

**Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico
da Benzene Toluene e Xileni (BTX)
COMUNE DI COMO**

**7/10/2003 - 02/12/2003
3/3/2004 - 28/4/2004**



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico da Benzene, Toluene, Xileni (BTX)

COMUNE DI COMO

Hanno collaborato:

P.I. Gabriele Zoccola

P.I. Carlo Bodiglio

Relazione:

Ing. Jr. Laura Benazzi

**Chimico Dirigente
Ufficio Aria:**

Dr. Marco Biscioni

**Direttore ARPA
Dipartimento di Como:**

Dr. Giuliano Inversini

gna autunnale – invernale dal 8/10/03 al 2/12/03 e ca

**Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico
da Benzene Toluene, Xileni (BTX)**
COMUNE DI COMO

Indice

1. Introduzione.....	pag. 1
2. Descrizione dei siti di campionamento.....	pag. 3
3. Situazione meteorologica.....	pag. 10
4. Risultati del monitoraggio.....	pag. 18

Allegati

Cartine con evidenziati i siti di campionamento

Descrizione del metodo analitico

Tabelle dati analitici

Tabelle dati meteo e rose dei venti

1. Introduzione

Nella presente relazione si discutono i risultati dell'indagine sulla qualità dell'aria effettuata nella città di Como, in 3 siti di campionamento dal 7/10/03 al 2/12/03 (campagna autunnale – invernale), e successivamente ampliando l'indagine a 6 siti, dal 3/3/04 al 28/4/04 (campagna primaverile).

La campagna è stata effettuata su richiesta del Comune di Como per consentire il monitoraggio degli inquinanti da traffico veicolare Benzene, Toluene, Xileni (BTX) che, per il loro potere tossico o cancerogeno, costituiscono una grave fonte di rischio per la salute dei cittadini.

Sono stati posizionati 2 campionatori passivi per ogni sito di campionamento, per un tempo di esposizione bisettimanale, assumendo, come valore rappresentativo di concentrazione di BTX nel sito stesso, la media dei valori rilevati per ogni campionario.

I primi 3 siti di campionamento sono situati sulle 3 principali direttrici di traffico in entrata ed in uscita dalla città, e precisamente:

- Piazza Cameralata : crocevia per le direzioni Cantù, Milano, Varese;
- Ponte di S. Martino: direzioni Erba, Lecco - Brianza, Bergamo;
- Villa Olmo : bivio per Ponte Chiasso – Svizzera e Cernobbio – Alto Lago.

Dal 3/3/04 sono stati aggiunti 3 ulteriori siti: all'inizio e alla fine della via Auguadri ed in Piazza Matteotti, presso la Stazione delle Autolinee.

I siti di Via Auguadri sono stati introdotti nella II^a Campagna di monitoraggio su specifica richiesta del Comune di Como che ha ritenuto necessario valutare l'incidenza dell'autosilo, ubicato nella via, sui livelli di inquinamento atmosferico ivi presenti.

In allegato alla presente relazione sono riportate per ogni sito di campionamento la specifica cartina che lo localizza.

E' stata effettuata anche una valutazione dei dati di inquinamento alla luce delle condizioni meteorologiche che hanno caratterizzato il periodo di campionamento.

I dati meteorologici sono stati rilevati in continuo dalle centraline fisse di Erba e Mariano Comense, assumendo per la città di Como le medesime condizioni atmosferiche rilevate in tali zone.

Si precisa che la campagna di monitoraggio sulla città di Como è in corso di proseguimento con l'introduzione di 2 nuovi siti di campionamento situati in Piazza del Popolo.

Nella presente relazione, per la classificazione delle aree urbane, si fa riferimento alle tipologie di stazioni previste dal D.M. 25/11/94.

Infatti, benché il D.M. stesso sia stato abrogato, tali tipologie di stazioni identificano in modo più efficace ed intuitivo il tipo di zona considerata.

Si riepilogano di seguito le tipologie di stazioni indicate dall'abrogato D.M. 25/11/94:

- Stazioni di tipo A : stazioni di riferimento posizionate in luoghi lontani dalle fonti di inquinamento di tipo antropogenico;
- Stazioni di tipo B: stazioni collocate in zone ad alta densità abitativa o in prossimità di grossi centri produttivi;
- Stazioni di tipo C: stazioni posizionate in vicinanza di strade con elevato traffico veicolare, direttamente interessate dall'emissione degli inquinanti provenienti dagli autoveicoli.

Per quanto riguarda la normativa, per il benzene si fa riferimento al decreto 2 aprile 2002 N. 60 con il quale viene recepita la direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite della qualità dell'aria ambiente per benzene e monossido di carbonio, abrogando nel contempo il D.M. 25 novembre 1994 che fino a tale data aveva rappresentato il riferimento normativo per il monitoraggio del benzene nelle aree urbane.

Il valore limite per la protezione della salute umana, ai sensi del DM 2/4/02 N° 60 è di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valore da raggiungere entro il 1° gennaio 2010.

Fino al 31 dicembre 2005, il valore annuo a cui fare riferimento per il monitoraggio del benzene nelle aree urbane è pari a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre dal primo gennaio 2006 tale valore è ridotto a 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Successivamente tale valore è ridotto ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere i 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ al 1° gennaio 2010.

2. Descrizione dei siti di campionamento

Piazza Camerlata

A Piazza Camerlata si congiungono la via Canturina, la via Varesina, e la via Pasquale Paoli che raccoglie le provenienze da Milano. La Piazza ha una caratteristica fontana con i cerchi e le sfere, oltre la quale si affaccia Via Napoleona che scende verso Como. Essendo un importante crocevia, la presenza di traffico è massiccia in tutte le fasce orarie della giornata, con intensità maggiore nella mattinata, nelle ore di punta e nel tardo pomeriggio.

Secondo la classificazione UE, adottata anche in Italia, Piazza Camerlata è da classificare come:

- Tipo di zona: urbana
- Tipo di stazione: stazione di tipo C, ai sensi del DM 25/11/94, in quanto posizionata in vicinanza di strade con elevato traffico veicolare, direttamente interessate dall'emissione degli inquinanti provenienti dagli autoveicoli
- Caratteristica della zona: residenziale/commerciale

Periodo di campionamento: dal 7/10/03 al 2/12/03 e dal 3/3/04 al 28/4/04

Altezza dei campionatori dal livello strada: 2,30 metri c.a.

Fig. 1 Foto dei 2 campionatori passivi appesi ad un semaforo in Piazza Camerlata (imbocco via P. Paoli)



Ponte di S. Martino

Il Ponte di S. Martino incanala dalla città di Como le direzioni verso Erba, Lecco e Bergamo.

Anche qui il traffico è molto intenso in tutte le fasce orarie della giornata e non sempre scorrevole per la ristrettezza degli spazi stradali esistenti.

Secondo la classificazione UE, il Ponte di S. Martino è da classificare come:

- Tipo di zona: urbana
- Tipo di stazione: stazione di tipo C, ai sensi del DM 25/11/94, in quanto posizionata in vicinanza di strade con elevato traffico veicolare, direttamente interessate dall'emissione degli inquinanti provenienti dagli autoveicoli
- Caratteristica della zona: residenziale/commerciale

Periodo di campionamento: dal 7/10/03 al 2/12/03 e dal 3/3/04 al 28/4/04

Altezza dei campionatori dal livello strada: 2,60 metri c.a.

Fig. 2 Foto dei 2 campionatori passivi appesi ad un semaforo al centro del Ponte di S. Martino



Parco di Villa Olmo

I campionatori sono stati posizionati all'interno del parco di Villa Olmo, appesi su di un palo d'illuminazione Enel che costeggia il bivio stradale per le direzioni Ponte Chiasso – Svizzera e Cernobbio – Alto Lago.

E' questo un altro punto di traffico intenso, anche se, per l'abbondante presenza di verde e la vicinanza del lago, è un sito con una migliore ossigenazione rispetto ai precedenti.

Secondo la classificazione UE, tale crocevia è da classificare come:

- Tipo di zona: urbana
- Tipo di stazione: stazione di tipo C, ai sensi del DM 25/11/94, in quanto posizionata in vicinanza di strade con elevato traffico veicolare, direttamente interessate dall'emissione degli inquinanti provenienti dagli autoveicoli
- Caratteristica della zona: residenziale/commerciale

Periodo di campionamento: dal 7/10/03 al 2/12/03 e dal 3/3/04 al 28/4/04

Altezza dei campionatori dal livello strada: 3 metri ca

Fig. 3 Foto dei 2 campionatori passivi appesi ad un palo di illuminazione enel lungo la recinzione del parco di Villa Olmo



Piazza Matteotti

I campionatori sono stati posizionati sotto la pensilina della stazione Autolinee in Piazza Matteotti, appesi ad una tubazione di scarico gronda, al fine di captare gli inquinanti dei gas di scarico pulmann, oltre all'inquinamento prodotto dal traffico ordinario nella zona.

Secondo la classificazione UE, Piazza Matteotti è da classificare come:

- Tipo di zona: urbana
- Tipo di stazione: stazione di tipo C, ai sensi del DM 25/11/94, in quanto posizionata in vicinanza di strade con elevato traffico veicolare, direttamente interessate dall'emissione degli inquinanti provenienti dagli autoveicoli
- Caratteristica della zona: residenziale/commerciale

Periodo di campionamento: dal 3/3/04 al 28/4/04

Altezza dei campionatori dal livello strada: 2.30 metri c.a.

Fig. 4 Foto dei 2 campionatori passivi appesi a un tubo di scarico gronda sotto le pensiline della Stazione Autolinee.



Inizio Via Auguadri

Via Auguadri fa angolo con Viale Spallino e Piazza Vittoria. I campionatori passivi sono stati posti all'ingresso – uscita dell'autosilo (situato a circa due terzi della via) per le prime due settimane di campionamento della II^a Campagna (dal 3/3/04 al 17/3/04), mentre per le restanti settimane (dal 17/3/04 al 28/4/04), è stato scelto un sito più vicino all'inizio via.

Secondo la classificazione UE, Via Auguadri è da classificare come:

- Tipo di zona: urbana
- Tipo di stazione: anche se rientrerebbe nelle stazioni di tipo B (stazioni ad alta densità abitativa), è tuttavia classificabile come stazione di tipo C, per l'elevata movimentazione del traffico.
- Caratteristica della zona: residenziale/commerciale

Periodo di campionamento: dal 3/3/04 al 28/4/04

Altezza dei campionatori dal livello strada: 2,30 metri c.a.

Fig. 5 Foto dei 2 campionatori passivi appesi ad un palo all'ingresso – uscita dell'autosilo (dal 3/3/04 al 17/3/04)



Fig. 6 Foto dei 2 campionatori passivi appesi ad una tubazione di gronda di una casa (dal 17/3/04 al 28/4/04)



Fine Via Auguadri (incrocio Via Giulini)

La parte di Via Auguadri che confina con Via Giulini delimita la parte finale dell'autosilo.

Il traffico è piuttosto sostenuto per l'afflusso e il deflusso dei mezzi dal posteggio.

Secondo la classificazione UE, Via Auguadri è da classificare come:

- Tipo di zona: urbana
- Tipo di stazione: anche se rientrerebbe nelle stazioni di tipo B (stazioni ad alta densità abitativa), è tuttavia classificabile come stazione di tipo C, per l'elevata movimentazione del traffico.
- Caratteristica della zona: residenziale/commerciale

Periodo di campionamento: dal 3/3/04 al 28/4/04

Altezza dei campionatori dal livello strada: 2,20 metri c.a.

Fig. 7 Foto dei 2 campionatori passivi appesi ad palo stradale alla fine dell'autosilo.



3. Situazione meteorologica

Campagna autunnale dal 7/10/03 al 2/12/03

Il periodo di misura è stato caratterizzato da condizioni atmosferiche prevalentemente instabili con frequenti fenomeni di piogge e vento intenso, condizioni che hanno impedito l'accumulo degli inquinanti favorendone la dispersione.

Dall'analisi dei valori medi dei dati meteorologici si può evidenziare che :

- Il valore minimo di temperatura è stato registrato durante il 3° periodo di campionamento (5,8 °C), mentre il valore massimo è relativo al 1° periodo (17,7 °C); la media relativa a tutti i periodi di campionamento risulta invece essere di 10,05 °C.
- Tra il 1° e il 4° periodo (da ottobre a dicembre) la temperatura ha un andamento decrescente e con una diminuzione di circa 8° C sul valor medio.
- Durante i periodi di misura il valore medio della Pressione Atmosferica si è mantenuto tra i 985,1 mbar e i 1000 mbar.
- Il valore medio più elevato dell'umidità relativa è stato raggiunto nel 4° periodo di campionamento (84,6%).
- Le precipitazioni sono state rare nel primo periodo, si sono intensificate tra la fine di ottobre e gli inizi di novembre, diventando anche più frequenti tra novembre e dicembre.
- I valori medi di intensità del vento, durante l'intero periodo di misura, si sono mantenuti tra gli 1,6 m/s e gli 1,8 m/s.

Periodi	Temperatura (°C)			Press. Atm. (mbar)	U.R. (%)	pioggia (mm)	velocità del vento (m/s)
	max	min	media				
1	17,7	9,5	13,9	990,7	59,2	7,2	1,8
2	12,7	6,1	9,0	985,1	78,2	96,8	1,6
3	10,7	5,8	8,4	1000,0	74,8	42,2	1,4
4	11,0	7,2	8,9	991,5	84,6	149,6	1,5

Tabella 1 – Variabili meteorologiche registrate durante la 1^ Campagna di rilevamento

In allegato alla relazione sono riportate le tabelle con i dati meteo relativi ai periodi di campionamento e le rose dei venti.

