

# **CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA MEDIANTE STAZIONE MOBILE COMUNE DI CANDELO**

**LARGO ALPINI D'ITALIA  
14 OTTOBRE – 4 NOVEMBRE 2002**

**VIA ISIDE VIANA  
7 – 31 GENNAIO 2003**



## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica presenta i risultati di una doppia campagna di rilevamento effettuata con mezzo mobile nel comune di Candelo nell'autunno del 2002 (dal 14 ottobre al 4 novembre) e nel gennaio 2003 (dal 7 al 31 gennaio). Gli inquinanti misurati sono stati: Ossidi di azoto, Particolato PM10, Biossido di zolfo, Ozono, Monossido di carbonio, Benzene e altri idrocarburi aromatici.

I rilevamenti i cui risultati sono descritti in questa relazione completano il ciclo di misure iniziato nell'estate del 2002 sui siti di Largo Alpini d'Italia e di via Iside Viana (si veda la relazione ARPA n. 32/2003 del 27/2/2003).

Le finalità generali del ciclo di misure si possono così riassumere:

- Acquisire un primo set di dati sperimentali sullo stato di qualità dell'aria del comune da confrontare con le serie di dati provenienti dalla rete fissa e da inserire nell'insieme di conoscenze sullo stato ambientale locale;
- Fornire un ulteriore contributo sperimentale per una conferma o più adeguata classificazione del comune assegnata nell'ambito del piano regionale di valutazione della qualità dell'aria con DGR 109-6941 del 5/8/2002 e DGR 14-7623 del 11/11/2002;
- Dotare l'Amministrazione comunale di una base di conoscenze ed informazioni sull'inquinamento atmosferico che possa essere di ausilio per la pianificazione di interventi sul territorio comunale (ad. es. modifiche alla viabilità);
- Fornire un termine di paragone per valutare nel tempo l'efficacia degli interventi una volta realizzati ed attuati.

Si ricorda che la Regione Piemonte ha recentemente classificato il Comune di Candelo come appartenente alla Zona 2, zona per la quale si stima che si verifichi nell'anno anche per un solo inquinante un superamento di limiti di qualità dell'aria, ma entro il margine di tolleranza previsto dal DM 60/02 (si veda il paragrafo 3.4).

Per quanto riguarda i singoli inquinanti il comune di Candelo è stato classificato.

- In terza classe per il biossido di azoto (concentrazione media annua stimata compresa tra 32 e 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- In terza classe per il particolato PM10 (concentrazione media annua stimata compresa tra 14 e 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- In seconda classe per il benzene (concentrazione media annua stimata tra 2 e 3.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- In prima classe per il monossido di carbonio (concentrazione media su 8 ore inferiore a 5  $\text{mg}/\text{m}^3$ )

Tale classificazione è basata su stime modellistiche che tengono conto delle più importanti sorgenti di inquinanti atmosferici esistenti sul territorio comunale. In linea generale dunque la campagna di misura di cui al presente documento può costituire un ulteriore contributo sperimentale per una conferma o più adeguata classificazione del comune nell'ambito del piano regionale e dei piani provinciali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria.

## 2. CENNI DI PREMESSA

Per comodità del lettore le pagine relative all'inquadramento normativo ed alla descrizione dei singoli inquinanti sono riportate integralmente anche in questo documento.

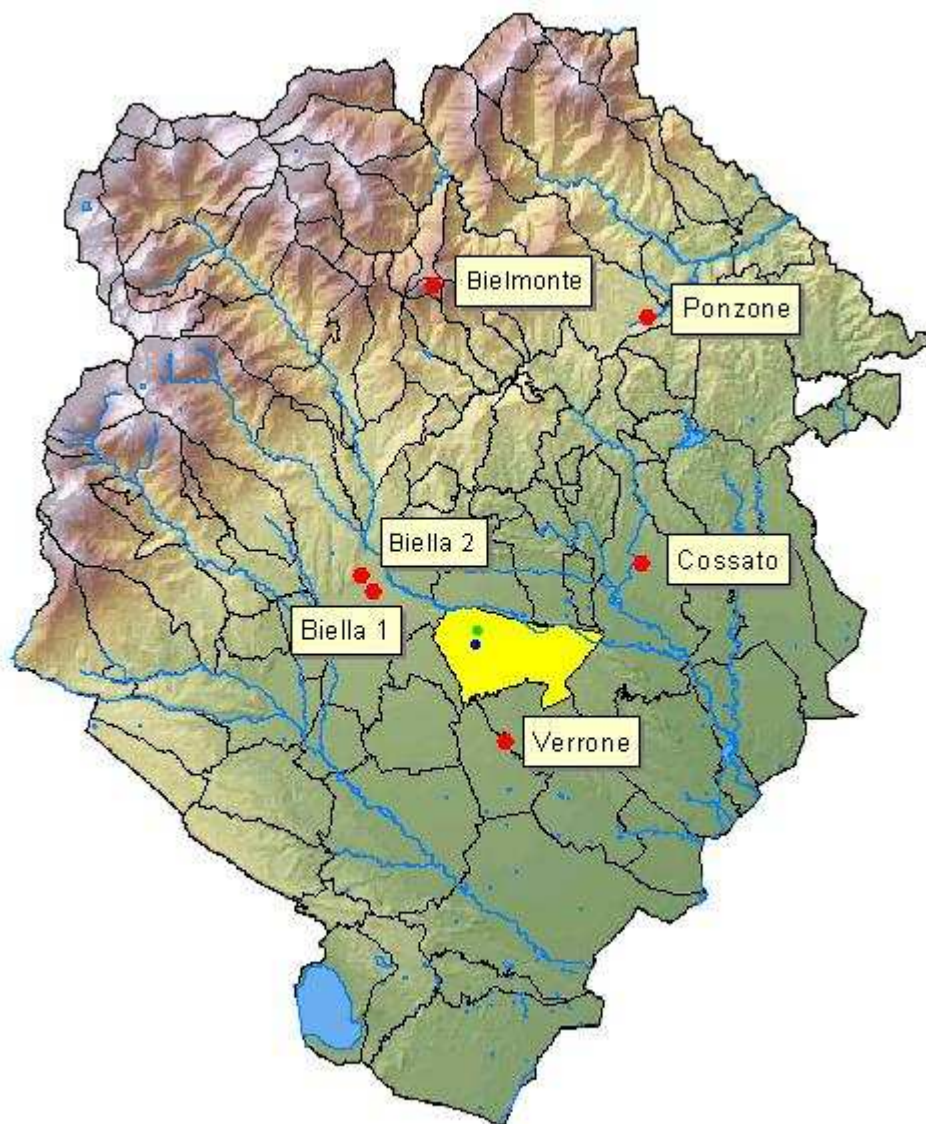
E' stata inoltre aggiunta una breve sezione (4.2.) con indicazione dei principali simboli chimici ed unità di misura indicati nel testo.

Rispetto alle campagne di luglio/agosto la novità metodologica più significativa riguarda il monitoraggio degli *idrocarburi aromatici*, che sono stati misurati contemporaneamente su entrambi i siti con l'impiego di *campionatori passivi*: si tratta di semplici dispositivi costituiti da cartucce di materiale adsorbente che vengono lasciate esposte per un definito periodo di tempo (1 settimana per cartuccia nel presente caso) In tale periodo la cartuccia adsorbe una quantità di idrocarburi aromatici dipendente dal tempo di esposizione e dalla concentrazione atmosferica dei composti di interesse. La quantità totale adsorbita di componente viene successivamente determinata mediante analisi di laboratorio e da essa si ricava, applicando opportune relazioni matematiche, la concentrazione atmosferica media di composto nel periodo di esposizione della cartuccia.

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, i campionatori passivi permettono il monitoraggio contemporaneo di più punti e risultano quindi particolarmente utili quando si intendano realizzare delle "mappature" della concentrazione di un inquinante o, come nel presente caso, quando si intende effettuare uno "screening" conoscitivo preliminare sulla qualità dell'aria di un territorio, che possa servire come base per un successivo studio più approfondito.

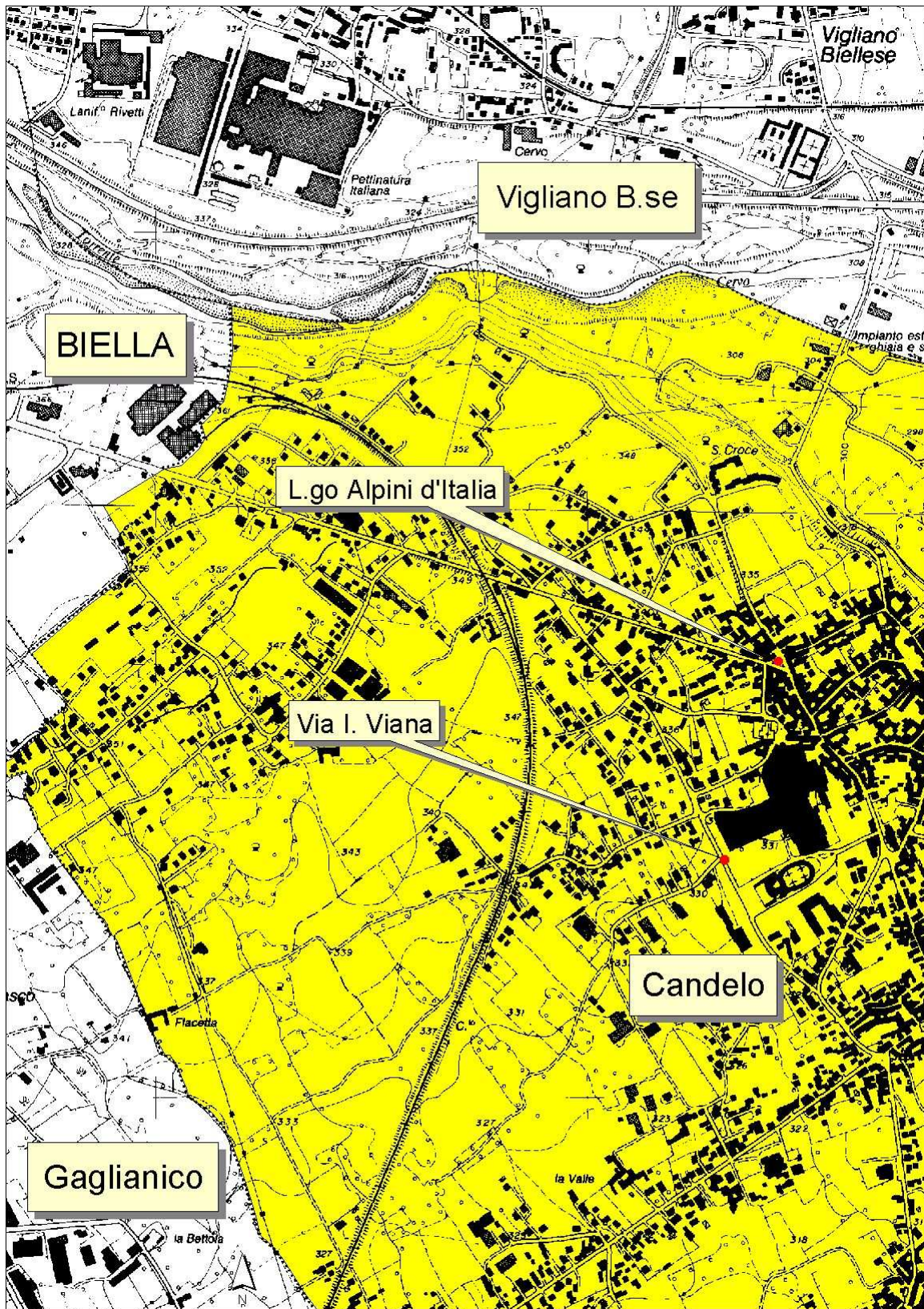
Nel caso di Candelo il monitoraggio del benzene è stato effettuato nel gennaio 2003, ponendo su ciascuno dei siti e per tutta la durata dei rilevamenti i campionatori passivi descritti, sostituendoli settimanalmente. I risultati ottenuti, sotto forma di concentrazioni medie settimanali, sono descritti nella sezione dedicata ai commenti ed alle conclusioni.





**Figura n. 1:** Provincia di Biella con evidenziato il comune di Candelo, i punti di rilevamento con mezzo mobile, e la localizzazione delle stazioni di rilevamento fisse





**Figura n. 2:** Siti di posizionamento del mezzo mobile nel comune di Candelo



### 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.

Tra l'emanazione della normativa "quadro" (Dlgs 351/99) ed il primo decreto applicativo (DM 60/2002) sono passati circa 3 anni, un periodo di transizione che ha visto la "coesistenza" di due sistemi normativi: l'art. 14, comma 2 del DLgs 351/99 ha infatti mantenuto in vigore in via transitoria tutti i valori limite, i valori guida, i livelli di attenzione e di allarme allora in essere fino al momento dell'emanazione dei decreti applicativi dello stesso D.Lgs 351/99, cioè fino ad aprile 2002.

Tuttavia, per rendere più semplice la lettura dei risultati di misura, in questa relazione *i dati saranno presentati in modo ragionato confrontandoli soltanto con i valori limite attualmente in vigore dato che d'ora in poi costituiranno i parametri di riferimento con cui interpretare lo stato di qualità dell'aria del territorio.*

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.



	Dipartimento Provinciale di Biella <b>Area Tematica Qualità dell'aria ed  Emissioni</b> <b>RELAZIONE TECNICA</b>	Pagina : 9/40
		N. QA 111/2003 del 23/06/2003

### 3.4. La normativa regionale

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 recentemente 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).

Si segnala in particolare che il Comune di Candelo, sulla base delle stime finora disponibili, è stato assegnato per il 2002 alla zona 2, cioè a quella fascia in cui rientrano tutti i Comuni per i quali i dati della valutazione della qualità dell’aria del 2001 stimano che si possano verificare superamenti dei valori limite di qualità dell’aria anche per un solo inquinante, pur rimanendo tali valori al di sotto del margine di tolleranza di cui al DM 60/2002. Tali comuni (e tra questi Candelo) 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.

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

## 4. I RISULTATI DEL RILEVAMENTO

### 4.1. Breve guida alla lettura dei dati

La presente relazione è organizzata in schede e tabelle che riportano, in forma riassuntiva e sintetica, i risultati delle rilevazioni di parametri chimici durante la campagna di monitoraggio. I dati orari provenienti dagli analizzatori sono stati rielaborati in una forma accessibile e di facile lettura anche ai non specialisti in modo da poterne cogliere i contenuti e le informazioni essenziali ad una valutazione dello stato di qualità dell'aria.

I report dei dati, suddivisi per parametro, sono preceduti da una breve introduzione che descrive sinteticamente le caratteristiche più importanti del composto monitorato: proprietà chimiche, fonti di inquinamento, effetti sull'uomo e sull'ambiente, tecniche di misura ecc. In tale sezione sono riportati anche i valori limite normativi di riferimento. I dati veri e propri sono quindi organizzati in schede suddivise per parametro. Sono inoltre riportati in molti casi i grafici dell'andamento orario settimana per settimana, con alcuni confronti con i dati rilevati nello stesso periodo dalla più vicina stazione di monitoraggio.

