

RELAZIONE SULLO STATO DELLA QUALITA' DELL'ARIA IN PROVINCIA DI BIELLA ANNO 2002



Chiesa romanica di S. Secondo (sec. XI-XII) - Magnano

INDICE

<i>INTRODUZIONE</i>	2	
<i>IL SISTEMA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA DI BIELLA</i>		3
<i>INQUADRAMENTO NORMATIVO</i>	6	
<i>RECENTI SVILUPPI NELL'AMBITO DELLA MISURA E DELLA GESTIONE DELLA QUALITA' DELL'ARIA</i>	9	
<i>RISULTATI DEI RILEVAMENTI 2002</i>	14	
<i>BIOSSIDO DI ZOLFO</i>	16	
<i>MONOSSIDO DI CARBONIO</i>	21	
<i>BENZENE</i>	24	
<i>OSSIDI DI AZOTO</i>	32	
<i>OZONO</i>	41	
<i>PARTICOLATO PM10</i>	50	

Questo documento è stato realizzato con il contributo del personale tecnico dell'Area Tematica e del Laboratorio Strumentale Qualità dell'aria ed Emissioni del Dipartimento di Biella: Alexander Bergando, Giorgia Brandoni, Fabio Pittarello, Pasquale Scordino, Laura Milizia, Tiziana Saracino, Marco Vincenzi.

1. INTRODUZIONE

Questa relazione descrive lo stato di qualità dell'aria dell'anno 2002 come emerge dai dati di monitoraggio acquisiti dalle stazioni fisse di rilevamento; le informazioni relative al 2002 sono poi integrate con quelle degli anni precedenti per fornire un quadro complessivo più completo, e soprattutto per evidenziare le tendenze evolutive della qualità dell'aria nel Biellese. L'importanza e l'utilità di un simile approccio sono evidenti in particolare per quegli attori istituzionali cui spetta il compito di elaborare le strategie di miglioramento della qualità dell'aria: la possibilità di disporre di un quadro storico-evolutivo dovrebbe risultare molto utile per pianificare interventi più incisivi, efficaci e duraturi nel tempo per il mantenimento o il raggiungimento di un buon livello di qualità dell'aria, cosa che del resto è uno degli obiettivi fondamentali posti dalle recenti Direttive europee in materia.

Ponendoci in tale punto di vista i dati generali relativi al 2002 saranno esposti per ciascun inquinante, e saranno anche posti in relazione a quanto riscontrato negli anni precedenti per poter fornire al lettore una valutazione d'insieme della qualità dell'aria sia sotto l'aspetto spaziale (confronto tra differenti stazioni) sia sotto quello temporale (confronto tra periodi diversi).

Il lettore interessato ad un maggior dettaglio troverà negli allegati una serie di tabelle e grafici che illustrano, per ciascun parametro di ciascuna stazione l'andamento mese per mese della QA presso ciascuna stazione di misura. Il formato grafico utilizzato è quello solitamente utilizzato per i report periodici inviati ai Comuni e messi in visione presso il sito web di ARPA Piemonte. Sempre in allegato sono presenti delle tabelle riepilogative annuali per ciascun inquinante che riassumono in forma molto sintetica ed aggregata quanto misurato nel corso dell'anno.

L'esposizione dei risultati del rilevamento è comunque preceduta da una breve descrizione della rete di misura e della normativa attualmente in vigore che costituisce il necessario punto di riferimento per il lavoro di monitoraggio e per la lettura del presente documento. Fa seguito una serie di considerazioni relative allo stato attuale della gestione della qualità dell'aria in Provincia

2. IL SISTEMA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DI BIELLA.

La rete è formata da 5 stazioni fisse per la misura di inquinanti atmosferici e da un mezzo mobile utilizzato congiuntamente con la Provincia di Vercelli.

Biella 1	Biella 2	Cossato	Trivero-Ponzone	Verrone	Mezzo Mobile	Bielmonte (non attiva)
Via don Sturzo 20	Villa Schneider	Scuole Medie "Maggia"	Piazzale Mercato	Giardini via Zumaglini		
Ozono		Ozono	Ozono	Ozono	Ozono	
Ossidi di azoto	Ossidi di azoto	Ossidi di azoto	Ossidi di azoto	Ossidi di azoto	Ossidi di azoto	
Ossido di Carbonio	Ossido di Carbonio	Ossido di Carbonio	Ossido di Carbonio		Ossido di Carbonio	
Particolato PM10	Particolato PM10	Particolato PM10	Particolato PM10	Particolato PM10	Particolato PM10	
Benzene	Benzene				Benzene	
Idrocarburi totali	Biossido di zolfo				Biossido di zolfo	
Meteo	Meteo	Meteo	Meteo	Meteo	Meteo	Meteo

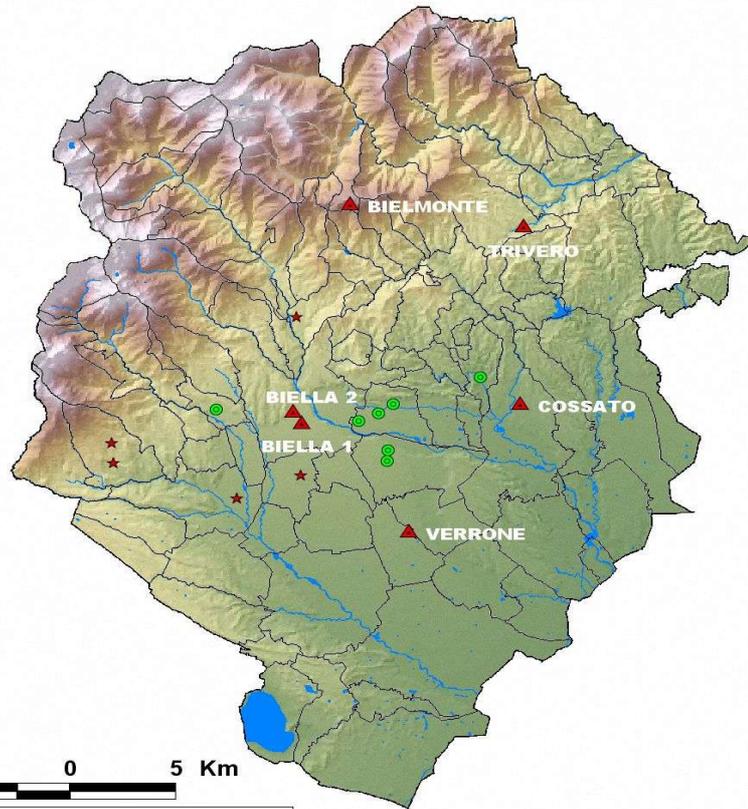
Tutte le stazioni sono classificabili di tipo urbano, con l'eccezione di Biella 2, che per la sua posizione presenta più le caratteristiche di una stazione da traffico (almeno finora, dato che le recenti modifiche alla viabilità nel centro di Biella richiedono probabilmente un cambiamento della sua classificazione). La stazione meteorologica di Bielmonte non è attualmente attiva per cause di natura tecnica.

Alla rete fissa si aggiunge la disponibilità di un furgone mobile in comproprietà tra le province di Vercelli e Biella, che ne dispone per 5 mesi di utilizzo all'anno, su richiesta di enti locali.

A partire dal 2001 è stata avviata una sistematica attività di monitoraggio della qualità dell'aria con il mezzo mobile: tra il 2001 ed il 2002 sono state realizzate 12 campagne di rilevamento su comuni biellesi.

I risultati dettagliati di tali cicli di misure sono oggetto di specifiche relazioni tecniche e non sono riportati in questo documento, tuttavia in linea generale si può affermare che pur con le inevitabili diversità e peculiarità di qualità dell'aria tra i diversi siti, il quadro generale che emerge dai rilevamenti temporanei con mezzo mobile conferma la situazione d'insieme delineata in questa relazione tecnica.

La figura riporta la localizzazione dei punti di monitoraggio temporanei assieme ai punti di rilevamento della rete fissa.



Legenda:

- ★ Monitoraggio con mezzo mobile 2001
- Monitoraggio con mezzo mobile 2002
- ▲ Stazioni di misura fisse

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Prima di esporre le risultanze dei rilevamenti è necessario fare alcune considerazioni di premessa riguardanti le nuove disposizioni normative a livello europeo in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria.

La normativa in materia di rilevamento della qualità dell'aria (QA) ed i relativi valori limite sono stati recentemente riveduti ed aggiornati con il **Decreto Legislativo 4/8/1999 n. 351**, normativa che, recependo la Direttiva "quadro" in materia di qualità dell'aria 96/62/CE, ha delineato i principi di base per la gestione ed il controllo della QA nel prossimo futuro.

Il Dlgs 351/99 va a definire il nuovo contesto generale ed i principi di base per la gestione e controllo dell'aria ambiente (art. 1), rimandando a successivi decreti attuativi la definizione di valori limite, valori obiettivo, margini di tolleranza.

Il DLgs 351/99 ha modificato in modo qualitativo e quantitativo le strategie finora adottate per affrontare la complessa problematica relativa alla valutazione della qualità dell'aria nonché agli interventi da attuare per il suo miglioramento.

Il **DM 13/4/2002 n. 60**, che ha recepito le Direttive 2000/69/CE e 30/1999/CE, è il primo dei decreti attuativi previsti dal D.Lgs 351/99; esso ha ridefinito, per gli inquinanti biossido di zolfo, ossidi di azoto, benzene, particelle PM10, monossido di carbonio e piombo i metodi di riferimento, i valori limite sul breve e lungo periodo, fornendo così un valido strumento operativo in applicazione del D.Lgs 351/99 stesso.

Le nuove disposizioni rivedono ed aggiornano i valori limite di QA sia sotto l'aspetto quantitativo, rivedendo i valori numerici di soglia, sia sotto l'aspetto qualitativo stabilendo nuove tipologie di valori limite per arrivare a definire in modo sempre più preciso lo stato di QA di una determinata zona geografica.

Il Dlgs 351/99 ed il DM 60/2002 introducono elementi innovativi nella gestione della QA, tra cui ricordiamo:

- La fissazione di valori limite sia a breve che a medio termine (annuali);
- L'abrogazione dei livelli di attenzione di cui al DM 25/11/1994;
- L'introduzione di limiti per la protezione della vegetazione, oltre a quelli per la protezione della salute;
- La fissazione di valori limite per benzene e PM10, due inquinanti molto importanti, in sostituzione dei precedenti "obiettivi di qualità", meno vincolanti, di cui al DM 25/11/1994;
- La definizione di un arco temporale di alcuni anni per l'adeguamento della QA ai nuovi standard;
- L'enfasi particolare data alle attività di divulgazione delle informazioni sullo stato di QA.

La discussione più dettagliata dei valori limite è rimandata alla descrizione dei singoli inquinanti.

Un'importante eccezione nel nuovo panorama normativo è rappresentata dall'ozono: la Direttiva che ne stabilisce i nuovi limiti è infatti molto recente (**DIR 2002/03/CE del 12/2/2002**) e non è ancora stata recepita dall'Italia. Nel contesto della presente relazione si continueranno dunque ad utilizzare per l'ozono i valori limite di cui al DM 25/11/1994 e DM 16/5/1996.

Si riporta di seguito un elenco delle normative attualmente in vigore

3.1. Normativa nazionale di carattere generale:

- ❖ Decreto Legislativo 4/8/1999 n. 351: “Attuazione della Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell’aria ambiente”;
- ❖ Legge Regionale n. 43 del 7/4/2000: “Disposizioni per la tutela dell’ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell’aria”.
- ❖ Decreto Ministeriale 2/4/2002 n. 60: “Recepimento della Direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, gli ossidi azoto, le particelle ed il piombo e della Direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.

3.2. Normativa specifica per l’ozono

- ❖ Decreto Ministeriale del 25/11/1994: “Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994”;
- ❖ Decreto Ministeriale del 16/05/1996: “Attivazione di un sistema di sorveglianza dell’inquinamento da ozono”;
- ❖ Deliberazione della Giunta Regionale 31/7/2000 n. 27-614;
- ❖ Direttiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12/2/2002, relativa all’ozono nell’aria (Non ancora recepita dall’Italia).

3.3. I nuovi standard europei per la misura della qualità dell’aria

Schematizzando, i parametri di riferimento che vanno a costituire i nuovi standard di qualità dell’aria su base europea possono essere raggruppati e classificati in alcune categorie generali, cui corrispondono però differenti informazioni sullo stato di QA e differenti strategie di intervento in caso di superamento dei valori limite.

1. Valori limite per la valutazione e la gestione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico.

Si tratta di valori limite nel breve periodo (orari, giornalieri o su 8 ore) al cui superamento corrispondono situazioni di picco dell’inquinamento atmosferico locale: tali situazioni richiedono interventi rapidi al fine di riportare i livelli di inquinante al di sotto dei valori limite ed una tempestiva informazione alle autorità ed alla popolazione.

Appartengono a questa categoria i precedenti livelli “di attenzione” e “di allarme” del DM 25/11/1994. Il DM 60/2002 li classifica come “soglie di allarme” e “valori limite per la protezione della salute umana” (orari o giornalieri).

E’ degno di nota il fatto che il DM 60/2002 prevede, oltre al valore limite per la protezione della salute umana, anche un *numero massimo di superamenti* di tale valore nell’arco dell’anno, ponendo così l’accento sull’importanza di gestire le emergenze, ma anche di attuare una pianificazione di interventi a medio/lungo termine che riporti l’accadimento delle emergenze entro limiti ristretti.

2. Valori limite per la gestione della QA nel medio termine (annuale)

Il DM 60/2002 stabilisce per ciascun inquinante dei “valori limite annuali per la protezione della salute umana” che servono da riferimento per rappresentare lo stato più generale di QA di una determinata zona al di là delle contingenti situazioni di inquinamento acuto, generalmente di durata limitata. E’ previsto un arco temporale di adeguamento, con una tolleranza percentuale fino alla data in cui il valore limite dovrà essere rispettato. I nuovi standard sostituiscono i percentili, gli obiettivi di qualità ed i

valori guida a medio termine di cui al DPR 203/88, al DM 25/11/1994 ed al DPCM 28/3/1983.

Il superamento di uno o più limiti di riferimento annuali richiederà l'adozione di interventi strutturali sul territorio programmati e pianificati al fine di migliorare lo stato generale di QA, ma anche il non superamento comporta comunque la definizione di attività volte a mantenere lo stato di QA esistente.

3. Valori limite per valutare gli effetti sull'ambiente.

I valori limite per la protezione degli ecosistemi e della vegetazione stabiliti dal DM 60/2002 e, per l'ozono, dal DM 16/5/1996 costituiscono dei parametri di riferimento in base ai quali valutare l'impatto sugli ecosistemi.

La valutazione dello stato di QA in relazione alla protezione degli ecosistemi richiede esplicitamente misure effettuate in punti di campionamento situati in zone distanti da sorgenti di inquinamento.

4. I margini di tolleranza sui valori limite

Un'importante aspetto introdotto nei nuovi standard europei recepiti con DM 60/2002 sta nell'introduzione di un margine di tolleranza su ciascun valore limite (specifico per ciascun inquinante ed espresso in percentuale del limite stesso) che permette un adeguamento temporale ai requisiti del decreto stesso.

Il margine di tolleranza viene progressivamente ridotto di anno in anno fino ad un valore di 0% (generalmente nell'arco di 5 o 10 anni).

E' importante precisare che il valore limite è fisso ed invariato; il margine di tolleranza è stato introdotto solo allo scopo di pianificare gli interventi di adeguamento e perciò non ha effetto sul valore limite.

Nelle tabelle e nelle schede relative ai dati di QA della presente relazione, i dati saranno sempre confrontati con il valore limite, senza considerarne il margine di tolleranza per l'anno in oggetto, che sarà indicato separatamente.

3.4. La normativa regionale e la classificazione dei Comuni

La Regione Piemonte ha cominciato a dare corso alle disposizioni delle normative sopra richiamate con una serie di atti; oltre alla L.R. 43/2000 ed in sua attuazione sono stati emanati due importanti documenti:

- la DGR 5/8/2002 n. 109-6941: Approvazione della "Valutazione della qualità dell'aria nella Regione Piemonte anno 2001", che rappresenta un esame dello stato regionale della qualità dell'aria sulla base dei dati di rilevamento finora disponibili e di stime di concentrazioni di inquinanti ove tali misure non sono state finora effettuate;
- la DGR 11/11/2002 n. 14-7623 che stabilisce una zonizzazione del territorio piemontese in ordine alla qualità dell'aria, assegnando i vari comuni piemontesi alle Zone 1, 2 e 3p e 3 (in ordine di criticità decrescente).

Zona 1: sono assegnati a tale zona i comuni piemontesi per i quali la valutazione della qualità dell'aria dell'anno precedente stimi, anche per un solo inquinante, valori superiori al limite aumentato del margine di tolleranza;

I comuni biellesi in Zona 1 sono Biella e Cossato.

Zona 2: sono assegnati a tale zona i comuni piemontesi per i quali la valutazione della qualità dell'aria dell'anno precedente stimi, anche per un solo inquinante, valori superiori al limite ma entro il margine di tolleranza. I comuni biellesi in zona 2 sono Candelo,

Cerreto Castello, Gaglianico, Occhieppo Inferiore, Ponderano, Quaregna, Sandigliano, Tollegno, Valdengo, Verrone, Vigliano.

Zona 3p: sono assegnati a tale zona i comuni piemontesi per i quali la valutazione della qualità dell'aria dell'anno precedente stimi il rispetto dei valori limite, ma con valori tali da comportare l'esistenza di un rischio di superamento. Appartengono a tale zona anche i comuni per i quali le Province ne hanno proposto l'inserimento al fine di rendere più razionali ed omogenei gli interventi di miglioramento della qualità dell'aria.

I comuni biellesi in Zona 3p sono: Benna, Borriana, Cavaglià, Cerrione, Dorzano, Magnano, Massazza Miagliano, Mongrando, Mottalciata, Occhieppo Superiore, Pollone, Pralungo, Ronco, Roppolo, Sala Biellese, Salussola, Strona, Vallemosso, Villanova, Vivrerone, Zimone, Zubiena.

I comuni appartenenti alle zone 1,2 e 3p vanno inseriti nei piani provinciali di intervento in caso di verificarsi di episodi acuti di inquinamento atmosferico (piani d'azione) e dei piani per il miglioramento progressivo della qualità dell'aria. I rimanenti comuni sono assegnati alla Zona 3, e si tratta di comuni per i quali è confermata una situazione di generale buona qualità dell'aria; per tali Comuni devono essere elaborati dei piani per il mantenimento dei livelli di inquinamento al di sotto dei limiti (art. 9 D.Lgs 351/99).

La classificazione dei Comuni a seguito della valutazione della qualità dell'aria è basata su un'analisi delle sorgenti di emissione posti all'interno di ciascun Comune con l'ausilio di strumenti matematici di modellistica atmosferica e va riveduta ogni anno anche sulla base di dati sperimentali eventualmente acquisiti nel frattempo, ad esempio tramite campagne di misura con mezzo mobile. E' quindi possibile che per certi comuni si possano verificare cambiamenti di classe di assegnazione.

Per un approfondimento degli argomenti trattati in questo paragrafo si rinvia comunque il lettore interessato ai documenti originali.

4. RECENTI SVILUPPI NELL'AMBITO DELLA MISURA E DELLA GESTIONE DELLA QUALITA' DELL'ARIA IN PIEMONTE ED IN PROVINCIA DI BIELLA.

In questo periodo la materia del controllo, della gestione e della tutela della qualità dell'aria in Piemonte è interessata da nuovi ed importanti sviluppi cui merita far cenno. Da un anno è ormai avviato il Sistema Regionale di rilevamento della Qualità dell'aria: una rete piemontese integrata di stazioni di misura fisse e mobili la cui gestione tecnica è affidata ad ARPA. Sono in via di unificazione le procedure di gestione tecnica e tra l'altro stato attivato un servizio di manutenzione continuativo che assicura una uniformità di interventi gestionali e manutentivi sull'intero territorio regionale. La rete regionale è supportata da un insieme unitario e comune di programmi software per l'acquisizione, la validazione e l'elaborazione dei dati che fa capo al CSI Piemonte.

Per l'autunno 2003 è previsto che i dati di qualità dell'aria siano resi pubblici ed aggiornati a cadenza giornaliera sul sito web della Regione Piemonte, conformemente ai requisiti del DM 60/02. E' inoltre allo studio un perfezionamento dell'informativa al pubblico con l'utilizzo di "indici" della qualità dell'aria

E' in via di completamento la ristrutturazione del parco strumentale esistente, che prevede tra l'altro la fornitura di nuova strumentazione anche per la rete di Biella.

E' evidente che la realizzazione di un sistema di misurazione affidabile è una premessa indispensabile per l'attuazione dell'altro grande obiettivo del D.Lgs 351/99: la pianificazione della gestione della qualità dell'aria locale nelle situazioni di emergenza come anche sul lungo termine.

I piani per la gestione della qualità dell'aria

Con la DGR 11/11/2002 n. 14-7623 la Regione Piemonte ha anche emanato le linee guida per la redazione dei piani provinciali di tutela e risanamento della QA che comprendono sia i provvedimenti stabili sia i cosiddetti piani di azione che si applicano ai Comuni assegnati in zona di piano. Ricordiamo che i piani di azione contengono le misure da adottare per affrontare gli *episodi acuti di inquinamento atmosferico*. I piani di azione sono attivati in situazioni di emergenza al verificarsi di superamenti delle soglie di allarme o dei livelli di protezione della salute nel breve periodo (si pensi ad esempio al blocco della circolazione in relazione all'inquinamento da PM10) al fine di riportare lo stato di QA entro valori accettabili con provvedimenti di carattere temporaneo da attuare con rapidità. La normativa prevede che i piani di azione siano redatti dalla Provincia competente con il coinvolgimento dei Comuni interessati.

Provvedimenti stabili. Si tratta di provvedimenti di natura più strutturale e meno episodica, volti ad incidere in maniera radicale e duratura sulle cause strutturali dello stato di QA, per giungere nel tempo alla riduzione del rischio di superamenti di valori limite, al miglioramento o al mantenimento della QA di una determinata zona al fine di giungere al rispetto dei limiti sul medio-lungo periodo previsti dal DM 60/02. Gli ambiti di intervento riguardano tutte le più significative sorgenti di emissione dal traffico (viabilità, motorizzazioni, ecc.) al riscaldamento civile ed industriale (miglioramento dell'efficienza energetica e della qualità dei combustibili...) e alle attività produttive (controllo degli impianti, adozione di tecnologie di depurazione tecnicamente aggiornate...).

E' chiaro che la realizzazione di provvedimenti a lungo termine, per portare a risultati concreti, richiederà una concertazione di interventi a scale differenti (regionale, provinciale comunale)

I piani di azione ed i piani stabili per la Provincia di Biella sono in via di realizzazione e si ritiene auspicabile che tale relazione annuale possa costituire un utile strumento di lavoro per la loro elaborazione.

L'informazione al pubblico

Una delle novità del nuovo panorama legislativo è sicuramente costituita dall'importanza data alla divulgazione ed alla informazione, che è chiaramente espresso all'art. 11 del DLgs 351/99, che si riporta di seguito:

“Lo Stato, le regioni, le province, i comuni e gli altri enti locali garantiscono, ciascuno nell'ambito delle proprie competenze, che informazioni aggiornate sulla qualità dell'aria ambiente (...) siano messe regolarmente a disposizione del pubblico nonché degli organismi interessati”.

Il DM 60/2002 ha definito meglio i requisiti dell'informazione al pubblico stabilendo una frequenza oraria o giornaliera di aggiornamento dei dati di qualità dell'aria.

Considerata la recente entrata in vigore della normativa citata, il percorso organizzativo intrapreso dagli Enti interessati verso un sistema di comunicazione che risponda a tali requisiti generali non può dirsi certo concluso ed anzi per quanto riguarda i più piccoli capoluoghi di provincia si è appena all'inizio del cammino (generalmente i grandi centri urbani e le aree metropolitane dispongono già di sistemi comunicativi collaudati). Attualmente il Dipartimento ARPA di Biella è in grado di fornire i seguenti servizi in merito alla qualità dell'aria (oltre alla gestione tecnica del sistema ed al controllo e validazione dei dati):

- Sorveglianza e comunicazione giornaliera dello stato di qualità dell'aria per i principali inquinanti mediante la stesura di bollettini quotidiani agli Enti locali ed agli organi di

- stampa. Dal 2003 la comunicazione avviene via posta elettronica anche a tutti i Comuni biellesi appartenenti alle zone di Piano 1 e 2. Tale servizio ha carattere giornaliero e continuativo per l'ozono (nel periodo estivo) e per il PM10 (nella stagione fredda).
- Stesura mensile aggiornata di una rappresentazione sintetica dei dati di qualità dell'aria su schede riepilogative analoghe a quelle presentate negli allegati di questo documento.
 - Inserimento ed aggiornamento delle informazioni di cui sopra e di eventuali altri documenti relativi alla qualità dell'aria sul sito web di ARPA Piemonte nella sezione dedicata al Dipartimento di Biella.
 - Fornitura di dati ed elaborazioni ad Enti che ne facciano richiesta.

