

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

16 DICEMBRE 2004 – 15 GENNAIO 2005



Ricetto di Candelo

1. INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica presenta i risultati della campagna di rilevamento effettuata con mezzo mobile nel comune di Candelo dal 16 dicembre 2004 al 15 gennaio 2005. Gli inquinanti misurati sono stati: Ossidi di azoto, Particolato PM10, Biossido di zolfo, Ozono, Monossido di carbonio, Benzene e altri idrocarburi aromatici.

Il Comune di Candelo conta circa 7800 abitanti ed è situato ad est di Biella, ad un'altitudine di 330 m s.l.m. e ad una distanza di circa 5 km dal capoluogo provinciale. Candelo è situato lungo un importante "asse" ad elevata densità abitativa ed industriale/artigianale, individuabile territorialmente dai comuni di Biella, Candelo, Vigliano, Valdengo, Cossato, posti lungo il corso del Torrente Cervo.

Il sito individuato per il monitoraggio della Qualità dell'aria è situato nella zona centrale del paese in prossimità di Via Cerventi.

Il territorio di Candelo è stato già in passato oggetto di campagne di monitoraggio della Qualità dell'Aria e l'indagine, oggetto di questo lavoro, è stata eseguita sostanzialmente per :

- Arricchire il 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);

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 mg/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.

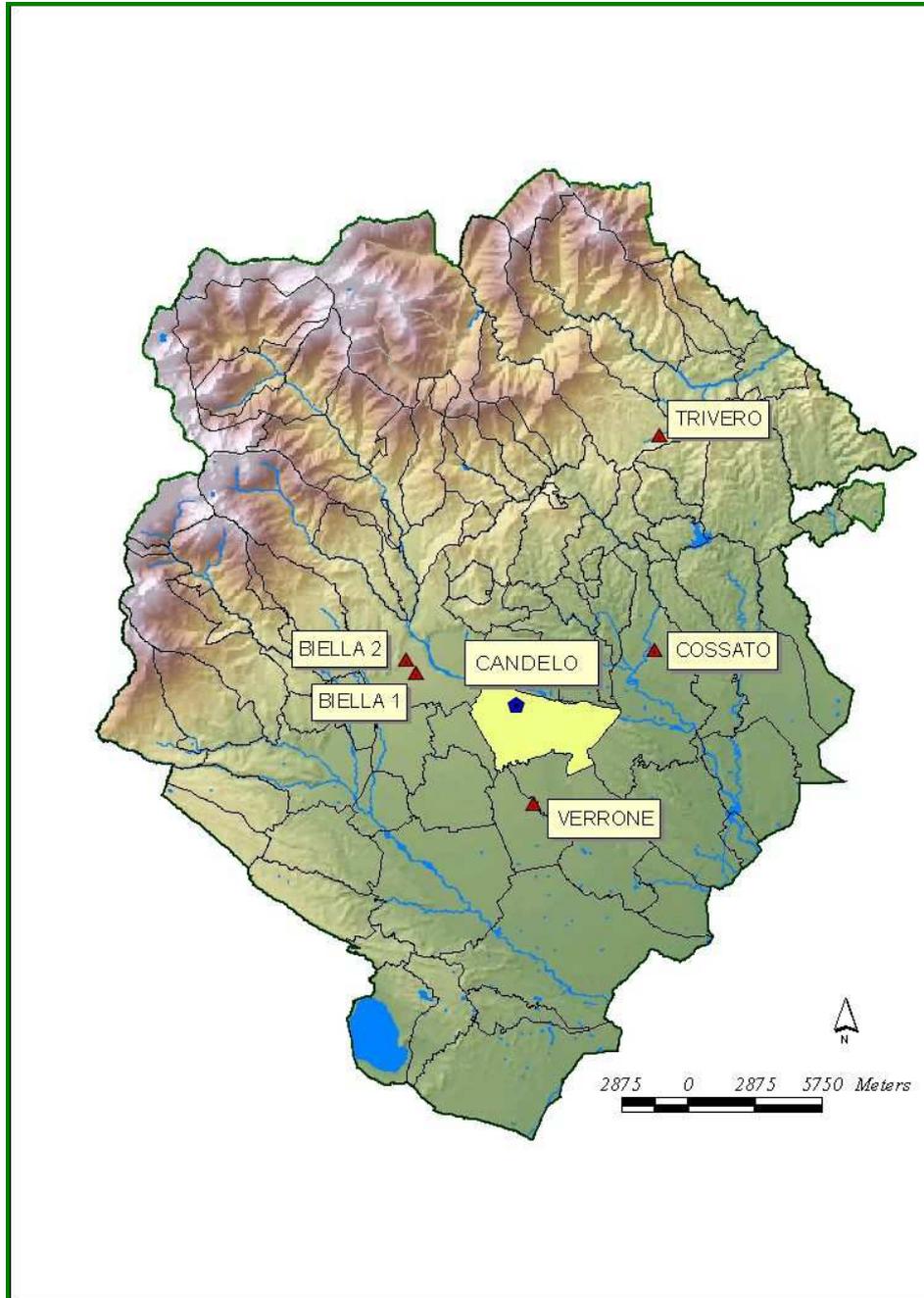


Figura n. 1: Provincia di Biella con evidenziato il comune di Candelo, il punto di rilevamento con mezzo mobile, e la localizzazione delle stazioni di rilevamento fisse

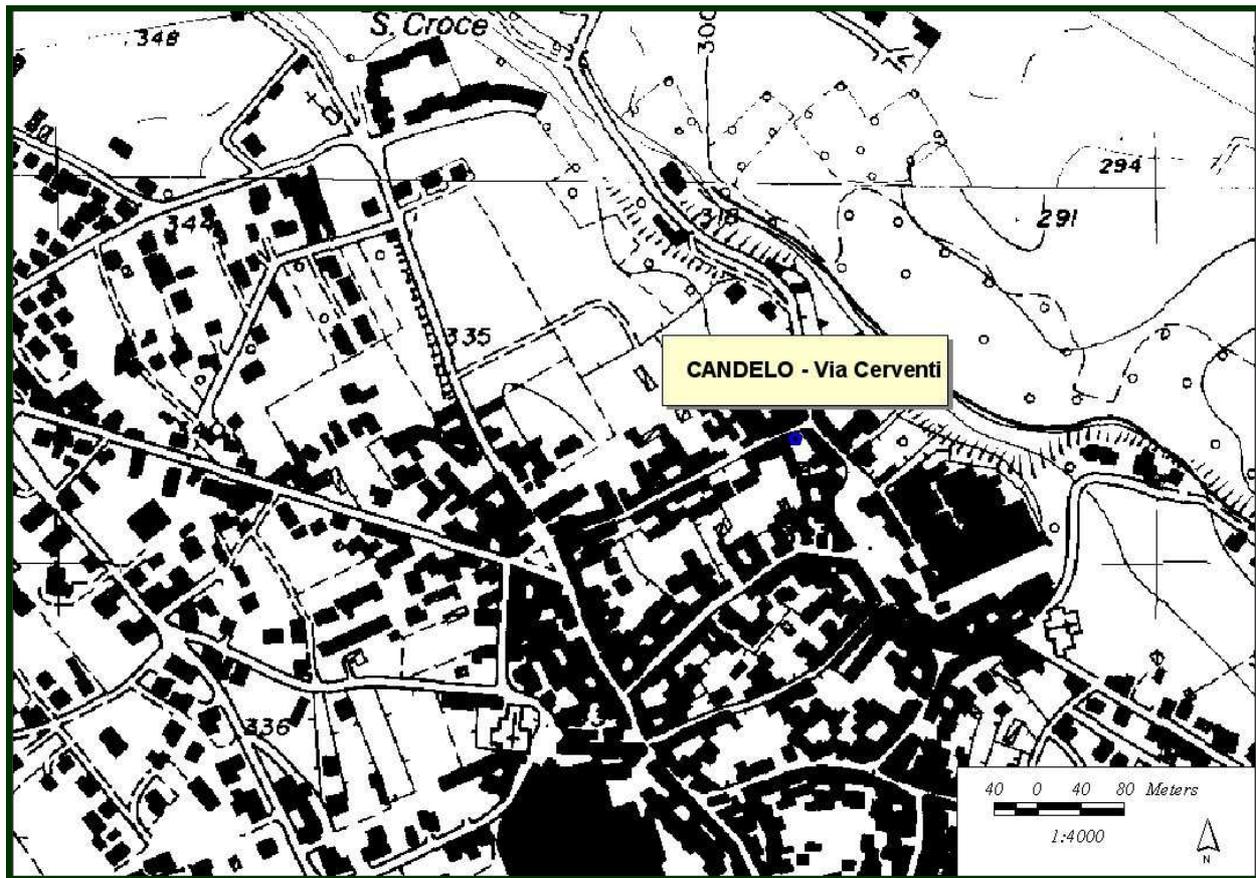


Figura n. 2: Sito di posizionamento del mezzo mobile nel comune di Candelo

2. 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 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 (stabilendo nuovi valori numerici di soglia), sia sotto l'aspetto qualitativo, definendo nuove tipologie di valori limite per arrivare a definire in modo sempre più preciso lo stato di QA di una determinata zona geografica.

