

CAMPAGNA di RILEVAMENTO della QUALITA' DELL'ARIA
c/o Comune di Candelo (Bi)
sito in via Cerventi

campagna effettuata con mezzo mobile:
dal 04 maggio al 10 giugno 2015



Testi ed elaborazioni a cura di:

Bergando Denise

Campionamenti e gestione strumentazione a cura di:

Bergando Alexander

*ARPA Piemonte Dipartimento Provinciale di Biella – Responsabile Dott. Barbera Bruno
Struttura Semplice di produzione 09.02 – Responsabile Dott. Gianfranco Piancone*

Le determinazioni gravimetriche del particolato atmosferico PM10 sono state realizzate da:

*ARPA Piemonte Dipartimento Provinciale di Vercelli – Responsabile Dott. Giancarlo Cuttica
Struttura Semplice di produzione 13.02 – Responsabile Dott. Giancarlo Cuttica*

INDICE

1	Introduzione	pg 4
1.1	Delucidazioni ed abbreviazioni.....	pg 5
1.2	Quadro normativo.....	pg 6
1.2.1	Definizioni.....	pg 6
1.3	Cenni sull'inquinamento atmosferico e sui principali fattori meteo climatici.....	pg 7
2	Inquinanti	pg 8
2.1	Biossido di Zolfo (SO ₂).....	pg 8
2.2	Ossidi di Azoto (NO _x): Monossido di Azoto (NO) e Biossido di Azoto (NO ₂).....	pg 9
2.3	Monossido di Carbonio (CO).....	pg 10
2.4	Ozono (O ₃).....	pg 11
2.5	Benzene (C ₆ H ₆).....	pg 13
2.6	Particolato (PM10).....	pg 14
2.7	IPA nel particolato PM10 e Metalli.....	pg 15
2.7.1	IPA (idrocarburi policiclici aromatici).....	pg 15
2.7.2	Metalli	pg 15
2.8	Il mezzo mobile.....	pg 18

1 Introduzione

Considerati i numerosi argomenti trattati, per renderne più semplice la lettura, si è deciso di articolare questa relazione in più parti.

Nella prima parte, comune a tutte le campagne, vengono trattati gli aspetti più generali della materia quali le definizioni, il quadro normativo, le parti introduttive contenenti le caratteristiche più importanti (proprietà chimiche, fonti, effetti sull'uomo e sull'ambiente) dei parametri monitorati e la descrizione del mezzo mobile e della sua strumentazione.

La seconda parte, denominata **allegato A**, riguarda la campagna estiva. Sono riportati i report dei dati rilevati, le elaborazioni effettuate sia dei singoli parametri che gli eventuali confronti eseguiti con i dati della stazione fissa più vicina o con altri parametri di riferimento.

Inoltre sono riportate altre informazioni utili, quali:

- la percentuale dei dati orari validi acquisiti sul totale di ore di misura questo dato è indice del regolare funzionamento dell'analizzatore, dei tempi di intervento e di calibrazione della funzionalità delle trasmissioni, etc. Tutte le informazioni fanno riferimento al numero di dati validi indicati;
- Il numero di eventuali superamenti dei livelli di protezione della salute o di altri valori limite (es. valori di protezione della vegetazione o valori obiettivi);
- Valori medi, minimi e/o massimi di concentrazione degli inquinanti rilevati durante la campagna di misura;
- Il valore massimo del "giorno medio" dove il valore massimo del giorno medio è il più elevato valore orario medio di concentrazione mentre il giorno medio del periodo di rilevamento si ottiene calcolando, per ciascuna ora del giorno, la media delle concentrazioni rilevate nell'arco della giornata.

Saranno inoltre presenti alcuni grafici che riportano sia gli andamenti delle concentrazioni del giorno medio che rappresentano quindi la concentrazione media dell'inquinante per ciascuna ora del giorno, sia grafici relativi alla valutazione della qualità dell'aria durante il periodo monitorato. Questi ultimi, rappresentati da grafici a torta, riportano pertanto la percentuale di dati ricadenti in ciascuna delle fasce di qualità (buona, accettabile, scadente), permettendo così di avere una visione immediata dell'aria esaminata *sull'intero periodo*, in modo indipendente dall'avvenuto o meno superamento dei limiti di attenzione e/o di allarme.

Nel caso in cui venga effettuata anche la campagna invernale sarà presente una terza parte, denominata **allegato B**, in cui gli argomenti trattati saranno gli stessi dell'allegato A aggiornati con i dati e le elaborazioni della nuova campagna.

