



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Laboratorio Mobile
Campagna di Misura della Qualità dell'Aria
COMUNE DI BULCIAGO
13/11/2007 - 7/1/2008

Campagna di Misura della Qualità dell'Aria

COMUNE DI BULCIAGO

Gestione e Manutenzione Tecnica della Strumentazione

P.I. Luca Vergani

Relazione

redatta

Dr. Anna De Martini

approvata

Responsabile U.O. Territorio e Sistemi Ambientali

Dr. Paola Bossi

Campagna di Misura della Qualità dell' Aria

COMUNE DI BULCIAGO

<i>Introduzione</i>	pag. 4
Laboratorio Mobile.....	pag. 4
I principali inquinanti atmosferici.....	pag. 5
Normativa.....	pag.8
<i>Campagna di Misura</i>	pag. 10
Sito di Misura.....	pag.10
Emissioni sul territorio.....	pag. 12
Situazione meteorologica nel periodo di misura.....	pag. 17
Andamento inquinanti nel periodo di misura e confronto con i dati rilevati da postazioni fisse.....	pag. 21
Conclusioni.....	pag. 52
<i>Allegato Dati Orari</i>	

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 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 (SO₂);
- Monossido di Carbonio (CO);
- Ossidi di Azoto (NO_x);
- Ozono (O₃);
- 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:

- il Monossido di Carbonio deve essere prelevato a 1.6 metri dal suolo (altezza uomo) e a non più di 5 metri dal ciglio della strada;
- la sonda per il prelievo di SO₂, NO_x, O₃ 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 (SO₂)** 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 NO₂)** 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_x 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/NO₂ decisamente a favore del primo. Si stima che il contenuto di NO₂ 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 NO₂ e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di O₃ troposferico. Per il biossido di azoto sono invece previsti valori limite, riassunti in tabella 2.

L'**ozono (O₃)** 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, 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 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 NO_2 senza consumare ozono, di fatto spostando l'equilibrio del ciclo visto sopra e consentendo l'accumulo dell' 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 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* SO_2	Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili)
Biossido di Azoto**/ 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* CO	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)
Ozono** O_3	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Particolato Fine**/ 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 2007 sono indicati tra parentesi.

Tabella 2: Limiti di legge

Biossido di Zolfo	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile)	350	1 ora	D.M. n.60 del 2/4/02
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile)	125	24 ore	D.M. n.60 del 2/4/02
Valore limite protezione ecosistemi	20	Anno civile e inverno (1 ott – 31 mar)	D.M. n.60 del 2/4/02
Soglia di allarme	500	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.M. n.60 del 2/4/02

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)	200	1 ora	D.P.R. 203/88
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	200 ₍₊₃₀₎	1 ora	D.M. n.60 del 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	40 ₍₊₆₎	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02
Soglia di allarme	400	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	30	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02

Monossido di Carbonio	Valore Limite (mg/m³)	Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore limite protezione salute umana 10	8 ore	D.M. n.60 del 2/4/02

Ozono	Valore Limite (µg/m³)	Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore bersaglio per la protezione della salute umana 120	8 ore	D.L.vo n. 183 21/5/04
	Valore bersaglio per la protezione della vegetazione 18000	AOT40 (mag-lug) su 5 anni	D.L.vo n. 183 21/5/04
	Soglia di informazione 180	1 ora	D.L.vo n. 183 21/5/04
	Soglia di allarme 240	1 ora	D.L.vo n.183 21/5/04

Particolato Fine PM10	Valore Obiettivo (µg/m³)	Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile) 50	24 ore	D.M. n.60 del 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana 40	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02

Idrocarburi non Metanici	Valore Obiettivo (µg/m³)	Periodo di mediazione	Legislazione
Benzene	Valore obiettivo 5 (+3)	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo 0,001	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

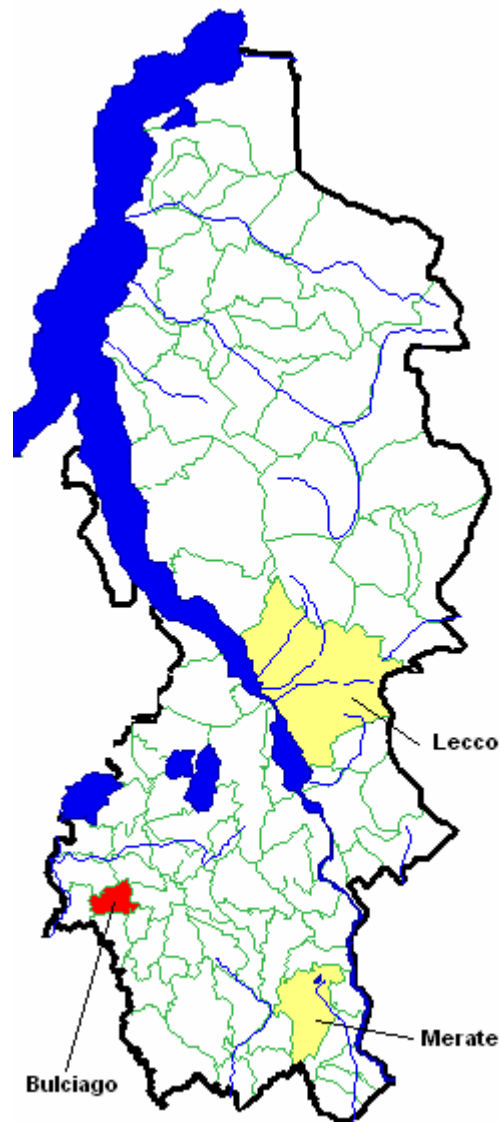


Figura 1: Comuni della provincia di Lecco.

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_2)
- Ossidi di Azoto (NO_x)
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMCOV)
- Metano (CH_4)
- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Carbonio (CO_2)
- Ammoniaca (NH_3)
- Protossido di Azoto (N_2O)
- Polveri Totali Sospese (PTS) o polveri con diametro inferiore ai $10 \mu\text{m}$ (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_2)**, 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_x)** 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_x 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 (PM₁₀)** 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	SO₂	NO_x	N₂O	COV	CO₂	PM_{2.5}	PM₁₀	CH₄	CO	NH₃
	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
Totale	1.3	67.9	2.5	98.9	21.7	8.0	8.7	68.8	182.6	7.6

Percentuale di influenza di ogni inquinante

Fonti emissive - macrosettore	SO₂	NO_x	N₂O	COV	CO₂	PM_{2.5}	PM₁₀	CH₄	CO	NH₃
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
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	-
totale	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

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

	SO₂	NO_x	COV	CH₄	CO	CO₂	N₂O	NH₃	PM_{2.5}	PM₁₀	PTS	CO₂ eq	Precurs. O₃	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
Totale	243	5,338	12,738	6,026	17,175	1,986	211	615	743	831	929	2,209	21,223	160