Tra gli elementi innovativi per la gestione della QA introdotti dal Dlgs 351/99 e dal DM 60/2002, 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;
- 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.

Il **Dlgs n° 183 del 21 maggio 2004**, con cui è stata recepita la DIR 2002/03/CE del 12/2/2002, rappresenta un ulteriore passo verso la nuova gestione della qualità dell'aria: esso definisce per l'inquinante Ozono, i nuovi valori limite sul breve e lungo periodo ed abrogati i vecchi livelli di concentrazione previsti dai DM 25/11/1994 e DM 16/5/1996.

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

Si riporta di seguito un elenco delle più importanti normative attualmente in vigore.

2.1. Normativa nazionale:

- ❖ Decreto Legislativo 4/8/1999 n. 351: "Attuazione della Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente";
- ❖ 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;
- ❖ Decreto Legislativo 21/5/2004 n. 183: "Attuazione della Direttiva 2002/03/CE relativa all'Ozono nell'Aria".

2.2. Normativa regionale

- ❖ 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".
- ❖ Deliberazione della Giunta Regionale 31/7/2000 n. 27-614 "Raccomandazioni per la popolazione esposta ad episodi acuti di inquinamento da ozono".

2.3. 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); il D. Lgs 183/04 li definisce come soglia di informazione e di allarme (orari) e valore bersaglio per la protezione della salute umana (media su 8 ore).

E' degno di nota il fatto che il DM 60/2002 stabilisce, oltre a valori limite per la protezione della salute umana, anche un *numero massimo di superamenti* di tali valori 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 tutti i valori limite preesistenti.

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 dal D.Lgs. 183/2004 costituiscono parametri di riferimento in base ai quali valutare l'impatto degli inquinanti 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.

2.4. Altre disposizioni a carattere regionale e locale

La Regione Piemonte sta dando 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, 3p e 3 (in ordine di criticità decrescente).

A sua volta la Provincia di Biella, in ottemperanza alle normative sopra richiamate, ha emanato il Piano d'Azione ex art.7 del Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351 (rif. Deliberazione della giunta provinciale n. 449 del 28 ottobre 2003) in cui vengono definiti i primi provvedimenti da attuare per la riduzione del rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme stabilite per gli inquinanti in atmosfera.

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

3. I RISULTATI DEL RILEVAMENTO

3.1. 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.

3.2. 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);

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".

4.2.2. 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 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

4.2.3. Definizioni

Tecnica gravimetrica: il principio di misurazione si basa sulla raccolta del Materiale Particolato PM₁₀ su un filtro e sulla determinazione in laboratorio della corrispondente massa per pesata

Tecnica TEOM: (Tapered Element Oscillating Microbalance): tecnica automatica di misura della concentrazione del Materiale Particolato PM₁₀.

3.3. BIOSSIDO DI ZOLFO

Si origina dalla reazione dello zolfo contenuto nei combustibili con l'ossigeno durante i processi di combustione. Sorgenti di zolfo sono i combustibili fossili liquidi e solidi (carbone, gasolio, olio combustibile). L'anidride solforosa può dunque 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 (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:

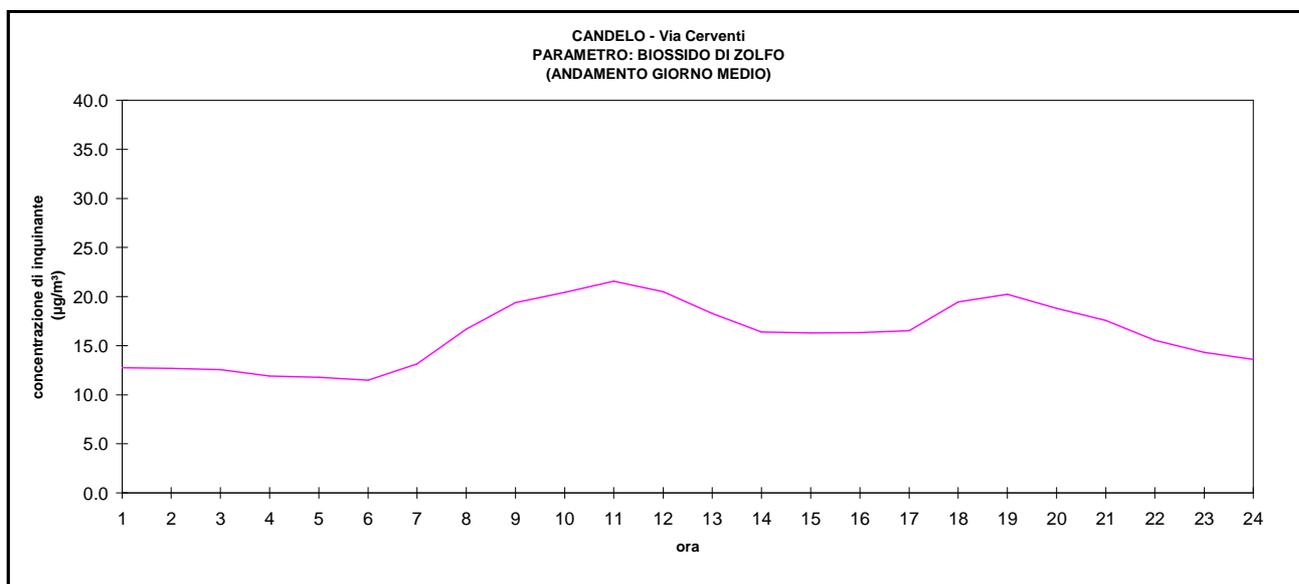
	Periodo di mediazione	Valore limite
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³
Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³
Soglia di allarme	1 ora per tre ore consecutive	500 µg/m ³
Valore limite per la protezione degli ecosistemi	Anno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

CANDELO - Via Cerventi PARAMETRO: BISSIDO DI ZOLFO

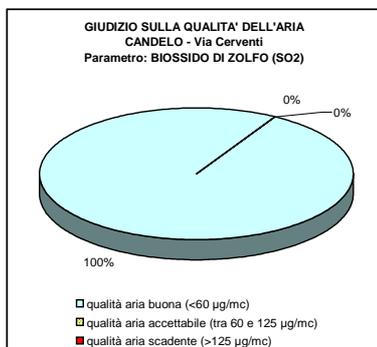
dal 16 dicembre 2004 al 14 gennaio 2005

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/m ³	125 µg/m ³	(µg/m ³)		(µg/m ³)	(µg/m ³)

BIOSSIDO DI ZOLFO	72	0	0	16	25	44	22
-------------------	----	---	---	----	----	----	----



VALUTAZIONI SULLA QUALITA' DELL'ARIA



3.4. OSSIDI DI AZOTO (NO_x): MONOSSIDO DI AZOTO (NO) E BISSIDO 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 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 rappresenta 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.

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 NO_2

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2004	Da non superare più di 18 volte all'anno
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2004	
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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		

E' evidente dalla tabella che 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), nel caso della presente campagna, che ha una durata limitata di circa un mese, l'elaborazione e le considerazioni verranno fatte sulla base delle medie orarie.

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_2 (NO_x). La concentrazione di biossido viene calcolata per differenza tra gli ossidi totali (NO_x) e il monossido di azoto (NO).

