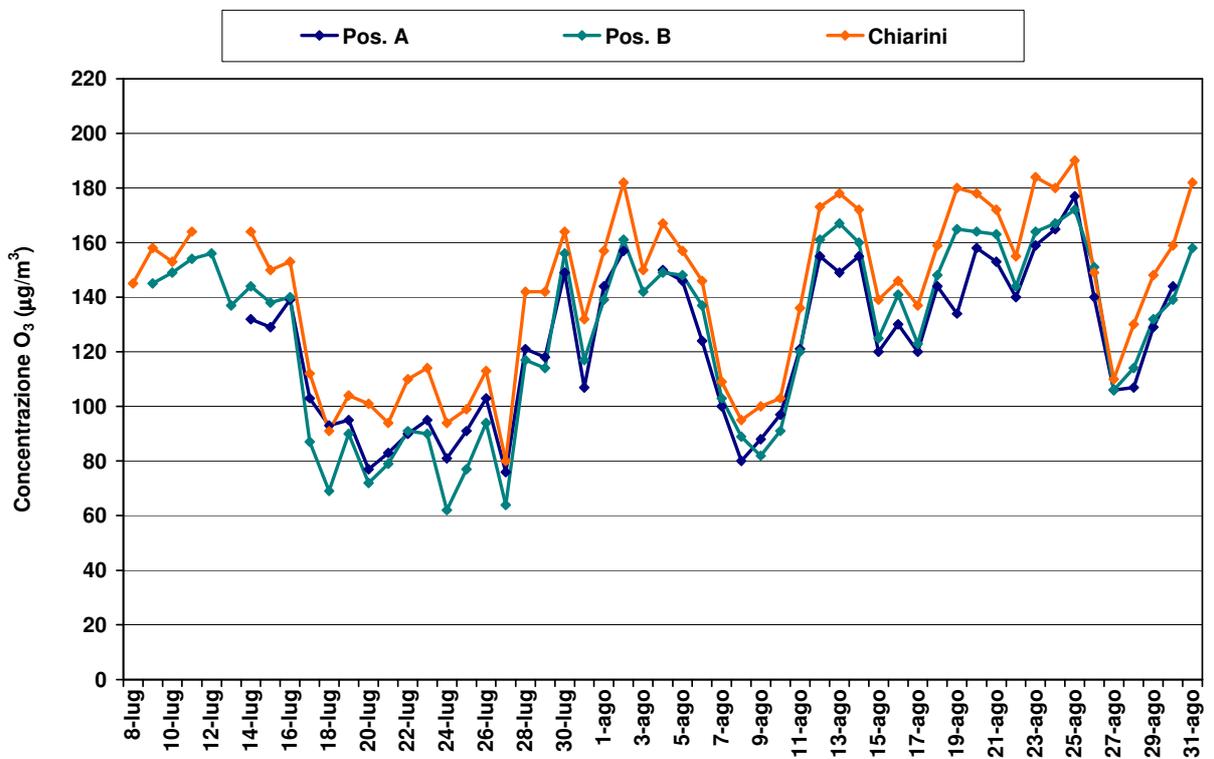
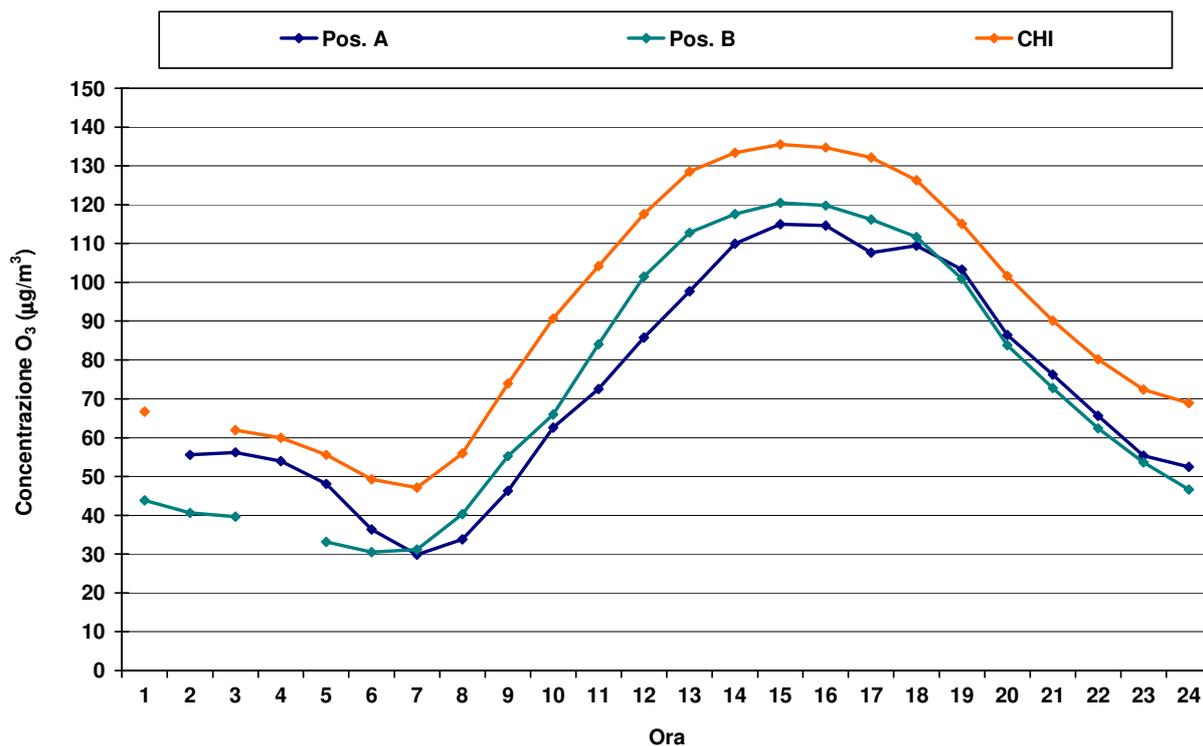


Figura 5.6.3 - O₃: giorno tipo (µg/m³)



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.

Il giorno tipo evidenzia come in Via Chiarini le concentrazioni siano mediamente più elevate che presso le pos. A e B su tutto l'arco delle 24 ore; la pos. A presenta concentrazioni più alte rispetto alla pos. B di notte, tra le 24 e le 6, mentre durante il giorno è la pos. B ad essere caratterizzata da valori più consistenti. La pos. A presenta poi una flessione caratteristica alle ore 17, in corrispondenza con un picco caratteristico nel giorno tipo di NO_x. Poichè l'ozono reagisce con il monossido d'azoto NO, trasformandosi in ossigeno, è possibile che i valori più bassi della pos. A rispetto alla B tra le 8 e le 18, ed anche il minimo relativo alle 17, siano da attribuire ad emissioni di NO connesse alle attività aeroportuali.

I valori medi e massimi giornalieri sono riportati in tabella in allegato, come pure il dettaglio dei superamenti della soglia di informazione di 180 µg/m³.