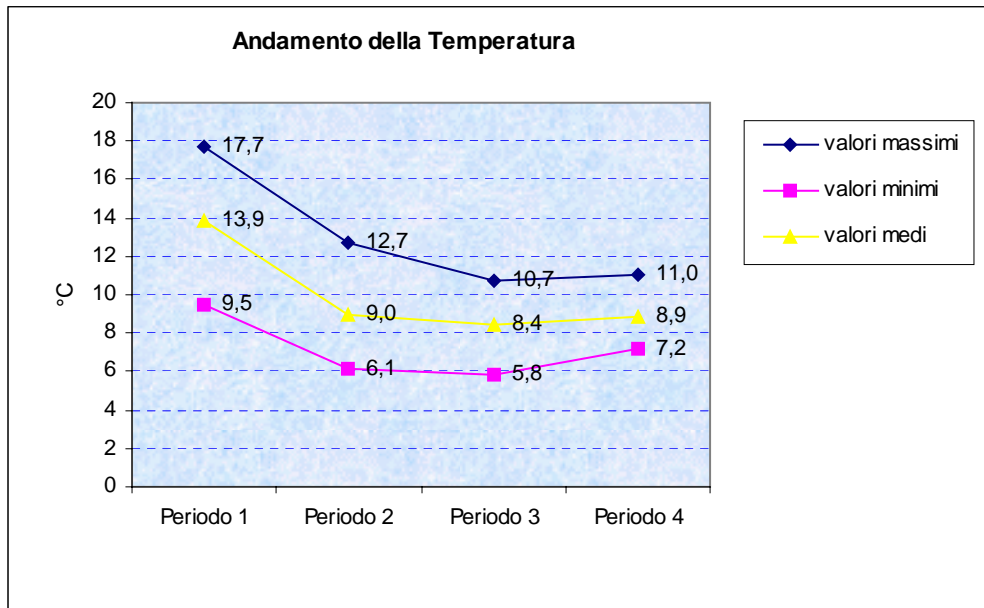


Grafico 1

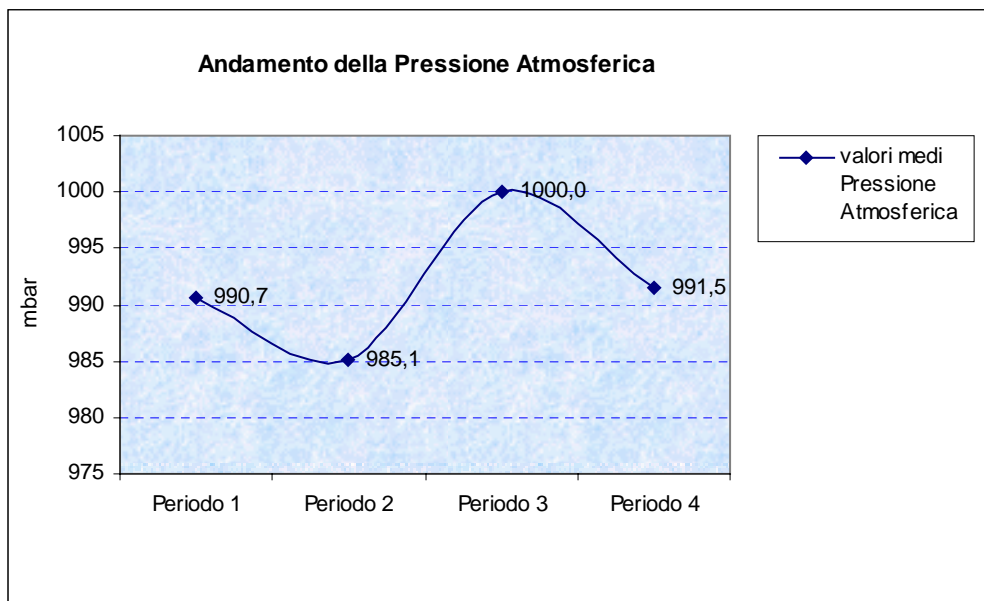


Grafico 2

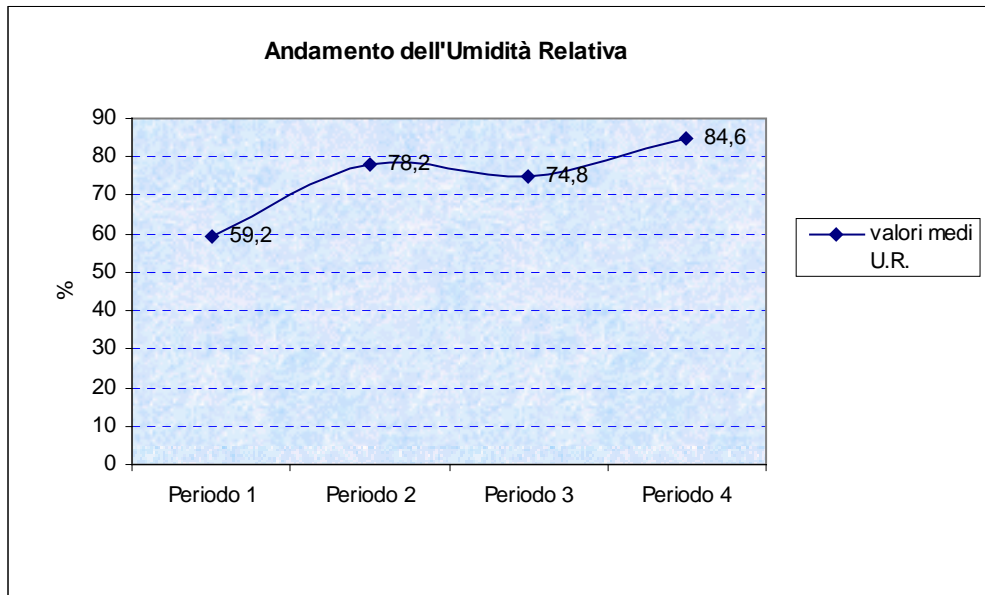


Grafico 3

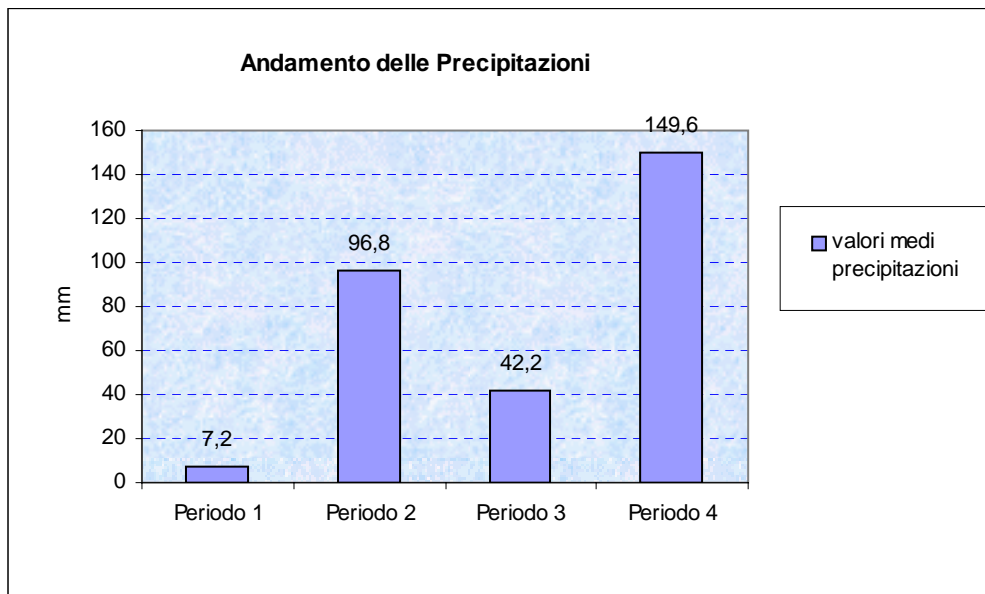


Grafico 4

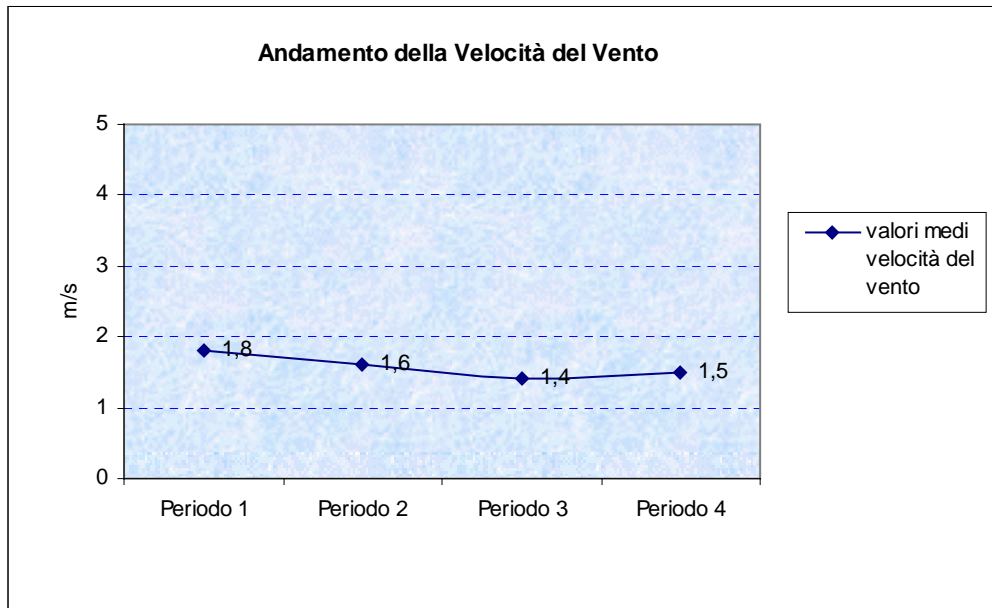
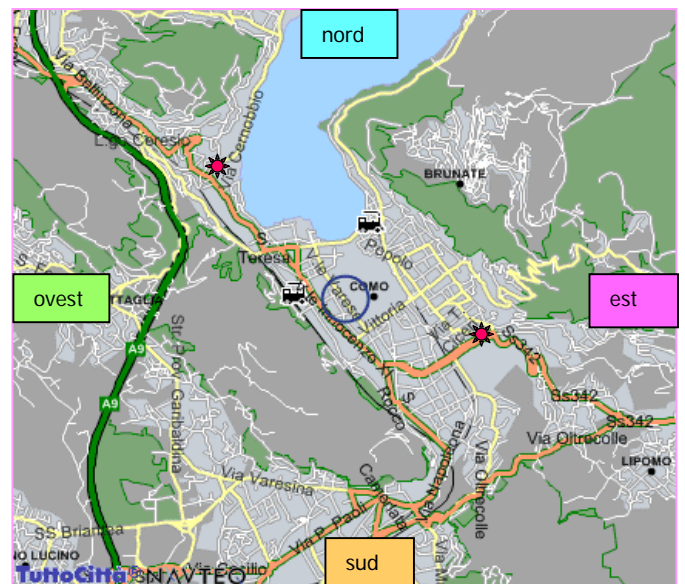
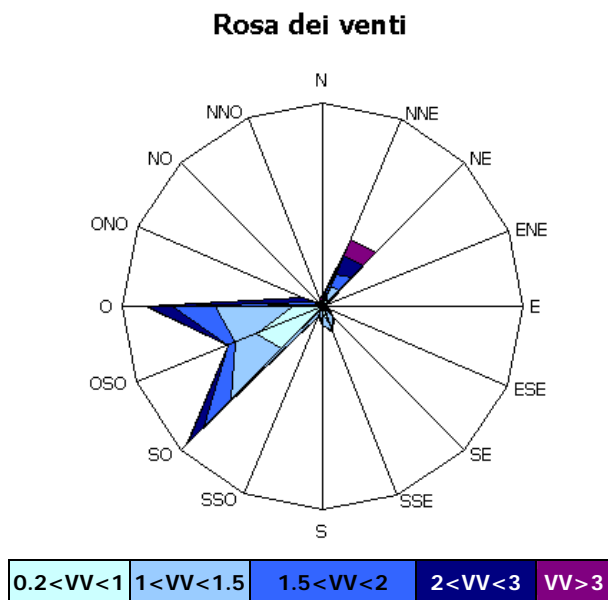


Grafico 5

Analizzando il grafico della rosa dei venti si può notare che i venti, durante la I^a campagna di rilevamento, hanno soffiato in direzione sud – ovest, con punte di intensità maggiori di 3 m/s in direzione nord – est. In linea di massima nessuno dei tre siti di campionamento è stato significativamente interessato dalla presenza del vento, che aveva inoltre un'intensità modesta.



Rosa dei venti del sito meteo di Como Villa Gallia. Periodo dal 8/10/03 al 2/12/03

★ Collocazione di Camerlata, Ponte di S. Martino, Villa Olmo.

Campagna primaverile dal 3/3/04 al 28/4/04

Il periodo di misura è stato caratterizzato da condizioni meteorologiche variabili: si sono alternati periodi con precipitazioni e vento intenso (favorevoli alla dispersione degli inquinanti) a periodi con alta pressione, assenza di vento e pioggia (favorevoli all'accumulo degli inquinanti).

Dall'analisi dei *valori medi* dei dati meteorologici si può evidenziare che :

- Il valore minimo di temperatura è stato registrato durante il 5° periodo di campionamento (1,6 °C), mentre il valore massimo è relativo all' 8° periodo (19,5 °C); la media relativa a tutti i periodi di campionamento risulta invece essere di 10,3 °C. Tra il 5° e l'8° periodo (da marzo a fine aprile) la temperatura ha un andamento crescente con un aumento di circa 9° C sul valor medio.
- Durante i periodi di misura il valore medio della Pressione Atmosferica si è mantenuto tra i 978,2 mbar e i 989 mbar.
- Il valore medio più elevato dell'umidità relativa è stato raggiunto nel 5° periodo di campionamento (74,7%), mentre il valore medio sull'intero periodo è stato del 66,3%
- Le precipitazioni sono state frequenti nelle prime settimane di marzo, minori nella seconda metà del mese e si sono intensificate in aprile.
- I valori medi di intensità del vento, durante l'intero periodo di misura, si sono mantenuti tra gli 1,6 m/s e i 2m/s.

In sintesi, il periodo più favorevole all'accumulo degli inquinanti è stato il 5° periodo (da inizio marzo a metà mese) caratterizzato da condizioni più invernali che primaverili.

E' infatti comprovato che nel passaggio dalla stagione invernale a quella primaverile ed estiva le condizioni atmosferiche risultano più favorevoli alla dispersione degli inquinanti ed ad un minor loro accumulo al suolo.

Periodi	Temperatura (°C)			Press. Atm. (mbar)	U.R. (%)	pioggia (mm)	velocità del vento (m/s)
	max	min	media				
5	13,4	1,6	5,8	989,0	74,7	47,6	1,7
6	14,0	4,6	10,4	981,4	61,3	30,4	1,9
7	13,8	5,8	10,9	979,9	65,2	57,2	2,0
8	19,5	8,8	14,2	978,2	64,0	45,6	1,6

Tabella 2 Variabili meteorologiche registrate durante la II^a Campagna di rilevamento

(*) I dati relativi alla pressione e all'umidità relativa si riferiscono alla postazione meteo di Erba, quelli di velocità del vento alla centralina di Mariano Comense.

In allegato alla relazione sono riportate le tabelle con i dati meteo relativi ai periodi di campionamento e le rose dei venti.