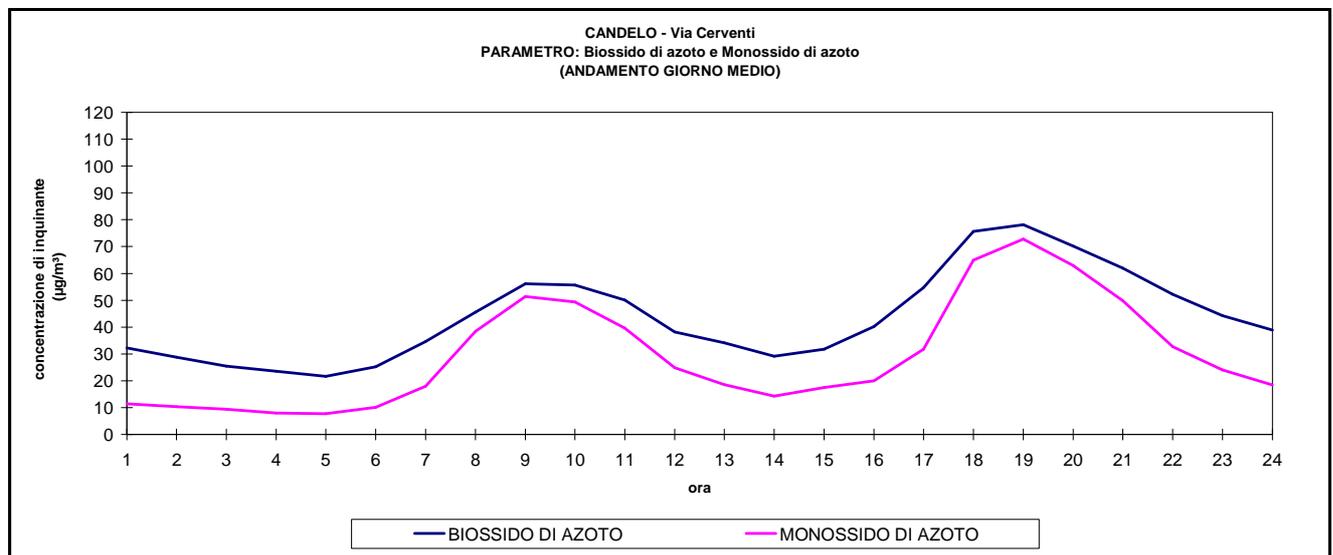
CANDELO - Via Cerventi

PARAMETRO: BIOSSIDO DI AZOTO E MONOSSIDO DI AZOTO

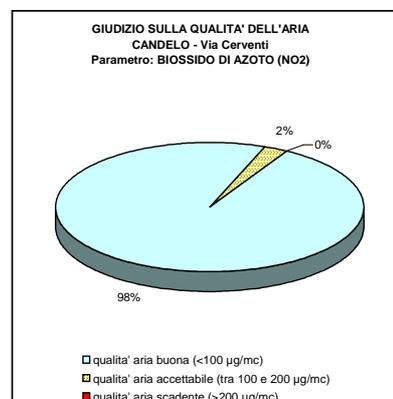
dal 16 dicembre 2004 al 14 gennaio 2005

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/m ³	400 µg/m ³	(µg/m ³)	(µg/m ³)	(µg/m ³)	(µg/m ³)

BIOSSIDO DI AZOTO	74	0	0	44	72	155	78
MONOSSIDO DI AZOTO	74			30	60	167	73



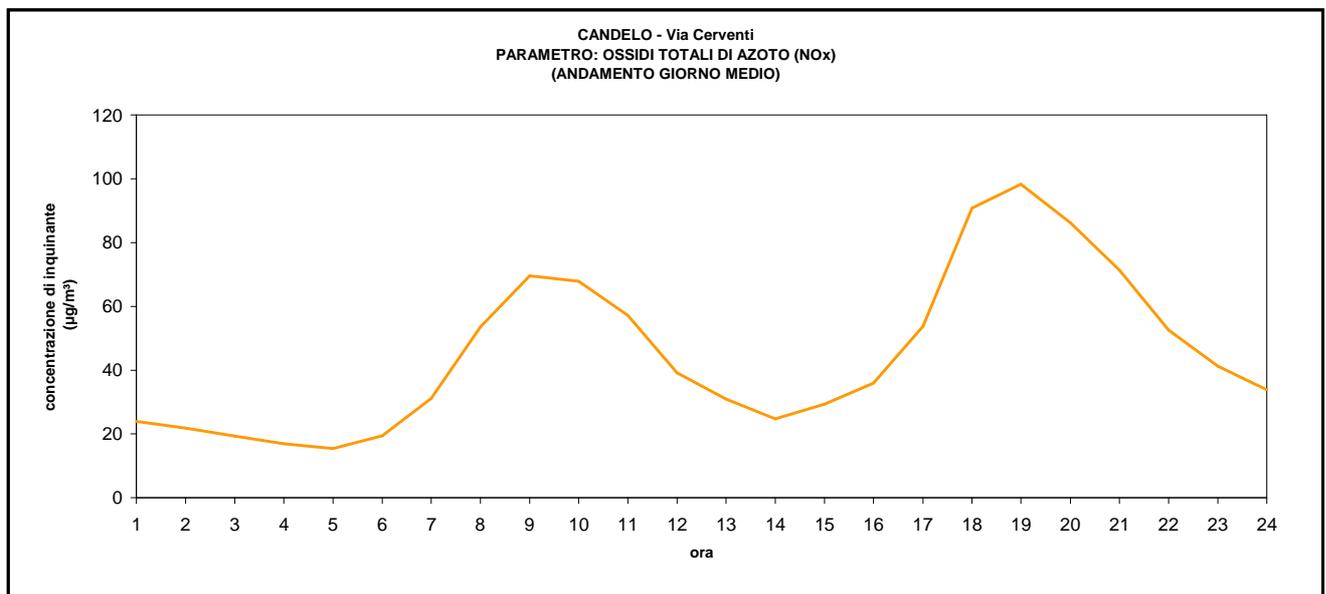
VALUTAZIONI SULLA QUALITA' DELL'ARIA



CANDELO - Via Cerventi
PARAMETRO: OSSIDI TOTALI DI AZOTO (espressi come NO₂)
dal 16 dicembre 2004 al 14 gennaio 2005

NUMERO DATI VALIDI	VALORE MEDIO	VALORE MINIMO ORARIO	VALORE MASSIMO ORARIO	VALORE MASSIMO DEL GIORNO MEDIO
%	(µg/m ³)	(µg/m ³)	(µg/m ³)	(µg/m ³)

OSSIDI TOTALI DI AZOTO	74	87	3.8	356	188
------------------------	----	----	-----	-----	-----



3.5. 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.

Riferimenti normativi:

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

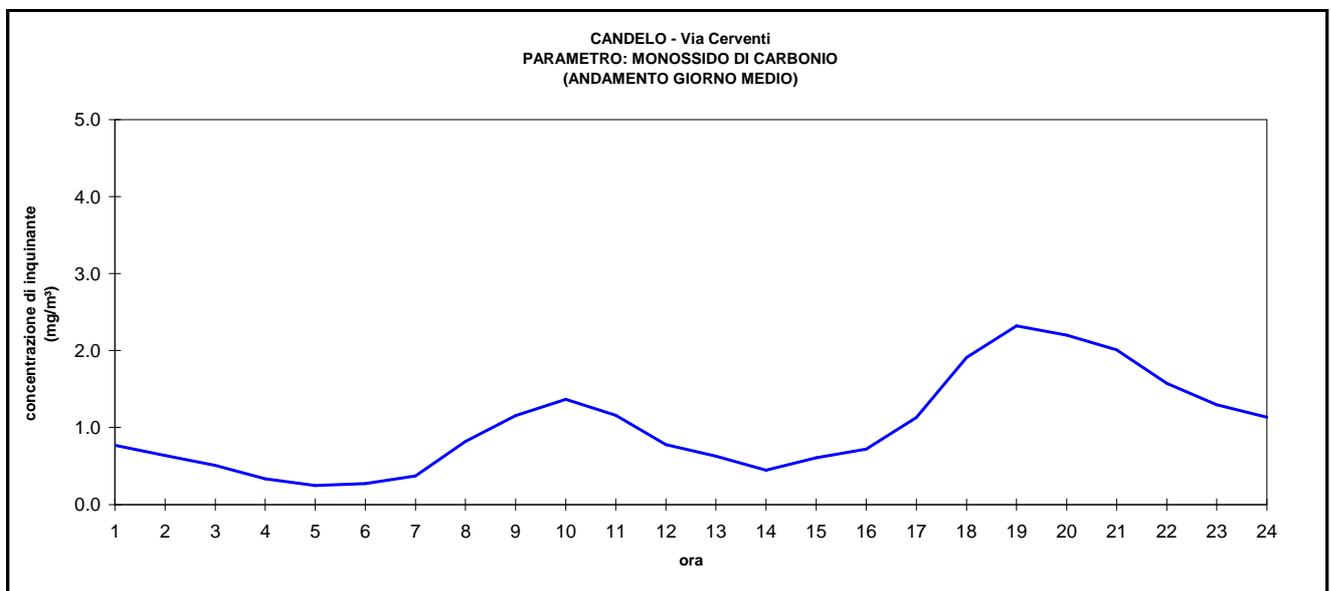
Valore limite DM n. 60 del 2/04/2002

	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	2 mg/m ³ nel 2004

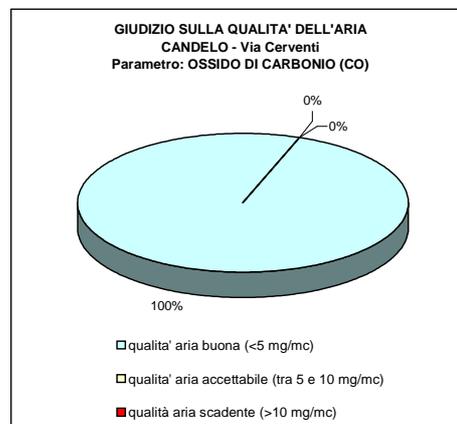
CANDELO - Via Cerventi
PARAMETRO: MONOSSIDO DI CARBONIO
dal 16 dicembre 2004 al 14 gennaio 2005

NUMERO DATI VALIDI	NUMERO SUPERAMENTI VALORE LIMITE PROTEZIONE SALUTE:	VALORE MASSIMO ORARIO	VALORE MASSIMO DEL GIORNO MEDIO
%	10 mg/m ³		

MONOSSIDO DI CARBONIO	93	0	4.3	2.3
-----------------------	----	---	-----	-----



VALUTAZIONI SULLA QUALITA' DELL'ARIA



3.6. 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.

