



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Laboratorio Mobile
Campagna di Misura della Qualità dell'Aria
COMUNE DI CERNUSCO LOMBARDO
seconda parte

22/10/2010 - 27/11/2010

Campagna di Misura della Qualità dell'Aria
COMUNE DI CERNUSCO LOMBARDONE
seconda parte

Gestione e Manutenzione Tecnica della strumentazione

P.I. Luca Vergani

Relazione *redatta da*

Dott.ssa Laura Carroccio

Dott.ssa Anna De Martini

Approvata da

Responsabile U.O. Monitoraggi e Sistemi Ambientali

Dott. Maurizio Maierna

Premessa

Nella presente relazione, si discutono i risultati relativi alla seconda parte della campagna 2010 svolta nel Comune di Cernusco Lombardone per il monitoraggio della qualità dell'aria. La prima parte è stata svolta nei mesi di marzo-aprile.

Campagna di Misura della Qualità dell' Aria

COMUNE DI CERNUSCO LOMBARDONE
seconda parte

<i>Introduzione</i>	pag. 3
Laboratorio Mobile.....	pag. 3
I principali inquinanti atmosferici.....	pag. 4
Normativa.....	pag. 6
<i>Campagna di Misura</i>	
Sito di Misura.....	pag. 8
Emissioni sul territorio.....	pag. 9
Situazione meteorologica nel periodo di misura.....	pag. 12
Andamento inquinanti nel periodo di misura e confronto con i dati rilevati da postazioni fisse.....	pag. 16
Conclusioni.....	pag. 27
 <i>Allegato Dati Orari</i>	 pag. 28

Introduzione

La campagna di misura nel comune di Cernusco Lombardone è stata condotta dal Dipartimento di Lecco dell'ARPA Lombardia. Lo scopo della campagna è il monitoraggio della qualità dell'aria nel territorio comunale. Analogamente alla prima fase di campionamento, il laboratorio mobile è stato posizionato all'interno dell'area verde limitrofa al parcheggio delle scuole elementari comunali, in via A. Pirovano.

Sono stati monitorati i seguenti inquinanti:

- Monossido di Carbonio (CO);
- Biossido di Zolfo (SO₂);
- Ossidi di Azoto (NO_x);
- Ozono (O₃);
- PM₁₀
- PM_{2.5}

Inoltre, il mezzo dispone della strumentazione necessaria alla misura di parametri meteo.

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 (Dlgs. 155 del 13 agosto 2010).

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

- il CO deve essere prelevato a 1.6 metri dal suolo (altezza uomo) e a non più di 5 metri dal ciglio della strada;
- le sonde per il prelievo di SO₂, NO_x, O₃ e PM₁₀ e PM_{2.5} sono poste tra 1.5 e 4 metri 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, pioggia, umidità relativa).

Il sito di misura prescelto rispetta i criteri di rappresentatività indicati per il posizionamento delle cabine fisse di rilevamento negli Allegati III, IV, VIII del Dlgs. 155 del 13 agosto 2010.

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 $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a $2.5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$). In tabella 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

Tabella 1. Note: * = Inquinante Primario, ** = Inquinante Secondario

Normativa

Il nuovo D.Lgs. 155 del 13/08/2010 recepisce la normativa precedente riguardo i principali inquinanti atmosferici (D.P.C.M. 28/3/83 – D.P.R. 203/88 – D.M. 25/11/94 – D.M. 60/02 - D. Lgs. 183/04), ed al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente, stabilisce limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi.

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.

Tabella 2: Limiti di legge

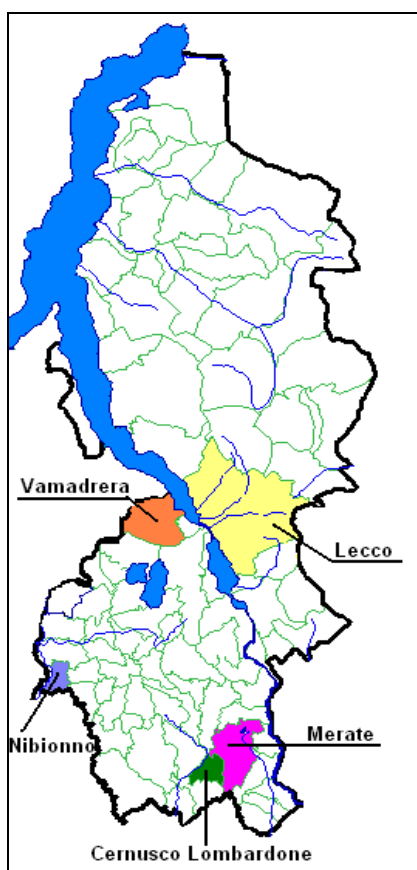
Biossido di Zolfo	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile)	350	1 ora
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile)	125	24 ore
Valore limite protezione ecosistemi	20	Anno civile e inverno (1 ott – 31 mar)
Soglia di allarme	500	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)
Biossido di Azoto	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione
Standard di qualità (98° percentile rilevato durante l'anno civile)	200	1 ora
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	200	1 ora
Valore limite protezione salute umana	40	Anno civile
Soglia di allarme	400	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)
Monossido di Carbonio	Valore Limite (mg/m^3)	Periodo di mediazione
Valore limite protezione salute umana	10	8 ore
Ozono	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	120	8 ore
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	18000	AOT40 (mag-lug) su 5 anni
Soglia di informazione	180	1 ora
Soglia di allarme	240	1 ora

Particolato Fine PM10	Valore limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione
	Valore limite (da non superare più di 35 volte per anno civile) 50	24 ore
	Valore limite 40	Anno civile
Particolato Fine PM2.5	Valore limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione
	Da raggiungere nel 2015 25	Anno civile

Sito di Misura

Il comune di Cernusco Lombardone è situato nella Brianza sud-orientale. Sul suo territorio scorrono due torrenti, che lo attraversano da Nord a Sud: la Molgora e il Curone. Circa un terzo del comune è inoltre compreso nel perimetro del Parco Regionale di Montevecchia - Valle del Curone. Si può considerare Cernusco Lombardone quasi un continuo urbano con Merate e con Osnago.

L'economia locale è simile a quella degli altri paesi della Brianza: vi operano numerose aziende nei settori industriale, commerciale e terziario, ma ospita anche diverse aziende agricole specializzate, in particolare nel settore orticolo e florovivaistico.



Alcuni dati

Comune di Cernusco Lombardone

Superficie : 3,78 km²

Altitudine : 267 m s.l.m. (min 242, max 286)

N. abitanti : 3865 (ISTAT 2009)

Densità abitativa: 1.022 ab/ km²

● Posizionamento del mezzo mobile

Il campionamento è stato effettuato all'interno dell'area verde adiacente a via Alessandro Pirovano, vicino alle scuole comunali. Si tratta di un'area sufficientemente aperta, in prossimità di Viale Europa, e della SP 342 percorsa in entrambi i sensi di marcia da traffico intenso.

Emissioni sul territorio

Per la stima delle principali sorgenti emissive sul territorio comunale di Cernusco Lombardone è stato utilizzato l'inventario regionale delle emissioni, INEMAR (Inventario Emissioni Aria), nella sua versione più recente, riferita all'anno 2007.

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 (SO₂)
- Ossidi di Azoto (NO_x)
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMCOV)
- Metano (CH₄)
- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Carbonio (CO₂)
- Ammoniaca (NH₃)
- Protossido di Azoto (N₂O)
- 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/webdata/main.seam>.

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.

Le emissioni di **Biossido di Zolfo (SO₂)** derivano, principalmente, dai processi legati alla combustione non industriale, cioè al riscaldamento domestico (0.9 t/anno circa il 69% del totale), ma anche dal trasporto su strada (0.3 t/anno) a altre sorgenti mobili e macchinari (0.1 t/anno).

Gli stessi macrosettori sono le sorgenti emissive principali di **Monossido di Carbonio (CO)**. Infatti, il trasporto su strada contribuisce con 64 t/anno su di un totale di 112.1 t/anno, pari al 57%. La combustione non industriale contribuisce con 45 t/anno e concorre pertanto per il 40%.

Le emissioni di **Ossidi di Azoto (NO_x)** sono in gran parte dovute al trasporto su strada. La quantità procurata da questo macrosettore nel Comune è pari a 49.3 t/anno, ovvero il 77% del totale. Gli altri macrosettori che concorrono maggiormente alle emissioni degli NO_x sono: la combustione non industriale con 8.7 t/anno (14%) e la combustione nell'industria con 2.4 t/anno pari al 4% delle emissioni totali.

La principale sorgente emissiva dei **Composti Organici Volatili (COV)** nel comune di Cernusco Lombardone è l'uso di solventi (63 t/anno, 65%).

Per il **Particolato Fine (PM₁₀)** la principale fonte di inquinamento è il trasporto su strada con 3.6 t/anno (56%) mentre la combustione non industriale influisce con 2 t/anno pari al 31% del totale dalle emissioni di questo inquinante, che nel 2007 è risultato di 6.5 t. Si riportano in tabella i valori assoluti e percentuali delle stime relative ai principali inquinanti emessi dai diversi tipi di

sorgente all'interno del comune di Cernusco Lombardone. Per un confronto si riportano anche le stime riferite all'intera Provincia di Lecco.

ARPA Lombardia - Regione Lombardia. Inemar 2007. Emissioni Cernusco Lombardone 2007

MACROSETTORE	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq	Precurs. O ₃	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	0.9	8.7	9.8	3.2	45.0	11.4	0.8	0.1	2.0	2.0	2.1	11.7	25.4	0.2
Combustione nell'industria	0.0	2.4	0.2	0.1	0.8	2.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	3.2	0.1
Processi produttivi			1.8						0.0	0.0	0.0		1.8	
Estrazione e distribuzione combustibili			5.0	38.8								0.8	5.6	
Uso di solventi			63.0						0.0	0.0	0.0	0.4	63.0	
Trasporto su strada	0.3	49.3	14.2	1.0	64.0	10.8	0.3	1.0	2.9	3.6	4.4	10.9	81.4	1.1
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.1	3.6	0.7	0.0	2.0	0.3	0.1	0.0	0.5	0.5	0.5	0.3	5.4	0.1
Trattamento e smaltimento rifiuti		0.0	0.0	0.0	0.0				0.0	0.0	0.0		0.0	
Agricoltura		0.0	0.0	21.6			1.2	9.0	0.0	0.0	0.1	0.8	0.3	0.5
Altre sorgenti e assorbimenti			1.9		0.3				0.2	0.2	0.2		1.9	
Totale	1.3	64.0	96.7	64.7	112.1	24.8	2.6	10.0	5.6	6.5	7.5	27.4	188.1	2.0

Distribuzione percentuale delle emissioni nel comune di Cernusco Lombardone nel 2007

MACROSETTORE	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq	Precurs. O ₃	Tot. acidif. (H ⁺)
Produzione energia e trasform. combustibili														
Combustione non industriale	69 %	14 %	10 %	5 %	40 %	46 %	32 %	1 %	35 %	31 %	28 %	43 %	14 %	11 %
Combustione nell'industria	1 %	4 %	0 %	0 %	1 %	9 %	4 %	0 %	0 %	0 %	0 %	9 %	2 %	3 %
Processi produttivi			2 %						0 %	0 %	0 %		1 %	
Estrazione e distribuzione combustibili			5 %	60 %								3 %	3 %	
Uso di solventi			65 %						0 %	1 %	1 %	2 %	34 %	
Trasporto su strada	26 %	77 %	15 %	2 %	57 %	44 %	13 %	10 %	52 %	56 %	59 %	40 %	43 %	56 %
Altre sorgenti mobili e macchinari	4 %	6 %	1 %	0 %	2 %	1 %	5 %	0 %	8 %	7 %	7 %	1 %	3 %	4 %
Trattamento e smaltimento rifiuti		0 %	0 %	0 %	0 %				0 %	0 %	0 %		0 %	
Agricoltura		0 %	0 %	33 %			46 %	90 %	0 %	1 %	1 %	3 %	0 %	26 %
Altre sorgenti e assorbimenti			2 %		0 %				4 %	3 %	3 %		1 %	
Totale	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

