



Agenzia Regionale  
per la Protezione dell'Ambiente  
della Lombardia

**Laboratorio Mobile**  
**Campagna di Misura della Qualità dell'Aria**  
**COMUNE DI BULCIAGO**  
05/04/2008 - 31/05/2008

# **Campagna di Misura della Qualità dell'Aria**

COMUNE DI BULCIAGO

## **Gestione e Manutenzione Tecnica della Strumentazione**

P.I. Luca Vergani

## **Relazione**

*redatta* Dr. Laura Carroccio

*approvata* Responsabile U.O. Territorio e Sistemi Ambientali

Dr. Paola Bossi

## **Campagna di Misura della Qualità dell' Aria**

COMUNE DI BULCIAGO

<b><i>Introduzione</i></b>	pag. 4
<b>Laboratorio Mobile.....</b>	pag. 4
<b>I principali inquinanti atmosferici.....</b>	pag. 5
<b>Normativa.....</b>	pag.8
<b><i>Campagna di Misura</i></b>	pag. 10
<b>Sito di Misura.....</b>	pag.10
<b>Emissioni sul territorio.....</b>	pag. 12
<b>Situazione meteorologica nel periodo di misura.....</b>	pag. 17
<b>Andamento inquinanti nel periodo di misura e confronto con i dati rilevati da postazioni fisse.....</b>	pag. 20
<b>Conclusioni.....</b>	pag. 37
<b><i>Allegato Dati Orari</i></b>	

## Introduzione

La campagna di misura nel comune di Bulciago è stata condotta dal Dipartimento Provinciale di Lecco dell'ARPA Lombardia. Lo scopo della campagna è il monitoraggio della qualità dell'aria nel territorio comunale.

A tale fine, in accordo con il Comune, è stata scelta una postazione in una piccola area di sosta in via Santo Stefano a Bulciagheto, frazione di Bulciago. La postazione, individuata anche durante delle campagne precedenti, domina un'area sufficientemente aperta, adiacente alla via percorsa in entrambi i sensi di marcia da traffico locale non intenso.

Il laboratorio mobile è attrezzato con strumentazione per il rilevamento di:

- Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>);
- Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>);
- Ozono (O<sub>3</sub>);
- PM10 e PM 2,5
- BTX.

## Laboratorio Mobile

La strumentazione utilizzata nel laboratorio mobile è del tutto simile a quella presente nelle stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA). Gli analizzatori automatici installati rispondono alle caratteristiche previste dalla legislazione (D.M. 60/02 e D.Lvo 183/04).

Anche per le altezze dei prelievi i criteri utilizzati sono quelli indicati dalle suddette norme, in particolare:

- la sonda per il prelievo di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> e PM10 è posta tra 1.5 e 4 m sopra il livello del suolo;
- i sensori meteorologici sono posizionati all'altezza di circa 8 metri (direzione e velocità del vento) e 4,5 metri di quota (temperatura, radiazione solare, pioggia, umidità relativa e pressione).

Il sito di misura prescelto rispetta i criteri di rappresentatività indicati per il posizionamento delle cabine fisse di rilevamento nell'Allegato VIII del D.M. 60 del 2 aprile 2002 e nell'Allegato IV del D.Lgs 183/04.

## I principali inquinanti atmosferici

I principali inquinanti che si trovano nell'aria possono essere divisi, schematicamente, in due gruppi: gli inquinanti primari e quelli secondari. I primi vengono emessi nell'atmosfera direttamente da sorgenti di emissione antropogeniche o naturali, mentre gli altri si formano in atmosfera in seguito a reazioni chimiche che coinvolgono altre specie, primarie o secondarie.

Si descrivono di seguito le caratteristiche degli inquinanti atmosferici misurati con il laboratorio mobile.

La presenza in aria di **biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)** è da ricondursi alla combustione di combustibili fossili contenenti zolfo. Dal 1970 ad oggi la tecnologia ha reso disponibili combustibili a basso tenore di zolfo, il cui utilizzo è stato imposto dalla normativa. Le concentrazioni di biossido di zolfo sono così rientrate nei limiti legislativi previsti. In particolare in questi ultimi anni grazie al passaggio al gas naturale le concentrazioni si sono ulteriormente ridotte.

Il **monossido di carbonio (CO)** ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine, soprattutto nelle aree urbane, è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli a benzina. Le emissioni di CO dai veicoli sono maggiori in fase di decelerazione e di traffico congestionato. Le sue concentrazioni sono strettamente legate ai flussi di traffico locali, e gli andamenti giornalieri rispecchiano quelli del traffico, raggiungendo i massimi valori in concomitanza delle ore di punta a inizio e fine giornata, soprattutto nei giorni feriali. Durante le ore centrali della giornata i valori tendono a calare, grazie anche ad una migliore capacità dispersiva dell'atmosfera. In Lombardia, a partire dall'inizio degli anni '90 le concentrazioni di CO sono in calo, soprattutto grazie all'introduzione delle marmitte catalitiche sui veicoli e al miglioramento della tecnologia dei motori a combustione interna (introduzione di veicoli Euro 4).

Gli **ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>)** vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti i processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati.

Nel caso del traffico autoveicolare, le quantità più elevate di questi inquinanti si rilevano quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, poiché la produzione di NO<sub>x</sub> aumenta all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione.

All'emissione, gran parte degli ossidi di azoto è in forma di NO, con un rapporto NO/NO<sub>2</sub> decisamente a favore del primo. Si stima che il contenuto di NO<sub>2</sub> nelle emissioni sia tra il 5 e il 10% del totale degli ossidi di azoto.

Il monossido di azoto non è soggetto a normativa, in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente. Se ne misurano comunque i livelli in quanto, attraverso la sua ossidazione in NO<sub>2</sub> e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di O<sub>3</sub> troposferico. Per il biossido di azoto sono invece previsti valori limite, riassunti in tabella 2.

L'**ozono (O<sub>3</sub>)** è un inquinante secondario, che non ha sorgenti emissive dirette di rilievo. La sua formazione avviene in seguito a reazioni chimiche in atmosfera tra i suoi precursori (soprattutto ossidi di azoto e composti organici volatili), che avvengono in presenza di alte temperature e forte irraggiamento solare e che causano la formazione di un insieme di diversi composti, tra i quali, oltre all'ozono, si trovano nitrati e solfati (costituenti del particolato fine), perossiacetilnitrato (PAN), acido nitrico e altro ancora. L'insieme di questi composti costituiscono il tipico inquinamento estivo detto smog fotochimico.

A differenza degli inquinanti primari, le cui concentrazioni dipendono direttamente dalle quantità dello stesso inquinante emesse dalle sorgenti presenti nell'area, la formazione di ozono è quindi più complessa.

La chimica dell'ozono ha come punto di partenza la presenza di ossidi di azoto, che vengono emessi in grandi quantità nelle aree urbane. Sotto l'effetto della radiazione solare (rappresentata di seguito con  $h\nu$ ), la formazione di ozono avviene per fotolisi del biossido di azoto:



L'ossigeno atomico,  $\text{O}^*$ , reagisce rapidamente con l'ossigeno molecolare dell'aria, in presenza di una terza molecola che non entra nella reazione vera e propria ma assorbe l'eccesso di energia vibrazionale e pertanto stabilizza la molecola di ozono che si è formata:



Una volta generato, l'ozono reagisce con l'NO, e rigenera  $\text{NO}_2$ :



Le tre reazioni descritte formano un ciclo chiuso che, da solo, non sarebbe sufficiente a causare gli alti livelli di ozono che possono essere misurati in condizioni favorevoli alla formazione di smog fotochimico. La presenza di altri inquinanti, quali ad esempio gli idrocarburi, fornisce una diversa via di ossidazione del monossido di azoto, che provoca una produzione di  $\text{NO}_2$  senza consumare ozono, di fatto spostando l'equilibrio del ciclo visto sopra e consentendo l'accumulo dell' $\text{O}_3$ .

Le concentrazioni di ozono raggiungono i valori più elevati nelle ore pomeridiane delle giornate estive soleggiate. Inoltre, dato che l'ozono si forma durante il trasporto delle masse d'aria contenenti i suoi precursori, emessi soprattutto nelle aree urbane, le concentrazioni più alte si osservano soprattutto nelle zone extraurbane sottovento rispetto ai centri urbani principali. Nelle città, inoltre, la presenza di NO tende a far calare le concentrazioni di ozono, soprattutto in vicinanza di strade con alti volumi di traffico.

Il **particolato atmosferico** aerodisperso è costituito da una miscela di particelle solide e liquide, di diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni. Esse possono essere di origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e di origine prevalentemente umana. Le principali sorgenti naturali sono erosione e risollevarimento del suolo, incendi, pollini, spray marino, eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche si riconducono principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali).

L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è chiamato PTS (Polveri Totali Sospese). Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana si possono distinguere una frazione in grado di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) e una frazione in grado di giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). La prima corrisponde a particelle con diametro aerodinamico inferiore a  $10 \mu\text{m}$  (PM10), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a  $2.5 \mu\text{m}$  (PM2.5).

Attualmente la legislazione europea e nazionale ha definito valori limite sulle concentrazioni giornaliere e sulle medie annuali per il solo PM10, mentre per il PM2.5 la comunità europea in collaborazione con gli enti nazionali sta effettuando le necessarie valutazioni.

Il **benzene** è un costituente in tracce della frazione aromatica della benzina impiegata come antidetonante nella benzina verde in sostituzione dei composti del piombo. E' inoltre un composto chimico di largo impiego per la produzione di composti chimici di base, utilizzati a loro volta per la produzione di policarbonati, resine epossidiche e nylon. Il benzene è soggetto a normativa sul lungo periodo: il DM 60/02 fornisce un valore obiettivo sull'anno civile pari a  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il **toluene**, come il benzene, è un costituente della frazione aromatica della benzina. A livello industriale è ampiamente utilizzato per la sintesi di altri composti chimici ed è inoltre un importante solvente ed in questo settore ha sostituito il benzene per la minore pericolosità. Una volta rilasciato in atmosfera si degrada molto velocemente, entra nei meccanismi di reazione dello smog fotochimico, degradandosi in svariati composti a diverso grado di tossicità, fra cui la formaldeide. La normativa non prevede valori limite per la qualità dell'aria riferiti al toluene, ma l'OMS ha introdotto due valori guida, che si riferiscono alla concentrazione al di sopra della quale è possibile riscontrare effetti sulla salute della popolazione non esposta professionalmente:  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media settimanale e  $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media su 30 minuti.

Lo **xilene** si ottiene principalmente dalla raffinazione del petrolio e circa il 90% è impiegato come additivo per la benzina; il resto viene usato come solvente. La maggior parte dello xilene rilasciato nell'ambiente entra direttamente in atmosfera dove viene degradato rapidamente per foto-ossidazione. Contribuisce inoltre alla formazione di  $\text{O}_3$  troposferico.

Anche per lo xilene non esistono valori limite per la qualità dell'aria. L'OMS ha introdotto due valori guida, analogamente al toluene, che si riferiscono alla concentrazione al di sopra della quale è possibile riscontrare effetti sulla salute della popolazione non esposta professionalmente:  $4800 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media sulle 24 ore e  $870 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media annuale.

Nella Tabella 1 sono riassunte, per ciascuno dei principali inquinanti atmosferici, le principali sorgenti di emissione.

Inquinanti	Principali sorgenti di emissione
Biossido di Zolfo* $\text{SO}_2$	Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili)
Biossido di Azoto**/ $\text{NO}_2$	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici)
Monossido di Carbonio* $\text{CO}$	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)
Ozono** $\text{O}_3$	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Particolato Fine**/ $\text{PM}_{10}$	Insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore ai $10 \mu\text{m}$ , provenienti principalmente da processi di combustione e risollevarimento
Idrocarburi non Metanici*IPA, Benzene	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta, in particolare di combustibili derivati dal petrolio), evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali

Tabella 1: Sorgenti emissive dei principali inquinanti (\* = Inquinante Primario, \*\* = Inquinante Secondario).

## Normativa

Per i principali inquinanti atmosferici, al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente, la normativa stabilisce limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi. Per quanto riguarda i limiti a lungo termine viene fatto riferimento agli standard di qualità e ai valori limite di protezione della salute umana, della vegetazione e degli ecosistemi (D.P.C.M. 28/3/83 – D.P.R. 203/88 – D.M. 25/11/94 – D.M. 60/02 - D. L.vo 183/04) allo scopo di prevenire esposizioni croniche. Per gestire episodi d'inquinamento acuto vengono invece utilizzate le soglie di allarme (– D.M. 60/02 ; D.Lgs 183/04).

La tabella 2 riassume i limiti previsti dalla normativa per i diversi inquinanti considerati. Sono inclusi sia i limiti a lungo termine che i livelli di allarme. Si fa notare che il DM n. 60/02 ha introdotto, oltre ad una serie di valori limite per biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, PM10, piombo, benzene e monossido di carbonio, anche il termine temporale entro il quale tali valori limite devono essere raggiunti. Prevede inoltre un percorso nel tempo che porta ad un graduale raggiungimento dei limiti, stabilendo un margine di tolleranza che si riduce negli anni. Nella tabella i margini di tolleranza validi per l'anno 2008 sono indicati tra parentesi.