Per un'informazione chiara ed accessibile a tutti: la rappresentazione mediante indici di qualità dell'aria

Rappresentare in maniera sintetica ma sufficientemente precisa lo stato di QA di una determinata area non è purtroppo cosa semplice da realizzarsi: la molteplicità dei composti monitorati, l'esistenza di differenti siti di rilevamento, ciascuno con proprie caratteristiche antropiche e geografiche, che comportano di conseguenza differenti livelli di inquinamento, la differente rilevanza sanitaria degli inquinanti oggetto di monitoraggio, l'esigenza di confrontare i dati provenienti dalle stazioni poste in contesti territoriali diversi, l'esigenza inoltre di tener conto della presenza di più specie chimiche inquinanti ciascuna con la propria rilevanza sanitaria ed ambientale.... Tutto ciò complica notevolmente il problema di fornire un'informazione chiara, sintetica, accessibile e di significato immediato senza costringere il cittadino non esperto in materia a faticosi confronti tra parametri, unità di misura insolite e valori limite, che presi singolarmente non forniscono un'immediata percezione del rischio sanitario eventualmente legato alle concentrazioni esistenti.

Per rimediare a questa difficoltà di divulgazione presso altre nazioni già da tempo si ricorre ad una rappresentazione sintetica mediante *indici di qualità dell'aria*. L'indice non è altro che una scala di valori numerici (da 0 a n) ove a ciascun numero corrisponde un insieme di raccomandazioni/consigli per la popolazione, di importanza e gravità crescente con l'aumentare del valore numerico. Il valore numerico dell'indice è a sua volta assegnato sulla base delle concentrazioni misurate di uno o più inquinanti (medie orarie, giornaliere, su 8 ore...) opportunamente rielaborate e confrontate con fasce di accettabilità della qualità dell'aria. L'indicizzazione dei dati di qualità dell'aria rappresenta il sistema più immediato e comprensibile di visualizzazione della situazione di inquinamento atmosferico.

Attualmente, anche la Regione Piemonte sta sperimentando un sistema di indici di qualità dell'aria da aggiornare e divulgare con regolarità (ad es. sul sito web regionale e agli organi di informazione). L'indice di qualità dell'aria (IQA) prevede, sulla base delle concentrazioni degli inquinanti più critici (ozono, ossidi di azoto e PM10) rilevate e del confronto con i limiti normativi l'assegnazione di un giudizio sulla qualità dell'aria che va da "ottima" a molto insalubre" a cui corrisponderanno raccomandazioni differenti per le fasce di popolazione più a rischio.

Questa rappresentazione è ancora in fase di sperimentazione, ma è opportuno ricordare che un sistema di indicizzazione sul territorio piemontese è già stato stabilito per l'ozono con DGR 27-614 del 31 luglio 2000. Il sistema la cui applicazione è importante soprattutto nel periodo estivo prevede l'individuazione a livello regionale di 4 stazioni di riferimento per la misura dell'ozono (una di queste è la stazione di Cossato). In

base alle concentrazioni misurate da queste stazioni si assegna il *livello giornaliero di ozono (su una scala da 0 a 3)*, cui sono associati differenti raccomandazioni e consigli per la popolazione esposta.

In provincia di Biella, grazie alla presenza di 4 analizzatori di ozono sulla rete fissa, i bollettini giornalieri emanati dal Dipartimento ARPA hanno riportato anche una valutazione del livello di ozono a scala locale, mediando le concentrazioni rilevate dalla rete e procedendo ad un'assegnazione del livello di ozono valida sul territorio provinciale. I risultati del 2002 sono riportati nella sezione relativa all'ozono.

Per gli altri inquinanti, in attesa di una applicazione unitaria a scala regionale del sistema di indicizzazione della qualità dell'aria, nel presente documento si è proceduto nella maniera già utilizzata per le precedenti relazioni che presenta il vantaggio della consuetudine d'uso. La rappresentazione complessiva dello stato di qualità dell'aria per ciascun inquinante è realizzata mediante grafici a torta ove si riporta la ripartizione percentuale della qualità dell'aria in tre fasce: buona accettabile, scadente. Tale elaborazione, come si vedrà nel seguito, è stata realizzata su base mensile e annuale.

I valori limite di concentrazione che corrispondono a ciascuna delle tre fasce sono stati scelti sulla base dei riferimenti normativi e dell'esperienza e non intendono costituire una metodologia di valutazione di carattere generale, ma un criterio di lavoro applicato da tempo in provincia di Biella, che torna utile per confrontare la documentazione fin qui elaborata (relazioni annuali QA, campagne mezzo mobile). Il limite di tali valutazioni risiede nel fatto che tengono conto di una sola tipologia di inquinante e di un valore limite per volta.

Fatte salve tali limitazioni della rappresentazioni sin qui adottata, essa è stata mantenuta per il 2002, ma si ritiene che sarà sostituita fino alla completa realizzazione ed applicazione routinaria dell'indice di qualità dell'aria a scala regionale.

La qualità dell'aria biellese in sintesi

Anticipando la descrizione dettagliata dei singoli inquinanti esposta nelle pagine seguenti si può riassumere in estrema sintesi la situazione della qualità dell'aria biellese come segue:

- PM10, Ozono e biossido di azoto si confermano i 3 inquinanti più critici per il territorio biellese come per l'intera regione Piemonte. Richiede attenzione soprattutto lo stato di qualità dell'aria nel lungo periodo (mensile/annuale) ove si riscontrano valori prossimi ai limiti. Ciò vale soprattutto per le polveri PM10 ed il biossido di azoto.
- Fatta eccezione per l'ozono ed il PM10, i fenomeni di inquinamento acuto, dovuti cioè a picchi di concentrazione di uno o più inquinanti per brevi periodi di tempo, sono stati finora limitati. Per il PM10 il quadro reale è probabilmente più critico di quello rilevato a causa della tecnica di misura fin qui utilizzata che non costituisce metodo di riferimento per la misura del particolato (si veda la sezione dedicata al PM10 per una discussione in merito).
- L'inquinamento da traffico si conferma uno dei maggiori responsabili dello stato di qualità dell'aria: i profili della settimana tipo per benzene, PM10 ed ossidi di azoto mostrano una evidente dipendenza dal traffico. In particolare diventa importante elaborare dei piani di emergenza da attuare in caso di superamenti acuti di valori limite; in tale prospettiva l'esame delle variazioni percentuali degli inquinanti nel corso della settimana può essere di grande aiuto nella pianificazione di interventi di limitazione o di blocco del traffico.

- Il biossido di zolfo non presenta attualmente rischi di superamento di limiti, ma la sua concentrazione potrebbe essere ulteriormente migliorata, e ciò potrebbe avere un effetto positivo anche sul PM10, dato che i solfati costituiscono una frazione significativa del particolato.
- Piuttosto rassicurante appare la situazione di benzene ed ossido di carbonio, ampiamente entro i valori limite.
- I rilevamenti con mezzo mobile finora eseguiti confermano che il quadro delineato è comune a gran parte del territorio biellese, e di conseguenza si rende necessaria ed urgente l'elaborazione di piani di azione e di gestione della qualità dell'aria a carattere sovracomunale.
- Il quadro generale qui esposto non esclude purtroppo l'esistenza di situazioni localizzate sensibilmente peggiorative, soprattutto nei pressi di importanti fonti di inquinamento (vie di comunicazione, unità produttive); la conoscenza e la valutazione di queste situazioni è affidata a campagne puntuali di monitoraggio con mezzo mobile.
- Gli inquinanti trattati in questa sede, pur se importanti, non esauriscono tuttavia lo spettro di problematiche relative all'inquinamento atmosferico esistenti nel Biellese, almeno un cenno in tal senso merita la problematica relativa agli odori molesti di origine industriale, che nel Biellese sono accentuati dalla presenza di stabilimenti in un contesto territoriale a scarso ricambio atmosferico (ad es. in vallate strette e profonde) caratterizzato anche da una profonda commistione di insediamenti produttivi ed abitazioni residenziali.

5. RISULTATI DEI RILEVAMENTI 2002

Simbologia e significato di termini

Per facilitare i lettori meno esperti in materia si riporta di seguito un'indicazione dei principali simboli e definizioni utilizzati nel testo con la relativa spiegazione ed un breve glossario di alcuni termini tecnici di uso frequente.

Composti chimici e simboli

CO: monossido di carbonio (o ossido di carbonio);

SO₂: biossido di zolfo (o anidride solforosa);

O₃: ozono;

NO₂: biossido di azoto;

NO: monossido di azoto;

NO_x: ossidi totali di azoto (somma di biossido e monossido, generalmente espressa come biossido);

PM₁₀: particolato atmosferico di diametro aerodinamico inferiore a 10 micrometri (millesimi di millimetro); indicato anche come "polveri sottili" o "polveri fini".

Unità di misura

Generalmente gli inquinanti monitorati sono presenti in atmosfera a concentrazioni molto basse (approssimativamente da 10⁴ a 10⁷ volte inferiori) rispetto ai normali costituenti atmosferici (ossigeno e azoto). Le unità di misura adeguate per descrivere il comportamento degli inquinanti esprimono la quantità in peso di inquinante rispetto ad un volume unitario di aria:

mg/m³: Milligrammo al metro cubo. E' l'unità di misura del monossido di carbonio in atmosfera.

µg/m³ : Microgrammo al metro cubo. 1 microgrammo (µg) corrisponde ad un milionesimo di grammo. E' l'unità di misura che rappresenta le concentrazioni di ozono, ossidi di azoto, PM₁₀, biossido di zolfo, benzene.

1 milligrammo al metro cubo equivale a 1000 µg/m³

Definizioni.

La media oraria. E' la concentrazione media di inquinante rilevata in 1 ora di misura. La strumentazione di monitoraggio misura la concentrazione atmosferica con un frequenza che va da pochi secondi a 15 minuti (a seconda del parametro monitorato). A sua volta, il computer di stazione che acquisisce tali dati ne calcola ad ogni ora la concentrazione media.

La media oraria rappresenta perciò il dato unitario di base per la valutazione della qualità dell'aria e per il confronto con i valori limite e per le elaborazioni.

Media su 24 ore o media giornaliera. E' la concentrazione media di una giornata di misura, ottenuta calcolando la media delle 24 medie orarie. La media giornaliera è l'unità di base per la valutazione della qualità dell'aria rispetto al particolato PM₁₀.

Media mobile su 8 ore. E' la concentrazione media su 8 ore calcolata a partire dalle medie orarie delle 8 ore precedenti. La media su 8 ore è una media "mobile", cioè viene

aggiornata ogni ora del giorno sulla base dei dati delle otto ore precedenti. Ad ogni giornata di misura corrisponderanno perciò 24 valori di media mobile su 8 ore.

Media annuale, medie mensili. Sono i valori medi di concentrazione rilevati nell'arco dell'anno o del mese calcolati sulla base delle medie orarie o delle medie giornaliere.

Rendimento degli analizzatori (efficienza). Rappresenta la percentuale di dati validi acquisiti rispetto al totale teoricamente acquisibile (ad es. il numero di ore valide sul totale di ore dell'anno).

Il rendimento dei dati dipende da diversi fattori, alcuni direttamente legati all'operatività gestionale della rete (ad es. frequenza dei controlli, rapidità di interventi in caso di guasto...), altri legati allo stato d'uso ed all'obsolescenza della strumentazione, altri ancora sono legati a cause non prevedibili (es. gravi emergenze su tutta la stazione, interruzioni prolungate dell'alimentazione elettrica ...) ma che possono determinare periodi di fermo macchina anche piuttosto lunghi.

I rendimenti presentati in questo documento sono quelli complessivi, che tengono conto di tutto questo insieme di fattori.

BIOSSIDO DI ZOLFO

Si origina dalla reazione dello zolfo contenuto nei combustibili con l'ossigeno durante i processi di combustione. Sorgenti di zolfo sono dunque i combustibili fossili liquidi e solidi (carbone, gasolio, olio combustibile). L'anidride solforosa può quindi provenire da impianti di riscaldamento civili, fonti industriali e in misura minore, dal traffico veicolare.

Il biossido di zolfo in atmosfera viene lentamente convertito a triossido e quindi ad acido solforico, che oltre ad essere in parte responsabile dell'acidificazione delle precipitazioni va anche a costituire, sotto forma di solfati una importante frazione del particolato atmosferico (come solfati di ammonio o solfati di metalli pesanti).

Fino non molti anni or sono era ritenuto l'inquinante atmosferico più importante, ma con il miglioramento della qualità dei combustibili per il riscaldamento e per autotrazione e con l'estendersi della metanizzazione in molte città, la sua concentrazione in atmosfera è andata via via decrescendo.

Gli effetti cronici ed acuti sull'uomo sono piuttosto noti; è considerato un broncoirritante a marcata attività.

Riferimenti normativi:

D.M. n. 60 del 2/4/2002:

	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³		
Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³		
Soglia di allarme	1 ora per tre ore consecutive	500 µg/m ³		
Valore limite per la protezione degli ecosistemi	Anno civile ed inverno	20 µg/m ³		

La rete di Biella dispone di un solo analizzatore di biossido di zolfo situato nella stazione di Villa Schneider nel capoluogo (Stazione di Biella 2).

Nel corso del 2002 l'analizzatore presenta un rendimento complessivo elevato conformemente ai requisiti del DM 60/02.

I dati del 2002 mostrano il tipico andamento annuale con massimi invernali e minimi estivi evidenti sia nelle medie mensili, come anche nei valori massimi giornalieri ed orari. Non si sono mai verificati superamenti di valori limite e, anzi, la situazione appare ampiamente sotto controllo e la valutazione della qualità dell'aria (si veda il grafico "giudizio sulla qualità dell'aria") non può che esprimere un esito positivo.

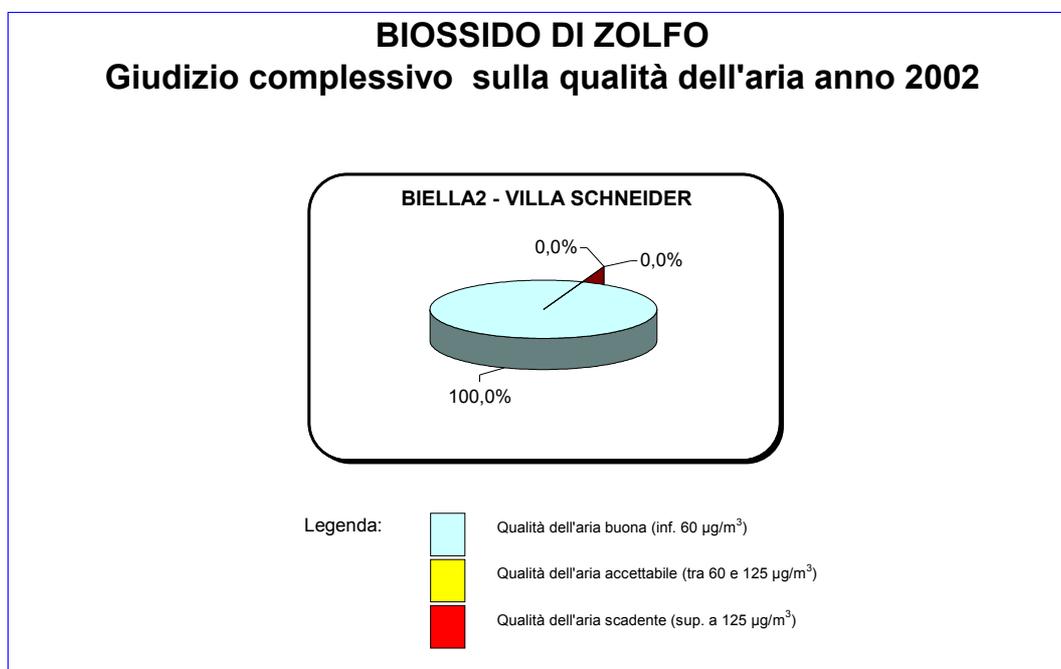
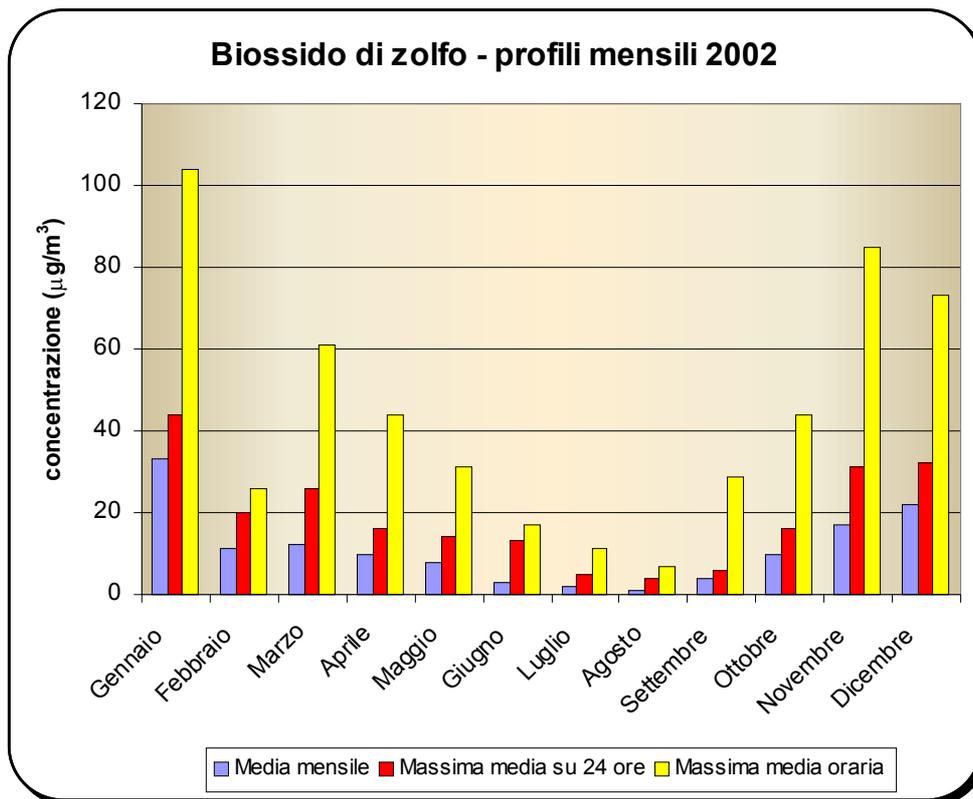
Il valore limite per la protezione degli ecosistemi non è applicabile in questo caso, poichè la localizzazione della stazione di misura non corrisponde ai requisiti richiesti dal DM 60/02 (dovrebbe essere un sito rurale, lontano dai centri abitati e altre infrastrutture, ove misurare l'inquinamento di fondo), tuttavia non si può fare a meno di osservare che il valore medio annuale è comunque inferiore al valore limite ed anche le medie invernali si situano in prossimità di tale limite.

La tendenza registrata è quella dello scenario generale italiano, che vede l'inquinamento da SO₂ in costante diminuzione ed ormai a valori non più allarmanti con il progredire della metanizzazione ed il miglioramento della qualità dei combustibili in relazione al loro tenore di zolfo.

BIOSSIDO DI ZOLFO - STAZIONE DI BIELLA 2 RIEPILOGO ANNO 2002

Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	92%
	Minima mensile	61%
	Massima mensile	100%

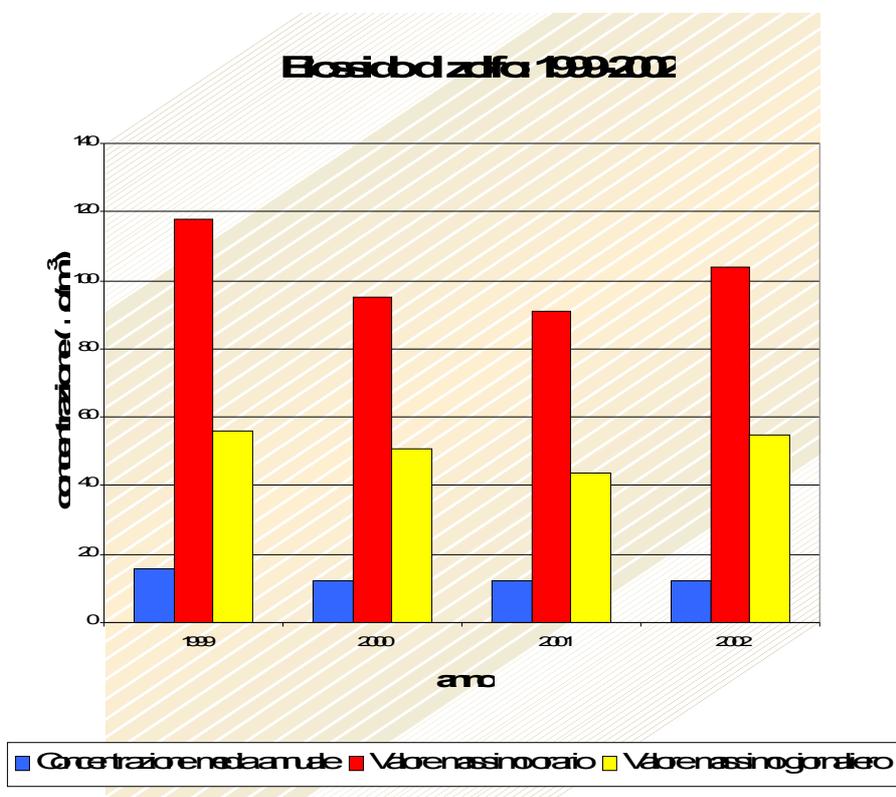
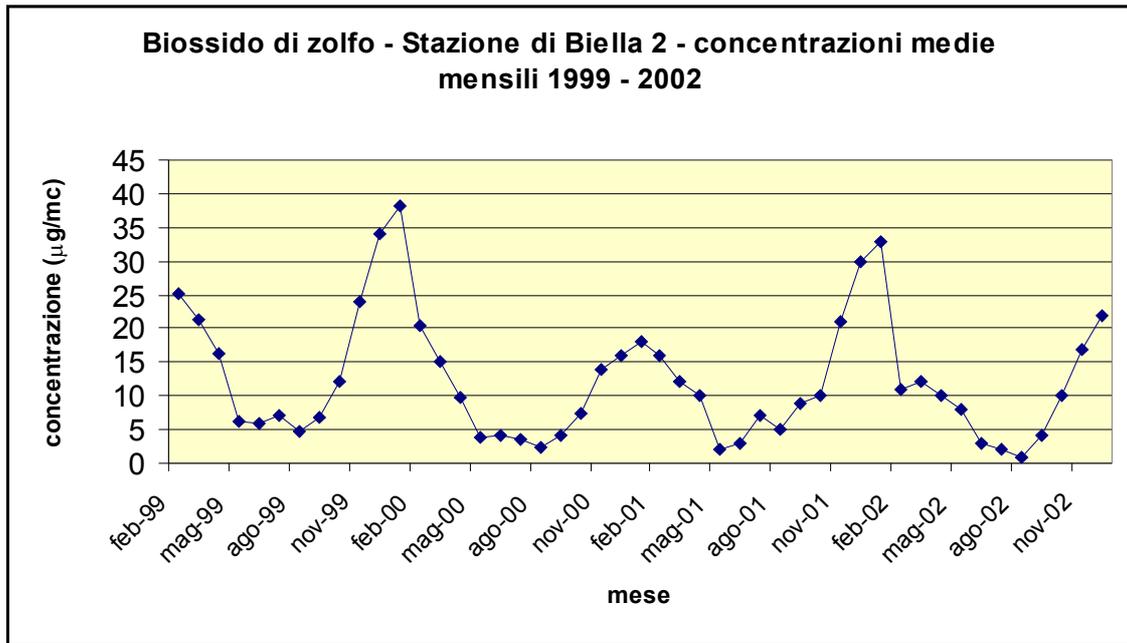
Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato
Valore massimo orario in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	104
Valore massimo giornaliero in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 24 ore	55
Valore medio delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco dell'anno in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media giornaliera annuale	12
Numero superamenti livello di attenzione di 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 24 ore	0
Numero superamenti livello di allarme di 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 24 ore	0
Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana di 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	0
Numero di superamenti del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana di 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 24 ore	0
Numero di superamenti della soglia di valutazione superiore di 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (max 3 volte per anno)	Media su 24 ore	0
Numero di superamenti della soglia di valutazione inferiore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (max 3 volte per anno)	Media su 24 ore	1



N.B. Il grafico è costruito tenendo in considerazione le medie giornaliere.