#### a) Schede di parametro

I dati sono presentati in forma grafica su apposite **schede di parametro**.

Ciascuna scheda si riferisce ad un composto misurato durante la campagna. Le informazioni sono suddivise in tre parti:

1 – La parte superiore contiene una **tabella riassuntiva delle rilevazioni**, suddivise per parametro. Vi sono riportate informazioni quali:

- ◇ La percentuale dei dati orari validi acquisiti sul totale di ore di misura; questo dato è funzione del regolare funzionamento dall'analizzatore, dei tempi di intervento e di calibrazione della funzionalità delle trasmissioni ecc. Tutte le informazioni della scheda sono basate sul numero di dati validi indicati;
- ◇ Il numero di superamenti di livelli di protezione della salute o di altri valori limite (ad es. i livelli di protezione della vegetazione o i livelli di attenzione/allarme per l'ozono intervenuti nel corso del periodo di rilevamento);
- ◇ Valori medi, minimi o massimi di concentrazione rilevati nella campagna di misura;
- ◇ Il valore massimo del "giorno medio". Il giorno medio del periodo di rilevamento si ottiene calcolando, per ciascuna ora del giorno, la media delle concentrazioni rilevate lungo l'arco della campagna; il valore massimo del giorno medio è il più elevato valore orario medio di concentrazione.

2 – Nella parte centrale si riporta il **grafico dell'andamento delle concentrazioni del giorno medio**, calcolato come indicato sopra. Esso rappresenta dunque la concentrazione media dell'inquinante per ciascuna ora del giorno.

Questo tipo di grafico consente di confrontare in maniera sintetica ed immediata i dati provenienti da stazioni diverse o relativi a periodi diversi, e di visualizzare l'andamento degli inquinanti.

3 – Nella parte inferiore della scheda si riporta in forma grafica, una **valutazione della qualità dell'aria durante il periodo di monitoraggio**. La qualità dell'aria monitorata è stata suddivisa in tre fasce (buona, accettabile, scadente) confrontando i valori misurati

con dei valori e degli intervalli di riferimento (che sono riportati in calce a ciascun grafico). A loro volta gli intervalli di riferimento sono stati scelti sulla base dei riferimenti normativi. Il grafico a torta riporta pertanto la percentuale di dati ricadenti in ciascuna delle fasce di qualità, permettendo così di avere una visione immediata, complessiva e comunque aderente alla realtà della situazione di qualità dell'aria esaminata *sull'intero periodo*, in modo indipendente dall'avvenuto o meno superamento di livelli di attenzione e/o di allarme.

#### b) Commento e discussione

La presentazione sintetica dei risultati è seguita da una discussione degli stessi.

## 4.2. Simbologia

Per facilitare i lettori meno esperti in materia si riporta di seguito un'indicazione dei principali simboli utilizzati nel testo con la relativa spiegazione.

### 4.2.1. Composti chimici e simboli

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

**SO<sub>2</sub>**: biossido di zolfo (o anidride solforosa);

**O<sub>3</sub>**: ozono;

**NO<sub>2</sub>**: biossido di azoto;

**NO**: monossido di azoto;

**NO<sub>x</sub>**: ossidi totali di azoto (somma di biossido e monossido, generalmente espressa come biossido);

**PM<sub>10</sub>**: particolato atmosferico di diametro aerodinamico inferiore a 10 micrometri (millesimi di millimetro); indicato anche come "polveri sottili" o "polveri fini".

### 4.2.2. Unità di misura

Generalmente gli inquinanti monitorati sono presenti in atmosfera a concentrazioni molto basse (approssimativamente da 10<sup>4</sup> a 10<sup>7</sup> 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 di aria:

**mg/m<sup>3</sup>**: Milligrammo al metro cubo. E' l'unità di misura del monossido di carbonio in atmosfera.

**µg/m<sup>3</sup>** : 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, PM<sub>10</sub>, biossido di zolfo, benzene.

1 milligrammo al metro cubo equivale a 1000 µg/m<sup>3</sup>



#### 4.3. Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Si origina dalla reazione dello zolfo contenuto nei combustibili con l'ossigeno. La principale fonte di inquinamento è costituita dai combustibili fossili, in particolare olio combustibile. L'anidride solforosa può quindi provenire da impianti di riscaldamento civili, fonti industriali e in misura minore, dal traffico veicolare.

E' in parte responsabile dell'acidificazione delle precipitazioni.

**Effetti sull'uomo:** gli effetti cronici ed acuti sull'uomo sono piuttosto noti; è considerato un broncoirritante a marcata attività.

Fino a pochi 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.

#### Riferimenti normativi:

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

Il DM 60/2002 stabilisce per il biossido di zolfo i seguenti valori limite, soglia di allarme e soglie di valutazione inferiore e superiore:

- **Valore limite orario per la protezione della salute umana:** 350 µg/m<sup>3</sup>, da non superare più di 24 volte per anno civile; è prevista una tolleranza di 150 µg/m<sup>3</sup> da ridurre gradualmente a partire dal 2001
- **Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana:** 125 µg/m<sup>3</sup>, da non superare più di 3 volte l'anno;
- **Valore limite per la protezione degli ecosistemi:** 20 µg/m<sup>3</sup>, da valutare sull'intero anno civile e sui mesi invernali (ottobre-marzo)
- **Soglia di allarme:** 500 µg/m<sup>3</sup> (media oraria)

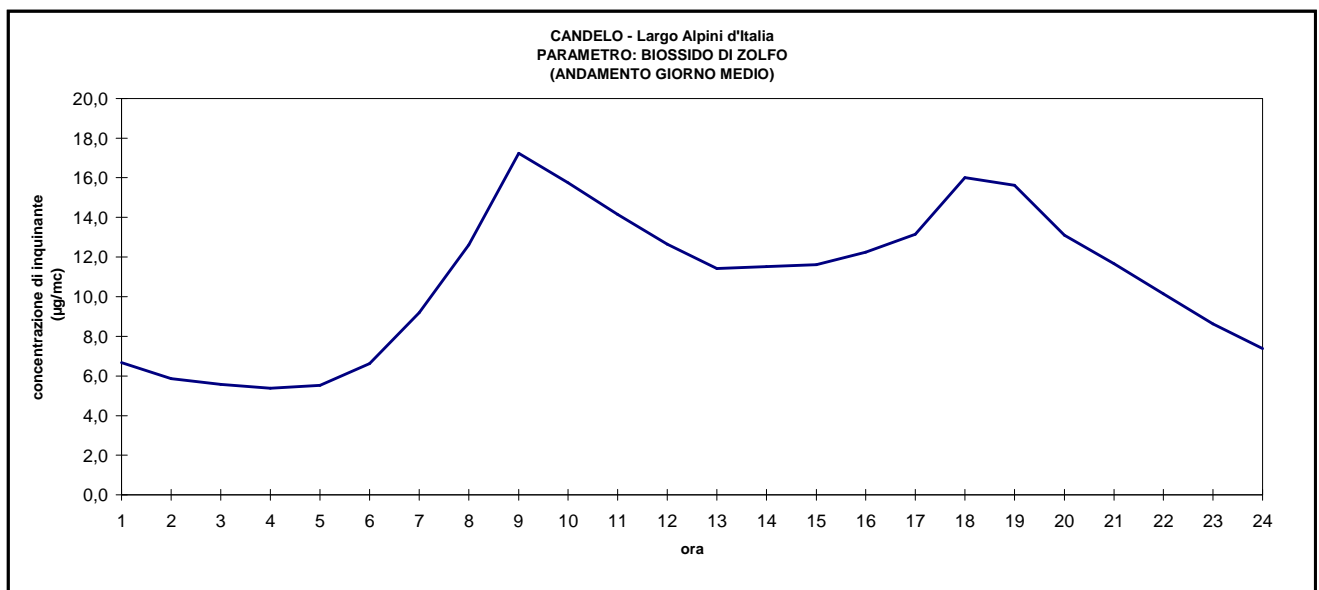
**Metodo di misura:** il metodo utilizzato è quello a fluorescenza. La tecnica si basa sulla eccitazione delle molecole di biossido di zolfo con radiazione UV nella regione 190-230 nm e sulla emissione, nel momento in cui le molecole tornano allo stato iniziale di energia, di radiazione fluorescente caratteristica di intensità proporzionale alla concentrazione di SO<sub>2</sub>.

## Candelo - Largo Alpini d'Italia PARAMETRO: BISSIDO DI ZOLFO

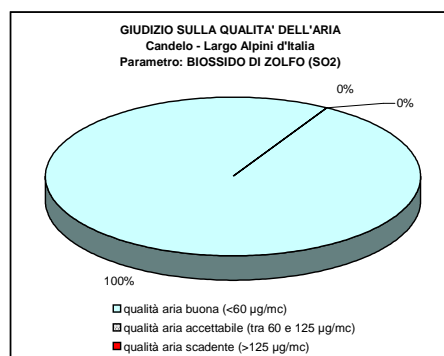
14 ott. 2002 - 4 nov. 2002

NUMERO DATI VALIDI	NUMERO SUPERAMENTI VALORE LIMITE ORARIO PROTEZIONE SALUTE:	NUMERO SUPERAMENTI VALORE LIMITE DI 24 ORE PROTEZIONE SALUTE:	VALORE MEDIO	VALORE MASSIMO (media giornaliera)	VALORE MASSIMO ORARIO	VALORE MASSIMO DEL GIORNO MEDIO
%	350 µg/mc	125 µg/mc	(µg/mc)	(µg/mc)	(µg/mc)	(µg/mc)

BIOSSIDO DI ZOLFO	95	0	0	11	17	50	17
-------------------	----	---	---	----	----	----	----



## VALUTAZIONI SULLA QUALITA' DELL'ARIA

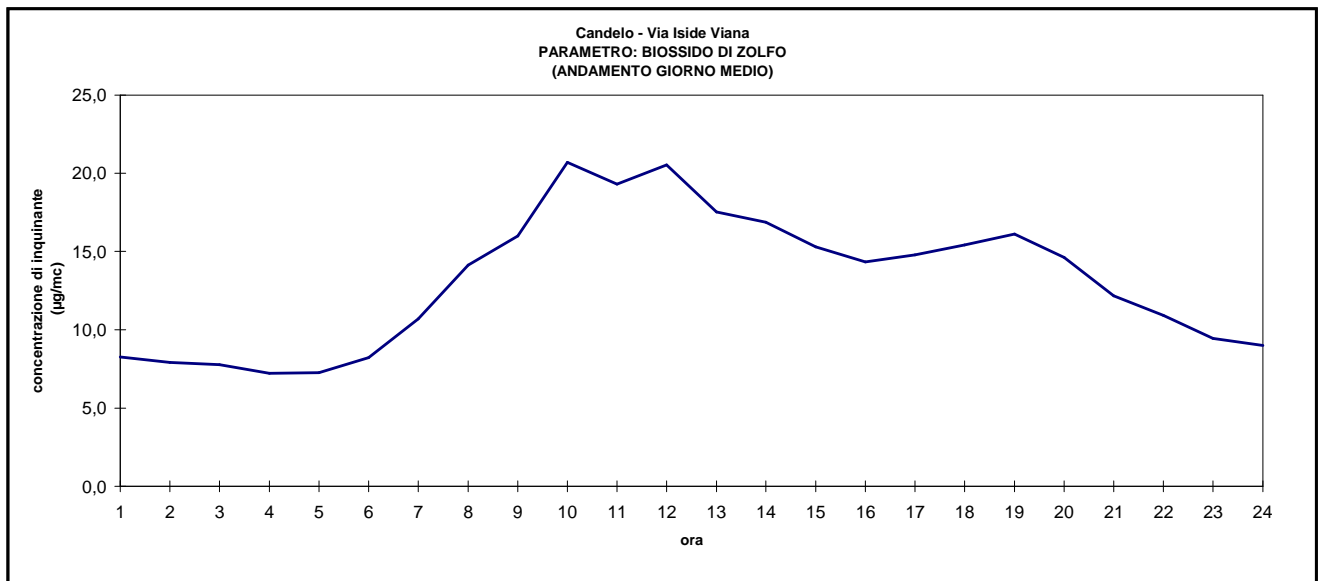


**CANDELO - Via Iside Viana**  
**PARAMETRO: BISSIDO DI ZOLFO**

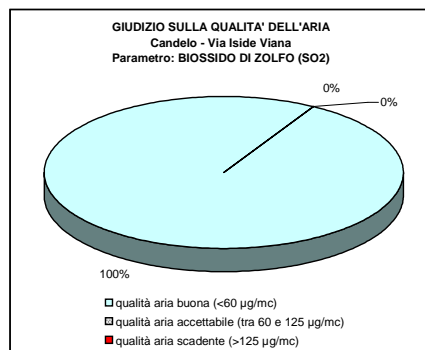
7 gen 2003 - 31 gen. 2003

NUMERO DATI VALIDI	NUMERO SUPERAMENTI VALORE LIMITE ORARIO PROTEZIONE SALUTE:	NUMERO SUPERAMENTI VALORE LIMITE DI 24 ORE PROTEZIONE SALUTE:	VALORE MEDIO	VALORE MASSIMO (media giornaliera)	VALORE MASSIMO ORARIO	VALORE MASSIMO DEL GIORNO MEDIO
%	350 µg/mc	125 µg/mc	(µg/mc)		(µg/mc)	(µg/mc)

BIOSSIDO DI ZOLFO	90	0	0	13	19	51	21
-------------------	----	---	---	----	----	----	----



**VALUTAZIONI SULLA QUALITA' DELL'ARIA**





#### **4.4. Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>): Monossido di azoto (NO) e Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)**

Sono inquinanti prodotti dagli impianti di combustione (veicoli, impianti termici, industrie). Il monossido è un composto di bassa tossicità e perciò non soggetto a limiti di legge, la cui importanza dipende dal fatto di essere un precursore del biossido di azoto. E' infatti il monossido ad essere emesso primariamente nei processi di combustione. In presenza di ossigeno il monossido viene convertito a biossido di azoto, che presenta una tossicità ben maggiore.

**Effetti sull'uomo e sull'ambiente:** il biossido di azoto è un inquinante molto importante non solo per la sua pericolosità intrinseca, ma anche per il fatto di essere coinvolto anche in 3 fenomeni di inquinamento:

1 - Il biossido di azoto 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 – le piogge acide. Il biossido 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 – Tuttavia il ruolo principale dal punto di vista dell'inquinamento, il biossido lo manifesta nella partecipazione alla 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 idrocarburi. 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 biossido di azoto risulta quindi un inquinante il cui monitoraggio appare indispensabile.