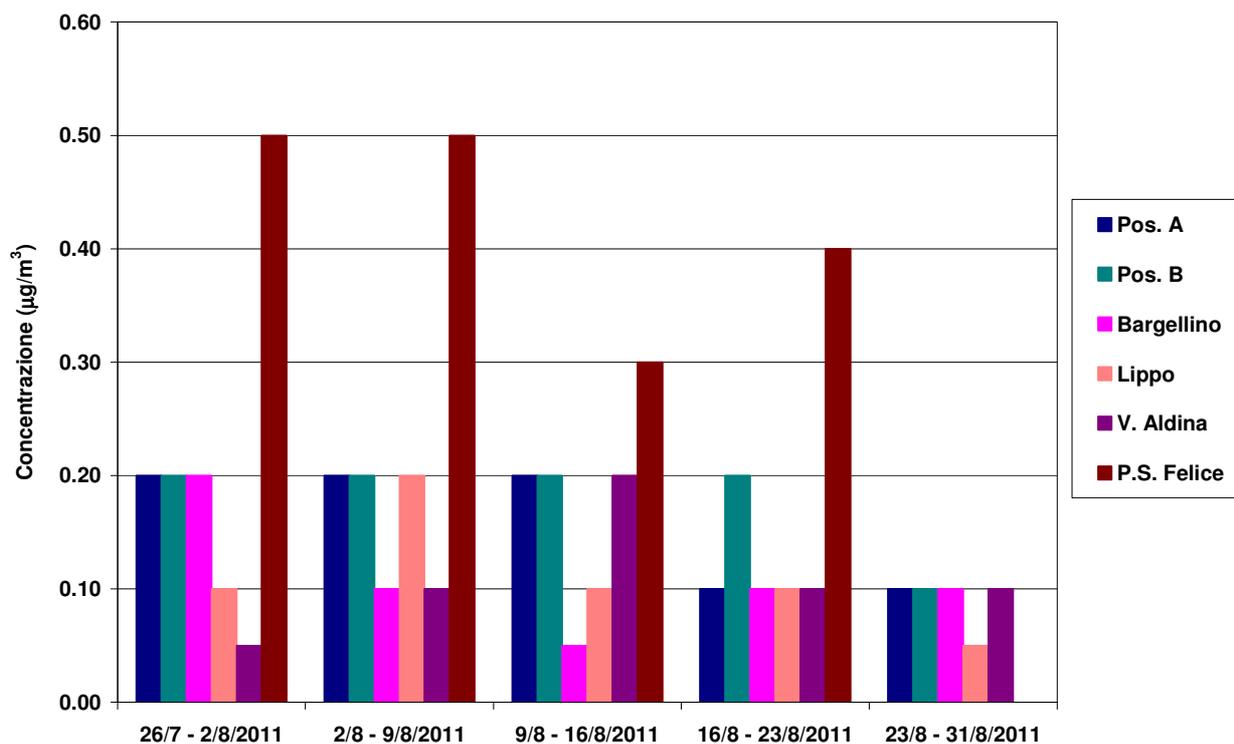
5.7. - Monossido di Carbonio CO

Il monossido di carbonio è stato misurato con la strumentazione a disposizione presso la pos. B e confrontato con la stazione da traffico di Porta San Felice. Durante l'intera campagna di monitoraggio presso la pos. B non sono mai stati registrati valori superiori al limite di quantificazione dello strumento, pari a 0.6 mg/m^3 , mentre a Porta San Felice è stato misurato un valore orario massimo su tutto il periodo pari a 0.9 mg/m^3 . Considerando che l'unico limite posto dalla normativa è quello di 10 mg/m^3 , stabilito per la media massima giornaliera su 8 ore, se ne può concludere l'assoluta irrilevanza del CO come inquinante nell'area sottoposta ai rilievi.

5.8. - Benzene C_6H_6

Il benzene è stato misurato mediante campionatori passivi, posizionati nei punti precedentemente indicati. I risultati sono descritti dal grafico di Fig. 5.8.1.

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



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

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

	Periodo misure	Valore medio
Pos. A	26/07 - 31/08/2011	0.16
Pos. B	26/07 - 31/08/2011	0.18
Stazione ferroviaria Bargellino	26/07 - 31/08/2011	0.11
Lippo, via Surrogazione	26/07 - 31/08/2011	0.11
Via Aldina	26/07 - 31/08/2011	0.11
Porta San Felice	26/07 - 23/08/2011	0.43

Per un inconveniente tecnico il monitoraggio presso Porta San Felice è terminato una settimana prima che in tutte le altre postazioni.

L'unico limite posto dalla normativa per il benzene riguarda la concentrazione media annuale, ed è pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il benzene in area urbana raggiunge le concentrazioni più elevate durante i mesi più freddi dell'anno, per cui i valori ottenuti durante questo monitoraggio non sono direttamente confrontabili con il limite. E' comunque importante notare come i dati disponibili, seppure di scarsa entità, evidenzino una concentrazione a Porta San Felice mediamente più che doppia rispetto a quella delle postazioni A e B, che presentano medie molto simili. Concentrazioni medie leggermente inferiori sono state misurate nei rimanenti tre siti.

Poichè a Porta San Felice negli ultimi 5 anni la media annua è stata circa pari alla metà del limite, è ragionevole supporre che anche presso tutte le postazioni sottoposte a monitoraggio lo stesso limite venga rispettato con ampio margine. La scarsa entità dei livelli misurati sia nelle le pos. A e B che nelle altre postazioni circostanti l'aeroporto non evidenziano un contributo rilevante da parte del traffico aereo.

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

6. - CONCLUSIONI

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

È importante evidenziare, per una corretta interpretazione delle valutazioni, che sia per i risultati delle misurazioni sia per i dati dei movimenti aerei è stata considerata l'ora solare, al fine di garantire omogeneità con i dati della RRQA.

6.1. - OSSIDI DI AZOTO NO_x-NO-NO₂

Presso l'aeroporto Marconi l'inquinante più critico risulta senza dubbio essere NO_x/NO₂, che presenta concentrazioni 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. Considerati i risultati delle misurazioni non si può escludere che all'interno del sedime aeroportuale possa essere superato il limite per la concentrazione media annuale di NO₂ (40 µg/m³).

L'elaborazione dei dati suggerisce un importante contributo da parte dell'inquinamento diffuso dall'area urbana, soprattutto durante la mattinata, quando vengono misurate le concentrazioni più elevate.

Alcune peculiarità negli andamenti temporali delle concentrazioni lasciano d'altronde presumere anche una sensibile influenza delle attività aeroportuali, peraltro non quantificabile. In ogni caso la limitata entità dei valori misurati in prossimità della pista di atterraggio lascia supporre un'incidenza decisamente modesta al di fuori del sedime aeroportuale.

Diversa è la situazione riscontrata presso la Chiesa Avventista, che presenta concentrazioni di NO_x/NO₂, paragonabili a quelli misurati in aree urbane di fondo. Non si è trovata una chiara evidenza dell'influsso del traffico aereo, che comunque non può essere troppo rilevante vista la modesta entità dei valori rilevati.