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

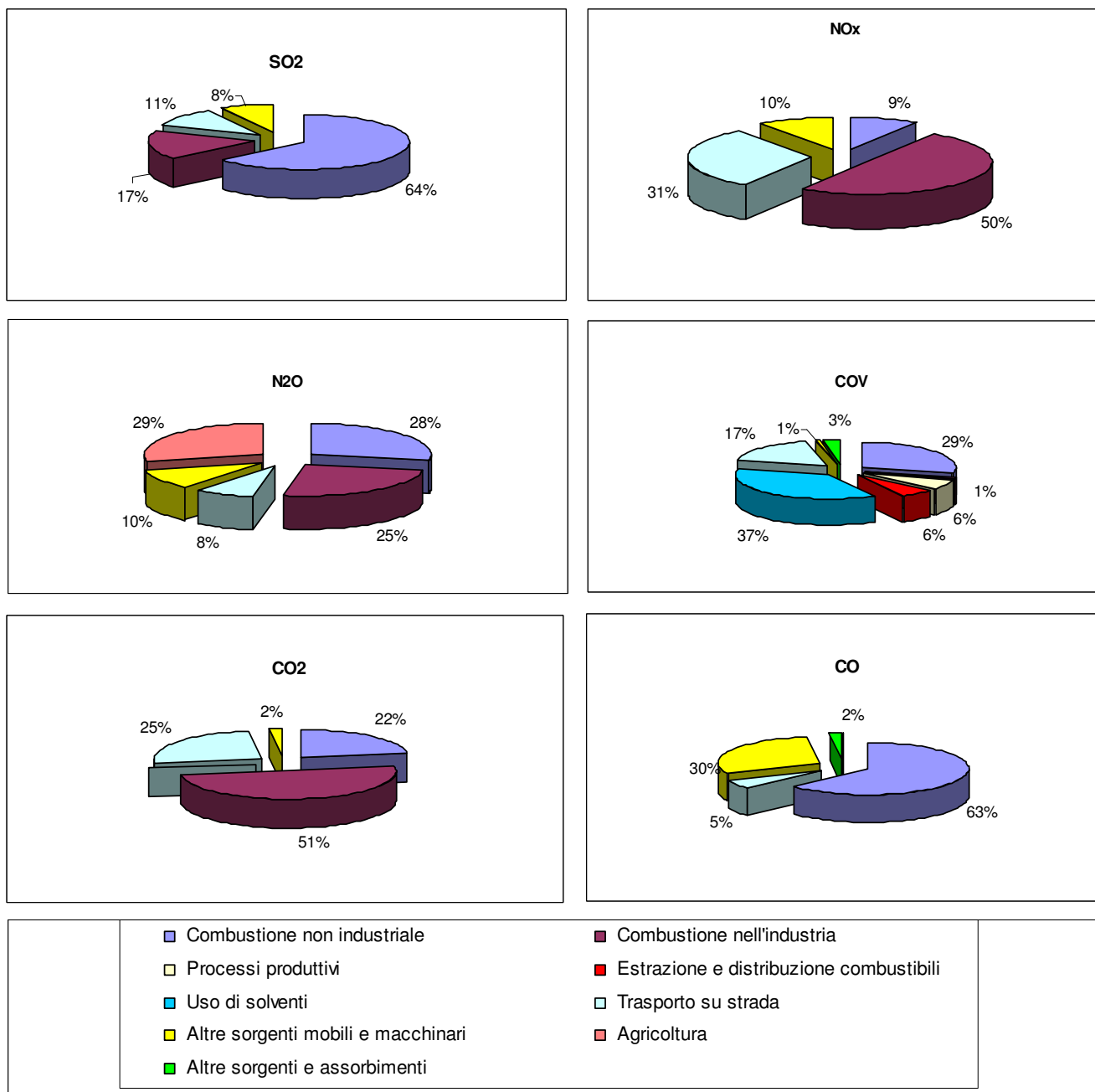
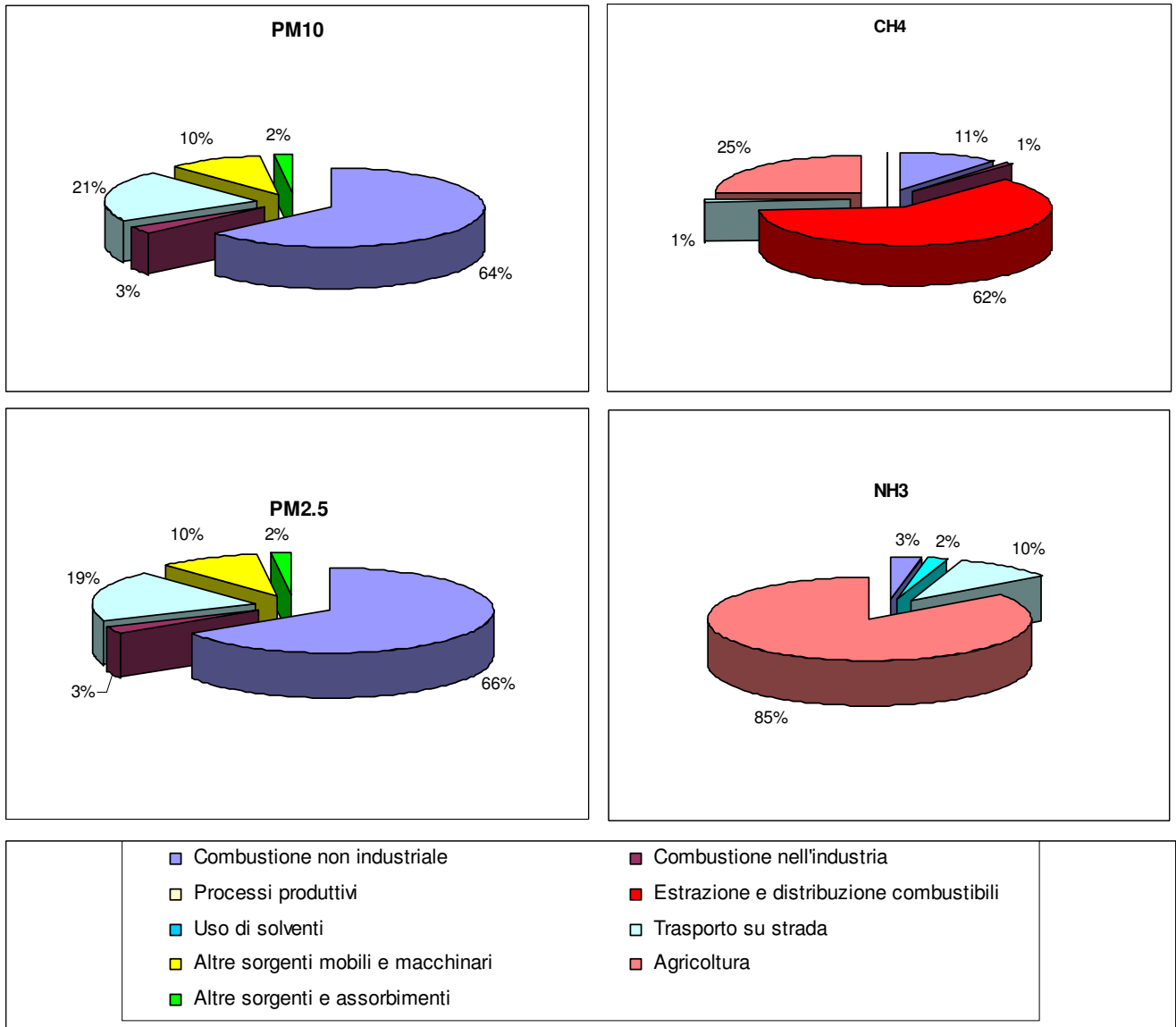


Figura 4: Ripartizione delle emissioni nel territorio di Bulciago



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 13 al 18 novembre, il tempo è stato prevalentemente asciutto, per correnti settentrionali di aria fresca e secca. Le massime di temperatura nel complesso sono in linea con la norma della seconda decade di novembre. Le minime risultano di 2 o localmente anche 4 °C sotto la media del periodo. Dal 19 al 25 novembre il tempo è stato in prevalenza perturbato: l'indebolimento dell'area di alta pressione, seguita da un afflusso di correnti umide sudoccidentali, ha iniziato a determinare una copertura sempre più consistente del cielo, con precipitazioni estese e diffuse per quasi tutta la settimana. Le temperature sono state caratterizzate da una scarsa escursione diurna e nel contempo da un progressivo aumento dei valori, specie di quelli minimi, inseguito a giornate per prevalentemente coperte o nuvolose dal continuo afflusso di aria più calda e umida. I venti sono stati quasi sempre deboli.

