



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Laboratorio Mobile
Campagna di Misura della Qualità dell'Aria
MONTE CORNIZZOLO
27/06/2007 - 29/08/2007

Campagna di Misura della Qualità dell'Aria

MONTE CORNIZZOLO

Gestione e Manutenzione Tecnica della Strumentazione

P.I. Luca Vergani

Relazione

redatta

Dr. De Martini Anna

approvata

Responsabile U.O. Territorio e Sistemi Ambientali

Dr. Paola Bossi

Campagna di Misura della Qualità dell' Aria

| | |
|--|---------|
| <i>Introduzione</i> | pag. 3 |
| Laboratorio Mobile..... | pag. 3 |
| I principali inquinanti atmosferici..... | pag. 3 |
| Normativa..... | pag. 5 |
| <i>Campagna di Misura</i> | pag. 6 |
| Sito di Misura dell'ozono..... | pag. 6 |
| Laboratorio Mobile..... | pag. 7 |
| Situazione meteorologica nel periodo di misura..... | pag. 8 |
| Andamento inquinanti nel periodo di misura e confronto con i dati rilevati da postazioni fisse..... | pag. 14 |
| Conclusioni..... | pag. 23 |
| <i>Allegato Dati</i> | |

Introduzione

La campagna di misura sul Monte Cornizzolo, nel comune di Civate è stata condotta dal Dipartimento Provinciale di Lecco dell'ARPA Lombardia. Lo scopo della campagna è il monitoraggio della qualità dell'aria, in particolare l'ozono, inquinante secondario particolarmente critico durante il periodo estivo, periodo dell'anno in cui raggiunge concentrazioni molto alte a causa dell'elevata temperatura e radiazione solare. Il periodo delle misure va dal 27 giugno al 29 agosto 2007. Gli inquinanti monitorati sono stati l'ozono, gli ossidi di azoto e le polveri fini. Le misure di altri inquinanti nel periodo estivo in una località di montagna non sono significative.

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

- Ossidi di Azoto (NO_x);
- Ozono (O₃);
- PM10 e PM 2.5

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.

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 NO₂:



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 NO₂ senza consumare ozono, di fatto spostando l'equilibrio del ciclo visto sopra e consentendo l'accumulo dell'O₃.

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.

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 1.

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 µm (PM10), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (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.

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 1 riassume i limiti previsti dalla normativa per l'ozono e gli ossidi di azoto. Sono inclusi sia i limiti a lungo termine che i livelli di allarme.

Tabella 1: Limiti di legge

| Ozono | Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 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 |
| 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 |
| Particolato Fine PM10 | Valore Obiettivo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 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 |

Siti di misura dell'ozono

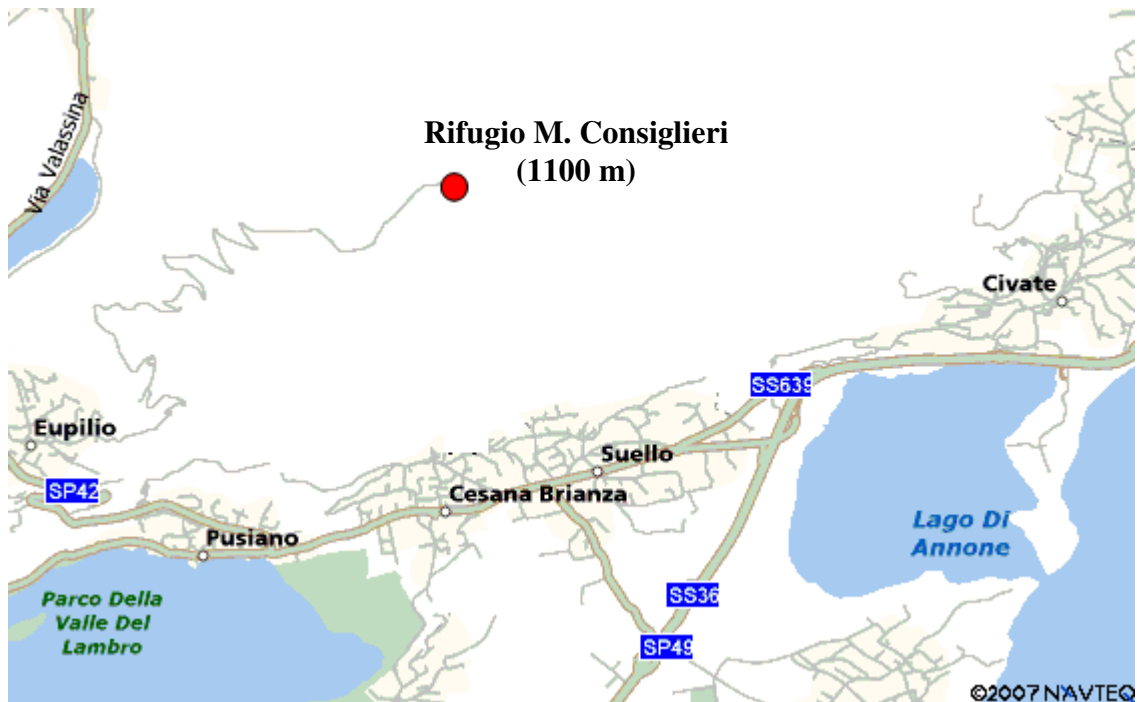


Figura 1: Siti di misura dell'ozono nell'estate del 2007.

Periodo di Misura: 27/06/2007 - 29/08/2007

Sito di misura: Provincia di Lecco

Il sito di misura scelto per la campagna di monitoraggio è situato sul versante sud del Monte Cornizzolo, posizionato in una piccola area di sosta vicino al Rifugio M. Consiglieri (1100 m di altitudine) (figura 2).



● Laboratorio Mobile

Figura 2: Posizionamento del mezzo mobile sul Monte Cornizzolo presso il rifugio Consiglieri.

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:

- Le sonda per il prelievo di NO_x , O_3 , PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$ sono poste 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.

Oltre alle misure di ozono, sono state effettuate altri rilevamenti, per esempio per pm_{10} , $\text{pm}_{2.5}$ e nox .

Situazione meteorologica nel periodo di misura

I livelli di concentrazione degli inquinanti atmosferici in un sito dipendono 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.

In particolare per l'ozono, inquinante secondario fotochimico, i livelli di concentrazione dipendono fortemente dalla temperatura e dalla radiazione solare. È pertanto importante che i livelli di concentrazione osservati, siano valutati alla luce delle condizioni meteorologiche verificatesi nel medesimo periodo di monitoraggio.

Il tempo dal 27 giugno al 31 agosto non ha presentato situazioni eccezionali: la temperatura si è mantenuta nella media stagionale per quasi tutto il periodo. Solo nel mese di luglio per alcuni giorni le massime sono state più elevate che quelle della norma decadale. Per quanto riguarda le piogge, i mesi di giugno e agosto sono stati particolarmente piovosi.