Sia per la postazione A che per la B l'esame dei giorni tipo evidenzia nel fine settimana una diminuzione drastica delle concentrazioni mattutine di NO₂ ed NO_x, soprattutto in corrispondenza del massimo attorno alle 8. Una diminuzione dei valori medi e massimi giornalieri nel fine settimana risulta anche dall'esame degli andamenti sull'intera campagna di monitoraggio. Le differenze riscontrate nelle mattinate di sabato e domenica non si accordano con la continuità dell'attività aeroportuale su tutta la settimana. Neppure la distribuzione oraria dei massimi giornalieri appare essere in evidente relazione con la distribuzione dei voli durante la giornata.

Presso la postazione A il giorno tipo sia di NO₂ che di NO_x evidenzia un andamento particolare tra le 11 e le 20, con picchi di concentrazioni intorno alle ore 12, alle 17 e alle 20 che non trovano corrispondenza presso le stazioni della RRQA. Sembra pertanto verosimile che nel corso della mattinata, tra le 5 e le 11, risulti predominante l'inquinamento proveniente dall'area urbana, e che dalle 11 alle 20 risulti invece rilevante l'apporto di ossidi di azoto emessi dalle attività aeroportuali, ovviamente assai vicine.

Presso la postazione B l'andamento del giorno tipo di NO₂ ed NO_x è simile a quello delle stazioni di fondo urbano, in particolare a quello di Villa Torchi, anche se con concentrazioni leggermente superiori per quanto riguarda gli NO_x. Le differenze negli andamenti dei giorni tipo rispetto alle stazioni di fondo e le analogie con la postazione A, in particolare per i picchi delle ore 10-11 e delle 20, appena accennati, potrebbero rispecchiare un ridotto contributo delle emissioni derivanti dai sorvoli degli aeromobili. Si nota inoltre come in alcune ore notturne, tra le 2 e le 4, i valori medi sono leggermente superiori anche a quelli di Porta San Felice, non correlabili con i movimenti aerei vista l'entità estremamente ridotta che questi presentano in questa fascia oraria.

La concentrazione media di NO_x sul periodo è leggermente superiore a quella di Villa Torchi, mentre la concentrazione media di NO_2 è esattamente identica. Per analogia a quanto avviene presso la stazione della RRQA appare improbabile il superamento del limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annuale.

6.2. - PARTICOLATO PM_{10} E $\text{PM}_{2,5}$

Il materiale particolato come PM_{10} risulta essere presente in misura molto simile sia presso le pos. A e B che presso la stazione da traffico della rete di monitoraggio di Porta San Felice. Le concentrazioni medie rilevate risultano invece di poco superiori a quelle delle stazioni urbane di fondo e ciò sembra indicare una ridotta incidenza delle emissioni da parte delle attività aeroportuali.

Si evidenzia comunque che le basse concentrazioni di materiale particolato rilevate, tipiche della stagione estiva, sono dovute sia alle minori emissioni sia alla maggiore capacità di dispersione dell'atmosfera e comportano una riduzione delle differenze tra aree diverse.

Qualora la somiglianza nei valori medi permanesse anche durante la stagione invernale, anche presso le postazioni A e B, così come è avvenuto a Porta San Felice negli ultimi tre anni, risulterebbe verosimilmente rispettato il limite posto dalla normativa per la concentrazione media annuale, pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le basse concentrazioni tipiche del periodo estivo rendono comprensibile il rispetto con ampio margine, verificatosi presso tutte le postazioni di misura, del limite fissato per la media giornaliera, pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La punta massima rilevata tra tutte le postazioni, registrata presso la Chiesa Avventista il 13 luglio, è stata infatti di $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$, elevata per la stagione ma comunque nettamente inferiore al limite. I dati non permettono di avanzare previsioni sul numero di superamenti annuale 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.

Nel caso del $\text{PM}_{2,5}$ gli andamenti delle concentrazioni giornaliere e la concentrazione media sul periodo del monitoraggio indicano una sostanziale identità tra le pos. A e B e la stazione da traffico di Porta San Felice, come d'altronde ci si può attendere da un parametro largamente ubiquitario sull'intera area urbana. Ciò è caratteristico della distribuzione del materiale particolato, che soprattutto in estate risulta tanto più omogeneamente distribuito sul territorio quanto minore è la granulometria considerata.

Per il $\text{PM}_{2,5}$ la normativa pone per la media annuale un valore obiettivo di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in vigore dal 2010 ed un valore limite di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da rispettare entro il 2015. Nel 2009 e nel 2010 presso Porta San Felice la media annua è stata rispettivamente di 22 e $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, per cui per analogia si può supporre che anche presso le pos. A e B possa essere rispettato il valore obiettivo.

In conclusione i dati di concentrazione di $\text{PM}_{2,5}$ e PM_{10} non evidenziano un impatto delle attività aeroportuali sulla postazione A o dei sorvoli sulla postazione B. Ciò è d'altronde in accordo con lo scarso rilievo delle emissioni di materiale particolato, attribuito ai motori a getto sia da studi specifici, effettuati negli USA dall'Environment Protection Agency.

6.3. - IPA

In generale tutti gli IPA sottoposti a misurazione hanno evidenziato concentrazioni molto contenute, con valori medi presso la pos. B sempre inferiori a quelli della pos. A, a loro volta quasi sempre inferiori a quelli riscontrati a Porta San Felice.

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 $1 \text{ ng}/\text{m}^3$. Si può notare come la concentrazione media sull'intera campagna risulti di due ordini di grandezza inferiore al limite, sia per le postazioni A e B che per Porta San Felice. Presso la stazione da traffico la media sul periodo è confrontabile a quella rilevata presso la pos. A, mentre la pos. B presenta una media di circa la metà.

L'andamento delle medie settimanali evidenzia per la postazione A valori medi superiori nel mese di luglio, anche rispetto a Porta San Felice, per poi diminuire nel mese di agosto; la pos. B mostra invece una tendenza all'aumento lungo tutto il periodo di monitoraggio, registrando nel mese di agosto valori medi paragonabili a quelli della pos. A e comunque inferiori a quelli di Porta San Felice.

Va considerato comunque che nel periodo estivo le concentrazioni di IPA in aria ambiente risultano estremamente inferiori a quelle invernali. Ciò è dovuto a diversi fattori: la diminuzione delle emissioni e della massa di particolato, la significativa degradazione che questi composti subiscono per azione della radiazione solare e la maggiore volatilità alle alte temperature.

6.4. - Aldeidi

Per quanto concerne le aldeidi si è rilevata una concentrazione di benzaldeide nella postazione all'interno dell'aeroporto significativamente maggiore di quella mediamente riscontrata in altri monitoraggi in area urbana. Ciò potrebbe essere messo in connessione con la movimentazione e l'utilizzo di kerosene destinato agli aeromobili: la benzaldeide potrebbe infatti derivare da alcuni idrocarburi presenti nel carburante, a seguito di reazioni chimiche indotte dalla radiazione solare.