Dal 26 novembre al 2 dicembre non ci sono stati fenomeni meteorologici di particolare rilevanza: l'assenza di perturbazioni si è tradotta in una settimana quasi priva di precipitazioni. Le temperature hanno subito una graduale e leggera diminuzione: si sono così mantenute su valori in linea con le medie climatologiche e con variazioni giornaliere del tutto normali. I venti sono risultati in prevalenza deboli, con pochi rinforzi temporanei e localizzati, in particolare il giorno 26 con un episodio di foehn.

Dal 3 al 9 dicembre, la situazione meteorologica è stata contraddistinta da giornate con tempo variabile: si sono alternate fasi di tempo instabile con cielo nuvoloso o coperto a giornate prevalentemente soleggiate. Solo il giorno 3 dicembre ci sono state deboli precipitazioni sparse fin dalle prime ore del mattino sulla fascia alpina, prealpina e alta pianura occidentale. Le temperature della settimana si sono mantenute mediamente ben al di sopra della norma decadale, sia nei valori minimi che nei valori massimi. Una discreta ventilazione ha caratterizzato la settimana: dalla serata di lunedì 3 e fino alla prima parte di mercoledì 5 venti prevalentemente nordoccidentali: forti in montagna, moderati in pianura. Nella giornata di martedì i venti sono risultati diffusamente anche a carattere di foehn.

Dal 10 al 16 dicembre, la situazione meteorologica è stata caratterizzata da tempo prevalentemente sereno o poco nuvoloso, con assenza di precipitazioni, temperature in linea con le medie stagionali e persistenti inversioni termiche e gelate notturne, condizioni che non hanno permesso il rimescolamento degli inquinanti atmosferici.

Dal 17 al 23 dicembre, il tempo è stato caratterizzato da una certa variabilità: nella prima parte della settimana è stato asciutto, ma nuvoloso, con giornate fredde. Successivamente si è instaurata una vasta area di alta pressione a tutte le quote, con tempo stabile, cielo sereno ovunque ed aumento delle temperature massime. Il fine settimana è stato caratterizzato da cielo nuvoloso con correnti umide in quota che hanno provocato deboli precipitazioni ed un aumento di temperatura.

Dal 24 al 30 dicembre, la situazione meteorologica è stata contraddistinta dalla presenza di alta pressione, da giornate prevalentemente serene, con venti deboli, persistenti inversioni termiche,

gelate notturne e presenza di nebbia. Le temperature della settimana sono risultate sufficientemente in linea con la norma del periodo.

La settimana dal 31 dicembre al 7 gennaio è stata caratterizzata da due fasi diverse: nei primi giorni l'espansione sulla nostra regione di una struttura anticiclonica collocata sul Mediterraneo occidentale ha portato tempo stabile e soleggiato. Poi l'instaurarsi nel bacino del Mediterraneo di una depressione atlantica ha generato tempo fortemente perturbato sulla Lombardia, e, grazie alla presenza di aria fredda nei bassi strati atmosferici, si sono verificate nevicate abbondanti ovunque, anche sulla Pianura. La quota neve si è progressivamente innalzata nel fine settimana a causa dell'arrivo di aria più mite di origine atlantica.

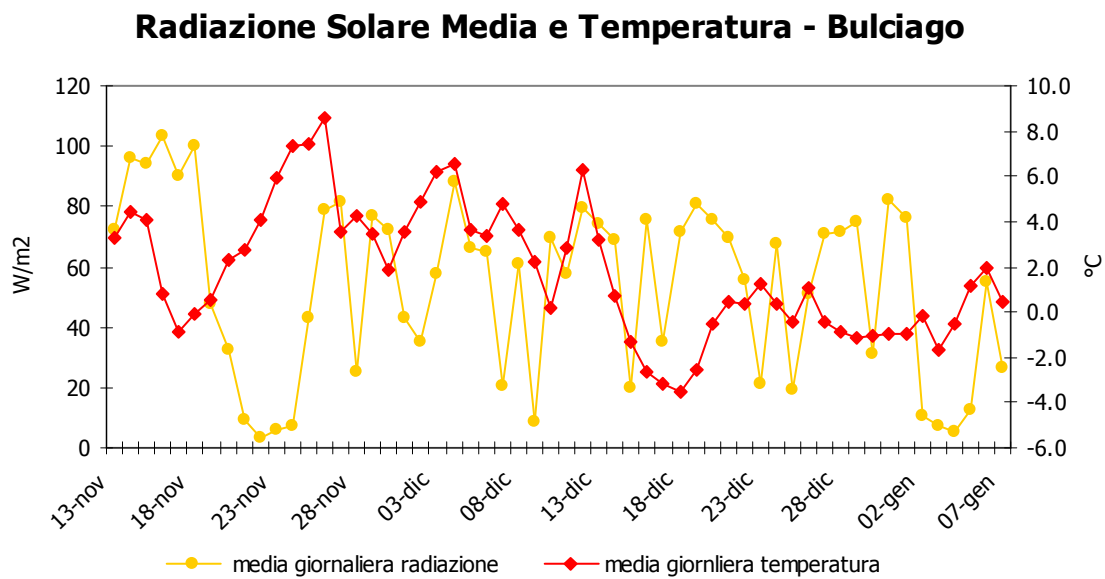
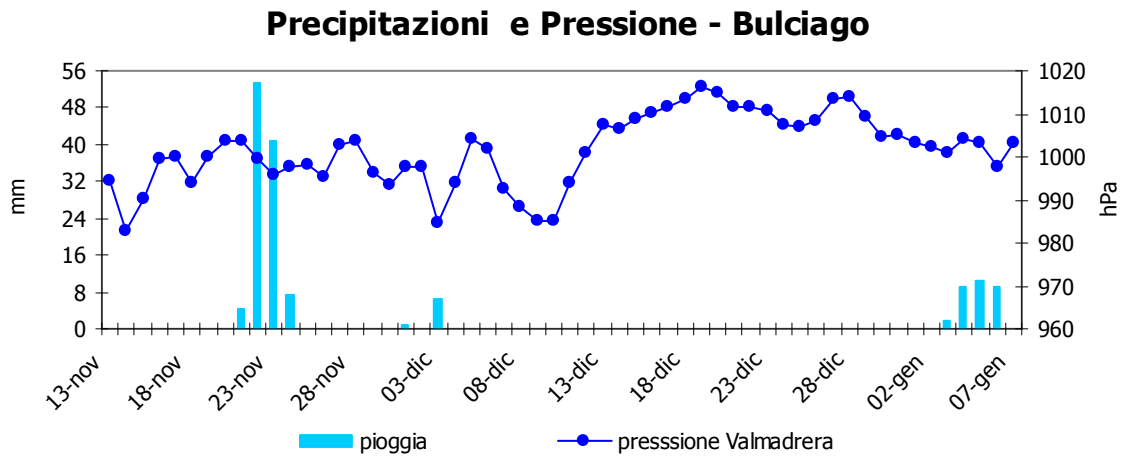
Durante la campagna di monitoraggio, la temperatura media del periodo, rilevata con la strumentazione meteo del mezzo mobile a Bulciago, è stata di 1.8 °C, oscillando da una media giornaliera di 8.6 °C del 26 novembre ad una di -3.5 °C del 18 dicembre. La radiazione solare massima sul periodo è stata di 460 W/m², mentre l'umidità relativa media è stata del 77%. La pressione media sul periodo, è stata di 1001 hPa. In totale, nel periodo della campagna, sono caduti 144.2 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.