Tabella 2: Limiti di legge

Biossido di Azoto	Valore Limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Periodo di mediazione	Legislazione
Standard di qualità (98° percentile rilevato durante l'anno civile)	<b>200</b>	1 ora	D.P.R. 203/88
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	<b>200</b> <sup>(+20)</sup>	1 ora	D.M. n.60 del 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	<b>40</b> <sup>(+4)</sup>	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02
Soglia di allarme	<b>400</b>	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.M. n.60 del 2/4/02

Ossidi di Azoto	Valore Limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione vegetazione	<b>30</b>	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02

Monossido di Carbonio	Valore Limite ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione salute umana	<b>10</b>	8 ore	D.M. n.60 del 2/4/02

Ozono	Valore Limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	<b>120</b>	8 ore	D.L.vo n. 183 21/5/04
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	<b>18000</b>	AOT40 (mag-lug) su 5 anni	D.L.vo n. 183 21/5/04
Soglia di informazione	<b>180</b>	1 ora	D.L.vo n. 183 21/5/04
Soglia di allarme	<b>240</b>	1 ora	D.L.vo n.183 21/5/04

<b>Particolato Fine PM10</b>	<b>Valore Obiettivo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Legislazione</b>
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)	<b>50</b>	24 ore	D.M. n.60 del 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	<b>40</b>	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02

<b>Idrocarburi non Metanici</b>	<b>Valore Obiettivo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Legislazione</b>
<b>Benzene</b>	Valore obiettivo <b>5</b> (+2.5)	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02
<b>Benzo(a)pirene</b>	Valore obiettivo <b>0,001</b>	Anno civile	DM. 25/11/94_e Dir107/04/CE

Nota: Gli obiettivi di qualità su base annua delle concentrazioni di IPA fanno riferimento alle concentrazioni di benzo(a)pirene. (D.M. 25/11/94).

## Campagna di Misura

### Sito di Misura

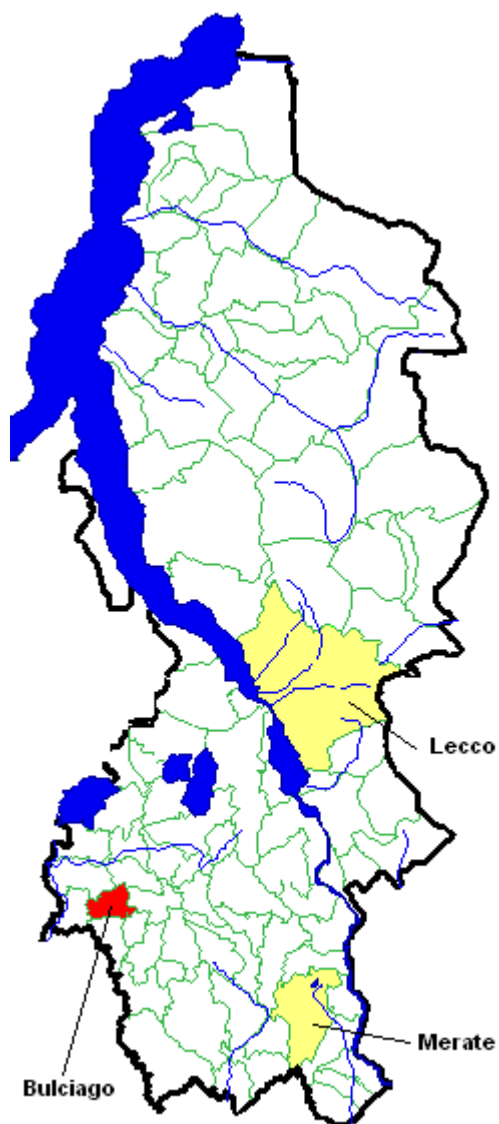


Figura 1: Comuni della provincia di Lecco.

#### **Periodo di Misura:**

#### **Sito di misura: Comune di Bulciago**

Asse Stradali: strade urbane: via Roma  
strade extraurbane: statale SS342;

Ferrovia: FS Milano – Lecco linea a gasolio;

Impianti industriali: industria chimica, farmaceutica, tessile, di minuteria metallica, falegnameria, arredamento ect.;

Il mezzo mobile è stato posizionato in una piccola area di sosta a Bulciagheto, frazione di Bulciago. Si tratta di un'area sufficientemente aperta, in prossimità della via Santo Stefano, percorsa in entrambi i sensi di marcia da traffico locale non intenso. Nelle immediate vicinanze si trova la S.S.342



Figura 2: Posizionamento del mezzo mobile nel comune Bulciago

● Mezzo Mobile

## Emissioni sul territorio

Per la stima delle principali sorgenti emissive sul territorio comunale di Bulciago è stato utilizzato l'inventario regionale delle emissioni, INEMAR (Inventario Emissioni Aria), nella sua versione più recente, riferita all'anno 2005.

Nell'ambito di tale inventario la suddivisione delle sorgenti avviene per attività emissive: la classificazione utilizzata fa riferimento ai macrosettori relativi all'inventario delle emissioni in atmosfera dell'Agenzia Europea per l'Ambiente CORINAIR (Cordination Information Air).

- Combustione per produzione di energia e trasformazione dei combustibili
- Combustione non industriale
- Combustione nell'industria
- Processi produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporto su strada
- Altre sorgenti mobili e macchinari
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

Per ciascun macrosettore vengono presi in considerazione diversi inquinanti: sia quelli che fanno riferimento alla salute, sia quelli per i quali è posta particolare attenzione in quanto considerati gas ad effetto serra:

- Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)
- Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMCOV)
- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Carbonio (CO<sub>2</sub>)
- Ammoniaca (NH<sub>3</sub>)
- Protossido di Azoto (N<sub>2</sub>O)
- Polveri Totali Sospese (PTS) o polveri con diametro inferiore ai 10 µm (PM10)

Maggiori informazioni e una descrizione più dettagliata in merito all'inventario regionale sono disponibili sul sito web <http://www.ambiente.regione.lombardia.it/inemar/inemarhome.htm>.

I dati di INEMAR sono stati elaborati al fine di definire i contributi dei singoli macrosettori alle emissioni in atmosfera dei principali inquinanti nel comune di Bulciago.

Le emissioni di **Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)**, in questo comune, derivano principalmente dai processi legati alla combustione non industriale, cioè al riscaldamento domestico (0.8 t/anno circa il 64%). Sono notevolmente diminuite rispetto alla stima delle emissioni relativa al 2003, quelle dovute al trasporto su strada (0.1 t/anno, circa 11 %), grazie all'uso di carburanti a basso tenore di zolfo.

La principale sorgente emissiva di **Monossido di Carbonio (CO)** è la combustione non industriale che contribuisce con 115,4 t/anno su di un totale di 182.6 t/anno, pari al 63%.

Diminuito l'apporto del macrosettore trasporto su strada, che contribuisce con 54 t/anno e concorre pertanto per il 30 % e non il 38% come per il 2003.

Le emissioni di **Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)** sono in gran parte dovute alla combustione nell'industria. La quantità procurata da questo macrosettore nel comune di Bulciago è pari a 33.6 t/anno, ovvero il 50% del totale. Gli altri macrosettori che concorrono alle emissioni degli NO<sub>x</sub> sono: il trasporto su strada con 21.2 t/anno (31%), altre sorgenti mobili e macchinari con 6,7 t/anno (10%), e la combustione non industriale con 6.3 t/anno (9%).

Le principali sorgenti emissive dei **Composti Organici Volatili (COV)** nel comune di Bulciago sono l'uso di solventi (36.7 t/anno, 37%), la combustione non industriale (29 t/anno, 29%) ed il trasporto su strada (16.6 t/anno, 17%). Ulteriori rilevanti contributi sono dovuti all'estrazione e distribuzione di combustibili (6.1 t/anno, 6%) ed ai processi produttivi (5.6 t/anno, 6%).

La principale sorgente di **Particolato Fine (PM<sub>10</sub>)** nel comune di Bulciago è la combustione non industriale, che con 5,6 t/anno contribuisce per il 64% alle emissioni di questo inquinante. Un contributo inferiore deriva dal trasporto su strada con 1.8 t/anno (21%).

Si riportano in tabella 3 (valori assoluti e percentuali) e in Figura 3 (valori percentuali) le stime relative ai principali inquinanti emessi dai diversi tipi di sorgente all'interno del comune di Bulciago. Per un confronto si riportano anche le stime riferite all'intera Provincia di Lecco.

**Comune di Bulciago**

Fonti emissive - macrosettore	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	N <sub>2</sub> O	COV	CO <sub>2</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	CH <sub>4</sub>	CO	NH <sub>3</sub>
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Combustione non industriale	0.8	6.3	0.7	29.0	5.3	5.3	5.6	7.8	115.4	0.2
Combustione nell'industria	0.2	33.6	0.6	1.0	11.1	0.3	0.3	0.5	9.8	0
Processi produttivi	0	0	0	5.6	0.1	0	0	0	0	0
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	0	6.1	0	0	0	42.5	0	0
Uso di solventi	0	0	0	36.7	0	0	0	0	0	0.1
Trasporto su strada	0.1	21.2	0.2	16.6	4.7	1.5	1.8	0.8	54.0	0.7
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.1	6.7	0.2	1.2	0.5	0.8	0.9	0	3.2	0
Agricoltura	0	0	0.7	0	0	0	0	17.1	0	6.5
Altre sorgenti e assorbimenti	0	0	0	2.6	0	0.1	0.1	0	0.2	0
<b>Totale</b>	<b>1.3</b>	<b>67.9</b>	<b>2.5</b>	<b>98.9</b>	<b>21.7</b>	<b>8.0</b>	<b>8.7</b>	<b>68.8</b>	<b>182.6</b>	<b>7.6</b>

Percentuale di influenza di ogni inquinante

Fonti emissive - macrosettore	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	N <sub>2</sub> O	COV	CO <sub>2</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	CH <sub>4</sub>	CO	NH <sub>3</sub>
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Combustione non industriale	64	9	28	29	22	66	64	11	63	3
Combustione nell'industria	17	50	25	1	51	3	3	1	5	-
Processi produttivi	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
Estrazione e distrib.di combustibili fossili	-	-	-	6	-	-	-	62	-	-
Uso di solventi	-	-	-	37	-	-	-	-	-	2
Trasporto su strada	11	31	8	17	25	19	21	1	30	10
Altre sorgenti mobili e macchinari	8	10	10	1	2	10	10	-	2	-
Agricoltura	-	-	29	0	-	-	-	25	0	85
Altre sorgenti e assorbimenti	-	-	-	3	-	2	2	-	0	-
<b>totale</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**ARPA Lombardia - Regione Lombardia. Emissioni in provincia di Lecco nel 2005 - public review**

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	PTS	CO <sub>2</sub> eq	Precurs. O <sub>3</sub>	Tot. acidif. (H+)
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	kt/anno
Produzione energia e trasform. combustibili														
Combustione non industriale	112	700	2,270	619	9,110	644	72	18	414	428	446	679	4,135	20
Combustione nell'industria	17	783	66	20	872	417	21	0.7	23	27	40	424	1,118	18
Processi produttivi	1.6	72	732	1.2	63	197			4.2	15	16	197	827	1.6
Estrazione e distribuzione combustibili			348	3,692								78	400	
Uso di solventi		0.0	6,161				0.0	1.1	5.7	14	18	31	6,161	0.1
Trasporto su strada	21	3,038	1,963	96	6,731	669	26	110	202	247	300	679	6,412	73
Altre sorgenti mobili e macchinari	7.1	490	100	2.3	257	37	15	0.0	60	62	68	42	726	11
Trattamento e smaltimento rifiuti	84	250	3.8		3.7	22	8		7.5	7.5	7.5	24	310	8.1
Agricoltura		0.5	0.9	1,079	0.2		69	484	2.1	4.7	8.2	44	17	29
Altre sorgenti e assorbimenti	0.9	3.9	1,091	517	137		0.1	0.9	25	26	26	11	1,119	0.2
<b>Totale</b>	<b>243</b>	<b>5,338</b>	<b>12,738</b>	<b>6,026</b>	<b>17,175</b>	<b>1,986</b>	<b>211</b>	<b>615</b>	<b>743</b>	<b>831</b>	<b>929</b>	<b>2,209</b>	<b>21,223</b>	<b>160</b>

Tabella 3: Quantitativi delle emissioni annuali di inquinanti nel territorio di Bulciago e nell'intera Provincia di Lecco.