#### **Riferimenti normativi:**

##### **DM n. 60 del 2/4/2002:**

➤ **valore limite orario per la protezione della salute umana:** 200 µg/m<sup>3</sup> per l'anno 2001 da non superare più di 18 volte; è prevista una tolleranza di 100 µg/m<sup>3</sup> da ridurre ogni anno a partire dal 2001;

➤ **valore limite annuale per la protezione della salute umana:** 40 µg/m<sup>3</sup> con una tolleranza di 20 µg/m<sup>3</sup> da ridurre gradualmente a partire dal 2001

➤ **soglia di allarme** pari a 400 µg/m<sup>3</sup>;

**Metodo di misura:** gli ossidi di azoto sono analizzati con il metodo a chemiluminescenza. Il metodo si basa sulla reazione chimica tra il monossido di azoto e l'ozono, che produce una luminescenza caratteristica, di intensità proporzionale alla

concentrazione di NO. La reazione è specifica per il monossido di azoto. In questo modo lo strumento misura alternativamente l'NO e la somma NO + NO<sub>2</sub> (NO<sub>x</sub>). La concentrazione di biossido viene calcolata per differenza tra gli ossidi totali (NO<sub>x</sub>) e il monossido di azoto (NO).

## Candelo - Largo Alpini d'Italia

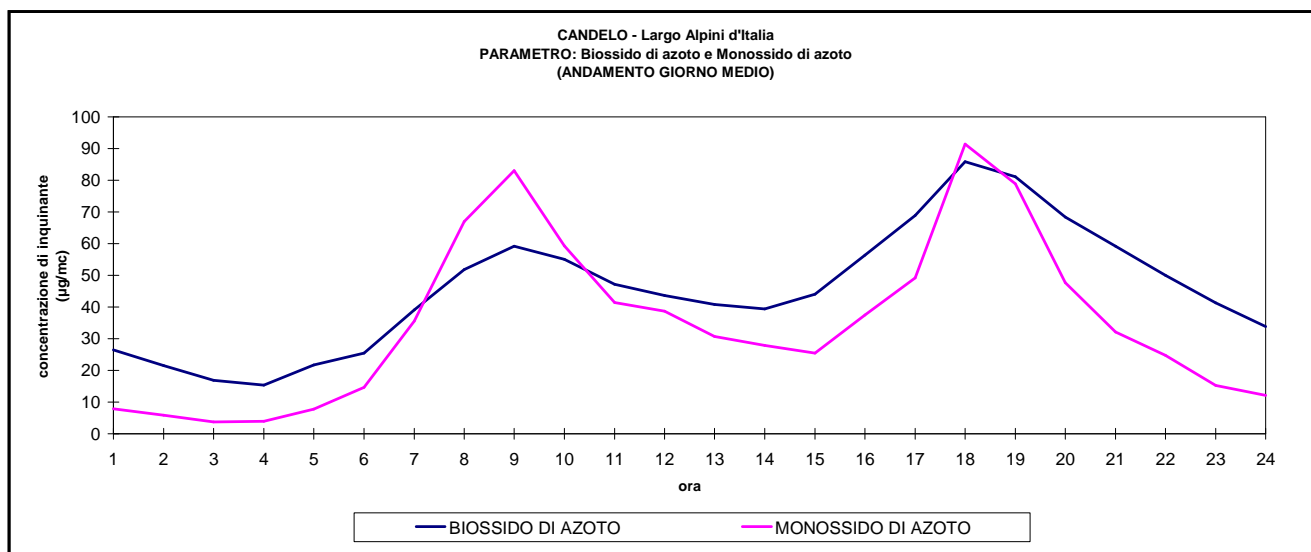
### PARAMETRO: BIOSSIDO DI AZOTO E MONOSSIDO DI AZOTO

14 ott. 2002 - 4 nov. 2002

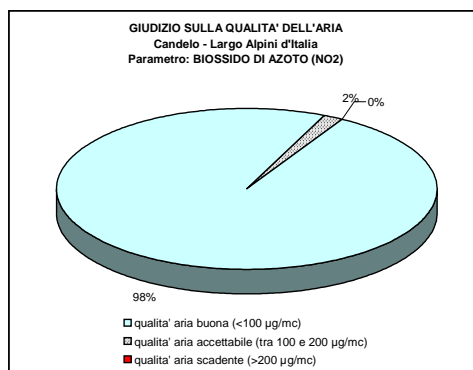
NUMERO DATI VALIDI	NUMERO SUPERAMENTI VALORE LIMITE ORARIO PROTEZIONE SALUTE:	NUMERO SUPERAMENTI SOGLIA DI ALLARME:	VALORE MEDIO	VALORE MASSIMO (media giornaliera)	VALORE MASSIMO ORARIO	VALORE MASSIMO DEL GIORNO MEDIO
%	200 µg/mc	400 µg/mc	(µg/mc)	(µg/mc)	(µg/mc)	(µg/mc)

BIOSSIDO DI AZOTO	95	0	0	45	56	116	86
-------------------	----	---	---	----	----	-----	----

MONOSSIDO DI AZOTO	95			35	59	208	91
--------------------	----	--	--	----	----	-----	----



### VALUTAZIONI SULLA QUALITA' DELL'ARIA

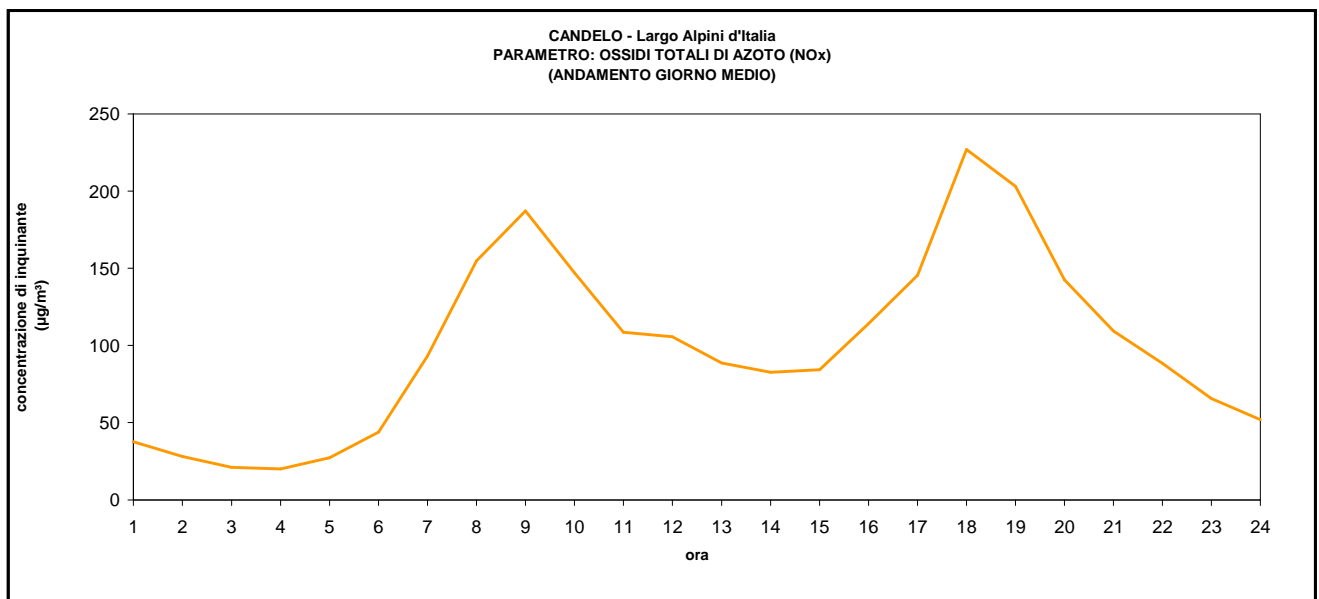




**Candelo - Largo Alpini d'Italia**  
**PARAMETRO: OSSIDI TOTALI DI AZOTO (espressi come NO<sub>2</sub>)**  
14 ott. 2002 - 4 nov. 2002

NUMERO DATI VALIDI	VALORE MEDIO	VALORE MASSIMO (media giornaliera)	VALORE MASSIMO ORARIO	VALORE MASSIMO DEL GIORNO MEDIO
%	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

OSSIDI TOTALI DI AZOTO	95	99	140	423	434
------------------------	----	----	-----	-----	-----



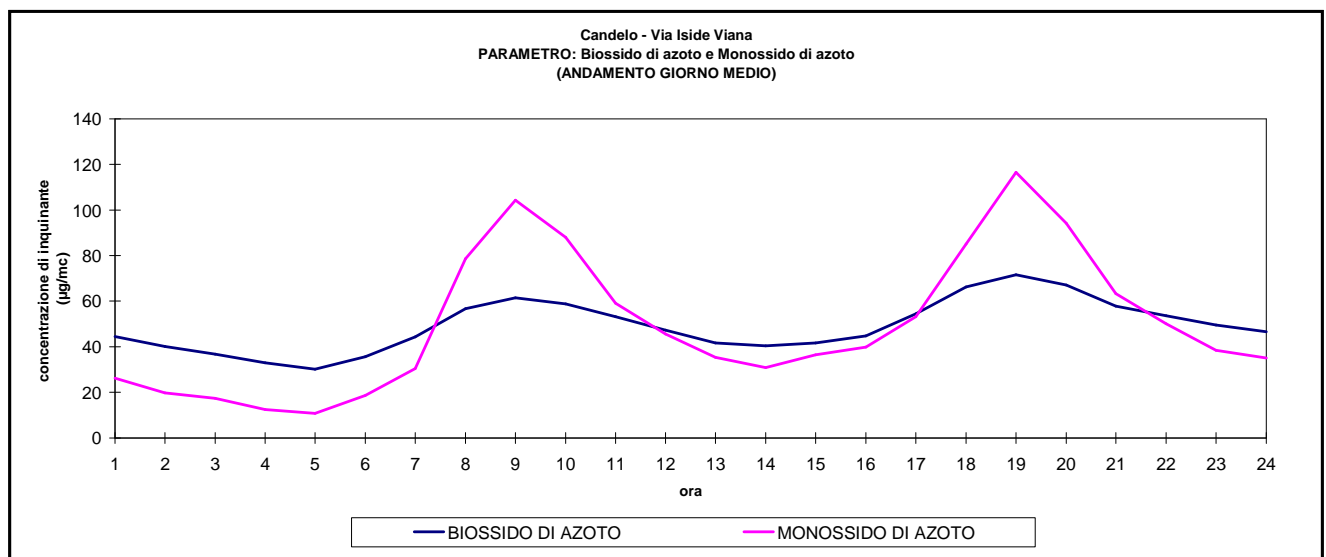
## CANDELO - Via Iside Viana

### PARAMETRO: BIOSSIDO DI AZOTO E MONOSSIDO DI AZOTO

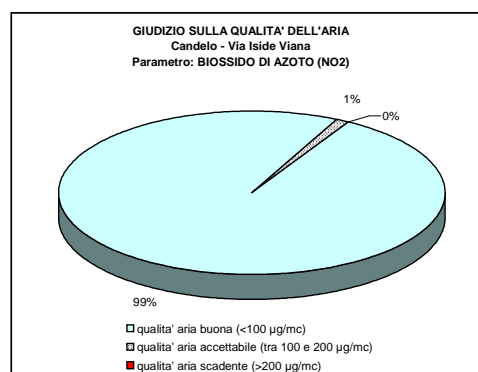
7 gen 2003 - 31 gen. 2003

NUMERO DATI VALIDI	NUMERO SUPERAMENTI VALORE LIMITE ORARIO PROTEZIONE SALUTE:	NUMERO SUPERAMENTI SOGLIA DI ALLARME:	VALORE MEDIO	VALORE MASSIMO (media giornaliera)	VALORE MASSIMO ORARIO	VALORE MASSIMO DEL GIORNO MEDIO
%	200 µg/mc	400 µg/mc	(µg/mc)	(µg/mc)	(µg/mc)	(µg/mc)

BIOSSIDO DI AZOTO	93	0	0	49	77	115	72
MONOSSIDO DI AZOTO	93			50	108	284	117



## VALUTAZIONI SULLA QUALITA' DELL'ARIA



#### 4.5.Ossido 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 verificano 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%.

**Effetti sull'uomo e sull'ambiente:** 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 rinvencono 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.

#### **Riferimenti normativi:**

L'unità di misura del monossido di carbonio in atmosfera è il milligrammo al metro cubo ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

#### **DM n. 60 del 2/04/2002:**

➤ **valore limite per la protezione della salute** di  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  (media massima giornaliera su 8 ore), con un limite di tolleranza di  $6 \text{ mg}/\text{m}^3$ , valido fino al 2003;

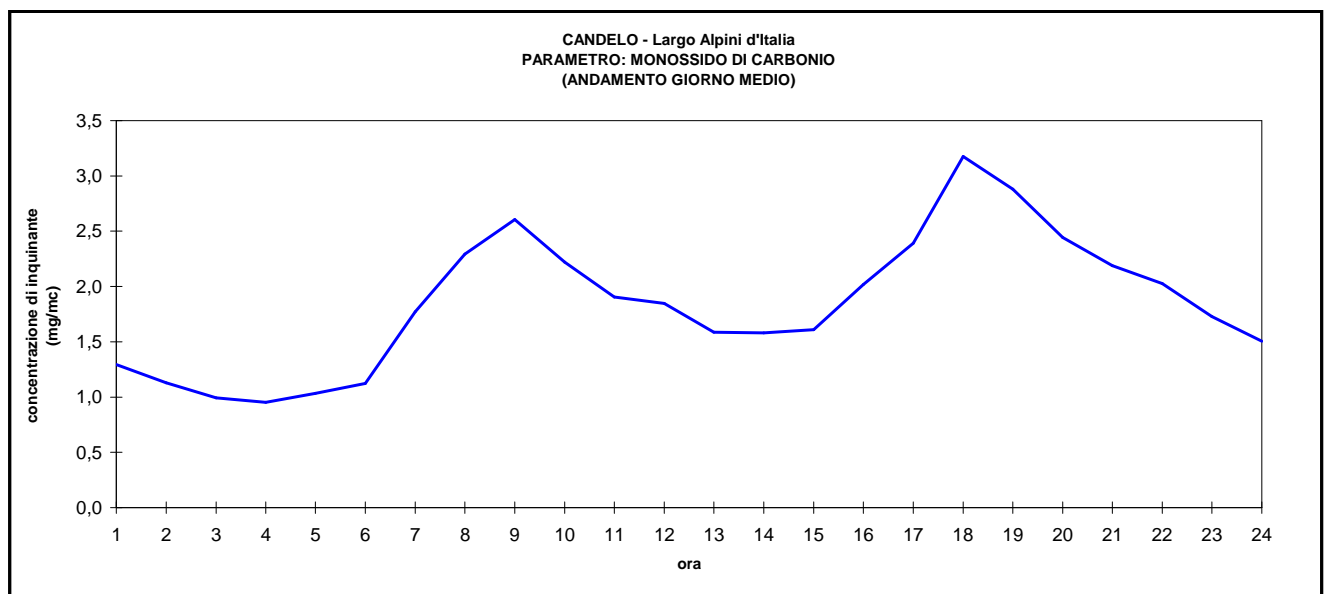
**Metodo di misura:** Il monossido di carbonio viene analizzato mediante assorbimento di radiazioni infrarosse (IR). Il gas campione viene fatto passare attraverso un fascio di radiazioni IR. La presenza di CO nel gas fa diminuire l'intensità della radiazione in misura dipendente dalla concentrazione di monossido.