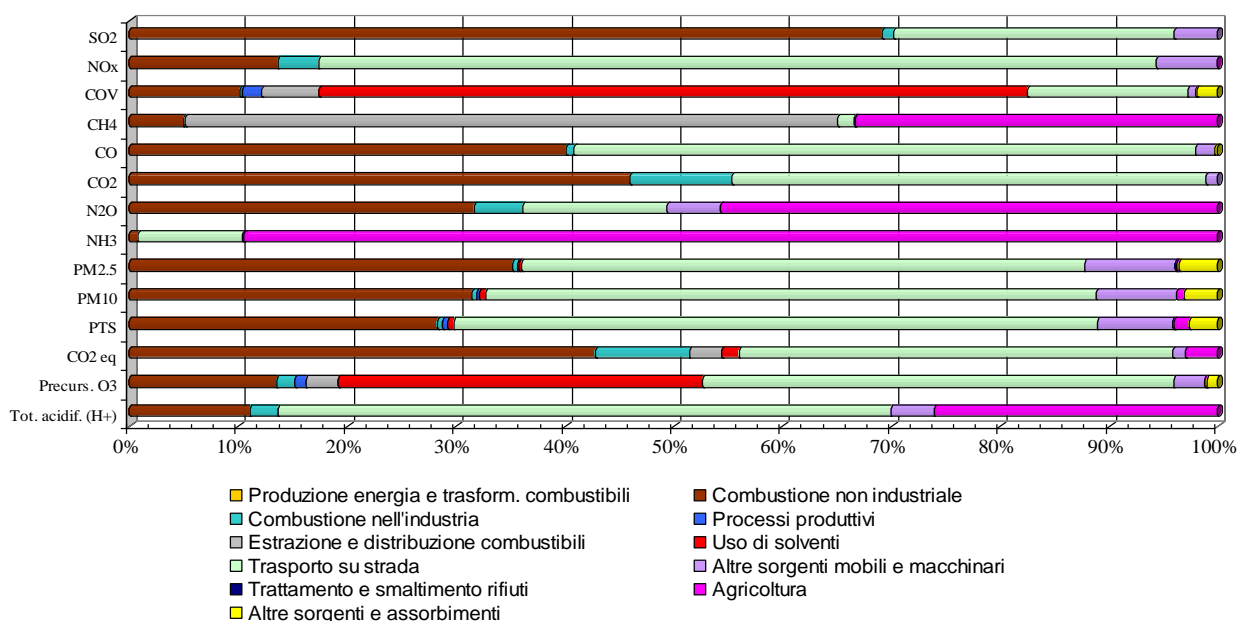
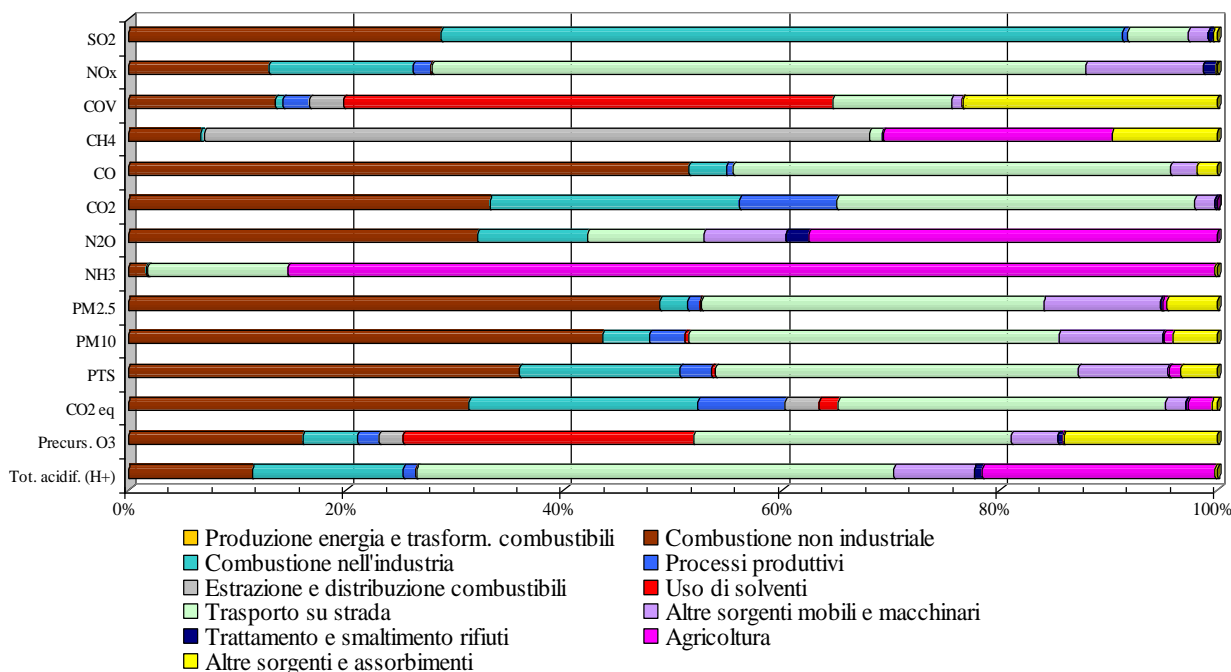


Figura 1: Ripartizione delle emissioni nel territorio di Cernusco Lombardone

ARPA Lombardia - Regione Lombardia. Emissioni in provincia di Lecco nel 2007 - public review

MACROSETTORE	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq	Precurs. O ₃	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	106	569	1,299	358	5,452	662	64	10	266	275	286	689	2,598	16
Combustione nell'industria	230	580	66	19	368	458	20	0.7	14	27	117	464	814	20
Processi produttivi	1.6	70	236	1.2	63	177		0.0	6.1	20	23	177	329	1.6
Estrazione e distribuzione combustibili			304	3,299								69	350	
Uso di solventi	0.0	6.2	4,318				0.0	0.1	1.2	2.1	2.9	37	4,326	0.1
Trasporto su strada	21	2,634	1,049	66	4,262	656	21	78	171	215	265	664	4,732	63
Altre sorgenti mobili e macchinari	6.9	477	98	2.3	252	36	15	0.0	59	60	66	41	707	11
Trattamento e smaltimento rifiuti	1.4	48	2.3	0.1	2.5	4.8	4.2	0	0.8	0.9	1.0	6.1	61	1.1
Agricoltura	0.0	0.6	0.9	1,135	0.0		74	518	2.2	5.0	8.8	47	18	31
Altre sorgenti e assorbimenti	1.3	5.9	2,249	521	196			1.3	25	26	26	11	2,285	0.2
Totale	367	4,391	9,622	5,402	10,595	1,994	198	609	546	631	796	2,206	16,219	143






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



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.

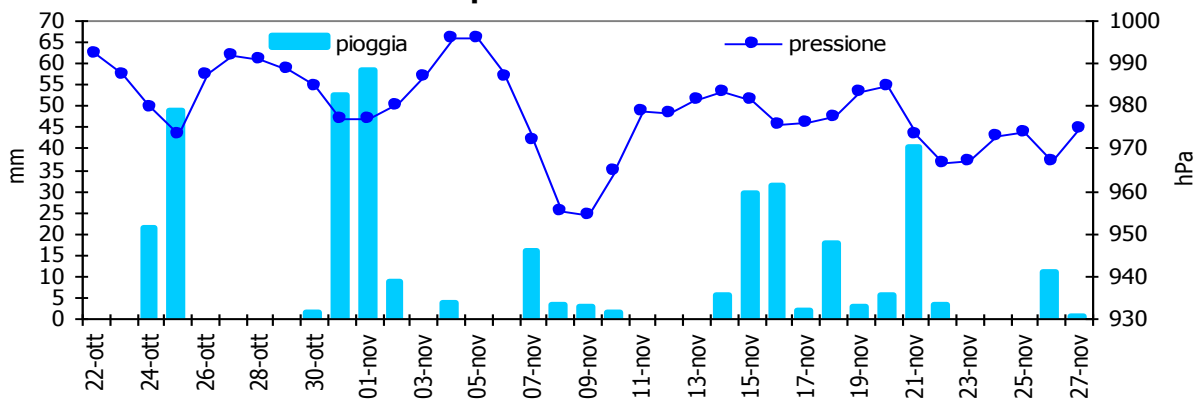
Si riporta di seguito una tabella con le principali indicazioni delle condizioni meteorologiche durante lo svolgimento della campagna campionamento.

Periodo	Situazione generale	Precipitazioni Cumulate [mm]		Temperatura	Venti
22-31 ottobre	 Perturbato	Moderate	123.8	Max=17°C Med=9 °C Min=-2 °C	deboli o moderati
1-7 novembre	 Perturbato	Deboli	86.6	Max=18 °C Med=11°C Min=6°C	deboli o moderati
8-14 novembre	 Variabile	Molto deboli	12.6	Max=15 °C Med=8°C Min=4°C	Deboli
15-21 novembre	 Perturbato	Moderate	127.8	Max=14°C Med=8°C Min=5°C	deboli o moderati
22-27 novembre	 Variabile	Molto deboli	14.4	Max=10°C Med=4°C Min=-3°C	deboli

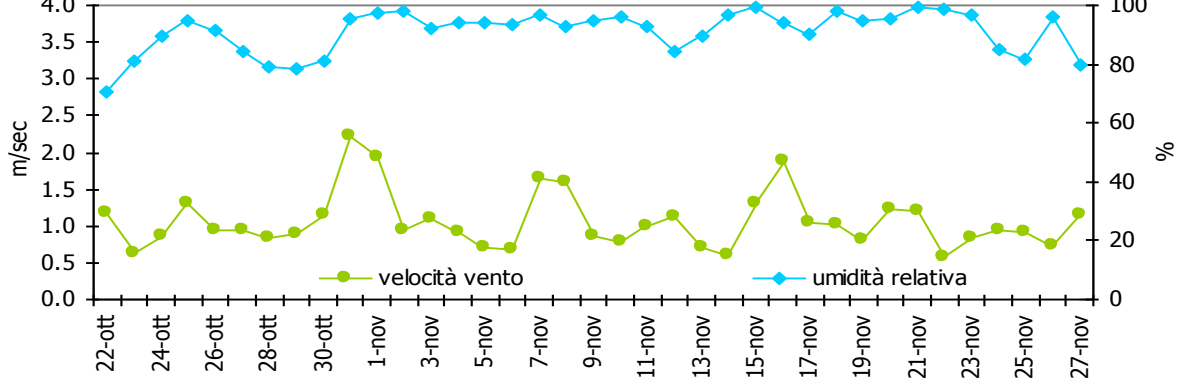
Dalla tabella e dai grafici di seguito riportati, risulta che durante tutto il periodo di monitoraggio non ci sono state significative variazioni nelle condizioni meteo. Complessivamente è stato un periodo freddo e piuttosto piovoso, caratterizzato da fasi di tempo perturbato, specialmente nei fine settimana, alternate a brevi fasi di tempo stabile. Notevole l'apporto delle precipitazioni totali. La ventilazione è stata prevalentemente di debole intensità.