In particolare:

Giugno. Nella quinta settimana (27 giugno-1 luglio) correnti occidentali in quota, legate alla presenza di centri di bassa pressione sul Nord Atlantico e sull'Europa settentrionale e di un campo livellato di pressione relativamente alta che si è mantenuto a latitudini meridionali rispetto alla nostra regione, hanno comportato frequenti addensamenti nuvolosi e rovesci temporaleschi sulle aree alpine e prealpine. La temperatura si è mantenuta nella norma del periodo.

Luglio. La prima settimana (2-8 luglio) si è aperta con il transito di una perturbazione atlantica sulla nostra regione, con rovesci e temporali diffusi, poi si sono instaurate condizioni stabili e soleggiate fino alla prima parte di domenica. La settimana è stata caratterizzata da temperatura prevalentemente nella norma della decade. Per quanto riguarda le temperature massime si è assistito ad un progressivo aumento dei valori nel corso della settimana. La seconda settimana (9-15 luglio) è iniziata con tempo perturbato, e pertanto precipitazioni soprattutto sulle Prealpi, e solo verso il fine settimana l'instaurarsi di un anticiclone ha portato tempo sereno e soleggiato. Nei primi 3 giorni della settimana le temperature si sono mantenute nella media decadale del periodo, solo nella giornata di mercoledì le minime sono state di qualche grado al di sotto della media. Poi nella seconda parte della settimana un'ondata di caldo ha interessato la regione e le temperature sono andate aumentando progressivamente con valori sopra la media del periodo. La terza settimana (16-22 luglio) è stata caratterizzata da alta pressione, pertanto di assenza di precipitazioni ed un progressivo aumento delle temperature sia massime che minime, al di sopra della norma climatologica del periodo. La quarta settimana (23-29 luglio) è stata contraddistinta dalla presenza di correnti occidentali in quota con tempo prevalentemente stabile e con scarsità di nubi e precipitazioni. Unica eccezione, il transito di una veloce depressione a nord delle Alpi che ha marginalmente interessato la regione martedì determinando temporali sparsi. Le temperature sono state sempre sopra la norma del periodo.

Agosto. La prima settimana (30 luglio-5 agosto) è stata caratterizzata da una discreta ventilazione e da temperature inferiori rispetto la settimana precedente, grazie al passaggio di due perturbazioni che non hanno però fatto registrare precipitazioni molto rilevanti. Da venerdì e fino a domenica l'espansione di un promontorio anticiclonico ha determinato tempo soleggiato e stabile ovunque. La seconda settimana (6-12 agosto) è stata prevalentemente perturbata e contraddistinta da precipitazioni sparse, per il transito di una perturbazione atlantica. Da venerdì ritorno a condizioni prevalentemente soleggiate. Le temperature hanno subito un marcato calo soprattutto nella giornate di mercoledì e giovedì, al di sotto della norma della decade. La terza settimana (13-19 agosto) è stata caratterizzata da tempo prevalentemente instabile che ha portato aria più fresca in quota e rovesci e temporali su Alpi e Prealpi, più diffusi martedì e tra giovedì e venerdì. Le temperature rilevate sono nella norma del periodo. La quarta settimana (20-26 agosto) è stata contraddistinta dalla presenza di bassa pressione, nuvolosità spesso compatta e persistente, precipitazioni abbondanti, nevicate sopra i 2500 metri e sensibile calo delle

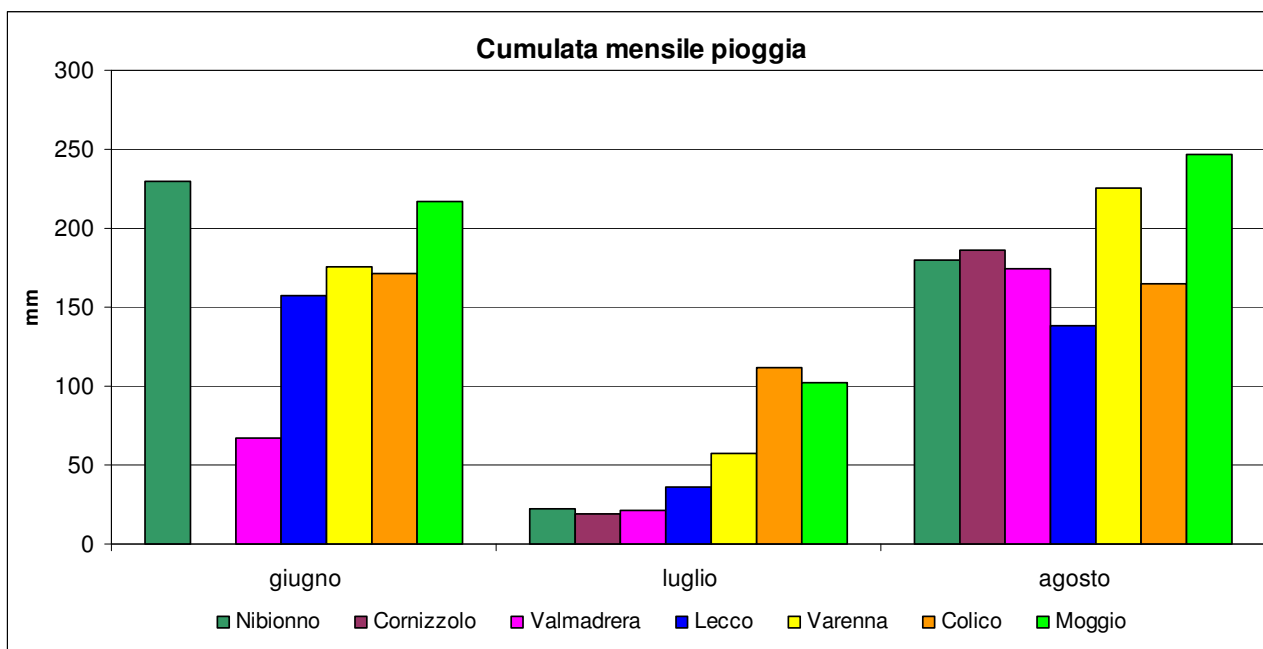
temperature. Solamente nel fine settimana, a partire da sabato, si è avuto un ritorno a tempo stabile e soleggiato, con repentino rialzo delle temperature. La quinta settimana (27-31 agosto), iniziata con tempo prevalentemente soleggiato, è stata caratterizzata da una perturbazione di passaggio che ha portato precipitazioni anche intense. Le temperature, sia minime che massime, sono state nella norma dell'ultima decade di agosto.

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.