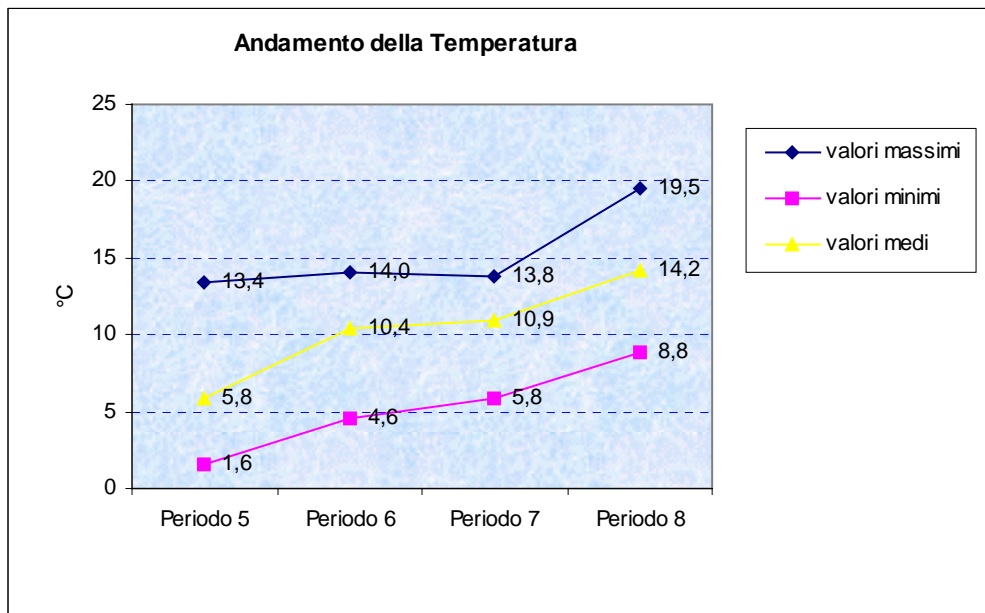


Grafico 6

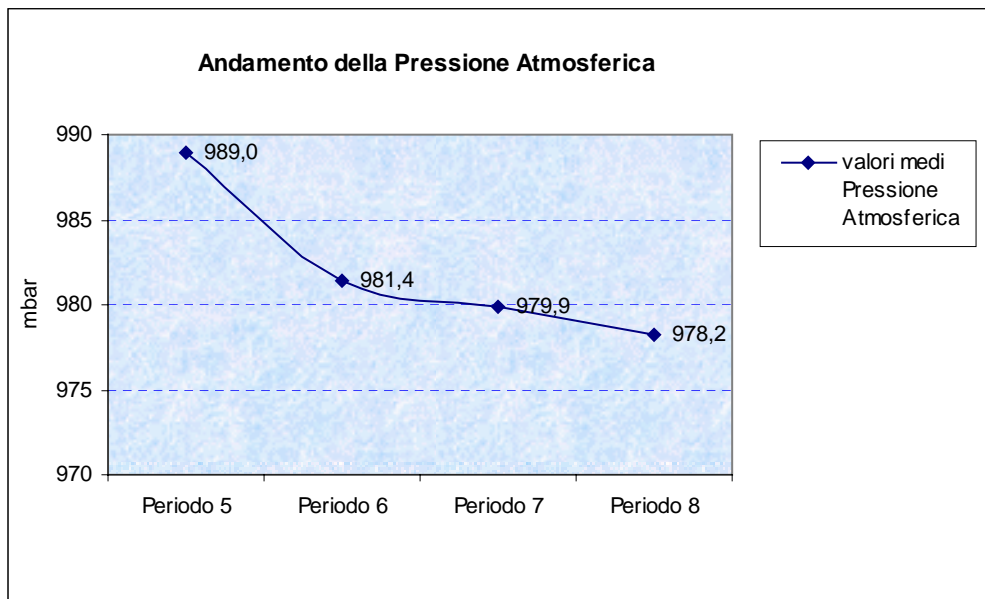


Grafico 7

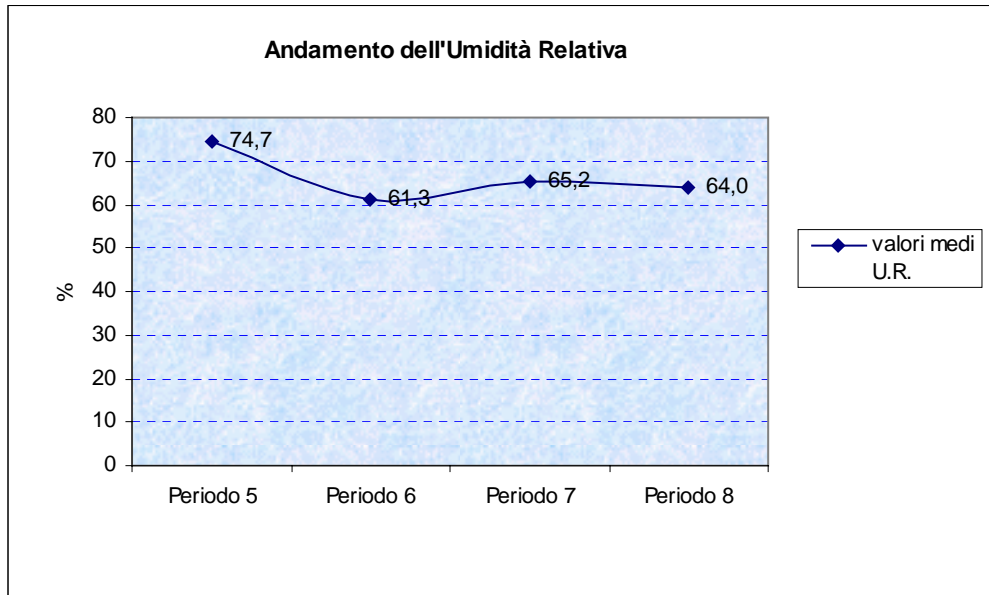


Grafico 8

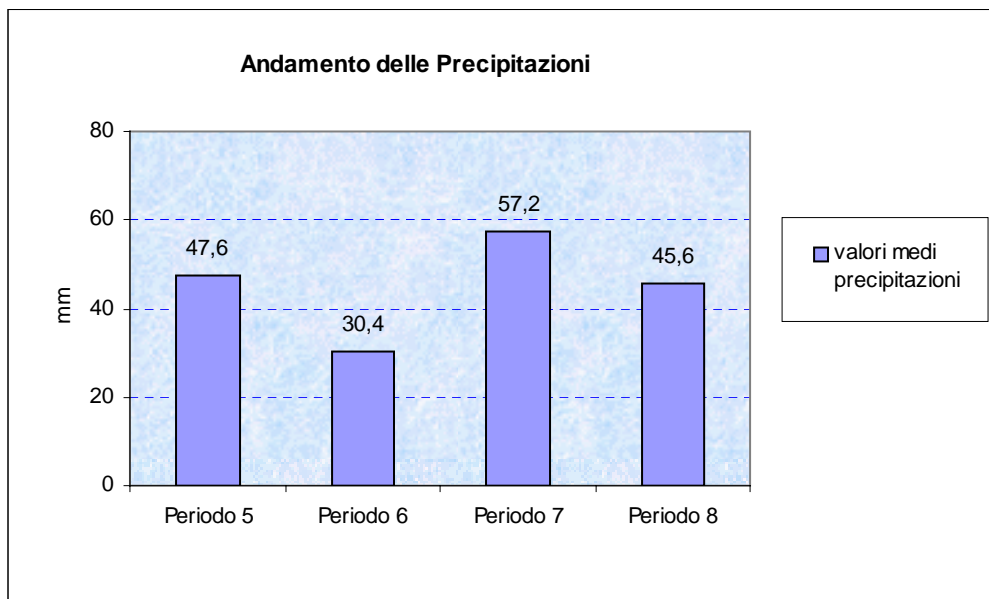


Grafico 9

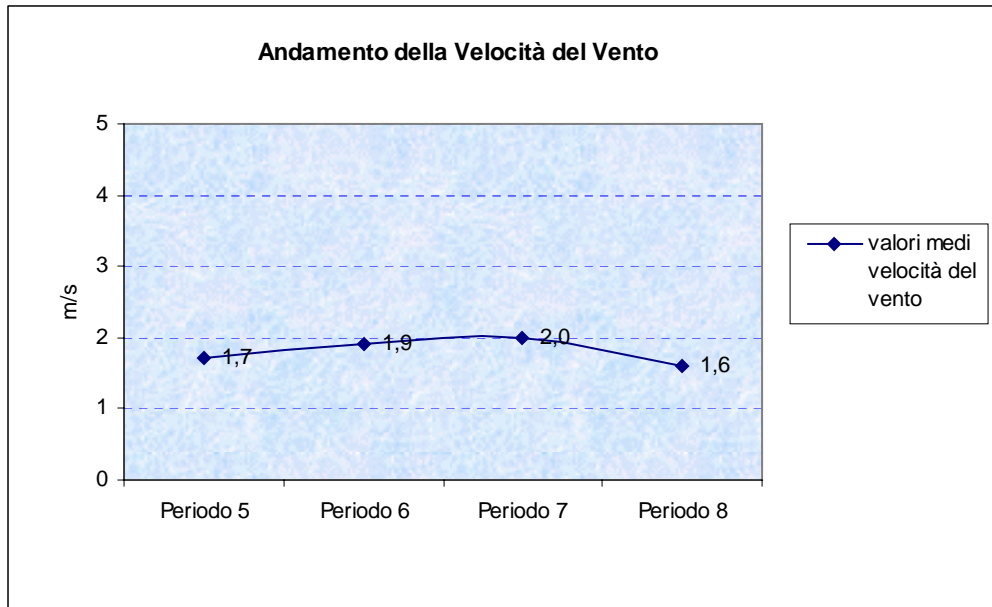
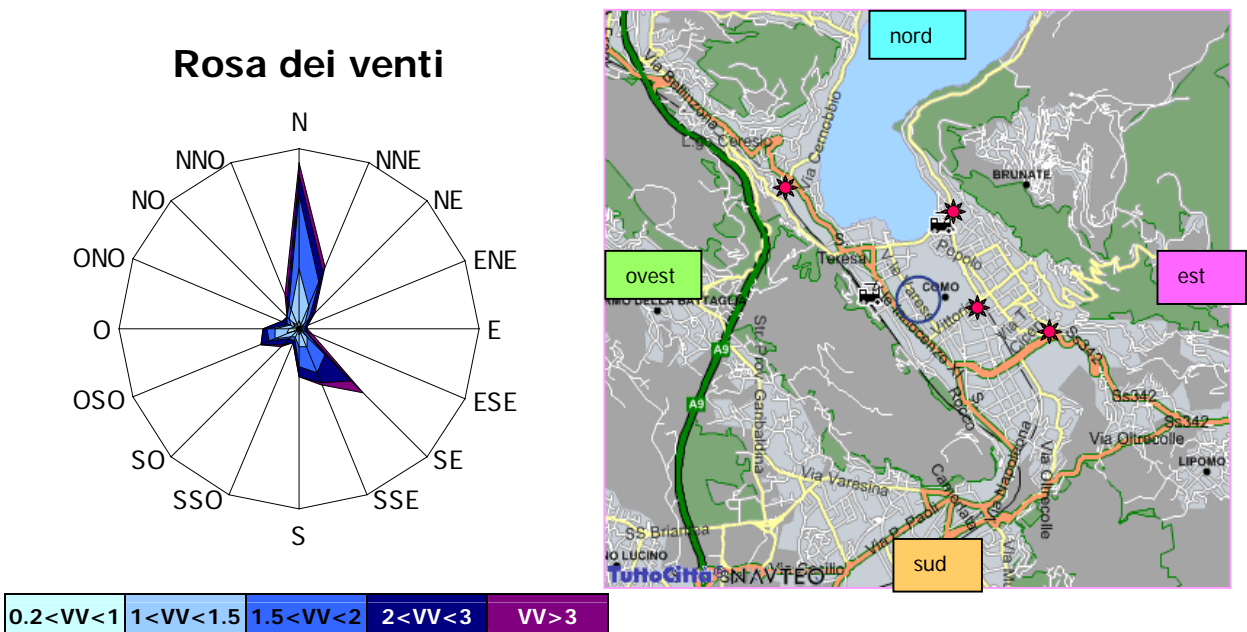


Grafico 10

Analizzando il grafico della rosa dei venti si può notare che i venti, durante la II^a campagna di rilevamento, hanno soffiato prevalentemente in direzione nord, nord-est e in direzione sud – est, sud - ovest. Pertanto i venti hanno maggiormente interessato le zone vicine al lago (in direzione nord), ossia i siti di Villa Olmo e di Piazza Matteotti. In particolare per il crocevia di Villa Olmo, questa situazione di buona ventosità è risultata favorevole alla dispersione degli inquinanti.

Il sito di Camerlata è stato interessato da una periodica e debole ventosità.



Rosa dei venti del sito meteo di Mariano Comense. Periodo dal 3/3/04 al 28/4/04

★ Collocazione di Camerlata, Ponte di S. Martino, Villa Olmo, Piazza Matteotti, Via Auguadri.

4. Risultati del monitoraggio

Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori delle concentrazioni di BTX, calcolati come media delle determinazioni analitiche ottenute per ciascuno dei due tubi di campionamento posizionati nello stesso sito. Tale valore, quindi, essendo ricavato come media di due risultati analitici per lo stesso punto, ha una buona precisione e può essere assunto come valore effettivo di concentrazione degli inquinanti per quel punto.

Le analisi chimiche sono state eseguite al termine del periodo di esposizione bisettimanale dei campionatori.

Le concentrazioni degli inquinanti sono espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le tabelle, utilizzate per realizzare i relativi grafici, contengono le seguenti elaborazioni:

- Sono stati calcolati i valori massimi e minimi di concentrazione di BTX per ogni periodo (in tutto per le 2 Campagne si hanno 8 periodi di 2 settimane ciascuno);
- I valori di concentrazione dei BTX sono stati mediati sull'intero periodo di campionamento (dal 7/10/03 al 2/12/03 per la I[^] Campagna e dal 3/3/04 al 28/4/04 per la II[^] Campagna) ottenendo la "media sui periodi";
- Per entrambe le Campagne sono stati calcolati i valori massimi e i valori minimi per ogni sito sull'intero periodo di campionamento ("minimo sui periodi" e "massimo sui periodi").
- Le caselle in arancione indicano il valore massimo e il valore minimo assoluto ottenuto sull'intero periodo.
-

Nelle tabelle finali in allegato alla relazione si riportano i valori dei risultati analitici per ognuno dei due tubi posti in ciascun sito.

Viene allegata inoltre la descrizione del metodo analitico per la determinazione delle concentrazioni dei BTX.

Analizzando i grafici relativi all'andamento delle concentrazioni di BTX per ogni sito si possono effettuare le seguenti considerazioni:

- **Camerlata:**

Il sito di Camerlata presenta le più alte concentrazioni di benzene e toluene, rispetto agli altri due siti. Il valore più alto per il benzene è stato raggiunto nel 2° periodo (dal 21/10/03 al 4/11/03), ed è pari a $10,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre per il toluene il valore massimo è stato di $44,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, misurato nel 1° periodo (dal 7/10/03 al 21/10/03). L'andamento di questi due inquinanti è pressoché concorde durante il periodo di misura.

Nell'ultimo periodo di misura si ha un innalzamento dei valori di benzene e toluene di circa $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Si ritiene che ciò sia dovuto ad un peggioramento delle condizioni meteorologiche nel 4° periodo, con conseguente stazionamento degli inquinanti al suolo.

Anche gli xileni hanno un andamento concorde, crescendo nel 3° periodo e diminuendo nel 4° periodo, in controtendenza a benzene e toluene.

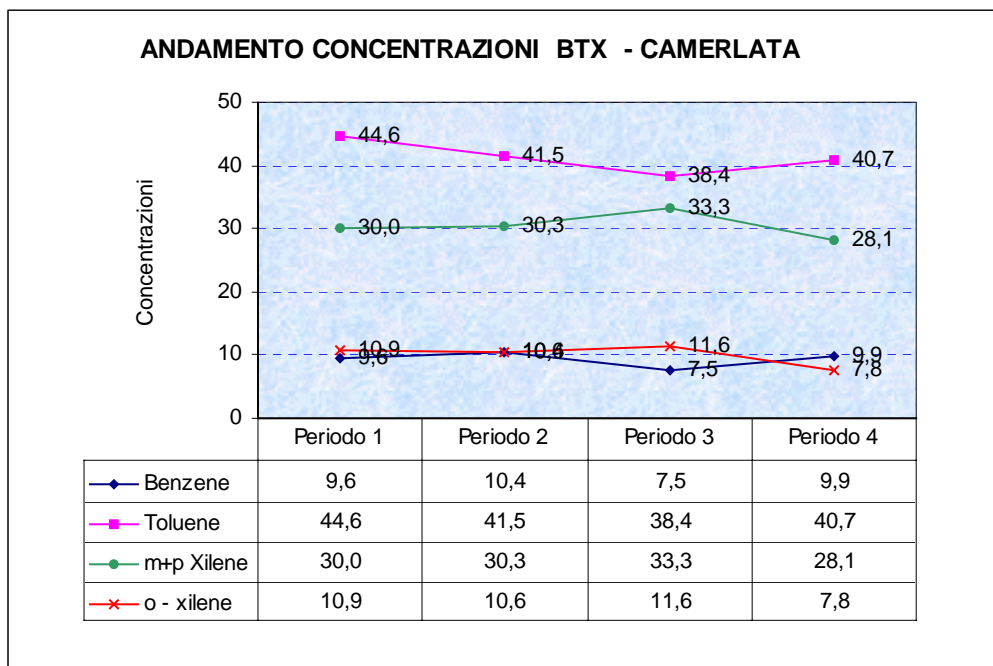


Grafico 11

- **Ponte di S. Martino:**

Il Ponte di S. Martino segue Camerlata per le concentrazioni di benzene e toluene rilevate: $9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il benzene e $37,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il toluene come valori massimi raggiunti nel 2° periodo.

Anche gli xileni sono in concentrazione più bassa rispetto a Camerlata e in generale si può dire quindi che il Ponte di S. Martino sia un sito meno inquinato rispetto a Camerlata, anche perché l'intensità del traffico è sicuramente minore. In questo caso gli xileni, come si nota dal grafico, non hanno un andamento concorde.

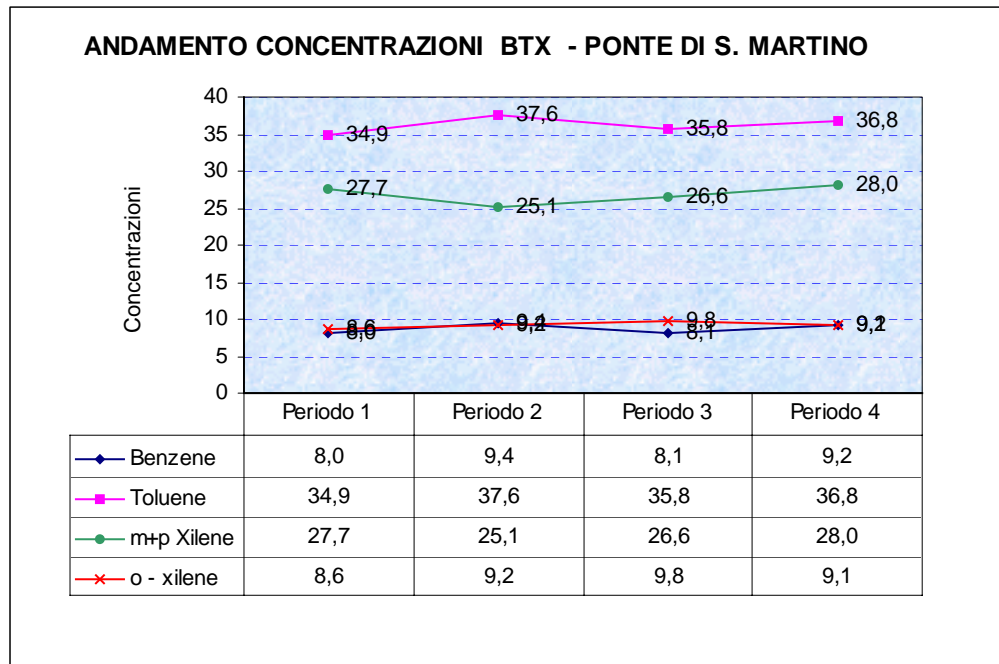


Grafico 12

- Villa Olmo

Il sito del crocevia Svizzera – Cernobbio, (che per semplicità denominiamo sito di Villa Olmo, avendo posto i campionatori all'interno del parco di Villa Olmo, al confine con tali strade) risulta il meno inquinato per tutti i periodi di misura e per tutti gli inquinanti. Le concentrazioni massime di benzene e toluene sono rispettivamente di 8,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (rilevato nel 3° periodo) e di 34,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (relativo al 1° periodo).

In questo sito l'andamento di tutti gli inquinanti è concorde, con valori più alti riscontrati nel 1° e nel 3° periodo (dal 4/11/03 al 18/11/03).