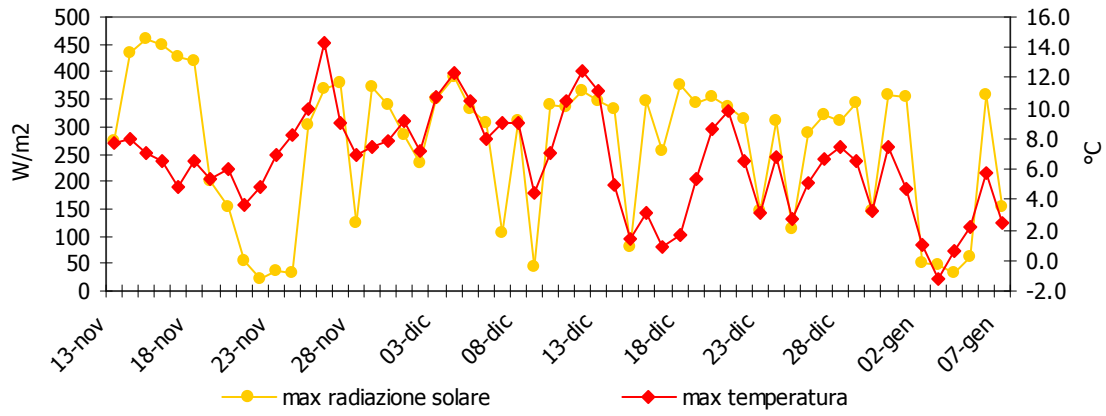
Si riportano gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati nel periodo di misura presso Bulciago

- Precipitazione (cumulata giornaliera in mm) e Pressione (media giornaliera in hPa)
- Radiazione solare media (W/m²) e Temperatura (media giornaliera in C°)
- Umidità Relativa – media giornaliera (%)

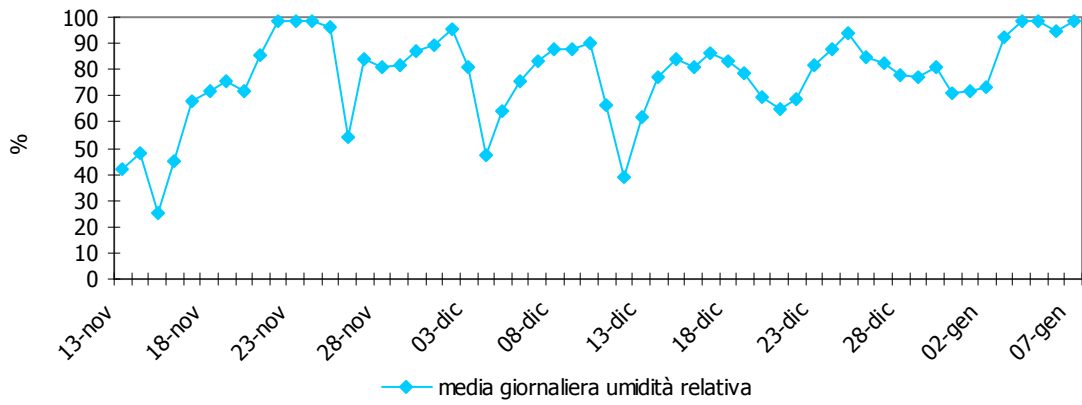
Figura 5. Andamenti dei principali parametri meteorologici durante la campagna di monitoraggio.



Radiazione Solare e Temperatura - Bulciago



Umidità relativa - Bulciago



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 (SO₂), ossidi di azoto (NO ed NO₂), ozono (O₃), monossido di carbonio (CO), benzene, tolueni e xileni (BTX) oltre alla misura giornaliera del particolato fine (PM₁₀ e PM_{2.5}).

Come descritto nel capitolo **Normativa**, il D.M. 60 del 02.04.02 stabilisce, per SO₂, NO₂, CO e PM₁₀, 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 e Lecco (solo per il biossido di zolfo). (Vedi tabella 5)

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.

SO₂

Le concentrazioni di biossido di zolfo registrate durante la campagna a Bulciago sono state contenute: il valore medio sul periodo e la concentrazione massima oraria sono risultati rispettivamente pari a 7 µg/m³ e 19 µg/m³. I valori si sono dunque mantenuti ben al di sotto del limite normativo, che fissa la soglia delle medie giornaliere a 125 µg/m³ (figura 6). Confrontandoli con i valori riscontrati presso la centralina di Lecco via Amendola, non si osservano differenze significative.

Analizzando l'andamento dei livelli di concentrazione durante l'arco delle ventiquattro ore si nota che non si hanno delle differenze significative tra l'andamento dell'inquinante nei giorni feriali e quello dei festivi.

CO

Durante tutta la campagna di monitoraggio i livelli di monossido di carbonio misurati a Bulciago si sono mantenuti sempre bassi e ben al di sotto dei limiti normativi. Infatti la massima media oraria è stata di 2.2 mg/m³. Nelle figure 7 sono mostrati gli andamenti di questo inquinante.

Nel grafico del giorno tipo si osserva il tipico andamento bimodale legato ai flussi di traffico, in particolare si nota una lieve differenza tra l'andamento nei giorni feriali e sabato-festivi, legato alla diversa circolazione.

Il valore medio sul periodo ed il valore massimo orario a Bulciago sono del tutto analoghi a quelli registrati a Valmadrera, stazione situata in un luogo con caratteristiche analoghe a quello di Bulciago (tabella 5).

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 $306 \mu\text{g}/\text{m}^3$, rilevato alle ore 20.00 del 7 dicembre 2007, e una concentrazione media sul periodo di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Non si osservano differenze tra gli andamenti dei vari giorni tipo: le concentrazioni risultano essere basse ed abbastanza uniformi su tutto l'arco della giornata.

NO₂

La concentrazione media sul periodo di biossido di azoto si è attestata su $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre la concentrazione massima oraria è stata di $111 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Durante il periodo del monitoraggio pertanto non è mai stato superato il valore limite normativo di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dallo studio dei livelli di concentrazione nel grafico del Giorno tipo, si osserva un andamento bimodale con un picco più elevato nelle ore serali, che risulta essere meno significativo durante i giorni festivi. Dalla tabella 5, si evidenzia che le concentrazioni di NO₂ misurate a Bulciago risultano essere analoghe a quelle misurate a Valmadrera dove la tipologia di sito è lo stesso, mentre sono più basse rispetto a Nibionno e Merate, stazioni in prossimità di arterie stradali molto trafficate.

O₃

Il periodo critico per l'ozono è la stagione estiva, in quanto 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_x) 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. Pertanto nel periodo in cui è stata effettuata la campagna non si sono registrati valori elevati di O₃: il valore medio è risultato uguale a $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il valore massimo orario e il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente uguali a $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Non sono stati registrati superamenti del valore della soglia di informazione e del valore bersaglio per la protezione della salute umana.

Benzene

Il **benzene**, come si osserva nel grafico del giorno tipo (figura 11), ha un andamento temporale bimodale, analogo a quello dei flussi di traffico. Infatti 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 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre quello massimo orario di $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valori del tutto simili a quelli misurati presso la stazione fissa di Lecco.

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 $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre quello massimo orario di $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valori del tutto simili a quelli misurati presso la stazione fissa di Lecco.

Xileni

Il valore medio degli **xileni** rilevati su tutto il periodo della campagna è stato di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre quello massimo orario di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valori del tutto simili a quelli misurati presso la stazione fissa di Lecco.

Particolato Fine

Le misurazioni di **PM₁₀** e di **PM_{2.5}** sono state effettuate con un campionatore sequenziale e successiva pesata gravimetrica; questo tipo di strumento è programmato per fornire dati giornalieri. Il campionamento, iniziato il 15 novembre 2007 e terminato il 13 dicembre 2007, è stato poi prolungato di altre 2 settimane.

Durante il periodo di misura, le concentrazioni giornaliere di **PM₁₀** sono state molto elevate, superando più giorni il livello di attenzione ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Questi superamenti sono dipesi dalla situazione meteorologica, contraddistinta da giornate prevalentemente serene, con calme di vento, persistenti inversioni termiche e gelate notturne, condizioni che non hanno permesso il rimescolamento delle polveri ed in generale degli inquinanti atmosferici.

Il **PM_{2.5}** 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 **PM₁₀**.