Questo quadro lascia comunque spazi per alcune considerazioni più approfondite, che possono essere di ausilio per eventuali interventi di miglioramento. E' stato infatti

osservato che i valori medi annuali, i valori mensili invernali ed i massimi giornalieri ed orari risultano simili a quelli di realtà urbane ben più estese di Biella. Si può inoltre osservare come, confrontando i dati degli ultimi 4 anni la situazione si sia mantenuta sostanzialmente invariata nei valori massimi annuali, mensili e giornalieri. L'andamento delle medie mensili 1999-2002, con le sue marcate oscillazioni estate/inverno può essere posto in relazione con un utilizzo ancora diffuso di olio combustibile negli impianti centralizzati di riscaldamento.



In sostanza quindi la situazione del biossido di zolfo nell'atmosfera della città di Biella non presenta rischi di inquinamento acuto (di picco), ma può ancora essere migliorata

mediante ulteriori interventi che favoriscano l'impiego di combustibili a ridotto contenuto di zolfo, ed in tal senso la concentrazione di biossido di zolfo in atmosfera, con le sue marcate oscillazioni stagionali, è un indicatore che permetterà di valutare l'effetto di tali interventi nel tempo. Possiamo dunque ipotizzare di utilizzare le medie mensili come indicatori che permetteranno di valutare l'effetto di eventuali interventi di metanizzazione delle centrali termiche.

L'andamento mensile del livello di biossido di zolfo suggerisce che il contributo derivante dagli impianti termici civili presenti nell'area di Biella sia preponderante rispetto a quello delle centrali termiche industriali. Per quanto riguarda gli altri centri biellesi, i dati di cui si dispone sono quelli acquisiti durante le campagne di misura con mezzo mobile. Per quanto di durata limitata, questi rilevamenti confermano il quadro qui delineato, indicando altresì che negli agglomerati minori le concentrazioni tendono a mantenersi lievemente inferiori a quelle misurate a Biella.

Quanto sopra esposto non esclude la sussistenza a scala locale di situazioni peggiorative della qualità dell'aria: infatti la diffusa presenza di insediamenti industriali con impianti di generazione di vapore (ad esempio le tintorie) alimentati ad olio combustibile, spesso situati nelle immediate vicinanze di aree residenziali, magari anche in un contesto territoriale di scarso ricambio atmosferico, quale potrebbe essere un fondovalle, può comportare l'instaurarsi di situazioni localizzate caratterizzate da concentrazioni di biossido di zolfo più elevate rispetto a quelle qui descritte. Questi casi non possono essere valutati in modo generalizzato, facendo riferimento ai valori sopra indicati, ma devono essere oggetto di un'analisi specifica.

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

Il monossido di carbonio è un gas tossico che si forma in tutti i processi di combustione che avvengono in difetto di ossigeno. La causa principale di inquinamento da monossido di carbonio è oggi indubbiamente costituita dal traffico veicolare. Si stima che il settore dei trasporti contribuisca per il 90 % alle emissioni di CO di origine antropica. La quantità di CO prodotta dipende dal tipo di motorizzazione, dalla velocità di marcia e da altri fattori. Si verificano alte produzioni di questo inquinante in condizioni di traffico congestionato, con bassa velocità di scorrimento, che si realizzano tipicamente nei centri urbani.

Fonti di emissione di minore importanza sono le attività industriali in cui sono coinvolti processi termici e gli impianti di riscaldamento delle abitazioni.

La situazione del CO è in via di miglioramento con l'introduzione diffusa di auto dotate di marmitta catalitica, che permettono di ridurre le emissioni di CO fino al 90%.

Il monossido di carbonio ha la proprietà di fissarsi in modo irreversibile all'emoglobina del sangue, entrando in competizione con l'ossigeno, il cui legame con l'emoglobina è di circa 200 volte più debole, portando così ad un'alterazione del meccanismo di trasporto dell'ossigeno stesso dai polmoni a tutti i distretti dell'organismo.

A concentrazioni molto elevate (che si rinvergono però in ambienti chiusi) il CO può portare a morte per asfissia; alle concentrazioni rilevabili nei centri urbani gli effetti tossici sono meno evidenti, ma possono provocare condizioni croniche di insufficienza respiratoria o anemia.

La rete biellese è dotata di 4 analizzatori di monossido di carbonio a Biella1, biella2, Cossato e Trivero-Ponzone. Il rendimento di dati validi è stato ovunque elevato, con una media annuale complessiva attorno al 90%.

Riferimenti normativi:

L'unità di misura del monossido di carbonio in atmosfera è il **milligrammo al metro cubo** (mg/m³).

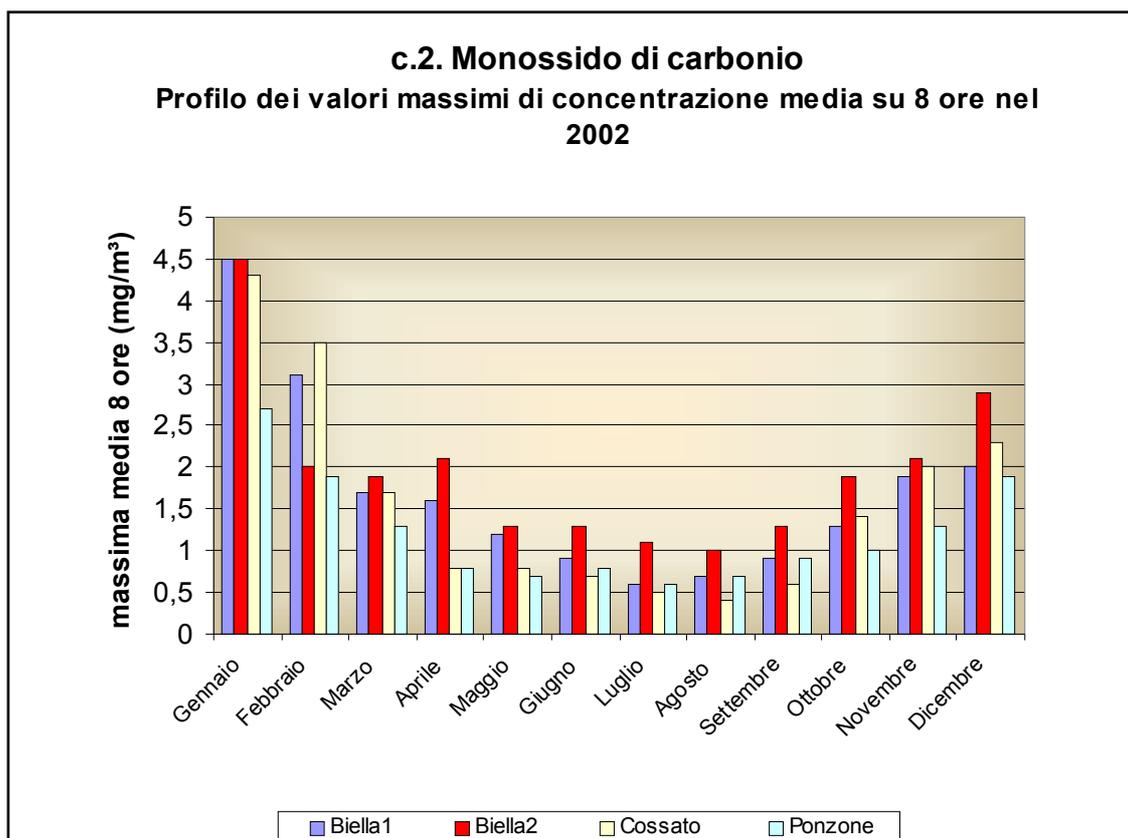
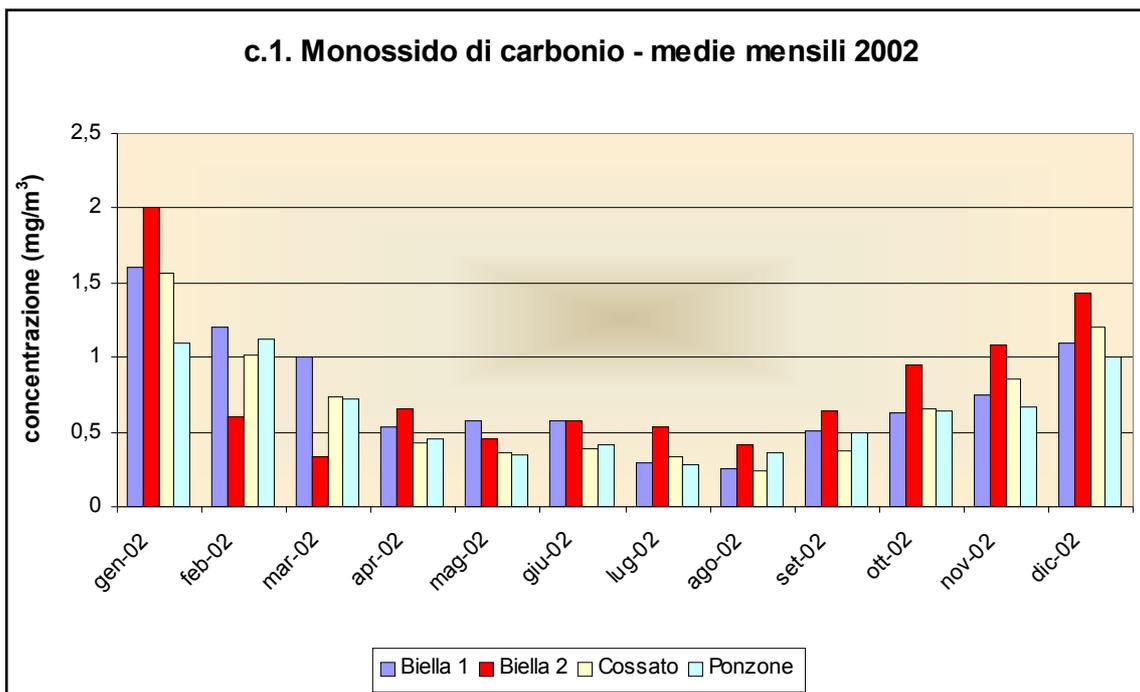
Valore limite DM n. 60 del 2/04/2002

	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza
Valore limite per la protezione della salute	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	6 mg/m ³ (4 mg/m ³ nel 2003)

Anche nel 2002 i livelli atmosferici di questo inquinante si sono mantenuti a livelli non preoccupanti su tutte le stazioni ed in tutti i periodi dell'anno a riprova dell'effetto positivo sulla qualità dell'aria esercitato dall'introduzione delle marmitte catalitiche sui veicoli e del miglioramento dell'efficienza energetica degli impianti termici civili ed industriali.

Il quadro di buona qualità dell'aria rispetto a questo inquinante è ormai consolidato, ed anche nel 2002 non si sono verificati superamenti del valore limite per la protezione della salute umana. Le campagne di monitoraggio con mezzo mobile realizzate su vari siti della provincia nel corso del 2002, pur di durata limitata nel tempo, confermano questo quadro generale.

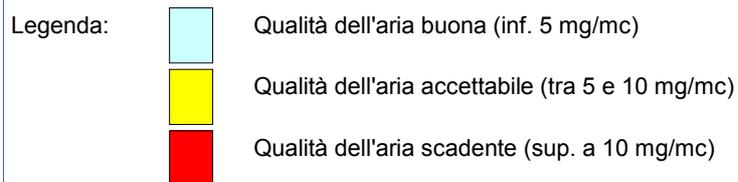
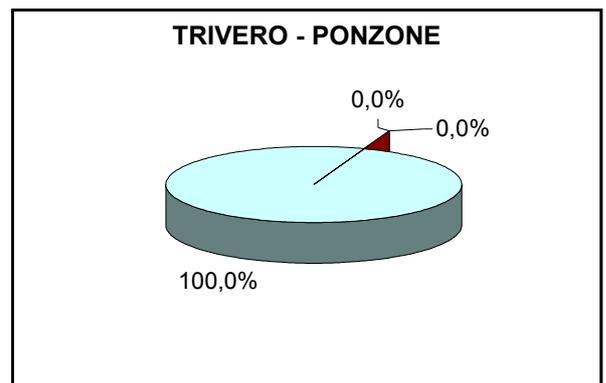
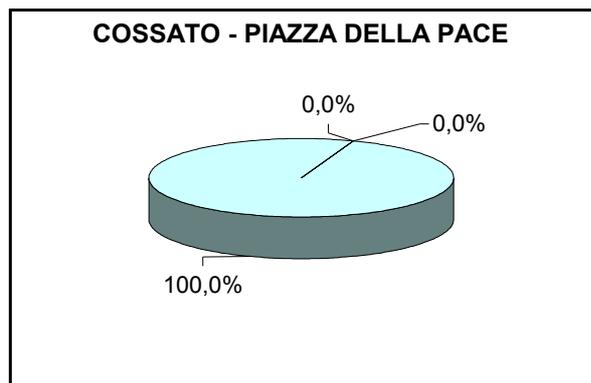
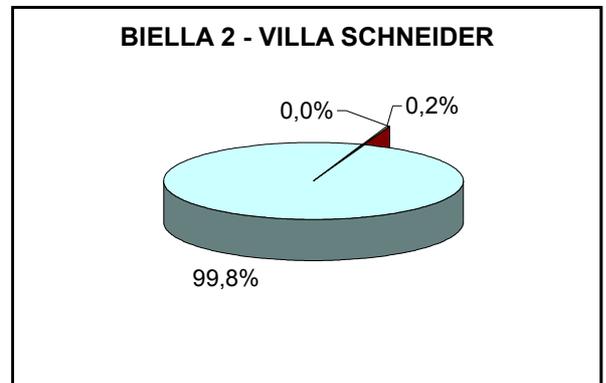
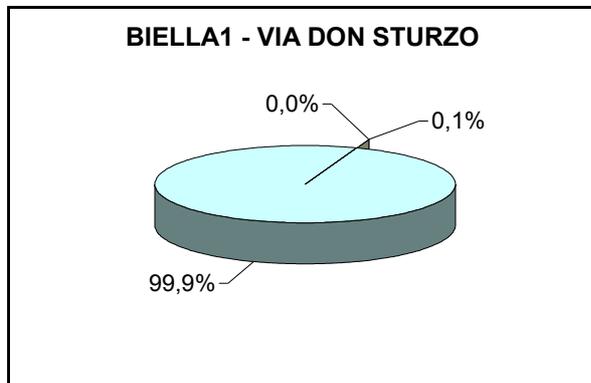
Si riportano il grafico dell'andamento delle medie mensili di CO e le massime medie su 8 ore rilevate nel 2002, per ciascun mese dell'anno e per ciascuna stazione di misura.



Si riportano anche i giudizi complessivi annuali sullo stato di qualità dell'aria, che per il CO sono stati realizzati sulla base delle *medie orarie* rilevate nel corso dell'anno

Monossido di Carbonio

Giudizio complessivo sulla qualità dell'aria anno 2002



BENZENE

Il benzene appartiene alla classe degli idrocarburi aromatici, i cui componenti più noti sono oltre al benzene stesso, toluene, e xileni. La loro concentrazione in atmosfera nelle aree urbane è direttamente correlabile al traffico veicolare: infatti il benzene è diventato

un inquinante atmosferico di primaria importanza solo da alcuni anni, con l'introduzione sul mercato delle benzine verdi, di cui è un componente. L'entità delle emissioni di benzene con i gas di scarico è funzione della composizione del combustibile, in particolare la frazione di benzene e di idrocarburi aromatici (rispettivamente circa l'1% ed il 30%), ma è legata alla presenza ed alla funzionalità dei dispositivi di depurazione dei gas di scarico installati sui veicoli, in particolare un fattore importante risulta essere la temperatura del catalizzatore.

Stime recenti indicano che le maggiori emissioni di benzene (in termini di t/anno) provengono dalle auto non catalizzate e dai ciclomotori, seguiti dalle auto dotate di catalizzatore. Scarso è il contributo derivante dai motori diesel.

Un'altra non trascurabile fonte di benzene è costituita dalle cosiddette emissioni evaporative (ad esempio, perdite dal serbatoio o durante i rifornimenti) che è stimabile attorno al 10% delle emissioni da combustione.

Gli effetti del benzene sulla salute umana sono ormai accertati: il benzene è stato classificato dal 1982, dalla IARC (International Agency for Research on Cancer), in Classe 1 (cancerogeno certo per l'uomo). Toluene e xileni sono composti di tossicità inferiore che non sono soggetti a limiti di qualità dell'aria.

La rete di Biella dispone di due analizzatori di benzene, entrambi nelle stazioni del capoluogo (Biella 1 e Biella 2). Il benzene viene misurato mediante la tecnica della cromatografia capillare in fase gassosa, che permette la separazione e l'identificazione in tempi brevi (15 min) dei componenti della miscela gassosa campione. L'utilizzo di un rivelatore selettivo per i composti aromatici permette di separare le eventuali sostanze interferenti e di giungere alla determinazione quantitativa del benzene con elevata sensibilità.

Il rendimento medio annuale degli analizzatori è stato pari al 92% a Biella2 ed al 59% a Biella 1. Queste ampie differenze di rendimento (si vedano anche le tabelle di riepilogo) riflettono il fatto che gli analizzatori di benzene sono soggetti a condizioni contrattuali di assistenza non più adeguate ai vincoli di rendimento dei dati richiesti dal DM 60/02, in particolare per quanto riguarda i tempi di riparazione (i contratti vigenti sono stati stabiliti ben prima dell'emanazione del DM 60/02). Nella situazione attuale il rispetto dell'obiettivo del 90% annuale dei dati validi acquisiti appare raggiungibile con difficoltà, ma tali problematiche dovrebbero risolversi con l'ormai prossimo inserimento della rete di Biella nel Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria, di recente istituzione.

Nonostante ciò la presenza di due analizzatori permette comunque una adeguata copertura temporale complessiva della città di Biella.

Riferimenti normativi:

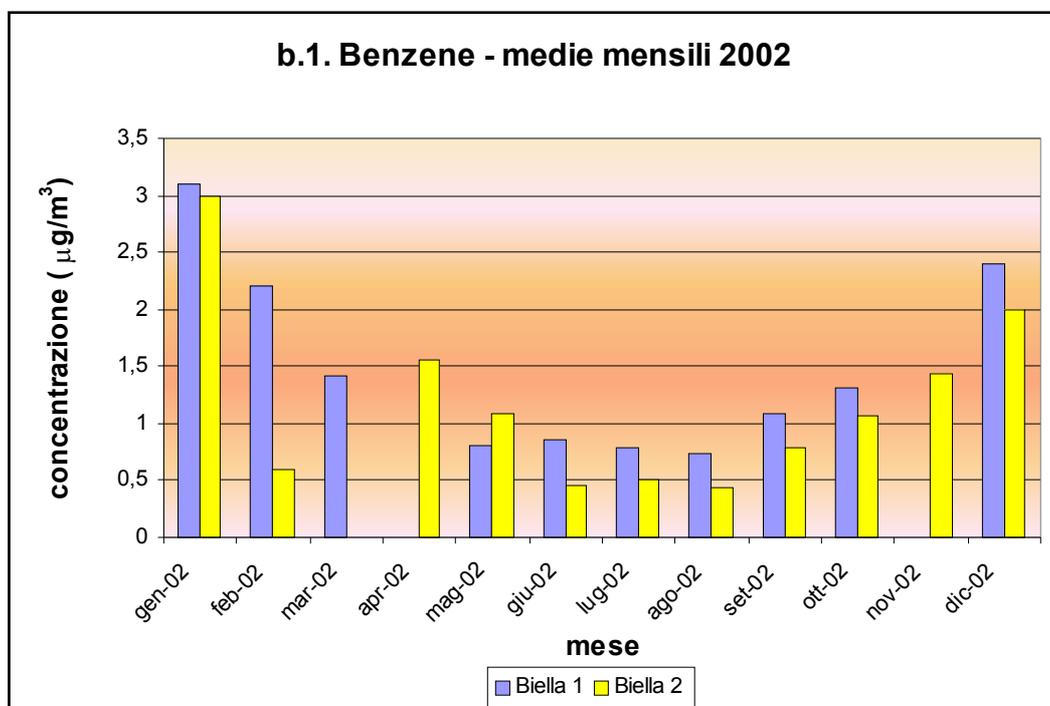
L'unità di misura della concentrazione di benzene è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Il DM 60/2002 definisce per il benzene il **valore limite per la protezione della salute** pari ad una media annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una tolleranza del 100% fino al 31/12/2005; la percentuale di tolleranza si riduce a zero entro il 2010.

Poiché il benzene non è soggetto a limiti di qualità dell'aria sul breve periodo (orari o su 24 ore) ma soltanto ad un valore medio annuale, per descriverne la qualità dell'aria conviene fare riferimento ad indicatori quali le medie mensili e annuali. Il grafico b.1 riporta l'andamento delle medie mensili rilevate nel 2002 (l'assenza di alcune barre degli istogrammi indica dati mancanti o acquisiti in quantità insufficiente).

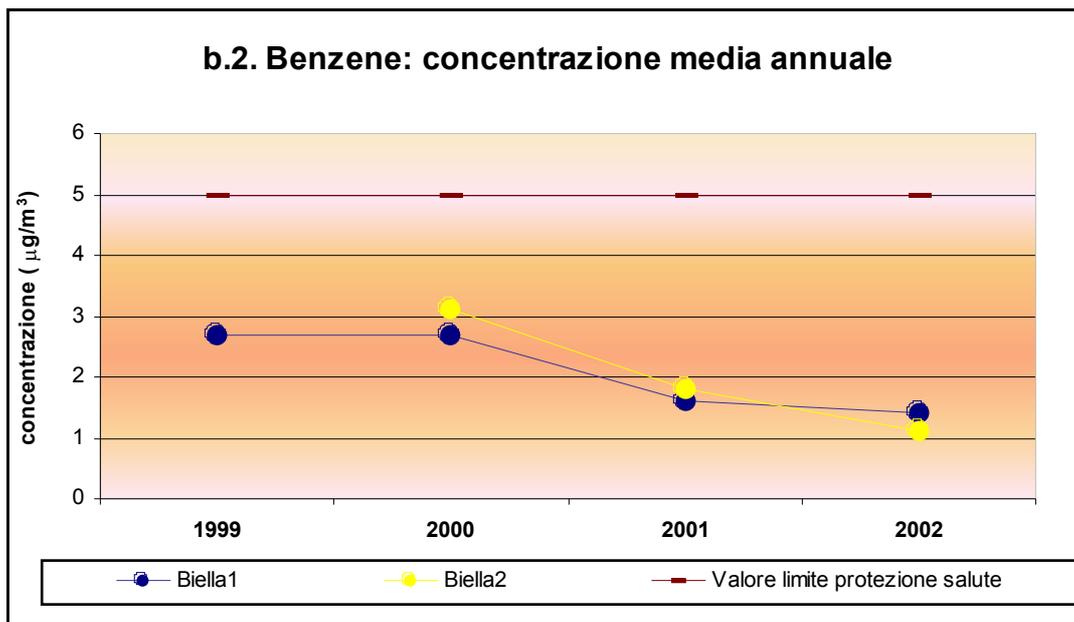
I valori medi mensili si sono mantenuti sempre al di sotto del valore limite, con il profilo stagionale tipico degli inquinanti da traffico (si veda anche l'omologo grafico relativo al monossido di carbonio): le concentrazioni sono generalmente più elevate nella stagione

fredda per diminuire sensibilmente in quella estiva. Fa eccezione il dato (sensibilmente più basso) relativo al mese di febbraio 2002 a Biella 2, che tuttavia è confermato dal corrispondente dato mensile del monossido di carbonio. Il motivo va probabilmente ricercato nella diminuzione del traffico conseguente all'apertura di un cantiere stradale in via P. Micca, nei pressi della stazione di misura.



La qualità complessiva dell'aria nel corso dell'anno, valutata sulla base delle medie giornaliere) si è dunque mantenuta a livelli generalmente buoni, (si veda l'illustrazione b.6.) con una piccola percentuale di giornate con livelli medi superiori a $5\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nonostante le differenze di concentrazioni (inevitabili nel caso di misure ambientali di piccolissime quantità di inquinante come in questo caso) i due siti di misura si possono considerare sostanzialmente equivalenti, valutazione che è confermata anche dall'esame del grafico b.2 che illustra l'andamento "storico" delle concentrazioni medie annuali.