Figura 3: Ripartizione delle emissioni nel territorio di Bulciago

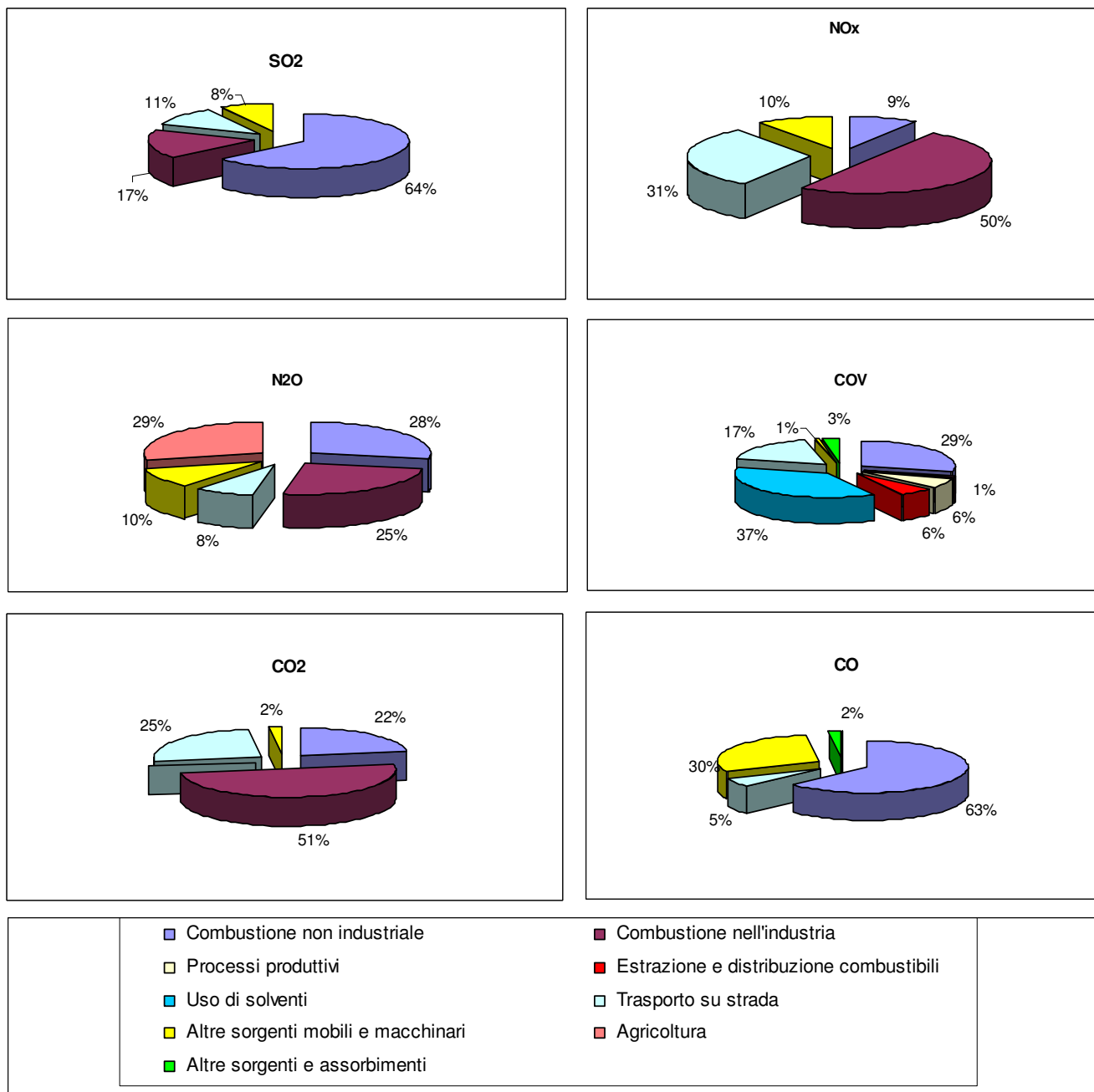
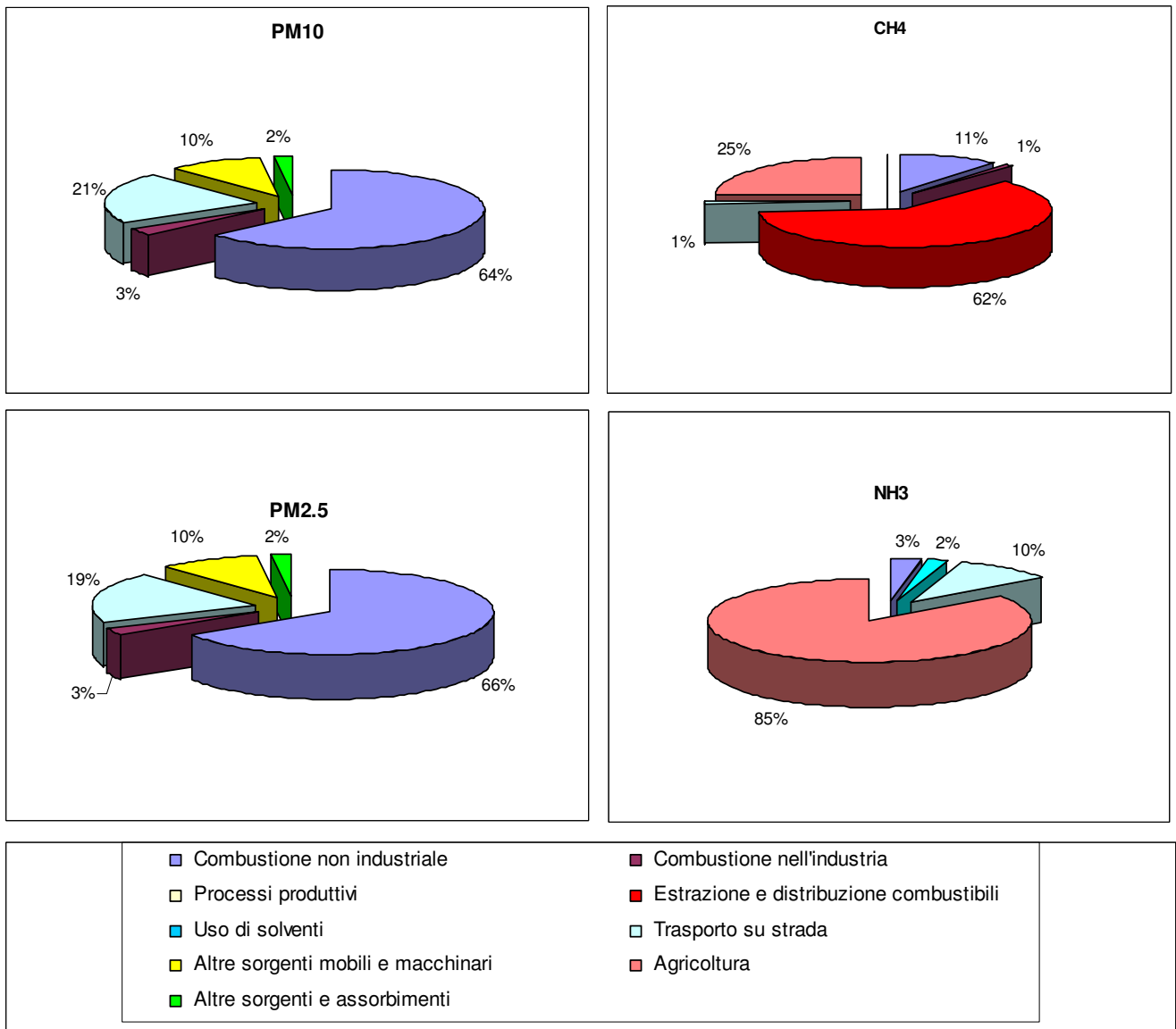


Figura 4: Ripartizione delle emissioni nel territorio di Bulciago



## Situazione meteorologica nel periodo di misura

I livelli di concentrazione degli inquinanti atmosferici in un sito dipendono, come è evidente, dalla quantità e dalle modalità di emissione degli inquinanti stessi nell'area, ma le condizioni meteorologiche influiscono sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo degli inquinanti, sia sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa. È pertanto importante che i livelli di concentrazione osservati, soprattutto durante una campagna di breve durata, siano valutati alla luce delle condizioni meteorologiche verificatesi nel periodo del monitoraggio.

Dal 5 al 13 aprile 2008 la condizione meteorologica è stata caratterizzata da un flusso instabile di correnti sudoccidentali. Esse hanno favorito il transito in successione di perturbazioni con precipitazioni particolarmente abbondanti, soprattutto giorno 11, sulla fascia prealpina della Regione. Non sono mancate le schiarite, ma le persistenti condizioni di maltempo hanno fatto sì che le temperature si siano mantenute su valori nella norma o inferiori.

Fatta eccezione per la schiarita registrata il giorno 16, anche la settimana tra il 14 ed il 20 è stata caratterizzata da condizioni prevalentemente instabili dovute alla formazione di diverse aree depressionarie su gran parte dell'Europa centro-settentrionale determinate da una perturbazione atlantica che ha comportato ancora giornate nuvolose e coperte.

La settimana dal 21 al 27 è iniziata con condizioni marcatamente perturbate e non sono mancate precipitazioni diffuse da deboli a moderate sull'Alta Valtellina, associate all'ingresso di un'area di bassa pressione sul bacino del Mediterraneo. Il graduale allontanamento del minimo depressionario verso l'Europa orientale, ha attenuato la nuvolosità nei giorni successivi, mantenendo tuttavia ancora condizioni di debole instabilità fino a venerdì 25. Quindi ripresa anticiclonica nel fine settimana, con giornate asciutte e prevalentemente soleggiate.

A parte i primi giorni della settimana, le temperature si sono mantenute mediamente di 3/4 °C circa, al di sopra della norma decadale.

I primi giorni della settimana tra il 28 aprile ed il 5 maggio, un'ampia perturbazione centrata sulla Gran Bretagna ha determinato precipitazioni deboli diffuse. Successivamente, un promontorio anticiclonico ha invece portato tempo in generale stabile, con cielo a tratti velato e temperature in aumento. Qualche annuvolamento e locali deboli precipitazioni nella serata di domenica 4 per l'avvicinamento di un nucleo di aria più instabile da nordest.

Gran parte della settimana tra il 5 e l'11 è stata caratterizzata dalla presenza di un promontorio anticiclonico associato al transito da nord a sud di una goccia fredda sull'Adriatico. Tempo prevalentemente sereno o poco nuvoloso con sviluppo di nuvolosità cumuliforme a ridosso dei rilievi. Dal fine settimana invece, e fino a metà della settimana seguente, delle correnti orientali debolmente instabili hanno portato condizioni di maggiore variabilità con addensamenti a tratti estesi sui settori alpini e prealpini.

Dal 15 al 25, tempo piovoso, caratterizzato da precipitazioni a prevalente carattere di rovescio o temporale. Infatti, la presenza di un minimo depressionario sul Mediterraneo centrale ha determinato nuvolosità estesa, specie sui settori prealpini, accompagnata da precipitazioni sparse.

Dal 26 maggio, si sono registrate condizioni di variabilità con nuvolosità irregolare, specie sui settori occidentali, ma dal 29 fino al termine della campagna, tempo perturbato per l'afflusso di correnti umide meridionali, legate al transito sulla nostra regione di un'area d'instabilità proveniente dalla Penisola Iberica.

Durante lo svolgimento della campagna, i venti sono stati deboli, a tratti moderati. Non si segnalano pertanto episodi di particolare rilievo.

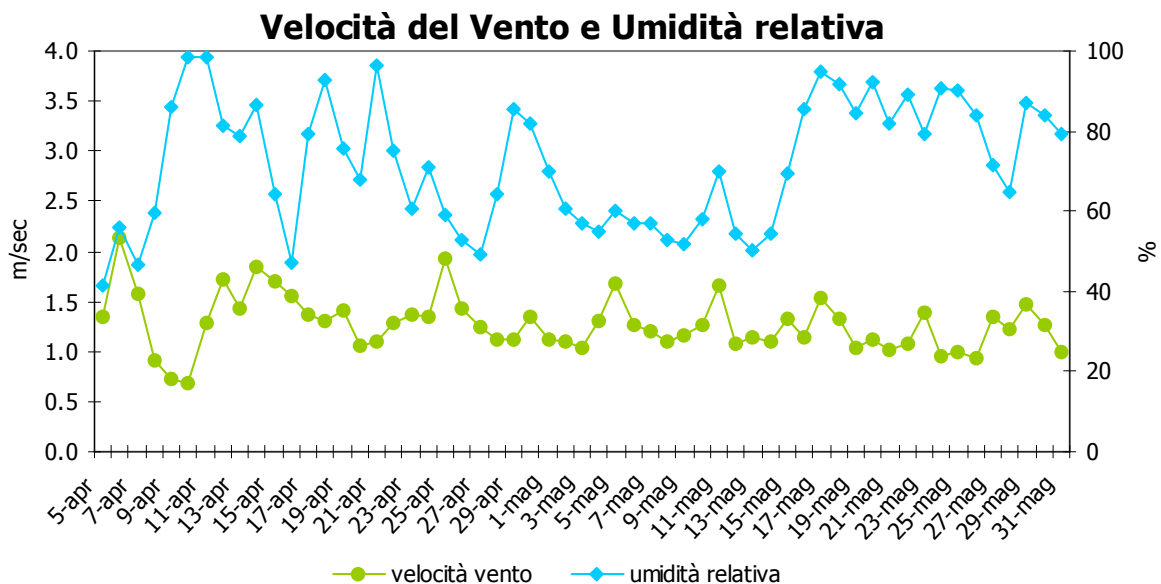
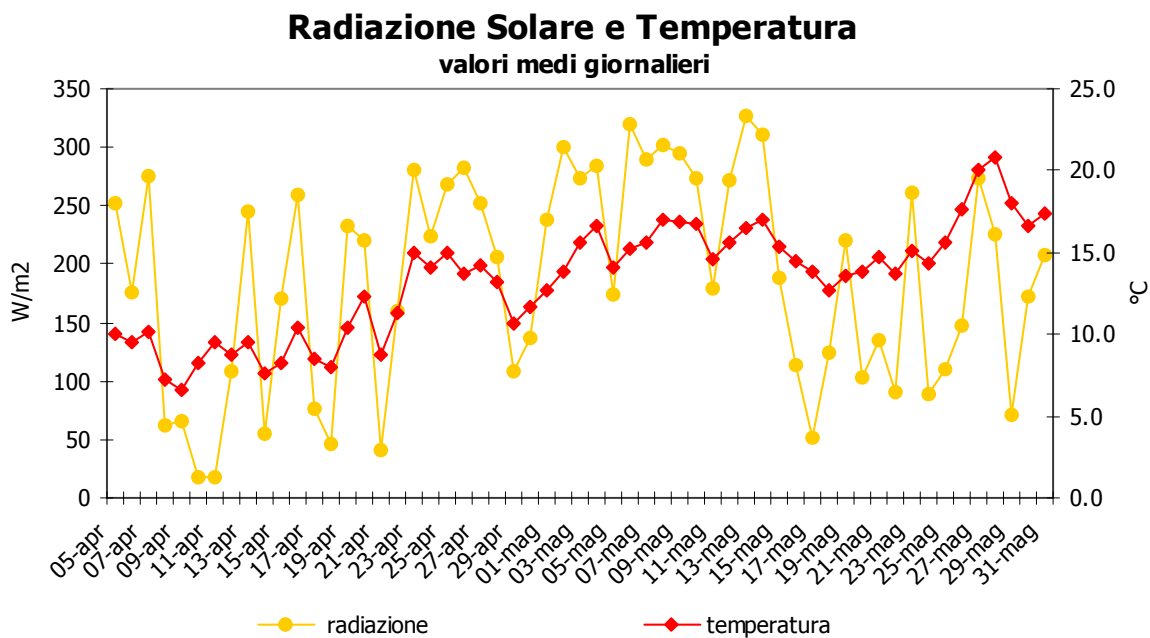
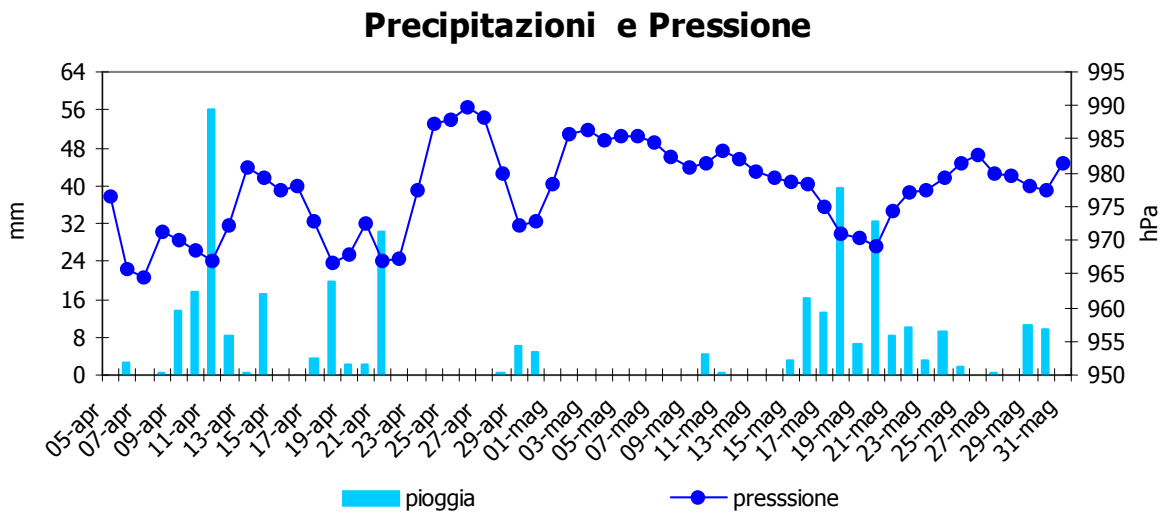
Durante la campagna di monitoraggio, la temperatura media del periodo, rilevata con la strumentazione meteo del mezzo mobile a Bulciago, è stata di 13.3 °C, oscillando da una media giornaliera di 6.6 °C del 9 aprile ad una di 20.8 °C del 28 maggio. La radiazione solare massima sul periodo è stata di 1016 W/m<sup>2</sup>, mentre l'umidità relativa media è stata del 71%. La pressione media sul periodo è stata di 977 hPa. In totale, nel periodo della campagna, sono caduti 355 mm di pioggia.