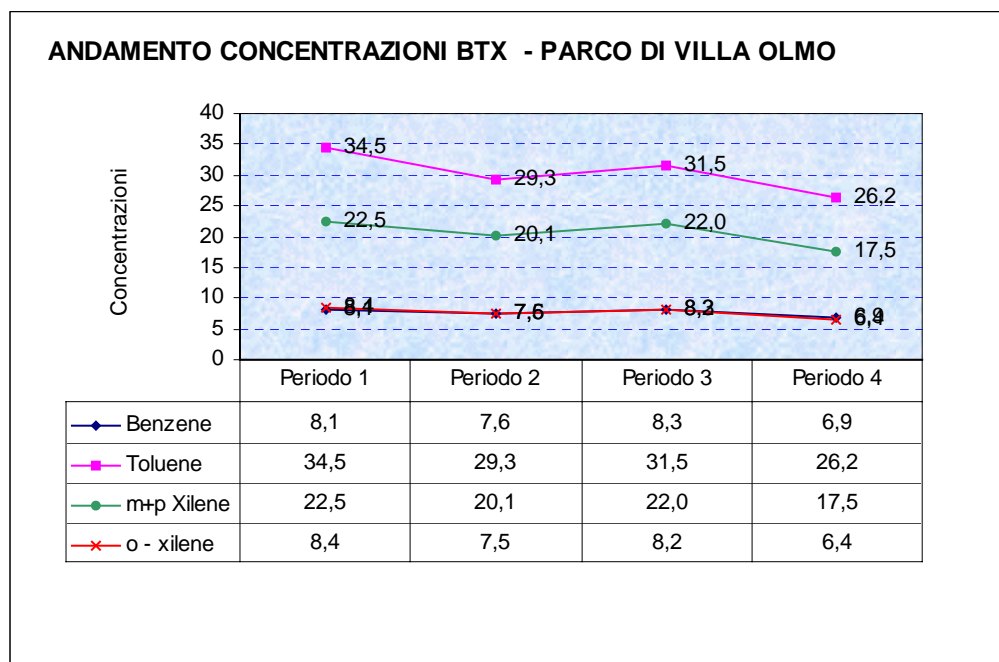


Grafico 13

Analizzando i grafici relativi alle concentrazioni medie di ogni inquinante su tutto il periodo di misura della campagna autunnale si possono trarre le seguenti considerazioni:

- Benzene

Il valore *massimo* di concentrazione del benzene rilevato durante la 1° Campagna è di 10,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ottenuto nel sito di Camerlata; seguono il Ponte di S. Martino con 9,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e Villa Olmo con 8,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il valore *minimo* di benzene rilevato è di 6,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ottenuto nel sito di Villa Olmo.

Nell'ambito dei valori minimi di benzene si è osservata un'eccezione poiché Camerlata, sito più inquinato, ha presentato un minimo inferiore al Ponte di S. Martino (7,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per Camerlata e 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il Ponte di S. Martino).

Pertanto si ritiene che i *valori medi* di concentrazione di benzene calcolati sull'intero periodo siano maggiormente rappresentativi.

Si hanno i seguenti valori medi: 9,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per Camerlata; 8,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il Ponte di S. Martino e 7,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per Villa Olmo.

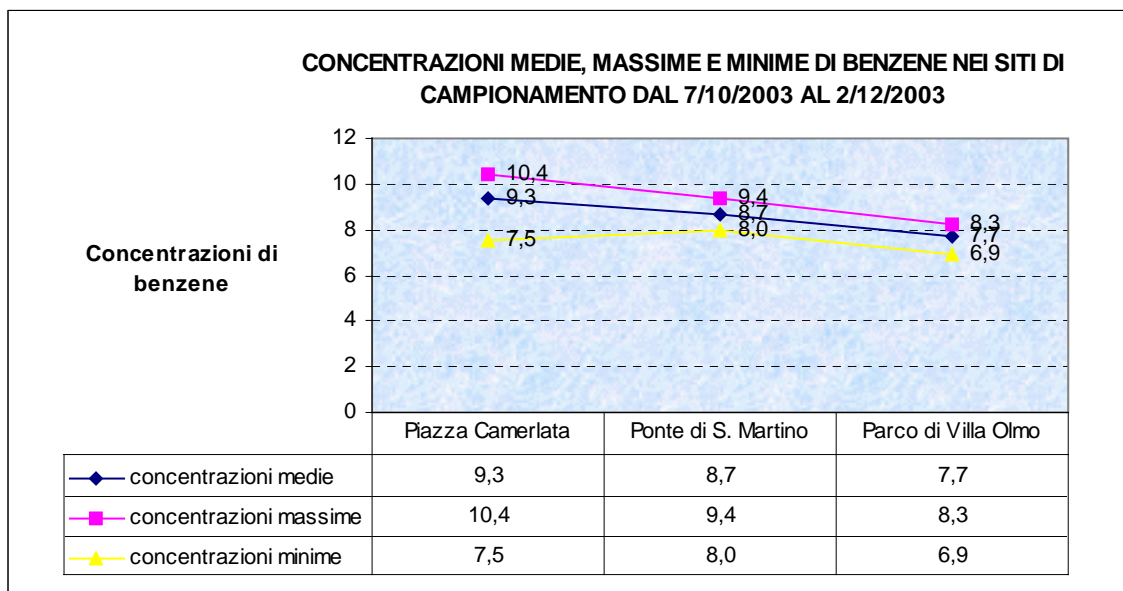


Grafico 14

- Toluene

Il valore massimo di toluene ottenuto è stato di 44,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ relativo al sito di Camerlata; il valore minimo è stato di 34,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ relativo al sito di Villa Olmo.

Il valore medio di toluene per il sito di Camerlata risulta di 41,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, per il Ponte di S. Martino risulta di 36,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, per Villa Olmo rimane a 30,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Anche nel caso del toluene il sito di Villa Olmo risulta il meno inquinato con una differenza di circa 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto a Camerlata.

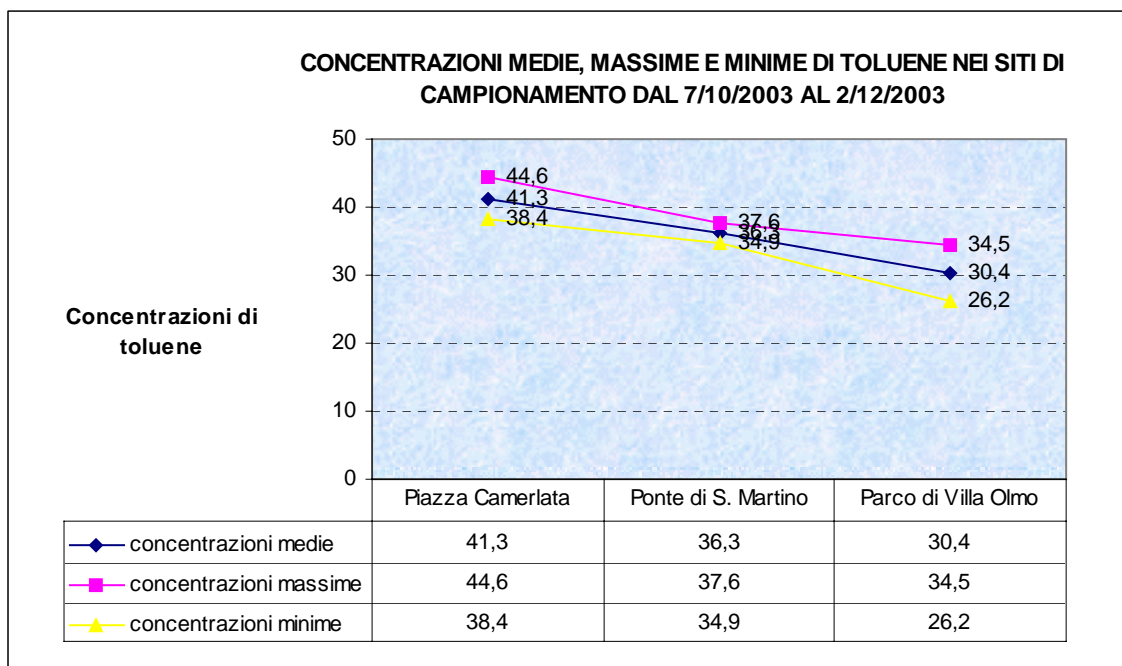


Grafico 15

- Xileni

Gli andamenti dei valori massimi, minimi e medi sono assolutamente concordi per gli xileni per i quali è rilevabile un sostanziale decremento delle concentrazioni passando dal sito di Camerlata al sito di Villa Olmo.

Il valore massimo rilevato è stato di $33,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l' m+p-Xilene, mentre risulta di $11,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'o-Xilene, entrambi relativi al sito di Camerlata.

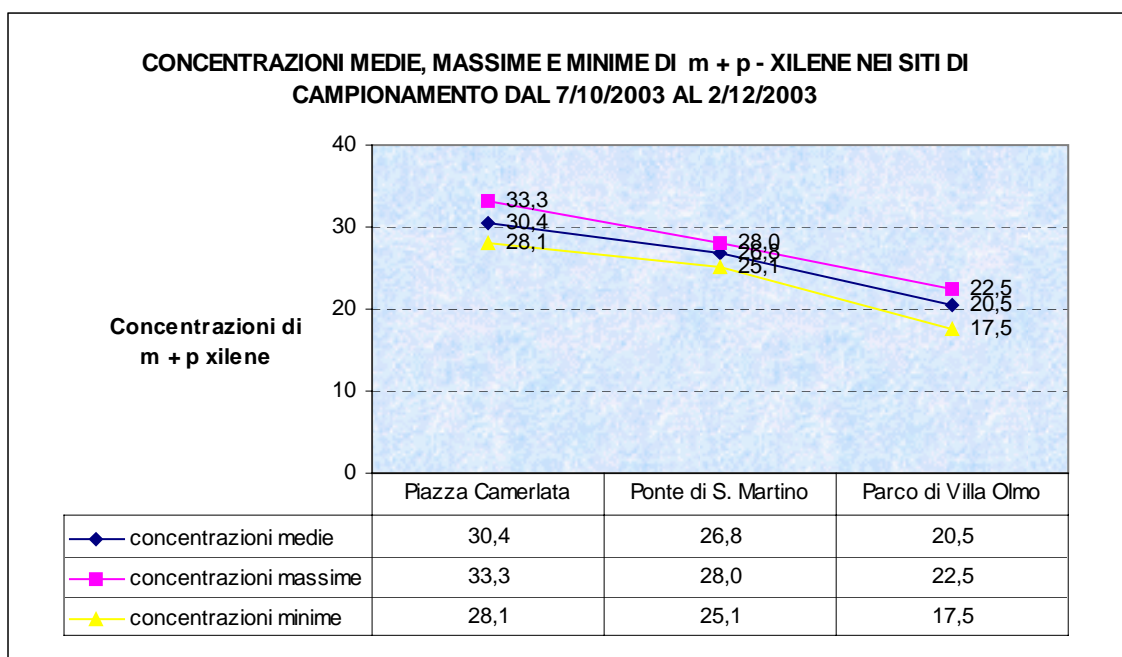


Grafico 16

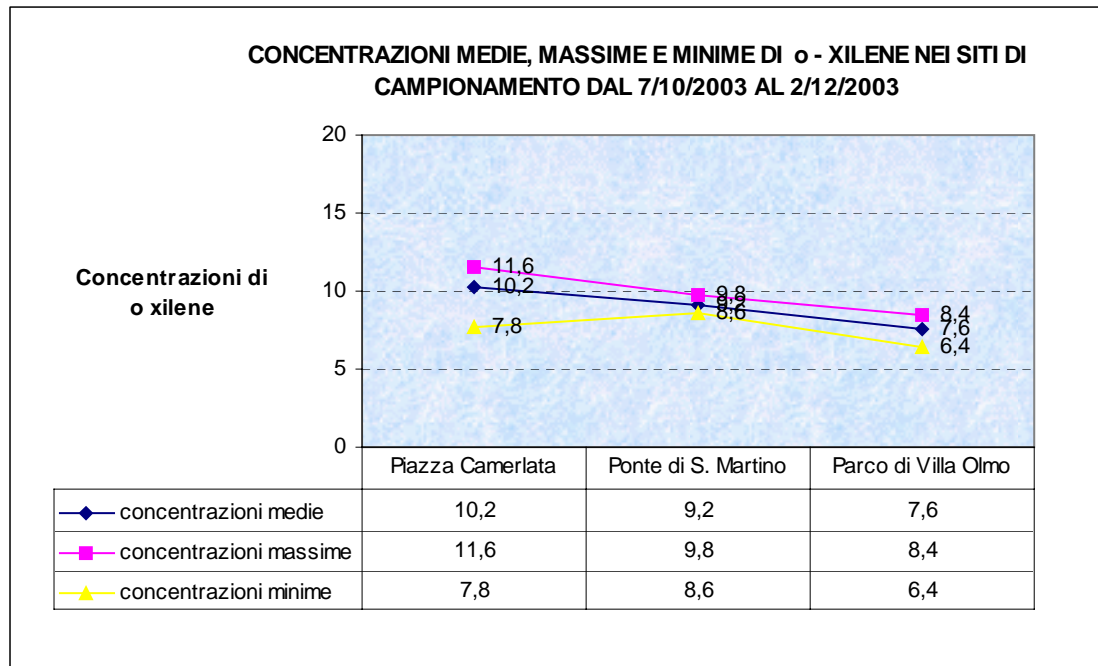


Grafico 17

Conclusioni

Durante la prima campagna di rilevamento dei BTX (dal 7/10/03 al 2/12/03), **Piazza Camerlata è risultato il sito più inquinato** e ciò è dovuto principalmente al maggiore volume di traffico che interessa la zona.

Il valore massimo assoluto rilevato di benzene è stato di $10,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, un valore piuttosto alto che ha caratterizzato un intero periodo di campionamento (2° periodo).

Si può fare riferimento quindi soltanto al valore medio bimestrale (sull'intero periodo di misura) di benzene che per Camerlata è di $9,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore ugualmente alto e abbastanza prossimo al massimo rilevato.

Il Ponte di S. Martino rappresenta un sito inquinamento medio-alto con un valore massimo di benzene di $9,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e un valore medio bimestrale di $8,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il crocevia Svizzera – Cernobbio, zona Villa Olmo, **risulta il sito meno inquinato** e ciò si ritiene sia dovuto alla vicinanza del lago, alla presenza di frequenti fenomeni eolici che favoriscono una maggiore circolazione dell'aria con rimescolamento degli inquinanti.

Il valore medio bimestrale di benzene per Villa Olmo è di $7,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Analizzando i grafici relativi all'andamento delle concentrazioni di BTX per ogni sito si possono effettuare le seguenti considerazioni:

- Camerlata

Le concentrazioni più alte per tutti gli inquinanti si hanno nel 5° periodo (dal 3/3/04 al 17/3/04) durante il quale benzene e toluene raggiungono valori di 10,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e di 45,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente. Tra il 6° e il 7° periodo le concentrazioni dei BTX decrescono e riprendono una leggera salita durante l'8° periodo (dal 15/4/04 al 28/4/04) nel caso di benzene e toluene, mentre gli xileni rimangono grossomodo stabili.

La diminuzione delle concentrazioni degli inquinanti sono indice dell'avvicinarsi della bella stagione: fenomeni di inversione termica, oltre alla variabilità meteorica, favoriscono sia il rimescolamento degli inquinanti, sia il loro parziale abbattimento. E' infatti rilevabile come il miglioramento sia stato progressivo.

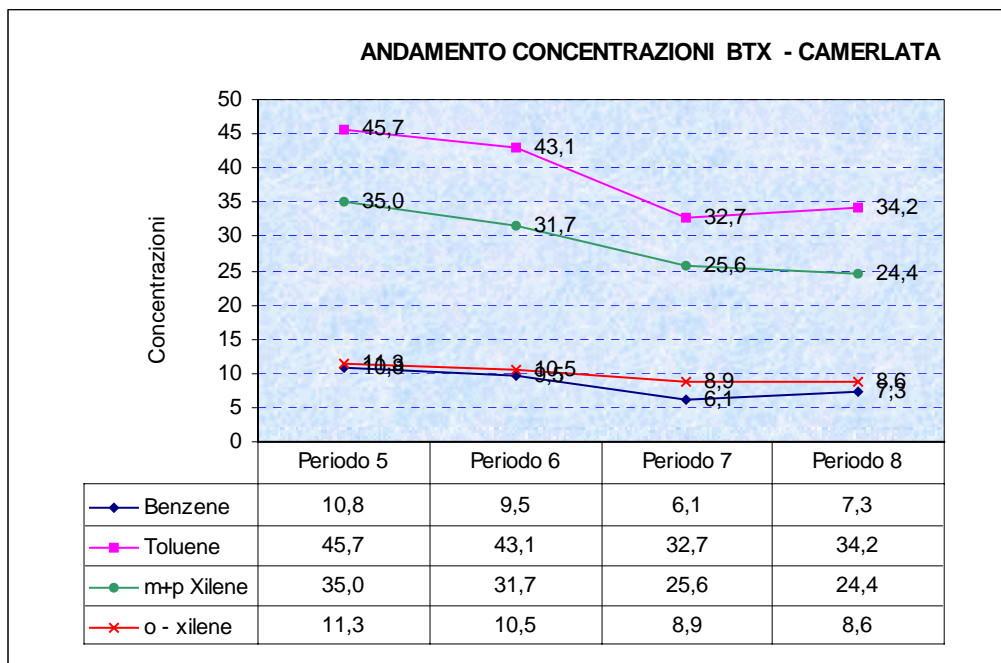


Grafico 17

- Ponte di S. Martino

Anche per il Ponte di S. Martino si verifica la medesima situazione di Camerlata: concentrazioni massime di BTX nel 5° periodo (con benzene a 9,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e toluene a 37,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e concentrazioni decrescenti nel 6 – 7° periodo e sostanziale stabilizzazione nell'8° periodo.