Su tutto il periodo di campionamento, la media delle concentrazioni giornaliere è stata di $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Monossido di carbonio Concentrazione media 8 h

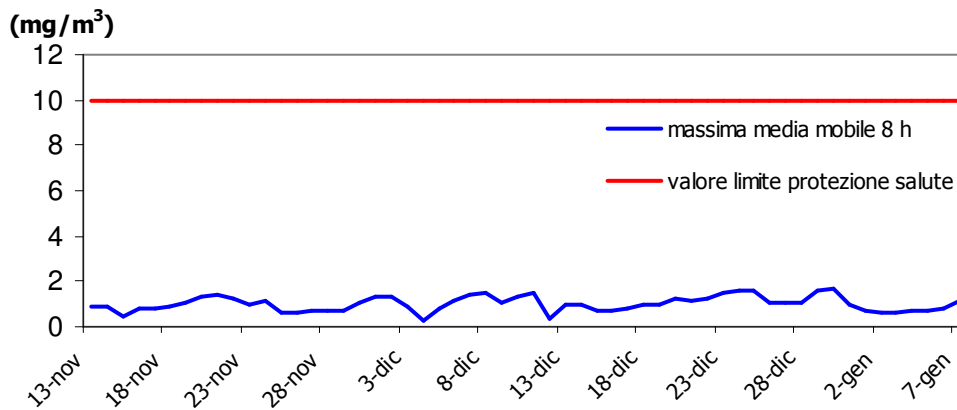
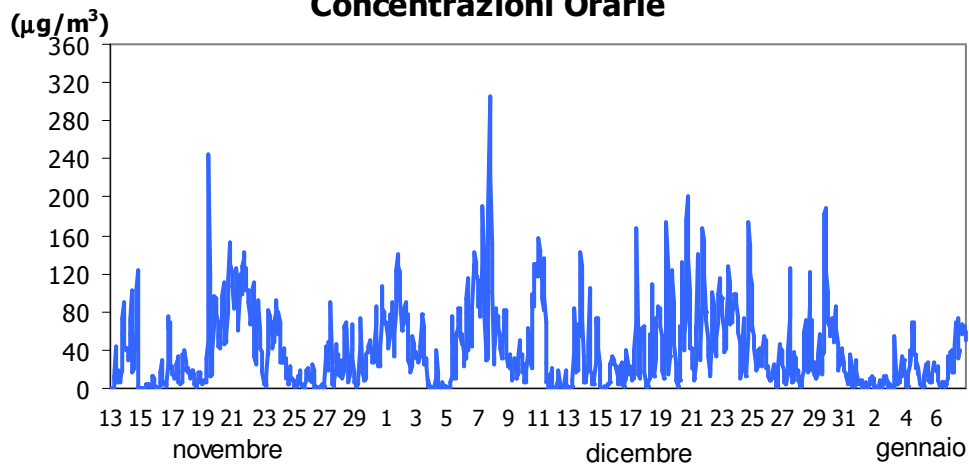
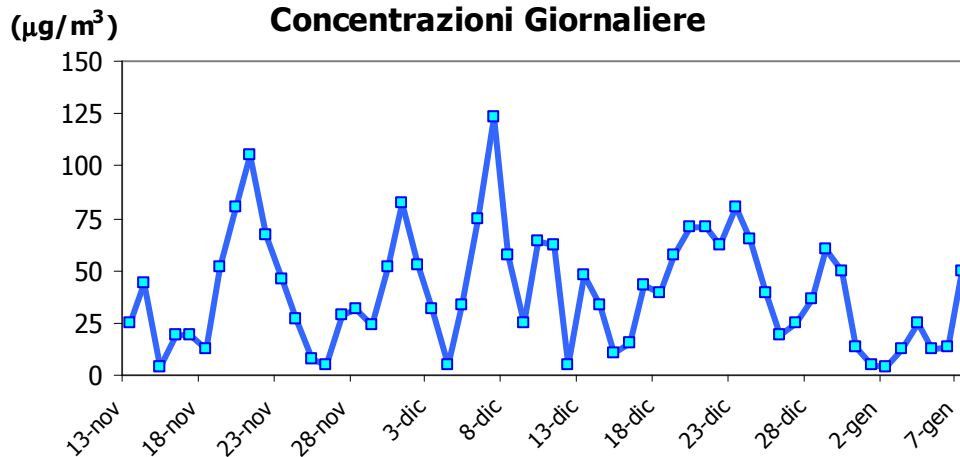


Figura 8. **NO**: Concentrazioni medie orarie, giorno tipo e medie giornaliere.

Monossido di azoto Concentrazioni Orarie



Monossido di azoto Concentrazioni Giornaliere



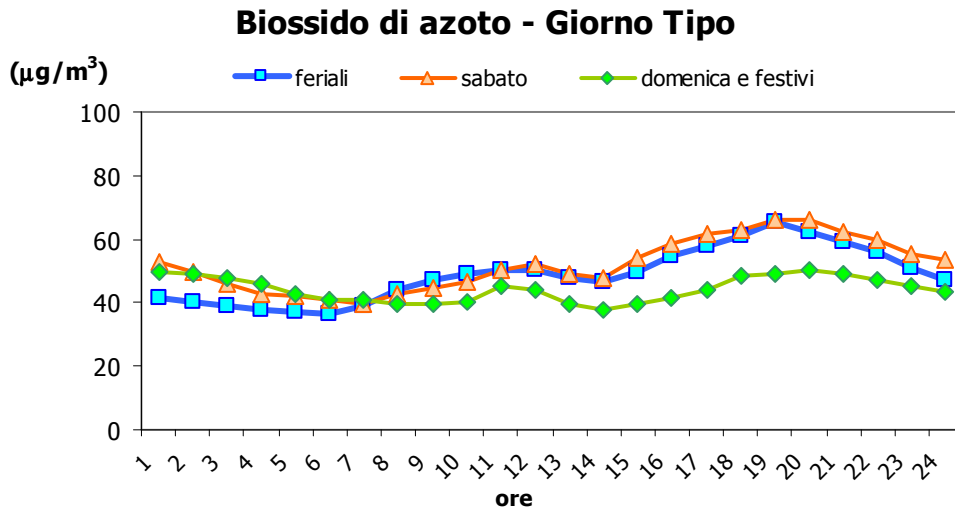
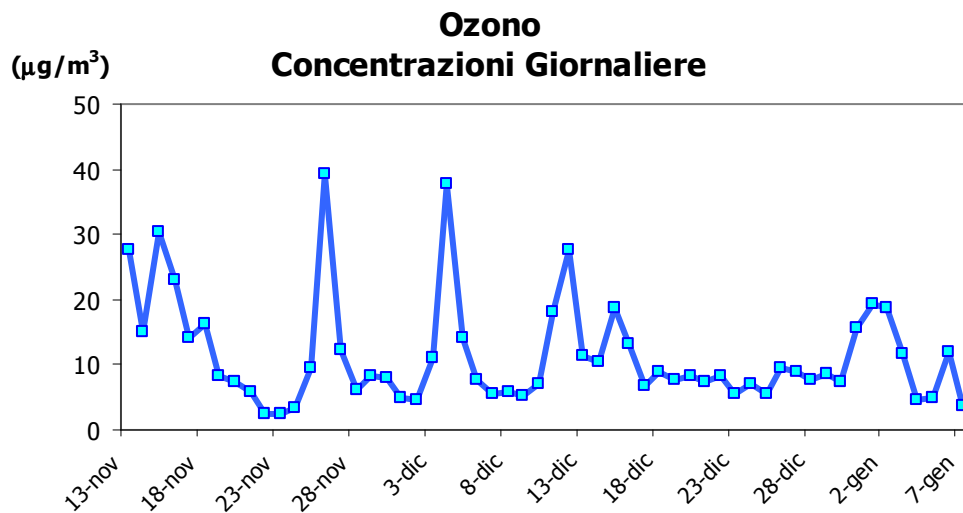
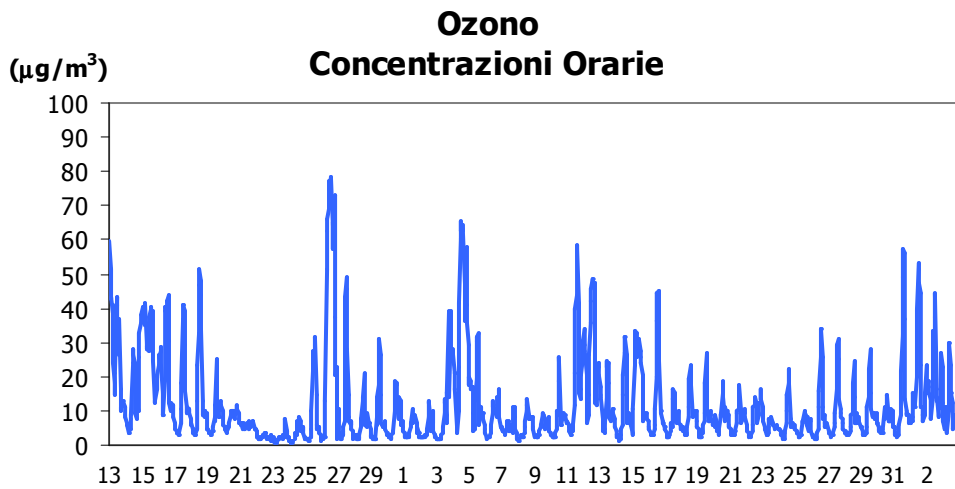