## Candelo - Largo Alpini d'Italia PARAMETRO: MONOSSIDO DI CARBONIO

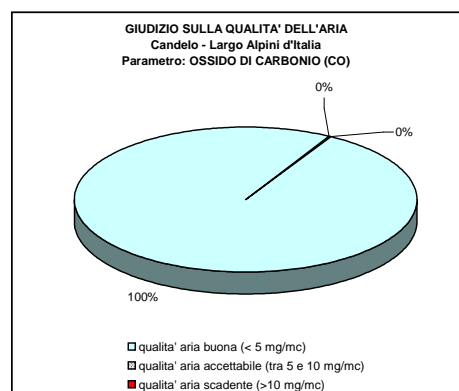
14 ott. 2002 - 4 nov. 2002

NUMERO DATI VALIDI	NUMERO SUPERAMENTI VALORE LIMITE PROTEZIONE SALUTE:	VALORE MASSIMO ORARIO	VALORE MASSIMO DEL GIORNO MEDIO
%	10 mg/mc		

MONOSSIDO DI CARBONIO	95	0	6,0	3,2
-----------------------	----	---	-----	-----



### VALUTAZIONI SULLA QUALITA' DELL'ARIA

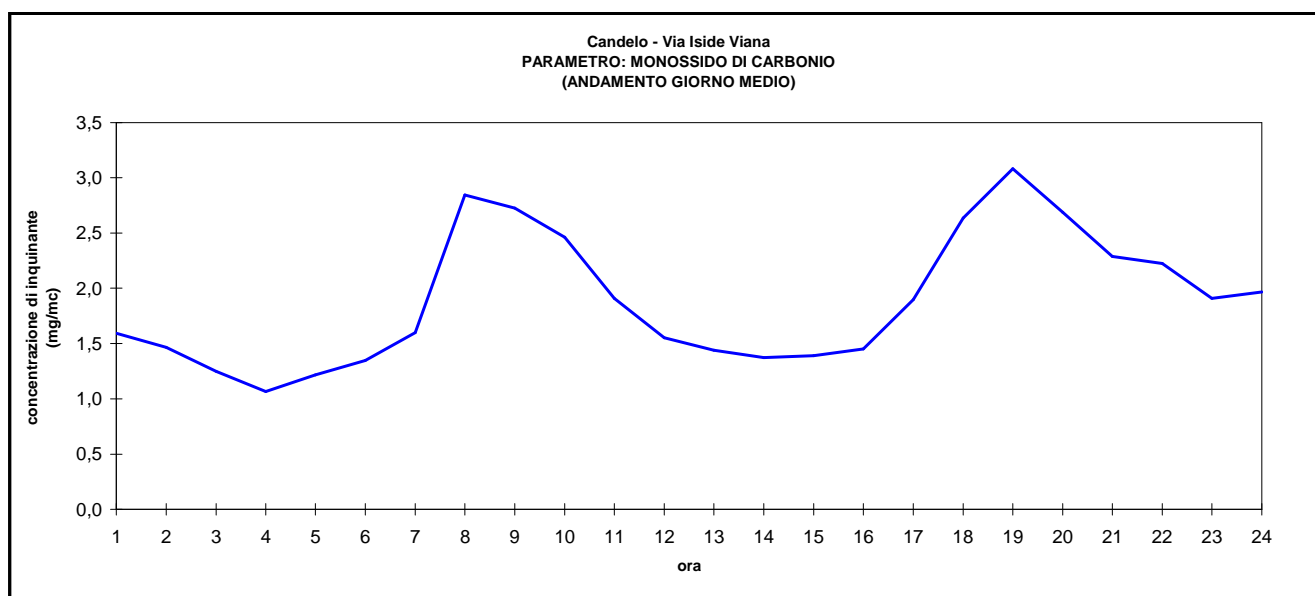


## CANDELO - Via Iside Viana PARAMETRO: MONOSSIDO DI CARBONIO

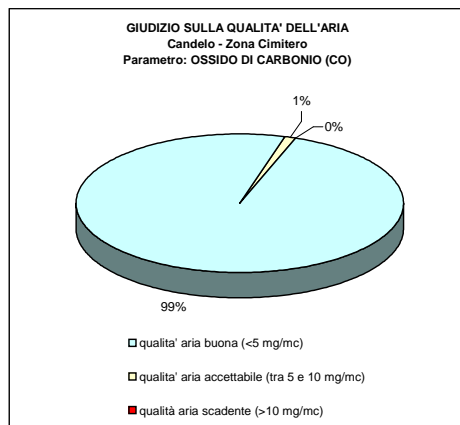
7 gen 2003 - 31 gen. 2003

NUMERO DATI VALIDI	NUMERO SUPERAMENTI VALORE LIMITE PROTEZIONE SALUTE:	VALORE MASSIMO ORARIO	VALORE MASSIMO DEL GIORNO MEDIO
%	10 mg/mc		

MONOSSIDO DI CARBONIO	90	0	7,0	3,1
-----------------------	----	---	-----	-----



### VALUTAZIONI SULLA QUALITA' DELL'ARIA





#### 4.6. Ozono (O<sub>3</sub>)

Si tratta di una forma di ossigeno molecolare altamente reattivo che si forma come inquinante secondario a seguito di una complessa serie di reazioni fotochimiche.

L'insolazione è un fattore determinante per la sua formazione (l'andamento giornaliero presenta una curva a campana che va di pari passo con i valori di radiazione solare), tuttavia la sua concentrazione finale è determinata anche dalla presenza di altre categorie di sostanze, quali gli ossidi di azoto e gli idrocarburi (specie dette perciò "precursori"), con i quali è coinvolto nella formazione dello smog fotochimico.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: la sua aggressività lo rende potenzialmente 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. I vegetali inoltre sono particolarmente sensibili alla sua azione.

##### **Riferimenti normativi:**

La concentrazione dell'ozono in atmosfera si misura in microgrammi al metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

A causa dei danni di cui è responsabile, l'ozono è oggetto di particolare attenzione dal punto di vista normativo, in sede nazionale e comunitaria.

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).

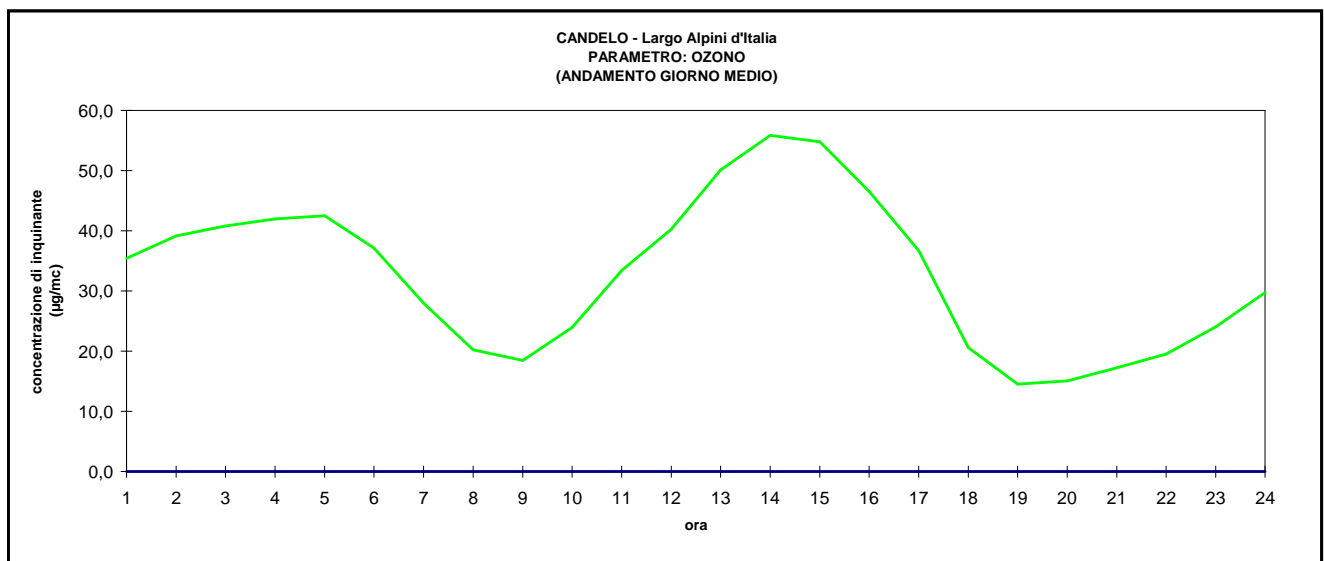
**Metodo di misura:** Si sfrutta la capacità dell'ozono di assorbire radiazioni ultraviolette di opportuna lunghezza d'onda, generate da una lampada posta all'interno dello strumento. Le radiazioni ultraviolette attraverso la camera di misura dove si trova il gas campione e, in presenza di ozono, ne sono in parte assorbite in modo proporzionale alla concentrazione del gas.

## Candelo - Largo Alpini d'Italia PARAMETRO: OZONO

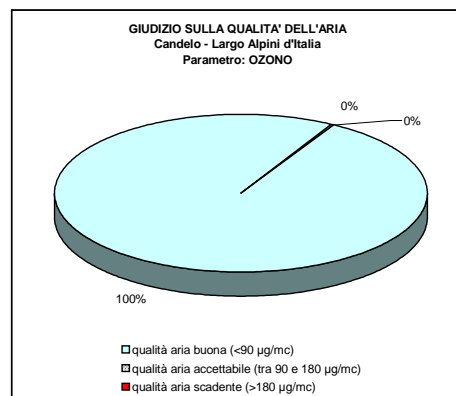
14 ott. 2002 - 4 nov. 2002

NUMERO DATI VALIDI %	NUMERO SUPERAMENTI LIVELLO DI ATTENZIONE: 180 µg/mc	NUMERO SUPERAMENTI LIVELLO DI ALLARME: 360 µg/mc	NUMERO DI SUPERAMENTI PROTEZIONE SALUTE 110 µg/mc	NUMERO SUPERAMENTI PROTEZIONE VEGETAZIONE (media oraria) 200 µg/mc	NUMERO SUPERAMENTI PROTEZIONE VEGETAZIONE (media giornaliera) 65 µg/mc	VALORE MASSIMO (media giornaliera) (µg/mc)	VALORE MASSIMO ORARIO (µg/mc)	VALORE MASSIMO DEL GIORNO MEDIO (µg/mc)
-------------------------	--	---	--	---	---	---	----------------------------------	--

OZONO	70	0	0	0	0	53	91	56
-------	----	---	---	---	---	----	----	----



## VALUTAZIONI SULLA QUALITA' DELL'ARIA

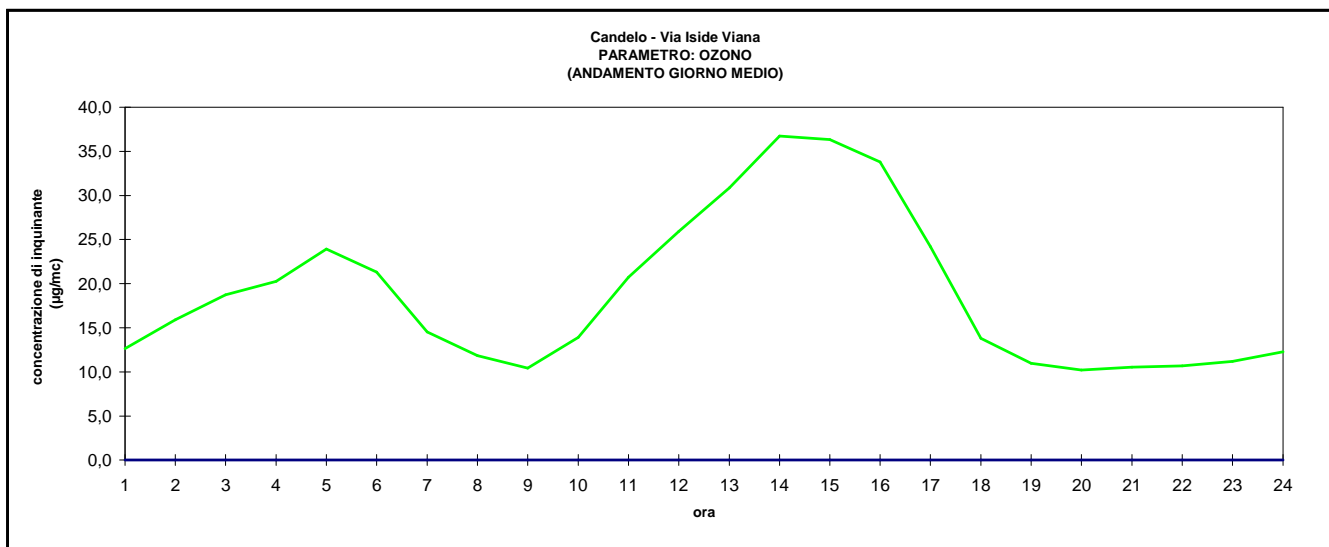


## CANDELO - Via Iside Viana PARAMETRO: OZONO

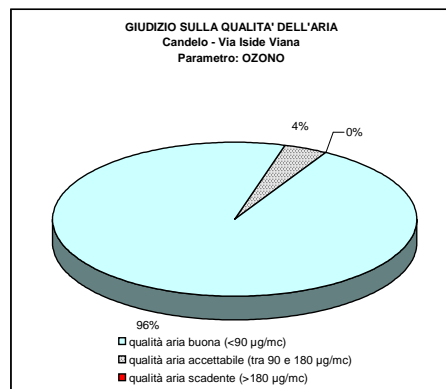
7 gen 2003 - 31 gen. 2003

NUMERO DATI VALIDI %	NUMERO SUPERAMENTI LIVELLO DI ATTENZIONE: 180 µg/mc	NUMERO SUPERAMENTI LIVELLO DI ALLARME: 360 µg/mc	NUMERO DI SUPERAMENTI PROTEZIONE SALUTE 110 µg/mc	NUMERO SUPERAMENTI PROTEZIONE VEGETAZIONE (media oraria) 200 µg/mc	NUMERO SUPERAMENTI PROTEZIONE VEGETAZIONE (media giornaliera) 65 µg/mc	VALORE MASSIMO (media giornaliera)	VALORE MASSIMO ORARIO (µg/mc)	VALORE MASSIMO DEL GIORNO MEDIO (µg/mc)
-------------------------	--	---	--	---	---	------------------------------------	----------------------------------	--

OZONO	83	0	0	0	0	0	33	70	37
-------	----	---	---	---	---	---	----	----	----



## VALUTAZIONI SULLA QUALITA' DELL'ARIA



#### 4.7. Benzene

Caratteristiche chimico fisiche: 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. Toluene e xileni sono composti di tossicità inferiore che non sono soggetti a limiti di legge, ma che vengono monitorati contemporaneamente al benzene.