1.1 Delucidazioni ed abbreviazioni

Tipologia	nomenclatura	Formula bruta o abbreviazione
Composto chimico	Monossido di carbonio (o ossido di carbonio)	CO
Composto chimico	Biossido di zolfo (o anidride solforosa)	SO ₂
Elemento chimico	Ozono	O ₃
Composto chimico	ossido di azoto (o ossido nitrico)	NO
Composto chimico	Biossido di azoto (o diossido di azoto)	NO ₂
Composto chimico	Ossidi totali di azoto (=NO+ NO ₂) <i>espresso come biossido</i>	NO _x
Composto chimico	Benzene	C ₆ H ₆
Composto chimico	Idrocarburi policiclici aromatici	IPA
Particolato	Materiale particolato (diametro <10)	PM10
Particolato	Materiale particolato (diametro < 2.5)	PM2.5
Particolato	Materiale particolato (diametro <1)	PM1
Metalli	Piombo	Pb
Metalli	Arsenico	As
Metalli	Cadmio	Cd
Metalli	Nichel	Ni
Unità di misura	Milligrammo al metro cubo	mg/m ³
Unità di misura	Microgrammo al metro cubo	µg/ m ³
Unità di misura	Nanogrammo al metro cubo	ng/ m ³
Stazione fissa	Stazione fissa sub-urbana sita in via Don Sturzo, 20 – Biella	B11 oppure Biella1
Stazione fissa	Stazione fissa urbana sita in p.za Lamarmora, 6 – Biella c/o Villa Shneider	B12 oppure Biella2
Stazione fissa	Stazione fissa sub-urbana sita in p.za della Pace, 2 – Cossato	COS oppure Cossato
Stazione fissa	Stazione fissa sub-urbana sita in fr. Ronco – Trivero c/o scuole elementari	TRI oppure Trivero

1.2 Quadro normativo

Normativa nazionale:

- **Decreto Legislativo 155/2010 e ssmm:** “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente”.
Con l'entrata in vigore, dal 30 settembre 2010, del D. Lgs. 155/2010 che costituisce una sorta di testo unico sulla qualità dell'aria vengono abrogate gran parte delle norme previgenti più precisamente vengono abrogati: **D. Lgs. 351/99; D.M. 60/2002; D. Lgs. 183/2004; D. Lgs. 152/2007; D.M. 261/2002.**

Normativa regionale:

- **Legge Regionale n. 43 del 07/04/2000:** “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”;
- **Delibera della Giunta Regionale n. 27-614 del 31/07/2000:** “Raccomandazioni per la popolazione esposta ad episodi acuti di inquinamento da ozono.

1.2.1 Definizioni

- **Valore limite:** livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato [*lettera h) comma 1 art. 2_D.Lgs. 155/2010 e ssmm*];
- **Livello critico:** livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti su recettori quali gli alberi, le altre piante o gli ecosistemi naturali, esclusi gli esseri umani [*lettera i) comma 1 art. 2_D.Lgs. 155/2010 e ssmm*];
- **Valore obiettivo:** livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita [*lettera m) comma 1 art. 2_D.Lgs. 155/2010 e ssmm*];
- **Soglia di allarme:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati [*lettera n) comma 1 art. 2_D.Lgs. 155/2010 e ssmm*];
- **Soglia di informazione:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive [*lettera o) comma 1 art. 2_D.Lgs. 155/2010 e ssmm*];
- **Obiettivo a lungo termine:** livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente [*lettera p) comma 1 art. 2_D.Lgs. 155/2010 e ssmm*];
- **Indicatore di esposizione media:** livello medio da determinare sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo ubicate in siti fissi di campionamento urbani presso l'intero territorio nazionale e che riflette l'esposizione della popolazione. Permette di calcolare se sono stati rispettati l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione e l'obbligo di concentrazione dell'esposizione [*lettera q) comma 1 art. 2_D.Lgs. 155/2010 e ssmm*];

- **Misurazioni indicative:** misurazioni dei livelli degli inquinanti, basate su obiettivi di qualità meno severi di quelli previsti per le misurazioni in siti fissi, effettuate in stazioni ubicate presso siti fissi di campionamento o mediante stazioni di misurazione mobili, o, per il mercurio, metodi di misura manuali come le tecniche di campionamento diffuso [*lettera u) comma 1 art. 2_D.Lgs. 155/2010 e ssmm*];
- **Giorno medio del periodo:** il giorno medio del periodo di rilevamento si ottiene calcolando, per ciascuna ora del giorno, la media delle concentrazioni rilevate;
- **Valore massimo del giorno medio:** corrisponde al valore medio orario, di concentrazione, più elevato.
- **Valore medio del periodo:** corrisponde al valore medio delle medie giornaliere
- **valore massimo del periodo:** corrisponde al valore massimo dei massimi giornalieri

1.3 Cenni sull'inquinamento atmosferico e sui principali fattori meteo climatici

Inquinamento atmosferico: ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente (*comma 1, lettera a), art. 268 D.LGS. 152/06 e ss.mm.*)

Fattori meteoroclimatici: la maggior parte dei fenomeni di inquinamento atmosferico avviene nella troposfera, in particolare nella zona più vicina alla superficie terrestre denominata "Strato Limite Planetario" che si estende per un'altezza pari a $1 \div 1.5$ Km.