Figura 10. O_3 : Concentrazioni medie orarie, giorno tipo, medie giornaliere e media mobile su 8 ore.



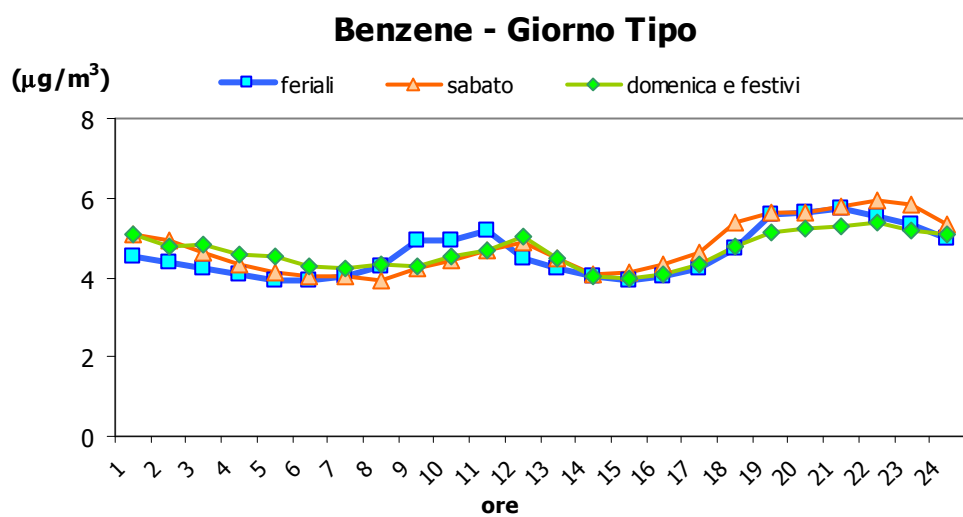
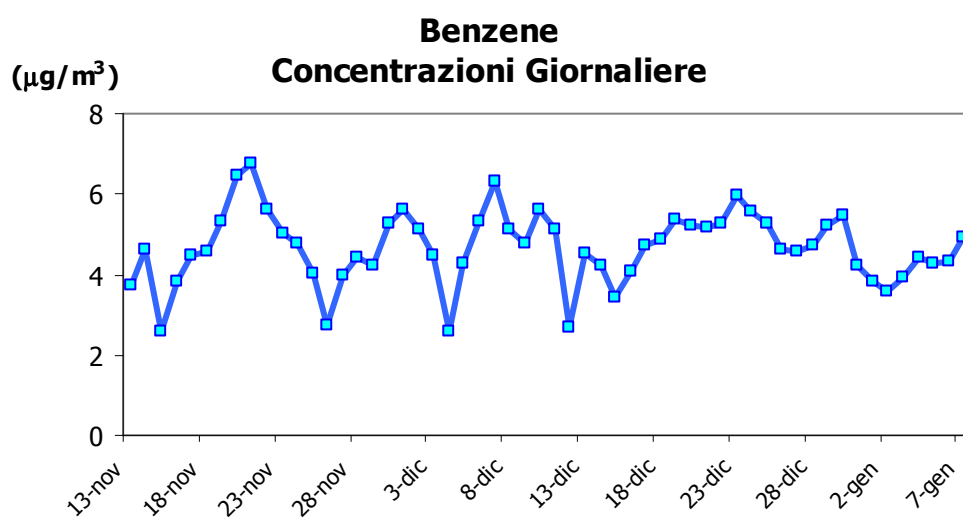
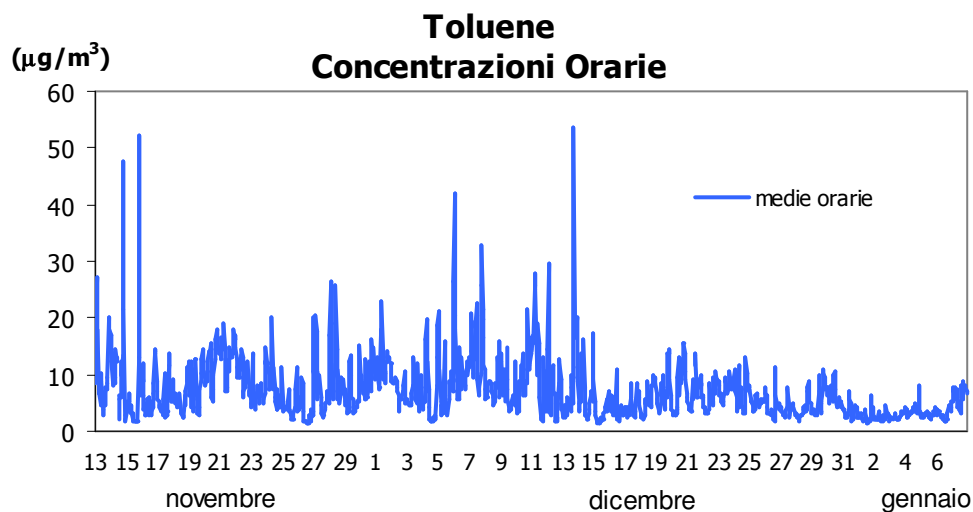


Figura 12. **Toluene**: Concentrazioni medie orarie, giorno tipo e medie giornaliere.