**Effetti sull'uomo e sull'ambiente:** 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).

#### Riferimenti normativi:

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

Il DM 60/2002 definisce per il benzene i seguenti valori limite, da considerare come medie annuali:

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

**Metodo di misura:** 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 in modo preciso, accurato e molto sensibile.

Nella presente campagna di misure è stata tuttavia adottata la tecnica alternativa del monitoraggio mediante campionatori passivi (mod. Radiello) costituita da cartucce di carbone attivo che venivano poste sul sito di misura, sostituite settimanalmente, quindi inviate ai laboratori per le analisi.

La tecnica del campionamento passivo fornisce dati mediati sulla settimana, ma ha permesso il monitoraggio contemporaneo di tutti i siti prescelti.

I risultati sono esposti nella sezione dedicata ai commenti e conclusioni.

#### 4.8. Particolato PM 10

Non si tratta di un inquinante specifico: con il termine particolato (o particelle) si indicano in generale le particelle solide aerodisperse e gli aerosol atmosferici, cioè un sistema estremamente eterogeneo dal punto di vista della composizione chimica (organica ed inorganica) dell'origine (antropica, animale, vegetale, minerale), della tossicità. Esse costituiscono rispetto all'aria una fase eterogenea non fluida di varia provenienza e pertanto sono indicatore di inquinamento generale. Sicuramente però i processi di combustione sono una fonte significativa di particolato, le cui caratteristiche chimiche sono più definite.

L'elemento comune che permette di classificarle sono le loro dimensioni, in base alle quali se ne definisce la respirabilità (e di conseguenza la pericolosità) ed 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  $\mu\text{m}$  (indicate in sigla come PM10). Il 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. 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.

**Effetti sull'uomo e sull'ambiente:** 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. Questo fenomeno di assorbimento interessa soprattutto il particolato fine con diametro inferiore a, rispettivamente, 10  $\mu\text{m}$ , 2,5  $\mu\text{m}$ , 1  $\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1</sub>).

#### Riferimenti normativi:

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

- **valore limite giornaliero per la protezione della salute** di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (media giornaliera) da non superare più di 35 volte l'anno con una tolleranza del 50% fino al 1/1/2001 e successiva riduzione annua costante a 0% entro il 2010;
- **valore limite annuale per la protezione della salute umana:** 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; il limite prevede una tolleranza del 20% (48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fino al gennaio 2001, con successiva riduzione costante fino a 0% entro il 1 gennaio 2005.

**Metodo di misura:** la concentrazione di particolato PM 10 è determinata con il metodo gravimetrico automatizzato ad alta precisione. Il campione d'aria viene fatto passare attraverso un filtro poggiato sopra un elemento cavo tubolare in continua oscillazione (microbilancia). Man mano che le polveri si depositano sul filtro, la frequenza di oscillazione diminuisce in modo correlabile alla loro concentrazione. Un opportuno programma di calcolo provvede a fornire il risultato in termini di concentrazione di polveri nell'aria. Un semplice cambio della testa di prelievo permette di dosare le polveri totali (PTS) o le altre frazioni inalabili (ad es. il PM 2.5).

**Avvertenza:** lo strumento di misura impiegato fornisce dati di PM10 sotto forma di medie orarie, tuttavia il grafico a torta "valutazioni sulla qualità dell'aria" è stato realizzato considerando le *medie giornaliere*, per poter fare dei confronti con il valore limite per la giornaliero protezione della salute umana.

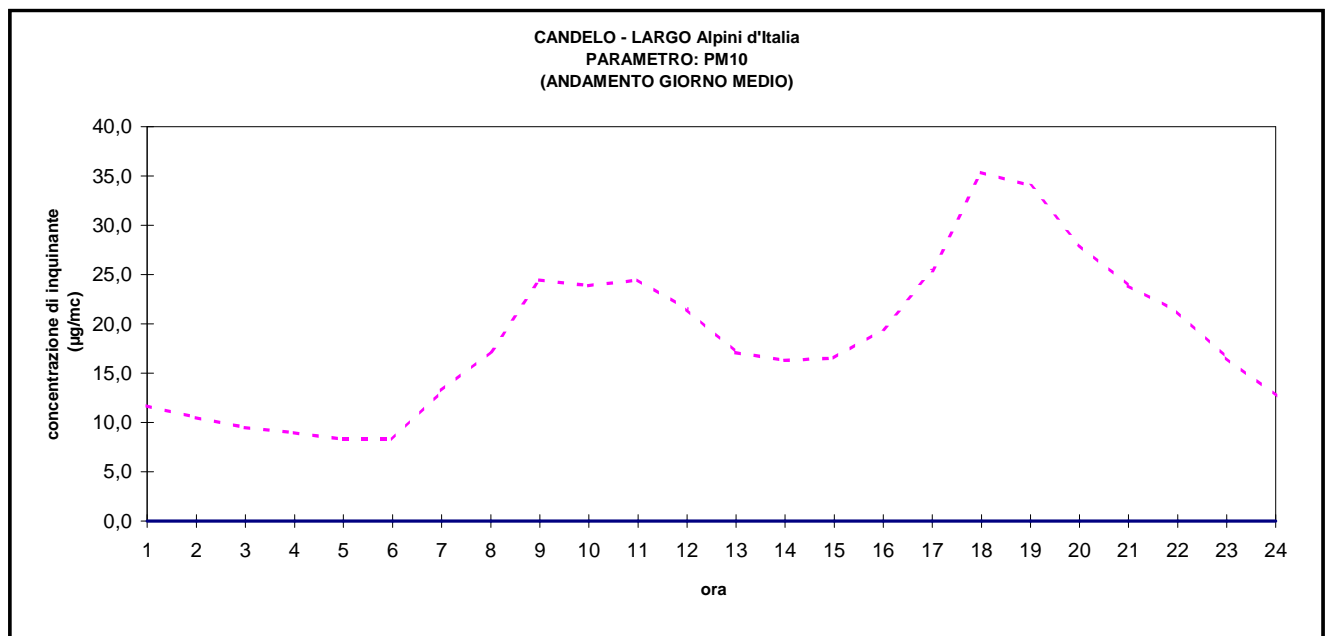


## Candelo - Largo Alpini d'Italia PARAMETRO: POLVERI PM10

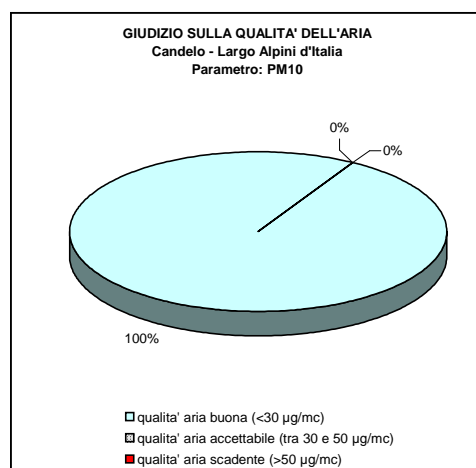
14 ott. 2002 - 4 nov. 2002

NUMERO DATI VALIDI	VALORE MEDIO	VALORE MINIMO ORARIO	VALORE MASSIMO ORARIO	VALORE MASSIMO (media giornaliera)	VALORE MASSIMO DEL GIORNO MEDIO	N° DI SUPERAMENTI VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (50 µg/mc)
%	(µg/mc)	(µg/mc)	(µg/mc)	(µg/mc)	(µg/mc)	

PM10	95	19	1	58	27	35	0
------	----	----	---	----	----	----	---



## VALUTAZIONI SULLA QUALITA' DELL'ARIA

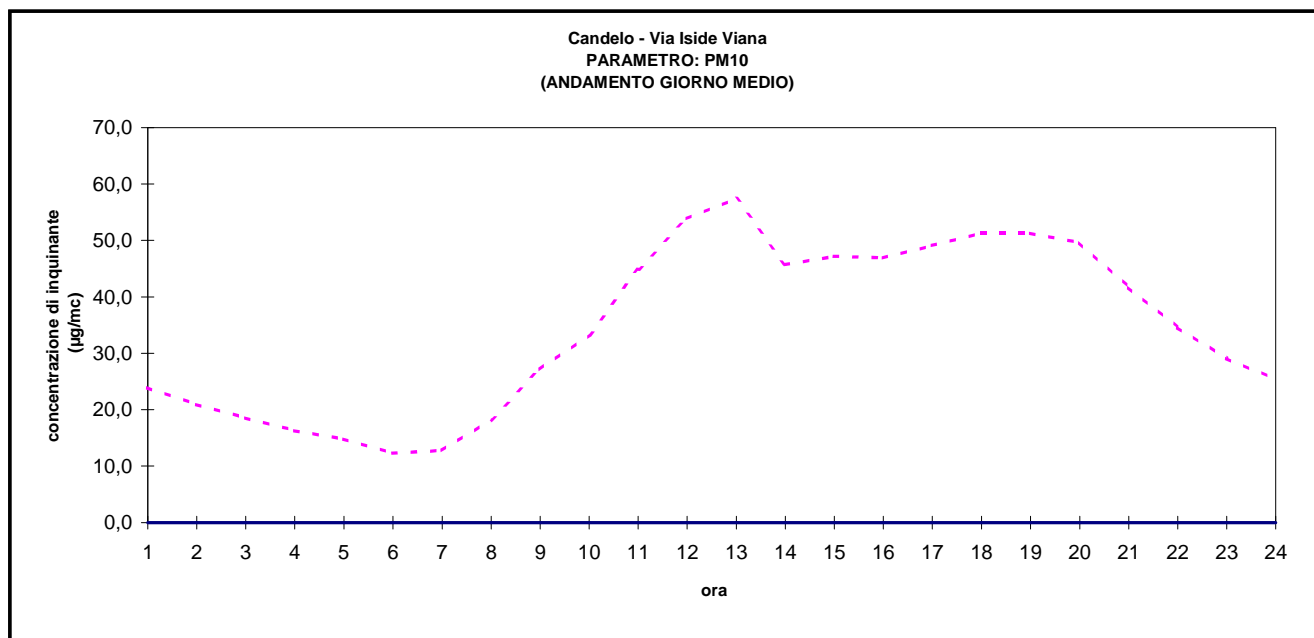


## CANDELO - Via Iside Viana PARAMETRO: POLVERI PM10

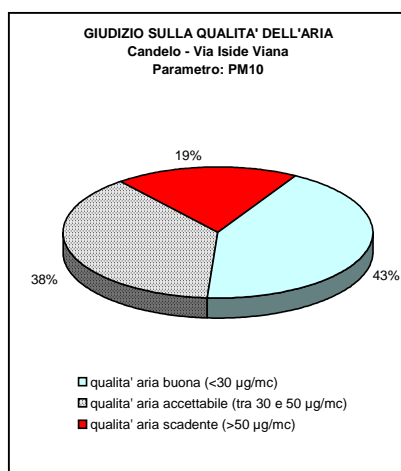
7 gen 2003 - 31 gen. 2003

NUMERO DATI VALIDI	VALORE MEDIO	VALORE MINIMO ORARIO	VALORE MASSIMO ORARIO	VALORE MASSIMO (media giornaliera)	VALORE MASSIMO DEL GIORNO MEDIO	N°DI SUPERAMENTI VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (50 µg/mc)
%	(µg/mc)	(µg/mc)	(µg/mc)	(µg/mc)	(µg/mc)	