I fattori meteoroclimatici che più influiscono sugli inquinanti e sulla loro dispersione sono:

- **Precipitazioni:** pioggia e neve, catturano le particelle di inquinante, depositandole al suolo contribuendo a "ripulire" l'atmosfera;
- **Nebbia:** le particelle di nebbia assorbono alcuni inquinanti provocando una diminuzione della loro concentrazione; talvolta, in condizioni di nebbia persistente, si assiste invece ad un processo di accumulo degli inquinanti con conseguente aumento della loro concentrazione;
- **Irraggiamento solare:** insieme alle elevate **temperature**, nel periodo estivo, contribuisce alla formazione dello "smog fotochimico";
- **Vento:** contribuisce a disperdere e ad aerotrasportare alcuni inquinanti;
- **Inversione termica:** in inverno, in condizioni di alta pressione, il normale gradiente termico si inverte, l'aria fredda e densa si stratifica vicino al suolo mentre quella calda e leggera tende a disperdersi in quota. Questi due strati non si mescolano quindi gli inquinanti vengono trattenuti, vicino al suolo, dall'aria fredda e pesante.

2 Inquinanti

2.1 Biossido di Zolfo (SO₂)

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, un'importante frazione del particolato atmosferico (solfati di ammonio o solfati di metalli pesanti). In passato era ritenuto l'inquinante atmosferico più importante, con il miglioramento della qualità dei combustibili per il riscaldamento ed autotrazione e con l'estendersi della metanizzazione, la sua concentrazione in atmosfera ha avuto un andamento decrescente.

La concentrazione di SO₂ subisce una variazione stagionale con valori massimi durante la stagione invernale laddove sono in funzione gli impianti di riscaldamento.

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

Metodo di misura: misurazione effettuata mediante fluorescenza ultravioletta.

Unità di misura: microgrammo al metro cubo (µg/m³).

Riferimenti normativi: D.LGS. n. 155 del 13 agosto 2010 e ss.mm. _attuazione direttiva 2008/50/CE (*allegato XI-tab.1 e 3; allegato XII-tab. 1*)

	Periodo di mediazione	Valore limite	
Valore limite	1 ora	350 ^(*)	µg/m ³
Valore limite	24 ore	125 ^(**)	µg/m ³
Soglia di allarme	Su 3 ore consecutive	500	µg/m ³
Livelli critici per la protezione della vegetazione	Anno civile e periodo invernale	20	µg/m ³

(* da non superare più di 24 volte/anno civile); (** da non superare più di 3 volte/anno civile)

2.2 Ossidi di Azoto (NO_x): Monossido di Azoto (NO) e Biossido di Azoto (NO₂)

Sono inquinanti prodotti in tutti i processi di combustione (veicoli, impianti termici, industrie). Con il termine "ossidi di azoto" (NO_x) si intende la somma del monossido e del biossido. 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. 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 determinate concentrazioni esercita un'azione irritante su occhi, naso e vie respiratorie; mentre se introdotto nell'organismo, attraverso il processo respiratorio alveolare, si combina con l'emoglobina modificandone le proprietà chimiche e fisiologiche dando luogo alla formazione di metaemoglobina. Quest'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.

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 sull'ecosistema ma anche sul patrimonio artistico, in quanto alterano gli equilibri chimico-fisici a livello del suolo e provocano danni alla vegetazione.

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.

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.

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.

La concentrazione degli NO_x dipende dalle caratteristiche dei motori e dal loro modo d'uso. La situazione degli NO_x è in via di miglioramento con l'introduzione diffusa di auto dotate di marmitta catalitica, che permettono di ridurre le emissioni.

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.

Metodo di misura: misurazione effettuata mediante chemiluminescenza.