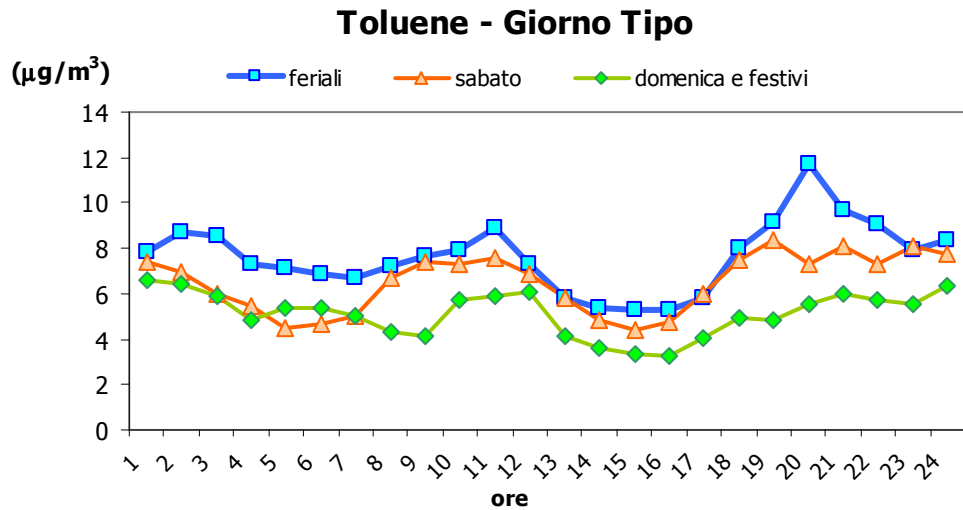
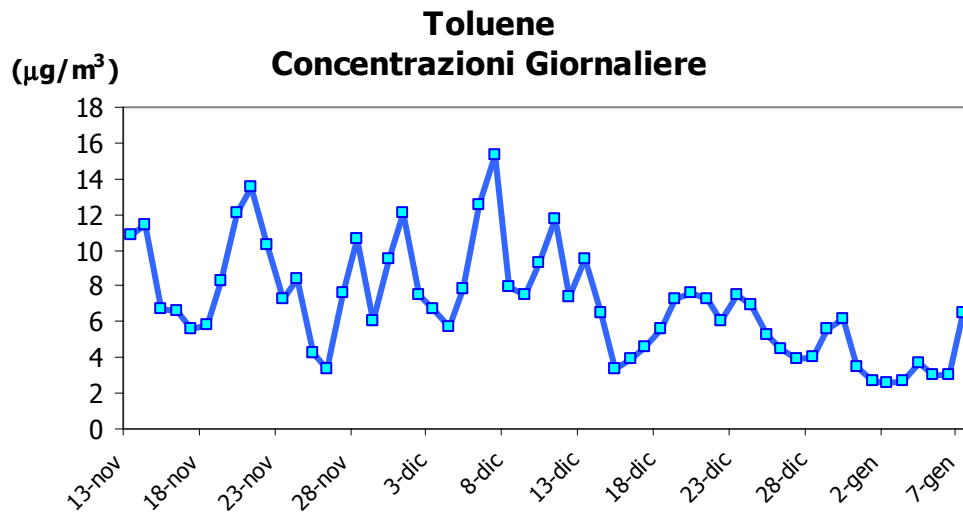
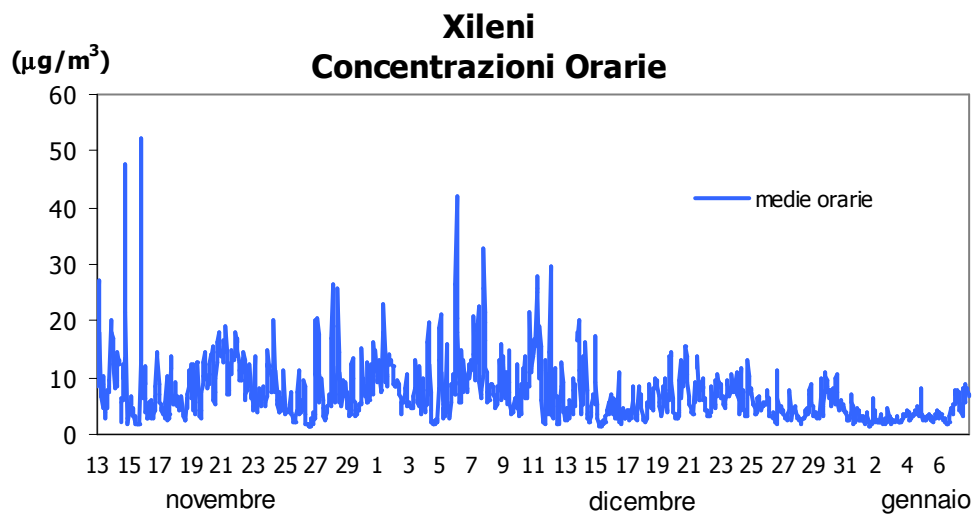


Figura 13. **Xileni**: Concentrazioni medie orarie, giorno tipo e medie giornaliere.



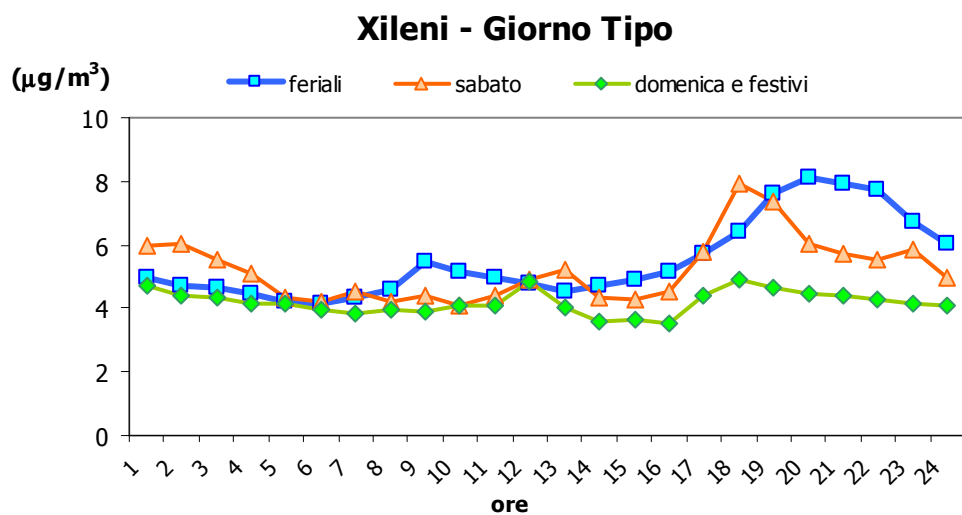
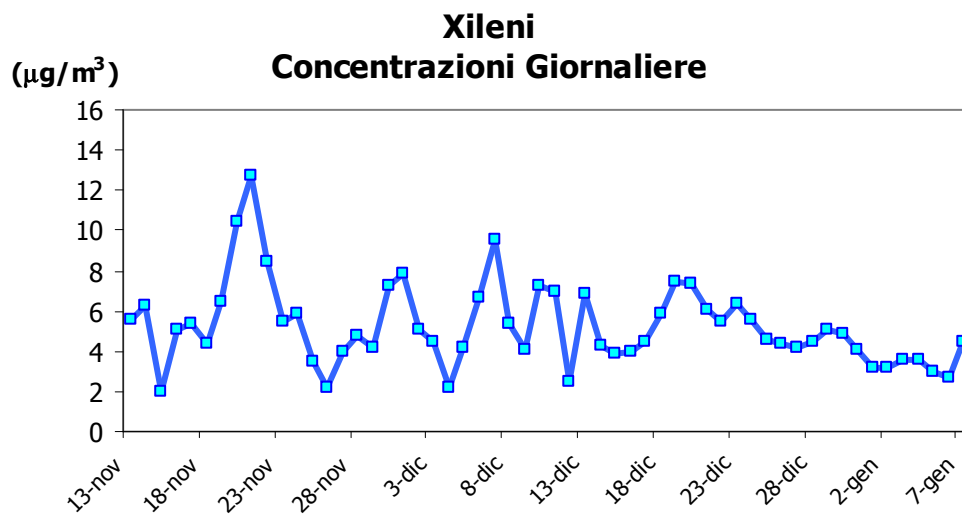


Figura 14. **PM₁₀**: confronto tra le concentrazioni medie giornaliere di Bulciago, di Merate e di Valmadrera nei periodi 14 nov-13-dic e 25 dic-7 gen.