Durante la campagna di monitoraggio, la temperatura media è stata di 8 °C, la minima di -3 °C e la massima di 18 °C. Il giorno più soleggiato è stato il 26 ottobre, in cui la radiazione media nelle ore tra le 8 e 18 è stata di 523 W/m². L'umidità relativa media su tutto il periodo è stata del 91%, mentre la pressione è stata di 979 hPa. In totale, nel periodo della campagna, sono caduti 365 mm di pioggia. Si riportano gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati presso Cernusco Lombardone. I valori di radiazione solare sono quelli rilevati nella stazione fissa di Valmadrera.

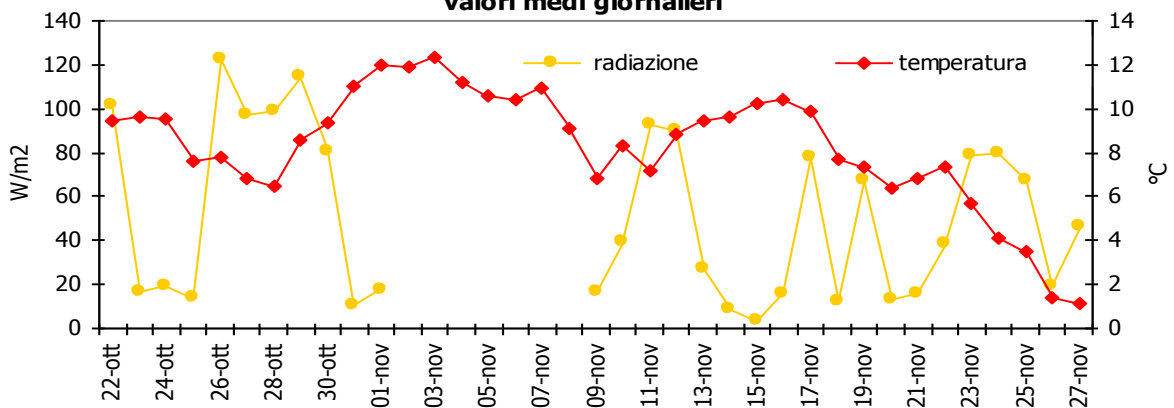
Precipitazioni e Pressione



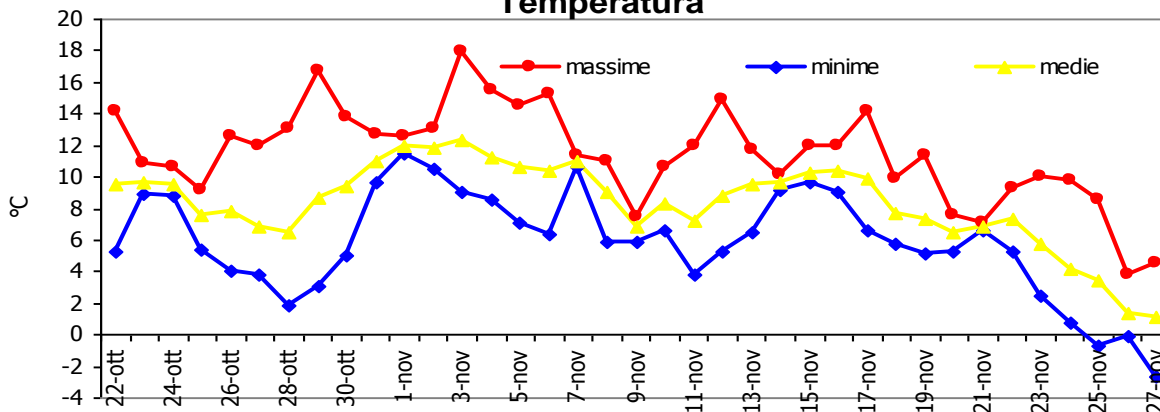
Velocità del Vento e Umidità relativa



Radiazione Solare e Temperatura valori medi giornalieri



Temperatura



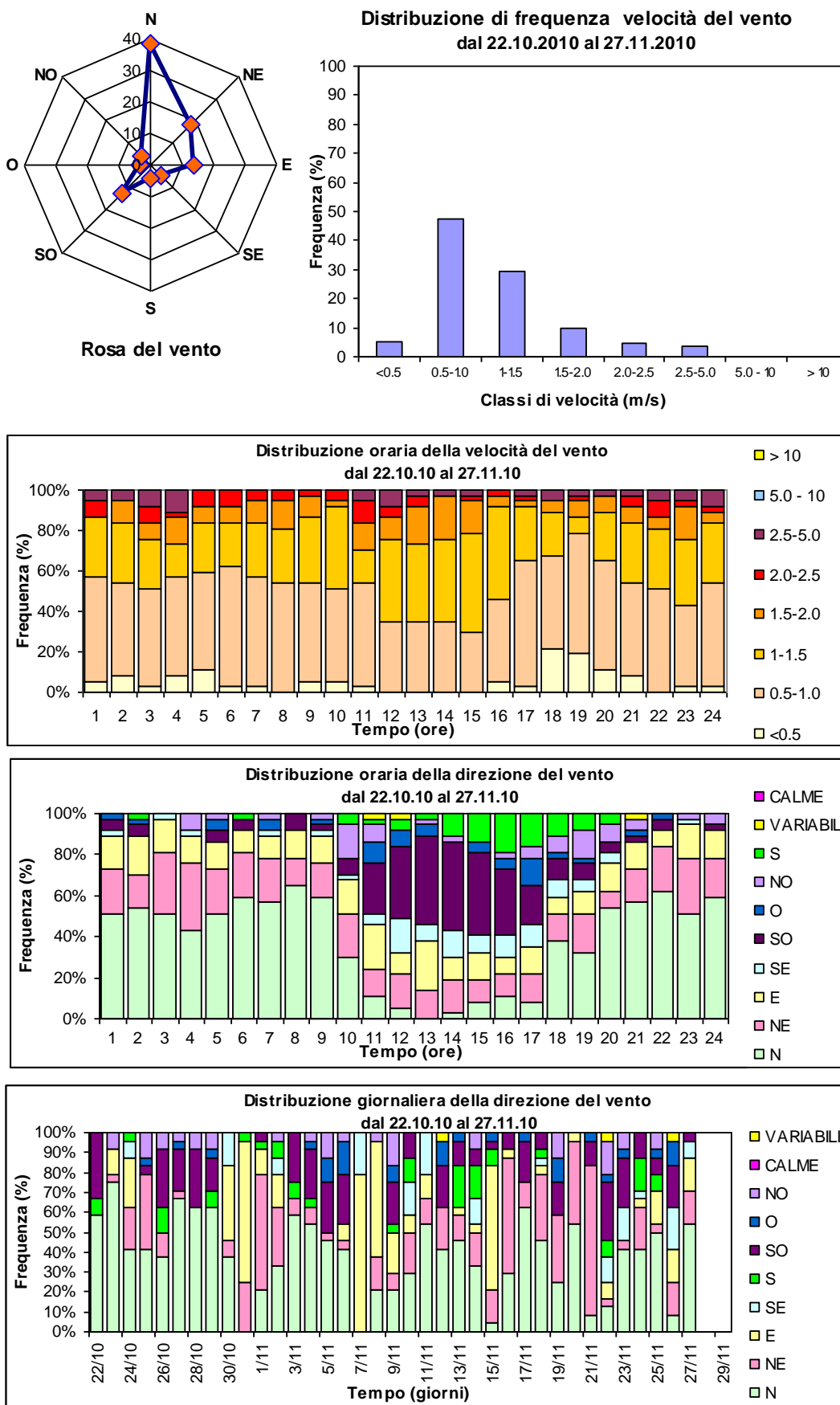


Figura 4. Andamenti dei principali parametri meteorologici durante la campagna di monitoraggio

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

I livelli di concentrazione degli inquinanti elencati saranno confrontati con i rispettivi limiti.

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 Cernusco Lombardone sono stati pertanto confrontati con quelli registrati nel medesimo periodo, dalla strumentazione presente in alcune centraline appartenenti alla rete fissa della qualità dell'aria della Provincia di Lecco.

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
Cernusco Lombardone	PUB	URBANA	FONDO	267	22/10/10 – 27/11/10
Nibionno	PUB	SUBURBANA	TRAFFICO	310	Stazione Fissa
Merate	PUB	URBANA	TRAFFICO	292	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

L'evoluzione temporale dell'inquinante monitorato è rappresentata nelle 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.

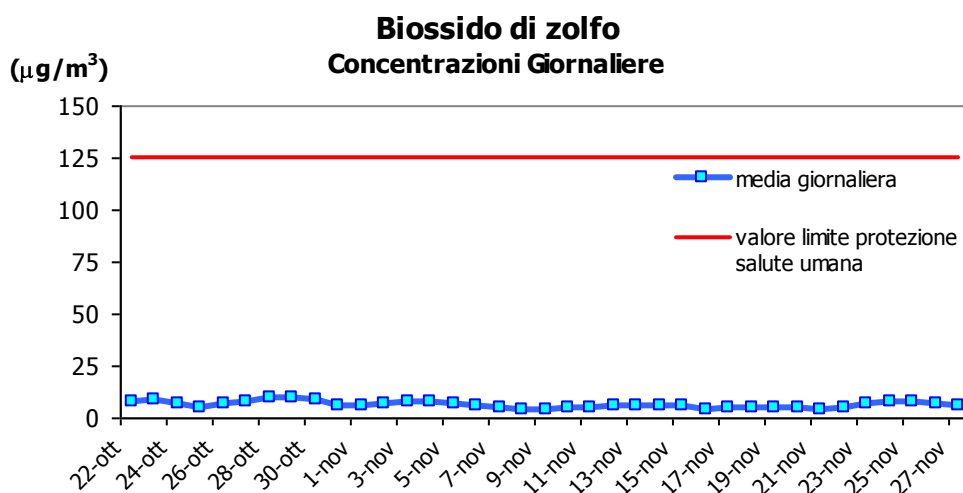
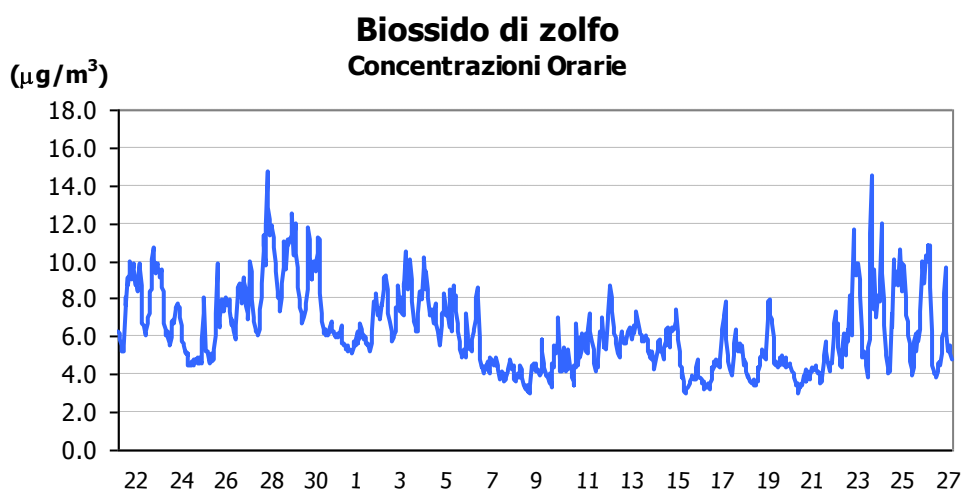
Per "giorno tipo" o "giorno medio" si intende l'andamento delle concentrazioni medie orarie mediato su tutti i giorni feriali (o su tutti i giorni pre-festivi ovvero festivi) del periodo in questione. I giorni feriali, pre-festivi e festivi sono stati considerati separatamente nel calcolo del giorno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