La buona sovrapposibilità tra i dati delle due stazioni di Biella può indicare una situazione di generale uniformità dei livelli di questo inquinante in tutto il centro cittadino (ad eccezione delle aree in prossimità di vie ad alto traffico): i valori misurati a Biella1, posizionata presso il cortile del dipartimento di Prevenzione dell'ASL 12 in via d. Sturzo, sono infatti del tutto confrontabili con quelli di Biella2, in via P. Micca.

La diminuzione del valore medio annuale riscontrata a partire dal 2000 in entrambe le postazioni di misura può anche essere posta in relazione agli interventi volti a decongestionare il traffico della zona centrale realizzati a più riprese nel corso di questi anni, in particolare allo spostamento del mercato fuori dal centro cittadino e alla realizzazione delle rotonde lungo via Lamarmora, che hanno fluidificato anche il traffico lungo via Pietro Micca ove è posizionata la stazione di Biella 2. Un altro fattore di miglioramento non trascurabile è costituito dal rinnovo del parco auto, in corso da alcuni anni che ha contribuito a diffondere le marmitte catalitiche di più recente realizzazione. Un panorama che sembra dunque in miglioramento, anche se occorrerà verificare che tale tendenza si consolidi in futuro.

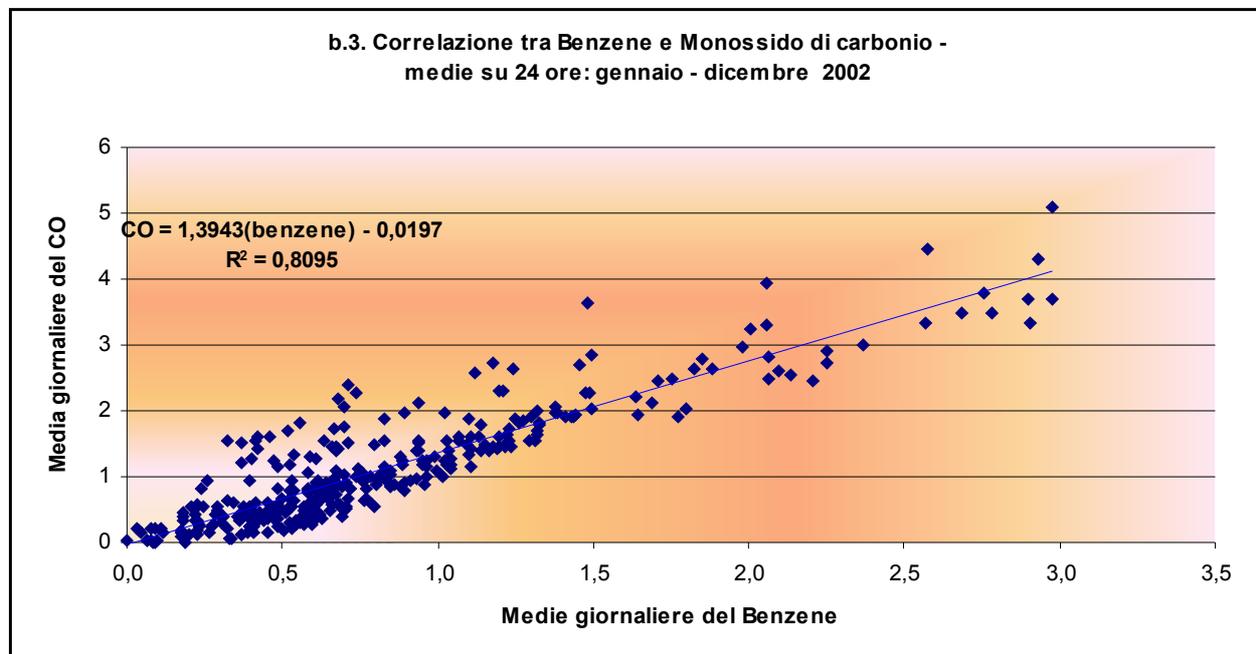
Il miglioramento riscontrato non deve far dimenticare comunque che in prossimità di altre vie di comunicazione interessate da alto traffico e alta densità abitativa (ad esempio, via Repubblica) le concentrazioni potrebbero comunque mantenersi più elevate.

Un altro aspetto che richiederà ulteriori conferme per una valutazione complessiva sta nella tendenza, osservabile sia nei profili mensili che nell'andamento annuale, ad un *aumento di concentrazioni a Biella 1 rispetto a Biella2*. La cosa appare plausibile considerando l'insieme delle modifiche alla viabilità cittadina realizzate recentemente, che hanno comportato da un lato, come già detto, una fluidificazione del traffico in via P. Micca, ma anche il suo spostamento verso la parte più meridionale del centro (si pensi ad esempio ad interventi quali la realizzazione del CdA, con il vicino parcheggio, ed il ripristino via delle Rogge).

Gli andamenti osservati potrebbero altresì rappresentare situazioni non permanenti ma transitorie, causate dalla frequente presenza di cantieri che hanno imposto ai veicoli la scelta di percorsi alternativi.

Benzene e monossido di carbonio provengono entrambi dalle emissioni dei veicoli (il CO in realtà si forma in tutti i processi di combustione, ma il traffico veicolare ne è la fonte di gran lunga più rilevante nelle aree urbane) ed è stata riconosciuta una relazione tra le

concentrazioni atmosferiche dei due inquinanti misurate contemporaneamente sullo stesso sito. Il grafico b.3. è stato realizzato con i valori di media giornaliera dei due inquinanti ed esemplifica la correlazione approssimativamente lineare esistente tra le concentrazioni di questi composti.



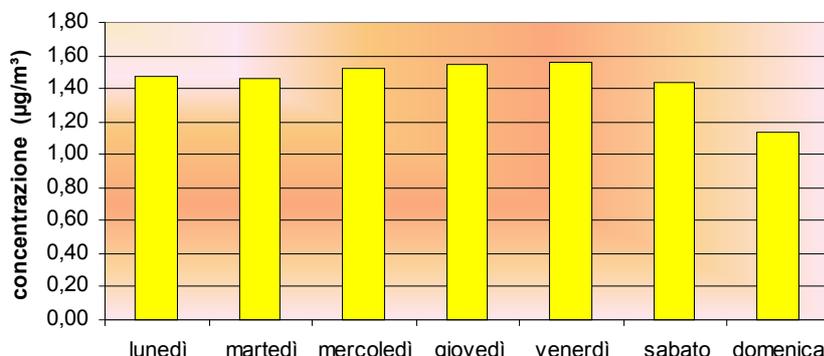
Benzene: analisi della settimana tipo

Un ulteriore modo particolarmente interessante di esaminare i dati di qualità dell'aria, consiste nell'elaborazione della cosiddetta "settimana tipo", che riporta in grafico la media complessiva delle concentrazioni medie giornaliere per ciascun giorno della settimana nel corso dell'anno. Così ad esempio la concentrazione di un inquinante nella "domenica tipo" è data dalla media delle concentrazioni medie giornaliere rilevate in tutte le domeniche dell'anno; l'andamento della settimana tipo rappresenta dunque l'analogo settimanale dell'andamento del giorno medio riportato in allegato nelle tavole mensili di ciascun inquinante.

La settimana tipo del benzene è stata elaborata per la stazione di Biella 2 sulla base dei soli valori "invernali" (dal 1 gennaio al 30 aprile e dal 1 ottobre al 31 dicembre), periodi in cui si raggiungono le concentrazioni più significative.

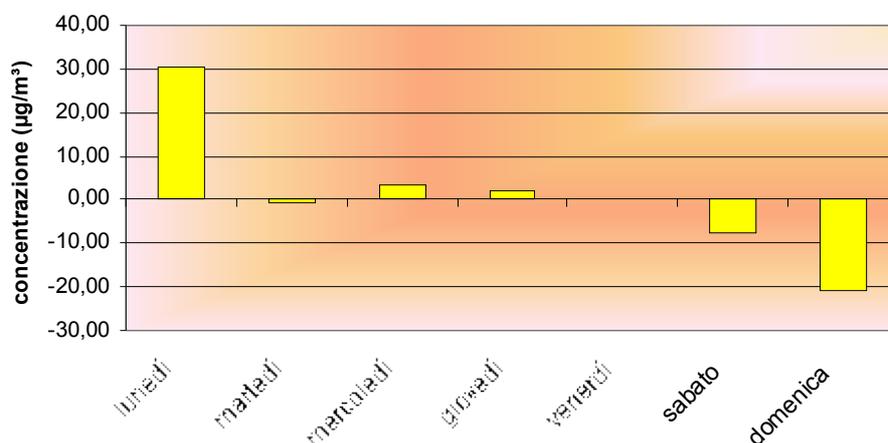
Il grafico b.4. mostra un andamento settimanale caratterizzato da valori minimi in corrispondenza del fine settimana ed una sostanziale costanza di livello medio durante i giorni lavorativi.

b.4. Benzene - Biella 2
Settimana tipo invernale
1gen/30apr - 1ott/31dic

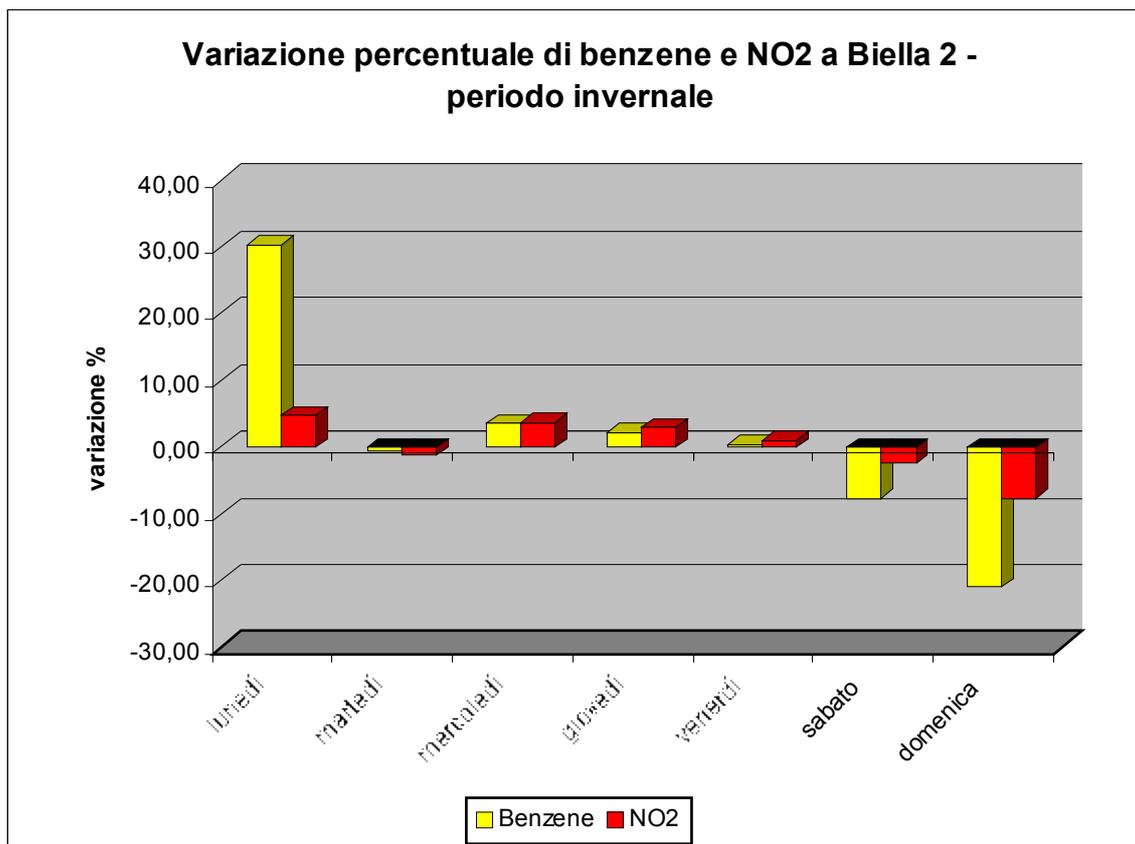


Il grafico b.5. illustra invece la percentuale di variazione delle concentrazioni tra un giorno ed il successivo: è ben evidente l'aumento del 30% (rispetto alla domenica) che si riscontra il lunedì in concomitanza con l'inizio della settimana lavorativa, quindi la concentrazione media si mantiene praticamente costante in tutti i giorni lavorativi (con limitati incrementi percentuali a metà settimana), mentre il sabato si rileva un decremento contenuto (circa l'8%) che diventa più marcato la domenica (-20% rispetto al sabato).

b.5. Benzene - Biella 2
Percentuale di scostamento della media del giorno tipo
rispetto alla media del giorno precedente



Infine si riporta un grafico che illustra l'andamento comparato delle variazioni giornaliere di Benzene e NO₂, misurate a Biella2: è evidente il buon parallelismo tra i profili, con il benzene che mostra oscillazioni più nette, coerentemente con il fatto di essere prodotto da un'unica tipologia di sorgente di emissione.



Benzene: conclusioni e prospettive

Se nel complesso cittadino il benzene appare un inquinante sotto controllo, tuttavia, come già indicato non si può escludere la presenza di zone limitate interessate da elevato traffico ove le concentrazioni potrebbero essere sensibilmente superiori a quanto riportato. Un interessante complemento agli analizzatori posti su stazioni fisse potrebbe venire ad esempio dal monitoraggio con campionatori passivi al fine di realizzare una possibile mappatura dei punti critici della città. Si tratta di semplici dispositivi costituiti da cartucce di materiale adsorbente che vengono lasciate esposte per un definito periodo di tempo in cui la cartuccia adsorbe una quantità di idrocarburi aromatici dipendente dal tempo di esposizione (circa una settimana) e dalla concentrazione atmosferica dei composti di interesse. Tale tecnica di monitoraggio, a fronte dello svantaggio di non poter fornire dati nel breve periodo (sotto forma ad es. di medie orarie o di andamenti giornalieri) presenta tuttavia indubbi lati positivi: è molto economica dal punto di vista dei materiali impiegati, non richiede molto tempo da parte di personale tecnico, permette il monitoraggio contemporaneo di più punti e risulta quindi particolarmente utile quando si intendano realizzare delle "mappature" della concentrazione di un inquinante o uno "screening" conoscitivo preliminare sulla qualità dell'aria di un territorio, che possa servire come base per un successivo studio più approfondito.

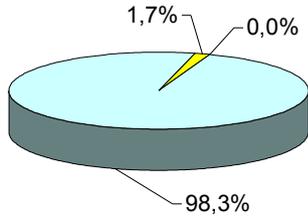
Un'altra tecnica piuttosto semplice e di possibile utilizzo che però richiede la presenza di un'operatore consiste nel campionamento attivo, in cui un campione d'aria viene aspirato per un tempo determinato (almeno un'ora) tramite una pompa e fatto passare attraverso una fiala di materiale che trattiene il benzene. Il contenuto della fiala viene determinato successivamente in laboratorio.

Figura. b.6.

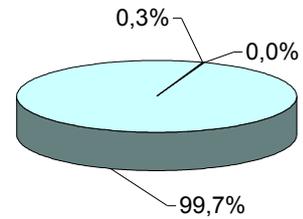
Benzene

Giudizio complessivo sulla qualità dell'aria anno 2002 (medie su 24 ore)

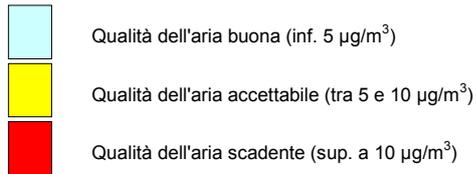
BIELLA1 - VIA DON STURZO



BIELLA2 - VILLA SCHNEIDER



Legenda:



BENZENE - RIEPILOGO ANNO 2002

STAZIONE DI BIELLA 1

Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	59%
	Minima mensile	0%
	Massima mensile	100%

Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo orario in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	20.6
Valore massimo giornaliero in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 24 ore	7.3
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno	Media annuale delle medie orarie	1.4

STAZIONE DI BIELLA 2

Efficienza dell'analizzatore su base annuale e mensile (percentuale dati orari validi)	Media annuale	92%
	Minima mensile	0%
	Massima mensile	100%

Parametri	Tipologia del dato	Dato rilevato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo orario in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media oraria	12.3
Valore massimo giornaliero in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 24 ore	5.1
Valore medio delle concentrazioni medie di 1 ora nell'arco dell'anno	Media annuale delle medie orarie	1.1

OSSIDI DI AZOTO (NO_x): MONOSSIDO DI AZOTO (NO) E BIOSSIDO DI AZOTO (NO₂)

Sono inquinanti prodotti in tutti i processi di combustione (veicoli, impianti termici, industrie). Con il termine "ossidi di azoto" (NO_x) si intende la somma del monossido e del biossido, pur non essendo questi gli unici composti ossigenati dell'azoto presenti in atmosfera. Il monossido è un composto di bassa tossicità per il quale non sono stati stabiliti specificamente valori limite di qualità dell'aria, la cui importanza risiede nel fatto di essere il precursore del biossido di azoto. E' infatti il monossido ad essere prodotto primariamente nelle combustioni. In presenza di ossigeno il monossido viene rapidamente convertito a biossido di azoto, che presenta una tossicità ben maggiore.

Gli ossidi di azoto rivestono grande importanza ambientale e sanitaria per la molteplicità di fenomeni di inquinamento ambientale cui prendono parte:

1. Il biossido di azoto è un composto che presenta una nocività intrinseca, la quale giustifica l'esistenza di un valore limite orario di qualità dell'aria ed anche di una soglia di allarme. A concentrazioni di 10 – 20 ppm esercita una azione irritante sugli occhi, naso e sulle vie respiratorie. Inoltre, introdotto nell'organismo attraverso il processo respiratorio alveolare si combina con l'emoglobina, modificandone le proprietà chimiche e fisiologiche dando luogo a formazione di metaemoglobina. Questa ultima molecola non è più in grado di trasportare l'ossigeno (ruolo che è proprio dell'emoglobina); già a valori intorno al 3% - 4% di metaemoglobina si manifestano disturbi a carico della respirazione.

2. Gli ossidi di azoto giocano un ruolo importante nel fenomeno delle piogge acide. Il biossido presente in atmosfera può infatti subire una serie di trasformazioni che hanno come risultato la sua conversione in acido nitrico, con conseguente acidificazione dell'umidità atmosferica. Precipitazioni acide hanno effetti sul patrimonio artistico, ma anche sull'ecosistema, in quanto alterano gli equilibri chimico-fisici a livello del suolo e provocano danni alla vegetazione.

3. L'acido nitrico proveniente dall'ossidazione di NO₂ va costituire, come tale o sotto forma di nitrato (soprattutto nitrato di ammonio) una frazione importante degli aerosol atmosferici.

4. Un ulteriore ruolo fondamentale nel determinare la qualità dell'aria di territorio, gli NO_x lo esercitano nella partecipazione ai processi di formazione dello *smog fotochimico*. Con questo termine si intende una miscela molto complessa di composti altamente reattivi e perciò fortemente aggressivi e per l'uomo, gli animali, la vegetazione ed i materiali e quindi potenzialmente nocivi per la salute e per l'ambiente anche a bassissime concentrazioni. Lo smog fotochimico si forma, sotto particolari condizioni meteorologiche, in presenza di opportune concentrazioni di biossido di azoto, ozono e composti organici volatili. Il processo di formazione è innescato dalla reazione del biossido di azoto con la luce del sole e procede con una serie di reazioni a catena non controllabili.

La formazione dello smog fotochimico è favorita nei centri urbani ad alta densità di traffico, in condizioni di calma di vento e di alta insolazione.

Il controllo degli ossidi di azoto ai fini di evitare un peggioramento della qualità dell'aria rappresenta dunque un importante fattore da tenere in considerazione nell'elaborazione di strategie di intervento volte ad evitare un peggioramento della qualità dell'aria.

Gli ossidi di azoto, ed in particolare il biossido, risultano quindi inquinanti il cui monitoraggio appare indispensabile e per questa ragione tutte le stazioni di misura sono dotate di analizzatori di NO_x.

Il rendimento di dati validi è stato ovunque elevato, con una media annuale complessiva attorno al 90%.

L'unità di misura della concentrazione del biossido di azoto è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); gli ossidi totali di azoto (NO_x) sono espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO₂

Riferimenti normativi per il biossido di azoto: DM n. 60 del 2/4/2002:

	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Commenti
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2002 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2003	Da non superare più di 18 volte all'anno
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2002 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2003	
Soglia di allarme	1 ora per tre ore consecutive	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nessuno	
Valore limite annuale per la protezione della vegetazione (NO _x)	Anno civile	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		

La qualità dell'aria rispetto al biossido di azoto può essere esaminata sul breve periodo (medie orarie) oppure su periodi più lunghi (medie mensili ed annuali).

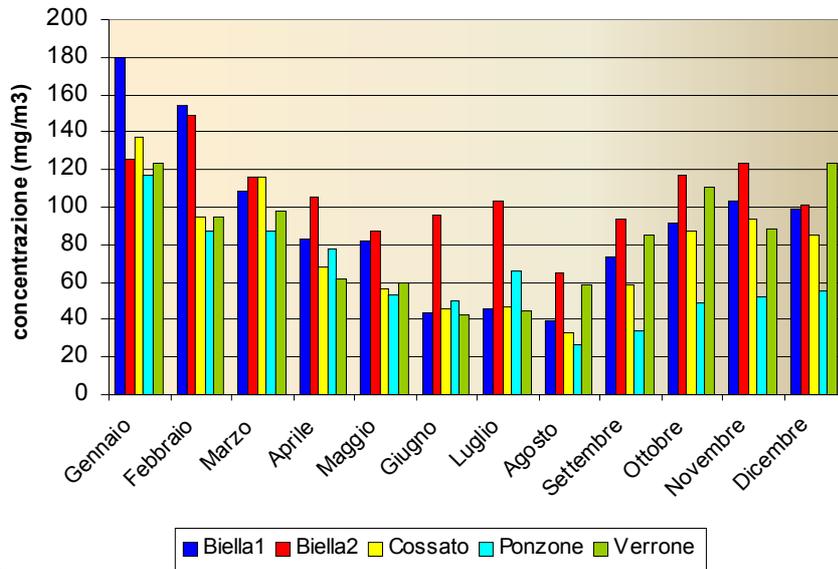
Biossido di azoto: medie orarie

Le concentrazioni medie orarie si sono mantenute al di sotto del valore limite per la protezione della salute di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lungo tutto l'anno ed in tutte le stazioni; il profilo mensile dell'andamento dei massimi orari nel 2002 è illustrato dal grafico n.1., mentre il grafico n.2. riporta l'andamento mensile dei massimi valori su 24 ore.

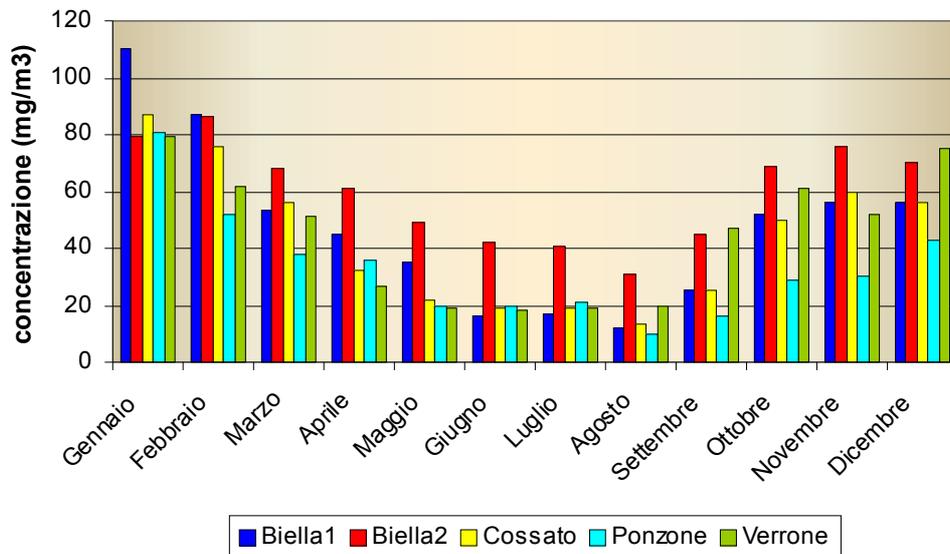
E' ben evidente la differente situazione di Biella2, posta nelle immediate vicinanze di una via di intenso traffico cittadino, rispetto alle altre stazioni; è anche evidente la migliore situazione di Ponzone rispetto agli altri siti di misura, che appare ormai ben consolidata nei 4 anni di attività della rete.