Unità di misura: NO₂ : microgrammo al metro cubo (µg/m³); NO_x: sono espressi in µg/m³ di NO₂

Riferimenti normativi: D.LGS. n. 155 del 13 agosto 2010 e ss.mm. _attuazione direttiva 2008/50/CE (allegato XI-tab.1 e 3; allegato XII-tab. 1)

	Periodo di mediazione	Valore limite	
Valore limite (biossido di azoto)	1 ora	200 ^(*)	µg/m ³
Valore limite (biossido di azoto)	Anno civile	40	µg/m ³
Soglia di allarme (biossido di azoto)	su 3 ore consecutive	400	µg/m ³
Livelli critici per la protezione della vegetazione (ossidi di azoto)	Anno civile	30 ^(**)	µg/m ³

(* da non superare più di 18 volte/anno civile); (** 30 µg/m³ NOx)

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 due mesi, l'elaborazione e le considerazioni verranno fatte sulla base delle medie orarie.

2.3 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.

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%.

La concentrazione del CO dipende dalle caratteristiche dei motori e dal loro modo d'uso , pertanto aumentano nelle condizioni di traffico intenso e rallentato tipico delle strade urbane.

Il monossido di carbonio ha la proprietà di fissarsi 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 rinvengono 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.

Metodo di misura: misurazione effettuata mediante spettrometria a raggi infrarossi.

Unità di misura: milligrammi al metro cubo (mg/m³).

Riferimenti normativi: D.LGS. n. 155 del 13 agosto 2010 e ss.mm. _attuazione direttiva 2008/50/CE (allegato XI-tab.1)

	Periodo di mediazione	Valore limite	
Valore limite	Media massima giornaliera su 8 ore	10	mg/m ³

2.4 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 alla concomitanza di più fattori rappresentati, durante il periodo estivo, da un intenso irraggiamento solare e dalle elevate temperature. Nei mesi invernali invece, la formazione dell'Ozono e la sua concentrazione dipendono, oltre che dai parametri sopra citati, anche dalla presenza di altre sostanze dette "precursori". Tali sostanze, quali ossidi di azoto e composti organici volatili, sono presenti in maggiore concentrazione durante le giornate invernali caratterizzate da cielo sereno.

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.

Metodo di misura: misurazione effettuata mediante assorbimento UV.

Unità di misura: microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Riferimenti normativi: D.LGS. n. 155 del 13 agosto 2010 e ss.mm._attuazione direttiva 2008/50/CE (allegato VII-tab.2 e 3; allegato XII-tab. 2 e 3)			
	Periodo di mediazione	Valore limite	
Soglia d'informazione	1 ora	180	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme	1 ora per 3 ore consecutive	240	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	120 ^(*)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40 ^(**) 18.000 ^h come media per 5 anni	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile	120	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40 ^(**) 6.000 ^h come media per 5 anni	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

(*da non superare più di 25 volte/anno civile come media su tre anni); (**calcolato sulla base dei valori di 1 ora)

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.

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 sovra comunale e sovra provinciale.

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:

Riferimenti normativi: D.G.R. n. 27-614 del 31 luglio 2000 (allegato 1). LIVELLI D'INQUINAMENTO DA OZONO			
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 O ₃ riscontrato		
Livello di inquinamento	Categorie	Consigli e raccomandazioni
LIVELLO 0	---	Nessuna precauzione
LIVELLO 1	Categorie sensibili (bambini, anziani, asmatici, etc):	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	Categorie sensibili (bambini, anziani, asmatici, etc):	Evitare qualsiasi attività fisica durante le 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	Categorie sensibili (bambini, anziani, asmatici, etc):	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).

2.5 Benzene (C₆H₆)

Il benzene appartiene alla classe degli idrocarburi aromatici, gruppo a cui appartengono anche il toluene e gli 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, 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 in funzione della composizione del combustibile, in particolare della frazione di benzene e di idrocarburi aromatici. La sua concentrazione è pertanto aumentata ma è aumentato anche il suo abbattimento dovuto all'impiego delle marmitte catalitiche.

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) 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.

Metodo di misura: misurazione effettuata mediante cromatografia capillare in fase gassosa.

Unità di misura: microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Riferimenti normativi: D.LGS. n. 155 del 13 agosto 2010 e ss.mm. _attuazione direttiva 2008/50/CE (allegato XI-tab.1)			
	Periodo di mediazione	Valore limite	
Valore limite	Anno civile	5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

2.6 Particolato (PM10)

Con il termine "particolato" si indica una miscela complessa di particelle solide o liquide (aerosol) di sostanze organiche e/o inorganiche sospese nella parte più bassa della troposfera.

La caratteristica per cui il particolato è oggetto di attenzione da parte del legislatore, consiste nel fatto che le sue particelle, avendo dimensioni ridotte, hanno lunghi tempi di permanenza in atmosfera e conseguentemente possono essere trasportati anche a lunghe distanze.