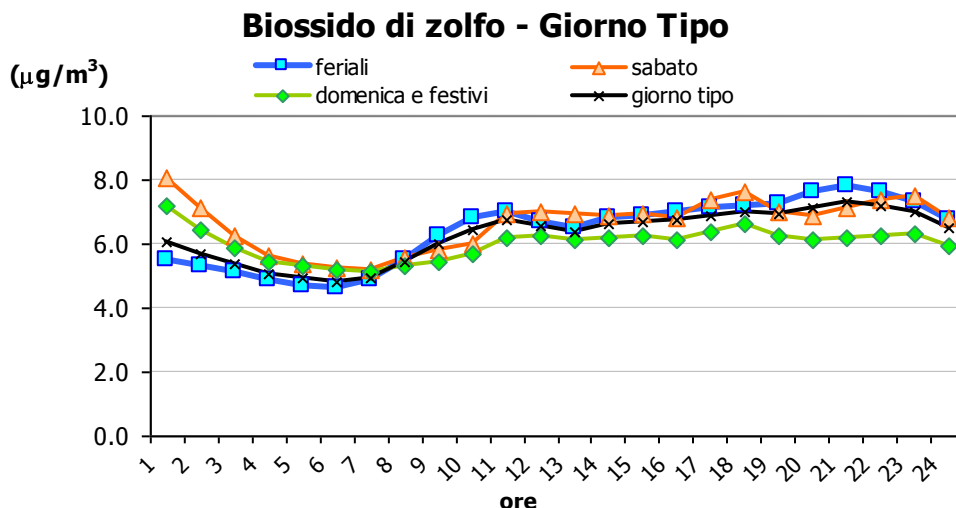
Per rendere più leggibile il confronto tra i dati rilevati nelle diverse centraline, nelle tabelle si riportano alcuni dati relativi alle caratteristiche del sito di campionamento e altri dati statistici riferiti all'inquinante monitorato:

- % rendimento dello strumento;
- media su tutto il periodo delle concentrazioni;
- valore massimo orario registrato;
- numero giorni in cui sono stati registrati dei superamenti dei limiti normativi.

SO₂

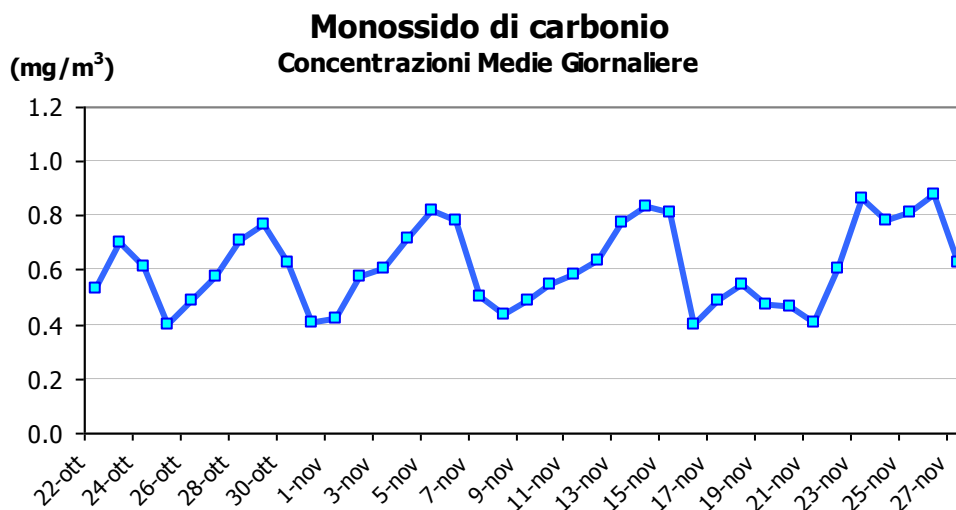
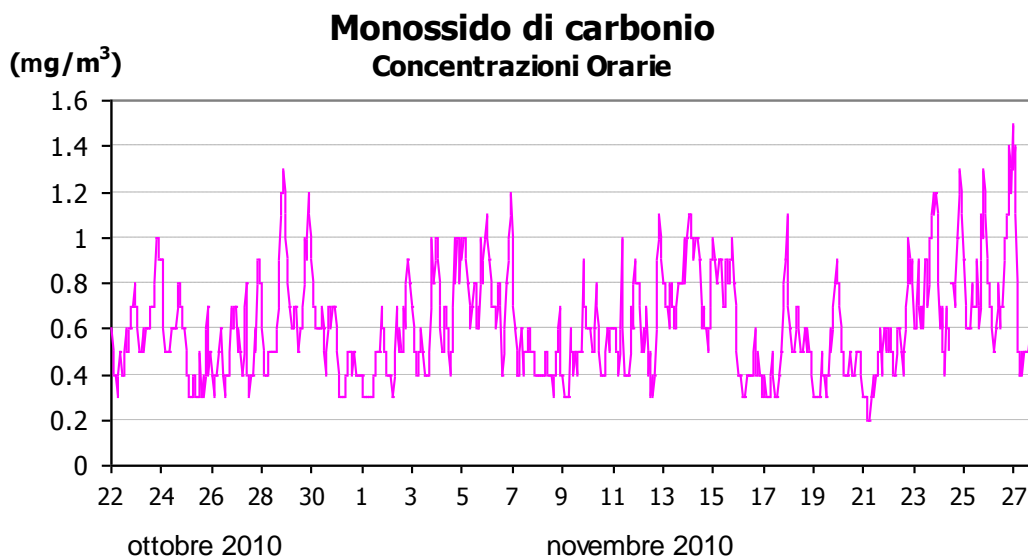
I livelli di biossido di zolfo misurati a Cernusco Lombardone sono stati ben al di sotto dei limiti normativi: la media sul periodo è stato di 6 µg/m³, mentre la massima media giornaliera si è attestata sui 15 µg/m³. Il limite normativo sulla media giornaliera, pari a 125 µg/m³, non è mai stato superato. Nelle figure sottostanti è mostrato l'andamento di questo inquinante.

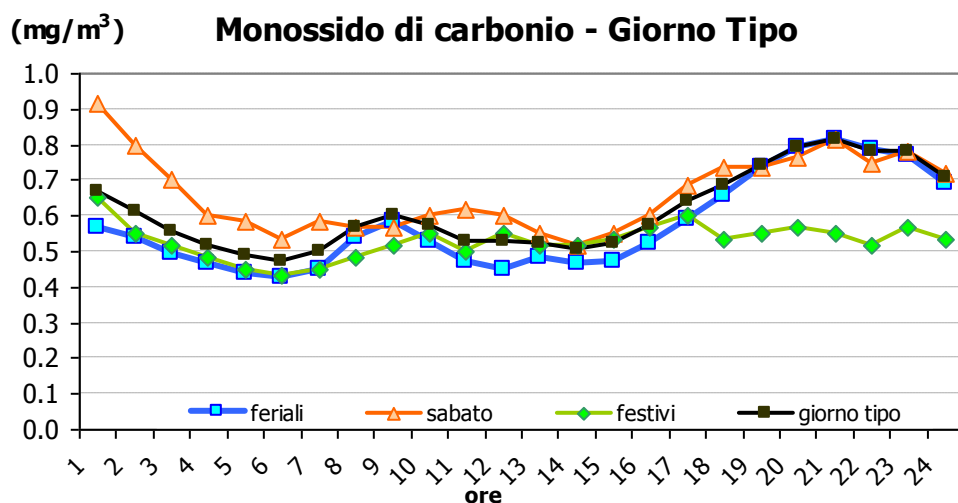
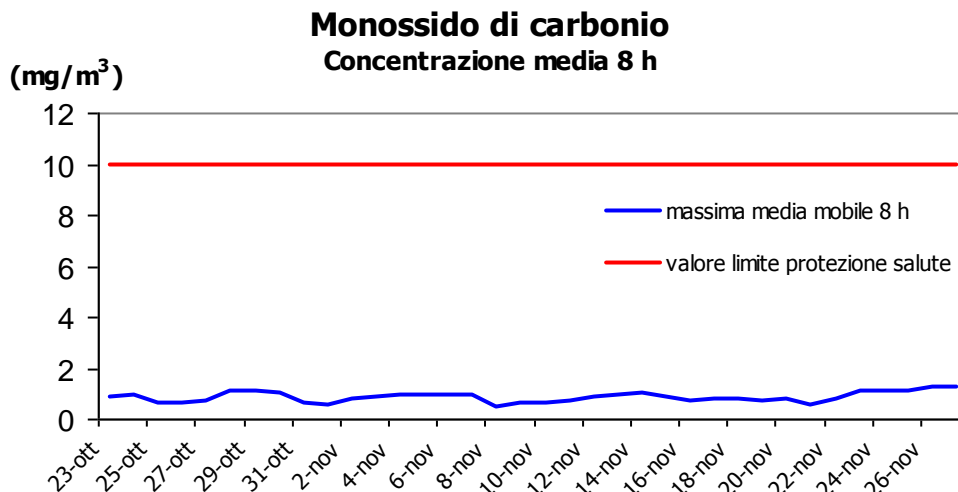




CO

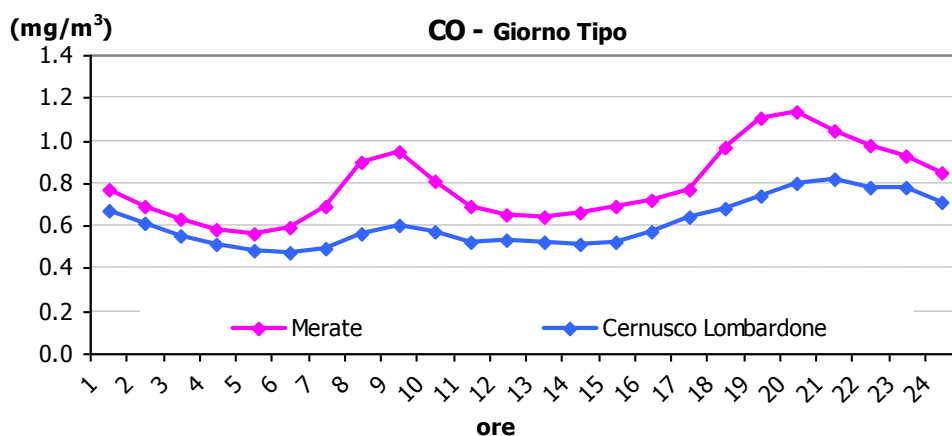
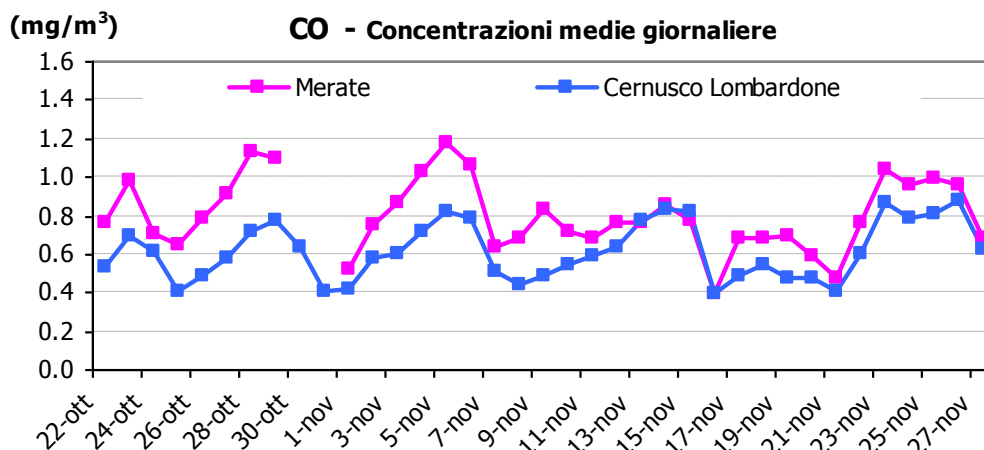
I livelli di monossido di carbonio misurati a Cernusco Lombardone sono stati ben al di sotto dei limiti normativi; la massima media oraria è stata, infatti, di 1.5 mg/m³ e la massima media mobile sulle 8 h è stata di 1.3 mg/m³ con un limite di 10 mg/m³. Nelle figure sottostanti è mostrato l'andamento di questo inquinante.