Le condizioni meteorologiche del periodo di monitoraggio sono state piuttosto variabili. Nelle fasi di instabilità atmosferica la situazione è stata favorevole alla dispersione degli inquinanti; al contrario, nei periodi in cui hanno prevalso circolazioni anticicloniche, si sono avuti fenomeni di ristagno atmosferico, che hanno favorito temporanei accumuli degli inquinanti negli strati atmosferici più bassi.

Si riportano gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati nel periodo di misura presso Bulciago

- Precipitazione (cumulata giornaliera in mm) e Pressione (media giornaliera in hPa)
- Radiazione solare media (W/m<sup>2</sup>) e Temperatura (media giornaliera in C°)
- Umidità Relativa – media giornaliera (%)

Figura 5. Andamenti dei principali parametri meteorologici durante la campagna di monitoraggio.



## Andamento inquinanti nel periodo di misura e confronto con i dati rilevati da postazioni fisse

La strumentazione presente sul laboratorio mobile ha permesso il monitoraggio a cadenza oraria degli inquinanti gassosi, quali biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ), ossidi di azoto ( $\text{NO}$  ed  $\text{NO}_2$ ), ozono ( $\text{O}_3$ ), benzene, tolueni e xileni (BTX) oltre alla misura giornaliera del particolato fine ( $\text{PM}_{10}$  e  $\text{PM}_{2.5}$ ). Come descritto nel capitolo **Normativa**, il D.M. 60 del 02.04.02 stabilisce, per  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$  e  $\text{PM}_{10}$ , i valori limite per la protezione della salute umana e i margini di tolleranza che si riducono progressivamente negli anni, fino ad annullarsi. I livelli di concentrazione degli inquinanti elencati saranno però di seguito confrontati con i rispettivi limiti "a regime", cioè con margini di tolleranza zero.

Poiché i livelli di concentrazione degli inquinanti aerodispersi dipendono fortemente dalle condizioni meteorologiche osservate durante il periodo di misura e dalle differenti sorgenti emmissive, è importante confrontare i dati rilevati nel corso di una campagna limitata nel tempo con quelli misurati, nello stesso periodo, in alcune stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA). I livelli di concentrazione misurati a Bulciago sono stati pertanto confrontati con quelli registrati nelle centraline fisse di Nibionno, Merate, Lecco e Valmadrera . (Vedi tabella 5 a pag. 35)

L'evoluzione temporale dell'inquinante monitorato è rappresentata nelle seguenti figure con l'utilizzo di grafici relativi a:

- concentrazioni medie orarie: evoluzione oraria dell'inquinante nel periodo di misura;
- concentrazioni medie 8 h: ogni valore è ottenuto come media tra l'ora  $h$  e le 7 ore precedenti l'ora  $h$ .
- concentrazioni medie giornaliere: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle concentrazioni dalle ore 0.00 alle ore 23.00 dello stesso giorno;
- giorno tipo: evoluzione media delle concentrazioni medie orarie nell'arco delle 24 ore.

Per "giorno tipo" o "giorno medio" si intende l'andamento delle concentrazioni medie orarie mediato su tutti i giorni feriali (o su tutti i giorni pre-festivi ovvero festivi) del periodo in questione. I giorni feriali, pre-festivi e festivi sono stati considerati separatamente nel calcolo del giorno tipo per mettere in evidenza le eventuali diverse caratteristiche emmissive, legate al traffico o alle attività produttive.

### **SO<sub>2</sub>**

Come nelle campagne precedenti, le concentrazioni di biossido di zolfo registrate a Bulciago sono state contenute: il valore medio sul periodo e la concentrazione massima oraria sono risultati rispettivamente pari a  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . I valori si sono dunque mantenuti ben al di sotto del limite normativo, che fissa la soglia delle medie giornaliere a  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (figura 6). I dati sono confrontabili con i valori riscontrati presso la centralina di Lecco via Amendola.

Analizzando l'andamento dei livelli di concentrazione durante l'arco delle ventiquattro ore si nota che, anche se si registrano valori lievemente maggiori durante i feriali, non si hanno differenze significative tra l'andamento dell'inquinante nei diversi giorni della settimana.

### **NO**

Per quanto riguarda il monossido di azoto nella postazione di Bulciago, durante la campagna si è osservato un valore massimo di concentrazione oraria di  $139 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , rilevato alle ore 09.00 del 15 aprile 2008, e una concentrazione media sul periodo di  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Infatti, fatta eccezione per alcuni picchi, i valori di  $\text{NO}$  si sono mantenuti bassi.

Dal grafico del giorno tipo si evidenziano concentrazioni nettamente superiori durante i giorni feriali rispetto ai festivi ed ai prefestivi.

## **NO<sub>2</sub>**

La concentrazione media sul periodo di biossido di azoto si è attestata su 20 µg/m<sup>3</sup>, mentre la concentrazione massima oraria è stata di 90 µg/m<sup>3</sup>. Entrambi i valori sono minori di quelli registrati nella precedente campagna invernale. Durante il periodo del monitoraggio non è mai stato superato il valore limite normativo di 200 µg/m<sup>3</sup>.

Come per tutte le campagne precedentemente svolte, i livelli di concentrazione del grafico del Giorno tipo rilevano un andamento bimodale. I due picchi sono stati registrati verso le 8:00 e 9:00 del mattino e le 20:00, 21:00 della sera. Confrontando i dati con quelli della vicina stazione fissa di Nibionno, si nota che le postazioni presentano un andamento analogo, ma valori di concentrazioni inferiori a Bulciago. Inoltre, in questo caso, le concentrazioni di NO<sub>2</sub> misurate a Bulciago risultano essere analoghe a quelle misurate a Valmadrera, avente la stessa tipologia di sito, mentre sono più basse rispetto a Merate in quanto stazione da traffico. I dati sono rilevabili dalla tabella 5.

## **O<sub>3</sub>**

Il periodo critico per l'ozono è la stagione estiva, in cui la radiazione solare e l'alta temperatura favoriscono la formazione di questo inquinante secondario che viene prodotto attraverso reazioni fotochimiche che coinvolgono gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e i composti organici volatili (COV). Generalmente le concentrazioni dell'ozono sono più elevate nelle aree rurali rispetto a quelle urbanizzate, valori maggiori si registrano sottovento alle grandi città, anche a decine di Km di distanza. Durante la campagna, l'aumento di temperatura per diverse ore consecutive in alcuni giorni, ha portato all'innalzamento delle concentrazioni di ozono. In generale, non si sono registrati valori elevati di O<sub>3</sub>: il valore medio su tutto il periodo è risultato uguale a 73 µg/m<sup>3</sup>, ma e il valore massimo orario e il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente uguali a 185 µg/m<sup>3</sup> e 170 µg/m<sup>3</sup>. Pertanto, sono stati registrati superamenti sia del valore della soglia di informazione che del valore bersaglio per la protezione della salute umana. Generalmente le concentrazioni sono state più elevate rispetto alla campagna precedente svoltasi a novembre, dicembre 2007, ma ciò è dovuto anche al diverso periodo di misura, con temperature più elevate rispetto ai mesi invernali. Dal grafico del giorno tipo si evidenzia il classico andamento dell'ozono, con i valori maggiori nelle ore centrali della giornata.

## **Benzene**

Il giorno feriale tipo delle concentrazioni di **benzene** (figura 10 pag. 28), presenta un andamento temporale lievemente bimodale, simile a quello dei flussi di traffico. Le ore in cui si registrano i picchi sono le stesse di quelle del biossido di azoto. Infatti, il benzene è una sostanza usata come antidetonante nella benzina senza piombo in sostituzione dei composti del piombo.

Il valore medio di benzene rilevato su tutto il periodo della campagna è stato di 2 µg/m<sup>3</sup>, mentre quello massimo orario di 7 µg/m<sup>3</sup>, valori del tutto simili a quelli misurati presso la stazione fissa di Lecco ed inferiori a quelli registrati nella campagna precedente. Inoltre, non si hanno differenze significative tra i valori delle concentrazioni orarie delle due postazioni.

## **Toluene**

Il **toluene**, è un importante solvente, utilizzato a livello industriale, e sostituisce il benzene per la minore pericolosità.

Il valore medio di toluene rilevato su tutto il periodo della campagna è stato di 10 µg/m<sup>3</sup>, quello massimo orario di 355 µg/m<sup>3</sup>. Tali valori risultano notevolmente più alti di quelli rilevati presso la stazione fissa di Lecco Amendola, nella quale non sono stati registrati i picchi di Bulciago. Infatti come evidenzia il grafico del giorno tipo, gli andamenti medi delle concentrazioni al sabato e nei giorni festivi, presentano i picchi notturni, mentre quello feriale picchi mattutini. Questi ultimi sono dovuti ad elevate concentrazioni misurate soprattutto i lunedì mattina. Durante l'arco della giornata, dalle 11:00 alle 21:00 le concentrazioni si mantengono basse. In ogni caso, durante tutta la campagna non è mai stato superato il limite di protezione per la salute umana introdotto

dall'OMS; infatti la massima concentrazione media settimanale è stata di 18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  registrata dall'11 al 17 maggio 2008.

### **Xileni**

Il valore medio degli **xileni** rilevati su tutto il periodo della campagna è stato di 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre quello massimo orario è stato di 43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Rispetto a Lecco, il valore di concentrazione massimo orario è stato più elevato, ma la media sul periodo è stata più bassa. Ciò vuol dire che, anche se a Bulciago le concentrazioni orarie hanno raggiunto dei picchi più elevati, a Lecco, le concentrazioni mediamente si sono mantenute più elevate. Non si hanno differenze significative tra le due postazioni.

Dalla figura 13 a pag.32 si nota che:

- i dati di benzene di Bulciago sono chiaramente confrontabili con quelli di Lecco;
- i dati di toluene sono nettamente più alti a Bulciago, registrando dei picchi molto elevati;
- i dati di xilene sono più alti a Lecco.

### **Particolato Fine**

Le misure di **PM<sub>10</sub>** e di **PM<sub>2.5</sub>** sono state effettuate con campionatore sequenziale e successiva pesata gravimetrica; questo tipo di strumento è programmato per fornire dati giornalieri. Il campionamento, di PM<sub>10</sub>, è stato interrotto per alcuni giorni, a causa di un intervento di manutenzione sullo strumento. Come nelle precedenti campagne, l'andamento delle concentrazioni è risultato simile a quello della centralina fissa di Merate, ma con valori di concentrazione più bassi. Durante il periodo di campionamento la massima concentrazione giornaliera è stata di 41  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Delle cabine prese a confronto, solo in quella di Merate è stato registrato un superamento del limite normativo.

Il **PM<sub>2.5</sub>** è costituito dalle polveri sottili aventi diametro aerodinamico inferiore a 2.5  $\mu\text{m}$ . Esso viene comunque rilevato, in quanto costituisce la parte interamente respirabile del PM<sub>10</sub>.

Su tutto il periodo di campionamento, la media delle concentrazioni giornaliere è stata di 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ha andamento del tutto analogo a quelle delle concentrazioni di Merate e di Lecco Sora. Si evidenzia come per questo inquinante non vi sia una significativa variazione tra una postazione e l'altra. Ciò è dovuto anche alle condizioni meteorologiche del periodo, caratterizzate da uno scarso rimescolamento.

Figura 6. **SO<sub>2</sub>**: concentrazioni medie orarie, giorno tipo e medie giornaliere.