Le sorgenti del particolato possono avere sia origine naturale (eruzioni vulcaniche, erosione di suolo e rocce, autocombustione ed incendi boschivi) che origine antropica (combustione fissa a scopo civile e/o industriale, combustioni mobili quali traffico veicolare e ferroviario, produzione di energia elettrica, incenerimento dei rifiuti, estrazione e lavorazione di metalli, produzione di cementi).

In base alle dimensioni delle sue particelle (diametro aerodinamico) ed in base alla capacità di queste ultime di raggiungere più o meno in profondità le vie respiratorie, possiamo classificare il particolato in diverse frazioni, più precisamente in PM10 (diametro inferiore a 10 µm) definite polveri inalabili poichè possono penetrare sino a naso e laringe, in PM2.5 (diametro inferiore a 2.5 µm) e in PM1 (diametro inferiore a 1 µm) definite entrambe polveri respirabili che possono penetrare sino a trachea e alveoli polmonari.

La frazione PM10 è la più conosciuta ai fini tossicologici perché rappresenta, per convenzione, la cosiddetta *frazione toracica delle polveri*, cioè la frazione che può penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio umano. La capacità di tale frazione di aggravare le patologie a carico dell'apparato respiratorio (bronchi, asma, enfisema polmonare) e dell'apparato cardiaco è ormai assodata, mentre sono allo studio le eventuali proprietà mutagene, cancerogene e gli effetti epidemiologici.

La tossicità del particolato è legata soprattutto alla sua composizione chimica ed in particolare alla capacità di trattenere sulla sua superficie sostanze tossiche, quali ad esempio i metalli pesanti e gli IPA, che possono essere rilasciate nelle vie respiratorie una volta inalate.

Metodo di misura: il PM10 viene misurato mediante tecnica gravimetrica che si basa sulla raccolta del PM10 su filtro e sulla determinazione, effettuata in laboratorio, della corrispondente massa per pesata.

Unità di misura: microgrammo al metro cubo (µg/m³).

Riferimenti normativi: D.LGS. n. 155 del 13 agosto 2010 e ss.mm. _attuazione direttiva 2008/50/CE (allegato XI-tab.1)			
	Periodo di mediazione	Valore limite	
Valore limite	1 giorno	50 ^(*)	µg/m ³

(* da non superare più di 35 volte/anno civile)

2.7 IPA nel particolato PM10 e Metalli

2.7.1 IPA (idrocarburi policiclici aromatici)

Gli IPA, di cui fa parte il Benzo[a]pirene, sono composti organici la cui struttura è caratterizzata dalla fusione di due o più anelli aromatici. Si originano per combustione incompleta di materiale organico (es. idrocarburi); la loro fonte principale, in ambito urbano, è costituita dallo scarico veicolare. Dopo la loro emissione, gli IPA, condensano adsorbendosi sulle particelle di origine carboniosa presenti in aria.

Gli IPA sono composti tossici; la IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) ha classificato come possibili cancerogeni per l'uomo sette IPA, in particolare il Benzo[a]pirene, considerato il più pericoloso, viene utilizzato come indicatore del contenuto di IPA nelle matrici ambientali.

Riferimenti normativi: D.LGS. n. 155 del 13 agosto 2010 e ss.mm._attuazione direttiva 2008/50/CE (<i>allegato XIII</i>)			
	Valore obiettivo		Unità di misura
Valore obiettivo benzo[a]pirene	1.0	ng/m ³	Nanogrammi al metro cubo ng/m ³

2.7.2 Metalli

Nell'ambiente atmosferico, generalmente, i metalli pesanti si trovano in concentrazioni ridotte la cui unità di misura risulta essere il nanogrammo al metro cubo (ng/m³).

Essi vengono emessi in atmosfera in associazione al particolato.

Le loro sorgenti dipendono sia da cause naturali (eruzioni vulcaniche, erosione di suolo e rocce, aerosol marini, sollevamento della polvere ad opera del vento, etc) sia da attività antropiche (combustione fissa a scopo civile e/o industriale, combustioni mobili quali traffico veicolare e ferroviario, produzione di energia elettrica, incenerimento dei rifiuti, estrazione e lavorazione di metalli, produzione di cementi).

Altre fonti di origine antropica possono essere gli impianti dedicati alla produzione/lavorazione industriale dei metalli (fonderie, acciaierie, etc), l'usura meccanica dei manufatti metallici, l'impiego di fertilizzanti e dei fitofarmaci in agricoltura.