Il giorno tipo mostra un trend bimodale nei giorni feriali e al sabato: un lieve picco al mattino ed uno più pronunciato alla sera, durante le ore di punta. L'andamento risulta essere più costante la domenica, giorno in cui si rilevano anche valori più bassi.

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
Cernusco Lombardone	100	0.6	1.5	1.3	0	22/10/10-27/11/10
Merate	100	0.8	2.1	1.5	0	

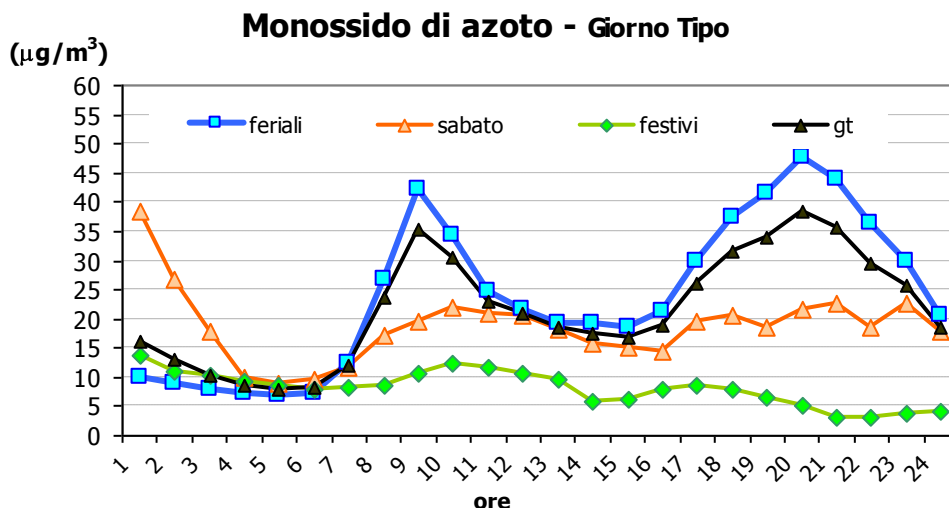


Dalla tabella e dai grafici precedenti si nota che i valori di concentrazione di CO rilevati a Cernusco Lombardone sono confrontabili con quelli della vicina stazione di monitoraggio fissa di Merate, anche se risultano essere più bassi. Si può osservare che il divario delle concentrazioni di CO è maggiore nelle ore di punta del traffico. Ciò evidenzia la diversa tipologia dei due siti di rilevamento.

NO

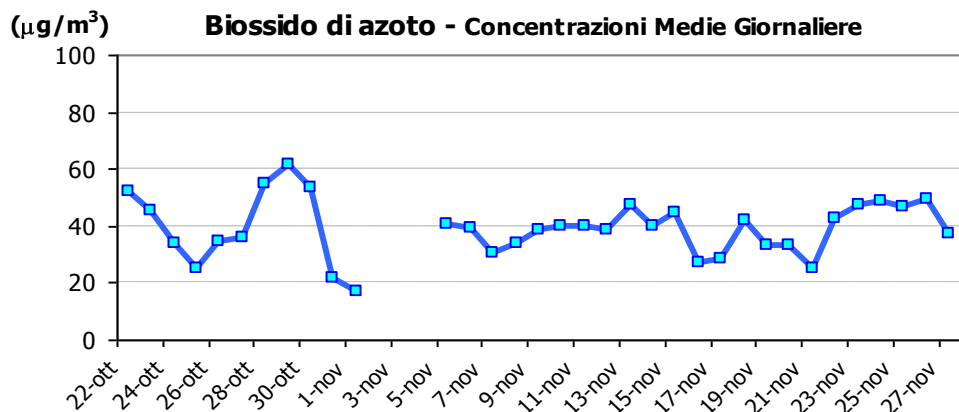
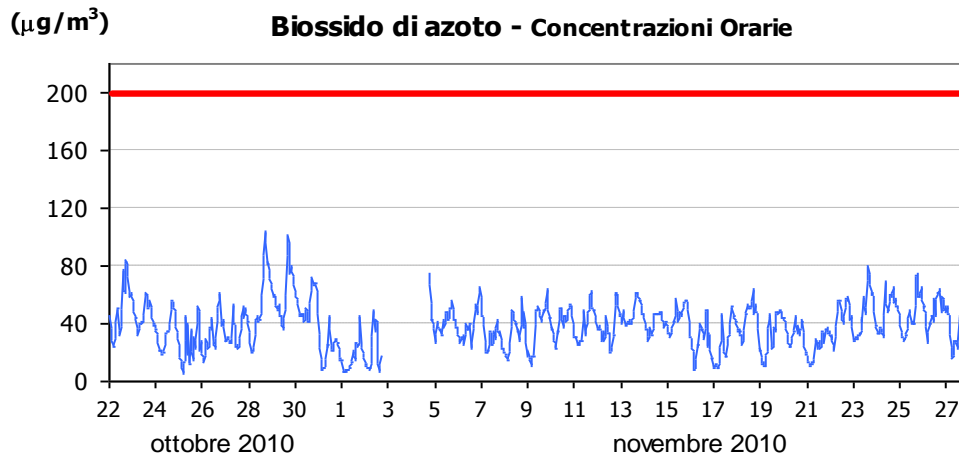
Per quanto riguarda il monossido di azoto, durante la campagna si è osservato un valore massimo di concentrazione oraria di $153 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e una concentrazione media sul periodo di $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

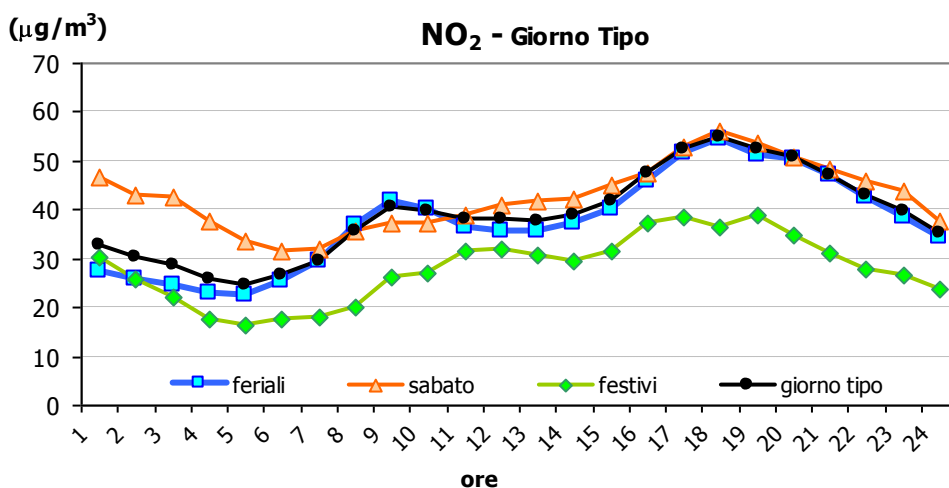
Il grafico del giorno tipo, mostra due picchi nella fascia tra le 8-10 e tra le 19-21 nei giorni feriali; le concentrazioni risultano essere più basse e costanti nel fine settimana.



NO₂

La concentrazione media sul periodo di biossido di azoto si è attestata su $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre la concentrazione massima oraria è stata di $104 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Durante il periodo del monitoraggio pertanto non è mai stato superato il valore limite normativo di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

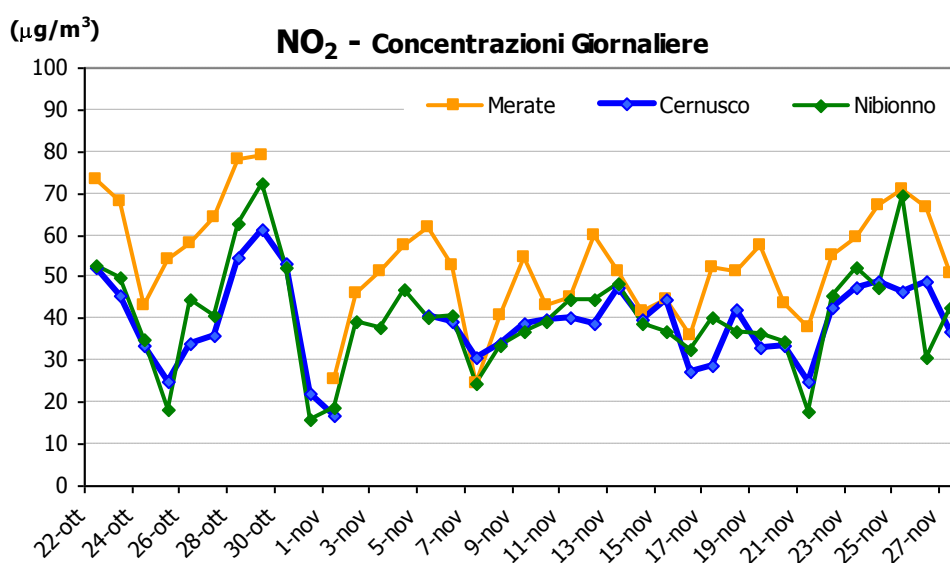


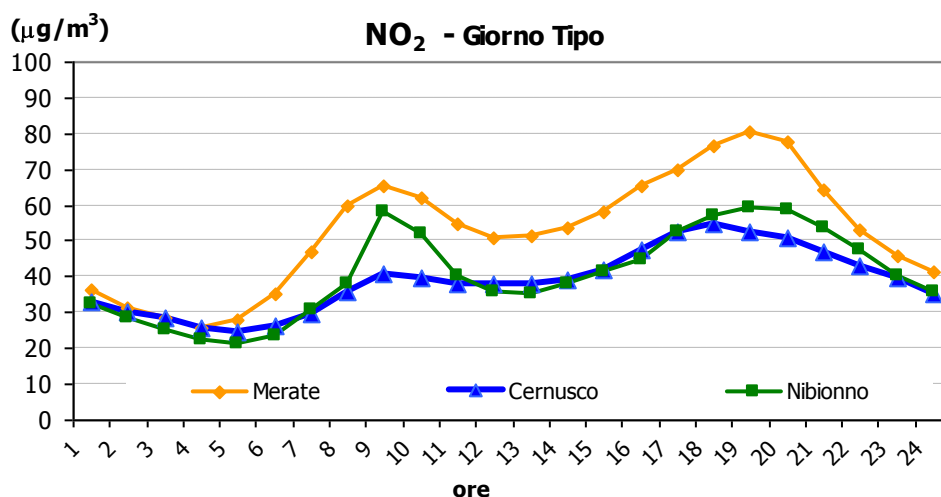


Analogamente al CO, il giorno tipo mostra due picchi in corrispondenza delle ore di punta. Le concentrazioni sono più basse durante i giorni festivi.

La tabella e i grafici seguenti mettono a confronto l'NO₂ misurato a Cernusco Lombardone con quello misurato a Merate e a Nibionno.