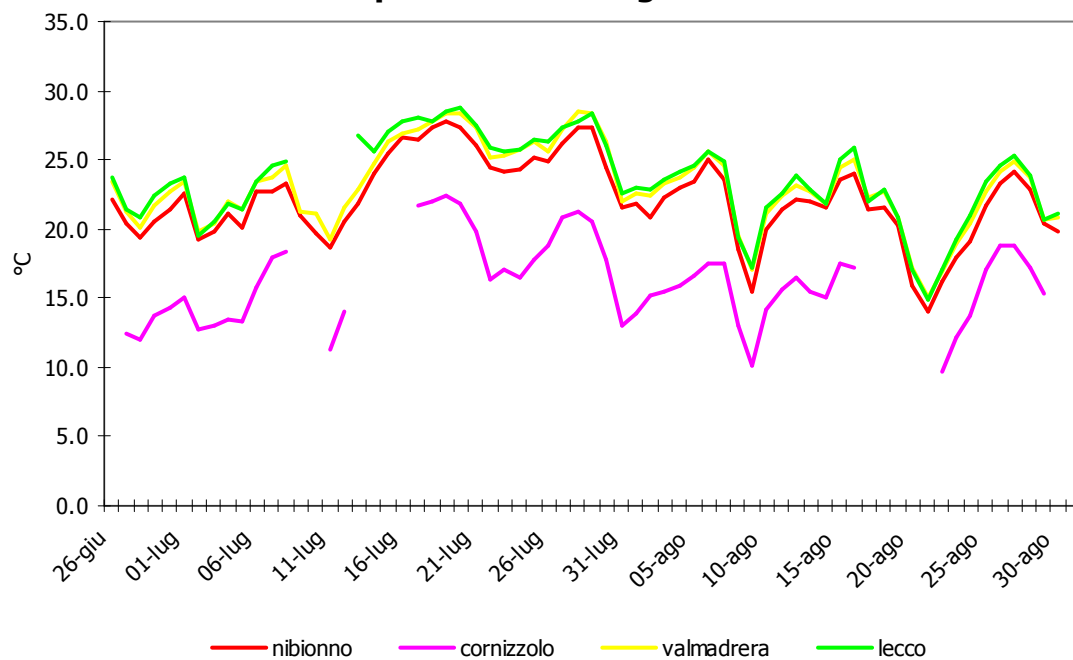
Si riportano gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati nel periodo di misura nella provincia di Lecco

- Precipitazione (cumulata giornaliera in mm) e Pressione (media giornaliera in hPa)
- Radiazione solare globale media (W/m^2) e Temperatura (media giornaliera in C°)
- Velocità Vento –media giornaliera (m/s) e Umidità Relativa – media giornaliera (%)

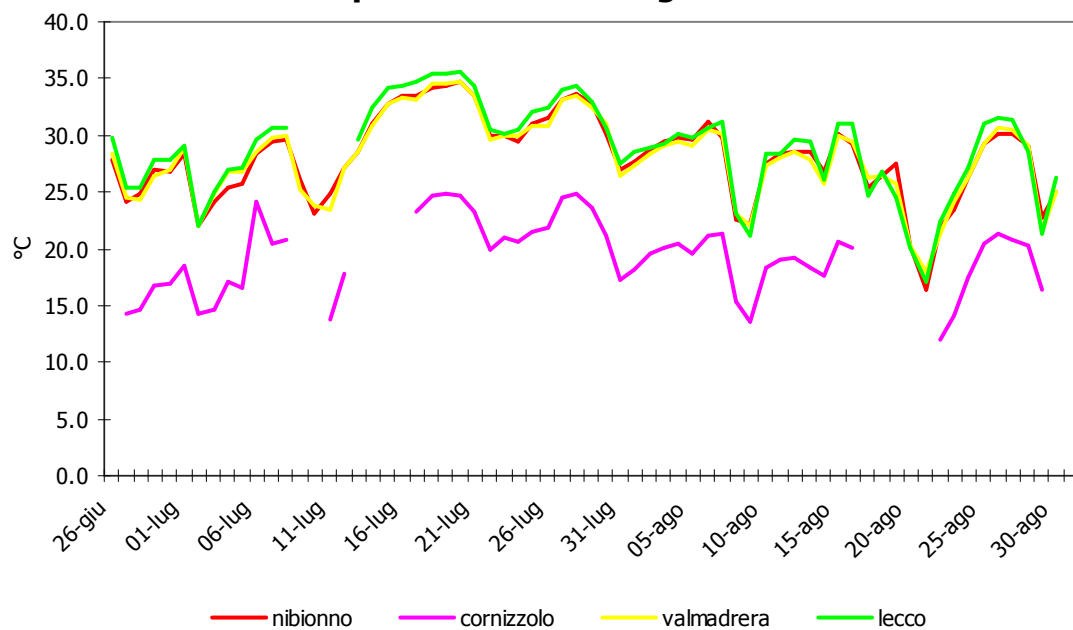
Figura 5: Andamenti dei principali parametri meteorologici durante l'estate 2007.