Le fonti, naturali e antropiche, dei metalli in atmosfera sono pertanto molteplici. In riferimento al territorio preso in esame, quello Biellese, e tenuti in considerazione i fattori di pressione esistenti su tale zona meritano particolare menzione i processi di combustione fissa e mobile.

E' noto infatti che nei combustibili fossili sono presenti, se pur in piccole quantità, i metalli.

I metalli possono essere presenti sia perché utilizzati come additivi del combustibile stesso sia come costituenti naturali del combustibile fossile oppure come risultato dell'arricchimento effettuato nelle fasi della raffinazione.

Di seguito un breve cenno sui metalli oggetto di monitoraggio.

Piombo (Pb)

Il piombo è un metallo conosciuto ed utilizzato fin dall'antichità. A partire dagli anni '30 del XX secolo, a seguito della scoperta che i piombo-alchili (composti organici del Pb) miglioravano le prestazioni della combustione dei motori a benzina, il Pb organico ne divenne un indispensabile additivo. Il problema dell'inquinamento da piombo è stato rilevante sino agli anni '90, ovvero fino all'introduzione e diffusione delle benzine "verdi" (così denominate perché prive di piombo – alchili) e dei catalizzatori per i gas di scarico. Con la sostituzione della vecchia benzina "super" con i carburanti di nuova generazione si ha avuto una drastica diminuzione sia delle immissioni di tale metallo nell'ambiente (in termini di tonnellate/anno) sia della sua concentrazione in atmosfera (indicativamente si può presumere un calo pari al 90% rispetto a 15 anni fa).

Attualmente i valori di Pb atmosferico nei centri urbani non destano più particolari preoccupazioni né dal punto di vista ambientale né sotto l'aspetto sanitario. Rimane comunque ancora presente in diverse lavorazioni industriali quali fonderie, cicli di produzione delle batterie ed è inoltre ancora contenuto nelle vernici, nei coloranti chimici, nei pigmenti delle plastiche, negli insetticidi.

La sua tossicità è legata all'affinità che possiede nei confronti dei gruppi solfidrici presenti nelle proteine. Sull'uomo può avere diversi effetti quali le alterazioni della biosintesi dell'eme e della eritropoiesi, tossicità a livello del sistema nervoso centrale e periferico, alterazioni del metabolismo della vitamina D.

Una volta assorbito dall'organismo il 90 % del piombo tende ad accumularsi nelle ossa, mentre il rimanente 10 % viene distribuito uniformemente negli altri tessuti.

Riferimenti normativi: D.LGS. n. 155 del 13 agosto 2010 e ss.mm._attuazione direttiva 2008/50/CE (allegato XI-tab.1)

Periodo di mediazione	Valore limite		Unità di misura
Anno civile	0.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	microgrammi al metro cubo $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Arsenico (As)

L'arsenico si trova diffuso in natura nelle rocce, in determinati suoli ed in alcuni minerali. Viene rilasciato in atmosfera a seguito delle azioni fisiche e meccaniche degli agenti atmosferici che ne causano la naturale erosione.

L'impiego di combustibili fossili ed alcuni cicli produttivi (ad esempio conservanti per il legno) risultano essere fonte antropica primaria di questo metallo.

Dai dati scientifici disponibili risulta che tale elemento, così come il cadmio, il nichel ed alcuni idrocarburi policiclici aromatici, è un agente cancerogeno genotossico per l'uomo. Risulta inoltre non esistere una soglia identificabile, al di sotto della quale queste sostanze non comportano rischio per la salute umana.

Le concentrazioni nell'aria ed il fenomeno della deposizione ne causano l'impatto sulla salute umana e sull'ambiente.

Riferimenti normativi: D.LGS. n. 155 del 13 agosto 2010 e ss.mm._attuazione direttiva 2008/50/CE (allegato XIII)

	Valore obiettivo		Unità di misura
Valore obiettivo arsenico	6.0	ng/m^3	Nanogrammi al metro cubo ng/m^3

Cadmio (Cd)

A bassissime concentrazioni il cadmio è presente su tutta la crosta terrestre.

Sia in natura che a livello industriale (cicli di lavorazioni, effluenti) viene spesso associato allo zinco ed al piombo.

La principale fonte naturale di cadmio è rappresentata dalle eruzioni vulcaniche.

Le fonti antropiche, causa primaria del cadmio in atmosfera, sono rappresentate dalle attività industriali (fonderie; impianti di lavorazione di materiali non ferrosi; come componente di pigmenti, leghe e materie plastiche), dall'impiego di combustibili fossili e dall'incenerimento di rifiuti.