NO₂	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 1 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione	Periodo
Cernusco Lombardone	95	39	104	0	22/10/10-27/11/10
Nibionno	100	41	190	0	
Merate	100	48	153	0	

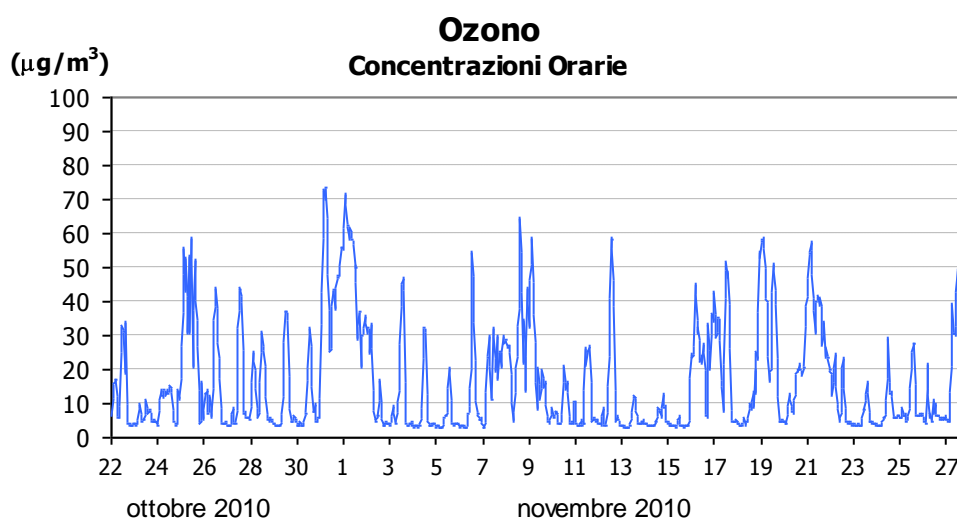


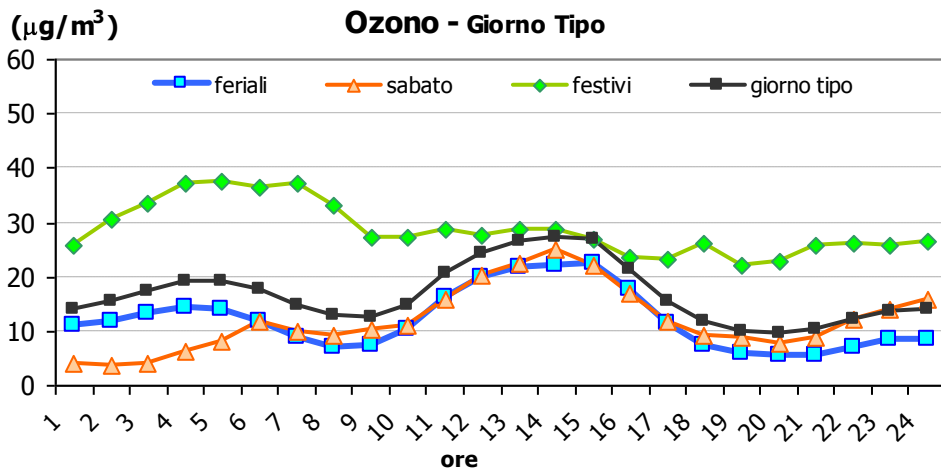
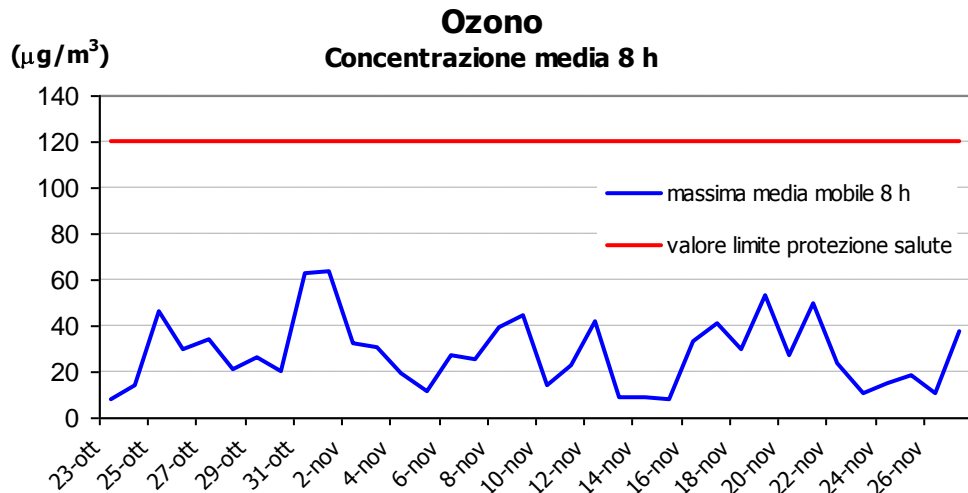
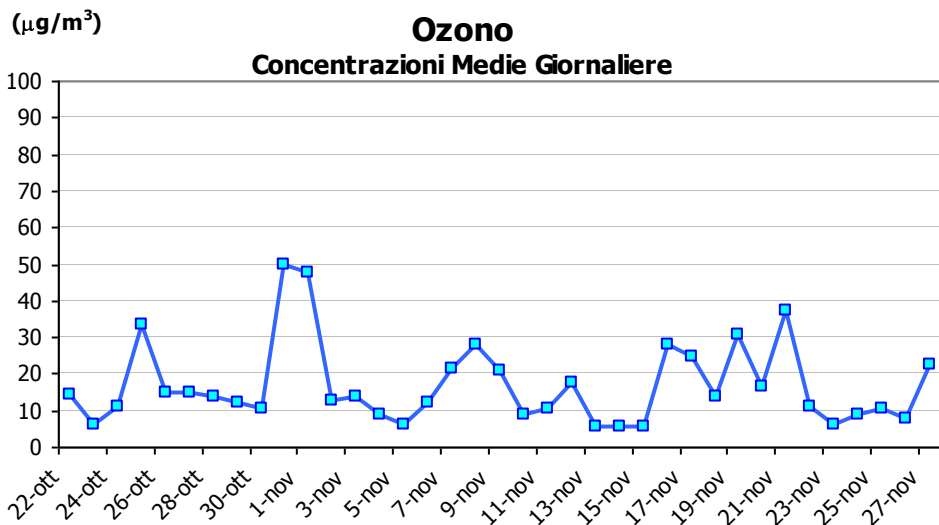


Si può osservare che l'andamento delle concentrazioni a Cernusco Lombardone sono ben correlate con quelle di Nibionno, ma risultano essere leggermente inferiori a quelle misurate a Merate. Ciò dipende dal fatto che la centralina di Merate è tipicamente da traffico, situata infatti sulla statale 342.

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. Nel periodo in cui è stata effettuata la campagna non si sono registrati valori particolarmente elevati di O₃: il valore medio è risultato uguale a 17 µg/m³, mentre il valore massimo orario e il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente uguali a 73µg/m³ e 63 µg/m³.



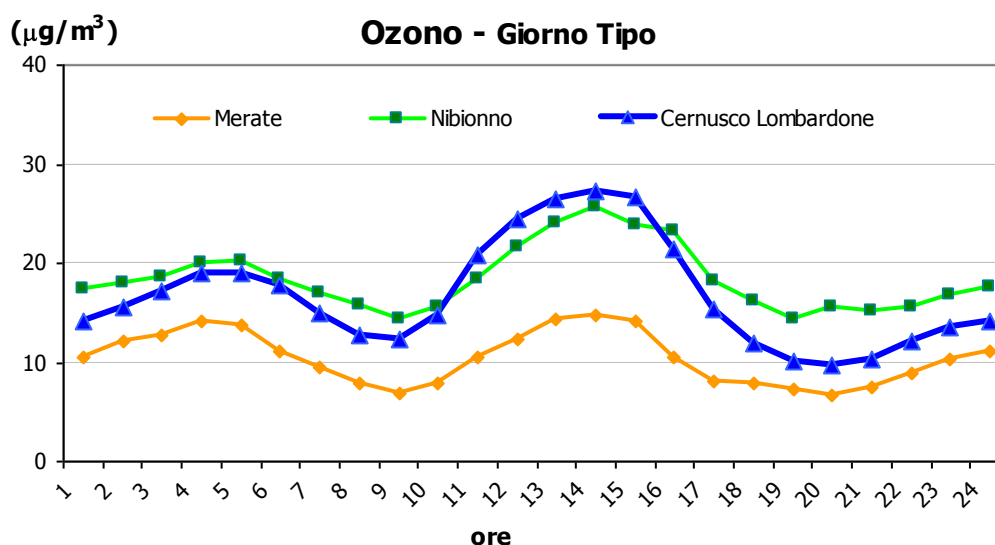
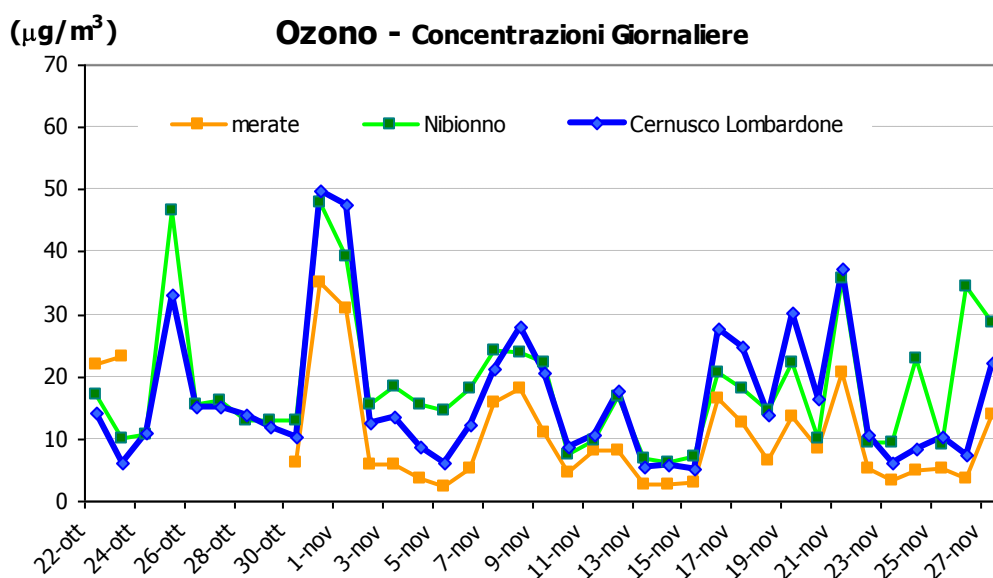


Dal grafico del giorno tipo si può osservare che i valori diurni più elevati si verificano nei giorni festivi, quando sono minori le emissioni di NO , e quindi si riduce la reazione tra NO e O_3 che porta alla formazione di NO_2 e alla distruzione di molecole di ozono, evidenziando il fenomeno noto come

“effetto week-end”. Questo andamento si discosta dal trend dell’ozono, tipicamente a campana, in quanto durante i giorni festivi della campagna di monitoraggio si è rilevato un vento più intenso nelle prime ore della giornata che ha favorito l’innalzamento dell’ozono. Nei giorni feriali e prefestivi, si ritrova questo tipico andamento a campana, con concentrazioni di ozono più elevate nelle ore pomeridiane.

Si riportano in tabella i dati delle stazioni prese a confronto.