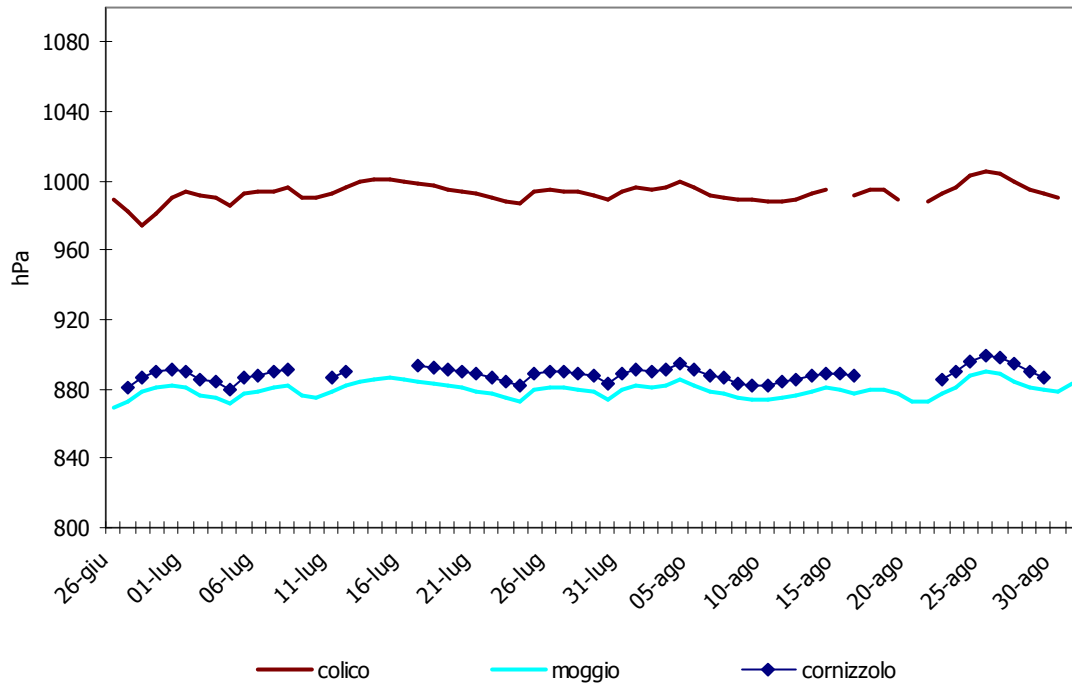
Temperatura media giornaliera



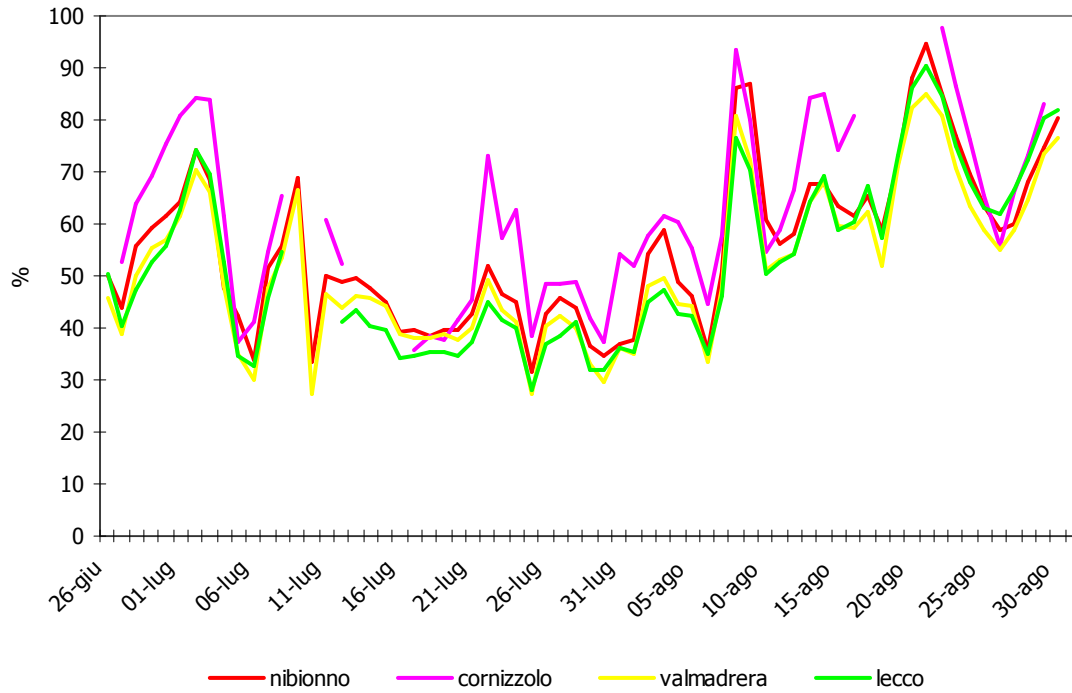
Temperatura massima giornaliera



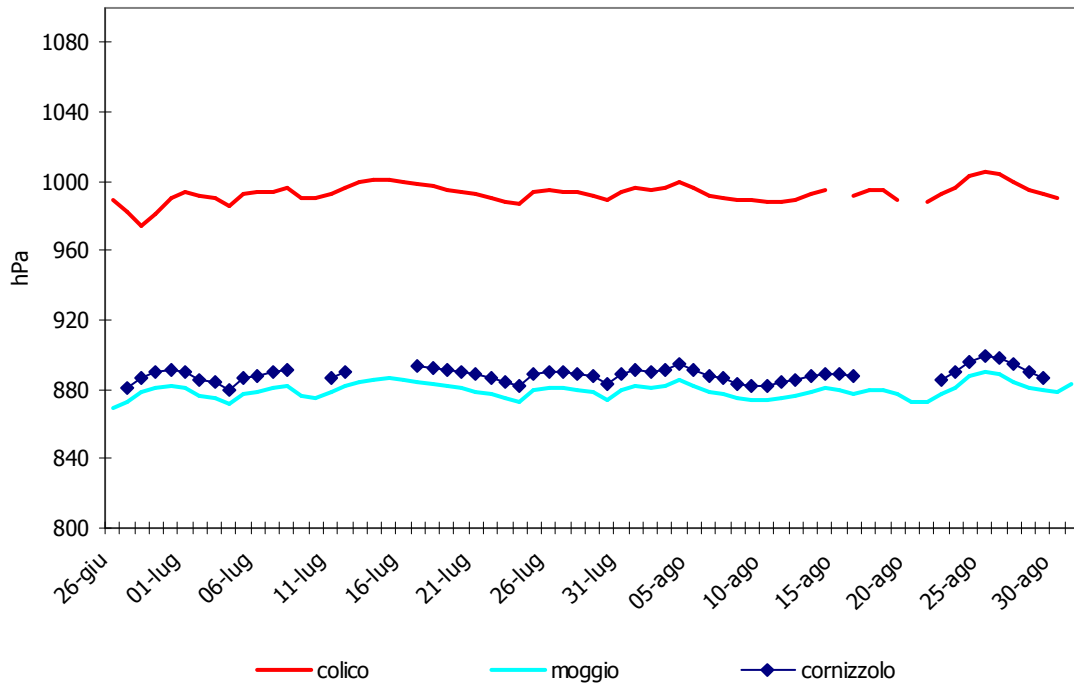
Pressione media giornaliera



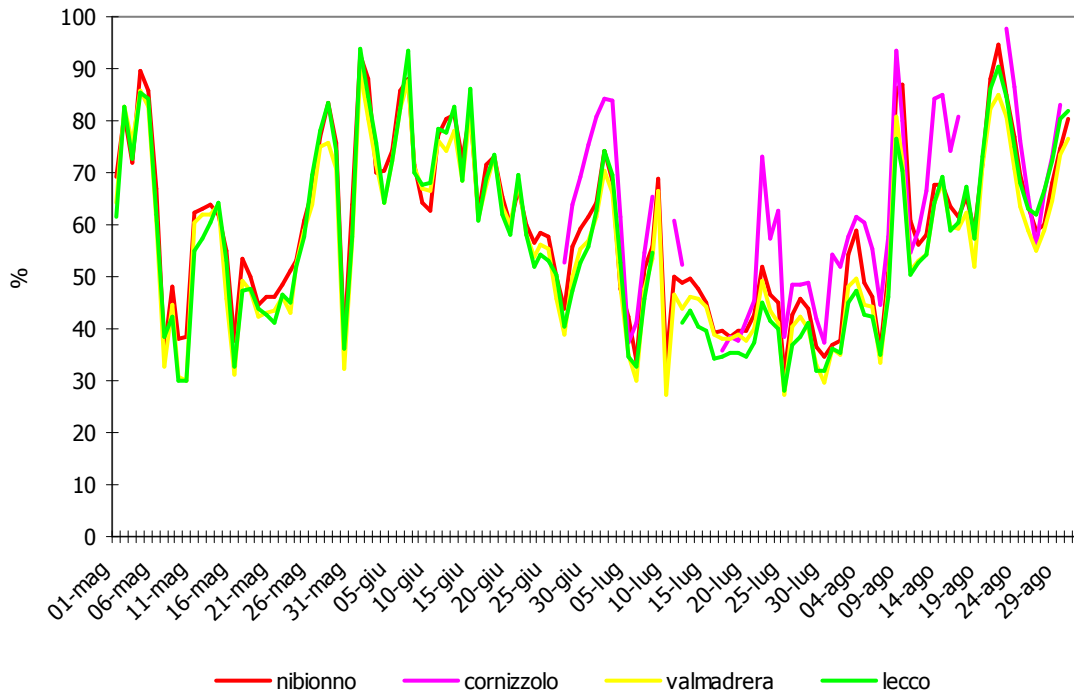
Umidità relativa media giornaliera



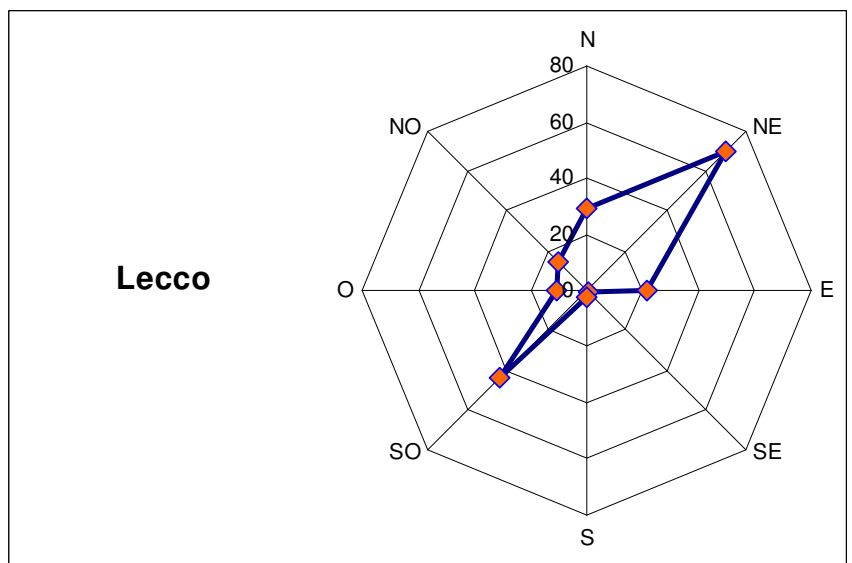
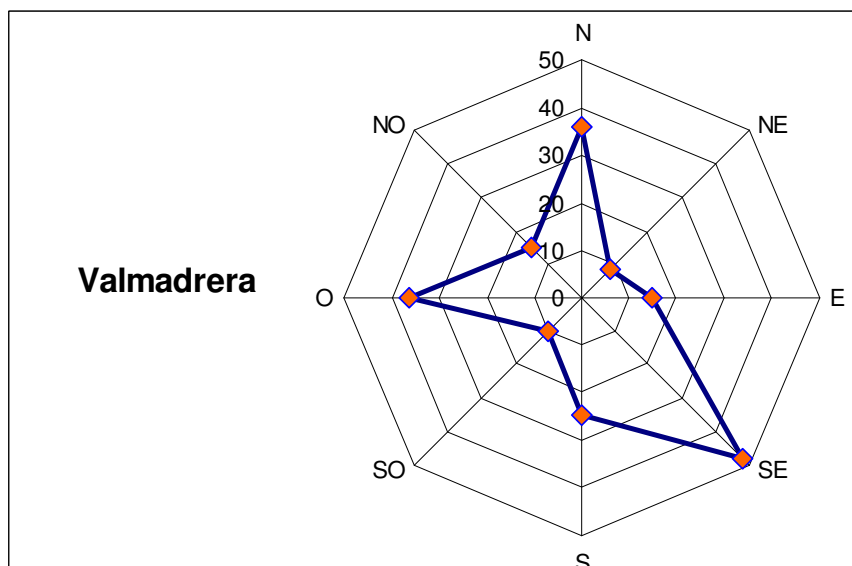
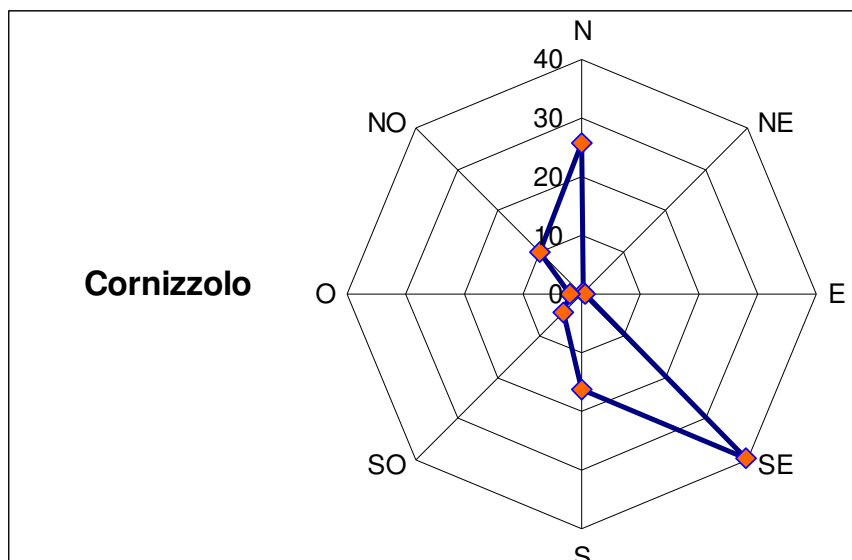
Pressione media giornaliera



Umidità relativa media giornaliera



Rose dei venti



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

La strumentazione presente sul laboratorio mobile, come quella presente nelle centraline della rete della qualità dell'aria, ha permesso il monitoraggio a cadenza oraria degli inquinanti gassosi, quali gli ossidi di azoto (NO ed NO₂) e l'ozono (O₃). A cadenza giornaliera sono state fatte le misure di PM₁₀ e PM_{2.5}.

Come descritto nel capitolo **Normativa**, il D.M. 60 del 02.04.02 stabilisce, per NO₂ 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.

I livelli di concentrazione degli inquinanti aerodispersi rilevati nel corso di una campagna sul Monte Cornizzolo sono stati confrontati nello stesso periodo con quelli monitorati in alcune stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA).

L'evoluzione temporale dell'inquinante monitorato è rappresentata nelle Figure 5 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 emissive, legate al traffico o alle attività produttive.