Dal punto di vista tossicologico è considerato un metallo molto pericoloso per la salute. A differenza di altri metalli sembra non rivestire alcun ruolo biologico e la sua tossicità è legata essenzialmente alla capacità di accumularsi nei tessuti, in modo pressoché irreversibile nel corso degli anni, a causa del lungo tempo di dimezzamento nei tessuti.

I livelli di cadmio atmosferico, che sono compresi tra 0.2 e 2.5 ng/m^3 nelle aree urbane, possono crescere anche di un ordine di grandezza nei pressi di installazioni industriali.

Riferimenti normativi: D.LGS. n. 155 del 13 agosto 2010 e ss.mm._attuazione direttiva 2008/50/CE (allegato XIII)

	Valore obiettivo		Unità di misura
Valore obiettivo cadmio	5.0	ng/m^3	Nanogrammi al metro cubo ng/m^3

Nichel (Ni)

Negli ecosistemi il nichel è largamente diffuso.

Le sue leghe sono conosciute fin dall'antichità ma è con il XX secolo che il suo utilizzo ha subito un notevole incremento.

Le principali sorgenti antropiche del nichel atmosferico sono la combustione del carbone, del petrolio e dei loro derivati (a livello europeo l'apporto da combustione fissa è stimato intorno al 55% del totale), le acciaierie, le fonderie e gli inceneritori.

Inoltre il nichel trova largo impiego in una gran varietà di materiali e manufatti (nell'acciaio inossidabile, nelle leghe ferrose e non ferrose dove lo troviamo in percentuali molto variabili, nelle fasi preliminari della cromatura dove avviene la sua elettrodeposizione sulle superfici metalliche, nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nelle tecnologie aerospaziali e in molti oggetti di uso comune).

Le concentrazioni di nichel atmosferico possono variare da 10/50 ng/ m³ nei centri urbani sino a 110/180 ng/ m³ nelle aree ad elevata industrializzazione.

Un'altra fonte di nichel è rappresentata dal fumo di sigaretta che per i fumatori rappresenta un importante fattore di esposizione a tale metallo.

Riferimenti normativi: D.LGS. n. 155 del 13 agosto 2010 e ss.mm. attuazione direttiva 2008/50/CE (<i>allegato XIII</i>)			
	Valore obiettivo		Unità di misura
Valore obiettivo cadmio	20.0	ng/m ³	Nanogrammi al metro cubo ng/m ³

2.8 Il Mezzo Mobile

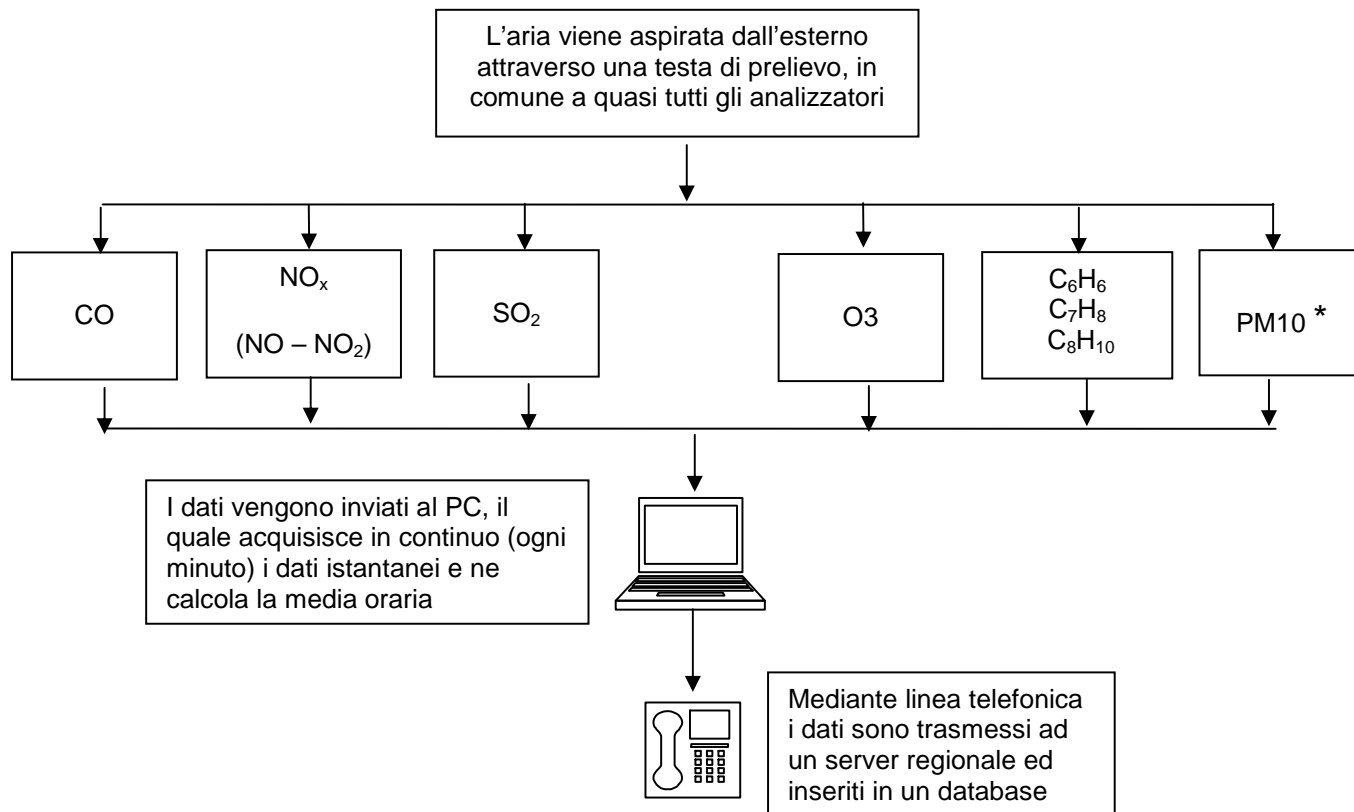
I dati di qualità dell'aria relativi alle campagne di monitoraggio, siano esse estive e/o invernali, vengono acquisiti tramite l'utilizzo del mezzo mobile di rilevamento della qualità dell'aria di ARPA e sono confrontati con i dati delle stazioni fisse di monitoraggio ubicate nella Provincia di Biella.