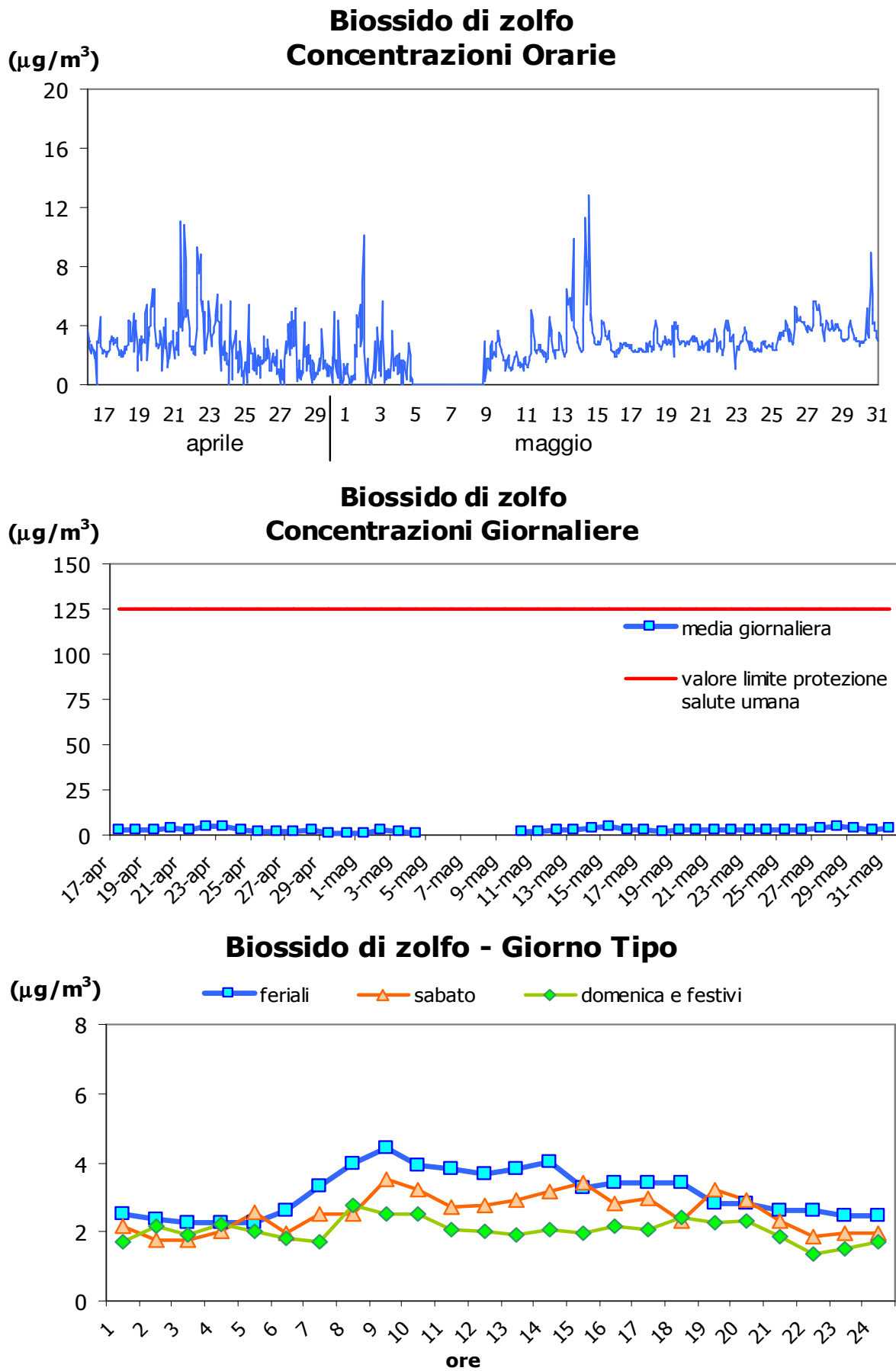


Figura 7. **NO**: Concentrazioni medie orarie, giorno tipo e medie giornaliere.

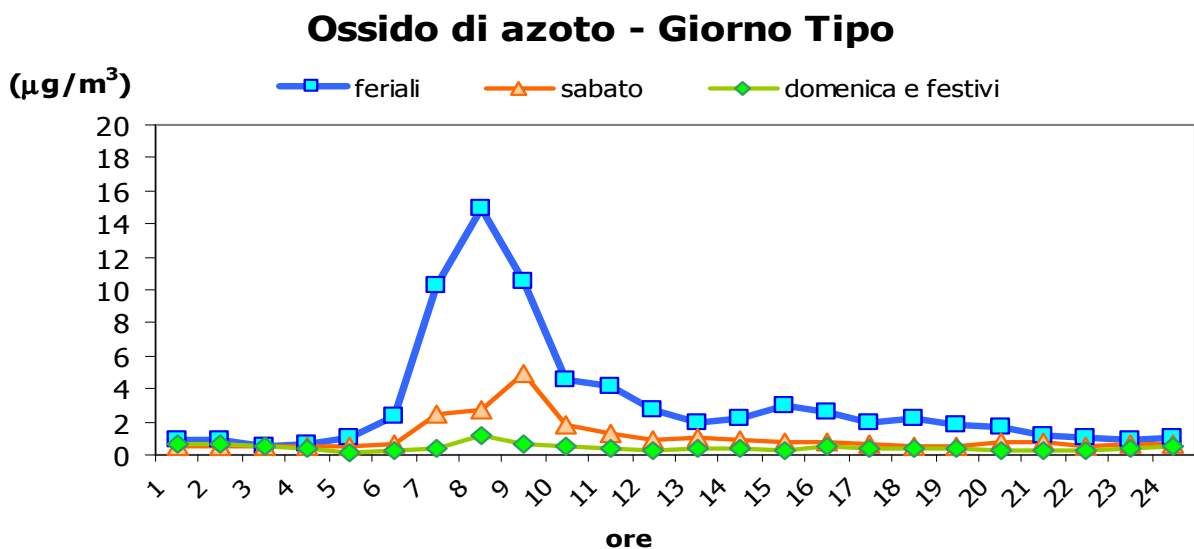
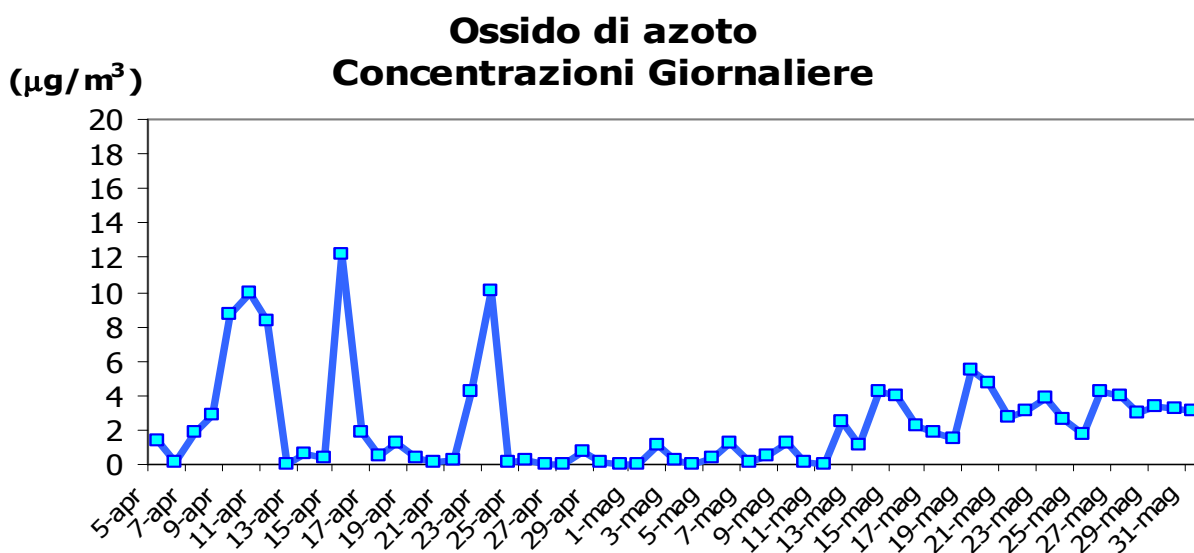
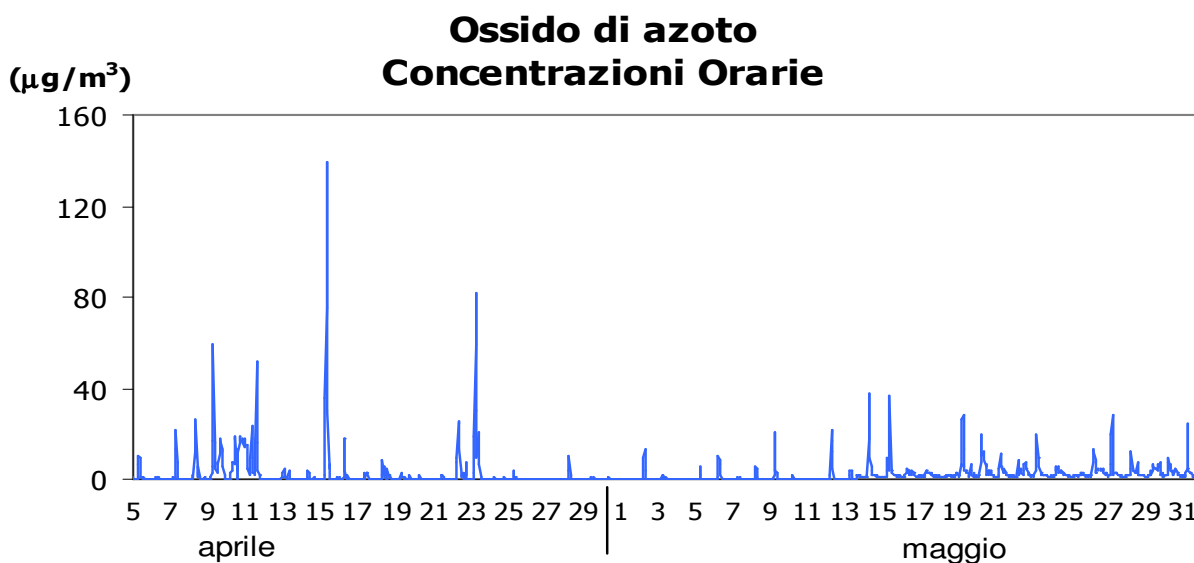


Figura 8. **NO<sub>2</sub>**: Concentrazioni medie orarie, giorno tipo e medie giornaliere.