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 recentemente è stata recepita la Direttiva 2002/3/CE con il **D. Lgs n° 183 del 21/5/2004** sono stati introdotti nuovi limiti, soglie e obiettivi a lungo termine.

Il D. Lgs 183/04 introduce in particolare:

- **Valore bersaglio per la protezione umana** pari a 120 µg/m³ (massima media su 8 ore);
- **Soglia di informazione**, pari a 180 µg/m³ (oraria), definita come "livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate specifiche misure";
- **Soglia di allarme**, pari a 240 µg/m³ (oraria), definita come "livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale devono essere adottate specifiche misure".

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

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.

Ozono: indice di qualità dell'aria in Regione Piemonte ed in provincia di Biella. La Regione Piemonte ha definito 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). 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.

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
LIVELLO 0	Media oraria	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Inf. 180
	Media mobile su 8 ore	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Inf. 110
LIVELLO 1	Media oraria	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	180 - 240
	Media mobile su 8 ore	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	110 - 140
LIVELLO 2	Media oraria	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	240 - 360
	Media mobile su 8 ore	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	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

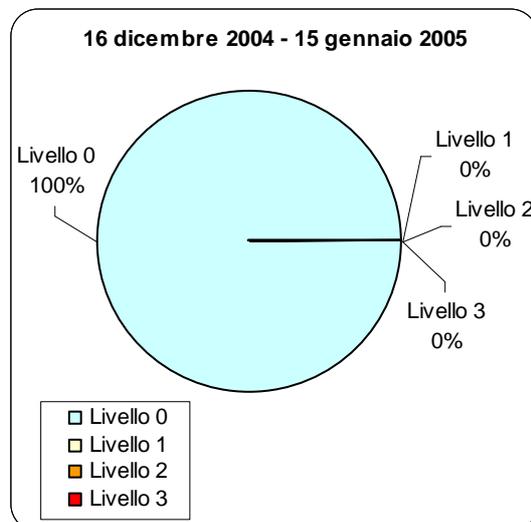
I livelli di ozono sono dunque determinati per confronto con fasce di concentrazioni stabilite in base ai valori limite attualmente vigenti.

Inoltre 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)

LIVELLI DI OZONO nel territorio provinciale nel periodo di misura

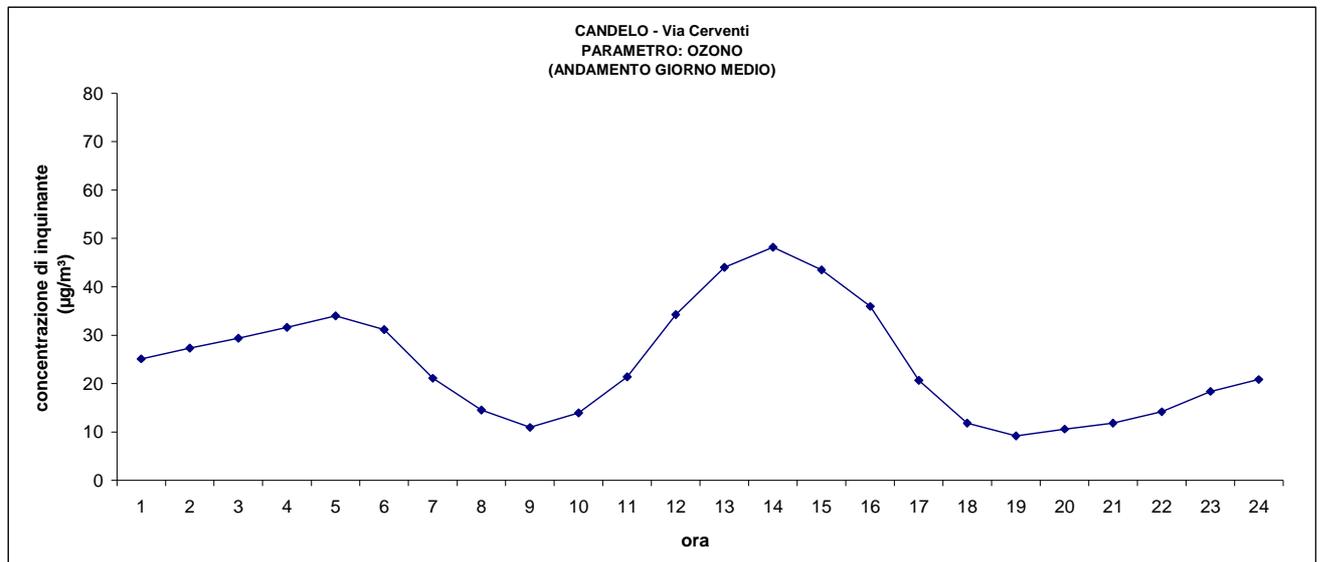


CANDELO - Via Cerventi PARAMETRO: OZONO

dal 16 dicembre 2004 al 14 gennaio 2005

NUMERO DATI VALIDI	NUMERO SUPERAMENTI SOGLIA DI ATTENZIONE:	NUMERO SUPERAMENTI SOGLIA DI ALLARME:	NUMERO DI SUPERAMENTI VALORE BERSAGLIO PROTEZIONE SALUTE	VALORE MASSIMO (media giornaliera)	VALORE MASSIMO ORARIO	VALORE MASSIMO DEL GIORNO MEDIO
%	180 µg/m ³	240 µg/m ³	120 µg/m ³		(µg/m ³)	(µg/m ³)

OZONO	97	0	0	0	41	77	48
-------	----	---	---	---	----	----	----



3.7. 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 della frazione di benzene e di idrocarburi aromatici (rispettivamente circa l'1% ed il 30%), ma è legata anche 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.

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.

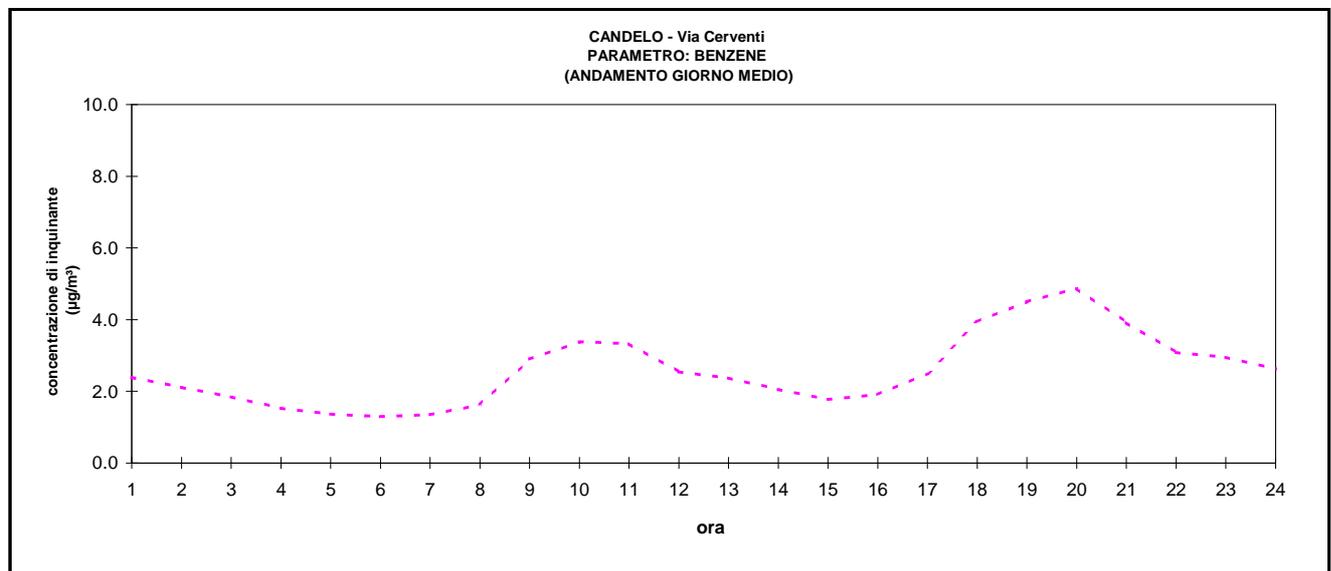
Metodo di misura: il benzene viene misurato mediante la tecnica della cromatografia capillare in fase gassosa, che permette la separazione e l'identificazione in tempi brevi (15 min) dei componenti della miscela gassosa campione. L'utilizzo di un rivelatore selettivo per i composti aromatici permette di separare le eventuali sostanze interferenti e di giungere alla determinazione quantitativa del benzene in modo preciso, accurato e molto sensibile.

CANDELO - Via Cerventi PARAMETRO: Benzene

dal 16 dicembre 2004 al 14 gennaio 2005

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

BENZENE	95	2.6	0.3	11.7	4.9
---------	----	-----	-----	------	-----



VALUTAZIONI SULLA QUALITA' DELL'ARIA



3.8 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).