PM10	86	35	0	126	57	57	4
------	----	----	---	-----	----	----	---



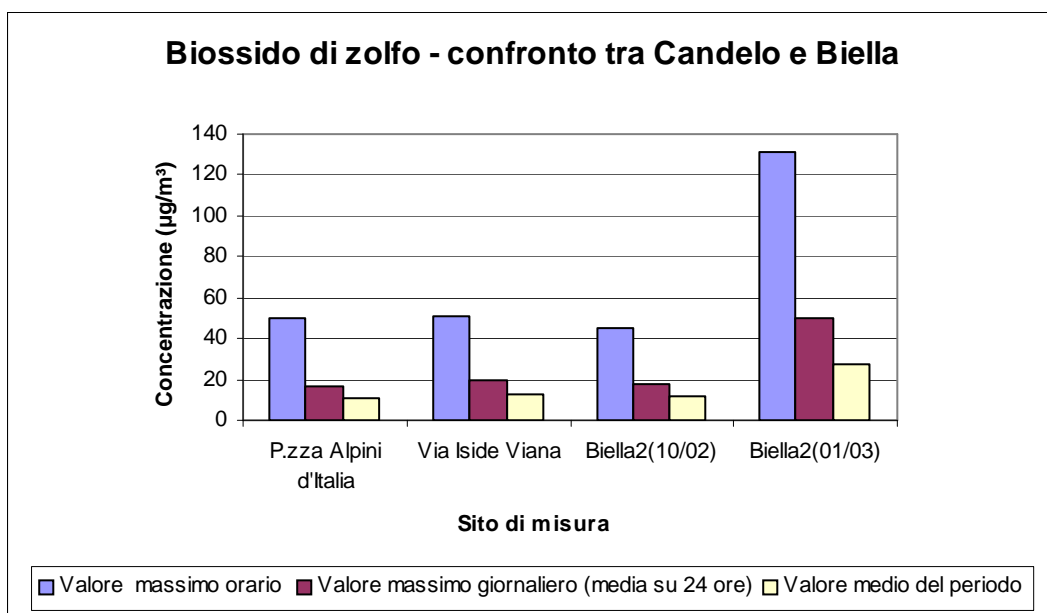
## VALUTAZIONI SULLA QUALITA' DELL'ARIA



## 5. COMMENTI E CONCLUSIONI

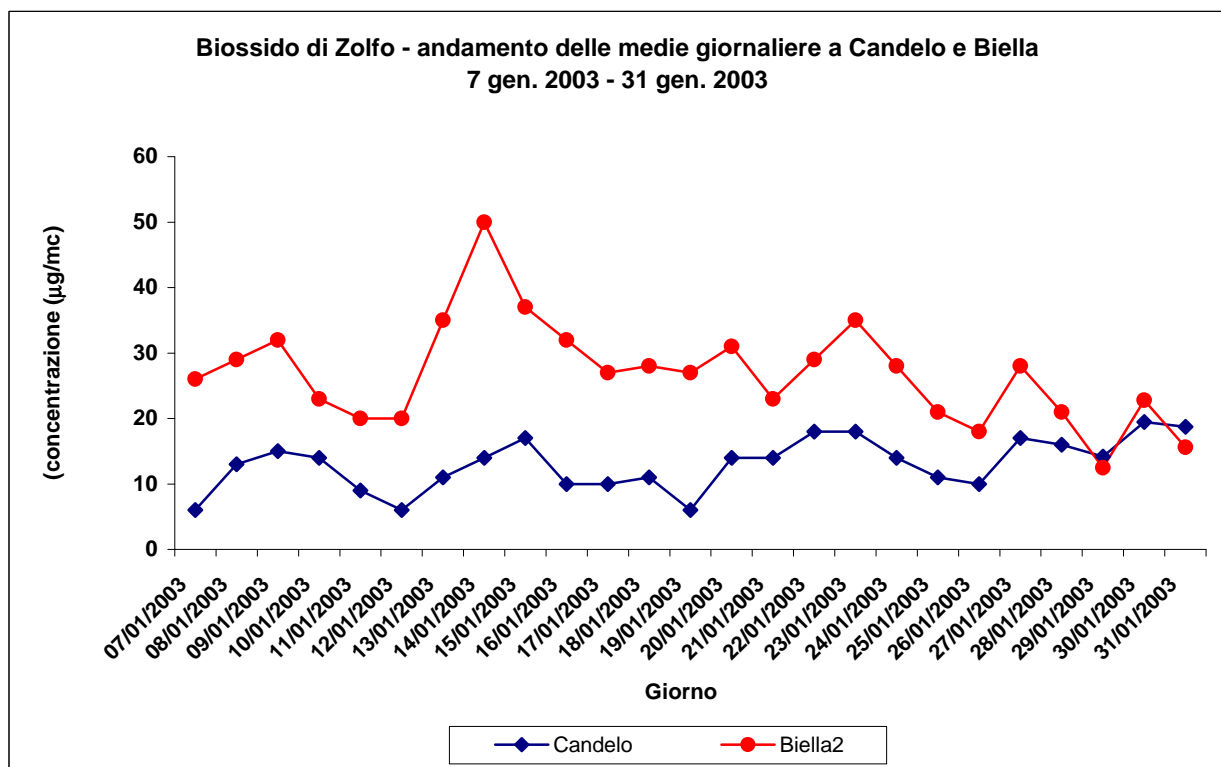
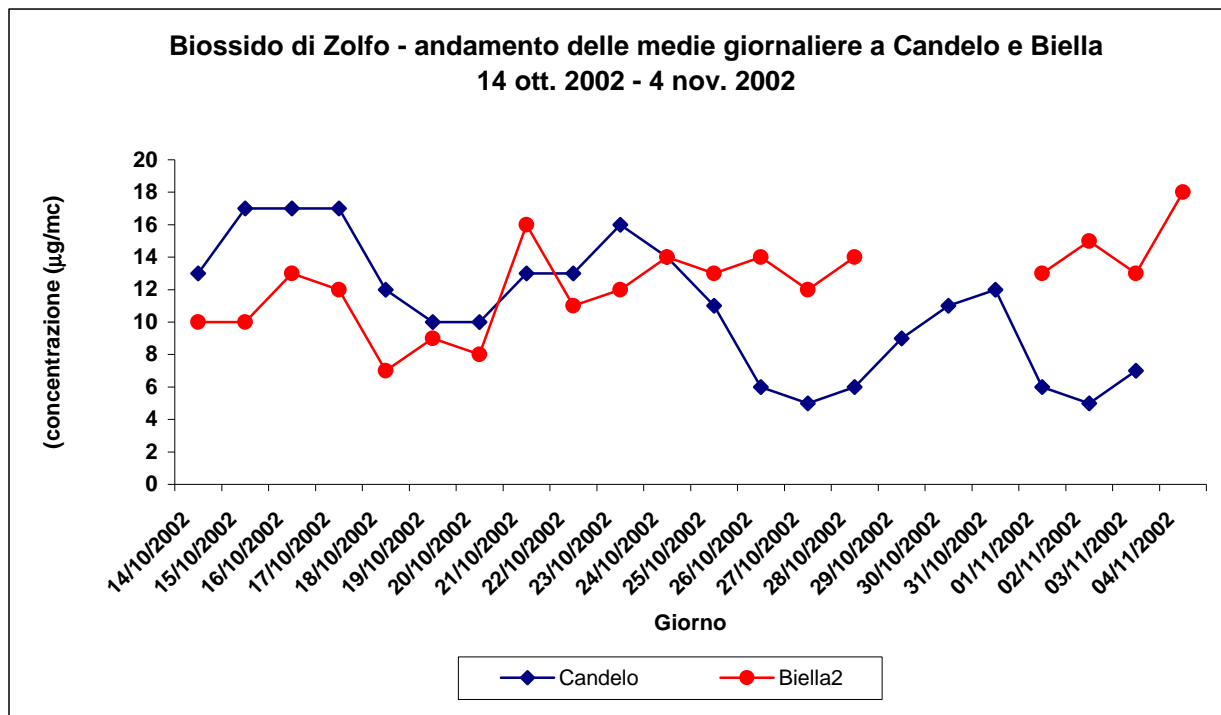
**Biossido di zolfo.** I profili di concentrazione media (si vedano i grafici "andamento giorno medio) delineano un quadro generale caratterizzato da livelli di biossido di zolfo non elevati, con una situazione pressoché identica sui due siti di misura, pur se rilevata in periodi dell'anno differenti. L'equivalenza dei siti è confermata anche dall'esame dei valori massimi orari, giornalieri e medi del periodo. Nel contesto dell'andamento giornaliero medio sono poco significativi i picchi di concentrazione che generalmente si osservano al mattino in corrispondenza con l'accensione degli impianti di riscaldamento.

Il confronto con quanto rilevato a Biella 2 (l'unica stazione della rete fissa dotata di analizzatore di SO<sub>2</sub>) evidenzia una significativa differenza tra Biella e Candelo nel mese di gennaio 2003, con i valori di Biella più elevati rispetto a Candelo (si veda il grafico sotto), in particolare nei valori massimi orari



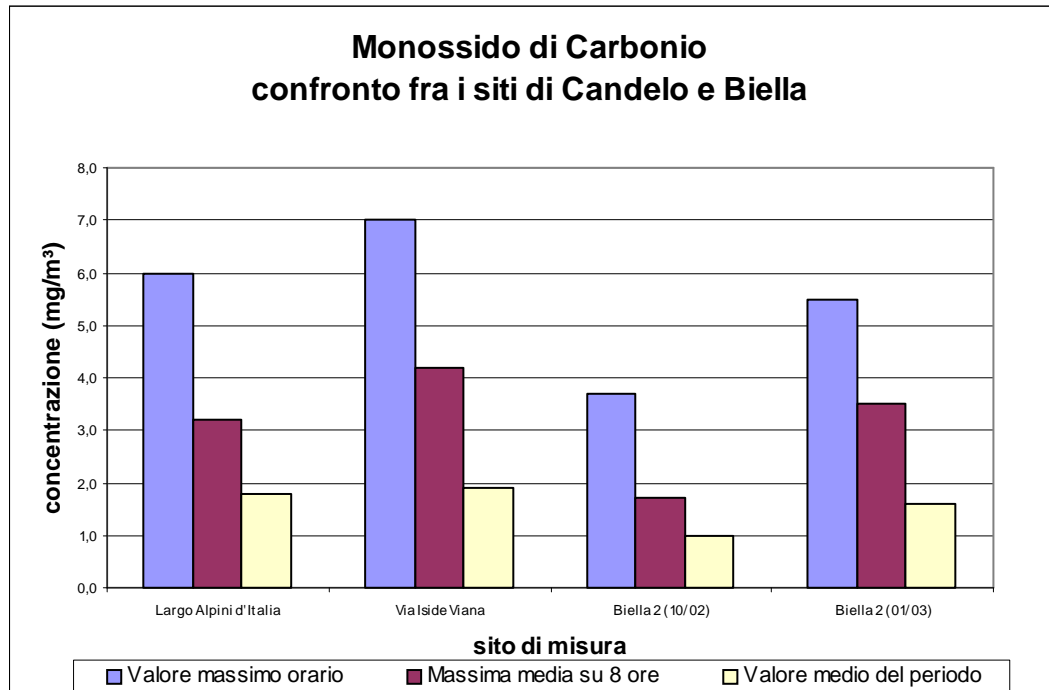
Il dato è confermato dall'esame degli andamenti delle medie su 24 ore: nella campagna di misura autunnale le concentrazioni medie giornaliere a Biella e Candelo si mantengono sostanzialmente sovrapponibili, mentre durante quella di gennaio i valori di Biella si innalzano in modo significativo mantenendosi nettamente superiori (20-40 µg/m<sup>3</sup>) rispetto a Candelo i cui valori (10-20 µg/m<sup>3</sup>) rimangono solo di poco superiori a quelli dell'autunno. In particolare non è evidenziabile una correlazione tra concentrazione di biossido di zolfo (proporzionale all'intensità di impiego di impianti di riscaldamento) e temperatura ambiente.

L'insieme dei risultati suggerisce che a Candelo il contributo al biossido di zolfo derivante dagli impianti termici ad uso civile non sia elevato e che i livelli di biossido di zolfo riscontrati possano provenire da fonti produttive o da sorgenti esterne al comune.



**Monossido di carbonio.** La principale fonte di questo inquinante è costituita dalle emissioni del traffico veicolare. Durante le campagne di misura non si sono verificati superamenti dei valori limite per questo inquinante e le concentrazioni non salgono mai a livelli tali da destare preoccupazioni. Le concentrazioni massime (si veda la tabella sotto) sono del tutto confrontabili con quanto rilevato dalle stazioni di Biella 2 (Piazza Lamarmora) nello stesso periodo; in

particolare il valore massimo del giorno medio conferma che sui siti di misura di Candelo è importante il contributo del traffico veicolare (analogamente alla stazione di Biella 2).



I valori massimi orari rilevati, superiori anche a quelli di Biella 2, sono poco indicativi dello stato di qualità dell'aria del sito, perché potrebbero essere conseguenza di situazioni episodiche (ad es. un veicolo fermo a lungo col motore acceso nei pressi del mezzo). Più importanti sono i dati delle massime medie su 8 ore e dei valori medi del periodo, che risultano confrontabili con quelli di Biella 2.

I risultati delle campagne invernali confermano quindi la situazione relativa già riscontrata durante i rilevamenti estivi (fatte salve ovviamente le debite differenze nei valori assoluti di concentrazione).

**Ozono.** Nel periodo autunnale/invernale il livello di ozono al suolo non assume mai caratteristiche di criticità. I livelli di ozono rilevati sono quelli tipici del periodo e coerenti con le caratteristiche del sito e della stagione. L'andamento giornaliero presenta la consueta curva con un massimo diurno verso le ore 13-15, un massimo notturno e due minimi in corrispondenza delle ore di punta (8-9 e 18-19), si tratta nel complesso di valori analoghi a quanto misurato presso le altre stazioni fisse della rete.

Come già evidenziato nel corso delle campagne estive, la situazione atmosferica per questo inquinante appare del tutto sovrapponibile a quella di Biella e di altri centri biellesi, in particolare per quanto riguarda la possibilità che si verifichino superamenti di valori limite di qualità dell'aria nel periodo estivo.

**Ossidi di azoto.** Nella stagione fredda gli **ossidi di azoto** diventano inquinanti di una certa rilevanza ambientale. Come già visto per le campagne estive l'andamento giornaliero degli ossidi di azoto presenta due picchi in prossimità delle ore di punta mattutine e serali, con dei minimi nelle ore intermedie della giornata e nelle ore notturne.

Il **monossido di azoto** è l'inquinante emesso primariamente nei processi di combustione, che successivamente si trasforma in biossido; esso non comporta in sé

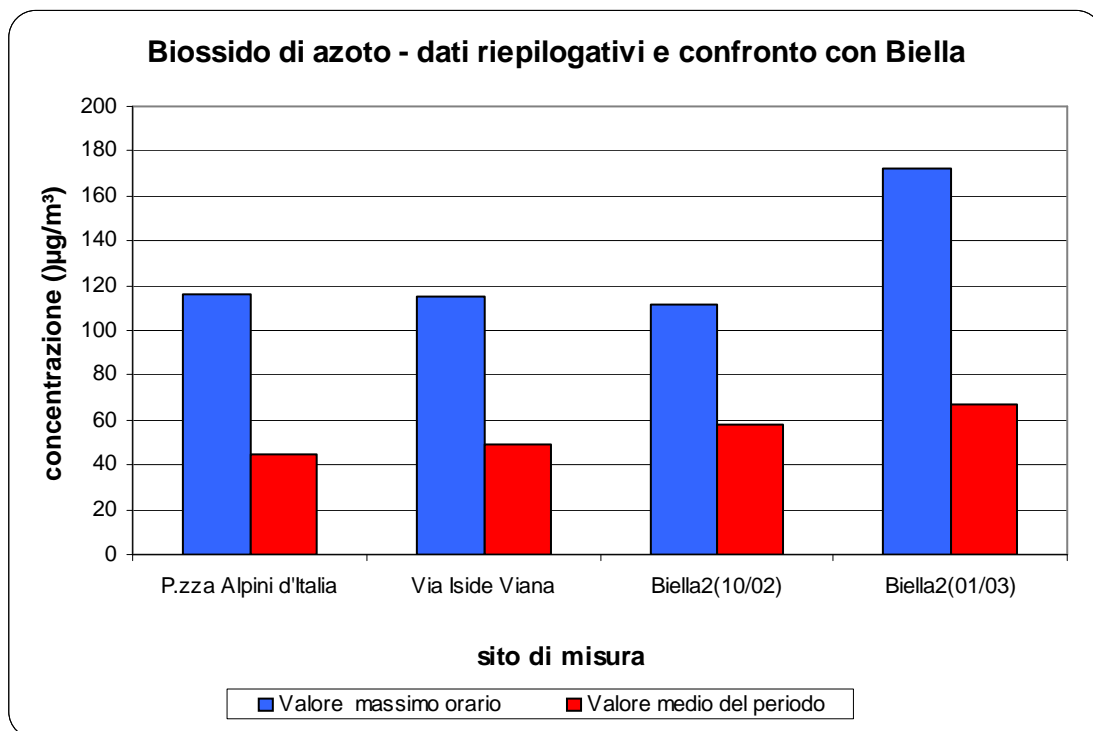


pericoli per la salute alle concentrazioni ambientali e non è soggetto a specifici limiti normativi; i grafici e le tabelle relativi a questo composto sono dunque riportati a scopo di completezza di informazione.

Per il **biossido di azoto** non si sono verificati superamenti del valore limite orario per la protezione della salute di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durante il periodo di misura ed i massimi orari ( $116 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Largo Alpini e  $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$  presso via Viana ) rilevati sono significativamente al disotto di tale limite. Per quanto riguarda eventuali episodi acuti (di picco) di inquinamento relativamente a tale composto possiamo affermare che la qualità dell'aria si è mantenuta a livelli generalmente buoni o accettabili.

Il quadro di insieme che emerge è di una sostanziale uniformità tra i siti di misura nel breve e medio periodo; la differenza tra le massime medie su 24 ore ( $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Largo Alpini e  $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in via Viana) è coerente con il differente periodo dell'anno in cui sono stati effettuati i rilevamenti e così pure i valori medi complessivi misurati nelle due campagne di misura.

Confrontati con i rilevamenti di Biella i valori medi sull'intero periodo di misura si mantengono di circa il 30% più bassi, mentre sono scarsamente interpretabili (e si ritengono di scarso significato) le massime medie orarie.