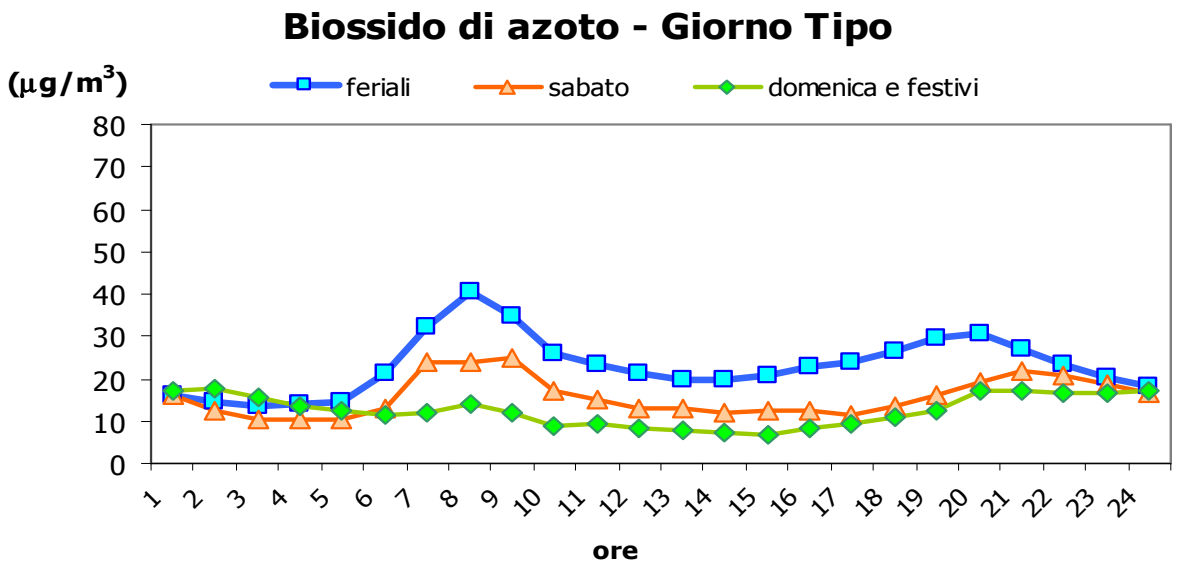
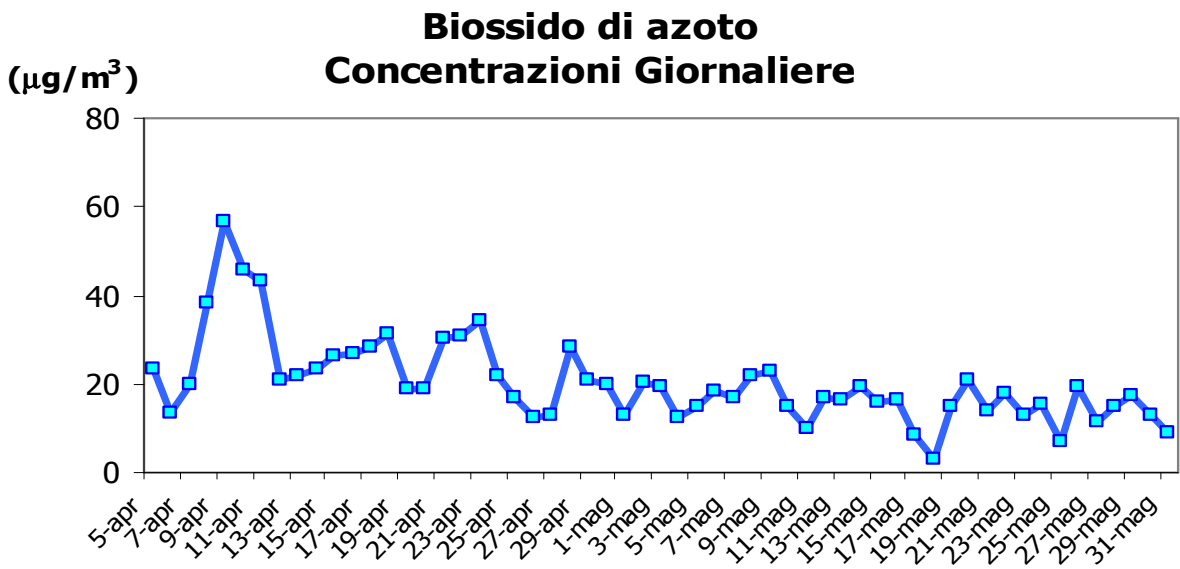
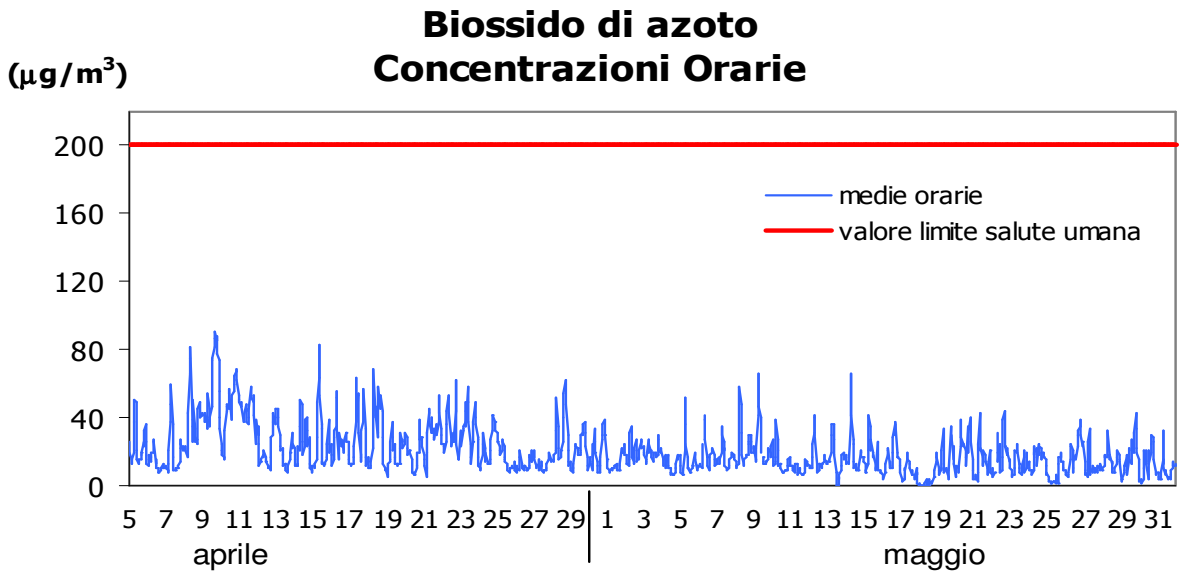
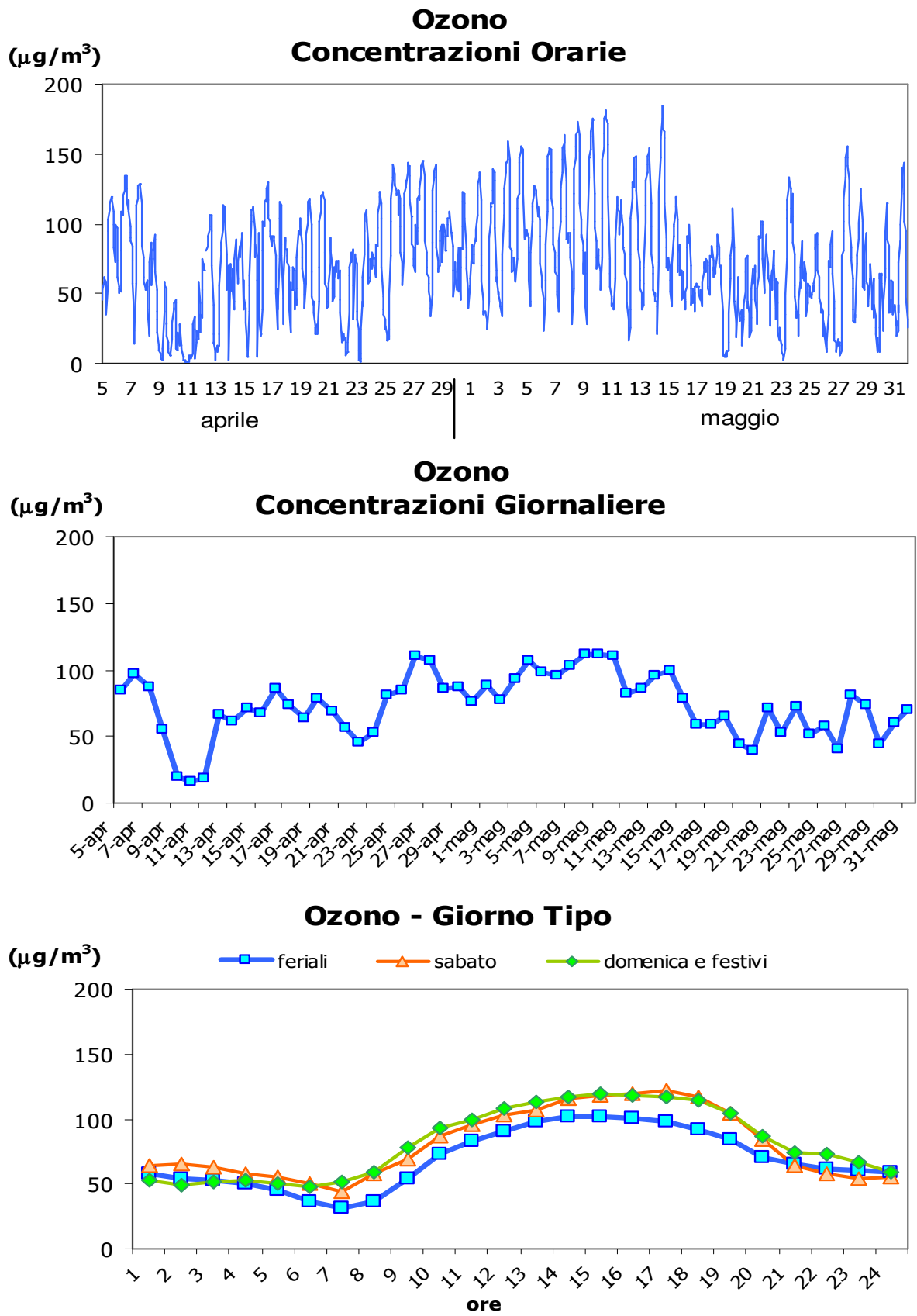


Figura 9. **O<sub>3</sub>**: Concentrazioni medie orarie, giorno tipo, medie giornaliere e media mobile su 8 ore.



# Ozono

## Massima concentrazione media 8 h

( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

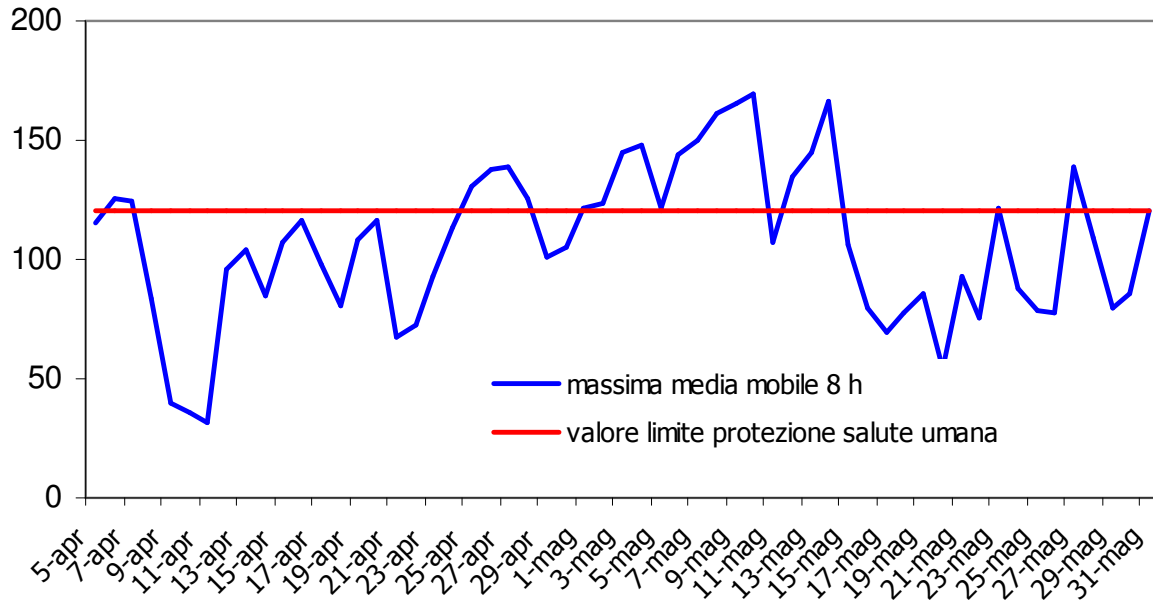


Figura 10. **Benzene**: Concentrazioni medie orarie, giorno tipo e medie giornaliere.

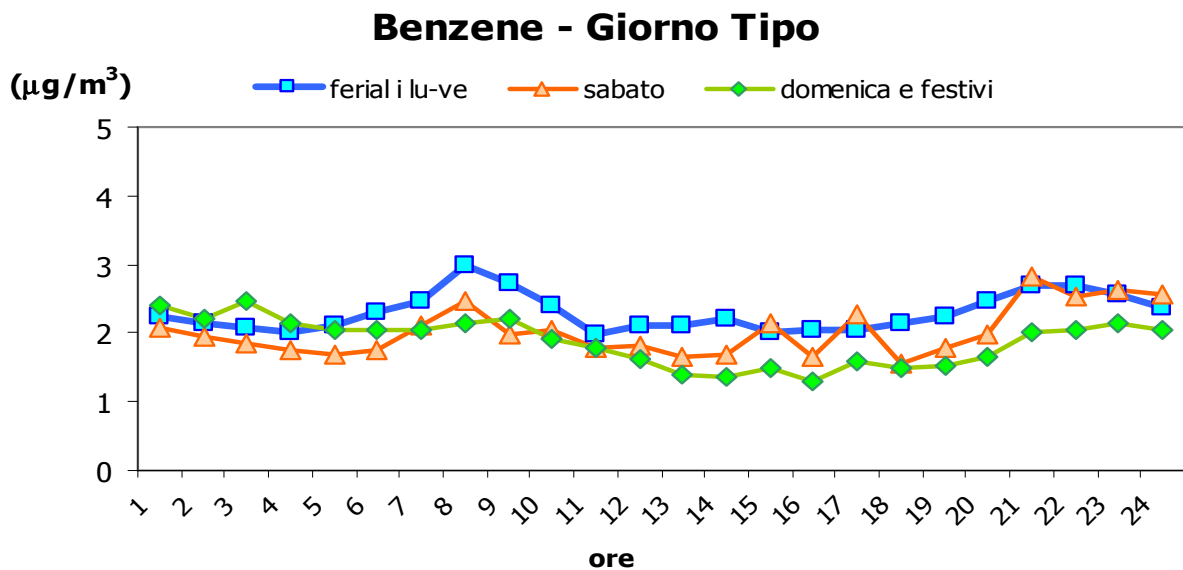
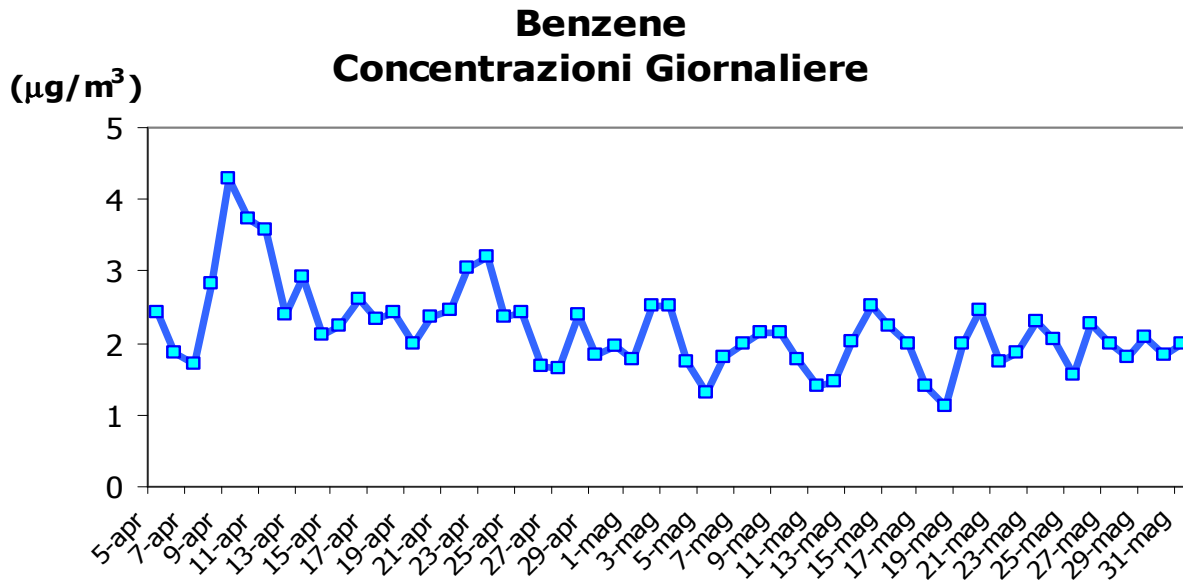
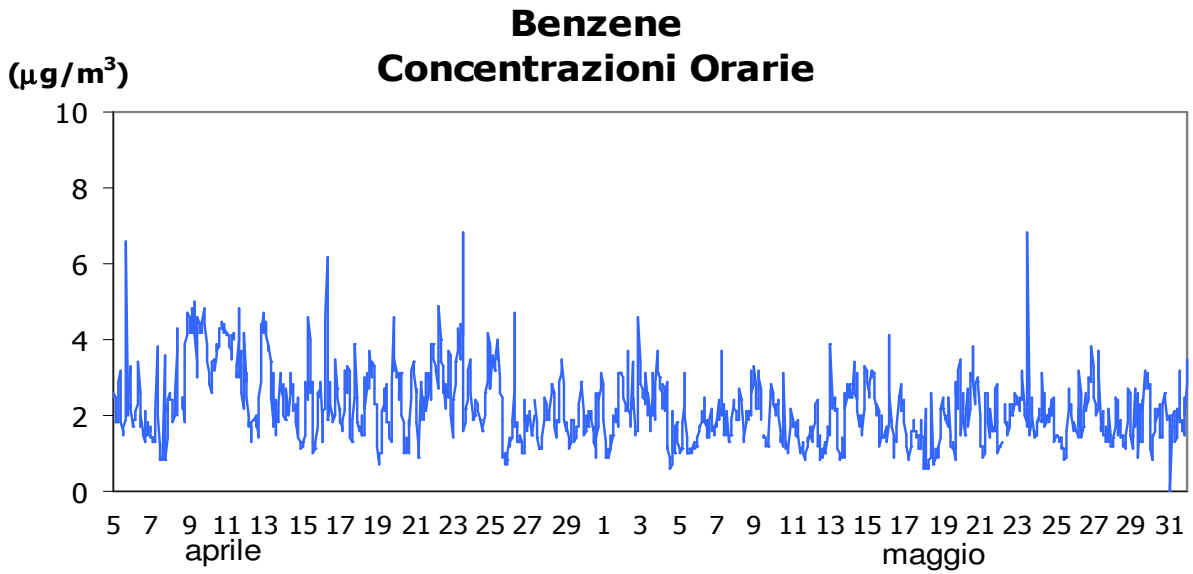


Figura 11. **Toluene**: Concentrazioni medie orarie, giorno tipo e medie giornaliere.