La valutazione complessiva della qualità dell'aria per le sole medie orarie, relativamente cioè ai picchi di inquinamento è espressa dalla figura n.3. La qualità dell'aria si mantiene generalmente buona con una piccola percentuale di situazioni non ottimali, che si verificano generalmente nei mesi invernali.

n.1. Biossido di azoto - massime medie orarie 2002

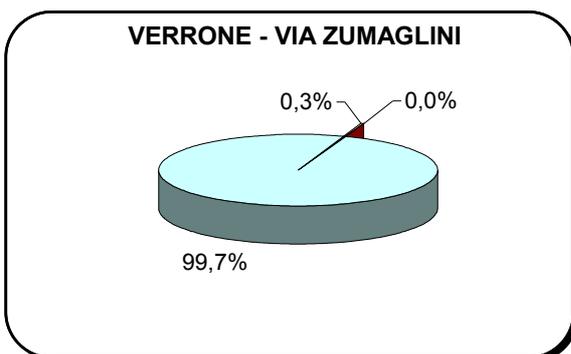
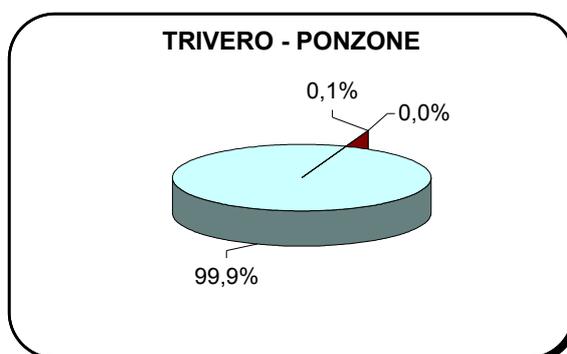
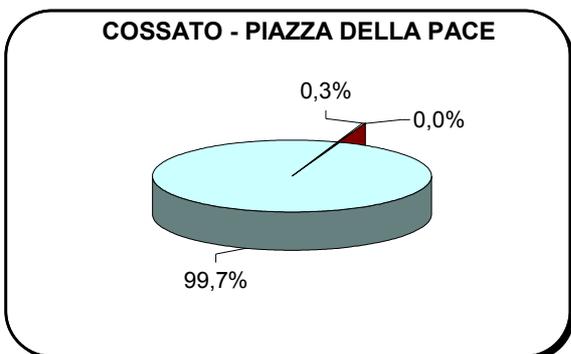
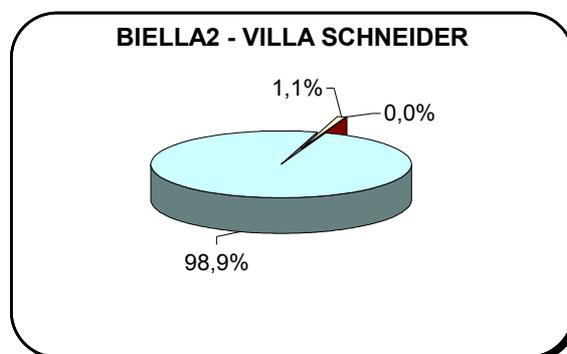
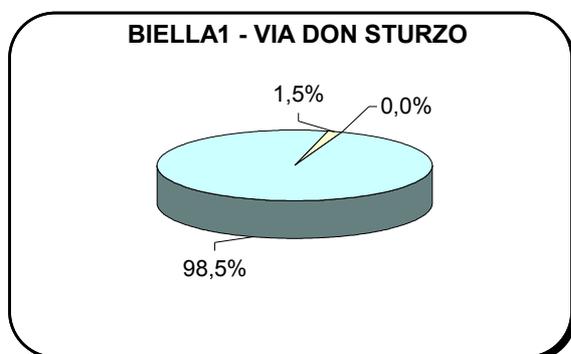


n.2. Biossido di azoto - massime medie giornaliere 2002



BIOSSIDO DI AZOTO

Giudizio complessivo sulla qualità dell'aria anno 2002 medie orarie



Legenda:

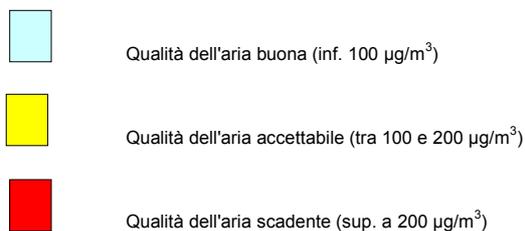


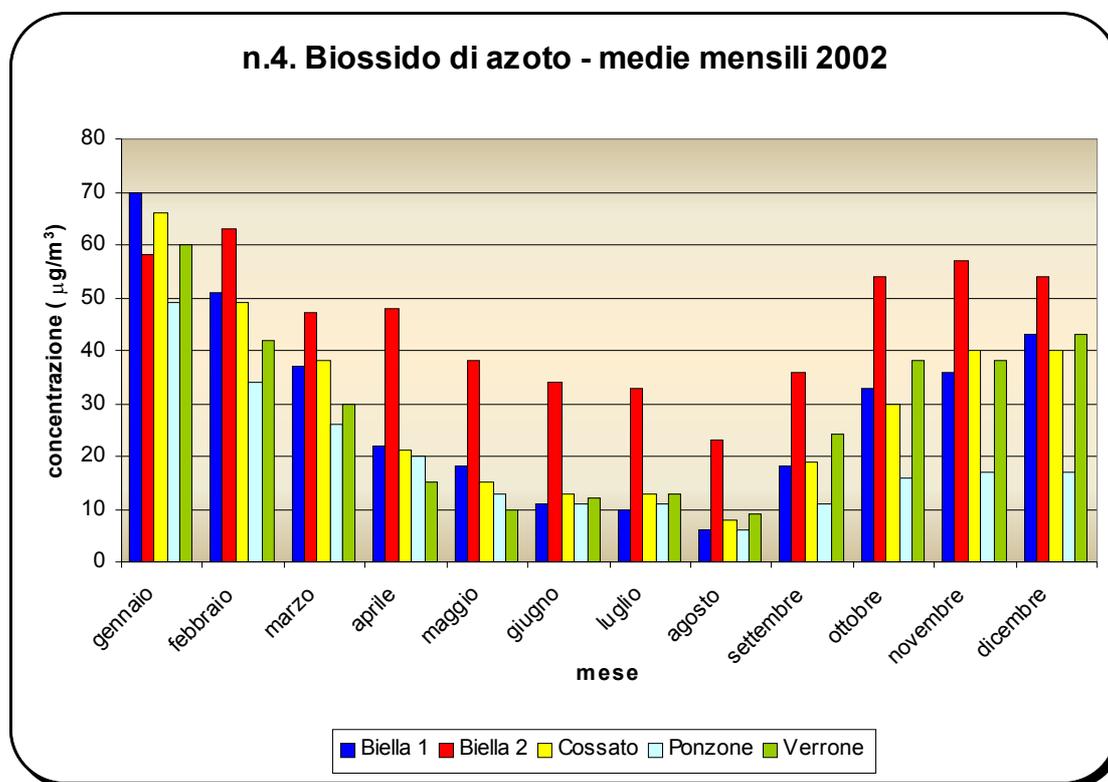
Figura n.3.

Biossido di azoto: medie mensili ed annuali.

Più complessa risulta la situazione della qualità dell'aria esaminata sul lungo periodo. Il profilo delle medie mensili mostra di nuovo il tipico andamento stagionale del livello di

NO₂, ma in questo caso è ancora più marcata la differenza tra Biella 2 e gli altri siti. Inoltre, mentre Verrone, Cossato e Biella1 si possono considerare tutto sommato equivalenti, Ponzone registra valori di biossido marcatamente più bassi, che soltanto nel mese di gennaio superano la soglia dei 40 µg/m³.

Da notare la grande differenza tra estate ed inverno: nei mesi estivi si riscontrano concentrazioni da 3 a 5 volte inferiori rispetto alla stagione fredda.

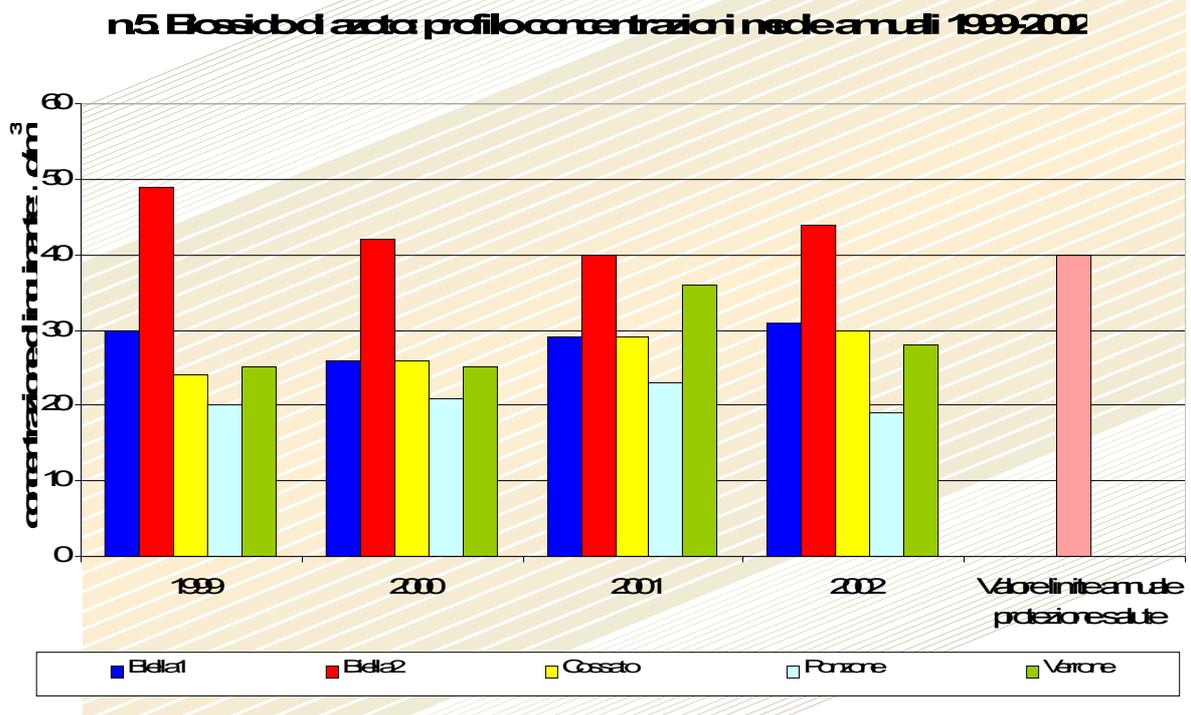


La valutazione delle medie annuali nel 2002 e negli anni precedenti ed il confronto con il valore limite del DM 60/02 sono illustrati nella figura n.5.

Le concentrazioni medie annuali più elevate si registrano a Biella 2 (44 µg/m³ nel 2002), unica stazione di traffico della rete provinciale, mentre il valore più basso è misurato a Ponzone 19 µg/m³ nel 2002, pari a circa la metà del valore limite). Sugli altri siti i valori medi annuali si mantengono confrontabili tra loro.

Esaminando la tendenza osservabile nel quadriennio 1999-2002 si osserva che il limite è in genere superato a Biella2, tuttavia il dato complessivo della città di Biella, ottenuto dalla media dei valori annuali delle due stazioni del capoluogo non supera il limite; inoltre si evidenzia una situazione sostanzialmente stabile per i siti di Biella2, Ponzone, Verrone, mentre per Biella1 e Cossato si assiste ad un leggero ma costante incremento nel corso degli anni

I dati a disposizione, pur non elevati come quelli riscontrabili in aree urbanizzate di maggiori dimensioni, non permettono comunque di estrapolare una tendenza al miglioramento. Si tratta pertanto di una situazione che merita di essere approfondita, almeno nelle stazioni di pianura.



L'aspetto forse più importante che emerge da questa analisi è che il Biellese non è interessato da significativi picchi di inquinamento da ossidi di azoto, ma piuttosto da un fondo diffuso che mantiene comunque i valori medi sul lungo periodo a valori confrontabili con il valore limite. Questo aspetto riveste importanza sia per l'attività di monitoraggio in sé, ma anche ai fini di una pianificazione e gestione del territorio, infatti poiché gli ossidi di azoto vengono emessi da una molteplicità di attività antropiche: fonti veicolari, combustioni civili ed industriali, il miglioramento o anche solo il mantenimento di uno stato di qualità dell'aria richiederà un approccio articolato.

Biossido di azoto. Analisi della settimana tipo.

Per analizzare più in dettaglio le problematiche relative al biossido di azoto, è utile esaminare il grafico della settimana tipo, ottenuto mediando le concentrazioni medie giornaliere dei giorni della settimana. Data la scarsa rilevanza del biossido nei mesi estivi, si è preferito fare riferimento alla "settimana tipo invernale" calcolata sulla base dei dati relativi ai periodi 1 gennaio-30 aprile e 1 ottobre-31 dicembre.

IL grafico n.6. mostra le concentrazioni medie di ciascun giorno della settimana ed evidenzia la diminuzione generale del biossido nei week-end rispetto ai giorni lavorativi. Inoltre si osserva la relativa costanza del livello di biossido a Biella 2 (che nel periodo invernale si mantiene praticamente sempre superiore al valore limite annuale).

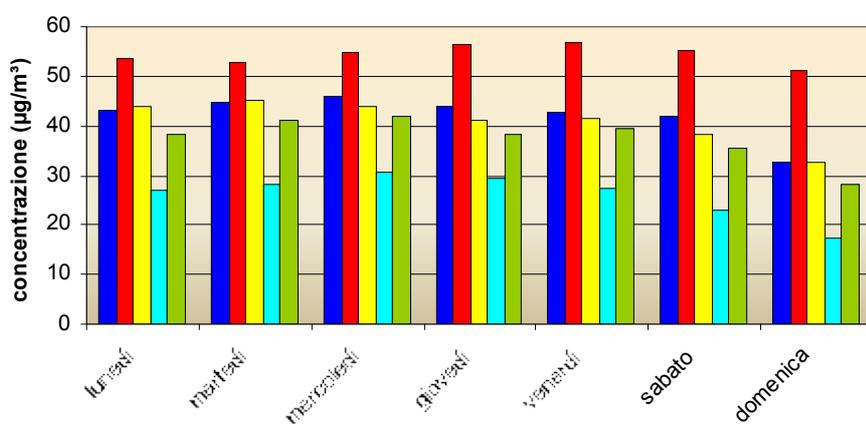
E' possibile visualizzare i dati in modo più analitico mettendo in grafico per ciascun giorno la *variazione percentuale* di concentrazione rispetto al giorno precedente, e questa elaborazione è presentata sia aggregando tutti i siti di misura (grafico n.7.), sia, per comodità di visione, separando le singole stazioni (figura n.8.)

Il quadro che emerge si può sintetizzare così:

- Tutte le stazioni sono interessate da una sensibile diminuzione dei livelli di NO₂ nei fine settimana; la stazione che mostra una maggiore costanza di comportamento è Biella 2, con variazioni sempre inferiori al 10% anche nei week-end, mentre sugli altri siti il fine settimana comporta variazioni sul 20-30%.

- Il lunedì, con la ripresa delle attività lavorative, si riscontra dappertutto un incremento dell' NO₂ , relativamente molto marcato a Ponzone (+ 60%) e pressoché simile a Biella1, Cossato, Verrone (+ 30%), mentre a Biella 2 è piuttosto contenuto.
- Il ruolo più importante nel determinare gli andamenti osservati lo riveste il traffico veicolare;
- E' ben evidente la differenza di comportamento tra Biella 1 e Biella 2, che può essere indicativa della differenza tra i due siti.
- Da notare la diminuzione percentuale, significativa, anche se non eccezionale, osservabile il giovedì su tutte le stazioni ad eccezione, nuovamente, di Biella2.

n.6. Biossido di azoto - Settimana tipo invernale
1 gen_30 apr 2002 1 ott_31 dic 2002



n.7. Biossido di azoto. Percentuali di variazione della media del giorno rispetto alla media del giorno precedente. Periodo invernale

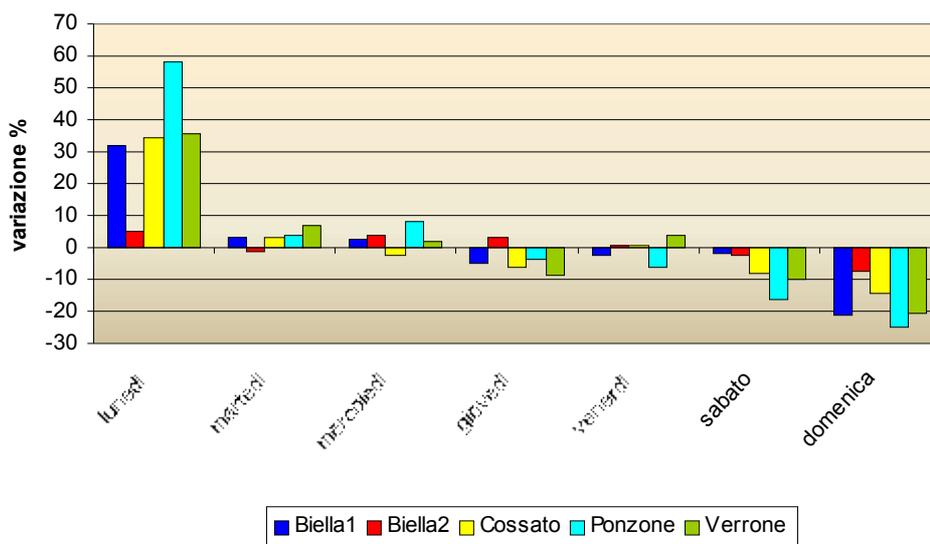
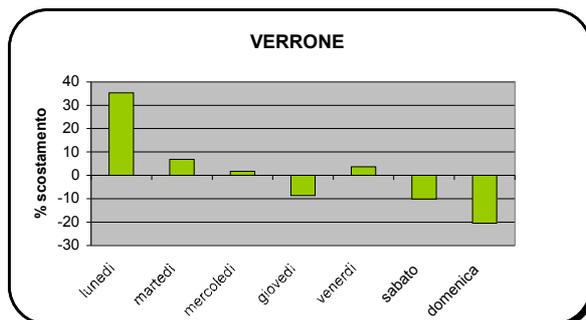
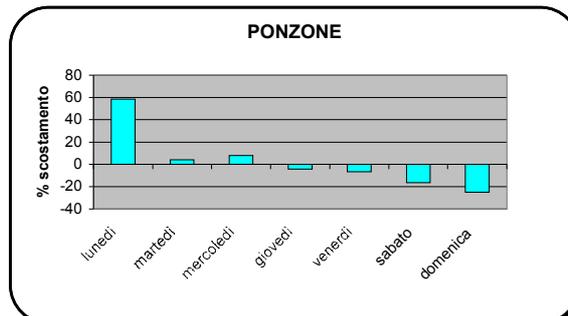
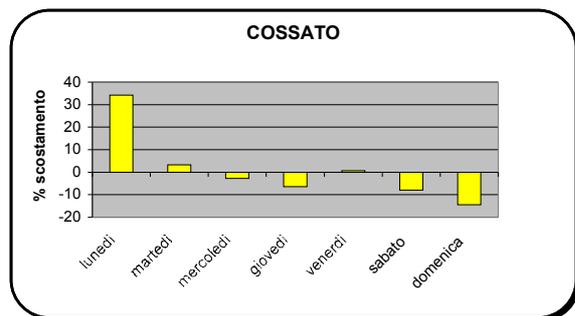
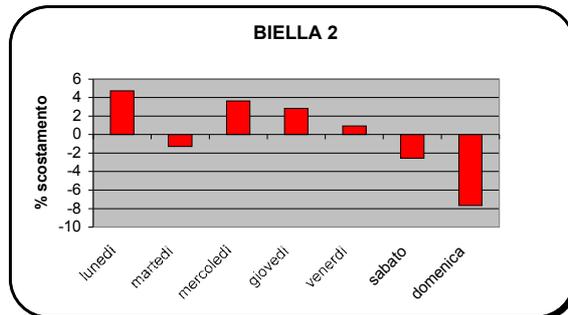
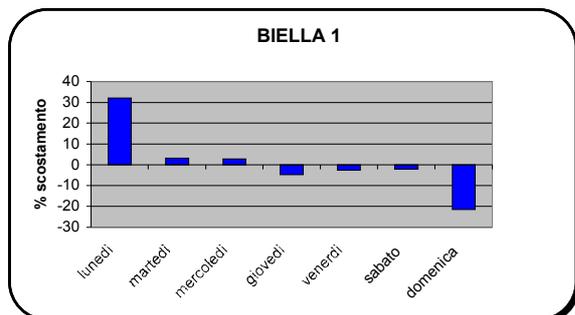


figura n.8.

Biossido di azoto, periodo invernale: variazione percentuale rispetto al giorno precedente, per singola stazione



Riassumendo, la valutazione complessiva della QA per il biossido di azoto deve tener conto di due possibili punti di vista:

- il punto di vista dell'inquinamento acuto, rappresentato dalle medie orarie, per le quali la qualità dell'aria si è mantenuta ai livelli molto buoni nel 2002;
- il punto di vista dell'inquinamento sul medio-lungo periodo (da confrontare con la media annuale): questo punto di vista permette di evidenziare l'esposizione della popolazione al "fondo" di ossidi di azoto presente sul territorio, a prescindere dalla presenza o meno di episodi di inquinamento acuto.

Questa seconda modalità di osservazione permette di evidenziare che per buona parte dell'anno la qualità dell'aria sui siti più urbanizzati si mantiene a valori superiori al limite, pur confluendo in un valore medio annuale complessivo inferiore al limite. Tale situazione interessa sicuramente i centri maggiori della provincia, ma non esclude anche comuni più piccoli che risentono comunque dell'influenza di fonti di emissione significative (strade, impianti industriali, ecc.).

La considerazione di questi aspetti riveste grande importanza a livello pianificatorio e di governo del territorio: negli anni a venire sarà necessario privilegiare quegli interventi che contribuiscono a mantenere o ridurre il livello *complessivo* di ossidi di azoto piuttosto che

i picchi massimi che sono sporadici. Ciò comporta sicuramente un maggiore sforzo previsionale e pianificatorio soprattutto perchè investe una pluralità di comparti emissivi: se infatti un episodio acuto di inquinamento atmosferico può venire affrontato con un "semplice" blocco parziale o totale del traffico fino al ristabilirsi di una situazione accettabile, il controllo delle medie annuali o mensili dovrà prendere in considerazione anche gli altri fattori emissivi: dagli impianti civili a quelli industriali, dalla qualità dei combustibili al mantenimento di un traffico fluido ecc. e le loro interazioni e sinergie. Per questo dovranno essere privilegiati interventi efficaci sul lungo periodo che richiederanno anche un elevato grado di concertazione tra i vari attori istituzionali impegnati nel governo del territorio (primariamente Provincia e Comuni) ed una forte integrazione e sinergia con i soggetti pubblici e privati coinvolti nei processi produttivi, nell'erogazione di servizi che hanno attinenza con la qualità dell'aria.

Tuttavia, considerato che gli ossidi di azoto sono coinvolti in una molteplicità di fenomeni di inquinamento, il loro controllo permetterà un miglioramento della qualità dell'aria anche per altri inquinanti la cui presenza è in relazione con il contenuto di ossidi di azoto, in particolare di biossido; si cita ad esempio il particolato PM10: una frazione significativa del PM10 è formata da particelle di diametro molto piccolo (inferiore ad 1 micron) che si mantengono in equilibrio con la fase gassosa circostante ed è caratterizzata da una elevata capacità di penetrare nell'albero respiratorio. A sua volta tale frazione è costituita da nitrati semivolatili e idrosolubili.

OZONO (O₃)

Si tratta di una forma di ossigeno molecolare altamente reattivo che si forma come inquinante secondario in un ciclo di reazioni che vede coinvolti anche gli ossidi di azoto.

La reazione fondamentale di produzione di ozono è costituita dalla fotolisi del biossido di azoto:



L'ossigeno monoatomico liberato nel corso del processo reagisce poi rapidamente con l'ossigeno molecolare atmosferico formando ozono.

L'ozono di cui si tratta in questa relazione è quello troposferico, presente negli strati più bassi dell'atmosfera ed in prossimità del suolo e non va confuso con l'ozono presente nella stratosfera, la cui diminuzione (il "buco dell'ozono") costituisce invece un serio problema ambientale a scala mondiale e che presenta però modalità di formazione differenti.