Sia le stazioni fisse che il mezzo mobile sono entrambe dotati di analizzatori automatici in grado, non solo di monitorare in continuo i principali inquinanti, ma anche di fornire i dati in tempo reale.

Di seguito vengono riportati i principali inquinanti monitorati ed i relativi metodi di misura:

Laboratorio mobile qualità aria		
Parametro	Formula	Metodo di misura
Monossido di Carbonio	CO	spettrometria ad infrarossi
Ossidi di Azoto	NO _x (NO – NO ₂)	chemiluminescenza
Biossido di Zolfo	SO ₂	fluorescenza
Ozono	O ₃	assorbimento UV
Benzene, Toluene, Xileni	C ₆ H ₆ , C ₇ H ₈ , C ₈ H ₁₀	gascromatografia con rilevatore a fotoionizzazione
Particolato	PM10	gravimetria

Schema funzionamento mezzo mobile



*: il PM10 è l'unico parametro la cui analisi non avviene in loco.

Il sistema di campionamento si basa sul metodo della gravimetria ad "impatto inerziale": l'aria aspirata dalla testa di prelievo (portata pari a 2.3 m³/h) impatta sui filtri di quarzo ove si deposita il PM10. Successivamente i filtri "sporchi" vengono inviati in laboratorio dove vengono pesati. Calcolando la differenza tra il peso del filtro "sporco" ed il suo peso da "pulito" si ottengono le concentrazioni di PM10.

Le operazioni di taratura (effettuata su due punti di calibrazione) viene effettuata da una ditta esterna con scadenza ogni 15 giorni oppure a seconda delle necessità.

Le operazioni di "span" (tramite utilizzo di una bombola con miscela a concentrazione nota) o di "zero" (tramite l'utilizzo di aria purificata dall'inquinante oggetto di misura) vengono invece effettuate da personale del Dipartimento scrivente. La loro cadenza dipende dalle necessità strumentali.

Il Mezzo Mobile è classificato, come accade per le stazioni fisse di rilevamento della qualità dell'aria, in base ai parametri analizzati ed in base all'area in cui è ubicato ed alle relative caratteristiche di quest'ultima.

In funzione delle fonti inquinanti le stazioni si definiscono :

- Stazioni **di fondo**: stazioni che rilevano livelli di inquinamento non direttamente influenzato da una singola sorgente ma riferibili al contributo integrato di tutte le sorgenti presenti nell'area;
- Stazioni **di traffico**: stazioni situate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni provenienti da strade limitrofe;
- Stazioni **industriali**: stazioni che rilevano il contributo connesso alle attività produttive limitrofe al sito in cui la stazione è inserita.

In base all'area di ubicazione le stazioni sono classificate:

- Stazioni **urbane**: stazioni collocate in ambito urbano caratterizzata da forte presenza di traffico;
- Stazioni **suburbane**: stazioni collocate in ambito urbano in zona con caratteristiche residenziali o commerciali;
- Stazioni **rurali**: stazioni collocate lontano da centri urbani con caratteristiche residenziali, agricole o naturali.