Le rimanenti aldeidi soggette a quantificazione non hanno invece evidenziato concentrazioni superiori a quelle misurate in altre postazioni dell'area urbana.

Per le aldeidi non esiste alcun limite fissato dalla normativa sulla qualità dell'aria.

6.5. - Ozono

I risultati ottenuti dai due laboratori mobili, sia per le medie che per i massimi giornalieri, sono confrontabili. Le medie sul periodo sono esattamente identiche per le pos. A e B e piuttosto simili sono anche i valori massimi. La stazione di Via Chiarini è invece caratterizzata da una media e da un massimo sul periodo sensibilmente superiori.

I valori massimi orari registrati presso le pos. A e B sono rimasti entro la soglia di informazione, posta dalla normativa a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In Via Chiarini, nel corso della campagna di monitoraggio, vi sono invece stati 6 superamenti della soglia di informazione in 4 giornate: il 2, 23, 25 e 31 agosto (in allegato sono riportate le ore in cui si sono verificati i superamenti).

La natura degli altri limiti posti dalla normativa, concepiti su base annua, non ne rende possibile il confronto con i risultati di un monitoraggio di durata limitata.

6.6. - Benzene

Il benzene sia presso la pos. A che presso la pos. B ha presentato concentrazioni medie paragonabili tra loro e inferiori a quelle riscontrate a Porta San Felice. Pur essendo il benzene tra le sostanze emesse dai motori degli aeromobili, oltre che dai veicoli di servizio all'interno dell'aeroporto, si riscontra sia all'interno e nei dintorni dell'aeroporto, sia presso la Chiesa Avventista, una concentrazione minore rispetto a quella rilevata in una tipica area ad elevata intensità di traffico urbano.

L'unico limite posto dalla normativa per il benzene riguarda la concentrazione media annuale, ed è pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il benzene in area urbana raggiunge le concentrazioni più elevate durante i mesi più freddi dell'anno, per cui i valori ottenuti durante questo monitoraggio non sono direttamente confrontabili con il limite.

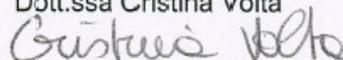
Poiché a Porta San Felice negli ultimi 5 anni la media annua è stata circa pari alla metà del limite, è ragionevole supporre che anche presso tutte le postazioni sottoposte a monitoraggio lo stesso limite venga

rispettato con ampio margine. La scarsa entità dei livelli misurati sia nelle le pos. A e B che nelle altre postazioni circostanti l'aeroporto non evidenziano un contributo rilevante da parte del traffico aereo.

Il Dirigente
Dott. Andrea Mecati



Il Responsabile
dell'Area S.O. Monitoraggio e Valutazione Aria
Dott.ssa Cristina Volta



Bologna, 25/11/2011

7. - ALLEGATI

Allegato 1 – Inquadramento normativo

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

CO	D.Lgs. n. 155/2010	10 µg/m³ : Valore limite giornaliero (media massima giornaliera su 8 ore)
NO₂	D.Lgs. n. 155/2010	200 µg/m³ : Valore limite orario - da non superarsi per più di 18 volte nell'anno
		40 µg/m³ : Valore limite annuale
		400 µg/m³ : Soglia di allarme: da misurarsi su 3 ore consecutive
O₃	D.Lgs. n. 155/2010	120 µg/m³ : Obiettivo a lungo termine (media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile)
		180 µg/m³ : Soglia di informazione (media oraria)
		240 µg/m³ : Soglia di allarme (media di 1 ora per 3 consecutive)
PM₁₀	D.Lgs. n. 155/2010	50 µg/m³ : Valore limite giornaliero – da non superarsi per più di 35 volte nell'anno
		40 µg/m³ : Valore limite annuale
PM_{2,5}	D.Lgs. n. 155/2010	28 µg/m³ : Valore limite annuale + margine di tolleranza nel 2011
		25 µg/m³ : Valore limite annuale , da raggiungere al 01 Gennaio 2015
B(a)P	D.Lgs. n. 155/2010	1 ng/m³ : Valore obiettivo, come media sull'anno civile

Allegato 2 – NO_x: concentrazioni medie giornaliere

Data	NO _x : concentrazioni medie giornaliere (µg/m ³)				
	Pos. A	Pos. B	Porta S. Felice	Villa Torchi	Via Chiarini
08/07/2011		20		15	11
09/07/2011		21		14	12
10/07/2011		16		13	7
11/07/2011		26		18	15
12/07/2011		32		23	18
13/07/2011		53		29	24
14/07/2011	61	26	63	17	16
15/07/2011	52	16	60	16	9
16/07/2011	47	17	41	15	7
17/07/2011	23	7	21	6	6
18/07/2011	39	10	44	12	9
19/07/2011	45	19	55	19	12
20/07/2011	52	19	61	12	10
21/07/2011	55	16	45	16	14
22/07/2011	45	18	57	16	15
23/07/2011	56	18	46	14	10
24/07/2011	49	11	30	8	6
25/07/2011	63	22	55	22	13
26/07/2011	65	34	63	26	16
27/07/2011	70	43	67	31	23
28/07/2011	59	32	78	22	23
29/07/2011	71	33	63	37	23
30/07/2011	33	15	36	13	8
31/07/2011	36	16	29	14	6
01/08/2011	51	25	69	21	16
02/08/2011	59	35	69	22	15
03/08/2011	57	41	72	31	24
04/08/2011	61	34	59	26	15
05/08/2011	50	24	68	10	13
06/08/2011	41	20	48	12	12
07/08/2011	25	14	23	7	9
08/08/2011	44	26	37	14	20
09/08/2011	35	16	50	14	11
10/08/2011		23	44	22	14

NO_x: concentrazioni medie giornaliere (µg/m³)					
Data	Pos. A	Pos. B	Porta S. Felice	Villa Torchi	Via Chiarini
11/08/2011	51	26	53	28	10
12/08/2011	41	24	43	18	9
13/08/2011	44	14	35	14	7
14/08/2011	36	15	28	11	6
15/08/2011	37	15	33	11	7
16/08/2011	37	16	44	15	7
17/08/2011	51	24	52	18	8
18/08/2011	40	23	51	23	8
19/08/2011	45	23	54	17	7
20/08/2011	42	16	54		8
21/08/2011	48	21	48		8
22/08/2011	58	28	73		12
23/08/2011	51	46	69		13
24/08/2011	49	24	72		12
25/08/2011	57	25	75	29	15
26/08/2011	48	32	79	37	13
27/08/2011	22	10	36	9	8
28/08/2011	41	12	54	11	7
29/08/2011	62	40	86	30	16
30/08/2011	61	26	85	27	13
31/08/2011		21	83	19	10