I valori raggiunti nell'ultimo periodo si assestano a 5,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il benzene e 28,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il toluene.

Tali valori sono indice di un medio inquinamento che non desta particolari preoccupazioni.

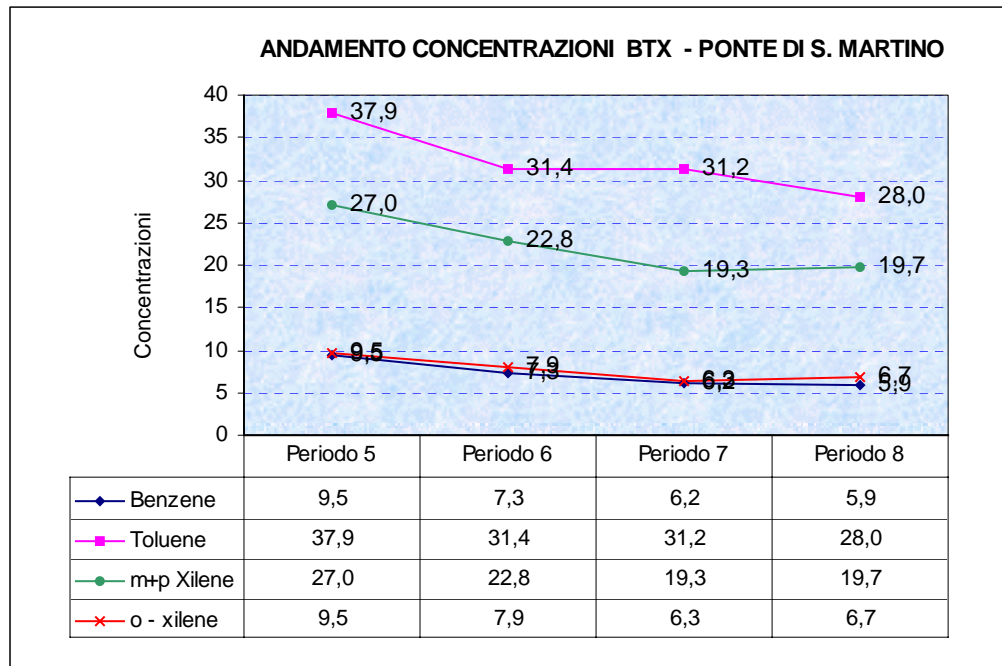


Grafico 18

- Villa Olmo

Per villa Olmo si verifica una situazione leggermente diversa rispetto ai precedenti siti: la tendenza è quella della diminuzione delle concentrazioni, anche se, nel 6° periodo (dal 17/3/04 al 31/3/04), si ha un leggero innalzamento delle concentrazioni dei BTX, escluso il benzene che ha il suo massimo nel 5° periodo con un valore di $6,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per il toluene, invece, il valore massimo viene raggiunto nel 6° periodo con una concentrazione di $22,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nell'ultimo periodo sono stati rilevati i più bassi valori di benzene pari a $3,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Gli xileni hanno un andamento decrescente che tende alla progressiva stabilizzazione delle concentrazioni. Anche in questa campagna Villa Olmo si rivela essere il sito meno inquinato.

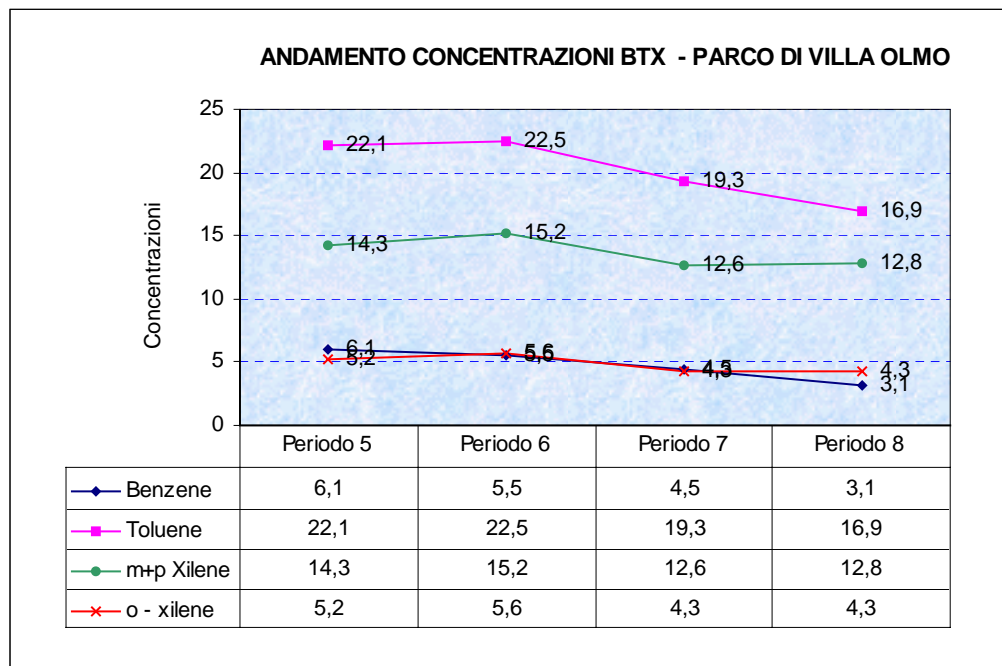


Grafico 19

- Piazza Matteotti

Grafico 11

Il sito di Piazza Matteotti presenta un andamento singolare delle concentrazioni dei BTX.

La tendenza è quella di una diminuzione generale dell'inquinamento dovuto alle nuove condizioni climatiche primaverili, con brusco abbassamento dei valori nel 7° periodo e un innalzamento nell'8° periodo. I valori raggiunti in quest'ultimo periodo per il benzene e il toluene si sono attestati a valori più logici (5,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il benzene e 23,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il toluene).

Il sito presenta valori alterni in quanto gli stessi sono determinati, oltre che dalle condizioni generali di traffico, anche dal transito variabile degli autobus (tempo di sosta a motore acceso, ecc.).

I valori non sono comunque alti in quanto la vicinanza del lago e il forte ricambio d'aria favoriscono il rimescolamento e la dispersione degli inquinanti.

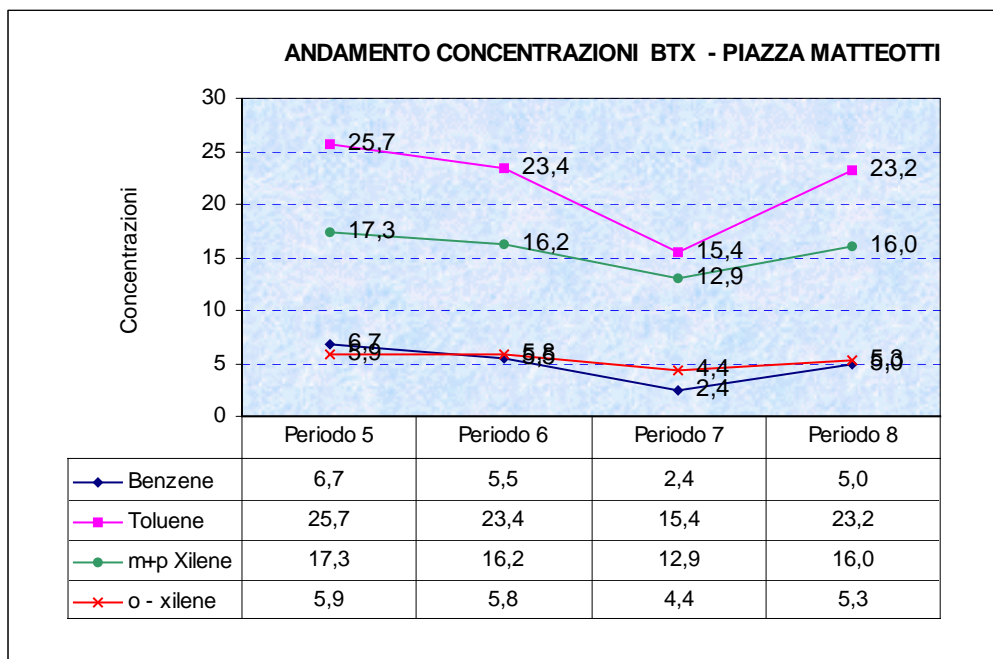


Grafico 20

- Inizio e fine Via Auguadri

Il sito di campionamento denominato per semplicità "inizio via Auguadri" è stato posizionato per il 5° e 6° periodo all'ingresso dell'autosilo, situato a due terzi della via, e per il 7° e 8° periodo, in un punto più vicino all'inizio via, onde non misurare soltanto l'inquinamento prodotto dai veicoli in ingresso ed uscita dal parcheggio, ma l'inquinamento complessivo in tutta la via. Il sito di "fine via Auguadri" è stato scelto a fine via dove termina anche l'autosilo. Tra il 5° e il 6° periodo è rilevabile tanto all'ingresso dell'autosilo, quanto a fine via, valori decrescenti e ciò si ritiene sia dovuto all'influenza delle condizioni atmosferiche mutate. Ovviamente i valori in entrata-uscita dall'autosilo sono più alti dei valori a fine via: 9,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ contro 7,7 per il benzene e 41,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ contro 36,9 per il toluene.

Tra il 6° e il 7° periodo si nota una drastica diminuzione dei valori e successiva stabilizzazione per il posizionamento del nuovo sito di "inizio via Auguadri" meno interessato dal continuo passaggio dei veicoli e stazionamento degli stessi.

Nell' 8° periodo si hanno valori di 3,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il benzene e 18,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il toluene. Per il sito di fine via Auguadri tra il 6° e il 7° periodo si ha un leggero innalzamento dei valori, che si attestano nell' 8° periodo intorno ai 4,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il benzene 21,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il toluene. Pur presentando valori leggermente più alti a fine via, le concentrazioni dei BTX tra inizio e fine via Auguadri sono confrontabili tra loro e confrontabili con il sito del Ponte di S. Martino. La via è globalmente a livelli di inquinamento medio-alto, ma si può dire che l'incidenza sull'inquinamento dell'autosilo sia localizzata al punto di ingresso-uscita autoveicoli. La differenza dei valori tra l'ingresso dell'autosilo e la fine via Auguadri è stata, durante il 5° periodo, di 2,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il benzene e di 4,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il toluene, mentre durante il 6° periodo, è stata pari a 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il benzene e 5,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il toluene.

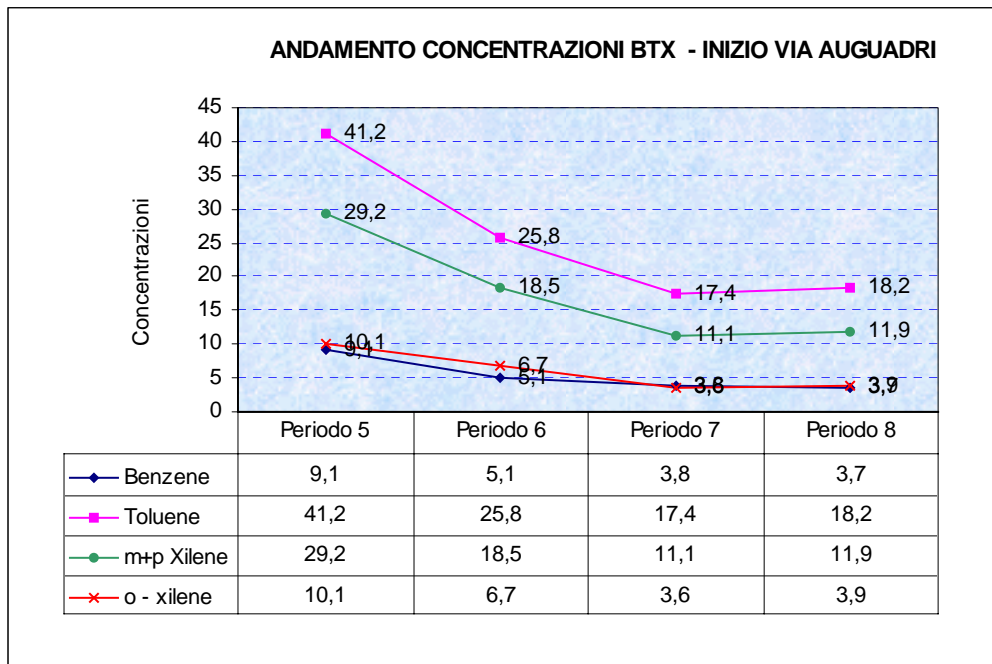


Grafico 21

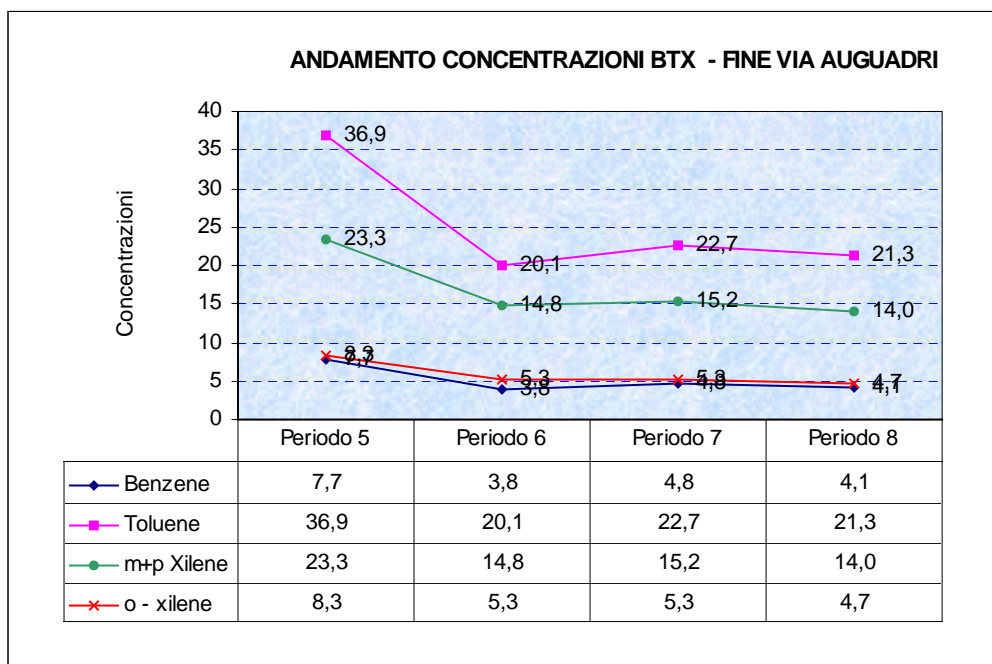


Grafico 22

Analizzando i grafici relativi alle concentrazioni medie di ogni inquinante su tutto il periodo di misura della campagna autunnale si possono svolgere le seguenti considerazioni:

- Benzene:

Il valore massimo di benzene durante la II^a campagna è stato misurato a Camerlata ed è risultato pari a $10,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre per lo stesso sito si ha un valore medio di benzene pari a $8,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per concentrazioni decrescenti di benzene, seguono: il Ponte di S. Martino, Via Auguadri (inizio-fine), Piazza Matteotti e Villa Olmo con valori massimi misurati rispettivamente pari a: $9,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$; $9,1$ - $7,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$; $6,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $6,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Si nota che il sito di inizio via Auguadri ha un picco di concentrazione dovuto ai valori misurati direttamente al di sopra dell'ingresso-uscita dell'autosilo. I valori medi sull'intero periodo e per gli stessi siti in successione sono risultati pari a: $7,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$; $5,4$ - $5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$; $4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