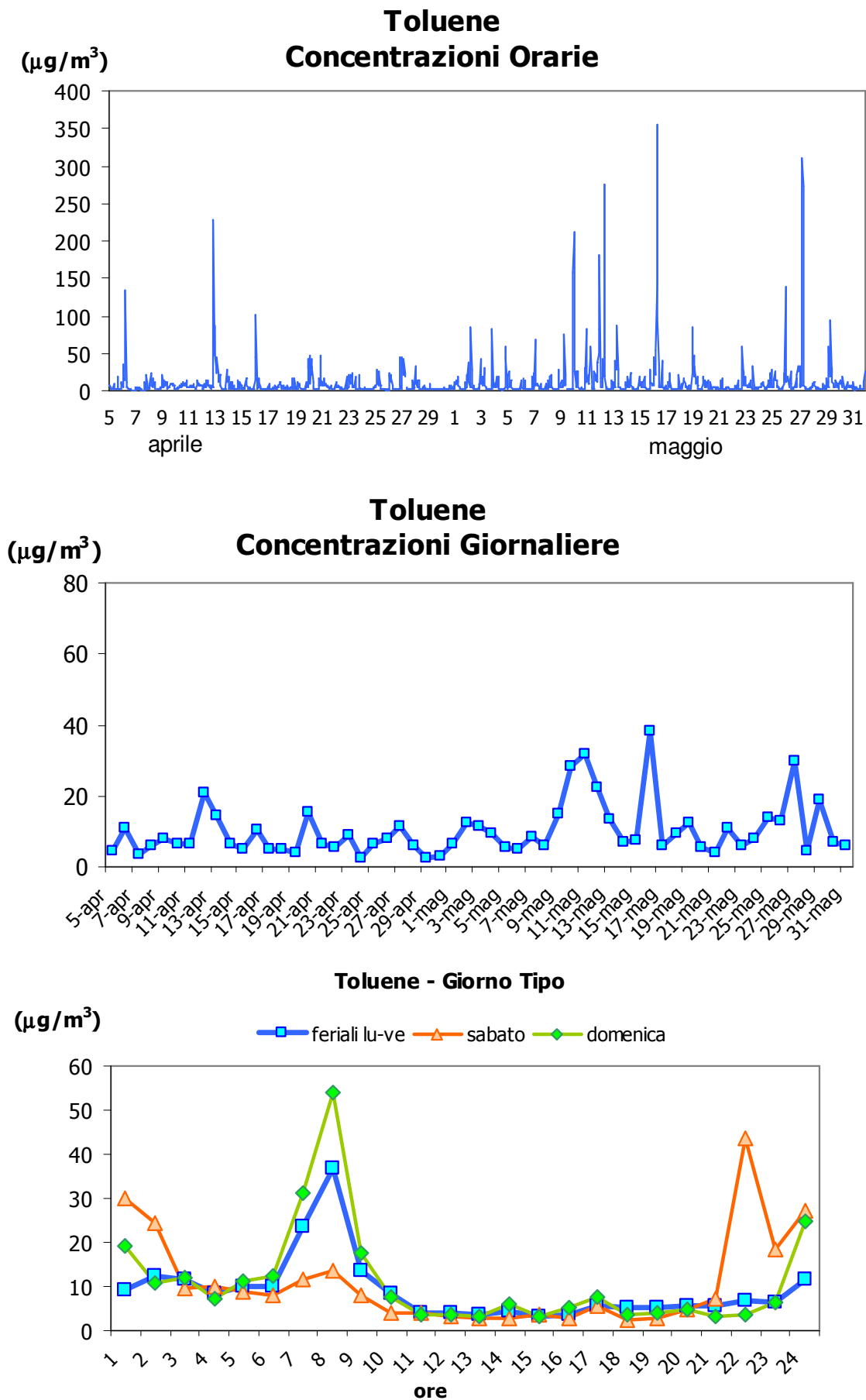




Figura 12. **Xileni**: Concentrazioni medie orarie, giorno tipo e medie giornaliere.

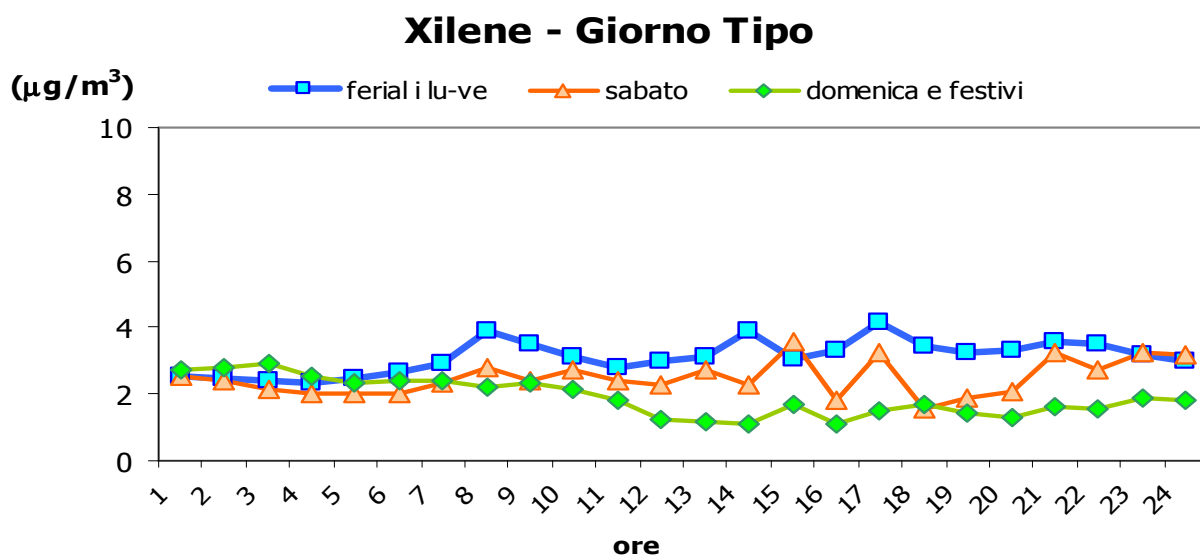
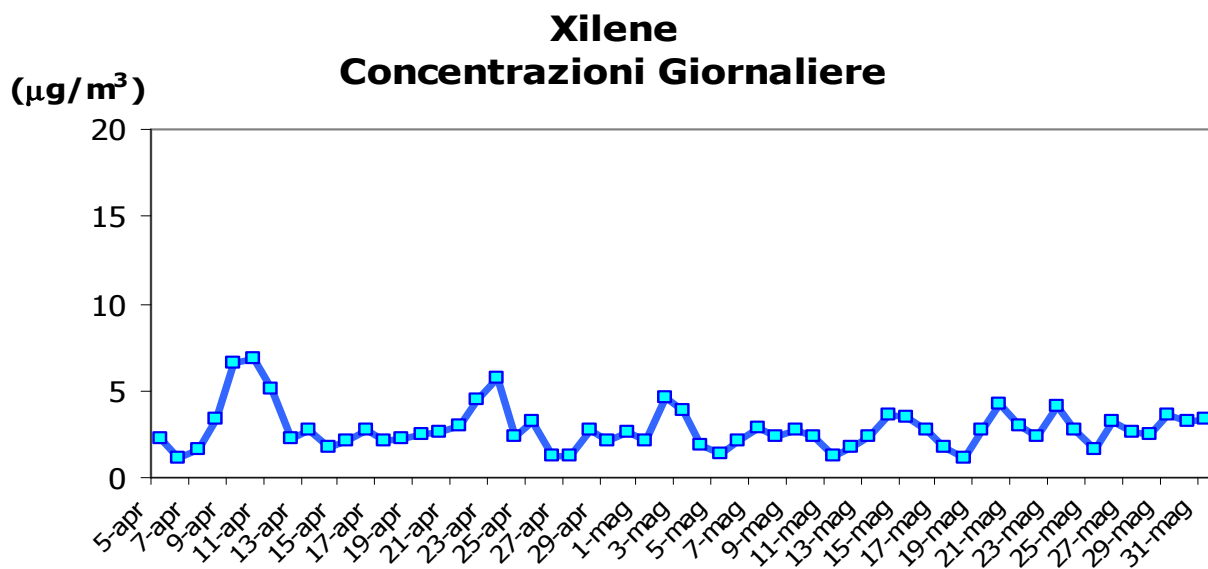
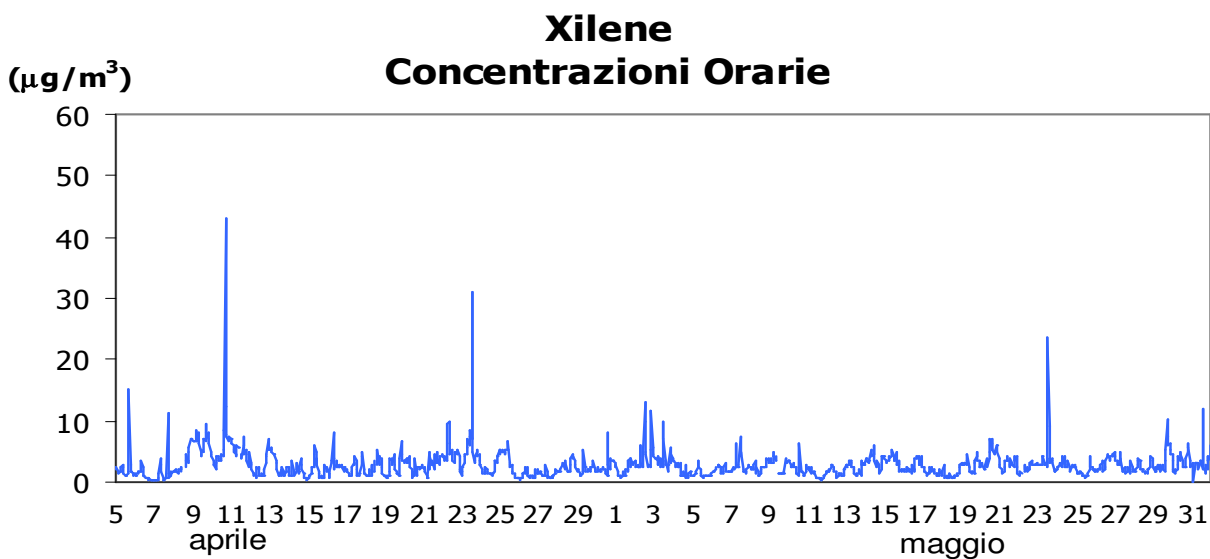


Figura 13: **BTX**: confronto delle concentrazioni tra Bulciago e Lecco Amendola

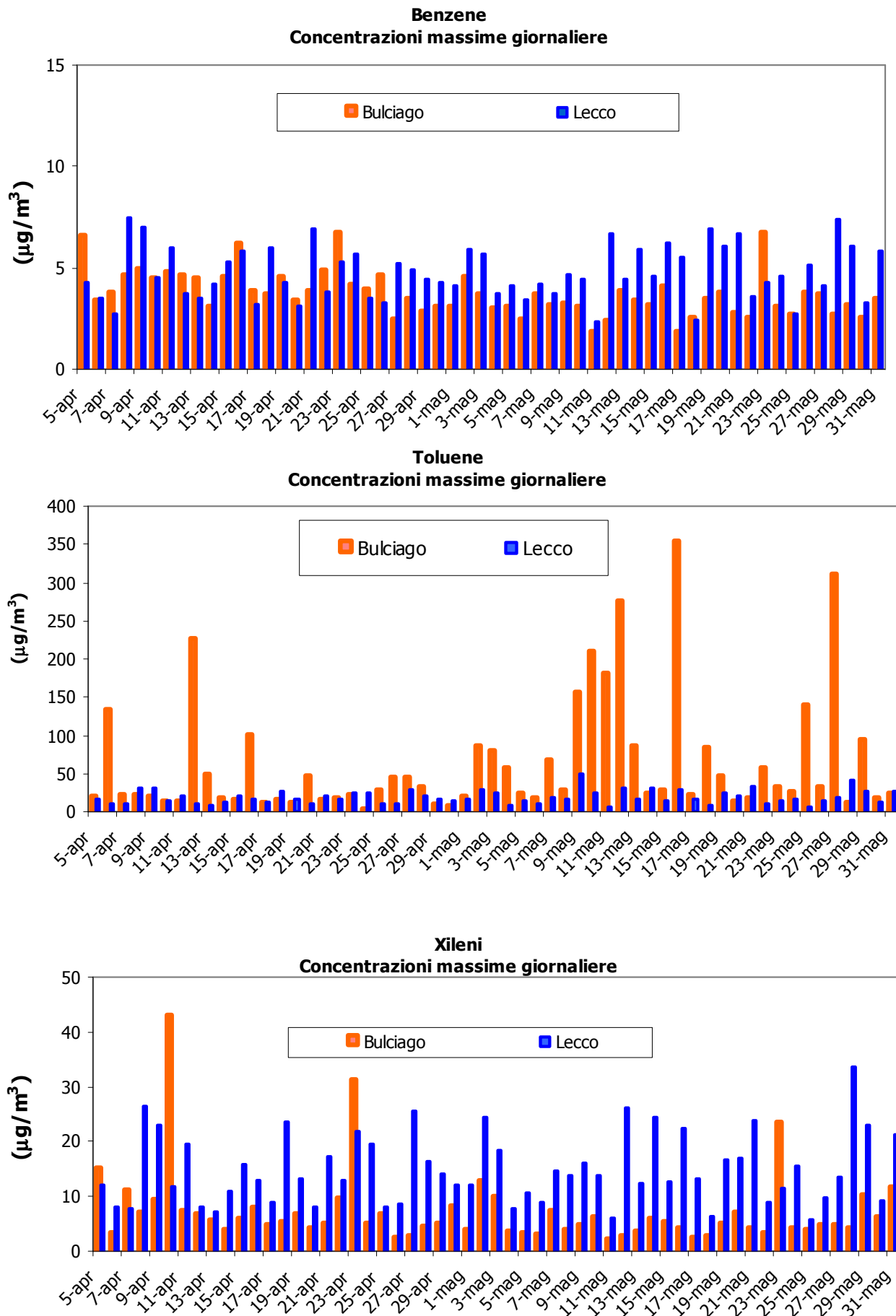


Figura 14. **PM<sub>10</sub>**: confronto tra le concentrazioni medie giornaliere di Bulciago, di Merate e di Lecco Amendola