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 corso della campagna svolta alla fine del periodo estivo, il valore medio è risultato uguale a 131 µg/m³, mentre il valore massimo orario e della media mobile sulle 8 ore sono risultati rispettivamente uguali a 302 µg/m³ e 259 µg/m³. Si sono registrati superamenti del valore della soglia di informazione per ben 22 giorni e del livello di protezione della salute umana praticamente per tutto il periodo. I valori di O₃ rilevati sul Monte Cornizzolo sono confrontabili con i valori di Lecco via Sora e Varenna, stazioni di monitoraggio lontane da fonti emissive dirette. Si osserva che le concentrazioni di O₃ aumentano andando verso nord. Infatti i precursori dell'ozono presenti nella massa d'aria proveniente dall'area milanese e dalla Brianza, reagiscono producendo ozono durante il trasporto verso nord dovuto alla presenza di brezze.

L'andamento temporale risulta essere differente da quello degli inquinanti primari: infatti la formazione dell'ozono nella troposfera, che non ha sorgenti emissive dirette di rilievo, è correlata al ciclo diurno solare: il trend giornaliero è "a campana" con un picco poco dopo il periodo di maggior insolazione.

NO

Per quanto riguarda il monossido di azoto, i rilevamenti hanno mostrato concentrazioni molto basse, quasi al limite di rilevabilità, visto l'assenza di fonti emissive.