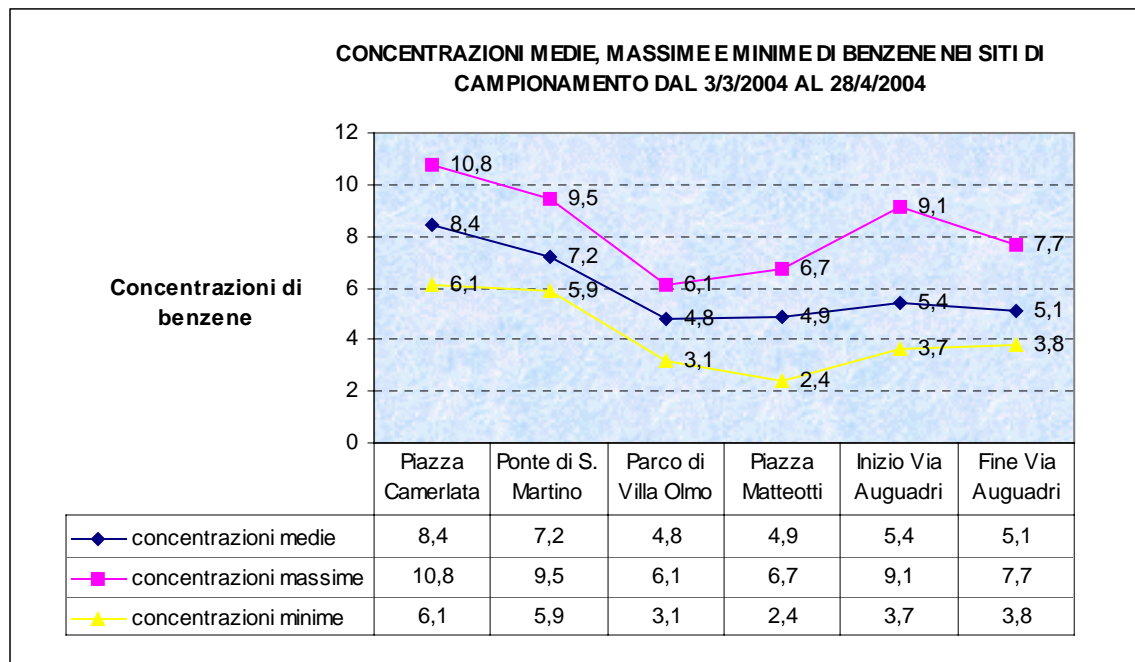


Grafico 23

- Toluene:

Per il toluene si nota un andamento analogo al benzene: il valore massimo è stato misurato a Camerlata ed è pari a $45,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il valore medio per lo stesso sito è di $38,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per concentrazioni decrescenti di toluene, seguono: il Ponte di S. Martino, Via Auguadri (inizio-fine), Piazza Matteotti e Villa Olmo, con valori massimi di toluene misurati pari a: $37,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $41,2$ - $36,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $25,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $22,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, rispettivamente. I valori medi sull'intero periodo sono, in successione, risultati pari a: $32,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$; $25,7$ - $25,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$; $21,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $20,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

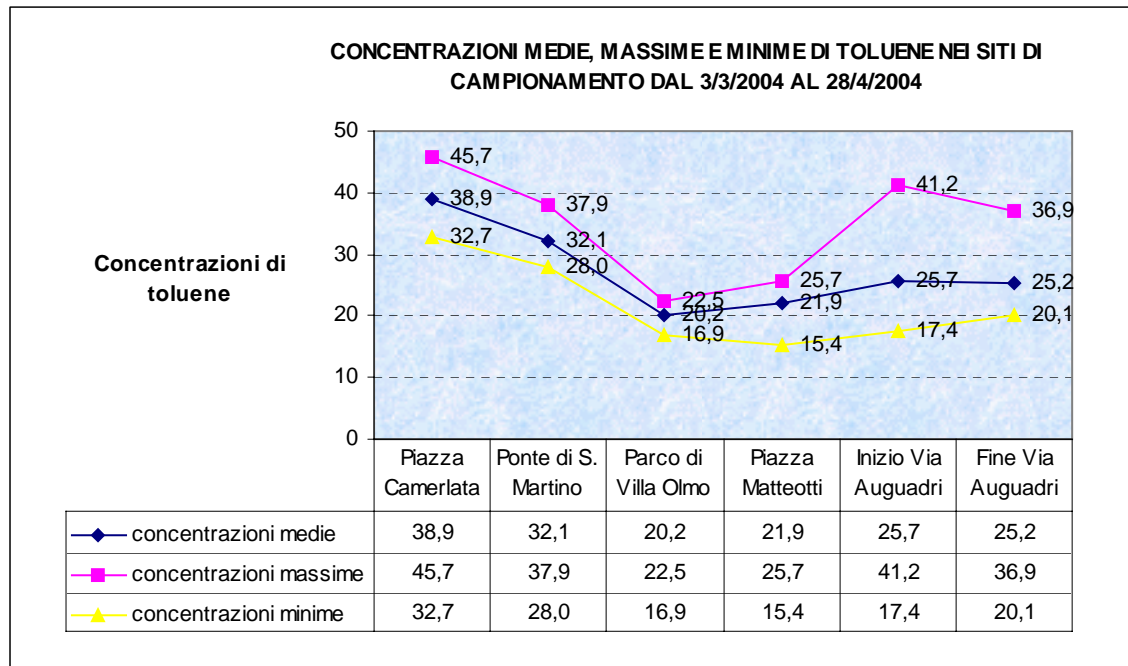


Grafico 24

- Xileni:

Gli xileni presentano il medesimo andamento sull'intero periodo. La concentrazione massima di m+p xilene è stata misurata a Camerlata con un valore di $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre la concentrazione massima di o – xilene, misurata sempre a Camerlata, è stata di $11,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il valore medio di m+p xilene a Camerlata è risultato pari a $29,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sia per l' m+p-xilene, quanto per l'o-xilene, seguono: il Ponte di S. Martino, Via Auguadri, Piazza Matteotti e di Villa Olmo.

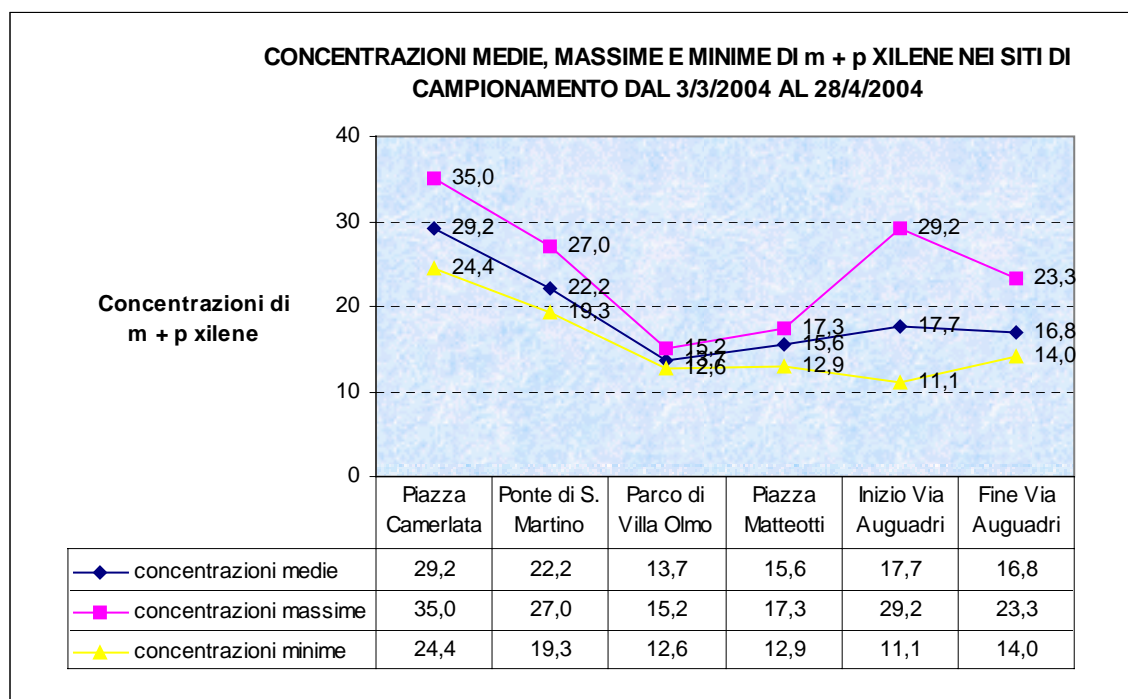


Grafico 25

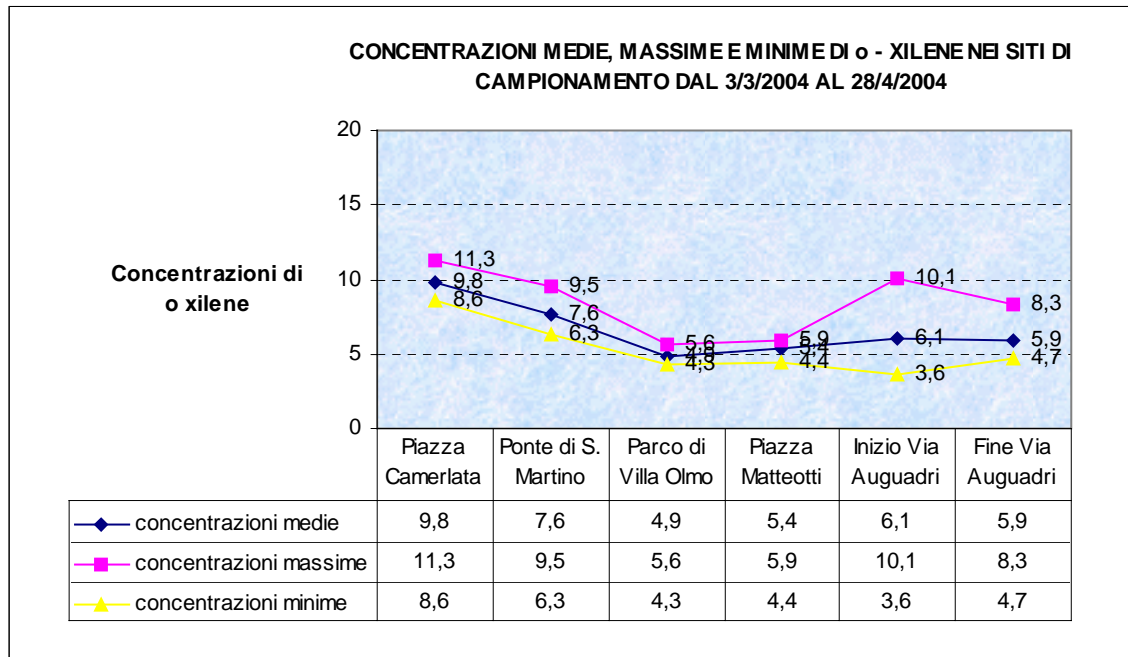


Grafico 26

Conclusioni

Anche durante la II^a Campagna, **Camerlata è risultato il sito più inquinato**, nel quale, per il benzene, è stato registrato un valore massimo di 10,8 µg/m³, con un valor medio sull'intero periodo di 8,4 µg/m³, inferiore al valor medio di 9,3 µg/m³ riscontrato per la I^a Campagna.

Per effettuare raffronti con il valore limite di legge vigente di 10 µg/m³, bisogna disporre di dati che coprano il periodo di un anno, anche se si ritiene che Camerlata sia un sito ad alto inquinamento atmosferico i cui livelli di inquinamento vadano tenuti sotto controllo.

Il Ponte di S. Martino si colloca livelli medio-alti di inquinamento con un valore massimo rilevato per il benzene di 9,5 µg/m³ (5° periodo di campionamento, dal 3/3/04 al 17/3/04), ed un valor medio sull'intera Campagna di 7,2 µg/m³ (più basso rispetto al precedente valor medio di 8,7 µg/m³).

Sempre concentrazioni medio-alte di benzene sono state rilevate in Via Auguadri con valori massimi di inizio e fine via pari a 9,1-7,7 µg/m³ e valori medi sull'intero periodo di misura pari a 5,4-5,1 µg/m³.



Un inquinamento leggermente più basso rispetto a Via Auguadri caratterizza Piazza Matteotti per la quale la concentrazione massima di benzene rilevata stata di 6,7 µg/m³ e il valor medio pari a 4,9 µg/m³.

I livelli di inquinamento in questo sito sono medi e non destano particolari preoccupazioni.




Il sito meno inquinato, anche in questa Campagna, **è risultato essere Villa Olmo** con un valore massimo di benzene pari a 6,1 µg/m³ ed un valor medio di 4,8 µg/m³, valori più bassi rispetto ai precedenti (8,3 µg/m³ per il valore massimo, e 7,7 µg/m³ per il valor medio).

Il crocevia Svizzera-Cernobbio risulta quindi avere livelli di inquinamento più che accettabili e se, in prima ipotesi, tale sito era stato classificato come "sito di tipo C", ai sensi del DM 25/11/94, alla luce dei dati ottenuti è possibile riclassificarlo come "sito di tipo B".

Tabella riassuntiva dei livelli di benzene

1° Campagna: dal 7/10/03 al 2/12/03	Camerlata	Ponte di S. Martino	Villa Olmo		
Valore medio di benzene	9,3	8,7	7,7		
Valore massimo misurato	10,4	9,4	8,3		
2° Campagna: dal 3/3/04 al 28/4/04				Piazza Matteotti	Via Auguadri Inizio/fine
Valore medio di benzene	8,4	7,2	4,8	4,9	5,4
Valore massimo misurato	10,8	9,5	6,1	6,7	9,1
Qualità dell'aria					

I valori sono espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

-  Livelli alti di inquinamento atmosferico
-  Livelli medio - alti di inquinamento atmosferico
-  Livelli medi di inquinamento atmosferico

Campagna autunnale dal 7/10/03 al 2/12/03

Benzene							
Sito	Periodo 1: dal 7/10/03 al 21/10/03	Periodo 2: dal 21/10/03 al 4/11/03	Periodo 3: dal 4/11/03 al 18/11/03	Periodo 4: dal 18/11/03 al 2/12/03	Media sui periodi	Minimo sui periodi	Massimo sui periodi
Piazza Camerlata	9,6	10,4	7,5	9,9	9,3	7,5	10,4
Ponte di S. Martino	8,0	9,4	8,1	9,2	8,7	8,0	9,4
Parco di Villa Olmo	8,1	7,6	8,3	6,9	7,7	6,9	8,3
Minimo	8,0	7,6	7,5	6,9		6,9	
Massimo	9,6	10,4	8,3	9,9			10,4

Tabella 3

Toluene							
Sito	Periodo 1: dal 7/10/03 al 21/10/03	Periodo 2: dal 21/10/03 al 4/11/03	Periodo 3: dal 4/11/03 al 18/11/03	Periodo 4: dal 18/11/03 al 2/12/03	Media sui periodi	Minimo sui periodi	Massimo sui periodi
Piazza Camerlata	44,6	41,5	38,4	40,7	41,3	38,4	44,6
Ponte di S. Martino	34,9	37,6	35,8	36,8	36,3	34,9	37,6
Parco di Villa Olmo	34,5	29,3	31,5	26,2	30,4	26,2	34,5
Minimo	34,5	29,3	31,5	26,2		26,2	
Massimo	44,6	41,5	38,4	40,7			44,6

Tabella 4

m + p - Xilene							
Sito	Periodo 1: dal 7/10/03 al 21/10/03	Periodo 2: dal 21/10/03 al 4/11/03	Periodo 3: dal 4/11/03 al 18/11/03	Periodo 4: dal 18/11/03 al 2/12/03	Media sui periodi	Minimo sui periodi	Massimo sui periodi
Piazza Camerlata	30,0	30,3	33,3	28,1	30,4	28,1	33,3
Ponte di S. Martino	27,7	25,1	26,6	28,0	26,8	25,1	28,0
Parco di Villa Olmo	22,5	20,1	22,0	17,5	20,5	17,5	22,5
Minimo	22,5	20,1	22,0	17,5		17,5	
Massimo	30,0	30,3	33,3	28,1			33,3

Tabella 5

o - Xilene							
Sito	Periodo 1: dal 7/10/03 al 21/10/03	Periodo 2: dal 21/10/03 al 4/11/03	Periodo 3: dal 4/11/03 al 18/11/03	Periodo 4: dal 18/11/03 al 2/12/03	Media sui periodi	Minimo sui periodi	Massimo sui periodi
Piazza Camerlata	10,9	10,6	11,6	7,8	10,2	7,8	11,6
Ponte di S. Martino	8,6	9,2	9,8	9,1	9,2	8,6	9,8
Parco di Villa Olmo	8,4	7,5	8,2	6,4	7,6	6,4	8,4
Minimo	8,4	7,5	8,2	6,4		6,4	
Massimo	10,9	10,6	11,6	9,1			11,6