Allegato 3 – NO_x: concentrazioni massime giornaliere

Data	NO _x : concentrazioni massime giornaliere (µg/m ³)				
	Pos. A	Pos. B	Porta S. Felice	Villa Torchi	Via Chiarini
08/07/2011		71		52	32
09/07/2011		53		43	41
10/07/2011		44		30	20
11/07/2011		89		56	41
12/07/2011		76		75	45
13/07/2011		127		93	71
14/07/2011	152	67	115	53	42
15/07/2011	97	25	106	47	19
16/07/2011	101	31	72	32	14
17/07/2011	36	12	46	14	3
18/07/2011	149	25	92	27	35
19/07/2011	95	38	97	34	32
20/07/2011	95	42	136	29	35
21/07/2011	145	48	97	47	66
22/07/2011	123	51	134	47	50
23/07/2011	108	56	78	45	25
24/07/2011	127	34	54	16	13
25/07/2011	104	42	87	55	45
26/07/2011	117	100	107	55	50
27/07/2011	114	130	140	57	61
28/07/2011	122	74	112	54	54
29/07/2011	168	59	120	85	69
30/07/2011	64	23	60	30	16
31/07/2011	57	40	54	32	15
01/08/2011	111	65	118	78	43
02/08/2011	121	63	100	60	34
03/08/2011	113	90	129	81	47
04/08/2011	127	110	107	77	47
05/08/2011	94	64	111	26	45
06/08/2011	86	40	73	28	31
07/08/2011	58	60	55	15	31
08/08/2011	120	127	141	39	126
09/08/2011	85	56	119	34	51
10/08/2011	77	59	77	62	49

NO_x: concentrazioni massime giornaliere (µg/m³)					
Data	Pos. A	Pos. B	Porta S. Felice	Villa Torchi	Via Chiarini
11/08/2011	82	54	106	100	39
12/08/2011	68	90	83	50	25
13/08/2011	128	25	57	42	15
14/08/2011	67	29	46	25	11
15/08/2011	67	40	68	32	17
16/08/2011	61	40	65	35	17
17/08/2011	121	56	87	63	17
18/08/2011	106	69	70	66	16
19/08/2011	72	65	112	51	14
20/08/2011	80	43	84		22
21/08/2011	120	57	85		17
22/08/2011	133	71	110		42
23/08/2011	94	163	108		33
24/08/2011	108	57	117		26
25/08/2011	164	50	116	69	43
26/08/2011	94	65	162	130	37
27/08/2011	39	25	48	20	31
28/08/2011	76	27	76	28	13
29/08/2011	112	147	139	78	41
30/08/2011	139	73	145	60	36
31/08/2011		42	144	53	20

Allegato 4 – NO₂: concentrazioni medie giornaliere

Data	NO ₂ : concentrazioni medie giornaliere (µg/m ³)				
	Pos. A	Pos. B	Porta S. Felice	Villa Torchi	Via Chiarini
08/07/2011		13		14	11
09/07/2011		14		13	11
10/07/2011		11		12	7
11/07/2011		18		16	14
12/07/2011		25		19	17
13/07/2011		35		24	20
14/07/2011	42	20	47	15	15
15/07/2011	40	9	45	14	9
16/07/2011	35	10	32	13	7
17/07/2011	18	6	16	6	6
18/07/2011	27	7	30	11	8
19/07/2011	31	11	39	16	11
20/07/2011	32	11	39	10	9
21/07/2011	33	10	30	14	12
22/07/2011	30	11	39	13	12
23/07/2011	36	11	34	13	9
24/07/2011	28	7	21	8	6
25/07/2011	39	12	38	18	11
26/07/2011	40	17	43	21	13
27/07/2011	45	21	46	23	19
28/07/2011	36	21	55	17	17
29/07/2011	49	23	47	30	19
30/07/2011	27	8	29	12	8
31/07/2011	27	10	23	12	6
01/08/2011	38	17	51	16	14
02/08/2011	41	23	52	17	14
03/08/2011	48	28	55	27	22
04/08/2011	46	23	45	22	14
05/08/2011	40	17	50	9	12
06/08/2011	31	14	37	10	11
07/08/2011	20	11	18	7	8
08/08/2011	28	14	25	12	13
09/08/2011	24	11	34	13	10
10/08/2011		14	32	16	12

NO₂: concentrazioni medie giornaliere (µg/m³)					
Data	Pos. A	Pos. B	Porta S. Felice	Villa Torchi	Via Chiarini
11/08/2011	33	16	39	19	9
12/08/2011	30	14	35	16	8
13/08/2011	30	9	28	13	6
14/08/2011	27	10	22	9	6
15/08/2011	25	11	26	10	7
16/08/2011	26	10	33	13	7
17/08/2011	36	18	40	15	7
18/08/2011	30	18	40	19	8
19/08/2011	35	17	43	16	7
20/08/2011	32	11	43		8
21/08/2011	36	17	39		8
22/08/2011	42	22	56		11
23/08/2011	41	28	55		13
24/08/2011	39	18	57		11
25/08/2011	44	19	59	26	14
26/08/2011	38	24	62	29	12
27/08/2011	17	7	29	8	8
28/08/2011	27	8	42	9	6
29/08/2011	43	22	63	22	14
30/08/2011	41	18	65	23	12
31/08/2011		14	63	16	10

Allegato 5 – NO₂: concentrazioni massime giornaliere

Data	NO ₂ : concentrazioni massime giornaliere (µg/m ³)				
	Pos. A	Pos. B	Porta S. Felice	Villa Torchi	Via Chiarini
08/07/2011		47		43	29
09/07/2011		45		38	33
10/07/2011		33		28	20
11/07/2011		53		52	34
12/07/2011		60		50	37
13/07/2011		76		53	49
14/07/2011	42	61	85	50	37
15/07/2011	40	17	74	37	19
16/07/2011	35	24	56	29	14
17/07/2011	18	6	39	12	3
18/07/2011	27	18	60	24	31
19/07/2011	31	29	70	31	31
20/07/2011	32	23	83	22	23
21/07/2011	33	27	56	37	41
22/07/2011	30	29	67	36	33
23/07/2011	36	31	53	38	20
24/07/2011	28	24	41	15	12
25/07/2011	39	26	55	38	29
26/07/2011	40	32	64	33	26
27/07/2011	45	38	77	35	44
28/07/2011	36	61	84	32	38
29/07/2011	49	36	85	56	43
30/07/2011	27	15	43	25	16
31/07/2011	27	30	44	28	14
01/08/2011	38	41	77	39	34
02/08/2011	41	41	79	37	25
03/08/2011	48	55	87	54	46
04/08/2011	46	62	80	56	36
05/08/2011	40	55	72	22	34
06/08/2011	31	32	64	25	29
07/08/2011	20	41	41	13	26
08/08/2011	28	46	60	30	53
09/08/2011	24	31	66	30	37
10/08/2011		33	45	33	27