La formazione dell'ozono troposferico è legata dunque all'intensità della radiazione ultravioletta al suolo (l'andamento giornaliero presenta infatti una curva a campana che va di pari passo con i valori di radiazione solare incidente), tuttavia la sua concentrazione finale è determinata anche dalla presenza di altre sostanze, quali gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili (idrocarburi, aldeidi, chetoni, ecc. emessi in gran quantità da sorgenti naturali ed antropiche), specie dette perciò "precursori".

La sua elevata capacità ossidante lo rende direttamente in grado di reagire con i tessuti viventi: è un riconosciuto broncoirritante ed è in grado di alterare la funzionalità polmonare, nonché di causare disturbi agli occhi e alle mucose. Inoltre i vegetali sono particolarmente sensibili alla sua azione.

L'ozono esplica però anche un'azione inquinante e nociva indiretta in quanto è coinvolto nella formazione dello smog fotochimico, una miscela complessa molto reattiva di composti organici a diverso stato di ossidazione, radicali liberi, particolato fine, che acquista particolare importanza ambientale soprattutto nelle giornate invernali a cielo sereno, caratterizzate da un'elevata stabilità atmosferica e forti immissioni antropiche di precursori.

L'ozono è misurato presso le stazioni di Biella¹, Cossato, Trivero-Ponzone, Verrone e la sua concentrazione in atmosfera si misura in microgrammi al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

I rendimenti medi annuali degli analizzatori sono stati pari o superiori al 90% (conformemente ai requisiti della DIR 2002/3/CE).

Riferimenti normativi:

A causa dei danni diretti ed indiretti alla salute, all'ecosistema ed anche al patrimonio artistico di cui è responsabile, l'ozono è oggetto di particolare attenzione dal punto di vista normativo, in sede nazionale e comunitaria. In Italia i limiti per l'ozono sono stabiliti con DM 25/11/1994 e DM 16/5/1996, è bene però ricordare che recentemente è stata emanata in sede CE la Direttiva 2002/3/CE del 12 febbraio 2002 che, una volta recepita, sostituirà i limiti oggi vigenti. Per completezza di informazione si riportano sia i limiti italiani che quelli UE, precisando che nel corso del 2002 si è sempre fatto riferimento alla normativa attualmente in vigore in Italia.

Il D.M. 25/11/1994 stabilisce due valori limite intesi come medie orarie, ossia un **livello di attenzione** pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e un **livello di allarme** pari a $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il D.M. 16/05/1996 stabilisce inoltre un **livello di protezione della vegetazione** pari a $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (come media giornaliera) e un **livello di protezione della salute** pari a $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (come media su 8 ore).

	Periodo di mediazione	Valore limite
Livello di attenzione	Media oraria	$180 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Livello di allarme	Media oraria	360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Livello di protezione della salute	Media mobile su 8 ore	110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Livello di protezione della vegetazione	Media oraria	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Livello di protezione della vegetazione	Media giornaliera	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

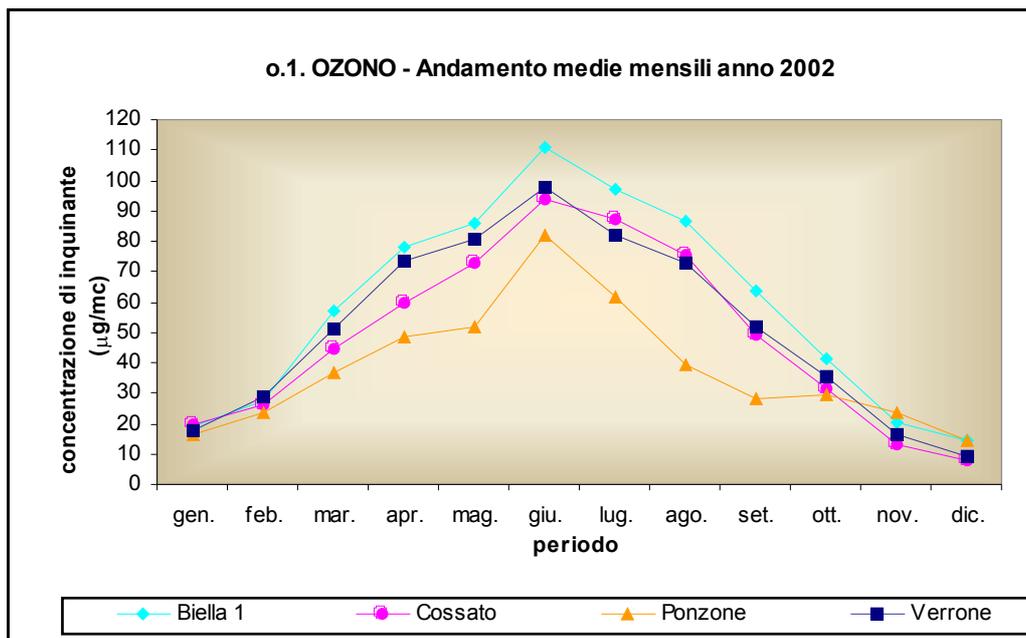
I principali limiti previsti dalla DIR 2002/3/CE sono invece i seguenti:

	Periodo di mediazione	Valore limite
Soglia di attenzione	Media oraria	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme	Media oraria	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Livello di protezione della salute	Media mobile su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Nel complesso il cambiamento più significativo riguarda la soglia di allarme che viene significativamente abbassata da 360 a 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ed il livello di protezione della salute che viene lievemente incrementato da 110 a 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La comunità Europea non si limita però a fissare dei limiti, ma stabilisce anche degli **obiettivi a lungo termine per il controllo dei livelli di ozono troposferico**: a partire dal 2010 è prevista infatti l'adozione un valore bersaglio (media su 8 ore) di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *da non superare più di 25 volte l'anno*, che costituirà un importante riferimento per l'adozione di strategie di contenimento di questo composto negli anni successivi al 2010.

La problematica dell'inquinamento da ozono si manifesta soprattutto nei mesi della tarda primavera e dell'estate, quando le concentrazioni al suolo di questo composto raggiungono livelli preoccupanti che richiedono l'attivazione di un continuo stato di sorveglianza ed informazione. Il profilo delle medie mensili riflette la dipendenza della concentrazione di ozono dall'intensità della radiazione solare. Un'altra caratteristica importante dell'inquinamento da ozono sta nella sua distribuzione piuttosto omogenea su ampie aree di territorio, che ne fa un problema di dimensione sicuramente sovracomunale e sovraprovinciale.

Tutto ciò è esemplificato dal profilo delle concentrazioni medie mensili dove è ben evidente la dipendenza stagionale delle concentrazioni al suolo e la sostanziale equivalenza tra i rilevamenti delle stazioni di pianura di Biella, Cossato, Verrone. Presso la stazione di Trivero-Ponzone, posta a quota più elevata, si registra invece una situazione sensibilmente migliore, almeno nei mesi più caldi, la cui origine non è ben chiara, anche se parrebbe legata a caratteristiche peculiari del sito (stazione di fondovalle, con minore soleggiamento e scarso ricambio atmosferico) e che potrebbe in prima approssimazione essere rappresentativa di una situazione generale delle valli biellesi.



Ozono: indice di qualità dell'aria in Regione Piemonte ed in provincia di Biella.

Come si è visto, attualmente la situazione dell'ozono troposferico è valutabile sulla base di due tipologie di valori limite: il superamento del livello di attenzione (media oraria) e del livello di protezione della salute (media su 8 ore aggiornata ogni ora). Perciò la valutazione complessiva del rischio derivante dall'esposizione all'ozono richiede il confronto contemporaneo con due valori di riferimento: uno mediato su 1 ora e l'altro su 8 ore, cosa che rende più complicato il processo di divulgazione dei dati al pubblico. La necessità di fornire adeguate informazioni sul livello giornaliero di ozono, che siano al tempo stesso chiaramente interpretabili dal pubblico e rispondenti alle disposizioni normative ha condotto la Regione Piemonte a definire per l'ozono un indice complessivo di qualità dell'aria che si esprime con l'assegnazione ad una determinata area geografica di un unico "livello di ozono" su una scala che va dal valore 0 (migliore qualità dell'aria) a 3 (peggiore qualità dell'aria).

Le caratteristiche principali dell'indice di livello di ozono sono le seguenti:

- Il livello di ozono è assegnato giornalmente sulla base dei massimi valori di media oraria e su 8 ore rilevati dalla rete e vale per un'area geografica piuttosto estesa (nel nostro caso l'intera provincia) che può anche comprendere più stazioni di misura (il dato finale è infatti una media di tutti i rilevamenti);
- A ciascun livello di ozono corrisponde un intervallo di medie orarie e su 8 ore di riferimento, come indicato nella seguente tabella:

Livelli di inquinamento da ozono secondo la DGR 31/7/2000 n. 27-614

LIVELLO DI INQUINAMENTO	Tipo di dato	Unità di misura	Intervallo di riferimento (µg/m ³)
LIVELLO 0	Media oraria	µg/m ³	Inf. 180
	Media mobile su 8 ore	µg/m ³	Inf. 110
LIVELLO 1	Media oraria	µg/m ³	180 - 240
	Media mobile su 8 ore	µg/m ³	110 - 140
LIVELLO 2	Media oraria	µg/m ³	240 - 360
	Media mobile su 8 ore	µg/m ³	140 - 220

LIVELLO 3	Media oraria	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sup. 360
	Media mobile su 8 ore	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sup. 220

I livelli di ozono sono dunque determinati per confronto con fasce di concentrazioni stabilite in base ai valori limite attualmente vigenti.

- A ciascun livello di ozono corrispondono differenti consigli e raccomandazioni per la popolazione, in particolare per i soggetti considerati più a rischio, secondo quanto riportato in tabella:

Raccomandazioni e precauzioni da adottare a seconda del livello di ozono riscontrato

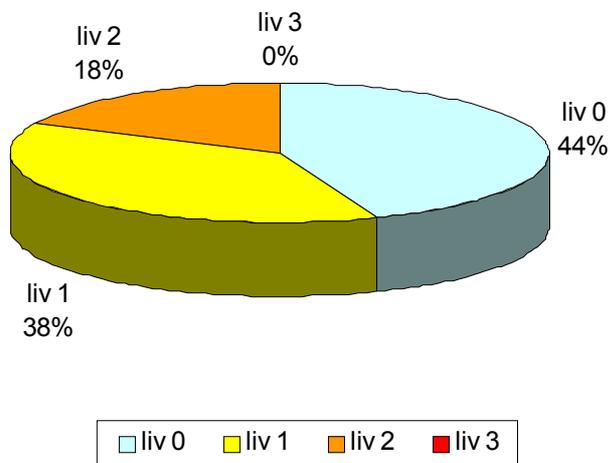
LIVELLO DI INQUINAMENTO	Consigli e raccomandazioni
LIVELLO 0	nessuna precauzione
LIVELLO 1	<ul style="list-style-type: none"> • categorie sensibili (bambini, anziani, asmatici ecc): evitare attività fisica all'aperto durante le ore più calde della giornata. • a tutta la popolazione si consiglia di mangiare cibi ricchi di Selenio e di vitamina C ed E (es pomodori, peperoni rossi, uova, asparagi ecc).
LIVELLO 2	<ul style="list-style-type: none"> • categorie sensibili (bambini, anziani, asmatici ecc): evitare qualsiasi attività fisica nelle ore più calde della giornata • a tutta la popolazione: evitare sforzi fisici, nelle ore più calde della giornata e mangiare cibi ricchi di Selenio e di vitamina C ed E (es pomodori, peperoni rossi, uova, asparagi ecc).
LIVELLO 3	<ul style="list-style-type: none"> • categorie sensibili (bambini, anziani, asmatici ecc): evitare di uscire di casa durante le ore più calde della giornata • a tutta la popolazione: evitare sforzi fisici, anche moderati, nelle ore più calde della giornata e mangiare cibi ricchi di Selenio e di vitamina C ed E (es pomodori, peperoni rossi, uova, asparagi ecc)

La rappresentazione indicizzata dello stato di qualità dell'aria mediante l'assegnazione giornaliera del "livello di ozono" complessivo permette così una visualizzazione sintetica ed immediata che tiene conto contemporaneamente dell'esistenza delle due differenti tipologie di valori limite per la protezione della salute.

Nella primavera-estate 2002 il livello di ozono è stato così valutato su tutto il territorio biellese mediando i dati provenienti giornalmente dalle stazioni di rilevamento: ogni giorno viene calcolata la media dei valori massimi orari e dei valori massimi su 8 ore rilevati nel giorno precedente dalle singole stazioni di misura (Biella, Cossato Verrone, Ponzone) e confrontata con le fasce sopra indicate. Il livello di ozono così ricavato rappresenta dunque un indice di qualità dell'aria che si ritiene rappresentativo dell'intero territorio provinciale.

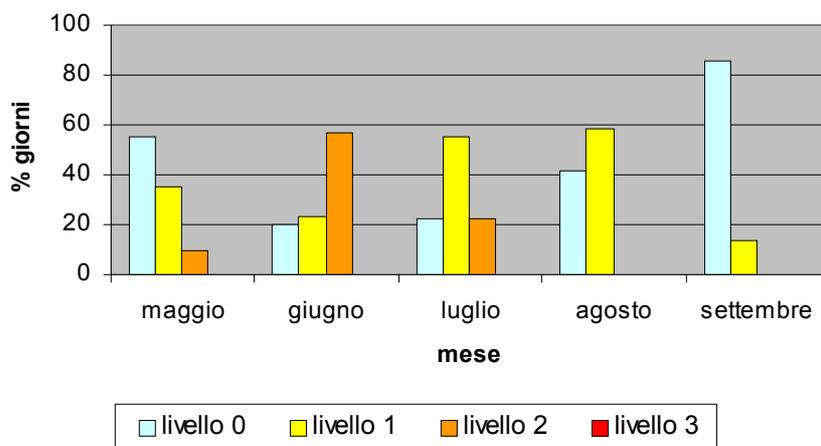
Nel periodo dal 1 maggio al 30 settembre la situazione di livello 1 è stata raggiunta nel 38% delle giornate e rappresenta pertanto una situazione molto frequente nel Biellese, ma è anche significativo il 18% di situazioni di livello 2; complessivamente la frequenza di accadimento dei "livelli di guardia" è stata superiore alla frequenza del livello 0 (56% contro 44%). Naturalmente questo scenario potrà variare ogni anno nei dettagli a seconda delle condizioni meteorologiche, ma il quadro di base che emerge è che il periodo estivo nel Biellese è comunque caratterizzato da un diffuso e frequente peggioramento della qualità dell'aria a causa della presenza persistente di ozono.

o.2. Livelli di inquinamento da ozono secondo la DGR 27-614 del 31/7/2000 nel periodo maggio-settembre 2002



E' possibile anche visualizzare la distribuzione dei livelli di ozono mese per mese, ottenendo il seguente grafico:

o.3. Ozono - Livelli di inquinamento da ozono nel 2002 secondo la DGR 31/7/2000 N.27-614



La maggior parte degli episodi più critici (livello 2) si verifica tra giugno e luglio, mentre la situazione di livello 1 è distribuita con regolarità tra maggio ed agosto, per poi declinare sensibilmente a settembre. Nel 2002 è stato giugno il mese più critico con oltre il 50% delle giornate caratterizzate da un livello 2 di qualità dell'aria.

Dopo aver esaminato la situazione dell'inquinamento da ozono dal punto di vista piuttosto aggregato, dei livelli di ozono, è interessante anche analizzare lo stato di qualità dell'aria in modo più analitico, separando cioè i due aspetti dell'inquinamento di picco (rappresentato dai massimi orari) e dell'inquinamento "diffuso" (rappresentato dai massimi su 8 ore e dalle medie giornaliere). Per far ciò è opportuno abbandonare la rappresentazione mediante l'indice complessivo (utile per valutare sinteticamente l'esposizione complessiva ed i rischi derivanti dalla popolazione) per tornare a confrontare i dati di misura con le singole tipologie di valori limite. Questo approccio risulta inoltre più efficace se inserito in una prospettiva "storica", confrontando i dati acquisiti su più anni di monitoraggio (dal 1999 ad oggi).

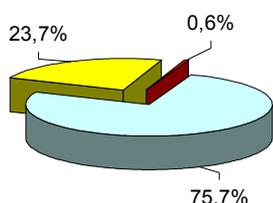
Ozono: Superamento dei valori limite orari. Questo indicatore fornisce una rappresentazione dei valori massimi di concentrazione raggiunti nell'arco della giornata ed è pertanto in relazione agli episodi "acuti" di inquinamento atmosferico, che si presentano generalmente poche volte al giorno, solitamente nel pomeriggio.

Per ciascuna stazione si riporta di seguito una valutazione annuale della QA *basata sulle sole medie orarie* del 2002. Questa rappresentazione, impiegata anche per le elaborazioni mensili 2002 (in allegato), di cui rappresenta la somma, ha ora un valore limitato e parziale in quanto sostituita dalla rappresentazione indicizzata del livello di ozono. Essa è comunque utile per visualizzare sinteticamente la ripartizione delle concentrazioni medie orarie nell'anno. Le fasce di suddivisione della qualità dell'aria (buona, accettabile, scadente) si riferiscono naturalmente alle sole medie orarie.

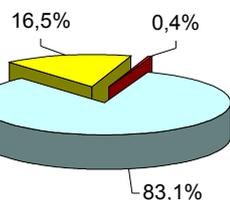
OZONO

Giudizio complessivo sulla qualità dell'aria anno 2002 medie orarie

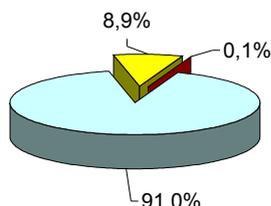
BIELLA1 - VIA DON STURZO



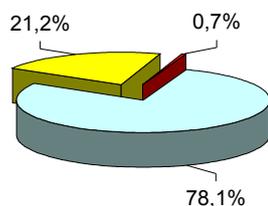
COSSATO - PIAZZA DELLA PACE



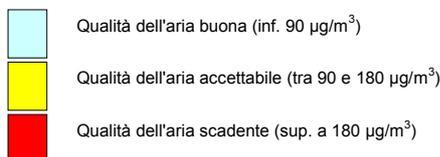
TRIVERO - PONZONE



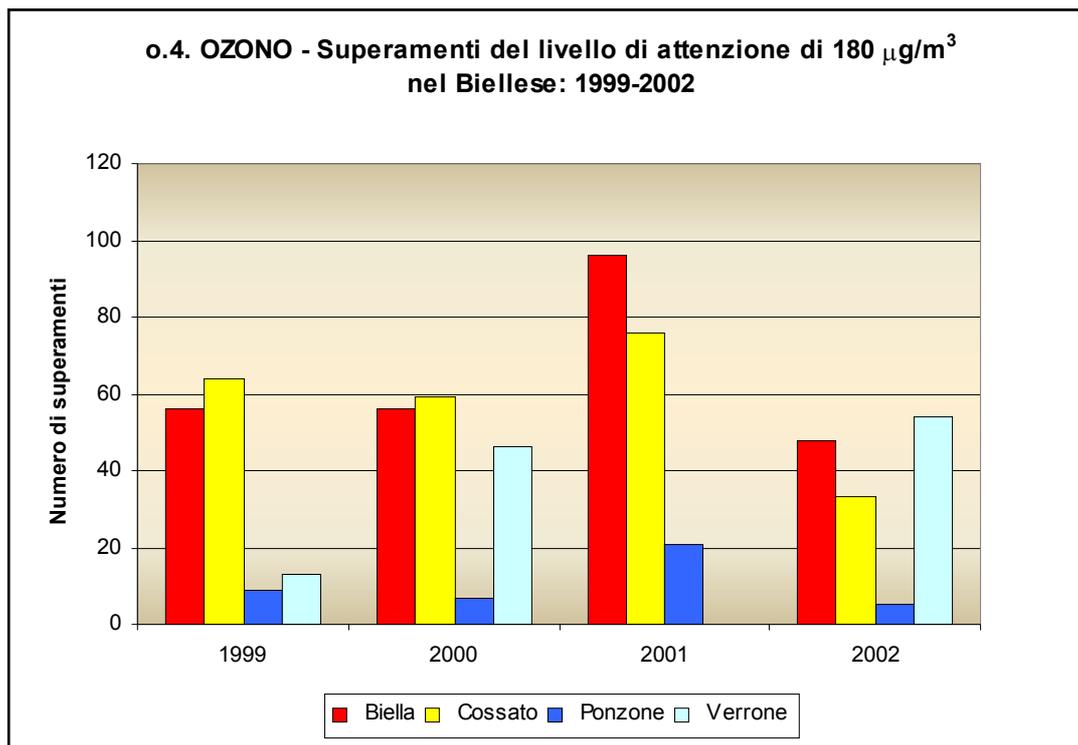
VERRONE - VIA ZUMAGLINI



Legenda:



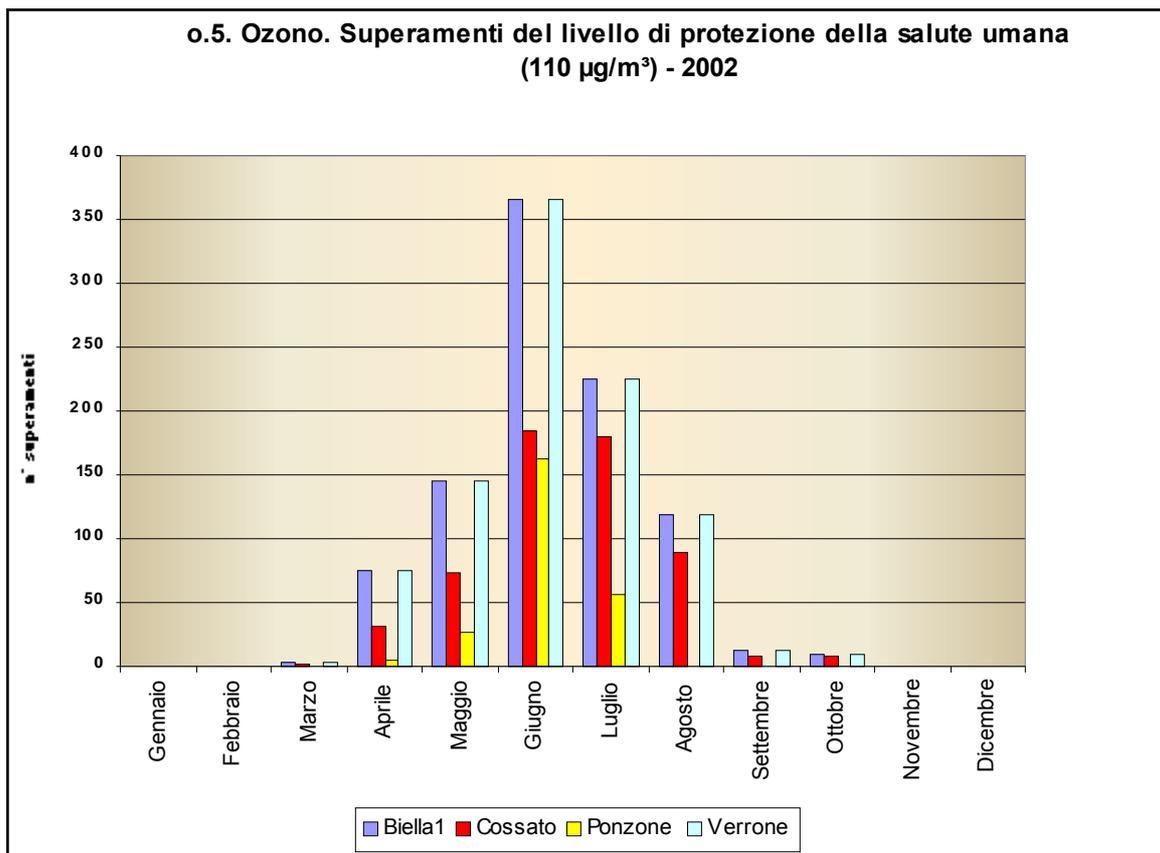
Il grafico successivo riporta invece i superamenti del livello di attenzione nell'arco dell'intero periodo di attività della rete. Si osserva che ogni anno si verificano numerosi superamenti del livello di attenzione, configurando una situazione di "continentalità" climatica tipica dell'Italia settentrionale nel periodo estivo ed in linea con la tipica fenomenologia dell'inquinamento da ozono. I valori registrati dalle stazioni di pianura sono confrontabili per entità e numero di superamenti, mentre la situazione della zona di Trivero-Ponzone appare leggermente migliore per quanto attiene a questo inquinante. I dati apparentemente anomali sul sito di Verrone (1999 e 2001) riflettono in realtà l'esistenza di problemi tecnici sulla stazione o sull'analizzatore. Si evidenzia anche una certa variabilità nei valori massimi da un anno all'altro e da stazione a stazione.