Tabella 6

[Campagna primaverile dal 3/3/04 al 28/4/04](#)

Campagna autunnale – invernale dal 8/10/03 al 2/12/03 e campagna primaverile dal 3/3/04 al 28/4/04

Benzene							
Sito	Periodo 5: dal 3/3/04 al 17/3/04	Periodo 6: dal 17/3/04 al 31/3/04	Periodo 7: dal 31/3/04 al 15/4/04	Periodo 8: dal 15/4/04 al 28/4/04	Media sui periodi	Minimo sui periodi	Massimo sui periodi
Piazza Camerlata	10,8	9,5	6,1	7,3	8,4	6,1	10,8
Ponte di S. Martino	9,5	7,3	6,2	5,9	7,2	5,9	9,5
Parco di Villa Olmo	6,1	5,5	4,5	3,1	4,8	3,1	6,1
Piazza Matteotti	6,7	5,5	2,4	5,0	4,9	2,4	6,7
Inizio Via Auguadri	9,1	5,1	3,8	3,7	5,4	3,7	9,1
Fine Via Auguadri	7,7	3,8	4,8	4,1	5,1	3,8	7,7
Minimo	6,1	3,8	2,4	3,1		2,4	
Massimo	10,8	9,5	6,2	7,3			10,8

Tabella 7

Toluene							
Sito	Periodo 5: dal 3/3/04 al 17/3/04	Periodo 6: dal 17/3/04 al 31/3/04	Periodo 7: dal 31/3/04 al 15/4/04	Periodo 8: dal 15/4/04 al 28/4/04	Media sui periodi	Minimo sui periodi	Massimo sui periodi
Piazza Camerlata	45,7	43,1	32,7	34,2	38,9	32,7	45,7
Ponte di S. Martino	37,9	31,4	31,2	28,0	32,1	28,0	37,9
Parco di Villa Olmo	22,1	22,5	19,3	16,9	20,2	16,9	22,5
Piazza Matteotti	25,7	23,4	15,4	23,2	21,9	15,4	25,7
Inizio Via Auguadri	41,2	25,8	17,4	18,2	25,7	17,4	41,2
Fine Via Auguadri	36,9	20,1	22,7	21,3	25,2	20,1	36,9
Minimo	22,1	20,1	15,4	16,9		15,4	
Massimo	45,7	43,1	32,7	34,2			45,7

Tabella 8

m + p - Xilene							
Sito	Periodo 5: dal 3/3/04 al 17/3/04	Periodo 6: dal 17/3/04 al 31/3/04	Periodo 7: dal 31/3/04 al 15/4/04	Periodo 8: dal 15/4/04 al 28/4/04	Media sui periodi	Minimo sui periodi	Massimo sui periodi
Piazza Camerlata	35,0	31,7	25,6	24,4	29,2	24,4	35,0
Ponte di S. Martino	27,0	22,8	19,3	19,7	22,2	19,3	27,0
Parco di Villa Olmo	14,3	15,2	12,6	12,8	13,7	12,6	15,2
Piazza Matteotti	17,3	16,2	12,9	16,0	15,6	12,9	17,3
Inizio Via Auguadri	29,2	18,5	11,1	11,9	17,7	11,1	29,2
Fine Via Auguadri	23,3	14,8	15,2	14,0	16,8	14,0	23,3
Minimo	14,3	14,8	11,1	11,9		11,1	
Massimo	35,0	31,7	25,6	24,4			35,0

Tabella 9

o - Xilene							
Sito	Periodo 5: dal 3/3/04 al 17/3/04	Periodo 6: dal 17/3/04 al 31/3/04	Periodo 7: dal 31/3/04 al 15/4/04	Periodo 8: dal 15/4/04 al 28/4/04	Media sui periodi	Minimo sui periodi	Massimo sui periodi
Piazza Camerlata	11,3	10,5	8,9	8,6	9,8	8,6	11,3
Ponte di S. Martino	9,5	7,9	6,3	6,7	7,6	6,3	9,5
Parco di Villa Olmo	5,2	5,6	4,3	4,3	4,9	4,3	5,6
Piazza Matteotti	5,9	5,8	4,4	5,3	5,4	4,4	5,9
Inizio Via Auguadri	10,1	6,7	3,6	3,9	6,1	3,6	10,1
Fine Via Auguadri	8,3	5,3	5,3	4,7	5,9	4,7	8,3
Minimo	5,2	5,3	3,6	3,9		3,6	
Massimo	11,3	10,5	8,9	8,6			11,3

Tabella 10

Campagna autunnale – invernale dal 8/10/03 al 2/12/03 e campagna primaverile dal 3/3/04 al 28/4/04

Descrizione del metodo analitico

I campionatori passivi sono basati sul principio della diffusione molecolare.

Essi sono costituiti da tubi di acciaio di dimensioni ben precise (90 mm di lunghezza per 5 mm di diametro interno), nei quali è posto il materiale adsorbente (carbone nero grafitato 370 ± 10 mg). La lunghezza del cammino di diffusione è di 1,5 cm con una superficie di diffusione di $0,2 \text{ cm}^2$, mentre la lunghezza dell'area coperta dall'adsorbente è di 6 cm.

All'inizio del periodo di campionamento, un opportuno setto diffusore, montato sul tubo di campionamento, permette ai BTX di essere trasportati per diffusione molecolare fino al punto in cui è situato l'adsorbente.

Alla fine del periodo di campionamento (2 settimane) i campionatori vengono chiusi ermeticamente e trasportati in laboratorio per l'analisi.

L'analisi viene condotta mediante desorbimento termico dei campioni e successiva separazione degli inquinanti in gascromatografia capillare con detector a fiamma ionizzante (GC-FID).

Le condizioni operative adottate sono le seguenti :

- gas di trasporto : elio;
- temperatura linea di trasferimento: $175 \text{ }^\circ\text{C}$;
- programma termico : $60 \text{ }^\circ\text{C}$ (5 min); rampa di $5 \text{ }^\circ\text{C}$ al minuto a $200 \text{ }^\circ\text{C}$ (2 min);
- temperatura FID: $280 \text{ }^\circ\text{C}$;
- flusso di desorbimento : elio, 50 ml/min ;
- temperatura di primo desorbimento : $250 \text{ }^\circ\text{C}$ per 5 minuti;
- temperatura trappola di criofocalizzazione : $-30 \text{ }^\circ\text{C}$;
- temperatura di secondo desorbimento : $300 \text{ }^\circ\text{C}$ per 10 minuti.

Per la calibrazione del metodo analitico sono stati preparati opportuni campionatori iniettando direttamente negli stessi, mediante iniettore per gascromatografia 5 l di soluzioni metanoliche contenenti quantità note e certificate di BTX (range da 20 a 500 ng).

Da campionamenti effettuati in triplo è stata verificata, inoltre, la ripetibilità delle misure analitiche con campionatori passivi.

L'errore ad essa associato è risultato essere per il benzene e il toluene pari a 2,5% e per gli xileni pari 3,0%.

La concentrazione ambientale dei BTX in ogni sito di campionamento è stata calcolata a partire dalla massa di ogni analita determinata dall'analisi strumentale, correlando tale dato al volume di aria diffusa all'interno del campionatore, al tempo di esposizione dello stesso ed alle portate equivalenti di ciascun microinquinante considerato.

Nel relativo calcolo si sono utilizzate portate equivalenti già sperimentalmente verificate e validate che, per periodi di esposizione di 2 settimane risultano pari a $1,62 - 1,80 - 1,84 \text{ ng ppm}^{-1} \text{ min}^{-1}$ rispettivamente per il benzene, il toluene e gli xileni.

Note

Il valore limite di rilevabilità strumentale è per il benzene $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, per il toluene $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, per l' m, p – xilene $4,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e per l' o – xilene $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabelle dati analitici

I ^ Campagna (7/10/03 – 2/12/03)

Benzene				
Sito	Periodo 1: dal 7/10/03 al 21/10/03	Periodo 2: dal 21/10/03 al 4/11/03	Periodo 3: dal 4/11/03 al 18/11/03	Periodo 4: dal 18/11/03 al 2/12/03
Camerlata - Tubo 1	9,4	10,8	7,6	8,5
Camerlata - Tubo 2	9,8	10,0	7,4	11,2
Ponte di S. Martino - Tubo 1	8,0	9,3	10,0	8,2
Ponte di S. Martino - Tubo 2	8,0	9,5	6,1	10,1
Villa Olmo - Tubo 1	8,3	7,2	8,0	6,1
Villa Olmo - Tubo 2	7,8	8,0	8,5	7,7

Toluene				
Sito	Periodo 1: dal 7/10/03 al 21/10/03	Periodo 2: dal 21/10/03 al 4/11/03	Periodo 3: dal 4/11/03 al 18/11/03	Periodo 4: dal 18/11/03 al 2/12/03
Camerlata - Tubo 1	42,7	44,4	38,4	35,3
Camerlata - Tubo 2	46,4	38,5	38,3	46,1
Ponte di S. Martino - Tubo 1	34,6	36,9	40,3	33,0
Ponte di S. Martino - Tubo 2	35,1	38,3	31,3	40,5
Villa Olmo - Tubo 1	36,1	27,7	30,5	23,5
Villa Olmo - Tubo 2	32,9	30,8	32,5	28,9

m+p Xilene				
Sito	Periodo 1: dal 7/10/03 al 21/10/03	Periodo 2: dal 21/10/03 al 4/11/03	Periodo 3: dal 4/11/03 al 18/11/03	Periodo 4: dal 18/11/03 al 2/12/03
Camerlata - Tubo 1	30,0	31,6	33,2	24,1
Camerlata - Tubo 2	30,0	29,0	33,3	32,0
Ponte di S. Martino - Tubo 1	31,9	24,0	28,2	28,2
Ponte di S. Martino - Tubo 2	23,4	26,2	24,9	27,8
Villa Olmo - Tubo 1	23,1	19,0	21,2	15,5
Villa Olmo - Tubo 2	21,9	21,1	22,8	19,4

o Xilene				
Sito	Periodo 1: dal 7/10/03 al 21/10/03	Periodo 2: dal 21/10/03 al 4/11/03	Periodo 3: dal 4/11/03 al 18/11/03	Periodo 4: dal 18/11/03 al 2/12/03
Camerlata - Tubo 1	10,4	11,2	11,8	8,3
Camerlata - Tubo 2	11,4	10,0	11,3	7,2
Ponte di S. Martino - Tubo 1	8,5	8,9	10,3	8,3
Ponte di S. Martino - Tubo 2	8,6	9,5	9,2	9,9
Villa Olmo - Tubo 1	8,6	7,1	7,9	5,7
Villa Olmo - Tubo 2	8,2	7,9	8,5	7,0

II ^ Campagna (3/3/04 – 28/4/04)

Benzene				
Sito	Periodo 5: dal 3/3/04 al 17/3/04	Periodo 6: dal 17/3/04 al 31/3/04	Periodo 7: dal 31/3/04 al 15/4/04	Periodo 8: dal 15/4/04 al 28/4/04
Camerlata - Tubo 1	10,4	9,6	4,2	7,1
Camerlata - Tubo 2	11,1	9,5	8,0	7,5
Ponte di S. Martino - Tubo 1	9,8	7,3	6,0	6,1
Ponte di S. Martino - Tubo 2	9,2	7,2	6,5	5,8
Villa Olmo - Tubo 1	5,8	5,4	4,6	1,9
Villa Olmo - Tubo 2	6,4	5,6	4,4	4,4
Piazza Matteotti - Tubo 1	6,7	5,6	2,4	4,9
Piazza Matteotti - Tubo 2	N.R.	5,4	2,4	5,0
Inizio Via Auguadri - Tubo 1	9,8	6,8	3,6	3,1
Inizio Via Auguadri - Tubo 2	8,5	3,5	4,0	4,2
Fine Via Auguadri - Tubo 1	8,3	2,6	4,9	4,1
Fine Via Auguadri - Tubo 2	7,1	5,0	4,7	N.R.

Toluene				
Sito	Periodo 5: dal 3/3/04 al 17/3/04	Periodo 6: dal 17/3/04 al 31/3/04	Periodo 7: dal 31/3/04 al 15/4/04	Periodo 8: dal 15/4/04 al 28/4/04
Camerlata - Tubo 1	45,2	43,3	27,4	33,8
Camerlata - Tubo 2	46,2	42,9	37,9	34,6
Ponte di S. Martino - Tubo 1	39,4	31,6	29,8	28,7
Ponte di S. Martino - Tubo 2	36,5	31,2	32,7	27,2
Villa Olmo - Tubo 1	20,4	22,2	19,5	13,2
Villa Olmo - Tubo 2	23,8	22,9	19,1	20,6
Piazza Matteotti - Tubo 1	25,7	24,1	15,3	23,2
Piazza Matteotti - Tubo 2	N.R.	22,7	15,5	23,2
Inizio Via Auguadri - Tubo 1	46,3	30,4	16,2	15,2
Inizio Via Auguadri - Tubo 2	36,2	21,2	18,6	21,3
Fine Via Auguadri - Tubo 1	43,9	16,7	22,6	21,3
Fine Via Auguadri - Tubo 2	29,8	23,4	22,7	N.R.

Note :

La dicitura "N.R." indica la mancata rilevazione dei BTX da parte del campionatore passivo, in quanto il campionatore stesso non ha "reagito" e non si è impresso di inquinanti.

m+p Xilene				
Sito	Periodo 5: dal 3/3/04 al 17/3/04	Periodo 6: dal 17/3/04 al 31/3/04	Periodo 7: dal 31/3/04 al 15/4/04	Periodo 8: dal 15/4/04 al 28/4/04
Camerlata - Tubo 1	35,0	31,9	23,8	24,6
Camerlata - Tubo 2	35,1	31,5	27,5	24,3
Ponte di S. Martino - Tubo 1	29,1	22,9	18,3	20,0
Ponte di S. Martino - Tubo 2	24,9	22,8	20,3	19,5
Villa Olmo - Tubo 1	13,2	14,9	13,1	11,6
Villa Olmo - Tubo 2	15,4	15,4	12,2	14,0
Piazza Matteotti - Tubo 1	17,3	17,1	12,8	16,1
Piazza Matteotti - Tubo 2	N.R.	15,3	13,1	15,8
Inizio Via Auguadri - Tubo 1	32,3	19,7	10,6	9,5
Inizio Via Auguadri - Tubo 2	26,2	17,3	11,7	14,3
Fine Via Auguadri - Tubo 1	26,3	13,6	14,9	14,0
Fine Via Auguadri - Tubo 2	20,4	15,9	15,5	N.R.

o Xilene				
Sito	Periodo 5: dal 3/3/04 al 17/3/04	Periodo 6: dal 17/3/04 al 31/3/04	Periodo 7: dal 31/3/04 al 15/4/04	Periodo 8: dal 15/4/04 al 28/4/04
Camerlata - Tubo 1	11,3	10,6	8,2	8,8
Camerlata - Tubo 2	11,4	10,4	9,7	8,5
Ponte di S. Martino - Tubo 1	10,1	7,9	6,4	7,0
Ponte di S. Martino - Tubo 2	9,0	7,9	6,2	6,5
Villa Olmo - Tubo 1	4,9	5,5	4,5	3,9
Villa Olmo - Tubo 2	5,6	5,7	4,2	4,8
Piazza Matteotti - Tubo 1	5,9	6,0	4,3	5,3
Piazza Matteotti - Tubo 2	N.R.	5,7	4,4	5,3
Inizio Via Auguadri - Tubo 1	11,3	7,1	3,6	3,1
Inizio Via Auguadri - Tubo 2	8,9	6,3	3,7	4,7
Fine Via Auguadri - Tubo 1	9,8	4,8	5,2	4,7
Fine Via Auguadri - Tubo 2	6,8	5,8	5,4	N.R.

Note :

La dicitura "N.R." indica la mancata rilevazione dei BTX da parte del campionatore passivo, in quanto il campionatore stesso non ha "reagito" e non si è impresso di inquinanti.