NO₂: concentrazioni massime giornaliere (µg/m³)					
Data	Pos. A	Pos. B	Porta S. Felice	Villa Torchi	Via Chiarini
11/08/2011	33	35	64	39	28
12/08/2011	30	48	60	37	21
13/08/2011	30	20	46	37	14
14/08/2011	27	23	37	21	11
15/08/2011	25	35	55	29	17
16/08/2011	26	33	52	27	15
17/08/2011	36	46	60	35	15
18/08/2011	30	54	55	41	14
19/08/2011	35	47	97	48	14
20/08/2011	32	38	74		21
21/08/2011	36	48	73		15
22/08/2011	42	65	83		42
23/08/2011	41	66	81		33
24/08/2011	39	48	95		25
25/08/2011	44	45	87	60	43
26/08/2011	38	47	106	73	33
27/08/2011	17	21	39	19	31
28/08/2011	27	17	59	25	13
29/08/2011	43	64	90	40	36
30/08/2011	41	66	100	45	29
31/08/2011		37	111	45	19

Allegato 6 – PM₁₀: concentrazioni medie giornaliere

Data	PM ₁₀ : concentrazioni medie giornaliere (µg/m ³)				
	Pos. A	Pos. B	Porta S. Felice	Villa Torchi	Via Chiarini
08/07/2011					
09/07/2011		23	25	21	23
10/07/2011		26	26	25	24
11/07/2011		29	32	26	26
12/07/2011		32	30	26	
13/07/2011		42	38	29	35
14/07/2011	36	32	31	23	29
15/07/2011	27	24	23	17	21
16/07/2011	28	26	25	19	23
17/07/2011	20	18	18	12	16
18/07/2011	19	18	14	10	13
19/07/2011	18	18	16	10	16
20/07/2011	12	10	11	5	8
21/07/2011	16	14	17	12	13
22/07/2011	17	16	16	10	11
23/07/2011	15	11	14	9	13
24/07/2011	6	3	7	2	5
25/07/2011	9	7	10	4	6
26/07/2011	14	12	15	9	10
27/07/2011	18	17	18	14	14
28/07/2011	21	18	19	15	17
29/07/2011	23	21	20	18	15
30/07/2011	16	13	12	10	12
31/07/2011	19	17	15	13	13
01/08/2011	21	19	19	14	15
02/08/2011	23	23	23	21	19
03/08/2011	24	23	23	16	19
04/08/2011	25	24	25	19	20
05/08/2011	28	26	25	19	20
06/08/2011	29	24	24	18	20
07/08/2011	23	20	21	16	
08/08/2011	20	18	17	11	
09/08/2011	21	19	20	13	21
10/08/2011	14	11	16	10	13

PM₁₀: concentrazioni medie giornaliere (µg/m³)					
Data	Pos. A	Pos. B	Porta S. Felice	Villa Torchi	Via Chiarini
11/08/2011	14	14	17	11	13
12/08/2011	20	18	18	17	17
13/08/2011	23	21	19	18	18
14/08/2011	24	21	18	15	17
15/08/2011	26	21	24	19	21
16/08/2011	23		25	21	22
17/08/2011	20	22	22	16	17
18/08/2011	24	19	24	21	21
19/08/2011	21	19	21	17	16
20/08/2011	27	25	28		23
21/08/2011	30	27	28		29
22/08/2011	28	25	26		22
23/08/2011	32	31	29	29	27
24/08/2011	28	28	25	25	22
25/08/2011	33	32	30	32	25
26/08/2011	30	36	30	28	25
27/08/2011	28	25	24	20	23
28/08/2011	22	21	22	19	23
29/08/2011	29	30	28		25
30/08/2011	30	28	29	24	25
31/08/2011		26	25	23	22

Allegato 7 – PM_{2.5}: concentrazioni medie giornaliere

PM _{2.5} : concentrazioni medie giornaliere (µg/m ³)			
Data	Pos. A	Pos. B	Porta S. Felice
08/07/2011			
09/07/2011		13	13
10/07/2011		15	15
11/07/2011		14	15
12/07/2011		17	18
13/07/2011		18	19
14/07/2011	16	13	13
15/07/2011	12	11	9
16/07/2011	15	15	12
17/07/2011	12	10	9
18/07/2011		8	6
19/07/2011	6		7
20/07/2011	3		5
21/07/2011	5	7	6
22/07/2011	7	7	6
23/07/2011	7	5	6
24/07/2011	3	3	2.5
25/07/2011	3	3	2.5
26/07/2011	7	7	6
27/07/2011	9	9	7
28/07/2011	13	11	11
29/07/2011	12	11	11
30/07/2011	9	9	9
31/07/2011	11	10	8
01/08/2011	11	10	10
02/08/2011	13	11	12
03/08/2011	13	12	12
04/08/2011	13	12	12
05/08/2011	15	14	13
06/08/2011	15	13	14
07/08/2011	12	11	9
08/08/2011	10	8	8
09/08/2011	6	5	7
10/08/2011	7	3	5

PM_{2.5}: concentrazioni medie giornaliere (µg/m³)

Data	Pos. A	Pos. B	Porta S. Felice
11/08/2011	5	6	8
12/08/2011	8	9	9
13/08/2011	11	11	11
14/08/2011	13	13	12
15/08/2011	16	14	
16/08/2011	12		
17/08/2011	10	7	10
18/08/2011	10	9	11
19/08/2011	10	9	12
20/08/2011	13	11	14
21/08/2011	16	16	17
22/08/2011	12	12	14
23/08/2011	15	15	14
24/08/2011	14	11	14
25/08/2011	17	15	17
26/08/2011	18	17	18
27/08/2011	13	10	11
28/08/2011	9	8	8
29/08/2011	13	12	11
30/08/2011	13	12	11
31/08/2011			12

Allegato 8 – IPA: concentrazioni medie settimanali

Pos. A, IPA: concentrazioni medie settimanali (ng/m ³)						
	18 – 24 luglio 2011	25 – 31 luglio 2011	01 – 07 agosto 2011	08 – 14 agosto 2011	15 – 21 agosto 2011	22 – 28 agosto 2011
Fluorantene	0.0735	0.0834	0.0575	0.0804	0.0763	0.0608
Pirene	0.1121	0.1280	0.0760	0.1119	0.0914	0.0846
Benzo(a)antracene	0.0414	0.0396	0.0156	0.0225	0.0179	0.0187
Ciclopenta(c,d)pirene	0.0600	0.0610	0.0104	0.0159	0.0163	0.0106
Crisene	0.0550	0.0868	0.0404	0.0446	0.0494	0.0445
Benzo(b)+(j)fluorantene	0.0777	0.0362	0.0449	0.0550	0.0812	0.0421
Benzo(k)fluorantene	0.0334	0.0477	0.0168	0.0233	0.0297	0.0168
Benzo(e)pirene	0.0493	0.0224	0.0214	0.0267	0.0432	0.0226
Benzo(a)pirene	0.0240	0.0276	0.0110	0.0144	0.0178	0.0119
Indeno(1,2,3,c,d)pirene	0.0209	<0.0003	0.0136	0.0187	0.0286	0.0144
Dibenzo(ac)+(ah)antracene	<0.0003	0.0474	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Benzo(g,h,i)perilene	0.0425	<0.0003	0.0200	0.0239	0.0419	0.0205
Dibenzo(a,l)pirene	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Dibenzo(a,e)fluorantene	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Dibenzo(a,e)pirene	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Dibenzo(a,i)pirene	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Dibenzo(a,h)pirene	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