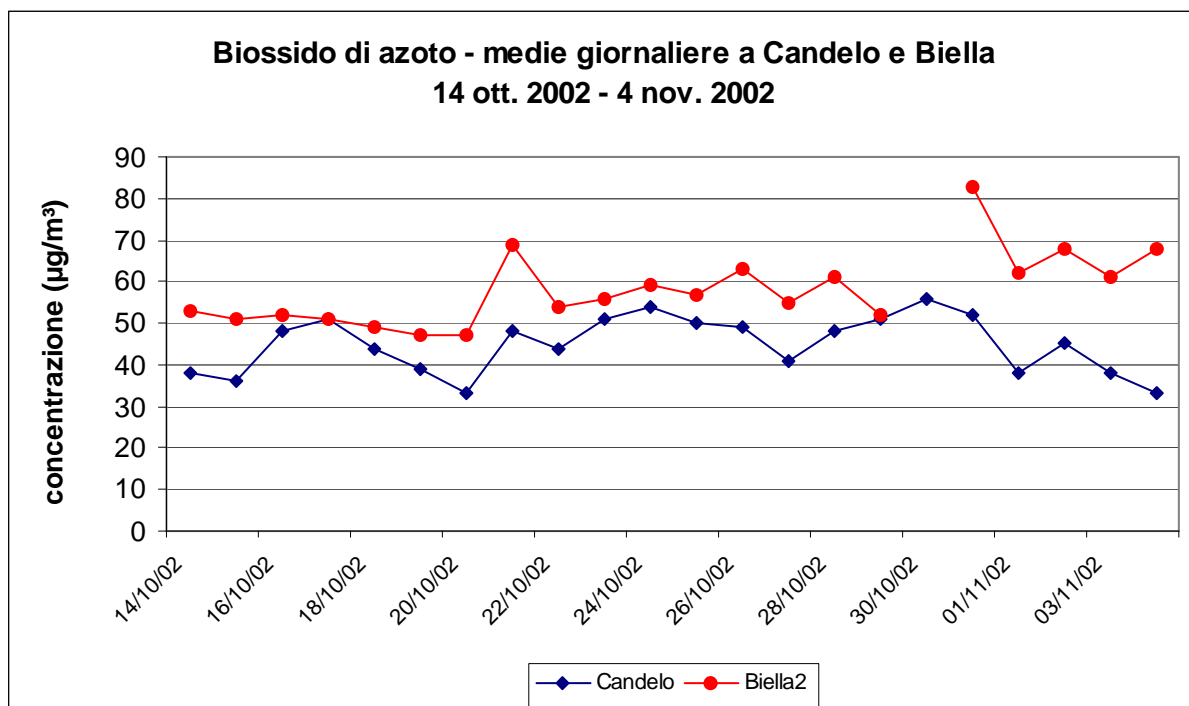


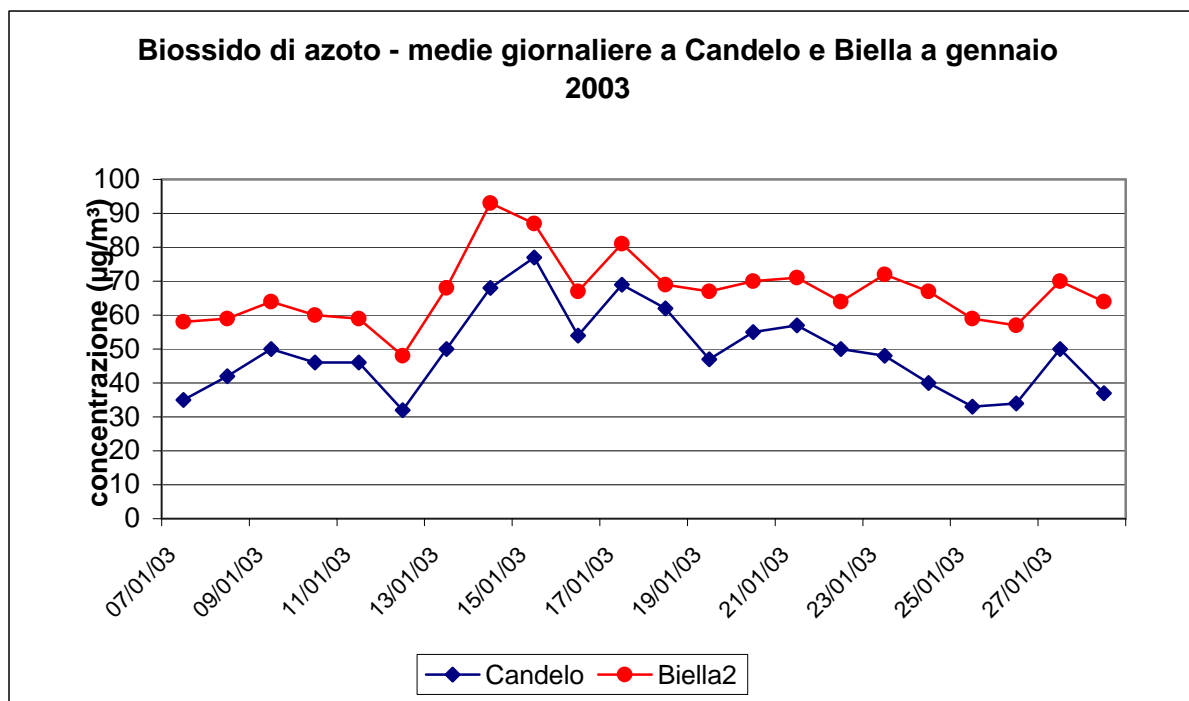
E' degno di nota il fatto che in entrambe le campagne di misura la concentrazione media di biossido di azoto ( $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) supera (anche se di poco) il valore limite *annuale* per la protezione della salute

I risultati invernali non confermano dunque l'andamento rilevato durante l'estate, che era sembrato indicativo di una differenza di qualità dell'aria tra i siti di misura. E' probabile in realtà che le misure estive abbiano risentito delle modifiche all'assetto viario conseguenza dei lavori per la realizzazione del sottopasso.

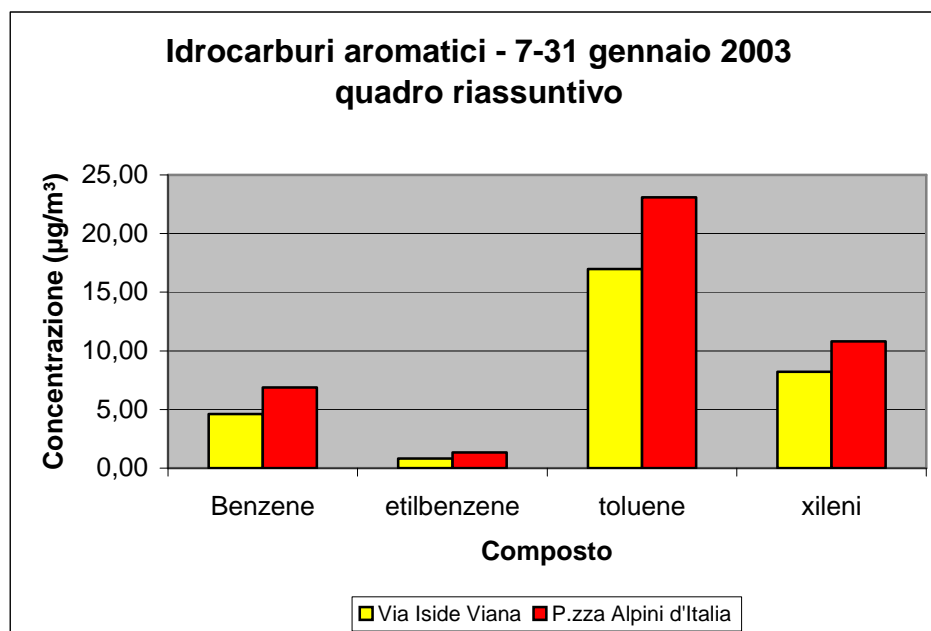
Per completare il confronto si riportano di seguito i profili delle medie giornaliere di biossido di azoto a Candelo ed a Biella 2: è evidente da un lato la differenza quantitativa

nelle concentrazioni (a Candelo sempre minori che a Biella 2), dall'altro è interessante notare come *gli andamenti* riscontrati presentino una buona somiglianza sia in autunno che in gennaio. Si può considerare che la vicinanza dei due centri urbani comporti una certa uniformità di condizioni meteorologiche e microclimatiche ma anche di comportamenti ed attività (ad es. negli orari di spostamento casa lavoro, nel traffico merci ecc.) che si traducono in andamenti di concentrazioni medie giornaliere analoghi ma paralleli a causa della diversa entità delle sorgenti di ossidi di azoto. Quanto riscontrato è utile perché consentirebbe una valutazione qualitativa della situazione degli ossidi di azoto di Candelo sulla base dei dati rilevati dalla stazione fissa di Biella, cosa che potrebbe risultare di ausilio soprattutto nei periodi di elevata stabilità atmosferica (quali si riscontrano frequentemente nel trimestre gennaio-marzo) dove maggiore è il rischio di esposizione a livelli piuttosto elevati di ossidi di azoto.

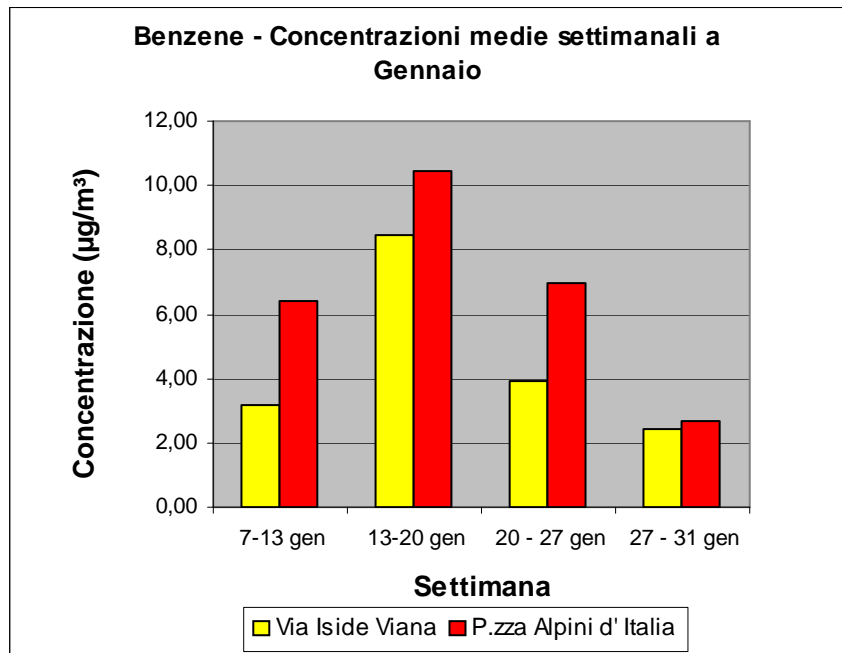




**Benzene, etilbenzene, toluene, xileni.** Degli idrocarburi aromatici, solo il benzene è soggetto a limiti di qualità dell'aria. Il monitoraggio degli idrocarburi aromatici, tra cui il benzene, è stato condotto in gennaio ponendo su entrambi i siti dei campionatori passivi che venivano sostituiti a cadenza settimanale. Il grafico sottostante riporta per ciascun inquinante le concentrazioni medie rilevate sull'intero periodo.



Se i rapporti di concentrazione tra i vari idrocarburi sono sostanzialmente quelli attesi ed anche le concentrazioni medie possono considerarsi tipiche del periodo, l'aspetto più inatteso risiede nella concentrazione più elevata di idrocarburi aromatici presso Largo Alpini piuttosto che in via Viana. La cosa è ancora più evidente nel grafico delle concentrazioni medie settimanali del solo benzene:



Nella settimana dal 7 al 13 gennaio la concentrazione di Largo Alpini è addirittura doppia rispetto a via Viana. Questo andamento contrasta in parte con quello del biossido di azoto e del PM10, anche se non va dimenticato che le misure di questi inquinanti sui due siti non sono contemporanee.

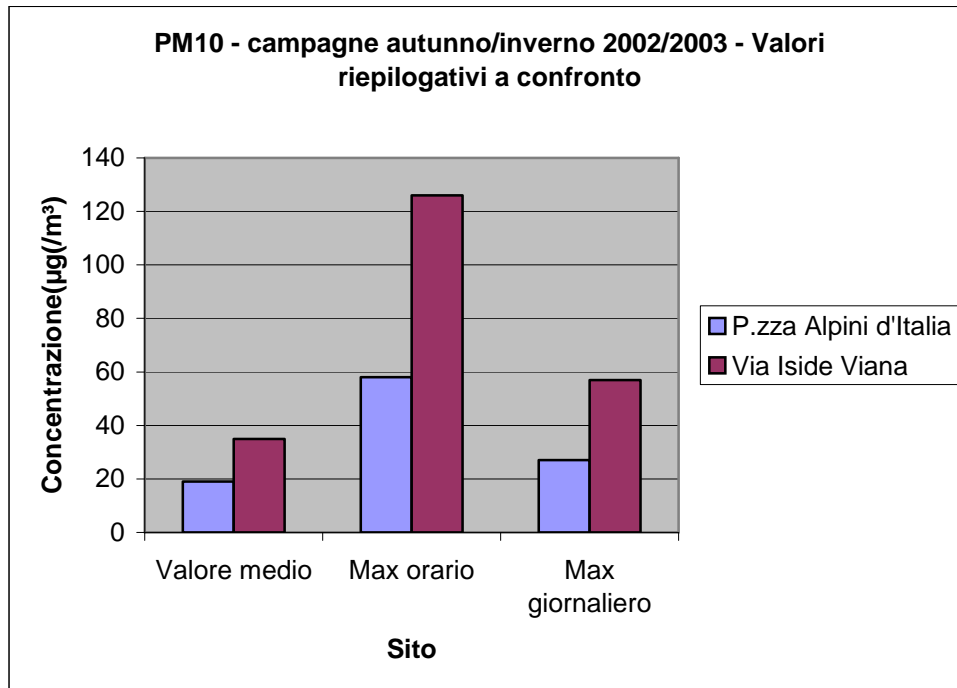
Questi risultati fanno pensare ad una differente distribuzione del traffico tra i due siti, anche se forse ci si sarebbe aspettato un andamento inverso, con il sito di via Viana interessato da maggiori concentrazioni. L'origine di tali differenze non è chiara, e forse potrebbe essere legata alla presenza di un flusso veicolare più congestionato presso Largo Alpini e più scorrevole presso via Viana; la situazione riscontrata merita comunque un approfondimento.

Nel complesso in tale periodo dell'anno, che può essere considerato tra i più critici per il benzene, la media si mantiene compresa tra 3 e 6 µg/m<sup>3</sup>. Rispetto ai requisiti del DM 60/02 la qualità dell'aria si mantiene accettabile: infatti tenendo conto che il valore limite di riferimento è una media *annuale* pari a 5 µg/m<sup>3</sup> (la normativa non prevede per questo composto valori limite orari o giornalieri) e mediando i dati invernali con le stime della campagna estiva ci si può attendere una media annuale approssimativamente compresa tra 2 e 4 µg/m<sup>3</sup>.