Tabella dati meteo

I ^ Campagna

Temperatura (°C)

	<u>Periodo 1</u> 7/10 - 21/10		<u>Periodo 2</u> 21/10 - 4/11		<u>Periodo 3</u> 4/11 - 18/11		<u>Periodo 4</u> 18/11 - 2/12
7	13,8	21	12,7	4	10,7	18	8,1
8	14,8	22	12,3	5	10,7	19	7,5
9	17,7	23	8,0	6	9,1	20	7,7
10	17,5	24	7,9	7	8,7	21	8,6
11	16,2	25	6,1	8	5,8	22	9,4
12	17,4	26	6,8	9	8,9	23	9,9
13	17,3	27	6,6	10	9,9	24	10,3
14	15,7	28	8,0	11	9,1	25	11,0
15	12,9	29	7,1	12	7,4	26	10,7
16	11,9	30	7,6	13	7,3	27	10,3
17	9,9	31	7,8	14	5,8	28	9,0
18	9,5	1	12,2	15	7,6	29	7,5
19	11,2	2	10,6	16	7,7	30	8,2
20	9,5	3	10,7	17	8,9	1	7,2
21	12,7	4	10,7	18	8,1	2	8,6
max	17,7	max	12,7	max	10,7	max	11,0
min	9,5	min	6,1	min	5,8	min	7,2
media	13,9	media	9,0	media	8,4	media	8,9

Pressione Atmosferica (mbar)

	<u>Periodo 1</u> 7/10 - 21/10		<u>Periodo 2</u> 21/10 - 4/11		<u>Periodo 3</u> 4/11 - 18/11		<u>Periodo 4</u> 18/11 - 2/12
7	983,2	21	977,8	4	1003,1	18	1001,1
8	984,7	22	982,1	5	1005,9	19	1001,6
9	984,2	23	977,1	6	1002,2	20	999,3
10	993,0	24	983,4	7	999,4	21	997,2
11	996,3	25	995,5	8	999,4	22	996,2
12	995,7	26	991,8	9	1001,3	23	993,7
13	994,9	27	992,0	10	997,4	24	989,3
14	995,4	28	996,2	11	999,1	25	988,7
15	999,9	29	985,0	12	1000,3	26	983,0
16	999,0	30	971,8	13	1000,8	27	975,0
17	999,5	31	971,7	14	1000,2	28	977,3
18	993,5	1	971,2	15	997,1	29	987,5
19	985,1	2	983,4	16	995,7	30	992,3
20	977,7	3	995,1	17	996,3	1	993,5
21	977,8	4	1003,1	18	1001,1	2	997,2
media	990,7	media	985,1	media	1000,0	media	991,5

Umidità Relativa (%)

	<u>Periodo 1</u> 7/10 - 21/10		<u>Periodo 2</u> 21/10 - 4/11		<u>Periodo 3</u> 4/11 - 18/11		<u>Periodo 4</u> 18/11 - 2/12
7	55,9	21	78,0	4	76,3	18	
8	24,1	22	80,6	5	69,5	19	
9	41,4	23		6	80,2	20	
10	48,7	24	84,9	7	70,5	21	95,1
11	69,5	25	65,2	8		22	
12	68,6	26	67,1	9	88,9	23	
13	75,6	27	88,5	10	81,7	24	
14	70,1	28	71,3	11	64,1	25	
15	54,1	29	84,2	12	62,5	26	
16	53,1	30	84,9	13	69,2	27	
17	55,4	31		14	82,7	28	
18	50,5	1		15	77,7	29	
19	53,9	2		16		30	74,0
20	89,1	3	79,2	17		1	
21	78,0	4	76,3	18		2	
media	59,2	media	78,2	media	74,8	media	84,6

Pioggia (mm)

	<u>Periodo 1</u> 7/10 - 21/10		<u>Periodo 2</u> 21/10 - 4/11		<u>Periodo 3</u> 4/11 - 18/11		<u>Periodo 4</u> 18/11 - 2/12
7	0,8	21	0,0	4	0,0	18	0,0
8	0,0	22	0,0	5	0,0	19	0,0
9	0,0	23	33,2	6	0,0	20	0,0
10	0,0	24	0,0	7	1,4	21	0,4
11	0,0	25	0,0	8	24,0	22	4,8
12	0,0	26	1,6	9	0,2	23	13,2
13	0,0	27	2,4	10	0,0	24	37,8
14	0,0	28	0,0	11	0,0	25	24,0
15	0,0	29	2,4	12	0,0	26	8,8
16	0,0	30	0,0	13	0,0	27	28,4
17	0,0	31	50,6	14	0,0	28	3,4
18	0,0	1	6,6	15	0,0	29	0,0
19	0,0	2	0,0	16	13,6	30	1,4
20	6,4	3	0,0	17	3,0	1	19,8
21	0,0	4	0,0	18	0,0	2	7,6
somma	7,2	somma	96,8	somma	42,2	somma	149,6

Velocità del vento (m/s)

	Periodo 1 7/10 - 21/10		Periodo 2 21/10 - 4/11		Periodo 3 4/11 - 18/11		Periodo 4 18/11 - 2/12
7	2,9	21	1,6	4	1,7	18	0,9
8	4,6	22	1,2	5	1,5	19	1,1
9	2,5	23	2,3	6	1,2	20	1,4
10	1,4	24	1,2	7	1,7	21	1,4
11	1,4	25	1,7	8	1,9	22	1,0
12	1,3	26	1,7	9	1,6	23	1,3
13	1,0	27	1,2	10	1,4	24	1,6
14	1,4	28	1,1	11	1,6	25	1,4
15	1,5	29	1,2	12	1,2	26	1,9
16	1,2	30	1,6	13	1,0	27	2,9
17	1,5	31	2,0	14	1,2	28	1,8
18	1,7	1	2,4	15	1,5	29	1,0
19	1,2	2	1,4	16	1,1	30	1,4
20	2,1	3	1,8	17	1,5	1	1,8
21	1,6	4	1,7	18	0,9	2	2,0
media	1,8	media	1,6	media	1,4	media	1,5

II ^ Campagna**Temperatura (°C)**

	Periodo 5 3/3 - 17/3		Periodo 6 17/3 - 31/3		Periodo 7 31/3 - 15/4		Periodo 8 15/4 - 28/4
3	4,2	17	13,4	31	12,2	15	10,0
4	5,4	18	14,0	1	12,0	16	8,8
5	5,1	19	13,4	2	13,8	17	11,7
6	2,9	20	12,4	3	13,5	18	11,1
7	2,9	21	12,9	4	13,5	19	8,8
8	3,4	22	13,2	5	12,9	20	14,1
9	4,2	23	5,8	6	11,7	21	15,5
10	3,1	24	8,7	7	11,8	22	17,3
11	1,6	25	10,8	8	9,8	23	18,4
12	4,7	26	6,9	9	5,8	24	19,5
13	7,4	27	4,6	10	6,2	25	14,8
14	7,4	28	7,3	11	10,6	26	15,0
15	9,7	29	9,7	12	10,6	27	16,4
16	11,9	30	10,5	13	9,2	28	16,9
17	13,4	31	12,2	14	11,4		
				15	10,0		
min	1,6	min	4,6	min	5,8	min	8,8
media	5,8	media	10,4	media	10,9	media	14,2
max	13,4	max	14,0	max	13,8	max	19,5

Pressione Atmosferica (mbar)

	<u>Periodo 5</u> <u>3/3 - 17/3</u>		<u>Periodo 6</u> <u>17/3 - 31/3</u>		<u>Periodo 7</u> <u>31/3 - 15/4</u>		<u>Periodo 8</u> <u>15/4 - 28/4</u>
3	989,4	17	997,0	31	982,8	15	988,9
4	986,4	18	993,8	1	979,4	16	985,2
5	985,4	19	990,2	2	982,9	17	973,6
6	987,5	20	987,8	3	987,7	18	966,5
7	984,8	21	981,6	4	988,8	19	962,1
8	981,0	22	974,8	5	981,2	20	971,2
9	982,9	23	969,7	6	970,8	21	981,9
10	983,6	24	967,3	7	970,1	22	981,0
11	980,7	25	972,1	8	977,6	23	979,6
12	987,8	26	973,6	9	974,6	24	978,6
13	992,3	27	977,5	10	973,7	25	983,4
14	997,2	28	982,6	11	977,8	26	983,6
15	999,1	29	985,5	12	980,0	27	980,2
16	999,4	30	985,0	13	979,0	28	978,3
17	997,0	31	982,8	14	983,0		
				15	988,9		
media	989,0	media	981,4	media	979,9	media	978,2

Umidità Relativa (%)

	<u>Periodo 5</u> <u>3/3 - 17/3</u>		<u>Periodo 6</u> <u>17/3 - 31/3</u>		<u>Periodo 7</u> <u>31/3 - 15/4</u>		<u>Periodo 8</u> <u>15/4 - 28/4</u>
3	56,2	17	55,4	31	81,0	15	71,6
4	57,5	18	53,8	1	56,2	16	90,5
5	63,0	19	57,8	2	56,8	17	81,0
6	92,3	20	69,6	3	70,0	18	91,3
7	92,8	21	69,6	4	63,4	19	87,5
8	87,6	22	41,3	5	64,9	20	53,4
9	72,5	23	87,2	6	63,2	21	52,0
10	70,9	24	59,2	7	44,1	22	52,9
11	97,1	25	34,4	8	45,0	23	53,5
12	84,7	26	73,4	9	88,5	24	44,9
13	69,0	27	86,1	10	91,4	25	57,4
14	84,1	28	64,2	11	60,2	26	52,6
15	73,1	29	58,4	12	54,8	27	51,5
16	64,6	30	57,0	13	73,1	28	55,6
17	55,4	31	52,3	14	65,7		
				15	71,6		
media	74,7	media	61,3	media	65,2	media	64,0

Pioggia (mm)

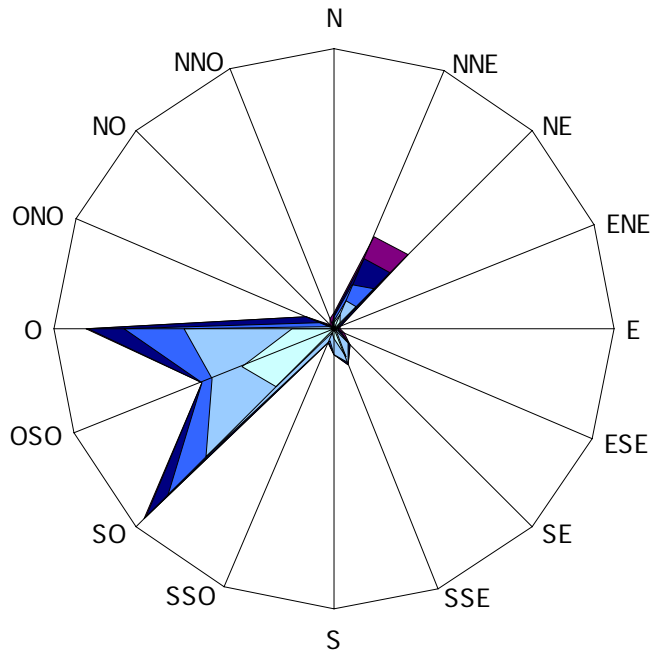
	<u>Periodo 5</u> 3/3 - 17/3		<u>Periodo 6</u> 17/3 - 31/3		<u>Periodo 7</u> 31/3 - 15/4		<u>Periodo 8</u> 15/4 - 28/4
3	0,0	17	0,0	31	0,0	15	7,6
4	0,0	18	0,0	1	0,0	16	2,4
5	0,0	19	0,0	2	0,0	17	3,4
6	7,0	20	0,0	3	7,0	18	12,6
7	3,4	21	0,0	4	0,0	19	18,8
8	0,0	22	2,6	5	0,0	20	0,0
9	0,2	23	6,8	6	0,2	21	0,0
10	9,2	24	0,0	7	0,2	22	0,0
11	27,2	25	0,0	8	0,0	23	0,4
12	0,0	26	8,4	9	26,4	24	0,2
13	0,0	27	12,6	10	12,0	25	0,0
14	0,6	28	0,0	11	3,2	26	0,0
15	0,0	29	0,0	12	0,2	27	0,0
16	0,0	30	0,0	13	0,2	28	0,2
17	0,0	31	0,0	14	0,2		
				15	7,6		
somma	47,6	somma	30,4	somma	57,2	somma	45,6

Velocità del vento (m/s)

	<u>Periodo 5</u> 3/3 - 17/3		<u>Periodo 6</u> 17/3 - 31/3		<u>Periodo 7</u> 31/3 - 15/4		<u>Periodo 8</u> 15/4 - 28/4
3	1,6	17	1,7	31	1,8	15	3,1
4	2,1	18	1,7	1	1,6	16	1,6
5	1,3	19	2,0	2	1,8	17	1,8
6	2,1	20	1,9	3	1,9	18	2,0
7	1,3	21	1,7	4	1,6	19	4,1
8	1,5	22	2,5	5	1,6	20	1,8
9	1,7	23	2,0	6	1,6	21	1,9
10	2,9	24	2,6	7	3,0	22	1,7
11	1,8	25	2,0	8	2,2	23	0,0
12	1,2	26	1,9	9	2,0	24	0,0
13	1,3	27	2,1	10	2,0	25	0,0
14	1,3	28	1,6	11	1,9	26	0,0
15	1,4	29	1,8	12	2,5	27	1,7
16	1,6	30	1,9	13	1,4	28	2,0
17	1,7	31	1,8	14	2,0		
				15	3,1		
media	1,7	media	1,9	media	2,0	media	1,6

Sito di misura: Como Villa Gallia
Periodo di misura: Dal 8 ottobre 2003 al 2 dicembre 2003

Rosa dei venti



Numero casi

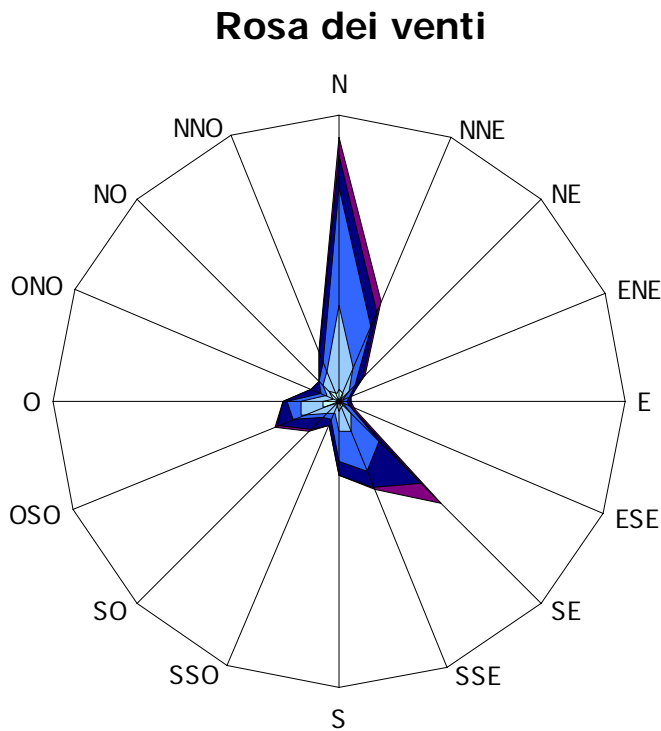
	0.2<VV<1	1<VV<1.5	1.5<VV<2	2<VV<3	VV>3
N	0	3	1	0	0
NNE	18	22	8	6	3
NE	19	32	15	13	4
ENE	2	3	3	1	0
E	0	0	0	2	0
ESE	0	0	1	2	0
SE	0	0	4	1	0
SSE	1	4	3	2	0
S	2	14	19	0	0
SSO	8	8	4	0	0
SO	67	41	31	9	0
OSO	54	4	6	2	0
O	38	53	20	2	0
ONO	2	0	0	0	0
NO	0	0	0	0	0
NNO	0	0	0	0	0

VV = Velocità del Vento (m/s)

Numero totale di casi

886

Sito di misura: Mariano Comense
Periodo di misura: Dal 3 marzo 2004 al 28 aprile 2004



Numero casi

	0.2 < VV < 1	1 < VV < 1.5	1.5 < VV < 2	2 < VV < 3	VV > 3
N	0	3	1	0	0
NNE	18	22	8	6	3
NE	19	32	15	13	4
ENE	2	3	3	1	0
E	0	0	0	2	0
ESE	0	0	1	2	0
SE	0	0	4	1	0
SSE	1	4	3	2	0
S	2	14	19	0	0
SSO	8	8	4	0	0
SO	67	41	31	9	0
OSO	54	4	6	2	0
O	38	53	20	2	0
ONO	2	0	0	0	0
NO	0	0	0	0	0
NNO	0	0	0	0	0

VV = Velocità del Vento (m/s)

Numero totale di casi

887

Sito di Piazza Camerlata

Dal 7/10/03 al 2/12/03

II[^] Campagna

I[^] Campagna

Dal 3/3/04 al 28/4/04

Sito del Ponte di S. Martino

Dal 7/10/03 al 2/12/03

II[^] Campagna

I[^] Campagna

Dal 3/3/04 al 28/4/04

Sito di Villa Olmo

Dal 7/10/03 al 2/12/03

II[^] Campagna

I[^] Campagna

Dal 3/3/04 al 28/4/04

Sito di Piazza Matteotti

II[^] Campagna

Dal 3/3/04 al 28/4/04

Siti di Via Auguadri

II[^] Campagna

Dal 3/3/04 al 28/4/04