Pos. B, IPA: concentrazioni medie settimanali (ng/m³)							
	11 – 17 luglio 2011	18 – 24 luglio 2011	25 – 31 luglio 2011	01 – 07 agosto 2011	08 – 14 agosto 2011	15 – 21 agosto 2011	22 – 28 agosto 2011
Fluorantene	0.0335	0.0255	0.0320	0.0685	0.0567	0.0752	0.0483
Pirene	0.0307	0.0244	0.0323	0.0996	0.0718	0.0948	0.0482
Benzo(a)antracene	0.0065	0.0060	0.0078	0.0108	0.0152	0.0143	0.0089
Ciclopenta(c,d)pirene	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0205	0.0146	0.0177	0.0185
Crisene	0.0164	0.0117	0.0179	0.0238	0.0298	0.0317	0.0241
Benzo(b)+(j)fluorantene	0.0185	0.0114	0.0234	0.0301	0.0379	0.0351	0.0376
Benzo(k)fluorantene	0.0094	0.0039	0.0096	0.0100	0.0127	0.0117	0.0087
Benzo(e)pirene	0.0112	0.0073	0.0122	0.0160	0.0193	0.0178	0.0183
Benzo(a)pirene	0.0052	0.0034	0.0083	0.0111	0.0127	0.0127	0.0142
Indeno(1,2,3,c,d)pirene	0.0075	0.0042	0.0099	0.0118	0.0138	0.0146	0.0129
Dibenzo(ac)+(ah)antracene	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0037
Benzo(g,h,i)perilene	0.0109	0.0075	0.0148	0.0187	0.0203	0.0220	0.0215
Dibenzo(a,l)pirene	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0073
Dibenzo(a,e)fluorantene	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Dibenzo(a,e)pirene	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Dibenzo(a,i)pirene	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

Porta San Felice, IPA: concentrazioni medie settimanali (ng/m³)

	11 – 17 luglio 2011	18 – 24 luglio 2011	25 – 31 luglio 2011	01 – 07 agosto 2011	08 – 14 agosto 2011	15 – 21 agosto 2011	22 – 28 agosto 2011
Fluorantene	0,0671	0,1283	0,1226	0,0853	0,1215	0,0671	0,1283
Pirene	0,0962	0,1734	0,1546	0,1074	0,1557	0,0962	0,1734
Benzo(a)antracene	0,0302	0,0404	0,0384	0,0234	0,0344	0,0302	0,0404
Ciclopenta(c,d)pirene	0,0250	0,0486	0,0304	0,0256	0,0377	0,0250	0,0486
Crisene	0,0466	0,0707	0,0669	0,0452	0,0718	0,0466	0,0707
Benzo(b)+(j)fluorantene	0,0624	0,0739	0,0641	0,0602	0,0728	0,0624	0,0739
Benzo(k)fluorantene	0,0224	0,0211	0,0190	0,0152	0,0182	0,0224	0,0211
Benzo(e)pirene	0,0437	0,0449	0,0374	0,0333	0,0388	0,0437	0,0449
Benzo(a)pirene	0,0156	0,0234	0,0291	0,0200	0,0212	0,0156	0,0234
Indeno(1,2,3,c,d)pirene	0,0252	0,0226	0,0207	0,0200	0,0200	0,0252	0,0226
Dibenzo(ac)+(ah)antracene	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Benzo(g,h,i)perilene	0,0627	0,0550	0,0428	0,0393	0,0411	0,0627	0,0550
Dibenzo(a,l)pirene	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0,0073
Dibenzo(a,e)fluorantene	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Dibenzo(a,e)pirene	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Dibenzo(a,i)pirene	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

Allegato 9 – Aldeidi: concentrazioni medie giornaliere

Pos. A, aldeidi: concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)											
Data	Formaldeide	Acetaldeide	Acroleina	Propionaldeide	Crotonaldeide	Metacroleina	Butirraldeide	Benzaldeide	Valeraldeide	p-tolualdeide	Esaldeide
16/07/2011	2.09	0.46	0.14	0.14	0.08	<0.01	0.13	4.71	0.13	0.67	0.33
17/07/2011	1.27	<0.01	0.08	0.03	0.04	<0.01	<0.01	4.46	0.06	0.56	0.26
18/07/2011	2.59	1.19	<0,01	0.22	0.01	<0.01	0.21	4.46	0.15	0.38	0.33
19/07/2011	2.13	1.37	<0,01	0.28	<0.01	0.02	0.25	4.50	0.56	0.79	0.36
20/07/2011	2.37	1.85	<0,01	0.26	0.01	<0.01	0.25	5.16	0.53	0.75	0.38
21/07/2011	2.29	1.63	<0,01	0.26	0.10	0.23	0.24	4.29	0.53	0.68	0.33
22/07/2011	2.16	1.14	<0,01	0.25	0.01	0.41	0.21	4.29	0.14	0.56	0.29
23/07/2011	2.19	0.66	0.07	0.17	0.11	0.43	<0.01	4.09	0.15	0.63	0.35
24/07/2011	2.01	1.12	<0,01	<0.01	<0.01	0.39	<0.01	2.80	0.18	<0.01	0.45
25/07/2011	2.23	1.52	<0,01	0.24	<0.01	0.77	<0.01	3.96	0.22	0.52	0.33
26/07/2011	3.27	2.50	<0,01	0.39	<0.01	0.73	0.38	6.73	1.10	1.19	0.13
27/07/2011	2.34	1.98	< 0,01	0.25	0.11	0.65	0.26	5.12	0.67	0.89	0.43
28/07/2011	0.93	0.36	0.05	0.08	0.03	<0.01	0.06	2.55	0.06	0.34	0.15
29/07/2011	2.19	1.51	0.06	0.29	0.13	<0.01	0.22	5.05	0.24	0.84	0.42
30/07/2011	0.54	<0.01	0.09	0.01	0.21	<0.01	0.01	1.83	<0.01	0.30	0.10
31/07/2011	0.32	<0.01	0.06	0.05	0.35	<0.01	<0.01	1.84	<0.01	0.27	0.07
01/08/2011	0.81	<0.01	0.01	0.59	0.02	<0.01	<0.01	1.01	<0.01	1.06	0.43
11/08/2011	1.09	0.62	0.14	0.04	0.04	<0.01	0.04	3.55	0.01	0.48	0.04
12/08/2011	0.23	0.51	0.09	0.07	0.01	<0.01	<0.01	2.94	<0.01	0.50	0.08
13/08/2011	0.17	0.71	0.08	0.09	0.07	<0.01	<0.01	1.67	<0.01	0.35	0.04
14/08/2011	0.40	1.84	<0,01	0.18	0.22	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02