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	

	Dipartimento Provinciale di Biella Area Tematica Qualità dell'aria ed Emissioni RELAZIONE TECNICA	Pagina : 25/35
		N. QA 87/2005 del 17/05/2005

Tecnica di misura del PM10. E' possibile acquisire dati di concentrazione di PM10 mediante due differenti tecniche di misura, di cui è bene, prima di procedere nella descrizione dei risultati, illustrare le possibilità e gli svantaggi. Esse sono:

a) La *tecnica gravimetrica*: costituisce metodica di riferimento per la misura del PM10 ai sensi del DM 60/02. Essa permette l'acquisizione delle concentrazioni di PM10 solo su base giornaliera (non è possibile disporre di medie orarie). E' la tecnica da utilizzare per confrontare i dati sperimentali tra stazioni diverse e con il valore limite e per stabilire l'accadimento di superamenti. I risultati complessivi ottenuti a Candelo sono riportati a pagina 26, dove il profilo temporale si riferisce ai giorni di misura.

b) L'acquisizione in continuo mediante *analizzatore automatico di PM10 TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance)* che, a fronte del vantaggio di acquisire i dati su base oraria, fornisce però una stima meno accurata della concentrazione di PM10 (misura valori di concentrazione in difetto rispetto al metodo gravimetrico di riferimento). L'analizzatore TEOM è stato impiegato per disporre anche dell'andamento dei livelli di PM10 nel corso della giornata. Il profilo del giorno medio ricavato con i dati TEOM è riportato a pagina 27, con il solo scopo di illustrare l'evoluzione delle concentrazioni rilevate a Candelo nell'arco delle 24 ore.

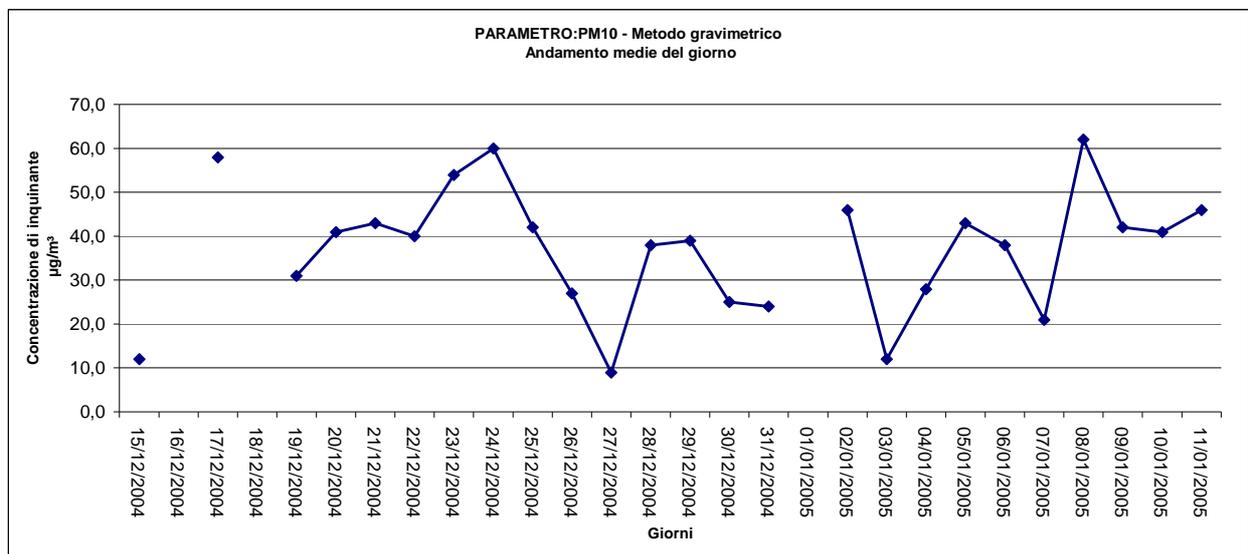
CANDELO - Via Cerventi

PARAMETRO: POLVERI PM10 - Metodo Gravimetrico

15 dic. 2004 - 11 gen. 2005

NUMERO DATI VALIDI	VALORE MEDIO DEL PERIODO	VALORE MINIMO	VALORE MASSIMO	N° DI SUPERAMENTI VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (50 µg/m³)
%	(µg/m³)	(µg/m³)	(µg/m³)	

PM10	83	37	9	62	4
------	----	----	---	----	---



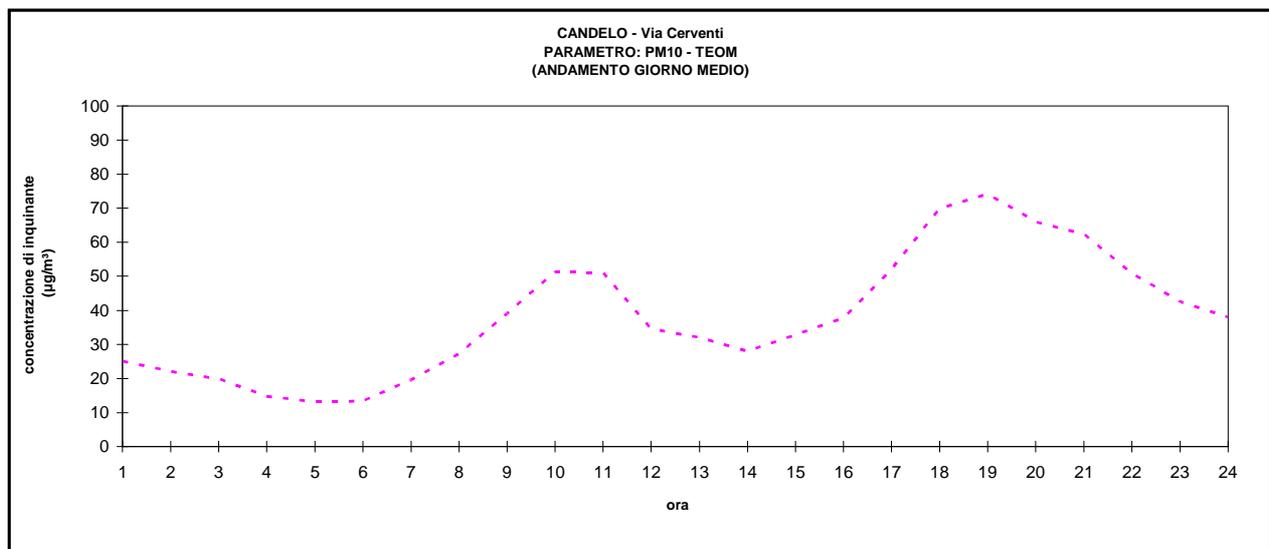
VALUTAZIONI SULLA QUALITA' DELL'ARIA



CANDELO - Via Cerventi
PARAMETRO: POLVERI PM10 - TEOM
dal 16 dicembre 2004 al 14 gennaio 2005

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

PM10	100	38	0	135	64	74
------	-----	----	---	-----	----	----



3.9. METALLI PESANTI

Molti metalli pesanti sono ubiquitari e si ritrovano sia allo stato naturale (ove rientrano nei processi geologici che interessano la crosta terrestre) sia in innumerevoli manufatti prodotti dall'uomo.

Nell'ambiente atmosferico i metalli pesanti hanno generalmente concentrazioni bassissime dell'ordine del nanogrammo per metro cubo (ng/m^3). Essi sono emessi in atmosfera in associazione con il particolato da sorgenti naturali quali eruzioni vulcaniche, erosione di suoli e rocce, aerosol marini, sollevamento della polvere ad opera del vento, ecc., mentre le principali fonti antropiche di immissione sono le attività di combustione fissa a scopo civile, industriali o di produzione di energia elettrica; l'incenerimento di rifiuti, l'estrazione e la lavorazione di metalli, la produzione di cementi; inceneritori di rifiuti, combustioni mobili (traffico veicolare e ferroviario). A queste possibili fonti occorre aggiungere anche gli specifici impianti industriali di produzione/lavorazione dei metalli (fonderie, acciaierie), l'usura meccanica dei manufatti metallici, l'impiego di fertilizzanti e fitofarmaci in agricoltura.

PIOMBO (Pb)

L'importanza di questo elemento come inquinante atmosferico è andata via via decrescendo con l'eliminazione del piombo dai carburanti per autotrazione.

In generale i livelli di piombo misurati attualmente nei centri urbani non destano preoccupazioni per la salute pubblica.

Il DM 60/2002 prevede comunque per il piombo un valore limite annuale per la protezione della salute umana pari a $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

CADMIO (Cd)

E' frequentemente associato a Zn e Pb sia in natura che negli impianti di lavorazione dello zinco e nei relativi effluenti. Trova ampia applicazione industriale in campo automobilistico, nella produzione di componenti ad elevata tecnologia, pigmenti, leghe e batterie e come additivo nei materiali plastici.