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
Cernusco Lombardone	100	17	73	63	0	22/10/10-27/11/10
Nibionno	100	17	77	75	0	
Merate	86	10	61	48	0	

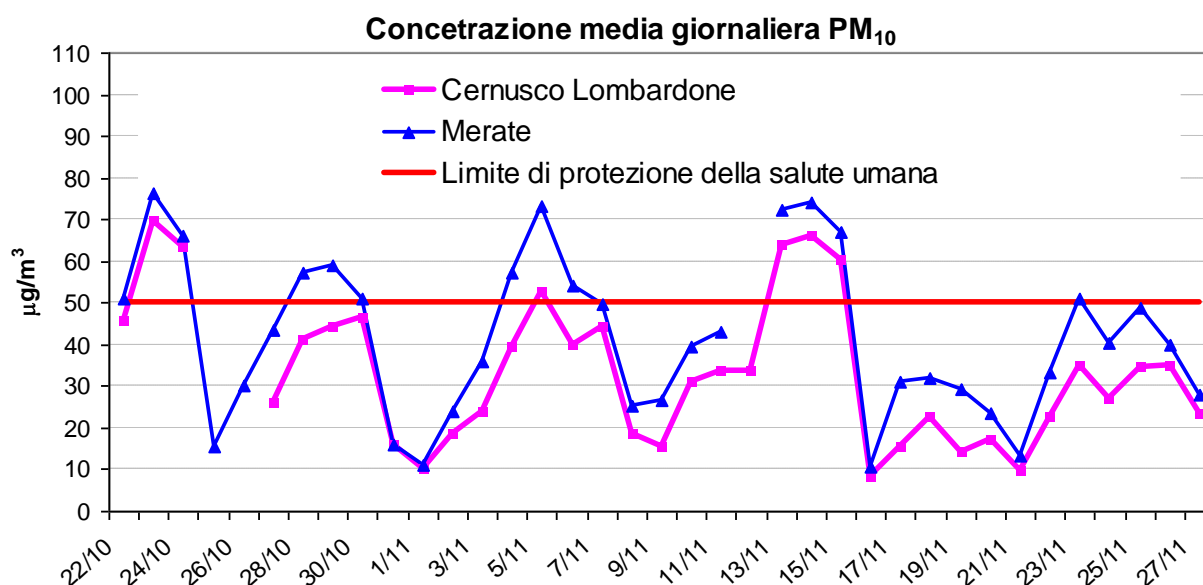


Confrontando i dati rilevati in diverse stazioni, si osserva che le concentrazioni misurate a Cernusco Lombardone e Nibionno sono molto simili, mentre quelle di Merate risultano essere inferiori. Ciò è dovuto al fatto che il sito dove è posizionata la centralina di monitoraggio della qualità dell'aria di Merate si trova in prossimità di un'arteria stradale molto trafficata, fonte di elevate emissioni di NO, che tendono a far calare le concentrazioni di ozono.

Particolato Fine

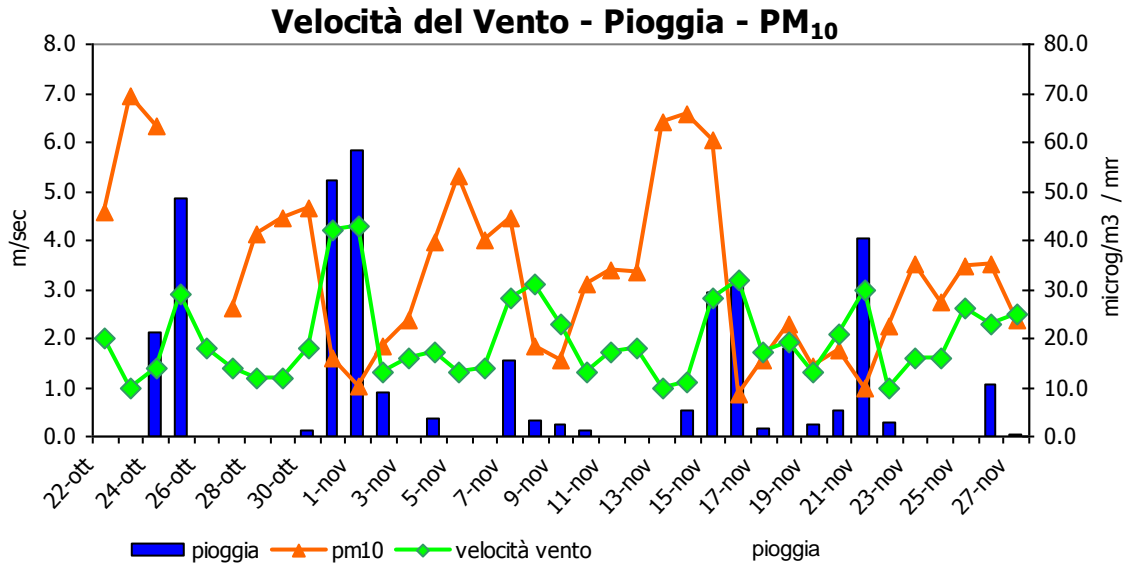
La misura del particolato è stata effettuata con due campionatori sequenziali e successiva pesata gravimetrica per la determinazione delle concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2.5}; questo tipo di strumento è programmato per fornire dati giornalieri. Il campionamento, iniziato il 22 ottobre e terminato il 27 novembre, ha avuto una durata di 37 giorni.

I valori di concentrazione di PM₁₀ misurati a Cernusco Lombardone, sono risultati sempre inferiori a quelli misurati a Merate. Durante la campagna sono stati rilevati 6 superamenti del valore limite di protezione della salute umana di 50 µg/m³ come media giornaliera.



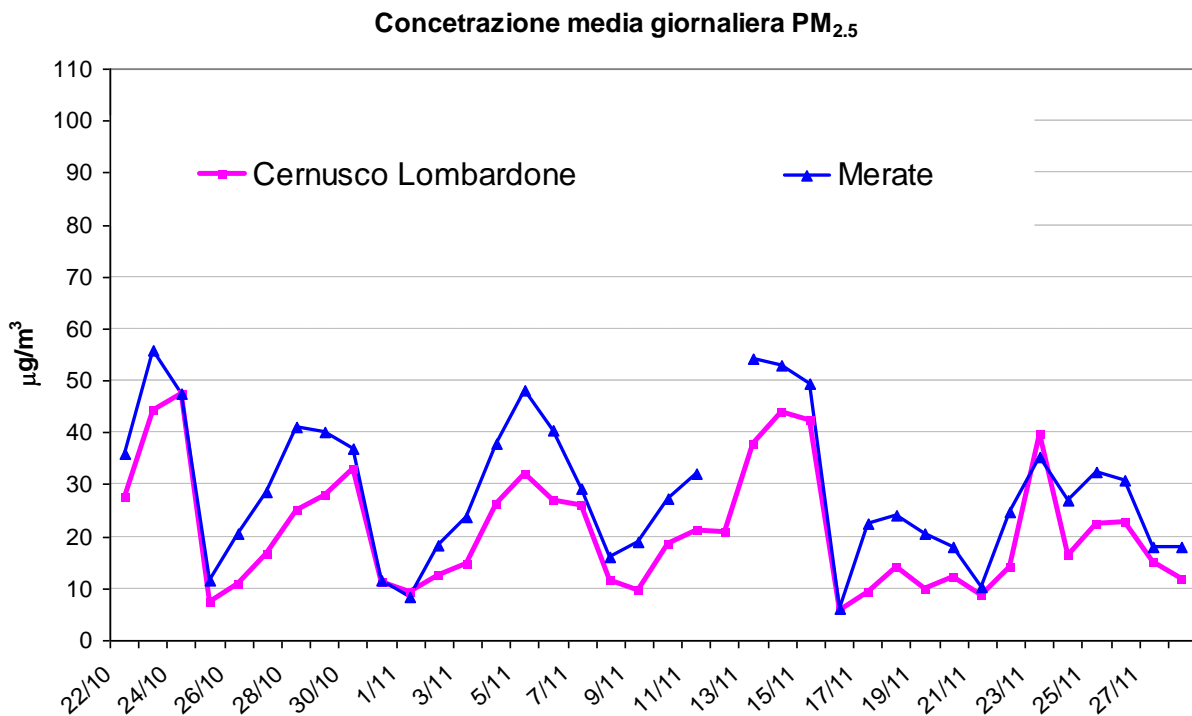
Si riportano i dati caratteristici della campagna.

PM₁₀	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 24 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Liv. prot.salute	Periodo
Cernusco Lombardone	95	33	69	6	22/10/10-27/11/10
Merate	97	42	77	13	



Il grafico precedente, mostra come nei giorni di pioggia e intensa ventilazione, le concentrazioni di PM₁₀ siano risultate inferiori e le differenze tra le misure effettuate a Cernusco Lombardone e Merate diminuiscono. Ciò è sicuramente da ricondurre alle condizioni meteo, che hanno favorito una maggior dispersione degli inquinanti e quindi un "livellamento" delle concentrazioni

Lo stesso andamento è stato rilevato per il PM_{2.5}.



PM _{2.5}	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 24 h (µg/m ³)	Periodo
Cernusco Lombardone	100	21	47	22/10/10-27/11/10
Merate	97	29	56	

Conclusioni

Le misure effettuate sul territorio del comune di Cernusco Lombardone, hanno consentito una caratterizzazione generale della qualità dell'aria del sito.

Tutti gli inquinanti misurati sono stati generalmente inferiori di quelli della vicina stazione fissa di Merate. In particolare:

- I valori medi di **SO₂** e **CO** sono estremamente bassi e risultano inferiori ai limiti di legge.
- L' **NO₂** risulta essere confrontabile con quello misurato nella stazione fissa di Nibionno e leggermente inferiore a quello rilevato a Merate. In nessuna delle postazioni considerate è stato superato il limite normativo.
- I valori e gli andamenti dell'**O₃** sono risultati confrontabili con quelli rilevati nelle altre postazioni considerate. Dato il periodo dell'anno, le concentrazioni misurate sono state ben al di sotto dei limiti di legge.
- Il limite di protezione della salute umana per il **PM₁₀**, fissato a 50 µg/m³, è stato superato in 6 giorni su 37, mentre a Merate 13 su 37. Questa differenza è da imputare alla diversa tipologia dei siti di misura, quella di Merate da traffico, mentre quella di Cernusco Lombardone di background urbano.
- Le concentrazioni di **PM_{2,5}** risultano essere inferiori a quelle misurate nella postazione fissa di Merate.