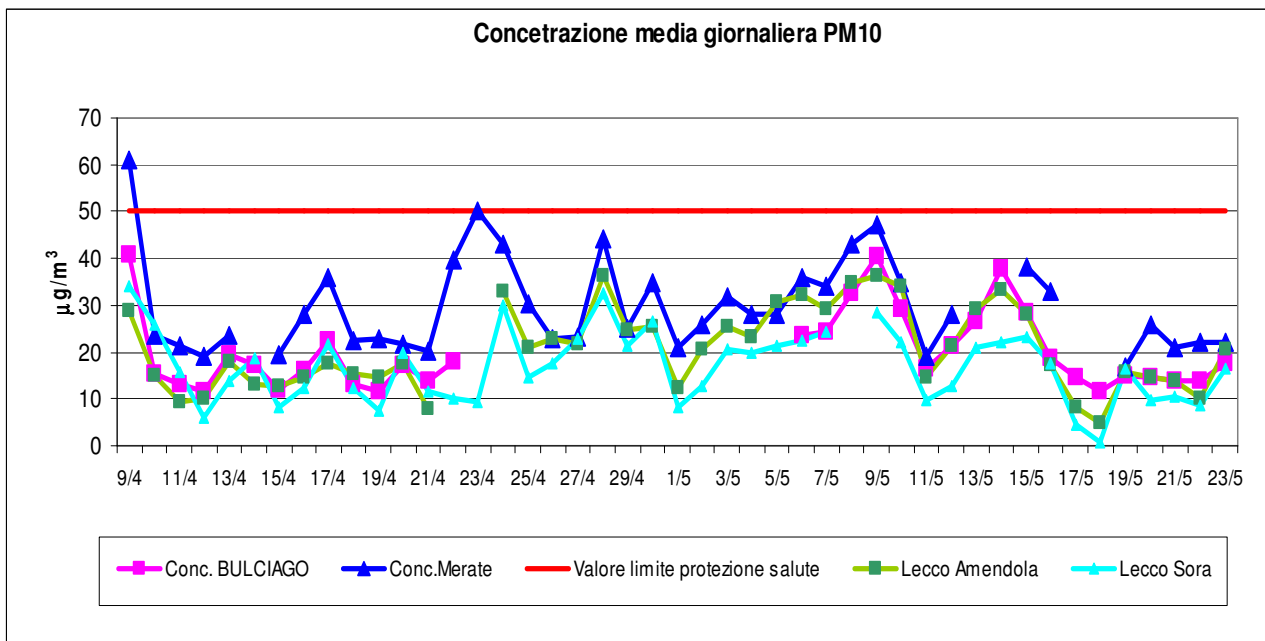
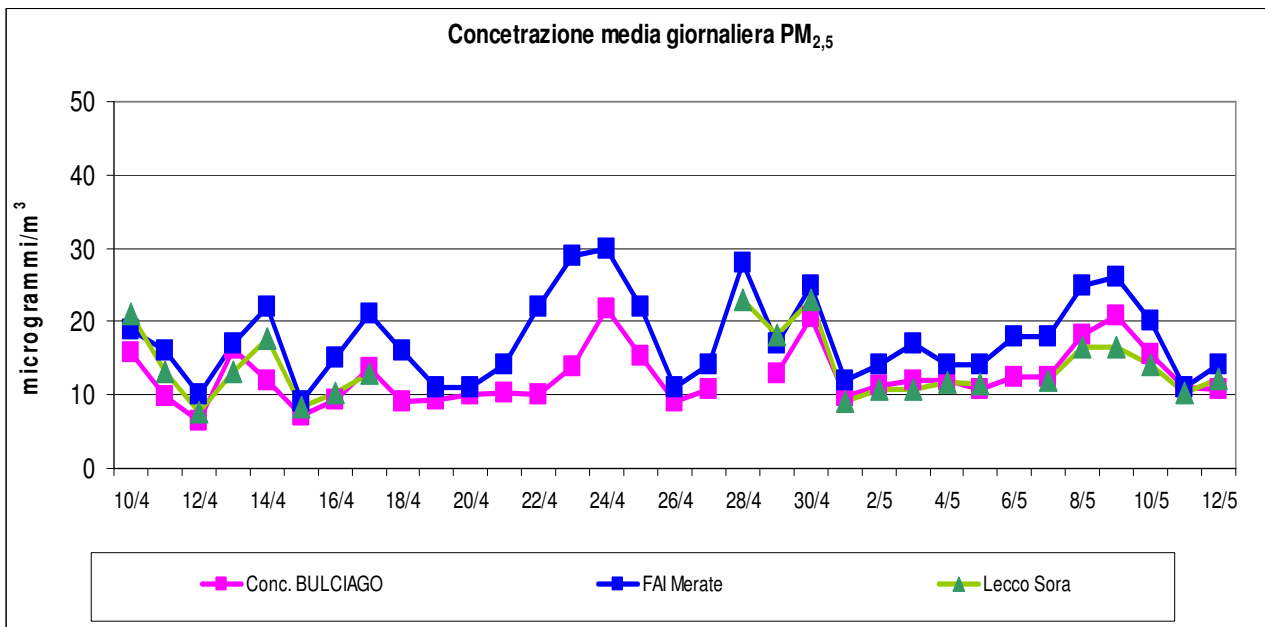


Figura 15. **PM<sub>2.5</sub>**: andamento delle concentrazioni medie giornaliere di Bulciago e di Merate



I dati degli inquinanti rilevati dal laboratorio mobile a Bulciago sono stati messi a confronto con quelli registrati nel medesimo periodo dalla strumentazione presente in alcune centraline appartenenti alla rete fissa della qualità dell'aria della Provincia di Lecco (Lecco, Nibionno, Valmadrera e Merate) appartenenti alle diverse zone.

	rete	Tipo zona	Tipo stazione	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
		Dec. 2001/752/CE	Decisione 2001/752/CE		
<b>Bulciago</b>	PUB	SUBURBANA	FONDO	320	5 aprile-31 maggio 08
<b>Nibionno</b>	PUB	SUBURBANA	TRAFFICO	310	Stazione Fissa
<b>Merate</b>	PUB	URBANA	TRAFFICO	292	Stazione Fissa
<b>Lecco Sora</b>	PUB	SUBURBANA	FONDO	214	Stazione Fissa
<b>Lecco Amendola</b>	PUB	URBANA	TRAFFICO	214	Stazione Fissa
<b>Valmadrera</b>	PRIV	SUBURBANA	MEDIA URBANA	237	Stazione Fissa

Tabella 4: Caratteristiche del sito di campionamento e delle centraline fisse di confronto.

**rete:** PUB = pubblica, PRIV = privata

**tipo zona Decisione 2001/752/CE:**

- **URBANA:** centro urbano di consistenza rilevante per le emissioni atmosferiche, con più di 5000 abitanti
- **SUBURBANA:** periferia di una città o area urbanizzata residenziale posta fuori dall'area urbana principale
- **RURALE:** all'esterno di una città, ad una distanza di almeno 3 km; un piccolo centro urbano con meno di 3000-5000 abitanti è da ritenersi tale

**tipo stazione Decisione 2001/752/CE:**

- **TRAFFICO:** se la fonte principale di inquinamento è costituita dal traffico (se si trova all'interno di Zone a Traffico Limitato, è indicato tra parentesi ZTL)
- **INDUSTRIALE:** se la fonte principale di inquinamento è costituita dall'industria
- **FONDO:** misura il livello di inquinamento determinato dall'insieme delle sorgenti di emissione non localizzate nelle immediate vicinanze della stazione; può essere localizzata indifferentemente in area urbana, suburbana o rurale

Nelle seguenti tabelle si riportano alcuni dati relativi alle caratteristiche del sito di campionamento e altri dati statistici riferiti a SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, BTX, relativi al periodo della campagna di misura:

- % rendimento
- media delle concentrazioni medie orarie;
- valore massimo orario;
- numero giorni in cui sono stati superati i livelli di attenzione

Tabella 5: Livelli di concentrazione degli inquinanti a Bulciago, Lecco, Valmadrera, Nibionno e Merate

<b>SO<sub>2</sub></b>	% Rend.	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Max Media 1 h (µg/m <sup>3</sup> )	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione	Periodo
<b>Bulciago</b>	91	3	13	<b>0</b>	17/4/08 – 31/5/2008
Lecco Amendola	100	5	12	<b>0</b>	

<b>NO<sub>2</sub></b>	% Rend.	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Max Media 1 h (µg/m <sup>3</sup> )	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione	Periodo
<b>Bulciago</b>	100	20	90	<b>0</b>	5/4/08 – 31/5/2008
Nibionno	100	35	120	<b>0</b>	
Merate	95	54	134	<b>0</b>	
Valmadrera	100	22	75	<b>0</b>	

<b>O<sub>3</sub></b>	% Rend.	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Max Media 1 h (µg/m <sup>3</sup> )	Max Media 8 h (µg/m <sup>3</sup> )	Nr. giorni sup. Liv. Informazione	Periodo
<b>Bulciago</b>	100	73	185	170	<b>2/57</b>	5/4/08 – 31/5/2008
Nibionno	92	63	169	159	<b>0</b>	
Merate	92	48	153	139	<b>0</b>	
Valmadrera	100	75	174	162	<b>0</b>	

<b>Benzene</b>	% Rend.	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Max Media 1 h (µg/m <sup>3</sup> )	Periodo
<b>Bulciago</b>	100	2	7	5/4/08 – 31/5/2008
Lecco Amendola	100	2	8	

<b>Toluene</b>	% Rend.	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Max Media 1 h (µg/m <sup>3</sup> )	Periodo
<b>Bulciago</b>	100	10	355	5/4/08 – 31/5/2008
Lecco Amendola	100	8	50	

<b>Xileni</b>	% Rend.	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max Media 1 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Periodo
<b>Bulciago</b>	100	3	43	5/4/08 – 31/5/2008
Lecco Amendola	100	6	34	

<b>PM<sub>10</sub></b>	% Rend.	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max Media 24 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nr. giorni superamento Liv. prot.salute	Periodo
<b>Bulciago</b>	71	20	41	0	9/4/08 – 23/5/2008
Merate	89	30	61	1/45	
Lecco Sora	98	17	34	0	
Lecco Amendola	96	21	36	0	

<b>PM<sub>2.5</sub></b>	% Rend.	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max Media 24 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Periodo
<b>Bulciago</b>	94	13	22	10/4/08 – 13/5/2008
Merate	97	18	30	
Lecco Sora	65	14	23	

## Conclusioni

Le misure effettuate sul territorio del comune di Bulciago, nella frazione di Bulciaghetto, hanno consentito una caratterizzazione generale della qualità dell'aria del sito.

- Come rilevato durante tutte le campagne svolte a Bulciago, le concentrazioni di **SO<sub>2</sub>** sono molto basse, ben al di sotto del limite normativo.
- L'**NO<sub>2</sub>** rilevato presso Bulciaghetto risulta essere confrontabile con quello misurato nella stazione fissa della rete di monitoraggio della qualità dell'aria di Valmadrera, e quasi sempre inferiore di quello registrato a Nibionno e Merate. Durante la campagna solo nel sito di Nibionno è stato superato il limite normativo.
- I valori e gli andamenti dell'**O<sub>3</sub>** sono risultati confrontabili con quelli rilevati nelle altre postazioni considerate. Durante i 57 giorni di campionamento sono stati registrati 2 superamenti dei limiti di legge, determinati dalle condizioni meteo favorevoli.
- Il valore medio di **benzene** rilevato durante l'intera campagna, è inferiore al valore obiettivo sull'anno civile stabilito dal DM 60/02, pari a 5 µg/m<sup>3</sup>.
- Per la qualità dell'aria non esistono limiti di legge per **tolueni** e **xileni**. Tuttavia si sono registrate delle concentrazioni orarie di toluene elevate soprattutto durante i week-end.
- Durante tutta la campagna, il **PM<sub>10</sub>** non ha mai superato il limite di protezione della salute umana, fissato a 50 µg/m<sup>3</sup>.

## Ringraziamenti

Si ringrazia l'Amministrazione Comunale per l'insostituibile collaborazione apportata durante la campagna di monitoraggio.