Per il cadmio atmosferico è allo studio una proposta di Direttiva europea che prevede un valore di soglia (al di sopra del quale è necessario il monitoraggio del metallo) pari ad una media annuale di $0.005 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Commission of the European Communities, 2003)

NICHEL (Ni)

Per quanto riguarda il Nichel atmosferico, le principali sorgenti antropiche sono la combustione del carbone, del petrolio e derivati (a livello europeo l'apporto da combustione fissa è stimato intorno al 55% del totale), oltre alle acciaierie, le fonderie e gli inceneritori, mentre non è ancora noto con precisione il contributo del traffico.

Per il nichel atmosferico è allo studio una proposta di Direttiva che prevede un valore di soglia (al di sopra del quale è necessario il monitoraggio del metallo) pari ad una media annuale di $0.020 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Commission of the European Communities, 2003)

VANADIO (V)

Industrialmente il Vanadio è impiegato soprattutto nella produzione di leghe ferro-vanadio e come additivo negli acciai. Il Vanadio è contenuto nel carbone e nei petroli e pertanto si ritrova nei combustibili derivati. La maggior parte del V atmosferico proviene appunto

dalle combustioni fisse di carbone e derivati del petrolio (centrali termoelettriche, impianti termici industriali e civili) da cui è emesso in associazione con la frazione fine del particolato (diam.< 2.5 µm) residuo della combustione (ceneri e fuliggine) come pentossido (V₂O₅) un composto che, miscelato con acqua, dà origine a soluzioni irritanti per la mucosa congiuntivale e del tratto respiratorio. La normativa italiana stabilisce dei valori limite al contenuto massimo della somma di Ni+V nei combustibili ad uso civile ed industriale: si va dai 15 mg/kg del gasolio ai 230 mg/kg dell'olio combustibile denso ATZ. Studi effettuati in alcuni Paesi membri dell'UE riportano concentrazioni medie annuali di V nei grandi centri urbani ed industriali comprese tra 3 e 200 ng/m³.

Metodo di misura. I metalli in atmosfera sono determinati analizzando il contenuto di questi elementi nel particolato atmosferico PM10 prelevato per mezzo di opportuni campionatori che fanno fluire l'aria attraverso dei filtri ove si deposita il particolato stesso. L'analisi di laboratorio è effettuata mediante tecniche di spettroscopia di massa.

Risultati di misura

Durante la campagna in esame, i metalli pesanti sono stati determinati sulla frazione PM10 del particolato, ottenendo un dato di concentrazione media su tutto il periodo di rilevamento (dal 15 novembre al 15 dicembre 2004).

	Concentrazione media rilevata (µg/m ³)	Valori di riferimento (µg/m ³)
Piombo	0.029	0.5 (*)
Cadmio	0.0005	0.005 (**)
Nichel	0.008	0.020 (**)
Vanadio	0.004	0.003 – 0.2 (***)

Fonti:

(*) D.M. 60/2002

(**) Commission of the European Communities, 2003

(***) World Health Organization, Regional Office for Europe, 2000.

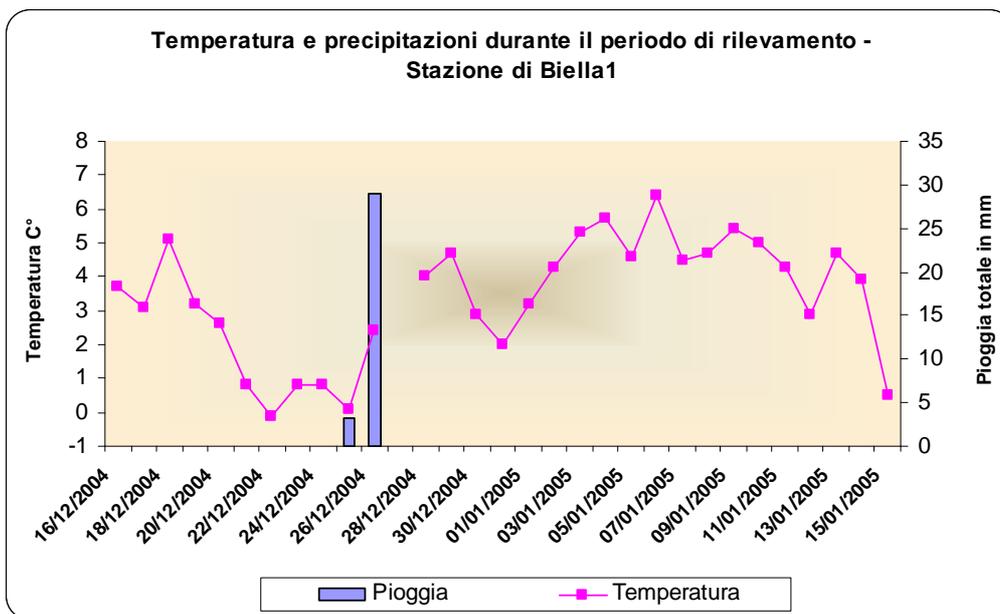
4. COMMENTI E CONCLUSIONI

4.1. Condizioni meteorologiche

Si riportano i profili di temperatura e precipitazioni rilevati presso la stazione di Biella1.

La temperatura minima giornaliera registrata è stata di $-0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e la massima di $6.4\text{ }^{\circ}\text{C}$, con una temperatura media complessiva dell'intero periodo di misura di $3.4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

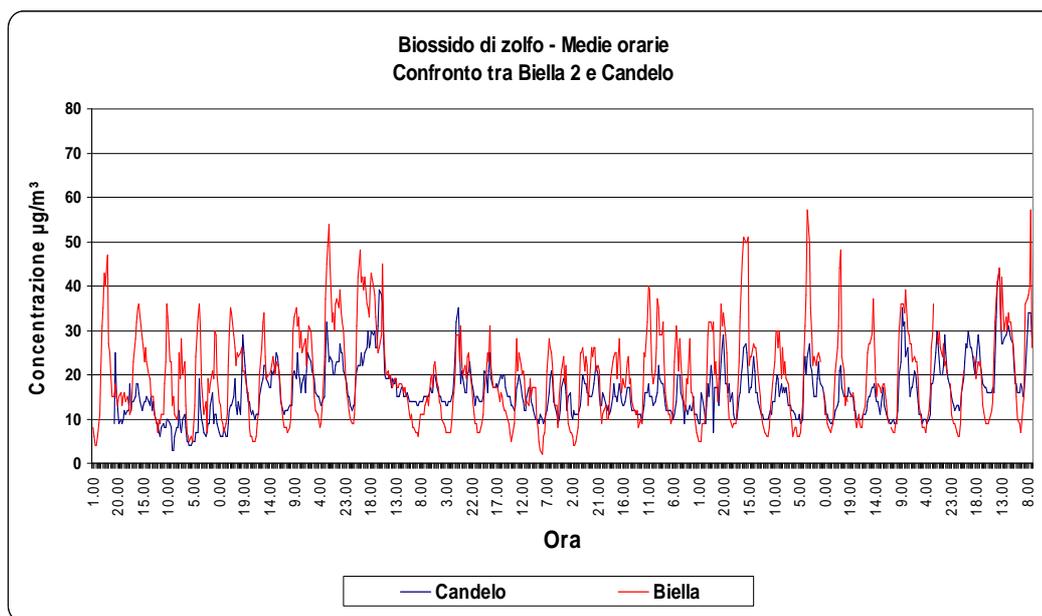
Il periodo di misura si è caratterizzato da scarsa piovosità, durante tutta la campagna di misura; le precipitazioni complessive sono state pari a 32.2 mm , distribuiti su due giorni (25 e 26 dicembre 2004).



4.2. Biossido di zolfo.

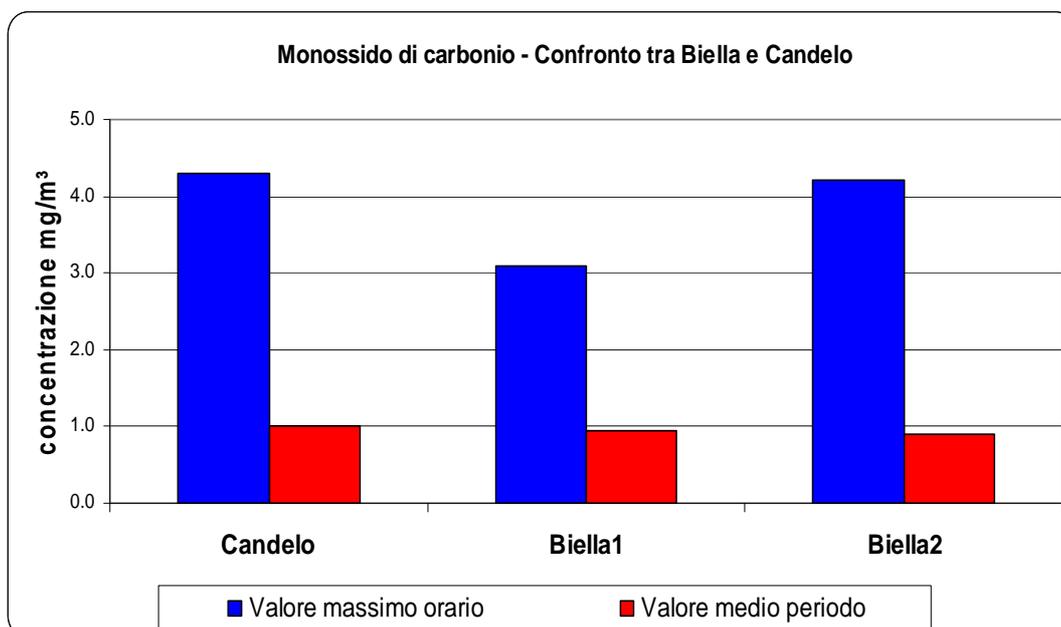
Si riscontrano valori mediamente bassi, ampiamente inferiori al valore limite (la massima media giornaliera raggiunta è stata pari a $25\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, contro un limite di 125) e coerenti con le caratteristiche climatiche della stagione fredda (gran parte del biossido di zolfo proviene dagli impianti termici civili). Non si sono mai verificati superamenti di valori limite.