Va tenuto anche presente che i punti di misura sono adiacente a vie di traffico e che i mesi autunnali ed invernali presentano in genere le più elevate concentrazioni di tutto l'anno, mentre nei mesi della tarda primavera e dell'estate i livelli di benzene diminuiscono significativamente. In conclusione, pare poco probabile che la concentrazione media annuale a Candelo possa superare il valore limite, tuttavia è possibile che sui siti in esame le concentrazioni di questo inquinante possano superare il valore limite per brevi periodi di tempo (dell'ordine della settimana) specialmente in condizioni di stabilità atmosferica.

**Particolato PM10.** Esaminando i risultati ottenuti nelle campagne invernali paragonati ai dati estivi ed alle misure presso la rete fissa si può confermare la differenza di comportamento tra i due siti già rilevata nel periodo estivo: il sito di via Iside Viana si

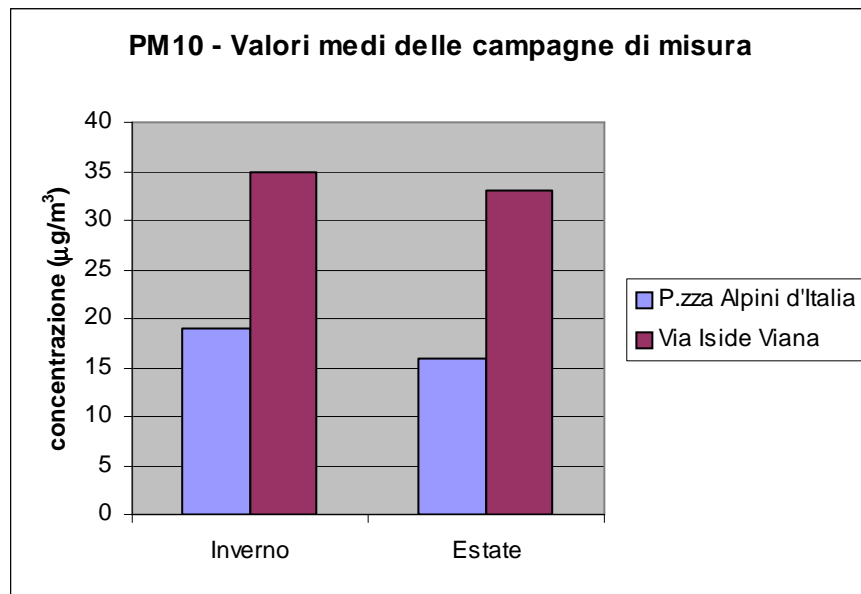
conferma quello caratterizzato da una peggior qualità dell'aria nei valori massimi orari e giornalieri. Si ritiene che questo dato di base possa avere validità generale, nonostante le misure si riferiscano a periodi meteorologicamente distinti. Inoltre nel periodo invernale la percentuale di dati validi è decisamente migliore di quella estiva e ciò permette di formulare un'analisi più affidabile e rappresentativa.



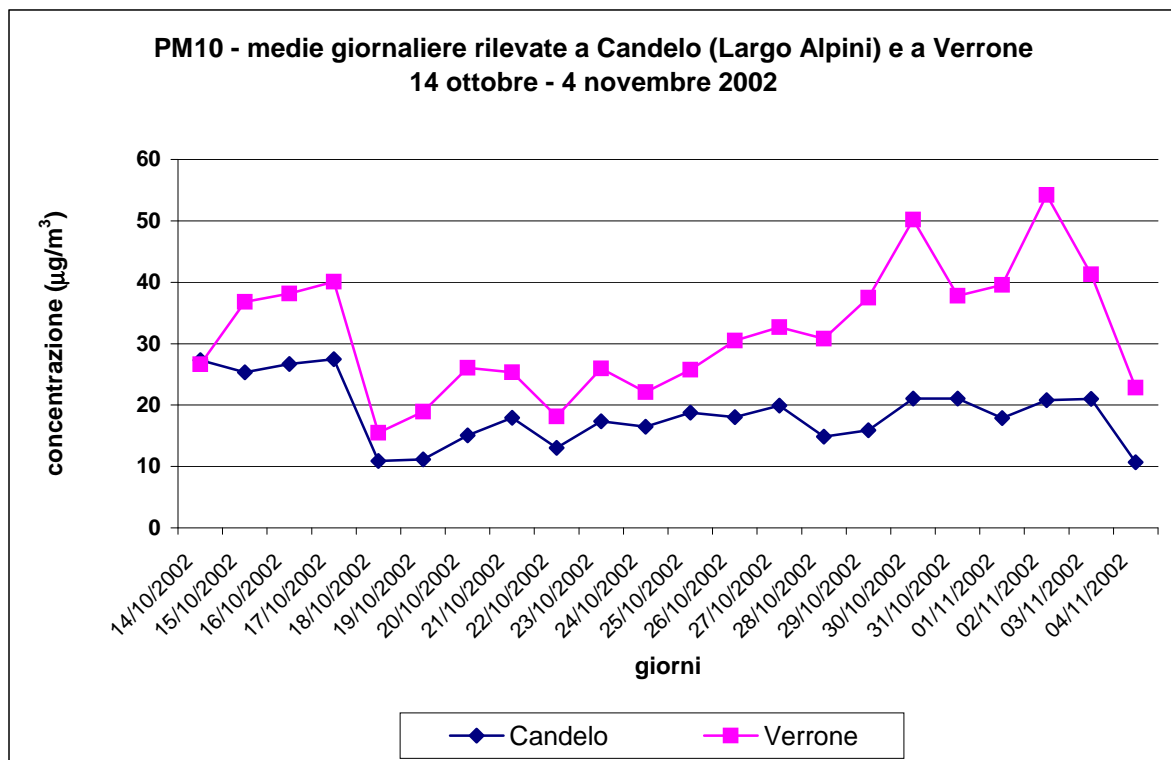
In genere i mesi freddi presentano livelli di PM10 significativamente maggiori di quelli estivi, ma questo non si è verificato a Candelo, ove i valori medi sui rispettivi siti non si discostano molto tra estate ed inverno. Si ritiene che questo fatto sia in relazione con l'attività del cantiere per la realizzazione del sottopasso che ha comportato un incremento di particolato nella stagione estiva (il cantiere non era più attivo nell'autunno 2002). Se da un lato i lavori stradali dell'estate 2002, con le necessarie conseguenti modifiche alla viabilità ed il traffico di mezzi d'opera, hanno comportato un innalzamento nelle concentrazioni di PM10 fino a livelli "invernali", si ritiene comunque che la situazione rivesta un carattere di eccezionalità e pare poco probabile che i livelli estivi riscontrati possano presentarsi in futuro. D'altro canto i valori misurati in ottobre e gennaio possono considerarsi tipici in relazione alla stagione ed alle caratteristiche dei siti.

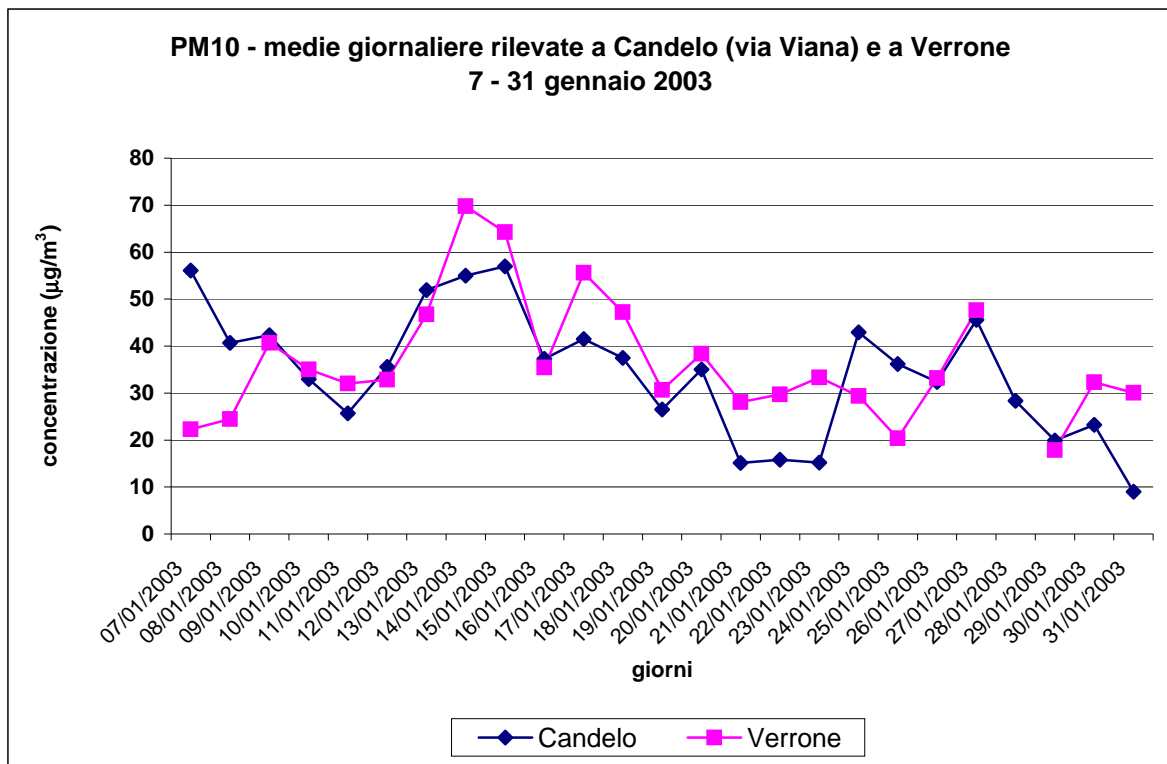
Durante la campagna di misura autunnale non si sono verificati superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute, mentre nel mese di gennaio il limite è stato lievemente superato 4 volte, cosa che si è verificata anche presso altre stazioni di monitoraggio.





Passando ad un esame comparativo con quanto misurato dalle stazioni della rete fissa, si può far riferimento alla stazione di Verrone che presenta una maggiore completezza di dati (nel gennaio 2003 la stazione di Biella 1 ha acquisito pochi dati di PM10) e si riportano in grafico i profili delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 durante i rispettivi periodi di misura:





Si nota anzitutto una significativa differenza tra i due siti, evidenziata dai valori medi riscontrati: 16 µg/mc presso Largo Alpini contro 33 µg/mc presso via Viana. Per quanto riguarda il dato medio di Largo Alpini, esso è di poco inferiore a quanto misurato nello stesso periodo presso la stazione di Biella 1 – ASL 12, via don Sturzo 20 (21 µg/mc).

### Conclusioni.

Sulla base dei risultati delle campagne estive ed autunnali e delle considerazioni sopra riportate si possono formulare in modo schematico le seguenti conclusioni:

1) I siti sono vicini a vie di traffico e la qualità dell'aria risulta determinata primariamente dalle emissioni dovute al traffico veicolare, concordemente ad uno scenario che si riscontra un po' in tutto il territorio piemontese; questo quadro non esclude che in Candelo esistano siti interessati da fattori di pressione dovuti ad altre fonti (industriali, combustioni residenziali) ma si ritiene che si tratti di situazioni piuttosto localizzate. Tale conclusione è avvalorata dai contenuti livelli di biossido di zolfo (soprattutto nei valori massimi), dalle marcate oscillazioni giornaliere e settimanali di inquinanti quali gli ossidi di azoto, dai livelli di monossido di carbonio complessivamente confrontabili con quelli della stazione da traffico di Biella 2.

2) La presenza del cantiere per la realizzazione del sottopasso (con le conseguenti modifiche alla viabilità come anche alla presenza dei mezzi d'opera) ha avuto l'effetto di aumentare i livelli medi di PM10 nel periodo estivo, ma non ha avuto particolari effetti sugli altri inquinanti.

3) I siti di risultano sostanzialmente equivalenti per tutti gli inquinanti ossido di carbonio, biossido di azoto e biossido di zolfo sia per quanto riguarda i valori di picco (espressi come massimi orari), sia per i valori sul medio termine (medie sulla 24 ore o sull'intero periodo di misura).

4) Si riscontrano differenze tra i siti (con tendenze però opposte) per il PM10 e il benzene (e altri idrocarburi aromatici). Per il PM10 la differenza riscontrata potrebbe rispecchiare la diversa meteorologia dei due periodi di misura, pertanto i siti potrebbero risultare in realtà equivalenti anche per questo inquinante. Un altro effetto sul PM10 può esser dovuto alla presenza di ostacoli (Largo Alpini risulta un luogo molto "chiuso" e non è da escludere che si crei un microambiente con un differente comportamento del particolato.

Il dato del benzene è invece difficilmente interpretabile, e sarebbe opportuno venisse riconfermato con ulteriori misure.

5) L'analogia di andamenti giornalieri tra Biella e Candelo, esemplificata dal comportamento del biossido di azoto fa anche pensare che la qualità dell'aria di Candelo possa risentire di un sensibile contributo derivante dall'esterno, a seguito di fenomeni di diffusione e trasporto di inquinanti dai centri vicini. Anche il profilo del biossido di zolfo (nessuna variazione di concentrazione tra i mesi di novembre e gennaio) conferma tale conclusione

6) Gli inquinanti più critici appaiono essere: il PM10, la cui situazione non sembra differire molto da quella di Biella e di altri centri biellesi; il biossido di azoto, forse non tanto nella possibilità che si verifichino superamenti del valore limite orario di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , quanto nell'eventualità che la media *annuale si possa collocare a ridosso o superare il limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$* ; infine l'ozono che diventa critico nel periodo estivo.

7) Il biossido di zolfo si mantiene a livelli molto contenuti e soprattutto non appare legato, nei suoi andamenti orari o giornalieri, ad un diffuso utilizzo locale di combustibili contenenti zolfo.

8) L'esame complessivo dei dati, dei valori massimi e degli andamenti riscontrati nell'estate e nell'inverno, ed il confronto con i dati acquisiti da stazioni fisse della rete, permette di confermare la classificazione regionale del Comune di Candelo alla zona 2: ciò significa che non può essere esclusa la possibilità che nel corso dell'anno si possano verificare superamenti di valori limite. Questo comporta da un lato che anche per Candelo debbano esser predisposti dei piani di azione da attuare nel caso si verificassero episodi acuti di inquinamento atmosferico (superamenti di valori limite orari o giornalieri), dall'altro è auspicabile che Candelo rientri in piani sovracomunali di miglioramento/mantenimento dello stato di qualità dell'aria.

9) A complemento di campagne di misura con mezzo mobile, o in alternativa ad esse, si potranno effettuare monitoraggi mirati a particolari sostanze con l'impiego di campionatori passivi: questi hanno il vantaggio della economicità, della possibilità di monitorare più siti contemporaneamente, tuttavia non forniscono dati sull'inquinamento "di picco" ma solo sul medio periodo (settimanali); interessante appare il loro impiego per un monitoraggio capillare e di lungo termine di idrocarburi aromatici quali il benzene.

Il Responsabile  
Dr. Marco VINCENZI

Il Direttore del Dipartimento  
Dr.ssa Maria Pia ANSELMETTI