NO₂

Durante la campagna di monitoraggio, le concentrazioni rilevate sono molto basse: il valore medio sull'intero periodo di misura si è attestato al 4 µg/m³, con un picco massimo pari a 62 µg/m³. Durante il periodo del monitoraggio pertanto non è mai stato superato il valore limite normativo di 200 µg/m³.

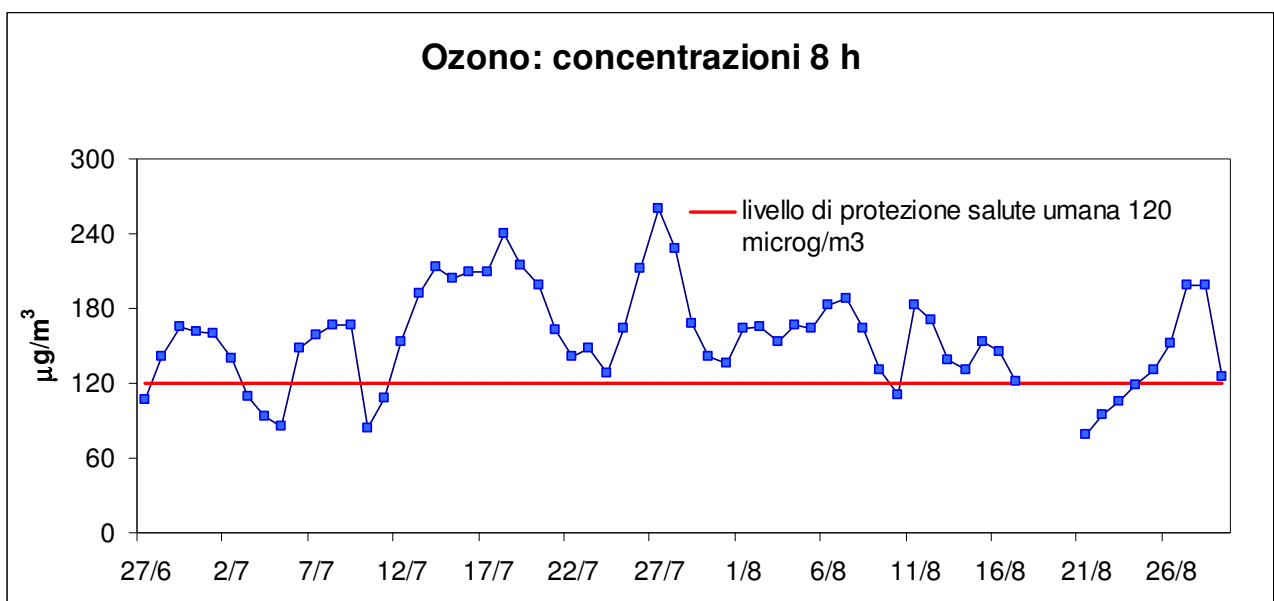
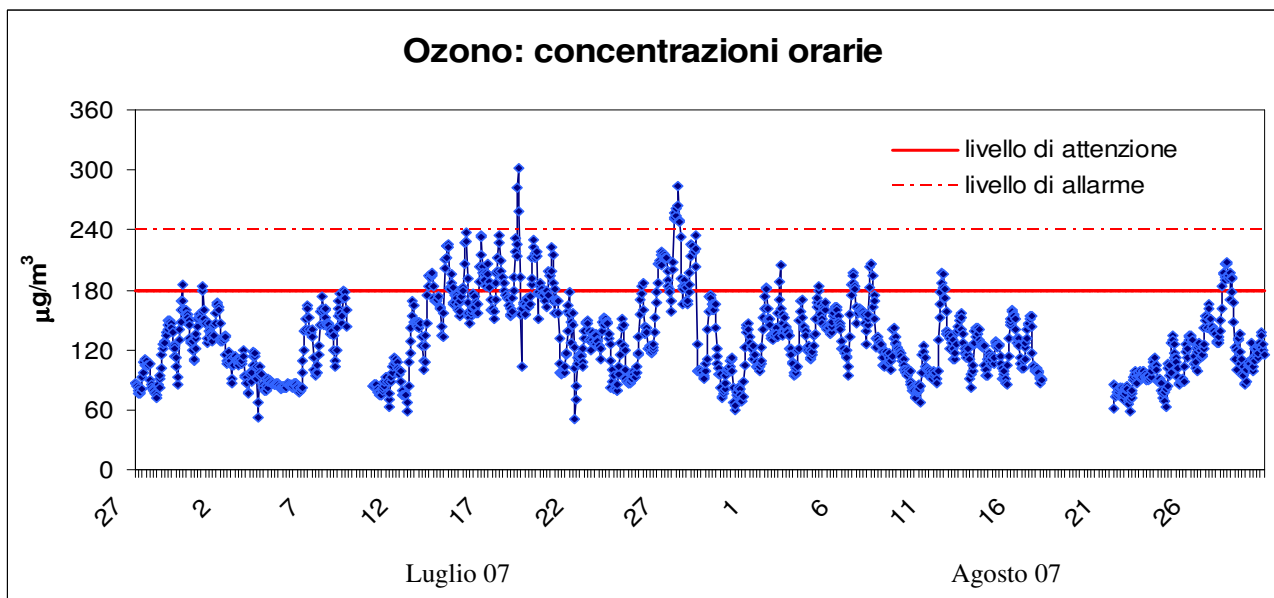
Particolato Fine

La misura del **Particolato fine** è stata effettuata con due campionatori sequenziali e successive pesate gravimetriche, dal 11 luglio al 8 agosto 2007. Questo tipo di strumento è programmato per fornire dati giornalieri.

Non si sono verificati superamenti del limite di protezione della salute umana per il **PM₁₀**, infatti la massima concentrazione giornaliera è stata di 36 µg/m³, verificatasi il 19 luglio 2007. Durante il rilevamento, si sono registrati valori di concentrazione in accordo con quelli misurati presso la centralina di Valmadrera, come evidenzia il grafico 9.

Il **PM_{2.5}** è costituito dalle polveri sottili aventi diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm. Esso viene rilevato, in quanto costituisce la parte interamente respirabile del PM₁₀. Su tutto il periodo di campionamento, la media delle concentrazioni è stata di 13 µg/m³, mentre la massima concentrazione, pari a 18 µg/m³, è stata registrata nei giorni 27-28 luglio e 7 agosto 2007. L'andamento delle concentrazioni sul Monte Cornizzolo è del tutto simile a quello relativo alle misure effettuate presso la cabina di Merate, presso una strada trafficata.