Ringraziamenti

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

INQUINANTE : PM₁₀ e PM_{2.5}
UNITA' DI MISURA : µg/m³

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE

Data	PM ₁₀	PM _{2.5}
22/10/10	46	28
23/10/10	69	44
24/10/10	63	47
25/10/10		7
26/10/10		11
27/10/10	26	17
28/10/10	41	25
29/10/10	44	28
30/10/10	47	33
31/10/10	16	11
01/11/10	10	9
02/11/10	18	13
03/11/10	24	15
04/11/10	40	26
05/11/10	53	32
06/11/10	40	27
07/11/10	45	26
08/11/10	18	12
09/11/10	15	10
10/11/10	31	18
11/11/10	34	21
12/11/10	34	21
13/11/10	64	38
14/11/10	66	44
15/11/10	60	42
16/11/10	9	6
17/11/10	16	9
18/11/10	23	14
19/11/10	14	10
20/11/10	17	12
21/11/10	10	9
22/11/10	23	14
23/11/10	35	40
24/11/10	27	17
25/11/10	35	22
26/11/10	35	23
27/11/10	24	15

INQUINANTE : CO

UNITA' DI MISURA : mg/m³

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
22-ott	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7
23-ott	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	1	1	1	0.9	0.9	0.9
24-ott	0.9	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5
25-ott	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.6	0.7	0.7	0.4	0.5	0.5
26-ott	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7
27-ott	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.5	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8
28-ott	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2	1.2	1.3	1.2	1.1	1
29-ott	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	1	0.9	1	1.2	1.1	1	0.9
30-ott	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6
31-ott	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
01-nov	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4
02-nov	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.6	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7
03-nov	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	1	0.8	0.8	0.9	1	1
04-nov	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.7	1	0.8	1	1	1	0.8	1	0.9
05-nov	1	1	1	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.7	0.6	0.8	1	0.8	0.9	1	1	1.1
06-nov	1	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.8	0.8	0.7	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1
07-nov	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
08-nov	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.4	0.4
09-nov	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.9	0.7	0.7	0.6	0.6
10-nov	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6
11-nov	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	1	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.6	0.6	0.8	0.9	0.8	0.8
12-nov	0.8	0.8	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.7	0.5	0.4	0.5	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.6	0.9	1	1.1	1	0.9	0.8
13-nov	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1	0.8	1	1
14-nov	1.1	1.1	1.1	1	1	0.9	1	1	1	1	0.9	0.9	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	0.9	0.9
15-nov	1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	1	0.8	0.8	0.7	0.5	0.4
16-nov	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3
17-nov	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	0.9	1.1	0.8
18-nov	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3
19-nov	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.6	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8
20-nov	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3
21-nov	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6
22-nov	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	1	0.9	0.8	0.9	0.8
23-nov	0.6	0.6	0.6	0.7	0.9	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.9	0.9	0.9	0.7	0.8	1	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	0.8
24-nov	0.6	0.7	0.6	0.7	0.5	0.5	0.4	0.7	0.6	0.6	0.5		0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	1	1	1.2	1.3	1.2	1.1	0.9
25-nov	0.9	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.9	0.7	0.6	0.7	0.9	1.1	1	1.3	1.2	1.1	0.9	0.8
26-nov	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.6	0.7	0.7	0.9	1	1	1	1.1	1.1	1.4	1.3	1.2	1.5	1.3
27-nov	1.4	1.1	0.8	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5

INQUINANTE : NO₂
UNITA' DI MISURA : µg/m³

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
22-ott	45	36	28	24	26	31	42	50	49	35	32	39	51	77	63	61	83	84	80	72	61	59	61	59	
23-ott	54	48	43	43	37	32	37	39	41	41	43	46	60	61	59	51	52	56	51	44	40	38	39	37	
24-ott	35	32	26	22	21	22	19	21	22	27	33	34	35	36	41	50	56	54	51	49	38	33	30	24	
25-ott	16	14	9	5	13	15	30	45	18	40	12	14	36	20	14	30	23	29	41	52	48	22	27	19	
26-ott	16	13	19	30	25	22	26	38	36	44	26	25	22	30	43	47	52	57	61	42	39	43	37	28	
27-ott	28	31	29	28	27	26	30	54	40	39	25	25	22	26	31	37	46	52	44	51	47	44	41	40	
28-ott	33	27	20	21	21	24	33	43	45	42	43	44	49	60	72	88	104	96	82	82	76	71	67	65	
29-ott	59	60	58	53	49	50	52	54	45	45	39	37	44	51	60	89	101	95	75	80	76	71	66	62	
30-ott	59	56	53	47	46	46	47	47	41	44	51	48	41	41	45	55	65	72	66	68	67	67	61	46	
31-ott	32	23	14	9	10	9	11	16	26	24	46	36	24	21	22	27	29	28	27	26	22	16	15	15	
01-nov	14	7	7	7	8	8	8	9	11	14	15	21	17	15	27	26	24	29	45	25	23	19	16	13	
02-nov	11	10	9	9	8	14	24	32	50	44	35	42	40	12	6	12	19								
03-nov																									
04-nov																			75	67	53	43	43	39	36
05-nov	27	34	42	38	37	36	32	34	42	38	42	48	48	42	44	51	51	56	50	42	42	38	37	32	
06-nov	29	26	30	30	30	32	25	33	39	36	36	40	38	22	27	38	40	51	54	47	54	63	66	57	
07-nov	45	44	38	26	20	21	20	27	35	33	25	27	33	34	29	38	42	34	32	34	29	22	23	20	
08-nov	19	17	15	16	21	27	39	50	47	43	40	40	35	36	28	32	40	59	38	38	48	39	27	18	
09-nov	21	16	15	11	17	18	19	41	49	49	52	49	46	42	45	50	48	51	55	64	49	44	44	35	
10-nov	37	33	28	25	22	24	35	33	43	51	51	42	37	46	45	41	45	50	52	53	51	45	38	31	
11-nov	31	30	25	27	26	28	28	30	44	50	33	39	37	42	48	51	60	63	51	50	49	44	42	36	
12-nov	38	38	36	35	28	35	28	32	46	38	34	33	20	22	24	33	33	53	61	60	60	52	47	45	
13-nov	44	40	49	44	39	40	40	41	43	40	40	43	46	50	58	61	62	58	56	55	52	47	47	44	
14-nov	39	36	36	31	28	32	37	32	34	37	47	46	47	47	47	49	47	48	43	40	38	42	40	38	
15-nov	34	33	31	34	38	42	42	47	57	49	44	41	46	48	46	48	52	55	56	56	54	50	39	31	
16-nov	30	23	20	8	10	16	26	24	37	40	36	37	32	29	37	49	50	24	33	32	21	16	16	10	
17-nov	11	12	11	9	10	13	24	30	46	27	21	18	17	27	31	34	40	52	50	45	43	42	40	36	
18-nov	34	34	36	32	32	25	30	36	47	48	53	50	50	52	53	56	64	47	53	48	47	36	21	23	
19-nov	16	13	13	11	11	19	21	38	44	40	46	25	22	26	37	35	49	48	46	50	48	48	45	44	
20-nov	42	40	36	32	27	24	25	28	31	35	36	45	39	33	39	33	35	38	42	42	33	24	20	18	
21-nov	17	13	12	11	12	13	14	16	29	29	23	26	29	23	25	35	33	27	36	36	37	34	35	32	
22-nov	29	32	28	24	21	32	39	49	56	56	54	49	43	40	46	52	57	56	59	52	43	45	37	29	
23-nov	30	29	31	29	32	33	32	36	44	41	58	52	47	52	71	80	73	67	62	60	59	48	38	37	
24-nov	33	34	34	38	36	34	30	46	69	54	50	48	57	60	59	61	66	59	55	57	52	52	49	45	
25-nov	39	33	31	29	28	32	33	38	45	50	47	40	42	40	40	53	73	74	59	58	62	65	56	53	
26-nov	52	49	47	37	27	34	40	40	46	45	41	58	46	57	62	61	64	61	48	59	56	49	52	48	
27-nov	53	47	45	32	23	15	19	25	27	29	27	23	28	45	43	47	64	61	53	48	42	36	29	23	

INQUINANTE : O₃

UNITA' DI MISURA : µg/m³

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE ORARIE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
22-ott	7	12	16	17	17	12	6	6	9	26	33	31	31	19	33	34	10	4	4	4	4	3	4	4
23-ott	4	4	4	5	9	10	7	5	5	5	7	11	8	7	9	8	7	5	5	5	5	5	5	4
24-ott	4	8	11	14	12	12	14	13	12	14	13	14	15	14	13	7	5	4	4	4	14	11	12	18
25-ott	27	37	49	56	43	53	41	31	54	31	59	53	21	38	52	40	34	27	13	4	5	16	6	8
26-ott	13	13	14	7	8	13	8	6	8	15	35	39	44	38	28	23	17	8	4	4	4	5	4	4
27-ott	4	4	4	4	7	9	4	4	5	8	32	37	44	44	41	39	25	7	8	6	6	6	5	6
28-ott	10	16	25	22	20	14	8	6	8	17	25	31	27	25	20	12	6	5	5	6	5	5	4	4
29-ott	4	4	4	4	3	3	4	5	7	12	28	37	37	36	34	18	8	5	5	5	7	6	5	4
30-ott	4	4	4	5	4	3	4	5	7	7	17	20	30	32	27	15	8	8	10	5	5	6	6	12
31-ott	34	43	59	73	70	73	73	64	48	37	25	27	39	43	43	38	44	47	48	48	51	56	56	55
01-nov	62	72	68	62	62	58	62	60	59	58	57	50	51	45	29	33	37	37	20	30	31	33	36	34
02-nov	31	32	32	25	34	26	13	8	5	6	7	7	11	17	10	5	3	3	4	4	5	4	4	4
03-nov	4	4	5	6	9	7	4	5	7	10	14	28	39	45	47	43	16	4	4	4	4	4	5	4
04-nov	4	4	3	4	4	4	3	4	4	6	9	24	32	32	31	13	5	4	4	4	4	4	4	4
05-nov	4	4	4	3	3	3	3	3	4	6	7	7	7	15	21	19	10	4	4	4	4	4	4	4
06-nov	4	4	4	3	3	3	3	4	7	8	9	15	21	55	47	34	22	11	7	7	6	5	6	4
07-nov	3	3	5	14	24	24	30	20	11	12	32	30	23	20	30	28	17	25	25	20	25	30	28	29
08-nov	28	26	27	27	25	18	10	5	8	14	21	24	33	38	65	54	42	22	35	27	14	24	44	40
09-nov	33	46	51	59	45	36	28	16	8	21	15	11	15	20	17	15	17	9	6	5	4	5	7	9
10-nov	6	6	7	8	8	6	4	4	4	5	7	16	21	16	14	16	13	6	4	4	5	4	11	10
11-nov	4	4	3	3	4	5	3	4	4	14	27	21	25	25	27	26	16	5	6	5	5	5	5	4
12-nov	4	4	4	7	9	3	3	4	8	15	24	41	58	59	56	46	38	13	5	6	6	5	4	4
13-nov	3	3	3	3	3	3	3	3	4	6	8	12	12	11	8	6	4	4	4	4	5	5	5	4
14-nov	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	5	5	6	9	8	8	6	9	13	9	9	5	4	5
15-nov	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	5	6	4	4	3	3	3	3	3	3	4	6	18	25
16-nov	24	25	27	45	42	34	31	32	28	22	24	22	27	25	19	7	6	34	25	20	31	36	34	43
17-nov	36	29	31	35	35	29	17	15	8	22	41	50	52	47	49	39	26	8	5	5	5	5	5	4
18-nov	4	4	4	4	4	5	6	4	5	5	6	9	10	8	11	14	9	20	13	25	23	37	55	53
19-nov	58	58	59	56	50	40	39	24	17	20	21	43	51	49	43	39	23	12	5	5	5	5	5	5
20-nov	5	4	4	7	10	13	11	9	8	7	11	13	19	20	20	22	20	19	18	21	21	33	39	42
21-nov	47	54	55	58	55	48	41	37	31	40	41	42	39	41	39	27	30	34	24	26	24	23	20	20
22-nov	18	12	16	20	25	15	9	8	5	6	7	15	21	23	14	8	5	4	5	5	4	4	4	4
23-nov	4	4	3	4	4	4	4	4	6	9	8	11	13	16	13	7	5	5	4	5	4	4	4	4
24-nov	4	4	4	4	4	5	6	6	7	11	18	29	16	13	14	12	6	6	6	6	7	7	6	6
25-nov	6	6	9	7	6	7	5	5	6	9	15	20	26	28	28	15	7	7	6	6	7	7	6	6
26-nov	5	4	5	15	22	12	6	7	5	5	11	7	10	6	7	6	6	5	6	6	6	6	6	5
27-nov	5	5	5	14	21	39	31	31	30	33	43	50	44	25	24	17	9	9	9	7	11	20	24	31