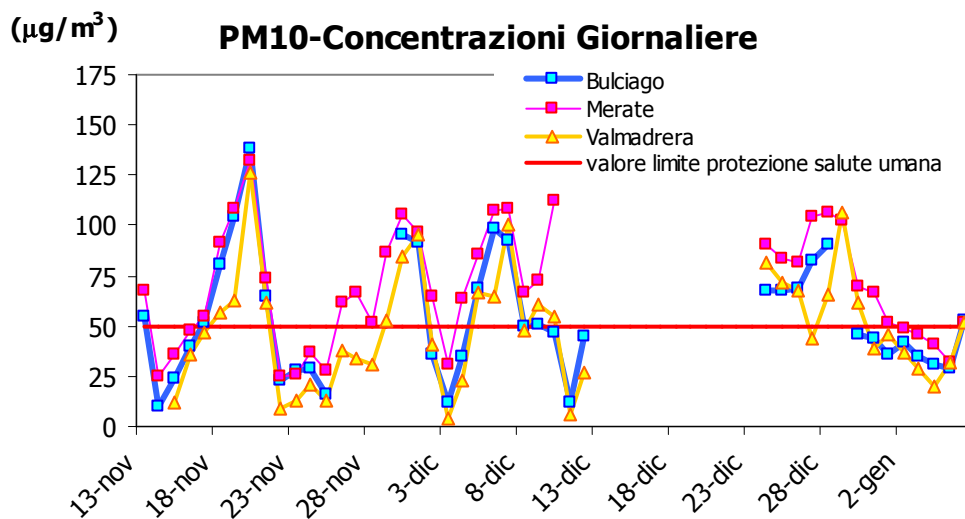
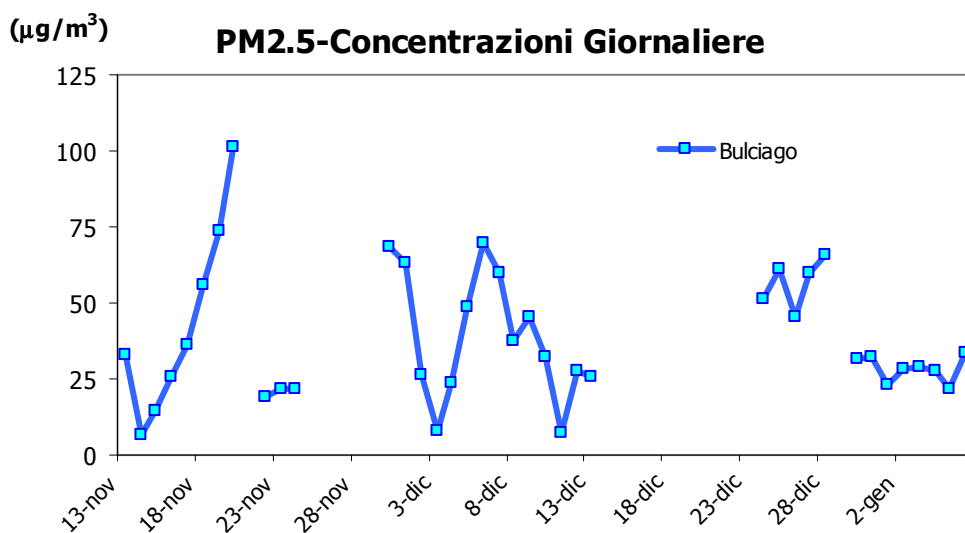


Figura 15. **PM_{2.5}**: andamento delle concentrazioni medie giornaliere di Bulciago nei periodi 14 nov-13-dic e 25 dic-7 gen.



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		
Bulciago	PUB	SUBURBANA	FONDO	320	13 Nov 07-7 Gen 08
Nibionno	PUB	SUBURBANA	TRAFFICO	310	Stazione Fissa
Merate	PUB	URBANA	TRAFFICO	292	Stazione Fissa
Lecco	PUB	URBANA	TRAFFICO	214	Stazione Fissa
Valmadrera	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 SO₂, CO, NO₂, O₃, PM₁₀, 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

SO₂	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 1 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione	Periodo
Bulciago	100	7	19	0	13/11/2007 – 07/01/2008
Lecco	100	7	15	0	

CO	% Rend.	Media (mg/m ³)	Max Media 1 h (mg/m ³)	Max Media 8 h (mg/m ³)	Nr. giorni sup. Liv. Attenzione	Periodo
Bulciago	100	0.6	2.2	1.7	0	13/11/2007 – 07/01/2008
Valmadrera	100	0.8	2.1	2.0	0	

NO₂	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 1 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione	Periodo
Bulciago	100	48	111	0	13/11/2007 – 07/01/2008
Nibionno	100	70	309	6	
Merate	100	81	218	0	
Valmadrera	100	51	113	0	

O₃	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 1 h (µg/m ³)	Max Media 8 h (µg/m ³)	Nr. giorni sup. Liv. Informazione	Periodo
Bulciago	100	11	78	71	0	13/11/2007 – 07/01/2008
Nibionno	98	18	94	91	0	
Merate	100	8	68	61	0	
Valmadrera	97	16	94	91	0	

Benzene	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max Media 1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo
Bulciago	100	5	22	13/11/2007 – 07/01/2008
Lecco	100	2	26	

Toluene	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max Media 1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo
Bulciago	100	7	54	13/11/2007 – 07/01/2008
Lecco	100	7	40	

Xileni	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max Media 1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo
Bulciago	100	5	30	13/11/2007 – 07/01/2008
Lecco	100	4	62	

PM₁₀	% 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
Bulciago	89	54	138	18	14/11/2007 – 13/12/2007 24/12/2007 – 07/01/2008
Merate	95	69	132	30	
Valmadrera	95	49	126	19	

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.

- Le concentrazioni di **SO₂**, misurate in questi ultimi anni in tutta la provincia di Lecco, sono molto basse. Questo è stato confermato anche dalle misure effettuate a Bulciago.
- I valori medi di **CO** sono confrontabili con quelli misurati nella postazione fissa di Valmadrera. Sono estremamente bassi nonostante la vicinanza con importanti arterie di traffico e risultano inferiori ai limiti di legge.
- L'**NO₂** rilevato presso Bulciaghetto risulta essere confrontabile con quello misurato nella stazione della rete di monitoraggio della qualità dell'aria di Valmadrera, e quasi sempre inferiore di quello registrato a Nibionno e Merate. Solo nel sito di Nibionno è stato superato il limite normativo.
- I valori e gli andamenti dell'**O₃** sono risultati confrontabili con quelli rilevati nelle altre postazioni considerate. Non sono stati registrati superamenti dei limiti di legge.
- Il valore medio di **benzene** rilevato durante l'intera campagna, è stato di 5 µg/m³. La media relativa al periodo di misura, è in linea con il valore obiettivo sull'anno civile stabilito dal DM 60/02, pari a 5 µg/m³.
- Non esiste un limite di legge per **toluene** e **xileni** per la qualità dell'aria. D'altra parte i valori medi misurati sono di gran lunga inferiori rispetto a quelli introdotti dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità.
- Durante la campagna, l'unico inquinante ad aver superato il limite di protezione della salute umana, fissato a 50 µg/m³, è il **PM₁₀**: il numero di giorni di superamento è stato di 18 su 43. I superamenti del limite normativo si sono verificati in concomitanza di una situazione meteo sfavorevole alla dispersione degli inquinanti.

Gli episodi di criticità per il PM₁₀ non risultano essere propri del sito di monitoraggio, ma interessano una vasta area della Pianura Padana. Infatti l'accumulo delle polveri fini nei bassi strati atmosferici durante la stagione fredda, e il conseguente superamento del valore limite normativo, è modulato principalmente dalle condizioni climatiche che si instaurano sulla pianura lombarda in inverno, oltre alle caratteristiche geografiche della regione. Durante le fasi di stabilità atmosferica le calme di vento e il raffreddamento radiativo del suolo determinano una diminuzione delle capacità dispersive dell'atmosfera, favorendo l'accumulo dei inquinanti al suolo.

Ringraziamenti

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