Figure 6: Concentrazioni O₃ misurate sul Monte Cornizzolo nel periodo fine giugno-agosto 2007



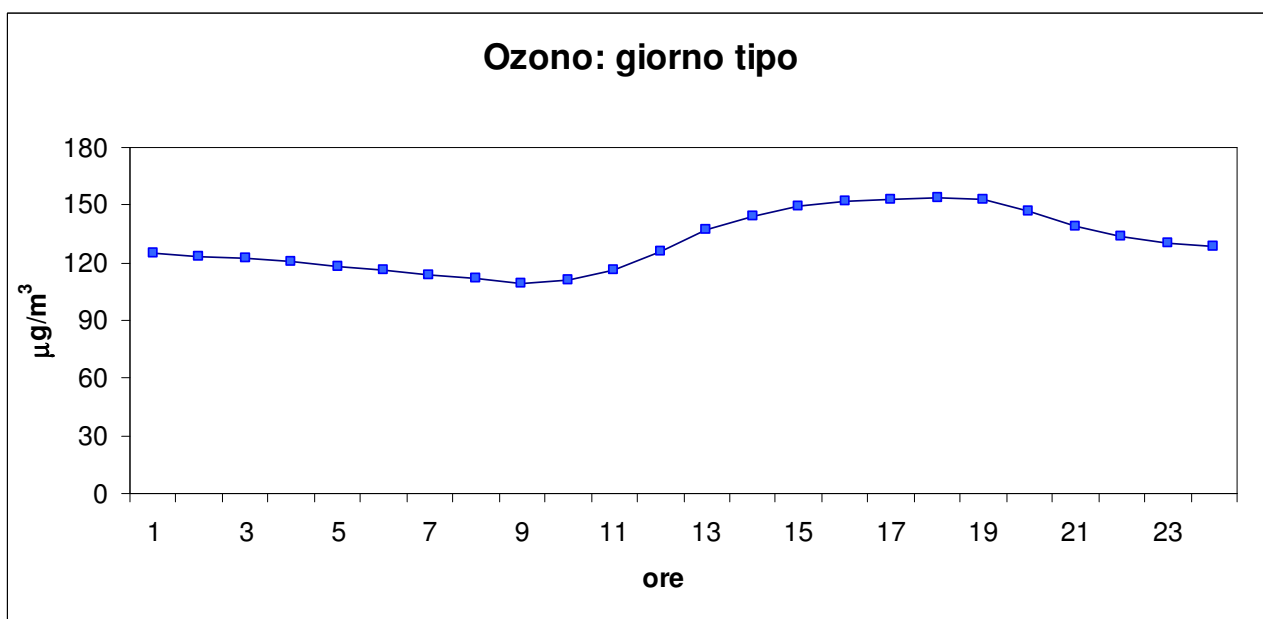
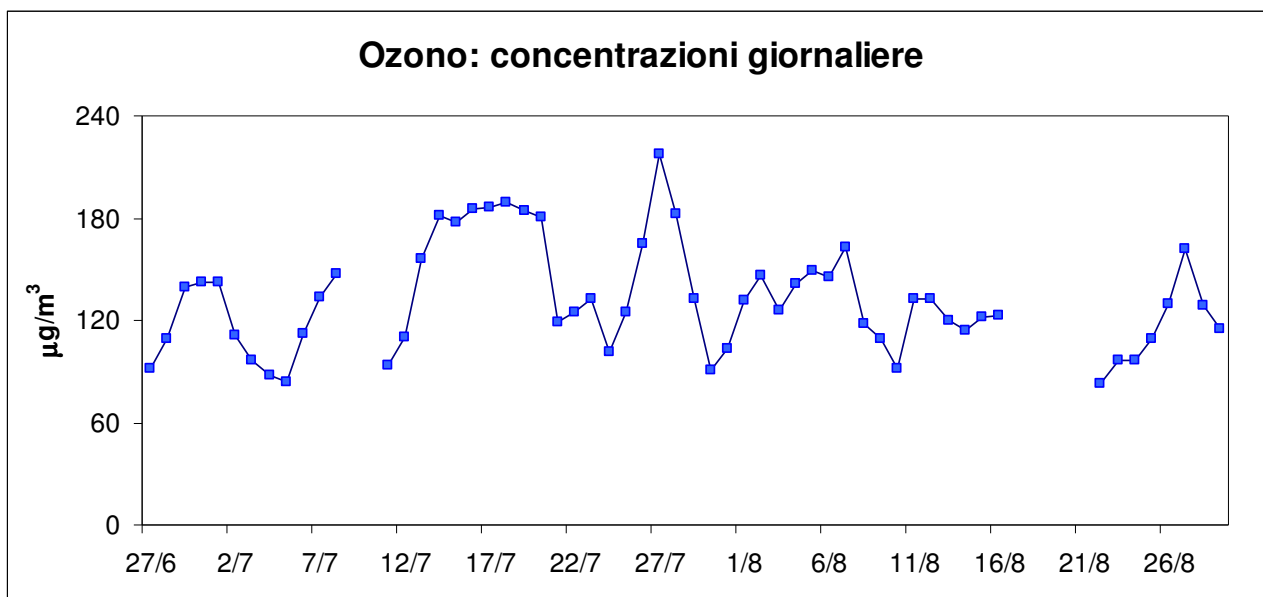


Figure 7: Concentrazioni di NO misurate sul Monte Cornizzolo nel periodo fine giugno-agosto 2007.