Pos. A, aldeidi: concentrazioni medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)											
Data	Formaldeide	Acetaldeide	Acroleina	Propionaldeide	Crotonaldeide	Metacroleina	Butirraldeide	Benzaldeide	Valeraldeide	p-tolualdeide	Esaldeide
15/08/2011	0.47	1.11	<0,01	0.09	0.25	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
16/08/2011	0.20	1.89	<0,01	0.16	0.27	0.23	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.05
17/08/2011	0.30	2.06	<0,01	0.17	0.34	0.41	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.06
18/08/2011	0.37	2.50	<0,01	0.25	0.34	0.43	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.07
19/08/2011	0.41	1.49	<0,01	0.19	0.30	0.39	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
20/08/2011	0.56	1.44	<0,01	0.20	0.31	0.77	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.04
21/08/2011	0.69	2.60	<0,01	0.30	0.31	0.73	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.04
22/08/2011	0.79	2.03	<0,01	0.20	0.29	0.65	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
23/08/2011	0.35	0.09	0.08	0.15	0.08	<0.01	<0.01	3.36	<0.01	0.96	0.05
24/08/2011	0.20	<0.01	0.07	0.10	<0.01	<0.01	<0.01	2.54	<0.01	0.63	0.03
25/08/2011	0.25	0.11	0.07	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	2.66	<0.01	0.84	0.01
26/08/2011	0.43	0.55	0.14	0.05	0.01	<0.01	<0.01	3.88	<0.01	0.91	0.01
27/08/2011	0.15	0.88	0.05	0.08	0.24	<0.01	<0.01	2.79	<0.01	0.38	0.01
28/08/2011	0.79	0.56	0.10	0.05	0.01	<0.01	<0.01	3.65	0.02	0.48	0.04
29/08/2011	0.54	0.88	0.08	0.08	0.62	<0.01	<0.01	1.44	0.02	0.18	0.04
30/08/2011	0.73	0.58	<0,01	0.07	0.42	0.01	<0.01	1.52	<0.01	0.20	0.05

Allegato 10 – O₃: concentrazioni medie giornaliere

O ₃ : concentrazioni medie giornaliere (µg/m ³)			
Data	Pos. A	Pos. B	Via Chiarini
08/07/2011			107
09/07/2011		92	97
10/07/2011		98	106
11/07/2011		97	110
12/07/2011		87	
13/07/2011		67	
14/07/2011	71	84	95
15/07/2011	80	85	99
16/07/2011	83	78	104
17/07/2011	89	73	97
18/07/2011	69	58	76
19/07/2011	58	49	64
20/07/2011	53	47	66
21/07/2011	52	48	64
22/07/2011	62	55	72
23/07/2011	60	54	77
24/07/2011	56	40	63
25/07/2011	48	43	59
26/07/2011	50	45	61
27/07/2011	39	33	46
28/07/2011	62	53	71
29/07/2011	51	47	69
30/07/2011	81	79	93
31/07/2011	73	66	85
01/08/2011	75	75	90
02/08/2011	75	76	101
03/08/2011		69	89
04/08/2011	79	83	103
05/08/2011	77	82	95
06/08/2011	71	77	88
07/08/2011	77	74	88
08/08/2011	51	53	64
09/08/2011	56	51	65
10/08/2011	47	47	58

O₃: concentrazioni medie giornaliere (µg/m³)			
Data	Pos. A	Pos. B	Via Chiarini
11/08/2011	65	58	79
12/08/2011	89	84	107
13/08/2011	96	99	118
14/08/2011	98	95	116
15/08/2011	81	81	100
16/08/2011	78	82	95
17/08/2011	73	72	96
18/08/2011	86	84	107
19/08/2011	87	95	116
20/08/2011	89	100	114
21/08/2011	94	99	123
22/08/2011	82	87	107
23/08/2011	86	88	116
24/08/2011	91	99	118
25/08/2011	89	102	117
26/08/2011	89	89	107
27/08/2011	86	78	92
28/08/2011	69	69	86
29/08/2011	71	68	92
30/08/2011	75	79	103
31/08/2011		90	111

Allegato 11 – O₃: concentrazioni massime giornaliere

O ₃ : concentrazioni massime giornaliere (µg/m ³)			
Data	Pos. A	Pos. B	Via Chiarini
08/07/2011			145
09/07/2011		145	158
10/07/2011		149	153
11/07/2011		154	164
12/07/2011		156	
13/07/2011		137	
14/07/2011	132	144	164
15/07/2011	129	138	150
16/07/2011	139	140	153
17/07/2011	103	87	112
18/07/2011	93	69	91
19/07/2011	95	90	104
20/07/2011	77	72	101
21/07/2011	83	79	94
22/07/2011	90	91	110
23/07/2011	95	90	114
24/07/2011	81	62	94
25/07/2011	91	77	99
26/07/2011	103	94	113
27/07/2011	76	64	80
28/07/2011	121	117	142
29/07/2011	118	114	142
30/07/2011	149	156	164
31/07/2011	107	117	132
01/08/2011	144	139	157
02/08/2011	157	161	182
03/08/2011		142	150
04/08/2011	150	149	167
05/08/2011	146	148	157
06/08/2011	124	137	146
07/08/2011	100	103	109
08/08/2011	80	89	95
09/08/2011	88	82	100
10/08/2011	97	91	103

O₃: concentrazioni massime giornaliere (µg/m³)

Data	Pos. A	Pos. B	Via Chiarini
11/08/2011	121	120	136
12/08/2011	155	161	173
13/08/2011	149	167	178
14/08/2011	155	160	172
15/08/2011	120	125	139
16/08/2011	130	141	146
17/08/2011	120	123	137
18/08/2011	144	148	159
19/08/2011	134	165	180
20/08/2011	158	164	178
21/08/2011	153	163	172
22/08/2011	140	144	155
23/08/2011	159	164	184
24/08/2011	165	167	180
25/08/2011	177	172	190
26/08/2011	140	151	149
27/08/2011	106	106	110
28/08/2011	107	114	130
29/08/2011	129	132	148
30/08/2011	144	139	159
31/08/2011	121	158	182

Allegato 12 – O₃: superamenti della soglia di informazione (180 µg/m³)

	Data e ora inizio superamento	n. ore di superamento	Concentrazione massima oraria (µg/m³)
Via Chiarini	02/08/2011 h 17	1	182
	23/08/2011 h 14	1	184
	25/08/2011 h 15	3	190
	31/08/2011 h 16	1	182

Allegato 13 – Benzene, campionatori passivi

Periodo	Benzene, concentrazioni sul periodo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	Pos. A	Pos. B	Bargellino	Lippo	V. Aldina	P.S. Felice
26/07 - 02/08/2011	0.20	0.20	0.20	0.10	<0,1	0.50
02/08 - 09/08/2011	0.20	0.20	0.10	0.20	0.10	0.50
09/08 - 16/08/2011	0.20	0.20	<0,1	0.10	0.20	0.30
16/08 - 23/08/2011	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.40
23/08 - 31/08/2011	0.10	0.10	0.10	<0,1	0.10	