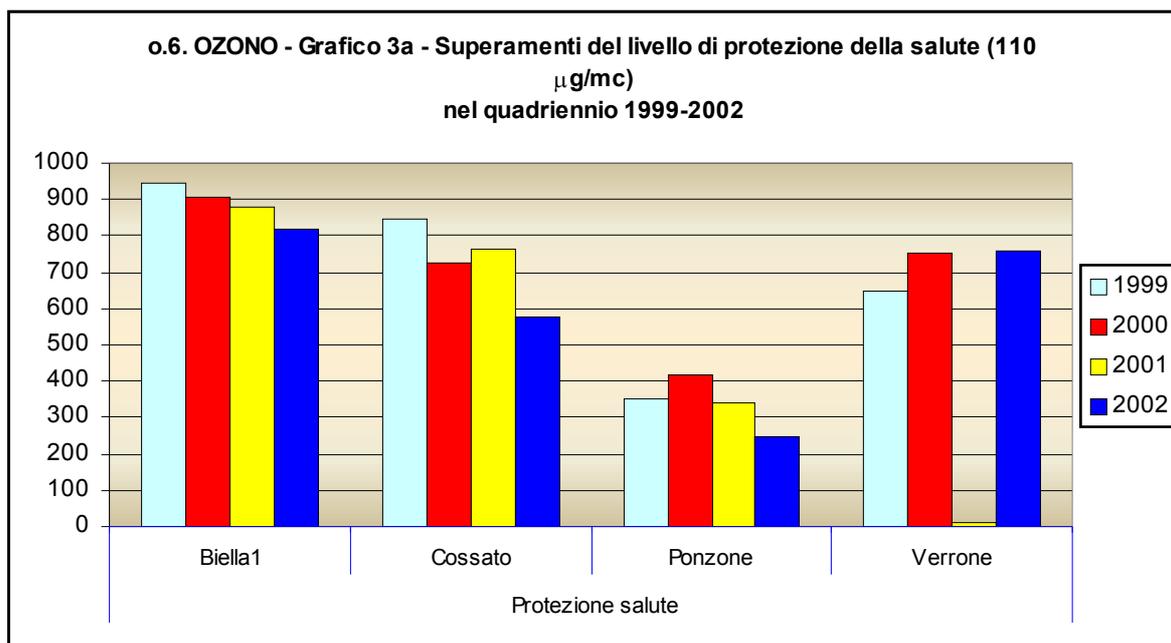
Nel Biellese i valori massimi di concentrazione oraria dell'ozono si sono mantenuti comunque non superiori a $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e non si sono mai verificati superamenti del livello di allarme di $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ozono: Superamenti dei valori limite su 8 ore (protezione salute) e del valore limite giornaliero (protezione vegetazione) . Il confronto con questo limite è indicativo del livello diffuso di ozono durante l'arco della giornata; il limite su 8 ore può essere superato molte volte al giorno e, in particolari condizioni meteorologiche, anche di notte, ed è per questo meno dipendente dall'intensità di radiazione solare al suolo.

Si propongono due grafici: il primo relativo al solo 2002, che riporta la distribuzione dei superamenti del valore limite mese per mese, mentre il secondo riporta il numero di superamenti nell'intero quadriennio di attività della rete di rilevamento.



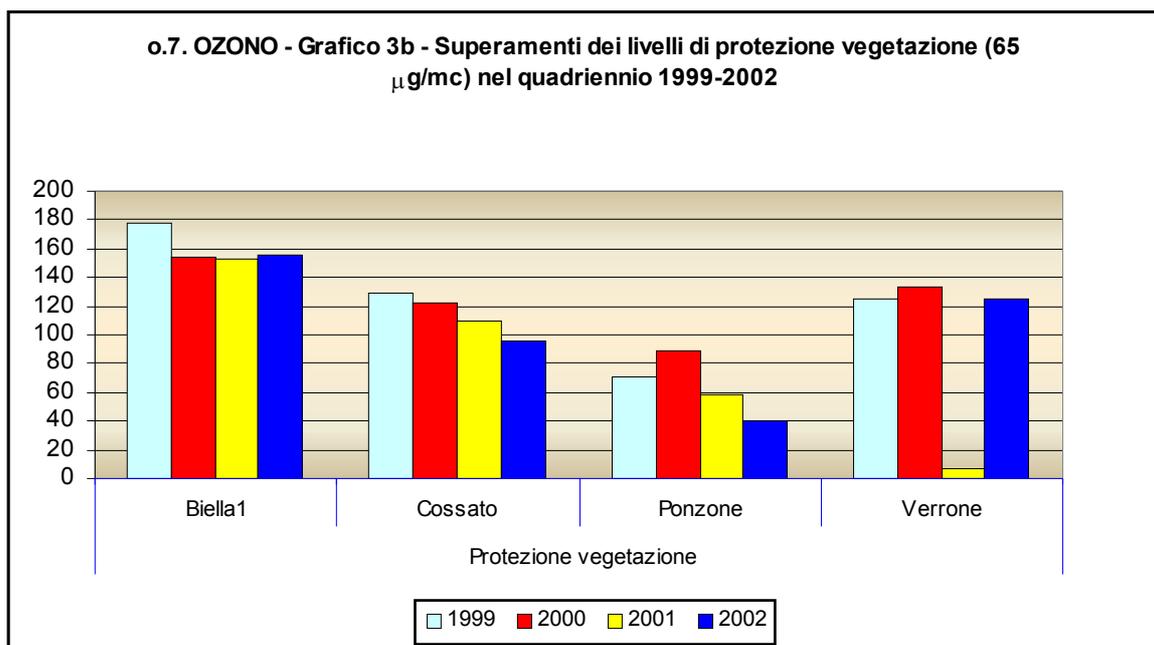
La rappresentazione grafica dei superamenti del valore limite su 8 ore per la protezione della salute (110 µg/m³) mostra un quadro molto più omogeneo e confrontabile tra i siti di misura: le differenze negli episodi "di picco" osservate con i superamenti dei limiti orari nel corso del quadriennio si fondono in un unico quadro di qualità dell'aria che appare sostanzialmente uniforme sul territorio provinciale di pianura nel periodo considerato.



L'esame dei superamenti dei livelli di protezione della salute (calcolati sulle medie mobili 8 ore) evidenzia di nuovo la migliore situazione di Ponzone rispetto a questo

inquinante, dovuta probabilmente alla sua posizione geograficamente separata dalla pianura e non ancora tipica di un sito di alta montagna. Se tali dati appaiono confortanti per l'ozono, in realtà possono nascondere una situazione di scarso ricambio atmosferico.

Superamenti del valore limite giornaliero (protezione vegetazione) . Infine, l'ultimo grafico proposto riporta il numero di superamenti del valore limite di protezione della vegetazione (media su 24 ore di $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$: in relazione ai possibili effetti sulla vegetazione è significativa la percentuale di giorni dell'anno in cui tale limite è stato superato, variando tra il 25% di Ponzone al 46% di Biella.



Ozono: conclusioni e prospettive:

Per il Biellese l'ozono rappresenta sicuramente il più importante problema di qualità dell'aria nel periodo da aprile a settembre, con una situazione tendenzialmente stabile negli anni che comporta la persistenza di elevati livelli di ozono, mitigati soltanto da fenomeni meteorologici. Le concentrazioni massime orarie non salgono generalmente a livelli di allarme (valori superiori a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sono stati finora molto rari) ma le medie su 8 ore si mantengono elevate nel corso della giornata, configurando un quadro di sostanziale stabilità che si mantiene per tutta l'estate. Il quadro aggregato individuato da livello giornaliero di ozono sottende dunque una situazione di concentrazioni al suolo caratterizzata non tanto da picchi di elevata intensità ma di breve durata, quanto piuttosto di una stabilità di valori lungo l'arco della giornata e della stagione.

I dati della stazione di Trivero-Ponzone evidenziano una situazione leggermente migliore rispetto agli altri siti. E' difficile stabilire con i dati a disposizione se quanto riscontrato sia generalizzabile alle altre aree montane Biellesi (soprattutto di fondovalle, a causa della minore quantità di radiazione solare incidente) o se rappresenti invece un caso particolare legato al sito specifico. In tal senso è auspicabile la realizzazione nella stagione calda, già dal 2004, di campagne di monitoraggio dell'ozono su siti posti a quote relativamente elevate (500-1000 m) e su altri siti di fondovalle per poter effettuare un confronto.

PARTICOLATO PM 10

Con il termine particolato si indica in generale una sospensione di particelle in aria, particelle che possono essere solidi aerodispersi, fasi liquide, oppure possono avere una struttura più complessa costituita ad esempio da un nucleo solido circondato da una fase liquida in equilibrio con la fase gassosa circostante. Le particelle, soprattutto le più piccole (di diametro inferiore al micron) non costituiscono una fase eterogenea inerte rispetto al gas, ma sono in una situazione di interazione dinamica con esso, come è ad esempio nel caso dello smog fotochimico. Il particolato costituisce perciò un sistema estremamente eterogeneo e complesso dal punto di vista dello stato fisico, delle proprietà aerodinamiche, della composizione chimica (organica ed inorganica) dell'origine (antropica, animale, vegetale, minerale), della tossicità. Sicuramente i processi di combustione (veicolare, civile, industriale) ne sono una fonte significativa.

L'elemento comune che permette di classificare il particolato sono le sue dimensioni, espresse in termini di *diametro aerodinamico delle particelle*; in base alla distribuzione dimensionale di un campione di particolato se ne definisce la capacità di raggiungere più o meno in profondità le vie respiratorie (e di conseguenza la valenza sanitaria) ed altre proprietà quali il tempo di permanenza nell'atmosfera. Possiamo distinguere allora le polveri totali sospese (PTS), oppure la frazione di polveri il cui diametro aerodinamico è inferiore o uguale al valore nominale di 10 μm (indicate in sigla come PM10). La frazione PM10 è molto importante ai fini tossicologici perché rappresenta per convenzione la cosiddetta *frazione toracica delle polveri*, cioè la frazione che può superare la laringe e penetrare nei bronchi e pertanto è oggetto di recente di un notevole interesse da parte del legislatore, man mano che si stanno accumulando sempre maggiori informazioni sull'esposizione della popolazione e sulle implicazioni sanitarie, soprattutto a lungo termine. La capacità di tale frazione del particolato di aggravare le patologie a carico dell'apparato respiratorio (bronchi, asma, enfisema polmonare) e cardiaco è ormai assodata, mentre sono allo studio le eventuali proprietà mutagene, cancerogene e gli effetti epidemiologici.

La crescente importanza del PM10 ha fatto sì che la misura del particolato totale (PTS) per la valutazione della qualità dell'aria sia oggi quasi interamente abbandonata, anche in virtù del fatto che i nuovi valori limite di qualità dell'aria riguardano soltanto la frazione toracica del particolato.

La tossicità del particolato è legata soprattutto alla composizione chimica ed in particolare alla capacità di trattenere sulla sua superficie sostanze tossiche, quali metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici, ecc. che possono essere rilasciate nelle vie respiratorie una volta inalate. Questo fenomeno di assorbimento/rilascio avviene in maniera differente in funzione delle dimensioni del particolato stesso con diametro inferiore a, rispettivamente, 10 μm , 2,5 μm , 1 μm (PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁).

L'unità di misura della concentrazione di particolato in atmosfera è il microgrammo al metro cubo:

Gli analizzatori di PM10 hanno acquisito regolarmente nel corso dell'anno mantenendo livelli di rendimento elevati e sostanzialmente rispondenti ai requisiti del DM 60/02, con l'eccezione della stazione di Verrone, dove il rendimento medio non ha superato il 68% dei dati validi, per motivi legati soprattutto ai tempi lunghi di riparazione (la situazione è simile a quella descritta per gli analizzatori di benzene).

Riferimenti normativi:

Il **DM 60/2002**, stabilisce i seguenti valori limite per la frazione PM 10:

	Periodo di mediazione	Valore limite	Commenti
Valore limite su 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	da non superare più di 35 volte l'anno
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³	

PM10: un problema di metodo. Dal 1999 al 2002 il monitoraggio del particolato PM 10 nel territorio biellese è stato realizzato utilizzando la tecnica automatica di misura denominata TEOM (*Tapered Element Oscillating Microbalance*) che consiste nel far passare il campione d'aria attraverso un filtro posto sopra un elemento cavo tubolare in continua oscillazione (microbilancia elettronica). Man mano che le polveri si depositano sul filtro, la frequenza di oscillazione diminuisce in modo correlabile alla loro concentrazione. Un programma di calcolo provvede a fornire il risultato in termini di concentrazione di particelle nell'aria. Un semplice cambio della testa di prelievo permette di dosare il PM10 o eventualmente le altre frazioni inalabili (ad es. il PM 2.5). La tecnica presenta indubbi vantaggi: la completa automazione, la semplicità di utilizzo, la possibilità di disporre dei dati orari (visualizzando così l'andamento giornaliero delle concentrazioni), la possibilità di disporre del dato medio del giorno precedente già il giorno dopo.

Per questa tecnica è stata tuttavia riconosciuta la presenza di un errore sistematico che comporta l'acquisizione di valori di concentrazione in difetto rispetto al metodo gravimetrico di riferimento adottato con DM 60/02.

L'origine dell'errore di misura sta nel fatto che per la sua specifica modalità di funzionamento l'analizzatore TEOM sottostima una componente importante del particolato, cioè quella frazione denominata "semivolatile", costituita da particelle contenenti composti organici ed inorganici ad alta tensione di vapore che si trovano in uno stato di equilibrio dinamico con la fase gassosa circostante le particelle stesse. L'entità precisa della sottostima dipende perciò dalla composizione del particolato al momento della misura ed a sua volta tale composizione è influenzata da fattori ambientali ed antropici quali: la temperatura ambientale, il contesto territoriale, la tipologia del sito (industriale, urbano, rurale), l'intensità del traffico, ecc.

In definitiva è da attendersi che la tecnica di misura TEOM sottostimi il "reale" livello atmosferico di PM10 (soprattutto nella componente di particolato più fine) di una percentuale variabile nel corso dell'anno, con le condizioni ambientali ed in misura minore con la localizzazione del sito di monitoraggio.

Nel corso del 2002 si è continuato ad acquisire i dati senza applicare fattori correttivi che tenessero conto della deviazione descritta, in quanto non si disponeva di elementi di valutazione conclusivi al riguardo. Una discussione delle implicazioni di tale impostazione sarà esposta nelle righe che seguono.

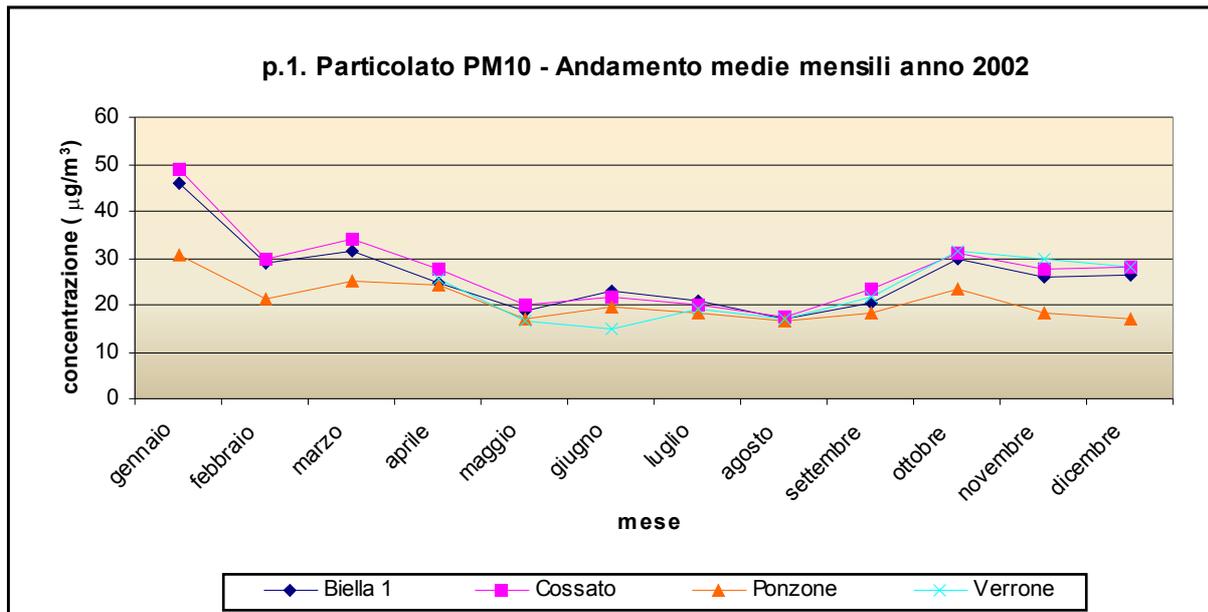
A partire dal 2003 è stata avviata ed è in corso una sperimentazione di confronto tra le due tecniche di misura (TEOM e gravimetrico di riferimento) per valutare l'entità della sottostima nel contesto specifico del territorio biellese e stabilire un coefficiente correttivo da applicare ai dati acquisiti con l'analizzatore automatico TEOM. L'obiettivo dello studio è quello di poter continuare ad utilizzare gli analizzatori automatici TEOM affiancandoli stabilmente ad un campionatore gravimetrico sfruttando in tal modo la maggiore flessibilità e praticità d'uso di tali strumenti senza peraltro diminuire l'accuratezza e la rappresentatività dei dati di monitoraggio.

PM10: profilo mensile 2002

Il PM10 è, con il benzene, l'inquinante di più recente interesse da parte del legislatore ma anche quello che presenta le maggiori criticità ambientali, comuni del resto a gran parte

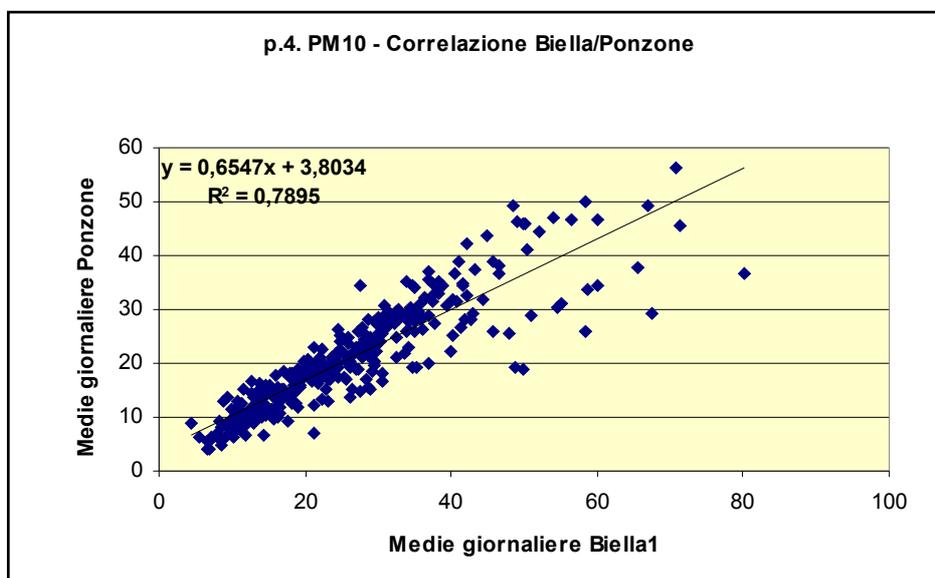
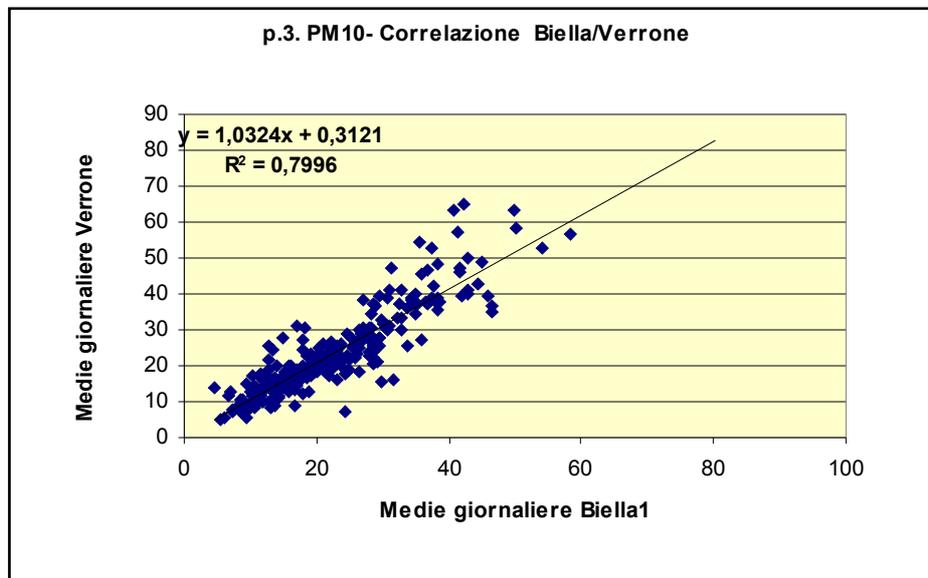
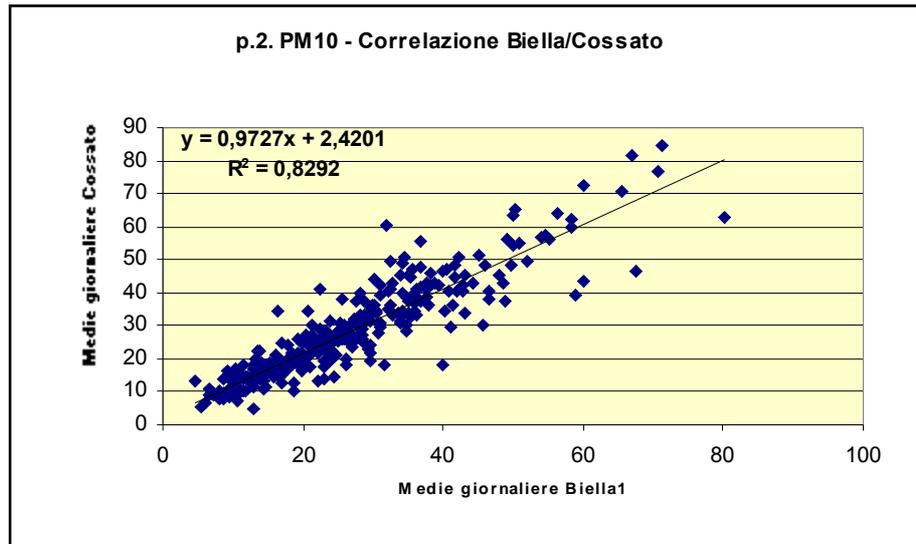
del territorio regionale e nazionale. La situazione del particolato può essere rappresentata valutando l'andamento delle concentrazioni medie giornaliere, mensili ed annuali, che individuano una situazione di fondo problematica.

Il grafico delle medie mensili evidenzia l'andamento stagionale della concentrazione di PM10, più elevate nella stagione fredda e più basse in estate. I siti di pianura mostrano una sostanziale equivalenza di comportamento, mentre Ponzone se ne discosta, soprattutto nei mesi più freddi.



La molteplicità delle sorgenti di emissione, l'elevata capacità diffusiva delle particelle di piccolo diametro, la possibilità d'interazione del particolato con inquinanti presenti allo stato gassoso nell'atmosfera fanno sì che il PM10 presenti una distribuzione piuttosto uniforme su ampie aree di territorio. Questa caratteristica è illustrata nelle figure da p.2. a p.4. che mostrano la stretta correlazione esistente tra le concentrazioni medie su 24 ore misurate dalla rete (la stazione di Biella è stata presa come riferimento): Biella, Cossato e Verrone hanno rette di correlazione la cui pendenza è circa pari all'unità, indicando una sostanziale uguaglianza di concentrazioni tra questi siti. E' confermata l'eccezione di Ponzone, con valori approssimativamente pari al 65% di quelli misurati a Biella. Questo quadro ha ricevuto ulteriori conferme anche da tutte le campagne di monitoraggio realizzate con il mezzo mobile nel territorio provinciale: la gran parte del territorio di pianura è interessata da un inquinamento uniforme e diffuso da PM10, con un "fondo" pari a circa 20 µg/m³.

Un'importante implicazione di ciò sta nella possibilità di estendere la valutazione della qualità dell'aria anche a siti ove le stazioni di misura non sono presenti, oppure in caso di guasti ad un analizzatore è ragionevole applicare comunque i livelli di PM10 misurati da una stazione vicina.