Nel grafico che segue, in cui si riporta un confronto dei i valori misurati a Candelo con quelli rilevati a Biella 2 nello stesso periodo, si evidenzia nel complesso un livello di Biossido di Zolfo, inferiore rispetto a quello registrato a Biella2.



4.3. Monossido di carbonio.

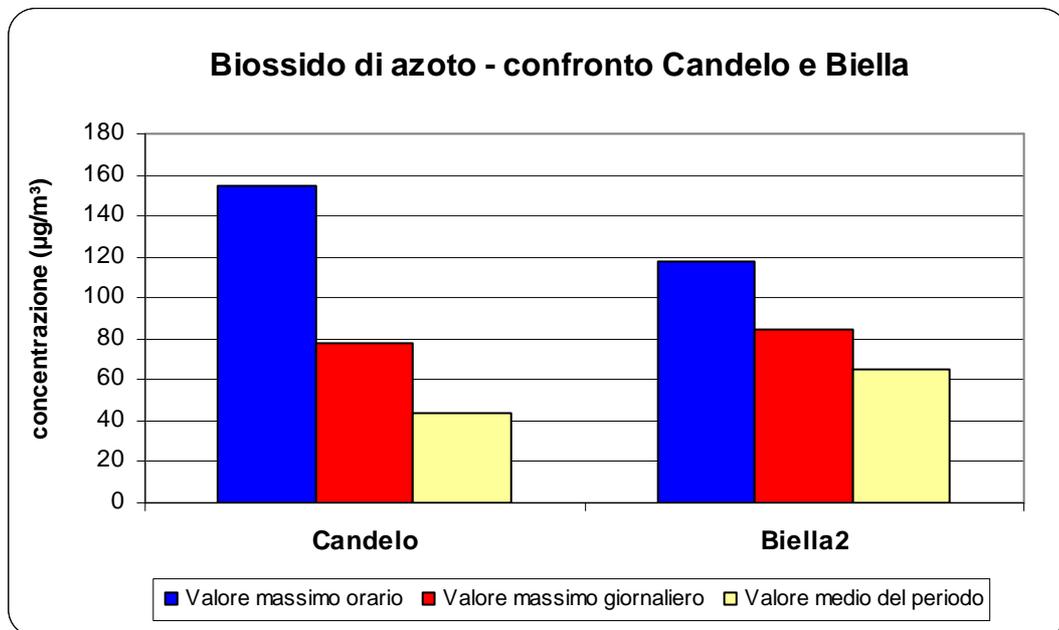
La principale fonte di questo inquinante è costituita dalle emissioni del traffico veicolare. Durante le campagne di misura non si sono verificati superamenti del limite e le concentrazioni non salgono mai a livelli tali da destare preoccupazioni sia nei valori di picco che in quelli mediati sulle 8 ore o sull'intero periodo di misura. Ciò è messo in evidenza nel grafico seguente in cui si riporta il confronto tra i valori misurati a Candelo e quelli misurati presso i due siti di Biella. La concentrazione media del periodo risulta sensibilmente più elevata a Candelo mentre la concentrazione massima oraria è simile a quella registrata presso la stazione di Biella2. Ciò è conforme con le caratteristiche del sito (strada stretta con traffico piuttosto lento), in cui è facile avere una maggiore stabilità atmosferica con ristagno di inquinanti.



4.4. Ossidi di azoto

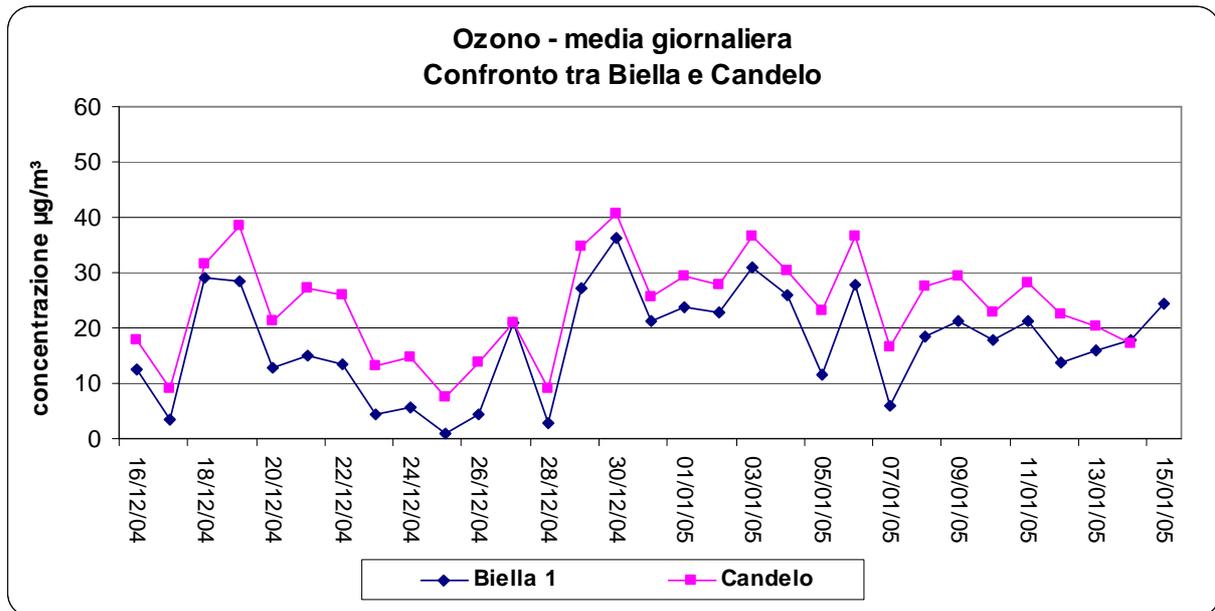
Per il **biossido di azoto** non si sono verificati superamenti del valore limite orario per la protezione della salute di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante tutto il periodo di misura anche se il massimo orario misurato ($155 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è poco al disotto di tale limite.

Il grafico che segue confronta i valori misurati a Candelo con quelli misurati a Biella2 (Piazza Lamarmora) che è una stazione classificata urbana (di "traffico"). Dal grafico si può notare come a dispetto di concentrazioni medie del periodo e valori massimi giornalieri più bassi a Candelo, le concentrazioni massime orarie registrate siano più elevate che a Biella. Questo significa che a Candelo, nel sito di misura, per le sue caratteristiche è facile che si verifichino situazioni di picco legate al traffico congestionato. Ciò è confermato dal fatto che le concentrazioni medie orarie più elevate si sono registrate tra le 18.00 e le 20.00.



4.5. Ozono. Nel periodo invernale il livello di ozono al suolo non assume più 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 il classico andamento con un massimo diurno verso le ore 13-15. Nel complesso di valori misurati sono ben sovrapponibili rispetto a quelli rilevati presso le altre stazioni fisse della rete.

Si riporta nel grafico di seguito un confronto tra le medie giornaliere a Candelo e a Biella1.

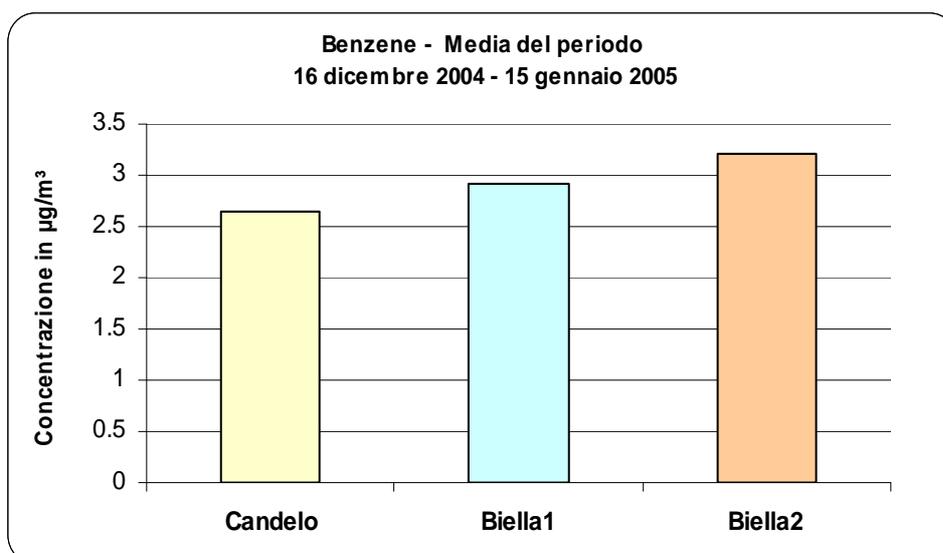


4.6 Benzene ed idrocarburi aromatici

Il benzene è un tipico inquinante da traffico risultato di emissioni di veicoli alimentati a benzina.