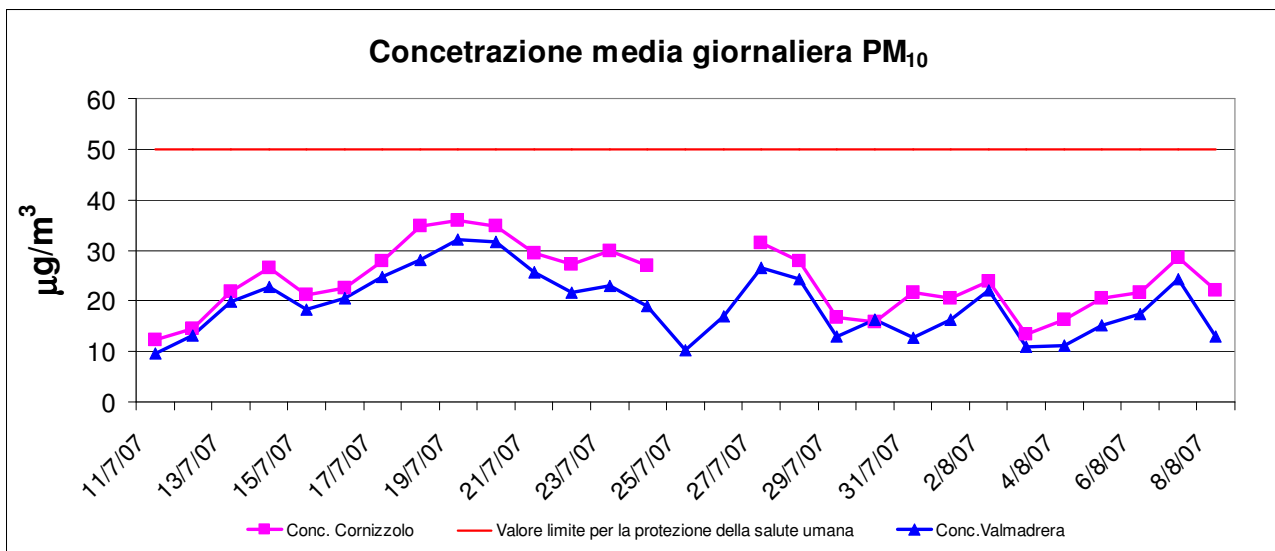
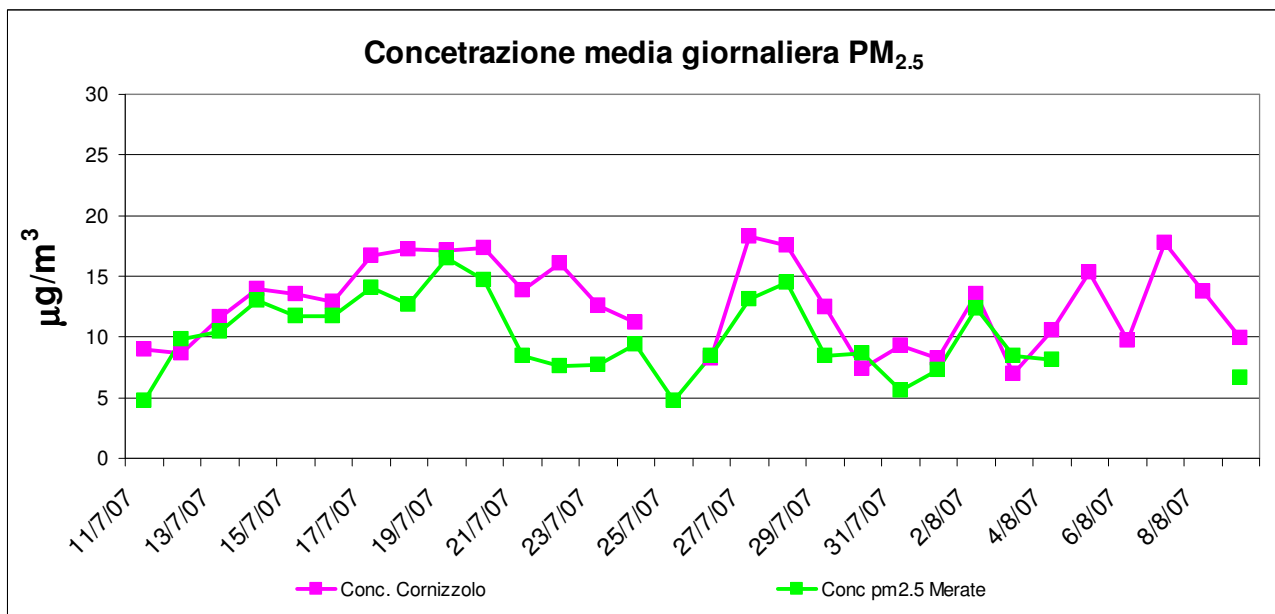


Figura 10: Concentrazioni medie giornaliere di PM_{2.5}



I dati degli inquinanti rilevati dal laboratorio mobile sul Monte Cornizzolo 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- via Sora, Nibionno, Valmadrera e Varenna) appartenenti alle diverse zone.

| | rete | Tipo zona Dec. 2001/752/CE | Tipo stazione Decisione 2001/752/CE | Quota s.l.m. (metri) | Periodo di misura |
|----------------------------|------|-------------------------------|---|----------------------------|------------------------|
| Cornizzolo | PUB | RURALE | FONDO | 1100 | 27/06/2007 – 29/8/2007 |
| Valmadrera | PRIV | SUBURBANA | MEDIA URBANA | 237 | Stazione fissa |
| Nibionno | PUB | SUBURBANA | TRAFFICO | 310 | Stazione fissa |
| Lecco- via Sora | PUB | URBANA | FONDO | 214 | Stazione fissa |
| Varena | PUB | RURALE | FONDO | 220 | Stazione fissa |

Tabella 2: 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 NO₂, O₃, PM₁₀ e PM_{2,5} 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

Tabelle 3: Livelli di concentrazione inquinanti misurati sul Monte Cornizzolo, Valmadrera, Leco-via Sora, Nibionno e Varenna

| NO₂ | % Rend. | Media (µg/m ³) | Max Media 1 h (µg/m ³) | Nr. giorni superamento Liv. Attenzione | Periodo |
|------------------------|---------|----------------------------|------------------------------------|--|------------------------|
| Cornizzolo | 100 | 4 | 62 | 0 | 27/06/2007 – 29/8/2007 |
| Valmadrera | 100 | 12 | 60 | 0 | |
| Nibionno | 100 | 28 | 151 | 0 | |
| Lecco- via Sora | 100 | 18 | 55 | 0 | |
| Varenna | 100 | 12 | 41 | 0 | |

*installato il 1/7/07

| 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 |
|-------------------------|---------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Cornizzolo | 100 | 131 | 302 | 259 | 22 | 27/06/2007 – 29/8/2007 |
| Valmadrera | 100 | 97 | 282 | 262 | 13 | |
| Nibionno | 100 | 75 | 279 | 241 | 9 | |
| Lecco- via Sora* | 100 | 104 | 281 | 253 | 20 | |
| Varenna | 100 | 106 | 301 | 272 | 22 | |

*installato il 1/7/07

| PM₁₀ | % Rend. | Media (µg/m ³) | Max Media 24 h (µg/m ³) | Nr. giorni superamento Liv. prot.salute | Periodo |
|-------------------------|---------|----------------------------|-------------------------------------|---|-----------------------|
| Cornizzolo | 93 | 24 | 36 | 0 | 11/07/2007 – 8/8/2007 |
| Valmadrera | 100 | 19 | 32 | 0 | |
| Lecco- via Sora* | 92 | 21 | 35 | 0 | |

*installato il 16/7/07

| PM_{2.5} | % Rend. | Media (µg/m ³) | Max Media 24 h (µg/m ³) | Periodo |
|-------------------------|---------|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Cornizzolo | 97 | 13 | 18 | 11/07/2007 – 8/8/2007 |
| Merate | 87 | 10 | 17 | |

Conclusioni

Le misure effettuate sul Monte Cornizzolo hanno consentito una caratterizzazione generale della qualità dell'aria del sito:

- Le concentrazioni di **NO** e **NO₂** sono state estremamente basse, in alcuni casi al limite della rilevabilità.
- Le misure di **O₃** hanno evidenziato una situazione critica. Vi sono stati ben 22 giorni con superamenti del livello di informazione: infatti la soglia di 180 µg/m³ è stata superata per un totale di 168 ore. Per 12 volte è stato superato anche la soglia d'allarme pari a 240 µg/m³. Il limite della protezione della salute umana (120 µg/m³) è stato praticamente sempre superato. Questa situazione si è riscontrata anche presso alcune stazioni fisse della rete di monitoraggio della qualità dell'aria come Lecco-Via Sora, Valmadrera e Varenna.
- Le concentrazioni di **PM₁₀** e di **PM_{2,5}** sono risultate basse: grazie ad un buon rimescolamento dell'atmosfera dovuto ai moto convettivi, non vi è stato accumulo di polveri, pertanto non si è osservato alcun superamento.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'Amministrazione Comunale e l'Associazione Società Escursionisti Civatesi per l'insostituibile collaborazione apportata durante la campagna di monitoraggio.