PM 10: I livelli giornalieri

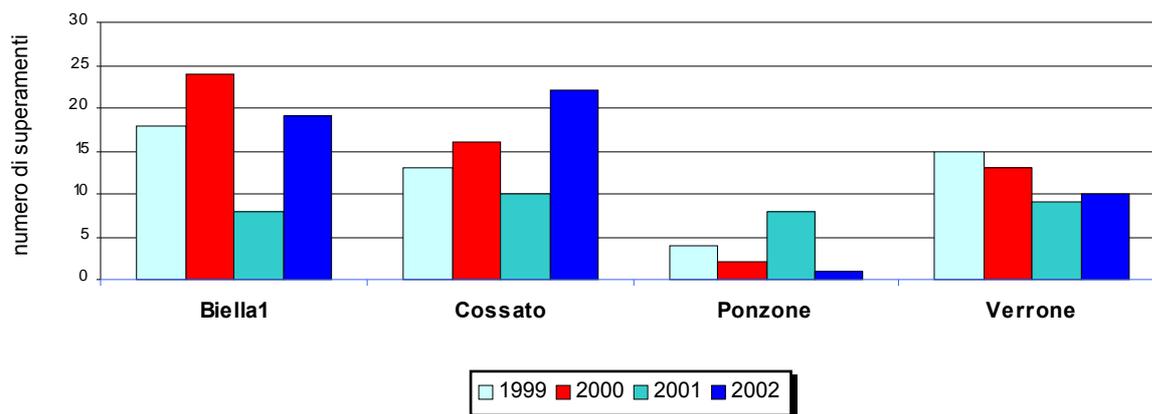
Il grafico p.5. illustra il numero di superamenti del limite su 24 ore rilevati dalla rete dal 1999 al 2002 (i superamenti sono riferiti al valore limite a regime, senza tener conto della tolleranza prevista dal DM 60/02). Pur non essendo stato raggiunto negli anni in esame il tetto di 35 superamenti all'anno previsto dalla normativa, sono comunque numerose le giornate in cui è stato superato il valore limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$; la situazione peggiore si rileva a Biella e Cossato, i maggiori centri della provincia. In particolare nel 2002 il limite è stato superato 19 volte a Biella, 22 a Cossato, 10 a Verrone. Migliore appare la situazione di Ponzone, ove i superamenti appaiono sporadici.

Va tenuto presente che il semplice numero di superamenti di un "tetto" limite costituisce un dato molto aggregato che non fornisce grandi indicazioni circa l'effettiva situazione di criticità del parametro. In realtà il grafico p.6 mostra che sono comunque parecchi i casi in cui pur non superando la soglia dei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ la media giornaliera si è comunque mantenuta appena al di sotto di tale valore (compresa tra 40 e $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

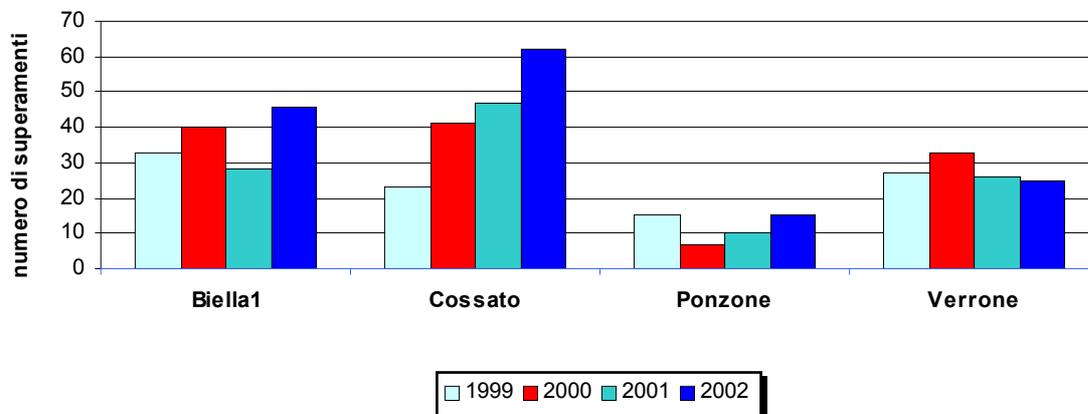
Il profilo "storico" dei dati indica una situazione di sostanziale stabilità: le oscillazioni nel numero dei superamenti dal 1999 al 2002 paiono legate più alla variabile del tempo atmosferico e non evidenziano una tendenza evolutiva.

Tutto ciò va letto anche alla luce delle precedenti considerazioni sulla metodologia di analisi del PM10 mediante analizzatore TEOM: l'errore sistematico legato all'impiego della tecnica TEOM implica che il quadro di superamenti delineato potrebbe in realtà mascherare una situazione sensibilmente peggiorativa sia in termini di numero di superamenti, sia in termini di valore assoluto di concentrazione media giornaliera.

p.5. PM10 - Superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel periodo 1999-2002



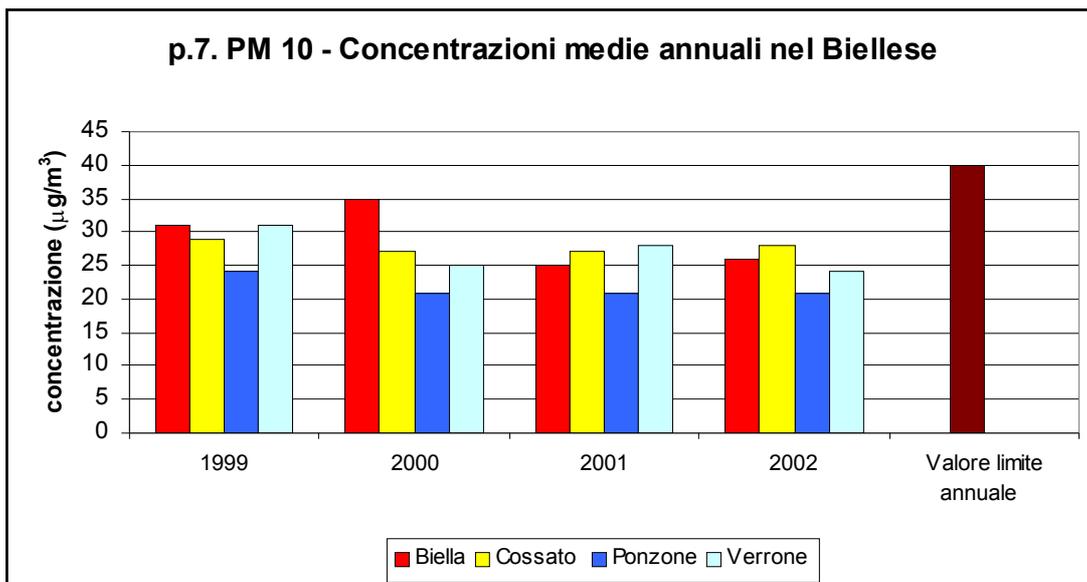
p.6. PM10 - Superamenti della media giornaliera di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel periodo 1999-2002



PM10: I valori medi annuali

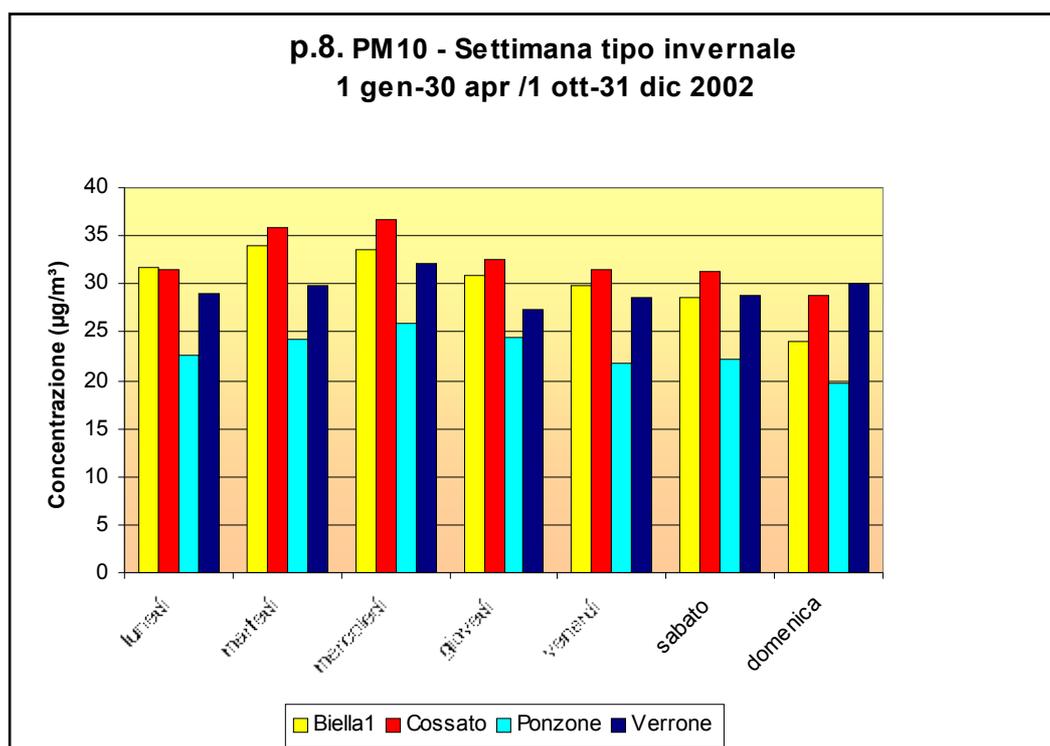
I superamenti del limite dei 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ non costituiscono episodi isolati dovuti a cause contingenti (es. incendi, lunghi periodi di siccità, picchi di traffico...) ma appaiono rientrare in un quadro generale caratterizzato da valori di fondo di PM10 comunque significativi, che mostrano una relativa indipendenza dal sito di misura e anche dalla stagione (pur risultando più marcati nei mesi invernali e durante i periodi di bassa piovosità, con una significativa differenza tra zone di pianura e di valle). Questa situazione è confermata dall'esame dei valori medi annuali (figura p.7.) . Pur potendo presentare situazioni locali e temporanee variabili da stazione a stazione, nell'arco del mese e dell'anno i livelli medi di questo inquinante risultano significativamente omogenei nel tempo e nello spazio, sull'intero territorio provinciale, fatto questo legato alla molteplicità di fonti (il traffico veicolare ne è forse la più importante) ed all'elevato tempo di permanenza in atmosfera tipico delle particelle di piccolo diametro.

Se dunque, mediante interventi localizzati, ad esempio sul traffico all'interno di un comune, si potrà limitare il numero di accadimenti di episodi acuti di inquinamento da PM10, il mantenimento di uno stato di QA sul periodo annuale richiederà comunque interventi di gestione del territorio più ampi e concertati tra le diverse istituzioni.



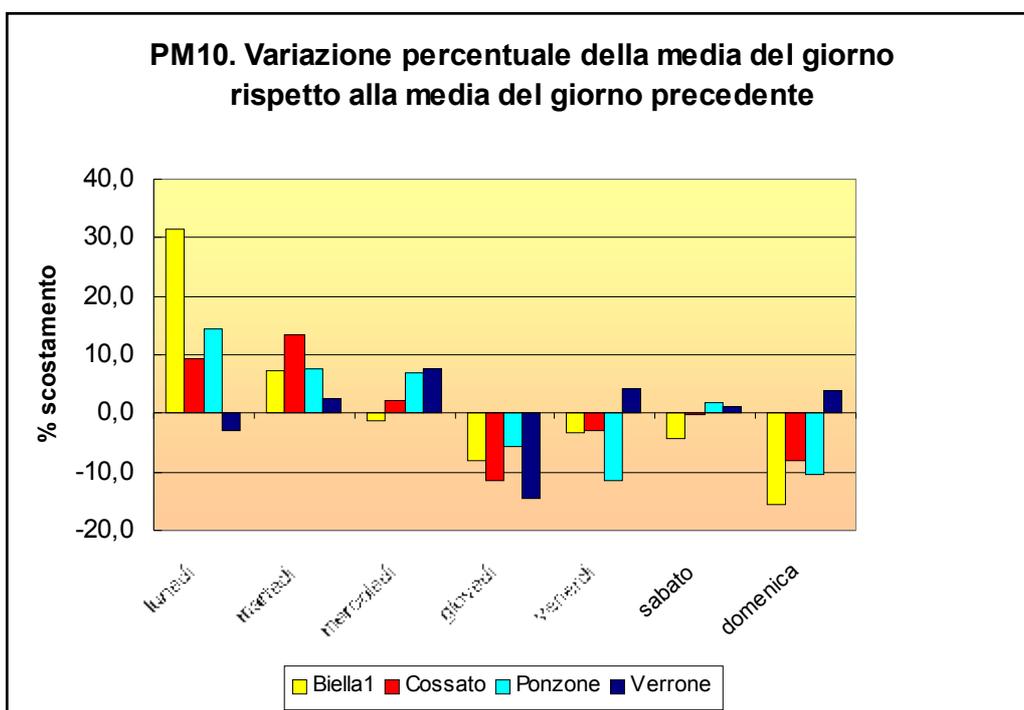
PM10. la settimana tipo

Nel quadro, piuttosto problematico, fin qui delineato, è di particolare interesse analizzare la distribuzione del PM10 nei singoli giorni della settimana tipo, analogamente a quanto già visto per il biossido di azoto. Questa analisi può risultare di qualche aiuto soprattutto quando si debbano pianificare provvedimenti di limitazione della circolazione o più in generale, di contenimento delle emissioni di particolato, per poterne valutare a tavolino la possibile efficacia. Si propone anche per il PM10 l'elaborazione grafica della settimana tipo (figura p.8.), facendo riferimento alla sola stagione fredda, in cui è più critico il parametro. Anche per il PM10 è evidente un'oscillazione settimanale delle concentrazioni, che però risulta meno marcata di quella vista per il biossido di azoto, in particolare nei fine settimana.



Esaminando la variazione percentuale nella concentrazione di ciascun giorno rispetto al giorno precedente (grafico p.9.) si osserva che:

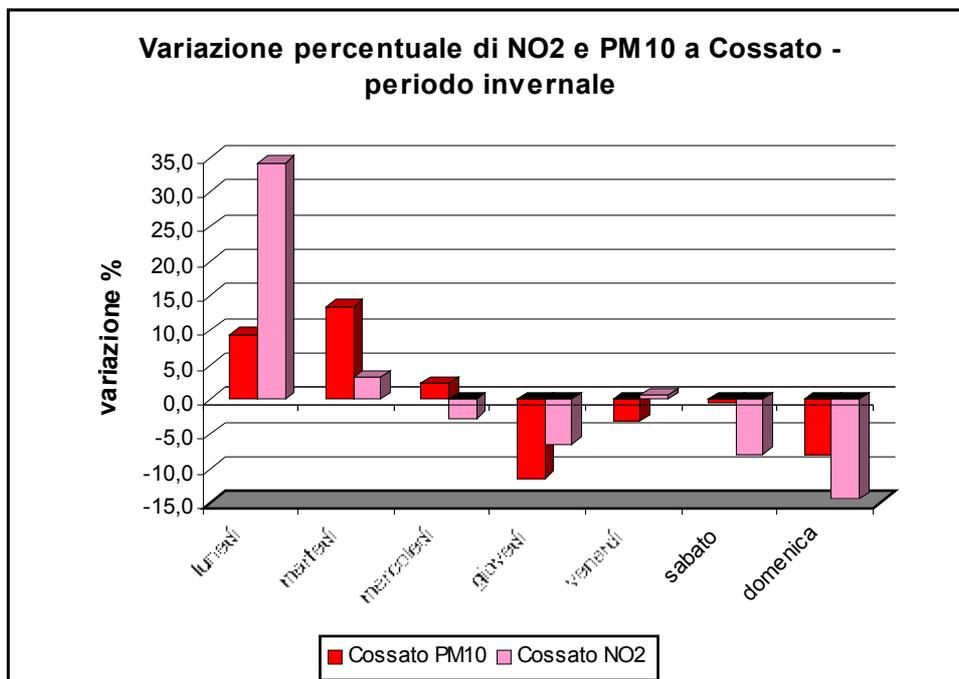
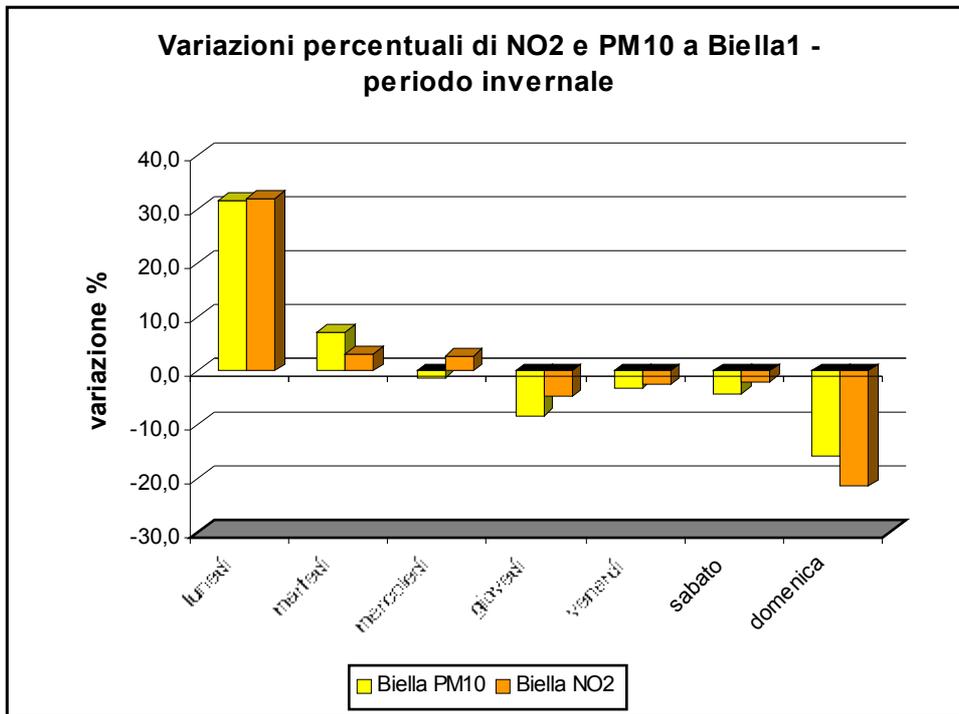
- Come già detto, la diminuzione nei fine settimana risulta meno marcata di quella osservata per il biossido di azoto;
- Il livello di PM10 tende a crescere dal lunedì al mercoledì, per poi diminuire sensibilmente dal giovedì fino alla domenica; il giovedì rappresenta una sorta di “giro di boa” nel profilo settimanale, più o meno per tutti i siti di misura.
- A Biella è molto evidente l’effetto della ripresa delle attività lavorative il lunedì, poi durante la settimana il livello di PM10 si mantiene stabile, con lievi oscillazioni, fino alla domenica giorno in cui cala di circa il 15%;
- il giovedì si osserva una sensibile diminuzione su tutte le stazioni di entità confrontabile tra i siti (circa il 10%), quantificabile in valore assoluto in un decremento medio complessivo di 2 – 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sulle medie giornaliere della quale non è ben chiara l’origine (si ipotizza che potrebbe essere conseguenza di una diminuzione del traffico merci a seguito della chiusura degli esercizi il mercoledì). Rimane da verificare se quanto osservato per il giovedì costituisce un fatto episodico o si tratta di una tendenza consolidata.
- Il sito di Verrone è quello che presenta la maggiore stabilità di concentrazioni durante la settimana (anche nel week-end) con variazioni che oscillano intorno al 5-6%, con l’eccezione del giovedì. Non si evidenzia l’andamento tipico del week-end e del lunedì osservabile sugli altri siti;
- Diversamente da quanto osservato per il biossido di azoto, di sabato non si riscontrano mediamente grandi variazioni rispetto al venerdì

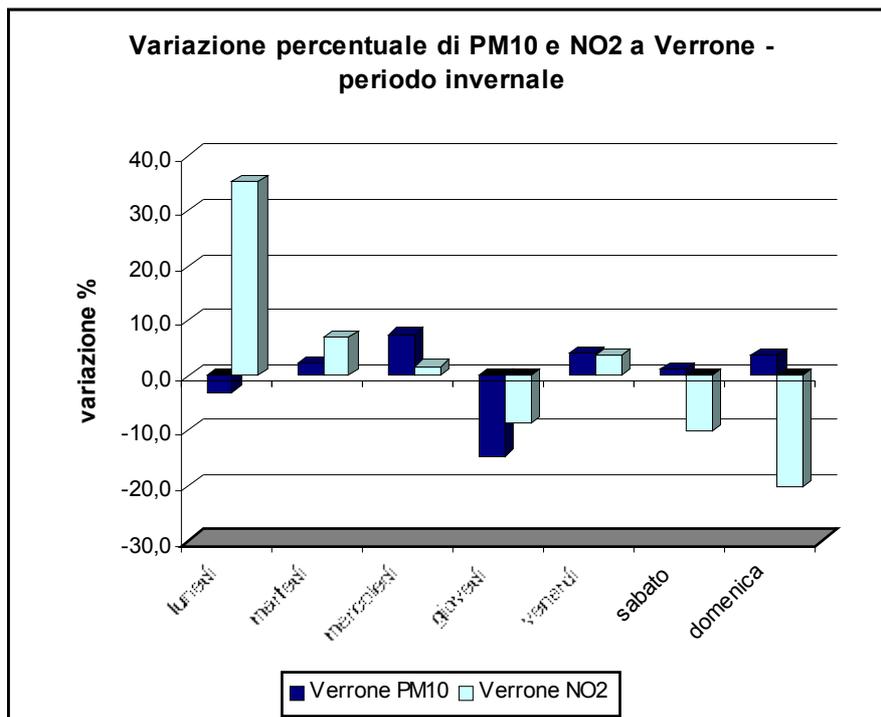
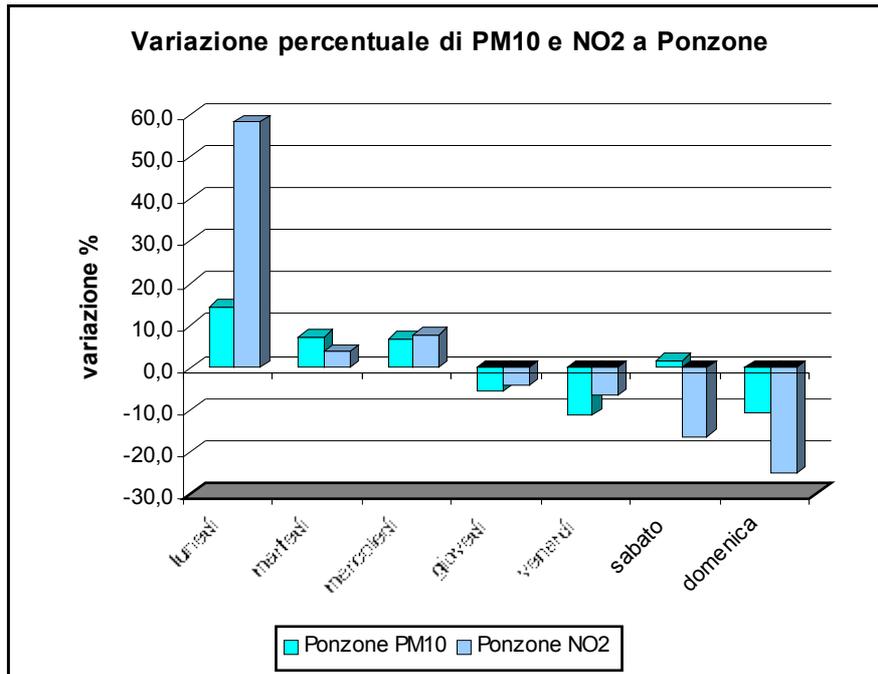


Combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere invernali di PM10 e NO₂ si ottiene la rappresentazione della settimana tipo illustrata nei grafici da p.10 a p.14.

Gli andamenti dei due inquinanti per ciascuna stazione presentano una buona correlazione qualitativa (con poche eccezioni ad un aumento dell’uno corrisponde anche un aumento dell’altro e viceversa, ed anche le situazioni di stabilità sono discretamente correlate). Da un punto di vista quantitativo la correlazione non è così netta, ad indicazione della diversità delle fonti di emissione e di proprietà chimico-fisiche per le due

tipologie di inquinanti. Su tutti i siti rimane confermata per entrambi gli inquinanti la tendenza negativa del giovedì rispetto al mercoledì.





Il Responsabile
 Dr. Marco VINCENZI

Il Direttore del Dipartimento
 Dr.ssa Maria Pia ANSELMETTI