Le concentrazioni medie di benzene riscontrate durante la campagna di misura risultano leggermente più basse rispetto a quelle rilevate presso i due siti a Biella.

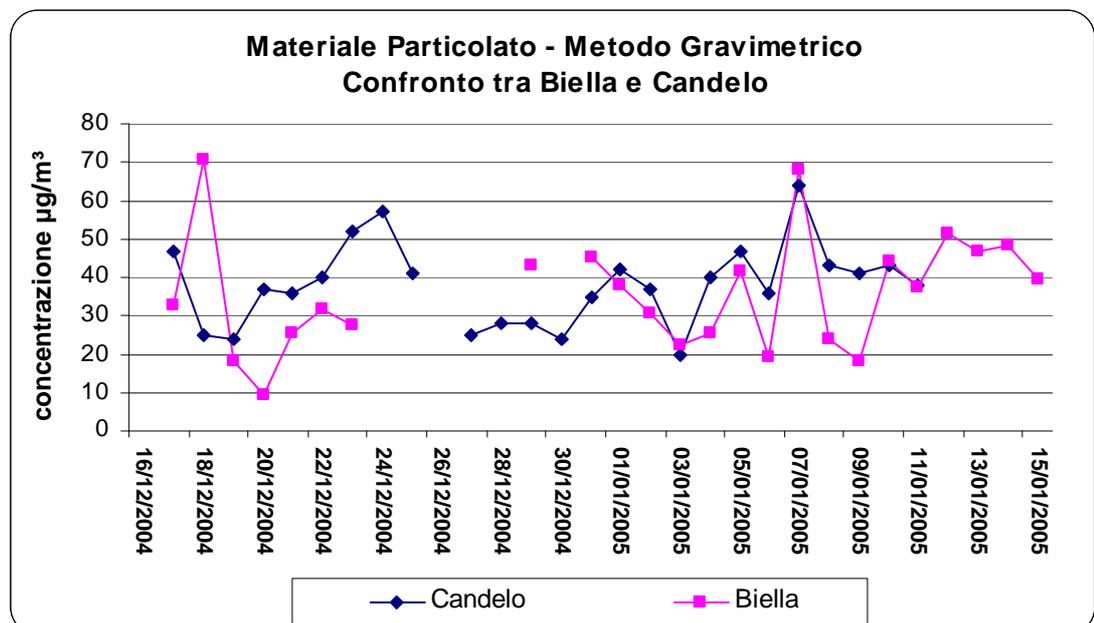
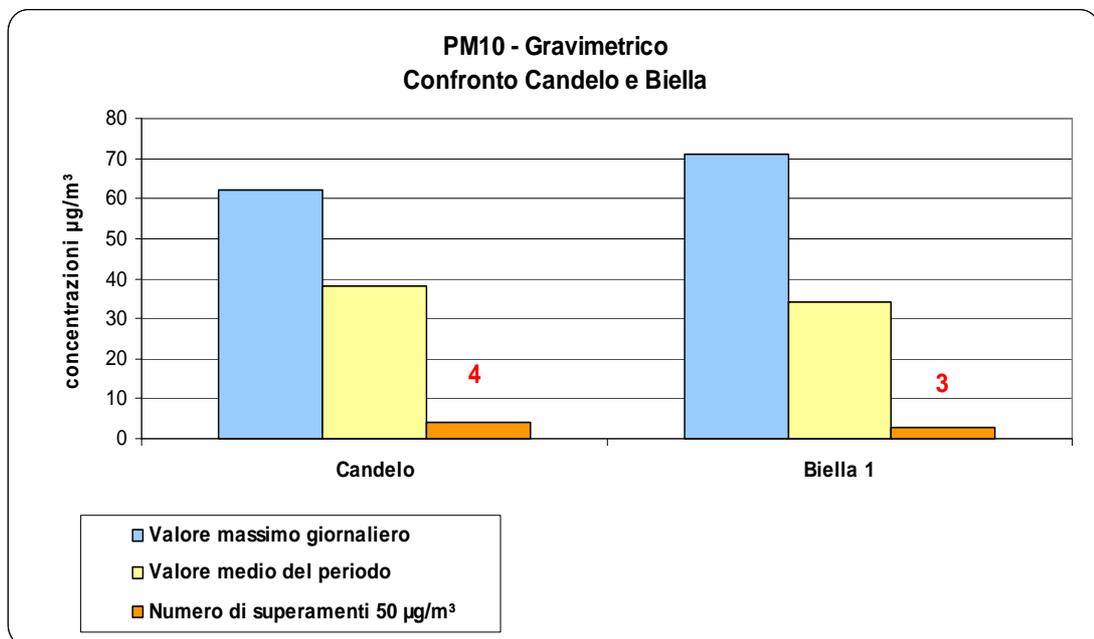
Tenendo conto che il Benzene è un inquinante critico nei periodi invernali ed essendo le concentrazioni misurate al di sotto del valore limite, pare poco probabile che i livelli di tale inquinante possano, per periodi di tempo prolungati, superare il valore limite (5 µg/m³ come media annuale).



4.7. Particolato PM10

L'andamento delle medie giornaliere del PM10 durante il periodo di misure è riportato di seguito prendendo in considerazione solo i valori acquisiti con la tecnica gravimetrica in quanto più affidabili sotto l'aspetto quantitativo. Per tutto il periodo in esame si sono verificati 4 superamenti del valore limite ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), confermando il fatto che il PM10 è un inquinante critico nella stagione invernale, e l'andamento è molto simile a quello rilevato a Biella con analoga tecnica di misura.

Rispetto a Biella, il PM10 a Candelo presenta concentrazioni massime giornaliere inferiori (si veda il grafico sotto) ma una concentrazione media del periodo leggermente più alta. Questo significa che pur rimanendo più basso di Biella nelle situazioni di picco la concentrazione di PM10 nel sito di misura a Candelo rimangono leggermente più elevate.



4.8. Metalli pesanti

I metalli pesanti sono stati determinati sulla frazione PM10 del particolato.

4.8.1. Piombo. La concentrazione rilevata è ampiamente al di sotto del limite.

Il valore misurato ($0.029 \mu\text{g}/\text{m}^3$) risulta del tutto analogo a quanto misurato in altre località della provincia.

Tenendo conto della progressiva sostituzione del piombo nelle benzine (le benzine con piombo sono fuori commercio dall'inizio del 2002) si ritiene molto improbabile che tale inquinante possa salire a livelli significativamente superiori a quelli misurati.

4.8.2. Cadmio, Vanadio, Nichel.

Anche per il Cadmio, Nichel e Vanadio la concentrazione rilevate si mantengono ampiamente al di sotto dei valori guida proposti.

4.9. Conclusioni.

Nel concludere la presente relazione si possono raggruppare gli inquinanti esaminati a seconda della criticità evidenziata dai rilevamenti:

- Piombo, Benzene, biossido di zolfo: si rilevano concentrazioni molto basse e analoghe a quanto osservato presso altri siti di misura nel capoluogo biellese;
- Ozono: le concentrazioni non differiscono sostanzialmente da quanto osservato a Biella ed in altri centri della provincia. Per questo parametro il sito di misura non presenta caratteristiche o criticità peculiari rispetto ad altri siti;
- Monossido di carbonio: si rilevano concentrazioni leggermente più elevate rispetto ai punti di misura di Biella, coerenti con le caratteristiche del sito di misura, strada stretta e interessata da discreto traffico veicolare;
- Biossido di Azoto e PM10: Il periodo di misura è generalmente considerato critico per entrambi gli inquinanti, le cui concentrazioni tendono ad aumentare nei periodi invernali, soprattutto se caratterizzati da bassa piovosità.

I risultati ottenuti risultano complessivamente coerenti con le caratteristiche del sito, trattandosi di una via piuttosto stretta ed interessata da sostenuto traffico veicolare; questa è infatti un'importante via di collegamento tra la zona centrale di notevole interesse storico ed il capoluogo di provincia. Potrebbe, perciò essere valutare la possibilità di modificare la viabilità, in modo da deviare il traffico veicolare, evitando che si riversi su via Cerventi che per le sue caratteristiche non consente un flusso di traffico intenso e determina una situazione di stabilità atmosferica con ristagno degli inquinanti.

Il Dirigente Responsabile
Dr.ssa Antonella PANNOCCHIA